



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO  
VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO,  
LAMBAYEQUE, 2020**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

**Bach. García Chumacero Juan Martín**

**<https://orcid.org/0000-0001-7134-8408>**

**Asesor:**

**Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro**

**<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel - Perú**

**2020**

**Tesis:**

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA  
DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020”**

**Aprobación del Jurado**

---

Mg. Muñoz Pérez, Sócrates Pedro

**Asesor de Investigación**

---

Dr. Coronado Zuloeta, Omar

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mg. Idrogo Pérez, César Antonio

**Secretario de Jurado de Tesis**

---

Mg. Marín Bardales, Noé Humberto

**Vocal de Jurado de Tesis**

## **Dedicatoria**

### **A Dios**

Dedico este proyecto primordialmente a Dios agradecerle por haberme dado la sabiduría y perseverancia en un trabajo arduo que hoy conlleva sus frutos, un proceso que conllevo mucho esfuerzo para obtener los conocimientos que me sirvieron para mi formación profesión.

### **A mis padres y familia**

A mis padres Raúl Martín García Rivera y Raquel Chumacero Inoñan por su apoyo incondicional con bajas y altas, pero lo que significa el amor de los padres por ver a su hijo hecho todo un profesional gracias a ellos he concluido con una de mis metas propuestas he logrado concluir este primer peldaño de mi vida profesional.

A mis hermanos por su amor incondicional, y familia en general con la cual hemos pasado buenos y malos momentos y sus oraciones constantes.

*Juan Martín García Chumacero*

## **Agradecimiento**

Agradezco siempre a Nuestro Padre Dios, que por su voluntad ha decidido que siga en mi propósito de ser un profesional, la perseverancia y el coraje para finalizar esta hermosa etapa de mi vida, aún con los estragos de la pandemia del COVID 19 que nos aqueja, así mismo, un agradecimiento profundo a nuestro padre Dios.

A mis familiares a mi padre y madre un ejemplo a seguir, por sus consejos constantes que conlleva esta vida profesional por ese voto de confianza que me han dado y ver el fruto de ello.

A mis maestros por todo ese apoyo, conocimiento brindado y amistad a lo largo de mi carrera profesional, mis compañeros de Ingeniería Civil con quienes compartí muchas anécdotas y vivencias muy gratas durante estos años que me llevo culminar la carrera profesional.

A la Universidad Señor de Sipán por brindarme la formación profesional deseada, por ser mi casa de estudios y acogerme en todo el tiempo que me llevo culminarla.

***Juan Martín García Chumacero***

## Resumen

Ante la necesidad emergente de desarrollo tecnológico, sostenible y eco amigable en la elaboración del concreto, es consecuente reutilizar desechos siderúrgicos, a fin de evitar la acumulación de residuos. Pues los productos desechables de viruta de aluminio secundario obtenidos en los servicios de factoría (fresado, torno etc.) no son utilizados en forma conveniente; surgiendo la hipótesis de ¿Cómo influye la viruta de aluminio secundario en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?. Por tal motivo el objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia de la viruta de aluminio secundario (VAS) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Se realizaron adiciones de VAS en peso del cemento en porcentajes de 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00% para diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Utilizando viruta tipo continua de 2mm de ancho y 60 mm de largo. Las propiedades evaluadas fueron: asentamiento, temperatura, contenido de aire, peso unitario, resistencia a compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad.

Los resultados mostraron la influencia significativa que produce cada adición en el concreto, observándose una trabajabilidad y asentamiento con rango aceptable hasta el 3.5% de adición. En las propiedades mecánicas se observó que adicionar en menor porcentaje aumenta su resistencia en compresión y módulo elástico que en adiciones altas. Mientras en tracción y flexión tienden a incrementar con un máximo de 3.5% de adición, prosiguiendo con una disminución con 5% de adición por debajo del patrón.

Alcanzando óptimos resultados a comparación con los diseños estándar y ser usado en concreto no estructural.

**Palabras Claves:** Concreto, Propiedades físicas, Propiedades mecánicas, Viruta de aluminio secundario, Probetas.

## Abstract

Given the emerging need for technological, sustainable and eco-friendly development in the production of concrete, it is consequent to reuse steel waste, in order to avoid the accumulation of waste. The disposable products of secondary aluminum chips obtained in the factory services (milling, lathe, etc.) are not used in a convenient way; arising the hypothesis: How does the secondary aluminum chip influence the physical and mechanical properties of concrete? Therefore, the objective of this research was to evaluate the influence of secondary aluminum chips (SAV) on the physical and mechanical properties of concrete.

VAS additions were made in percentages of 0.50%, 1.50%, 3.50% and 5.00% by weight of cement for designs of 210 kg/cm<sup>2</sup> and 280 kg/cm<sup>2</sup>. Using continuous chip type of 2 mm wide and 60 mm long. The properties evaluated were: slump, temperature, air content, unit weight, compressive strength, tensile strength, flexural strength and modulus of elasticity.

The results showed the significant influence produced by each addition in the concrete, showing a workability and slump with an acceptable range up to 3.5% of addition. In the mechanical properties, it was observed that adding a lower percentage of admixture increases its resistance in compression and elastic modulus than in high admixtures. While in tensile and flexural tend to increase with a maximum of 3.5% addition, continuing with a decrease with 5% addition below the standard.

Achieving optimum results compared to standard designs and to be used in non-structural concrete.

**Keywords:** Concrete, Physical properties, Mechanical properties, Secondary aluminum chips, Specimens.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Resumen .....	v
Palabras Claves .....	v
Abstract.....	vi
Keywords .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
1.1. Realidad problemática.....	15
1.2. Antecedentes de Estudio .....	17
1.3. Teorías relacionadas del tema .....	20
1.3.1. Variable Independiente .....	20
1.3.2. Variable Dependiente .....	28
1.3.3. Impacto ambiental.....	43
1.3.4. Seguridad y salud ocupacional.....	44
1.3.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres.....	45
1.3.6. Gestión de mantenimiento.....	45
1.3.7. Estimación de costos.....	46
1.3.8. Normativa.....	46
1.3.9. Estado del arte.....	48
1.3.10. Definición de términos.....	48
1.4. Formulación del Problema .....	49
1.5. Justificación e importancia del estudio .....	49
1.5.1. Justificación.....	49
1.5.2. Importancia .....	50
1.6. Hipótesis .....	50
1.7. Objetivos .....	50
1.7.1. Objetivo General.....	50
1.7.2. Objetivos Específicos .....	50
<b>II. MATERIAL Y MÉTODO.....</b>	<b>51</b>
2.1. Tipo y Diseño de investigación .....	51
2.1.1. Tipo de Investigación .....	51
2.1.2. Diseño de la Investigación .....	51
2.2. Población y muestra.....	52
2.2.1. Población .....	52

2.2.2.	<i>Muestra</i> .....	52
2.3.	<b>Variables, Operacionalización</b> .....	57
2.3.1.	<i>Variable Independiente</i> .....	57
2.3.2.	<i>Variable Dependiente</i> .....	57
2.3.3.	<i>Operacionalización</i> .....	57
2.4.	<b>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	60
2.4.1.	<i>Técnicas de recolección de datos</i> .....	60
2.4.2.	<i>Instrumentos de recolección de datos</i> .....	60
2.5.	<b>Procedimiento de análisis de datos</b> .....	60
2.5.1.	<i>Diagrama de flujo de procesos.</i> .....	60
2.5.2.	<i>Descripción de procesos.</i> .....	62
2.6.	<b>Criterios éticos</b> .....	81
2.7.	<b>Criterios de Rigor Científico</b> .....	81
2.7.1.	<i>Validación de instrumentos.</i> .....	81
2.7.2.	<i>Confiabilidad de instrumentos.</i> .....	82
III.	<b>RESULTADOS</b> .....	83
3.1.	<b>Resultados en tablas, figuras y gráficos</b> .....	83
3.2.	<b>Discusión de resultados</b> .....	120
3.3.	<b>Aporte práctico</b> .....	127
IV.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	129
4.1.	<b>Conclusiones</b> .....	129
4.2.	<b>Recomendaciones</b> .....	133
	<b>REFERENCIAS</b> .....	134
	<b>ANEXOS</b> .....	142
	<b>ANEXO I:</b> Plano de ubicación de las canteras de agregados de la zona de Lambayeque para elaboración de concreto .....	143
	<b>ANEXO II:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Análisis granulométrico de los agregados fino y grueso .....	145
	<b>ANEXO III:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Peso Unitario y Contenido de Humedad de los Agregados finos y gruesos .....	154
	<b>ANEXO IV:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Peso específico y absorción de los Agregados finos y gruesos .....	163
	<b>ANEXO V:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de material que pasa por la malla N°200 agregado fino .....	172
	<b>ANEXO VI:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de abrasión de Los Ángeles aplicado a los Agregados gruesos .....	176
	<b>ANEXO VII:</b> Informe de ensayo de Peso unitario suelto y compactado - Peso específico, de cada tipo de viruta de aluminio secundario .....	179



<b>ANEXO VIII:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas Prueba – Concreto convencional Patrón 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	185
<b>ANEXO IX:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas – Concreto convencional Patrón 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	200
<b>ANEXO X:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas – Elección de cada tipo de viruta .....	205
<b>ANEXO XI:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas – Concreto Patrón + adiciones del 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% de viruta de aluminio secundario .....	214
<b>ANEXO XII:</b> Informe de ensayo de Laboratorio de Asentamiento, Temperatura, Contenido de aire y Peso unitario en estado fresco .....	231
<b>ANEXO XIII:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial – Elección de Diseño Prueba de mezclas Patrón.....	240
<b>ANEXO XIV:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial – Elección de tipo de viruta de aluminio secundario.....	243
<b>ANEXO XV:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial – Concreto patrón.....	245
<b>ANEXO XVI:</b> Informe de ensayo de Laboratorio de Ensayos de Resistencia a la Compresión Axial con porcentaje de VAS.....	248
<b>ANEXO XVII:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a Tracción – Concreto patrón.....	257
<b>ANEXO XVIII:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Informe de Ensayos de Resistencia a Tracción con porcentaje de VAS .....	260
<b>ANEXO XIX:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto patrón.....	269
<b>ANEXO XX:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Informe de Ensayos de Resistencia a la Flexión con porcentaje de VAS .....	272
<b>ANEXO XXI:</b> Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Módulo de Elasticidad del concreto - Concreto patrón.....	281
<b>ANEXO XXII:</b> Informe de ensayo de Laboratorio de Ensayo de Módulo de Elasticidad del concreto con porcentaje de VAS.....	284
<b>ANEXO XXIII:</b> Informe de Cemento Pacasmayo S.A.A. Peso específico del cemento portland Tipo I.....	293
<b>ANEXO XXIV:</b> Panel Fotográfico .....	295
<b>ANEXO XXV:</b> Costo general de la Investigación .....	333
<b>ANEXO XXVI:</b> Validez de instrumentos de Investigación.....	335

## Índice de Abreviaturas

ACI:	American Concrete Institute.
ASTM:	American Society for Testing and Materials.
CNC:	Control numérico computarizado.
CP:	Concreto patrón.
CPVSS:	Cilindro de prueba con viruta sin seleccionar.
CPVE:	Cilindro de prueba con viruta escalonada.
CPVC:	Cilindro de prueba con viruta continua.
CPVZ:	Cilindro de prueba con viruta zunchada.
Ec:	Módulo de elasticidad del concreto.
MF:	Módulo de finura.
MPa:	Unidad de presión Megapascal.
MTC:	Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
Mr:	Módulo de rotura.
NTP:	Norma Técnica Peruana.
PUS:	Peso unitario suelto.
PUC:	Peso unitario compactado.
RNE:	Reglamento Nacional de Edificaciones.
TM:	Tamaño nominal.
TMN:	Tamaño máximo nominal.
VAS:	Viruta de aluminio secundario.

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Propiedades físicas de la viruta de aluminio secundario - Tipo continua.....	26
<b>Tabla 2</b> Composición química del aluminio secundario .....	27
<b>Tabla 3</b> Requisitos de tamaños pasantes del material delgado.....	29
<b>Tabla 4</b> Requisitos de tamaños pasantes del material recio .....	29
<b>Tabla 5</b> Número de esferas dependiendo de la gradación del agregado recio .....	31
<b>Tabla 6</b> Gradación de las muestras de ensayo.....	31
<b>Tabla 7</b> Composición de requisitos químicos de cada tipo de cemento .....	33
<b>Tabla 8</b> Clases de mezclas según su Slump o asentamiento.....	36
<b>Tabla 9</b> Comparación de los procesos de producción de aluminio primario y secundario .....	44
<b>Tabla 10</b> Aplicación y descripción de normas utilizadas para los ensayos .....	46
<b>Tabla 11</b> Cuantía muestral de probetas cilíndricas y prismáticas para ensayos de diseño $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	53
<b>Tabla 12</b> Cuantía muestral de probetas cilíndricas para ensayo de módulo de elasticidad $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	54
<b>Tabla 13</b> Cuantía muestral de probetas cilíndricas y prismáticas para ensayos de diseño $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	55
<b>Tabla 14</b> Cuantía muestral de probetas cilíndricas para ensayo de módulo de elasticidad $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	56
<b>Tabla 15</b> Operalización de la variable Independiente .....	58
<b>Tabla 16</b> Operalización de Variable Dependiente .....	59
<b>Tabla 17</b> Nombre, ubicación y coordenadas de canteras de la zona de Lambayeque .....	83
<b>Tabla 18</b> Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado fino natural.....	87
<b>Tabla 19</b> Peso específico y absorción del agredo fino natural de cada cantera.....	87
<b>Tabla 20</b> Contenido de humedad del agregado fino natura de cada cantera seleccionada .....	88
<b>Tabla 21</b> Porcentaje de finos de canteras que tienen la granulometría parecida.....	89
<b>Tabla 22</b> Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado grueso natural .....	93
<b>Tabla 23</b> Peso específico y absorción del agregado grueso natural de cada cantera .....	93
<b>Tabla 24</b> Contenido de humedad del agregado grueso natura de cada cantera seleccionada .....	94
<b>Tabla 25</b> Resultados de la degradación en agregados gruesos en la máquina de los ángeles .....	95
<b>Tabla 26</b> Análisis Granulométrico del Agregado fino Cantera La Victoria .....	96
<b>Tabla 27</b> Características físicas del agregado fino Cantera La Victoria .....	97
<b>Tabla 28</b> Resultado del ensayo de determinación materiales más finos que pasa la malla N°200 - Cantera La Victoria.....	97
<b>Tabla 29</b> Análisis Granulométrico del Agregado grueso.....	97
<b>Tabla 30</b> Características físicas del agregado grueso.....	98
<b>Tabla 31</b> Ensayo de abrasión – Máquina de los ángeles resultados del agregado grueso.....	98
<b>Tabla 32</b> Resultado a compresión simple mezclas con diferentes tipos de virutas de aluminio secundario. .....	102
<b>Tabla 33</b> Diseño de mezclas de concreto de prueba 210 kg/cm <sup>2</sup> para elegir el más óptimo en función a su factor de seguridad.....	103
<b>Tabla 34</b> Diseño de mezclas de concreto de prueba 280 kg/cm <sup>2</sup> para elegir el más óptimo en función a su factor de seguridad.....	104
<b>Tabla 35</b> Diseño de mezclas del concreto patrón de cada resistencia diseñada.....	104
<b>Tabla 36</b> Diseño de mezclas del concreto patrón adicionando porcentajes de viruta de aluminio secundario para la resistencia de $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	105
<b>Tabla 37</b> Diseño de mezclas del concreto patrón adicionando porcentajes de viruta de aluminio secundario para la resistencia de $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> .....	105
<b>Tabla 38</b> Valores de peso en kilogramos de cada muestra en estado fresco .....	108
<b>Tabla 39</b> Resumen según diversos autores en el comportamiento de resistencias a la compresión .....	122
<b>Tabla 40</b> Resumen según diversos autores en el comportamiento de resistencias a la tracción .....	123
<b>Tabla 41</b> Resumen según diversos autores en el comportamiento de resistencias a la flexión.....	124
<b>Tabla 42</b> Resumen según diversos autores en el comportamiento de módulo de elasticidad .....	125

## Índice de Figuras

<i>Figura 1</i> Proceso de producción del aluminio primario y sus productos.....	21
<i>Figura 2</i> Proceso de producción del aluminio secundario y sus derivados.....	21
<i>Figura 3.</i> Comparativa de tasa de crecimiento de aluminio primario respecto al aluminio secundario. .	22
<i>Figura 4.</i> Productos de aluminio lingotes, cerdas, losa, palanquilla, crisoles.....	23
<i>Figura 5.</i> Proceso de cilindrado en un torno industrial.....	23
<i>Figura 6.</i> Viruta generada por el torno universal.....	24
<i>Figura 7.</i> Plastificante de 1 <sup>ra</sup> y 2 <sup>da</sup> Generación interacción de partículas.....	34
<i>Figura 8.</i> Super-Plastificante interacción de partículas.....	35
<i>Figura 9.</i> Proceso de elaboración del Ensayo de Asentamiento.....	36
<i>Figura 10.</i> Medidor de aire por el método a presión B – Olla de Washington.....	38
<i>Figura 11.</i> Influencia (a) con restricción en ambos extremos; (b) con restricción en un extremo; y (c) sin restricciones.....	39
<i>Figura 12.</i> Esquema de clases de falla de una probeta cilíndrica.....	40
<i>Figura 13.</i> Esquema de la prueba de resistencia a la tracción dividida.....	41
<i>Figura 14.</i> Prueba de fortaleza a flexión aplicando la carga central según ASTM C293M.....	41
<i>Figura 15.</i> Prueba de fortaleza aplicado la carga en los tercios de su claro de apoyo.....	42
<i>Figura 16</i> Esquema de riesgos de trabajo en la producción de aluminio.....	45
<i>Figura 17.</i> Diagrama de flujo de proceso sobre la recolección de datos.....	61
<i>Figura 18</i> Muestra de la cantera Pátapo la Victoria – Agregado fino.....	62
<i>Figura 19</i> Muestra de la cantera Pacherras – Agregado grueso.....	62
<i>Figura 20</i> Bolsa de cemento Pacasmayo Tipo I – 42.5 kg.....	63
<i>Figura 21</i> Viruta de aluminio secundario sin seleccionar conglomerando diversos tipos.....	64
<i>Figura 22</i> Tamizado del agregado grueso y fino de los materiales pétreos.....	65
<i>Figura 23</i> Realización del peso unitario compactado del agregado grueso.....	66
<i>Figura 24</i> Peso de la muestra seca al horno.....	67
<i>Figura 25</i> Realización del ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso.....	69
<i>Figura 26</i> Secado de muestras de agregado fino para el ensayo de absorción.....	70
<i>Figura 27</i> Tamizado de material por la malla 75µm (N°200).....	72
<i>Figura 28</i> Ensayo de materiales en la máquina de los ángeles.....	73
<i>Figura 29</i> Probetas a edad de 7 días, para evaluación de la resistencia críticas de diseño $f'_{cr}$ .....	74
<i>Figura 30</i> Medición de lecturas del asentamiento del concreto.....	75
<i>Figura 31</i> Medición de lecturas de la temperatura del concreto.....	75
<i>Figura 32</i> Rotura de probetas a el ensayo de compresión.....	77
<i>Figura 33</i> Rotura de probetas en ensayo de tracción.....	78
<i>Figura 34</i> Ensayo de flexión carga en los tercios de la viga.....	79
<i>Figura 35</i> Ensayo módulo elástico del concreto.....	80
<i>Figura 36.</i> Análisis de granulometría del agregado fino de la Cantera Tres Tomas.....	84
<i>Figura 37.</i> Análisis de granulometría del agregado fino de la Cantera La Victoria-Pátapo.....	85
<i>Figura 38.</i> Análisis de granulometría del agregado fino de la Cantera Pacherras.....	85
<i>Figura 39.</i> Análisis de granulometría del agregado fino de la Cantera Castro I – San Nicolás.....	86
<i>Figura 40.</i> Análisis de granulometría del agregado grueso de la Cantera Tres Tomas.....	90
<i>Figura 41.</i> Análisis de granulometría del agregado grueso de la Cantera La Victoria-Pátapo.....	91
<i>Figura 42.</i> Análisis de granulometría del agregado grueso de la Cantera Pacherras.....	91
<i>Figura 43.</i> Análisis de granulometría del agregado grueso de la Cantera Castro I- San Nicolas.....	92
<i>Figura 44.</i> Curva granulométrica agregado fino Cantera La Victoria.....	96
<i>Figura 45.</i> Curva granulométrica agregado grueso cantera Pacherras.....	98
<i>Figura 46.</i> Viruta sin seleccionar.....	99
<i>Figura 47.</i> Viruta escalonada.....	100
<i>Figura 48.</i> Viruta continua.....	100
<i>Figura 49.</i> Viruta en forma de zunchos.....	101

**Figura 50** Probeta con 0.5% de VAS (a), Probeta tomada en planta con 0.5% de VAS (b), Probeta con 5% de VAS (c), Probeta tomada en planta con 5% de VAS (d)..... 127

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Comparación de Asentamientos para un $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> patrón y con dosificaciones de viruta de aluminio secundario. ....	106
<b>Gráfico 2.</b> Comparación de temperatura para un $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> patrón y con dosificaciones de viruta de aluminio secundario. ....	107
<b>Gráfico 3.</b> Comparación de Contenido de aire para un $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> patrón y con dosificaciones de viruta de aluminio secundario. ....	107
<b>Gráfico 4.</b> Comparación de Peso unitario para un $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> patrón y con dosificaciones de viruta de aluminio secundario. ....	108
<b>Gráfico 5.</b> Efecto de VAS en la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días en $f'c$ :210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	109
<b>Gráfico 6.</b> Efecto de VAS en la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días en $f'c$ :280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	110
<b>Gráfico 7.</b> Comparación de resistencias a tracción del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.0%, 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%. ....	111
<b>Gráfico 8.</b> Comparación de resistencias a tracción del concreto patrón $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.0%, 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%. ....	112
<b>Gráfico 9.</b> Comparación de resistencias a flexión del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.0%, 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%. ....	113
<b>Gráfico 10.</b> Comparación de resistencias a flexión del concreto patrón $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.0%, 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%. ....	114
<b>Gráfico 11.</b> Comparación de Módulo de elasticidad ( $E_c$ real) del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> a 7, 14 y 28 días. ....	115
<b>Gráfico 12.</b> Comparación de Módulo de elasticidad del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% a 7 días. ....	116
<b>Gráfico 13.</b> Comparación de Módulo de elasticidad del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% a 14 días. ....	116
<b>Gráfico 14.</b> Comparación de Módulo de elasticidad del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% a 28 días. ....	117
<b>Gráfico 15.</b> Comparación de Módulo de elasticidad del concreto patrón $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% a los 7 días. ....	118
<b>Gráfico 16.</b> Comparación de Módulo de elasticidad del concreto patrón $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% a los 14 días. ....	118
<b>Gráfico 17.</b> Comparación de Módulo de elasticidad del concreto patrón $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% a 28 días. ....	119

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente vivimos épocas de evolución continua y a pasos de gigantes, en la mayoría de rubros, debido al crecimiento demográfico, contaminación ambiental y con ello., es preciso el estudio continuo de la optimización de los recursos naturales, económico y nuevas tecnologías de materiales. Existen investigaciones que han logrado demostrar que la incorporación de fibras de aluminio secundario al concreto, enriquece las cualidades del mismo, otorgándole mayor durabilidad y bajas densidades.

El sector de manufactura en la región de Lambayeque, es un sector en crecimiento que produce material producto de procesos siderúrgicos, que consta de escorias, residuos y/o virutas de metales; es aquí el adquirir este producto para darle un uso experimental y dar a conocer los datos obtenidos al público en general.

El reciente proyecto está encaminado en ver la influencia que conlleva adicionar la viruta de aluminio secundario en el concreto con porcentajes que están del 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% con respecto al peso del cemento, pues la ciudad de Lambayeque tiene pocos antecedentes en el uso del mismo. Así mismo, en el proceso de investigación se evaluó el comportamiento tanto en estado fresco como endurecido, las resistencias ensayadas del concreto básicamente son las que mayor uso tienen en la industria de la construcción como  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y con la adición con viruta de aluminio secundario con los porcentajes ya antes mencionados.

Siendo el problema de la investigación como influye la adición de la viruta de aluminio secundario en las propiedades físicas y mecánicas del concreto; surgiendo la hipótesis de ¿Cómo influye la viruta de aluminio secundario en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?. La investigación se justifica elaborarla; porque se requiere contribuir con la tecnología e innovación de adiciones de fibra al concreto con materiales de poco uso como es el caso de la viruta de aluminio secundario (aluminio reciclado) aprovechando la reutilización de residuos siderúrgicos, contribuyendo con la sociedad a tomar mejores alternativas de adición, reduciendo así la contaminación que pueda producirse.

## 1.1. Realidad problemática

### A Nivel Internacional

La carencia en tecnología de procesamiento viable, es para considerar convertir los desechos de aluminio en productos útiles y el desconocimiento ha llevado al desperdicio de estos materiales. **(Arimanwa *et al.*, 2012)**

India uno de los países industrializados globalmente, conglomeran cantidades masivas de desechos de materiales entre ellos virutas o escoria de aluminio; como consecuencia de los desperdicios de fresado de control numérico por computadora *CNC*, produce un tipo de viruta de piezas de metal, generando alrededor de 10-20 millones de toneladas de chatarra de *CNC* anualmente siendo complicado reciclar por métodos usuales, que se producen en una tasa muy rápida contribuyendo a un desequilibrio ecológico. **(Ali *et al.*, 2020; Panditharadhya *et al.*, 2018)**

Para el 2020 el consumo mundial de aluminio se espera que se duplique por el crecimiento de las industrias en China, India, Rusia y Brasil; por eso se ha sugerido que reciclar aluminio podría eliminar más del 94% del impacto del calentamiento global y agotamiento de combustibles fósiles, en comparación con la producción como procesos primarios. **(Kumar *et al.*, 2019)**

En Teheran-Iran, para el 2020 la demanda global anual del aluminio, llegará a unos 97 millones y casi el 32% iría a reciclaje, que equivaldría a 31 millones de toneladas, pues en el 2010 se produjo alrededor de 56 millones de aluminio a nivel global y se reciclaron aproximadamente 18 millones de toneladas de desechos, en esta industria de aluminio secundario (recuperación de chatarra de aluminio), se produce alrededor de 200 kg por cada tonelada por segundo. **(Mahinroosta & Allahverdi, 2018)**

En Guangzhou, China la sociedad moderna existe una gran demanda de perfil de aluminio, por lo tanto, también se producirá una gran cantidad de escoria de aluminio, según estas cifras bordean las 5000 toneladas anuales y la línea de productos de perfil de aluminio produce 320 000 toneladas a nivel global, esto ocupará grandes extensiones de tierra si no se trata la escoria residual. **(Zeng *et al.*, 2013)**

La consecuencia de la escoria de aluminio en la salud del individuo y el entorno, conlleva una necesidad de realizar una gestión sostenible de residuos para minimizar la contaminación ambiental, debido a la gran producción anual de escoria y sus impactos económicos; el reciclaje y utilización de ella se vuelven obligatoria, mediante la reutilización de este material, tanto en fundiciones primarias y secundarias, por qué generan 1.5 a 2.5% y 8 a 15% de escoria blanca y negra por tonelada de metal fundido

producido respectivamente, pues alrededor del 95% de dicho residuo se vierte en vertederos contribuyendo a la contaminación. (**Meshram & Kumar, 2018; Oresanya et al., 2017; Tulope & Busari, 2018; Busari et al., 2019**)

En tanto India: La demolición de edificios antiguos de más de 50 a 60 años ha producido una cantidad de restos de cables eléctricos de aluminio, representa un 18% del uso de alambres de aluminio a nivel mundial después de la China, en muchos países en desarrollo como India, el problema es el stock de construcción en viviendas, por ende, el enfoque sostenible sin causar molestia a los recursos naturales, hace que en esta situación se promueva materiales sustitutos y/o alternativos de materiales reciclados, estén ganando importancia debido a consideraciones ecológicas. (**Shiriraksha et al., 2017; Sabapathy et al., 2019**)

En Argelia y Brasil: Cuidar nuestro medio ambiente actualmente es una dificultad grave que atraviesa nuestro mundo moderno, desde un punto de vista de preservación de riquezas naturales, repercute en el reemplazo de materiales primarios a través del reciclaje y reutilización de residuos industriales para conservar los recursos naturales, ya que el uso de residuos se ha intensificado ante la presión de organizaciones medio ambientales, por escasez de recursos naturales. (**Nadia & Zine, 2019; Andrade et al., 2016**)

#### **A Nivel Nacional**

En trujillo, (**Velarde, 2017**), plantea que el polvo de aluminio logra mejorar las características en el concreto ligero, en la dosis más óptima de 1.5% de polvo de aluminio fundido, al peso del cemento con superplastificante llegando asentamiento de 4", absorción de 2.22% y densidad de 1755.55kg/m<sup>3</sup>, porque sin usar aditivo superplastificante se obtiene menores resultados para un diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . La producción de residuos escoria, virutas y polvos están causando una gran cantidad de contaminación al medio ambiente, y por lo cual existen investigaciones que reutilizan el residuo de aluminio secundario reciclado en la elaboración de concretos.

#### **A Nivel Local**

(**Zúñiga, 2019**) en la ciudad de Motupe, diversas compañías agroindustriales, plantas de procesamiento, y algunas de ellas cuentan con talleres de mecanizado interior generando residuos como las virutas metálicas, mayormente se limitan a almacenar la viruta para posteriormente trasladarla a un botadero local o venderla a empresas de reciclaje, haciendo evidente el desconocimiento de los beneficios que trae la implementación de sistemas de reciclaje en la construcción.



(**Nombera y Carranza, 2017**) minimizar los volúmenes de residuos de la industria metalmecánica, enmarca los distritos de Chiclayo, José Leonardo Ortiz y la Victoria, ya que no se le ha prestado la debida consideración, en un manejo de residuos sólidos y en especial los residuos sólidos metálicos industriales, por lo cual la industria no se inclina hacia la protección del ambiente.

(**Alerta Económica, 2017**) en los últimos años el departamento de Lambayeque, ha expandido bastantes empresas del rubro de metal mecánica, prosperado por la demanda proveniente de nuevas plantas agroindustriales desarrolladas a partir del Proyecto Olmos y se estima que existiría alrededor de un millar de talleres medianos y grandes en este departamento, con repercusión en generación de aumento de residuos metálicos, lo cual debería generar nuevas ideas para su aprovechamiento.

## **1.2. Antecedentes de Estudio**

### **A Nivel Internacional**

(**Sabapathy et al., 2019**) en la **investigación titulada** “*Experimental study on strength properties of aluminium fibre reinforced concrete*” tuvieron por **objetivo** mostrar los resultados del concreto mediante sus cualidades mecánicas incluyendo hebras de aluminio con diferentes porcentajes 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, y 2.0 % en el concreto, además realizar un análisis de regresión para predecir la resistencia del concreto reforzado con fibra de aluminio, utilizando modelos estadísticos basados en resultados experimentales; **concluyeron** que con la agregación en 0.5%, la fortaleza a la compresión mejoró y disminuyó más allá del 0.5% al 2%, para los grados de concreto 20MPa, 30MPa y 40MPa respectivamente.

(**Shakir et al., 2018**) en la **investigación titulada** “*Investigating the Behavior of Concrete and Mortar Reinforced with Aluminum Waste Strips*”, tuvieron por **objetivo** fabricar concretos con porosidad y resistencia a la compresión en el rango adecuado en raciones de fibra de aluminio en peso de cemento; **concluyeron** en que las fibras de aluminio de Coca-Cola de 1 cm de ancho y 2 cm de largo en porcentajes de 0% a 2.5% con incrementos de 0.5% por volumen de concreto, estas tiras conducen un incremento de aproximadamente del 22%, la resistencia a tracción aumentando considerablemente a 1.87 MPa y en flexión aumentó de 3.31 MPa a 11.2 MPa un 238% aproximadamente.

(**Ilya & Cheow, 2017**) en la **investigación titulada** “*Mechanical behavior of fibre reinforced concrete using soft – drink can*”, el **objetivo** fue estudiar el comportamiento en la fortaleza a la compresión y la flexión incorporando latas de aluminio reciclado en 0%, 1% y 2% de fibra de aluminio en base al peso del cemento y determinar la proporción

máxima de fibras que se agregará; **concluyeron** que el concreto de grado 20 con 1 % de fibra de aluminio tuvo mejor comportamiento a la compresión y flexión en comparación con la cantidad de 2% por que se reduce su densidad en estado endurecido.

**Bonilla y Lascano, (2017)** en la **investigación titulada** “*Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras de aluminio reciclado*”, el **objetivo** fue confrontar la fortaleza a compresión y arqueamiento de un concreto ordinario, contra un concreto que tiene filamentos de aluminio reciclado; **concluyeron** que el 0.30% de fibra de aluminio reciclado en la adición del concreto, demostró una notable alta en un 15.69%, para una resistencia de 27.90 MPa en el ensayo a compresión y en el ensayo a flexión demostró un incremento de 6.6%, para una resistencia 4.83 MPa, así mismo, las propiedades físicas influyen directamente en la trabajabilidad como en consistencia y se observó una disminución del asentamiento en 27 mm.

**(Rajaraman, 2017)** en la **investigación titulada** “*Study on Structural Behavior of Aluminium Fiber in Concrete*” tuvo por **objetivo** abordar el análisis del comportamiento estructural de la fibra de aluminio en concreto armado; **concluyó** según sus dosificaciones que van entre 0, 0.8, 1.0, y 1.2% del peso del agregado fino el más óptimo es el de 1.2%, dió mejores resultados y demuestra que la fibra de aluminio, en compresión tuvo resultados de 36.61 N/mm<sup>2</sup>, 40.67 N/mm<sup>2</sup>, 44.67 N/mm<sup>2</sup> y 45.59 N/mm<sup>2</sup> para los porcentajes de adición de 0, 0.8, 1.0 y 1.2% y en el ensayo a flexión resultados de 5.86 N/mm<sup>2</sup>, 5.88 N/mm<sup>2</sup>, 6.23 N/mm<sup>2</sup> y 7.18 N/mm<sup>2</sup> ambos a los 28 días de edad, para los porcentajes de adición de 0, 0.8, 1.0 y 1.2% para una resistencia de grado 20.

**(Ravinder, 2016)** en la **investigación titulada** “*Strength Characteristics of Coca-Cola Tin Waste As Fibres in Concrete*”, tuvo por **objetivo** estudiar la influencia de la adición de material de desecho de latas de refrescos como fibras en una dosis de 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5% por volumen de concreto; **concluyó** que a los 28 días la resistencia a compresión con 0.5% fue 41.60 MPa y tiende a descender con los porcentajes altos pues con 1.5% tuvo un valor de 38.0MPa. y en tracción tiende a subir respectivamente siendo 1.5% con un valor de 3.40 MPa a comparación con 3.18MPa. para 0.5% de adición.

**(Cando, 2016)** en la **investigación titulada** “*Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado*”, tuvo por **objetivo** analizar las cualidades físicas y mecánicas del hormigón preparado con fibra de acero reciclado; **concluyó** que con las dosis de fibras metálicas de 5 cm de longitud con 0%, 0.25%, 0.50%, 1%, 1.5% en función del volumen del concreto de la cual se obtuvo un porcentaje óptimo de fibra, el asentamiento disminuye con fibras teniendo una mezcla

poco trabajable, pues a los 28 días la resistencia a compresión aumenta en 30.70% con 0.62% de fibra y en el ensayo a tracción tiende a subir respectivamente en 39.08% con 1.20% de fibra, y en el ensayo a flexión aumentó 5.90% con 1.15% de fibra y el módulo elástico que presentó aumentó en 4.46% con 0.62% de fibra por ser el más crítico, todos con respecto al hormigón convencional.

(Liza *et al.* 2014) en la **investigación titulada** “*The Utilization of Aluminum Waste As Sand Replacement In Concrete*”, tuvieron el **objetivo** realizar un estudio de material reciclable de aluminio en reemplazo de arena en mezcla de concreto con proporciones de 1%, 2% y 5%; **concluyeron** que las muestras que contienen 1% de residuos de aluminio tienen mejor rendimiento en términos de resistencias a la compresión a 28 días de curado. Los resultados que contienen 1%, 2% y 5% en peso de arena es 27.306 MPa, 22.761 MPa y 22.074 MPa respectivamente y cuando el residuo fue superior a 1% la resistencia disminuyó notablemente, afirmando que los residuos de aluminio se pueden utilizar eficazmente para sustituir la arena convencional en el concreto sin efectos perjudiciales a largo plazo y propiedades de desarrollo de resistencia aceptables.

(Murali *et al.* 2012) en la **investigación titulada** “*Experimental Investigation on fibre Reinforced Concrete Using Waste Materials*”, tuvieron por **objetivo** estudiar los efectos sobre las propiedades del concreto cuando se añaden diferentes fibras de acero; **concluyeron** que la combinación de desechos de talleres, piezas fundidas, latas vacías metálicas con una proporción del 1% respecto al peso total del concreto en la mezcla, se obtuvieron en tiras de 3 mm de ancho y 10 mm de largo para un concreto M25 que proporcionó una mayor fortaleza en la compresión axial, fortaleza en la tensión indirecta y fortaleza en la flexión del concreto.

#### **A Nivel Nacional**

(Pacheco, 2016) en la **investigación titulada**, “*Resistencia a compresión axial del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades, UPN - 2016*”, tuvo el **objetivo** determinar la presión axial del concreto, incorporando variedad de dosificaciones de viruta de acero V.A, ensayadas a 7, 14 y 28 días con proporciones de 2%, 4% y 6% de V.A respectivamente como reemplazo del agregado fino; se **concluyó** con lo siguiente que a los 28 días se logró obtener al 2% de adición se alcanzó un resultado de  $f'c= 190.79$  kg/cm<sup>2</sup>, al 4% también se alcanzó un valor más alto con  $f'c= 196.82$  kg/cm<sup>2</sup> y por último al 6% se logró un resultado de  $f'c= 202.26$  kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un acrecentamiento en resistencia óptimo.

## A Nivel Local

(Torres, 2019) en la **investigación titulada** “*Evaluación de Las propiedades del concreto adicionado con escoria de acero para una resistencia de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en Chiclayo-Lambayeque*”, tuvo por **objetivo** evaluar lo económico y las cualidades del concreto simple añadiendo porcentajes de la escoria de acero, sustituyendo proporcionalmente el agregado grueso; **concluyó** en que acrecenta la fortaleza a la compresión del concreto simple, incluyendo diferentes calidades de porcentajes 25%, 50% y 100% que sustituye al agregado grueso; en lo que respecta a costos resulta ser cara porque acrecenta el presupuesto del concreto, ya que la siderúrgica más cercana es la de Chimbote SiderPerú y por ende el aumento del flete.

La intención de la presente investigación es evaluar la influencia al usar la viruta de aluminio secundario (VAS) en la adición al concreto, evaluando las cualidades físicas y mecánicas que adicionan al concreto en su elaboración en estado fresco y endurecido.

### 1.3. Teorías relacionadas del tema

#### 1.3.1. Variable Independiente

##### 1.3.1.1. Viruta de Aluminio Secundario.

###### Definición de aluminio

(Castillo et al., 2014) el aluminio es uno de los componentes más ricos de la cubierta terrestre, ocupa en su entorno un 8% (15% de  $Al_2O_3$ ); los singulares componente más amplios son el oxígeno (47%) y el silicio (28%).

###### Definición aluminio primario

(Castillo et al., 2014) el aluminio primario como su denominación lo menciona “*primario*” se relaciona por el tipo de producción que no es producido de materiales reciclados, el aluminio es el producto final que es obtenido a partir de la alúmina. En la siguiente **Figura 1** se muestra el ciclo del aluminio primario.



Su fase de vida del aluminio primario solicita mucha actividad congregada en los sucesos de modificación del componente y su posterior manufactura.

### Definición aluminio secundario

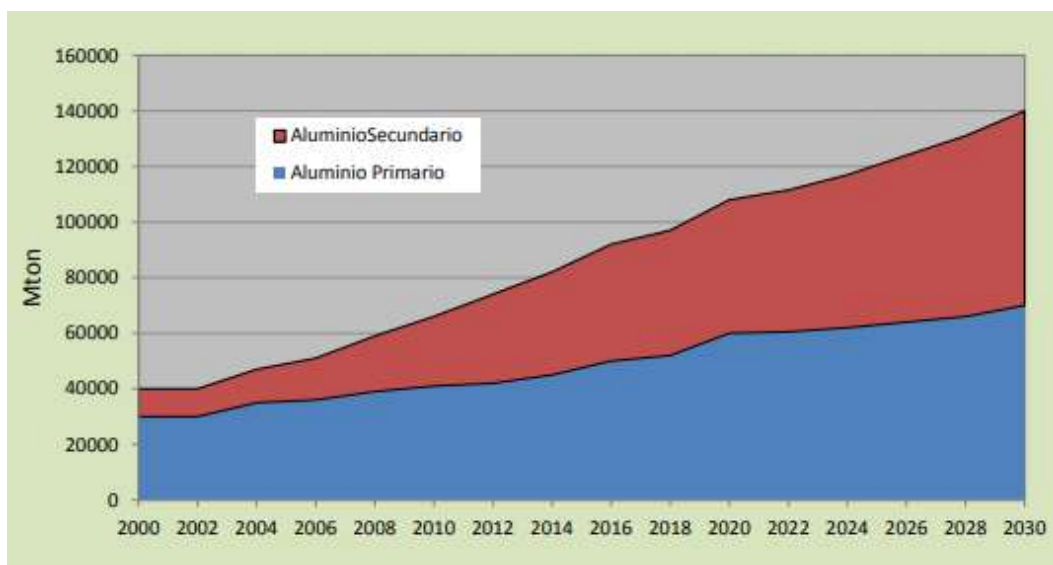
(Fernández, 2013) el aluminio secundario es aquel producto de la fusión de material de aluminio primario, que ha llegado a su fin de ciclo de vida útil, por ejemplo sub productos del aluminio y chatarra que es procedente de piezas de aluminio ya usadas de automóviles, bicicletas, aeronaves, latas de bebida, restos de mecanizado y virutas. En la siguiente **Figura 2** se muestra la fase de procesamiento del aluminio secundario.



La fase del aluminio secundario sostiene un desarrollo parecido al del aluminio primario y se debe a partir de su fundición, por anticipado de ello es atípico pues solo necesita de moler u reducir al mínimo amenguando el material a refundir.

(Kvande, 2014) en la actualidad según esto la situación económica de la industria del aluminio es difícil; sin embargo, la demanda se pondrá al día con producción y se estima que la demanda global de aluminio primario alcanzará los 70 millones de toneladas métricas por año para el 2020 y se duplicará desde el 2010, ya que la sociedad continúa creando oportunidades de uso.

(Fernández, 2013) mientras la demanda del aluminio secundario experimentará durante los próximos años una tasa anual de crecimiento en torno al 5%, el doble que la valoración de desarrollo del aluminio primario que es 2.4%. Como se expone en la posterior **Figura 3** la siguiente comparativa.



**Figura 3.** Comparativa de tasa de crecimiento de aluminio primario respecto al aluminio secundario.

**Fuente:** (Fernández, 2013)

#### **1.3.1.1.1. Características físicas del aluminio secundario.**

##### **Formas del material residual del aluminio secundario.**

(Brough & Jouhara, 2020) los productos comunes de las fundiciones secundarias son lingotes, palanquilla o cerda se vuelve a fundir la aleación en un sitio separado para formar el producto final. Algunas fundiciones transportan metal fundido en un crisol para volver la aleación sólida antes de su proceso. La **Figura 4** presenta la forma de producto de aluminio.



**Figura 4.** Productos de aluminio lingotes, cerdas, losa, palanquilla, crisoles.

**Fuente:** (Brough & Jouhara, 2020)

### **Adquisición de la viruta de aluminio secundario**

#### **Torno universal**

“El torneado radica en extraer viruta con la ayuda de una cuchilla que recorre longitudinal a la vez que la pieza gira gesticulada por el torno, es una máquina que concede mecanizar el material transformado de configuración geométrica de revolución”. (Cando, 2016) p.51. En la **Figura 5** se expone el desarrollo de mecanizado en cilindrado.



**Figura 5.** Proceso de cilindrado en un torno industrial.

**Fuente:** Autoría Propia.

(Fernández, 2013) la obtención del aluminio secundario representa el ahorro de consumo energético entre un 5% y un 20% de la energía necesitada para la producción de aluminio primario, no enfatiza la extracción de minerales pues existe un ahorro de materias primas y de recursos naturales.

Muchas investigaciones que conllevan realizar con la fibra metálica, pues se resalta que está costatado que coopera a una mejora de las características mecánicas del concreto, pero como se menciona acrecenta el costo de por ser hebra en el caso sea material nuevo. [ASTM] A820, (2011) las dimensiones de la fibra pues oscila y es variado como se encuentra entre los 30 a 65 mm de longitud con un espesor de 0.55-2.00 mm aproximadamente.

### **Clases de virutas generado por el torno universal**

(Cando, 2016) de cada pieza que se pretenda moldear se consigue diversas clases de viruta, la forma que somete a la viruta se debe sobre todo al material que se está cortando y logra ser tanto dúctil o débil.



**Figura 6.** Viruta generada por el torno universal.

**Fuente:** Autoría propia.



La clase de viruta se supedita a las presentes condiciones:

Geometría de la herramienta de corte: clase de cuchilla utilizada, así como la inclinación adoptada con respecto a la pieza (Cando, 2016).

Tipo de material: tipo de metal, dependiendo así de la dureza y resistencia al desgaste que presente este (Cando, 2016).

Requisitos de maquinado: profundidad de corte, velocidad de corte y avance (Cando, 2016).

En resumen, es posible concretar cinco clases de virutas que ocasionalmente se logran originar:

- **Viruta escalonada**

“Se obtiene de metales de dureza media, caso de aluminio y sus aleaciones con velocidad media de corte”. (Cando, 2016) p.56

- **Viruta fraccionada**

“Se obtiene de metales o latón fundidos, en este caso los esfuerzos que se crean del filo de corte de la herramienta originan fractura”. (Cando, 2016) p.56

- **Viruta en forma de zuncho**

“Se obtiene del transcurso de taladrado pues radica en la extracción de material o viruta mediante el giro mediante la introducción de la broca en la pieza a perforar para obtener agujeros redondos”. (Cando, 2016) p.56

- **Viruta continua**

“Se obtiene de materiales dúctiles que posibilita al corte tener lugar sin fractura, pues es realizado a velocidades de corte relativamente elevadas, grandes ángulos de ataque entre  $10^\circ$  y  $30^\circ$  y poca fricción entre la viruta y la cara de herramienta”. (Cando, 2016) p.56

- **Viruta discontinua**

“Se obtienen en ciertas condiciones con materiales más dúctiles, causando superficies rugosas, pues son realizadas a reducidas velocidades de corte y reducidos ángulos de ataque entre  $0^\circ$  a  $10^\circ$  para avances superiores de 0.2 mm, el aumento en el ángulo de ataque o en la velocidad de corte normalmente suprime la productividad de la viruta discontinua”. (Cando, 2016) p.56

De todas las clasificaciones de las virutas de aluminio secundario en los tornos, pues al momento de procesarse y realizarse una selección inicial, separando las virutas con

similares formas y tamaños, las virutas se transforman a fibras cuando son cortadas en pedazos para hacer trabajos en concreto. (Cando, 2016)

(Mediyanto *et al.*, 2019) en su informe de investigación comentaron que la fibra de aluminio, ha sido capaz de aumentar la fortaleza a la compresión en el concreto ordinario.

Los porcentajes definidos para la investigación son de 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% dichos porcentajes elegidos por el autor depende de estudios previos internacionales de los siguientes autores: (Bonilla y Lascano, 2017); (Cando, 2016); (Barbosa de Oliveira et al., 2018); (Liza et al., 2014), (Sabapathy et al., 2019) y (Rajaraman, 2017), que gracias a sus aportes de investigación se ha establecido un rango óptimo que van desde los 0.3% - 5% de fibra de aluminio secundario en el concreto, de los cuales se propondrá cuatro porcentajes idóneos para realizarse en la investigación, ya que al pasar de ello no se superan los valores de un concreto convencional.

### **1.3.1.2. Características físicas del aluminio secundario**

#### **Composición Física de la viruta aluminio secundario**

Nadia & Zine (2019) es de color blanco grisaseo brillante, buen conductor de calor y de electricidad, resistente a la corrosión, es el tercer metal más abundante en la corteza terrestre, material fácil y barato de reciclar. Tiene un peso atómico de 26,9815 y su número es 13 en la tabla periódica.

#### **Peso específico**

Es un material ligero, cuya densidad o peso específico es de 2700 kg/m<sup>3</sup>

#### **Punto de fusión**

Tiene un punto de fusión bajo cerca a los 660°C o 933K.

#### **Medidas largo y ancho del material**

Esto depende del tipo de viruta que se incorporará al concreto, en esta investigación se utilizara viruta tipo continua con las siguientes datos, en la **Tabla 1**.

**Tabla 1**

*Propiedades físicas de la viruta de aluminio secundario - Tipo continua*

<b>Longitud (mm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Área de sección transversal (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (mm<sup>3</sup>)</b>	<b>Relación de aspecto (l/d)</b>	<b>Color y forma</b>	<b>Peso específico (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
60	2.00	3.14	122.50	30	Gris – Forma continua	2.70

**Fuente:** Autoría propia.

### 1.3.1.3. Características químicas del aluminio secundario

#### Composición química

(Brough & Jouhara, 2020), las composiciones del aluminio secundario como el silicio, en proporciones o cantidades establecidas entre el 5% al 12%, viene hacer un elemento de aleación uno de los más importantes que está dentro de estas aleaciones en sí fuera del aluminio, que es el que mayor porcentaje tiene esto se debe porque es aluminio fundido es parte de aluminio puro más adiciones, y las cantidades que están entre el 5% al 12% de silicio al mismo aluminio genera un aumento en la colabilidad del material sobre todo la colabilidad, ya que cuando se vierte en los moldes se requiere fluidez y que no esté espeso. El magnesio otro componente del aluminio fundido, en proporciones que varían entre el 0.3% al 1%, da la facilidad del endurecimiento por precipitación, al paso de esto aumenta las características de resistencia ya en su estado sólido del material cuando ya está enfriado.

(Velarde, 2017) también el cobre en proporciones que varían entre el 1% y el 4% proporciona un aumento en gran medida y es de la resistencia, y da un plus sobre todo a temperaturas elevadas que superan los 500 grados centígrados.

**Tabla 2**

*Composición química del aluminio secundario*

Componente	Porcentaje
Corindón ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	79.68
Sílice ( $\text{SiO}_2$ )	4.14
Cloruro de aluminio ( $\text{AlCl}_3$ )	0.52
Sulfito férrico ( $\text{FeSO}_3$ )	0.68
Óxido de calcio ( $\text{CaO}$ )	4.25
Óxido férrico de calcio ( $\text{Ca(FeO}_3$ )	6.95
Gibbsita ( $\text{Al(OH)}_3$ )	2.18
Espinela ( $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ )	1.45
Nitruro de aluminio ( $\text{AlN}$ )	0.10
Pérdida por ignición (LOI)	0.05

**Fuente:** Shiriraksha *et al.* (2017)

Nadia & Zine (2019) una razón química con la que está relacionada con la relación entre el metal de aluminio y el agua en el medio alcalino, formando así hidróxido de aluminio y liberando consecuentemente un gas de hidrógeno, con el progreso de la reacción, el hidróxido de aluminio penetra en la solución e interrumpe la relación de

equilibrio o estabilidad de alúmina-sulfato en las mezclas de concreto, que a su vez interrumpe o desvincula la configuración de las propiedades y forma de los compuestos, reduciendo la caída y potencialmente llevando a la reducción de la cantidad de hidratos de silicato de calcio ( $C_2 S$  y  $C_3 S$ ).

### **1.3.2. Variable Dependiente**

#### **1.3.2.1. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.**

##### **Concreto**

(Lamus y Andrade, 2015) es un componente mixturado, con propiedades similares a la de los materiales rocosos, producido mediante una mixtura de agregados pétreos, finos y grueso, agua, fibras, y o algún aditivo dependiendo de la situación.

Las siguientes pruebas que se realizarán empleando la normativa internacional norteamericana “*American Society for Testing and Materials*” y la normativa peruana “*Norma Técnica Peruana*”.

##### **1.3.2.1.1. Características Físicas de los Agregados Pétreos.**

###### **Agregado Fino**

(ASTM C125, 2013) el agregado fino o delgado, es un producto que se encuentra en forma natural nacido de la disgregación de rocas de modo nativo o artificioso, para considerar agregado delgado se debe filtrar por un juego de tamices y filtrar la malla 3/8”.

###### **Agregado Grueso**

(ASTM C125, 2013) por el otro lado el agregado grueso o recio, es un producto también natural que se obtiene de semejante manera que el agregado pétreo delgado con la diferencia de ser detenido en la malla N°4.

##### **1.3.2.1.1.1. Granulometría: NTP 400.12 / ASTM C136.**

###### **Granulometría agregados pétreos fino y grueso**

(ASTM C136, 2001) se denomina de esta forma sencilla al trabajo de separar una muestra de agregado en fracciones, así mismo, es el principio relevante en la trabajabilidad de la preparación del concreto.

###### **a) Agregados pétreos finos y gruesos**

(ASTM C136, 2001), estos materiales pétreos se usan para la preparación de un concreto, notablemente comprende aproximadamente el 75% del volumen total de la mezcla. Se presenta la **Tabla 3** los requisitos granulométricos del material pétreo fino o delgado, mientras la **Tabla 4** muestran las condiciones del material pétreo grueso o recio que se sujeta del tamaño máximo nominal *T.M.N* a emplear.

(Norma Técnica Peruana 400.037, 2018), el tamaño máximo compete a la inferior malla por el que filtra todo el material pétreo tamizado, T.M.N corresponde a la inferior malla que ocasiona el 1<sup>er</sup> retenido.

### **Módulo de finura agregado fino**

(ASTM C125, 2013) Párametro adimensional que demuestra una idea de finura o grosor del árido que se obtiene de la sumatoria de porcentajes retenido acumulado de los tamices estandarizados y esto diviendoló entre cien, este valor no será menor de 2.3 ni mayor a 3.1, y en una cantera el modulo de fineza no debe varias en mas de 0.20, según reglamnetaciones establecidas.

**Tabla 3**

*Requisitos de tamaños pasantes del material delgado*

<b>Filtro</b>	<b>3/8"</b>	<b>#4</b>	<b>#8</b>	<b>#16</b>	<b>#30</b>	<b>#50</b>	<b>#100</b>
<b>Porcentaje que pasa</b>	100	95-100	80-100	50-85	25-60	5-30	0-10

**Fuente:** (Norma Técnica Peruana 400.037, 2018)

**Tabla 4**

*Requisitos de tamaños pasantes del material recio*

<b>Huso</b>	<b>T.M.N</b>	<b>Tanto porciento que filtra por las malla normalizadas</b>						
		<b>1 1/2"</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>#4</b>	<b>#8</b>
<b>56</b>	<b>1" a 3/8"</b>	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-
<b>57</b>	<b>1" a #4</b>	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
<b>67</b>	<b>3/4" a #4</b>	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5
<b>7</b>	<b>1/2" a #4</b>	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5

**Fuente:** (Norma Técnica Peruana 400.037, 2018)

#### **1.3.2.1.1.2. Peso Unitario de los agregados pétreos: NTP 400.017 / ASTM C29.**

(Zoungjin, 2011), conceptualiza la vinculación entre la masa del agregado pétreo en este caso que consigue un definido depósito y propiamente la capacidad del mismo. Esto tiene dos valores según el sistema que se emplea para poder acomodar el agregado y se denomina masa unitaria suelta cuando el material pétreo es depositado en el molde por resultado gravedad. Y cuando se realiza por medio de capas estas siendo capas apretadas, se designa como masa compactada unitaria y se denota en unidades kg/m<sup>3</sup>.

#### **1.3.2.1.1.3. Contenido de Humedad de los agregados pétreos: NTP 339.185 / ASTM C566.**

(Kett, 2010) pues define el siguiente ensayo como la demasía de H<sub>2</sub>O elemental que se encuentra en los agregados pétreos en este caso las fracciones en una situación saturado y con un área seca. En sí es un tanto por ciento de agua elemental que comprende las

micro y macro fracciones, pues para poder conocer el porcentaje que vendría hacer la aportación en agua que contendrá en el diseño de mezcla el concreto.

(Zoungjin, 2011) es un proceso para establecer el porcentaje de humedad del material pétreo, no es en gran medida preciso, sin embargo, el fallo comprendido es más reducido que el fallo del muestrario. Es de consideración debido a la contribución a intensificar el H<sub>2</sub>O de mezcla en el concreto, y se debe considerar a la vez con la absorción para realizar las rectificaciones convenientes en la dosificación de las mezclas y obedezcan las hipótesis aceptadas.

#### ***1.3.2.1.1.4. Absorción y Peso Específico de los agregados pétreos: NTP 400.021-NTP 400.022 / ASTM C127-ASTM C128.***

##### **a) Absorción**

(Kett, 2010) es un crecimiento de masas en las fracciones debido a la secuela por la penetración en los poros de las partículas por el H<sub>2</sub>O, que se pega a la superficie externa. Se mide en porcentaje (%) de masa seca, este último incide en la adhesión con la pasta de cemento, gravedad específica, fortaleza a la abrasión y pues otras características. Es valioso porque se evidencia en el concreto disminuyendo el H<sub>2</sub>O de mezcla, y es primordial mantenerlo en consideración para las rectificaciones pertinentes.

##### **b) Peso Específico**

(Kett, 2010) conceptualiza a la relación entre el peso o masa en aire de una unidad de volumen, con una relación entre masa de agua del mismo volumen. La mayor parte de los agregados pétreos naturales tienen valores en unidades g/cm<sup>3</sup> respectivamente. Es una estimación que no te indica en sí la cualidad del agregado pétreo y disgrega varias clases de peso específico según las ASTM respectivas.

#### ***1.3.2.1.1.5. Determinación de materiales finos que pasan malla N° 200 por lavado: NTP 400.018 / ASTM C117.***

##### **Definición**

Según la (Norma Técnica Peruana 400.018, 2013), menciona que es el material que pasa por el tamiz N° 200 (75 μm) por vía húmeda, para eliminación de materiales solubles en agua, partículas de arcillas u otro. Se aplica para determinar la aceptabilidad de agregados finos, en lo que respecta al material pasante del tamiz normalizado N°200.

Existen dos métodos el método A (Lavado con agua), que es el que se utilizó en dicha investigación y el procedimiento B (Lavado utilizando un agente dispersante). El cálculo de la cantidad de material pasante que pasa por el tamiz normalizado de 75 μm por vía húmeda será:

$$A = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

Donde:

A= Porcentaje que pasa por la malla N°200.

$P_1$  = Masa seca de la muestra original en gramos.

$P_2$  = Masa seca de la muestra luego del lavado en gramos

Tener en cuenta que, si el porcentaje es igual o mayor al 10%, se descartará por contener mayor cantidad de finos (arcillas, material soluble en agua etc.).

**1.3.2.1.1.6. Abrasión de los agregados pétreos: NTP 400.019 / ASTM C131.**

**a) Ensayo de abrasión**

(Kett, 2010) es un ensayo que se realiza con el árido recio y sirve para indicar el desgaste mediante el empleo de la máquina de los ángeles que se calcula dividiendo el peso inicial menos el peso final entre el peso inicial por 100 y este porcentaje no debe ser mayor al 50%.

(Norma Técnica Peruana 400.037, 2018) Cuando el agregado es utilizado en concretos de pavimentos y en estructuras de 280 kg/cm<sup>2</sup> o más según la NTP 400.037, este porcentaje no debe ser mayor al 50%.

**Tabla 5**

*Número de esferas dependiendo de la gradación del agregado recio*

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (gr)
<b>A</b>	12	5000 +- 25
<b>B</b>	11	4584 +-25
<b>C</b>	8	3330 +-20
<b>D</b>	6	2500 +-15

**Fuente:** (Norma Técnica Peruana 400.019, 2014)

**Tabla 6**

*Gradación de las muestras de ensayo*

Tamiz mm (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, gr			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 +- 25	-----	-----	-----
1"	3/4"	1250 +- 25	-----	-----	-----
3/4"	1/2"	1250 +- 25	2500 +- 10	-----	-----
1/2"	3/8"	1250 +- 25	2500 +- 10	-----	-----
3/8"	1/4"	-----	-----	2500 +- 10	-----

1/4"	N°4	-----	-----	2500 +- 10	-----
N°4	N°8	-----	-----	-----	5000 +- 10
<b>Total</b>		5000 +- 10	5000 +- 10	5000 +- 10	5000 +- 10

**Fuente:** (Norma Técnica Peruana 400.019, 2014)

### 1.3.2.1.2. *Diseño de Mezclas.*

(American Concrete Institute 211.1, 1991) es uno de los métodos más renombrados a nivel internacional actualmente usado, pues este procedimiento consta en seguir una secuencia de pasos que están ordenados conjuntamente con tablas establecidas. Para que al final se pueda obtener las proporciones, cantidades tanto en volumen y peso de cada material cemento, agregados pétreos finos y grueso, agua y alguna adición fibra o aditivo y todo para un  $1\text{m}^3$  o  $1\text{pie}^3$ .

(Zoungjin, 2011) la racionalización de la mezcla de concreto debe realizarse tomando en consideración la resistencia, manejabilidad y durabilidad, para afianzar que el componente tenga la competencia de tolerar los esfuerzos a los que será supeditado.

#### 1.3.2.1.2.1. *Dosificación Volumen y Peso.*

(Giraldo y Ramos, 2014) la estimación de los pesos de los distintos materiales en la dosificación, pues quedará a razón de una secuencia de sucesos o pasos directos y lógicos, los cuales podrán ajustarse a la particularidad disponible en el paraje. Sin embargo, las pormenorizaciones de la obra hacen cambiar todos o algunos parámetro acotados:

Relación (agua/cemento).

Contenido del cemento.

Contenido de aire.

Revenimiento según tipo de construcción.

Particularidades de los materiales pétreos, T.M.N, módulo de fineza etc.

Resistencia de diseño para la cual esta requerida.

### **Cemento**

(ASTM C150, 2012) cubre diez tipos o clases de cemento portland codificado de la forma siguiente:

*Clase I:* a fin de emplear cuando no se solicita las características especiales distinguidas para cualquier otra clase.

*Clase IA:* añade aire para los mismos usos de la clase I, donde se solicita el arrastre de aire.

*Clase II:* empleo general, en particular cuando se pretende resistencia moderada a los sulfatos.



*Clase IIIA:* cemento de arrastre de aire para el mismo empleo que la clase II, donde se aspira el arrastre de aire.

*Clase II (MH):* empleo general, especialmente cuando se apetece calor moderado de hidratación y resistencia moderada al sulfato.

*Clase II (MH) A:* cemento de arrastre de aire para el mismo empleo que la clase II (MH), donde se prefiere el arrastre de aire.

*Clase III:* se dispone cuando se requiere una elevada resistencia temprana.

*Clase IIIA:* cemento que inserta aire para el mismo manejo que la clase II, donde se requiere el arrastre de aire.

*Clase IV:* cuando se solicita un pequeño calor de hidratación.

*Clase V:* empleo para elevada resistencia a los sulfatos.

### Requisitos químicos mínimos del cemento

**Tabla 7**

*Composición de requisitos químicos de cada tipo de cemento*

Tipo de cemento	Método de ensayo aplicable	I y IA	II Y IIA	II(MH) y II (MH)A	III y IIIA	IV	V
Oxido de aluminio, ( $Al_2O_3$ ), máx. %	C114	-	6.0	6.0	-	-	-
Oxido férrico, ( $Fe_2O_3$ ), máx. %	C114	-	6.0	6.0	-	6.5	-
Oxido de magnesio, ( $MgO$ ), Máx. %	C114	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Cuando ( $C_3A$ ) <sup>E</sup> es 8% o menos	C114	3.0	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
Cuando ( $C_3A$ ) <sup>E</sup> es más del 8%	C114	3.5			4.5		
Pérdida por ignición, máx. %	C114	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0
Residuo insoluble, máx. %	C114	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

**Fuente:** (ASTM C125, 2013)

### El agua en la mezcla

(ASTM C1602, 2006) se emplea a fin de conglomerar los materiales cementantes del concreto para generar reacciones químicas, se permite todas las aguas potables que estén al alcance.

### Preparación y curado de moldes de concreto en laboratorio

(ASTM C192, 2014) deberá cubrirse inmediatamente después del moldeado, con algún material no absorbente, seleccionar algún procedimiento adecuado para prevenir la pérdida de humedad.

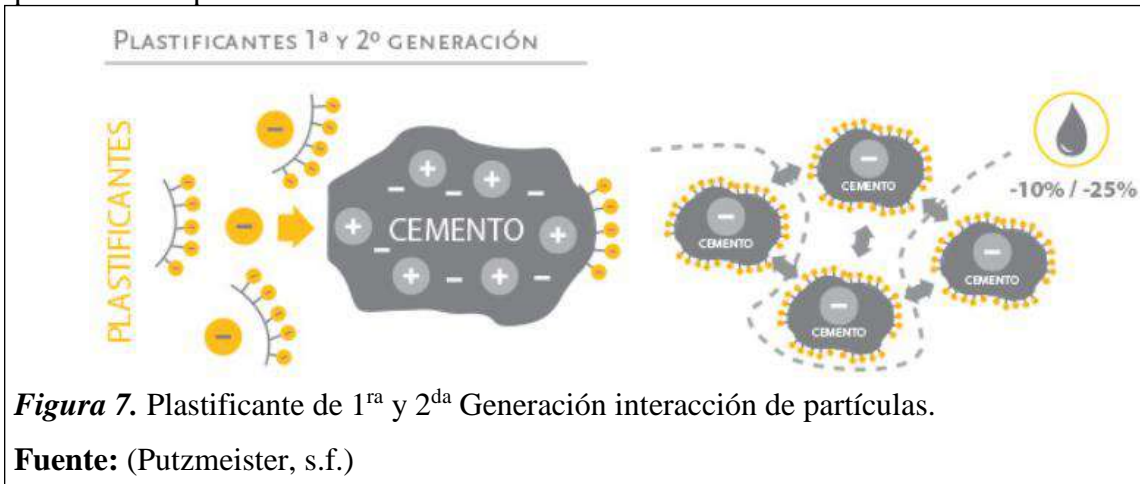
### 1.3.2.1.3. Aditivo Superplastificante

(Putzmeister, s.f.) los superplastificantes y plastificantes poseen una consecuencia dispersante provisional, pues logran una sobresaliente hidratación de las fracciones del cemento y aumentarán las cualidades de fluido o reología de la mezcla.

#### Plastificantes de 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> Generación

(Putzmeister, s.f.) la mezcla se convierte más trabajable sin obligación de agregar más agua, pues confiere la disminución del total del agua imprescindible a utilizar, disminuyendo la ratio agua-cemento entorno al 10%. Y ello conlleva un retardo del fraguado en el marco convencional de tiempo, pues podría originar un gran almacenamiento de presión hidrostática en una columna, influenciando la razón de la fractura del encofrado de sostén.

Los de 2<sup>da</sup> Generación confiere una superior disminución del ratio agua-cemento en 25%. Pero causa también una considerable oclusión de aire aumentado la trabajabilidad, sincrónicamente produce bolsillos de aire que reducen la fortaleza y compromete la entereza de la estructura (Putzmeister, s.f.). En la **Figura 7** se exhibe la interrelación de partículas del plastificante.

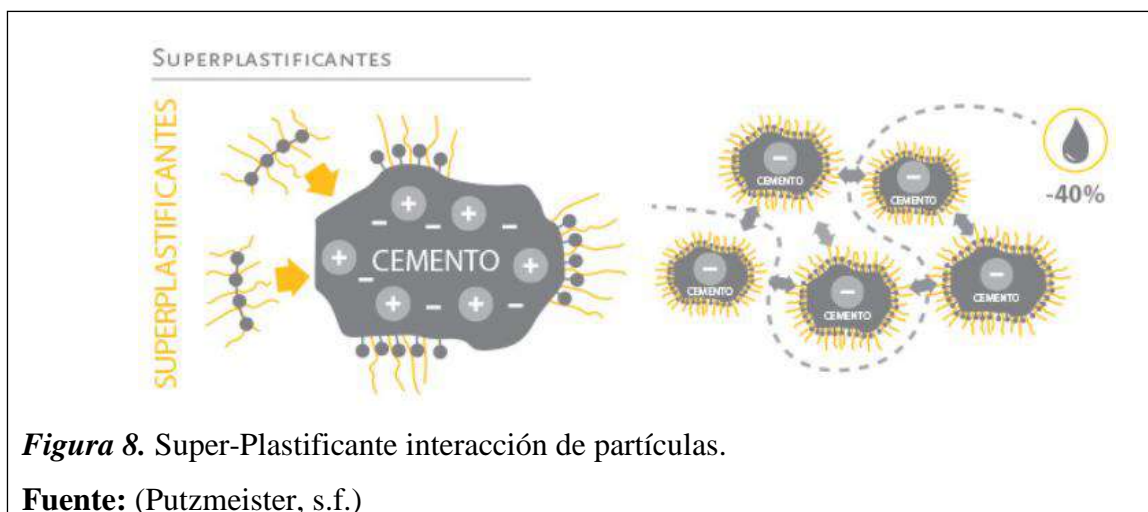


**Figura 7.** Plastificante de 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> Generación interacción de partículas.

**Fuente:** (Putzmeister, s.f.)

#### Super-Plastificante Tercera Generación

(Putzmeister, s.f.) son la encarnación con más prestaciones y puede presuponer una disminución del ratio de agua-cemento del 40%, al opuesto de los dos antecedentes se asunta de copolímeros engorrosos con un elevado rango de flexibilidad, bastantes de estos aditivos se utilizan a la vez mezclando con otros aditivos acelerantes, aireantes, retardantes, etc. En la **Figura 8** se exhibe la interacción del superplastificante.



**Figura 8.** Super-Plastificante interacción de partículas.

**Fuente:** (Putzmeister, s.f.)

(Dos Santos *et al.*, 2018) mencionan en la utilización de aditivos superplastificantes para mejoría de la trabajabilidad en el concreto en su elaboración.

#### 1.3.2.1.4. *Propiedades físicas del concreto.*

Así mismo, el concreto en estado fresco muestra las siguientes propiedades:

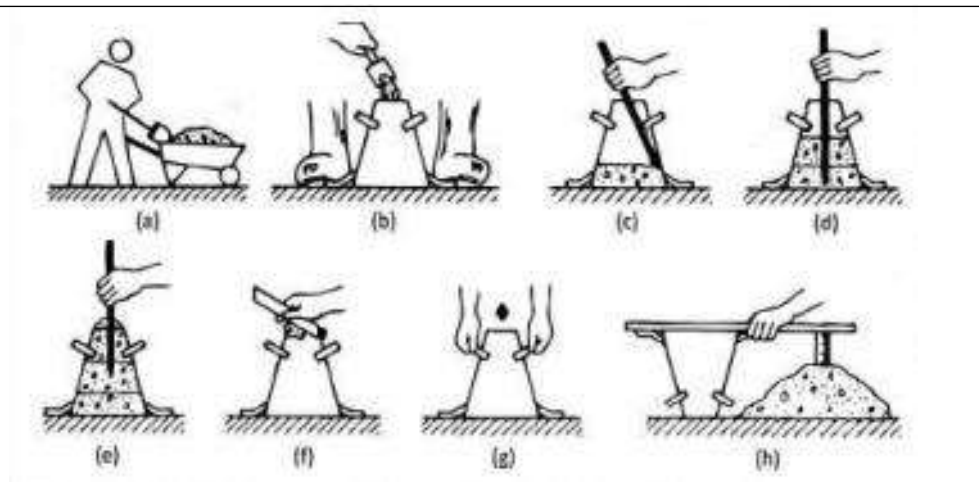
##### 1.3.2.1.4.1. *Trabajabilidad*

(Polo y Risco, 2018) Viene a ser la cantidad de trabajo interno útil que es necesario para producir una compactación completa de la mezcla de concreto. Se habla de trabajo útil porque nace de la energía que se gasta en vibrar los encofrados, capas de concreto ya compactadas o endurecidas.

El preparado de concreto en una mezcladora es conseguir una buena trabajabilidad y una adherencia de materiales produciéndose una uniformidad dentro de un tiempo requerido de 3 minutos haciendo una descarga sin provocar segregación. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017)

#### **Consistencia o revenimiento: NTP 339.035 / ASTM C143M.**

[ASTM] C143M, (2012) menciona que es un ensayo llamado revenimiento, asentamiento o slump; así mismo, verificar la trabajabilidad y ello se requiere el cono de Abrams y una varilla de 60 centímetros de punta ovalada, vaciada en tres capas de 25 golpes cada una, se procede a levantar el cono colocarlo al costado y ver cuándo se ha asentado y mediante tablas establecidas se ve que grado de fluidez tiene ese concreto, antes de vaciarlo a algún elemento estructural, usando el procedimiento descrito. Con la prueba de Slump también se detectan modificaciones en la uniformidad de las mezclas en relación a la cantidad de agua y/o la granulometría. En la **Figura 9** se exhibe el desarrollo del ensayo.



**Figura 9.** Proceso de elaboración del Ensayo de Asentamiento.

**Fuente:** (Kett, 2010)

(Jian-Wei *et al.*, 2013), comentan en su informe de investigación que la introducción de escoria puede obtener una buena trabajabilidad al agregar la cantidad idónea de superplastificante, tanto la fortaleza, la trabajabilidad y la durabilidad del concreto son problemas que preocupan, muchos estudios concuerdan que hay resultados satisfactorios, pero si el contenido de escoria es alto es difícil preparar concreto con la resistencia y durabilidad deseadas, ya que el uso de escoria prolonga el período inactivo del cemento y acrecenta la duración de fraguado preliminar y final de concreto.

**Tabla 8**

*Clases de mezclas según su Slump o asentamiento*

Consistencia	Asentamiento		Trabajabilidad	Clase de construcción
	Pulgadas	Centímetros		
Seca	0 – 2	0 a 0.50	Poco trabajable	Prefabricados de super resistencia, revestimientos de pantallas de cimentación, pavimentos, fundaciones de concreto simple, losas poca reforzadas
Plástica	3 – 4	7.5 a 10.00	Trabajable	Pavimentos compactados a manos, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.
Fluida	$\geq$ a 5	< 12.50	Muy trabajable	Elementos esbeltos o muy reforzados, pilotes hechos in situ.

**Fuente:** Abanto (2009).

Al respecto (Suiwei *et al.*, 2020) mencionan en su informe de investigación que la escoria de hierro o acero en el hormigón (concreto) en este caso un concreto autocompactante (SSC); descubrieron que la trabajabilidad se disminuye con el aumento en el contenido de escoria metálica, que puede atribuirse a la contextura porosa y rugosa de la escoria de acero. Es el grado de plasticidad del concreto en su estado fresco pues así cumple con la determinación de su asentamiento de acuerdo al porcentaje de agua, dándole una clasificación de seca, plástica, blanda o fluida según su asentamiento presente en la mezcla fresca.

#### **1.3.2.1.4.2. Temperatura: NTP 339.184 / ASTM C1064.**

La temperatura es uno de los factores más trascendentales en el progreso de la resistencia. Un aumento de la temperatura repercute que la mezcla madure más veloz. Según Vela y Yovera (2016) el proceso de mezcla que se origina químicamente que para ello existe una prueba la cual se le hace al concreto en la misma situación fresca con el único objetivo de poder saber dicha temperatura al momento de recién mezclar y vaciado posterior, podrá utilizarse para tener una verificación de dicha mezcla homogénea y satisfaga los requerimientos establecido en las normas de cada país según sus climas.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017) la temperatura en el concreto al ser colocado debe mantenerse equilibrada, no debe tener dificultades en disminución de asentamiento, fragua instantánea o juntas frías, y no será superior a 32°C sino de alguna forma enfriar el agua para mantener la temperatura por debajo de lo reglamentado y en curado debe mantener por encima de los 10°C.

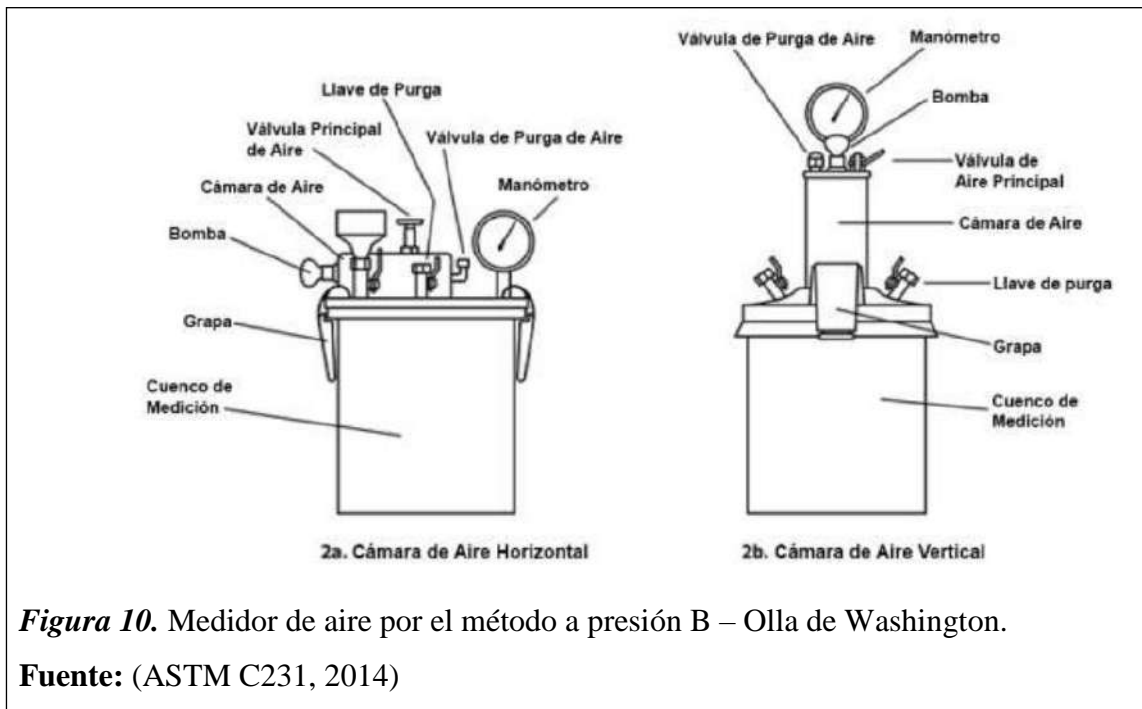
#### **1.3.2.1.4.3. Peso Unitario del concreto: NTP 339.046 / ASTM C138M.**

(Velarde, 2017) también llamado densidad, peso volumétrico o también masa unitaria este puede variar, pero está en un rango de 2200 hasta 2400 kg/m<sup>3</sup> muy diferente a lo que es el peso específico del cemento, ya que concreto conglomerado tres materiales más como es el agua agregados grueso y fino y por último algún aditivo si es necesario sea el caso. Esta variación que presenta cambia porque se tiene que tener en cuenta lo que es la dosis de agregado, densidad del agregado, la ración de aire capturado, ración de agua, el T.M de los materiales pétreos y por último el cemento. En cambio, el concreto ligero su densidad es muy baja ésta no tiene que ser superior a 1900 kg/m<sup>3</sup>. Este peso unitario es varillado expresado en kilos por metro cúbico de una muestra de concreto representativa, cuando las mezclas de concreto experimentan incremento de aire, disminuye el peso unitario, a mayor compactación incrementa el peso unitario, ya que estas variaciones del peso unitario son debidas al tipo de agregado.

#### 1.3.2.1.4.4. Contenido de aire del concreto: ASTM C231.

##### Método de presión

(ASTM C231, 2014) este ensayo de determina en el concreto fresco y se expresa en porcentaje, en este caso la prueba tiene por conveniente definir el contenido de aire que puede tener el concreto en la situación fresca, pues es importante saber la porción de contenido del aire en el concreto y se consigue de primera mano con el instrumento llamado *Olla de Washington*. Se ilustra en la **Figura 10** el aparato para medir el aire incorporado en el concreto fresco.



**Figura 10.** Medidor de aire por el método a presión B – Olla de Washington.

**Fuente:** (ASTM C231, 2014)

Consiguientemente este proceso consiste en introducir en un molde metálico a tres capas y debidamente varillado a 25 golpes cada capa de concreto, seguidamente se nivela a ras del molde y se coloca su tapa, se ajustan las abrazaderas cerciorándose que este sujetado en sus cuatro lados, se inyecta agua y después se cierra la purga que es una llave y también la válvula de aire, finalmente se bombea aire y se observa cuanto indica el medidor de presión (ASTM C231, 2014).

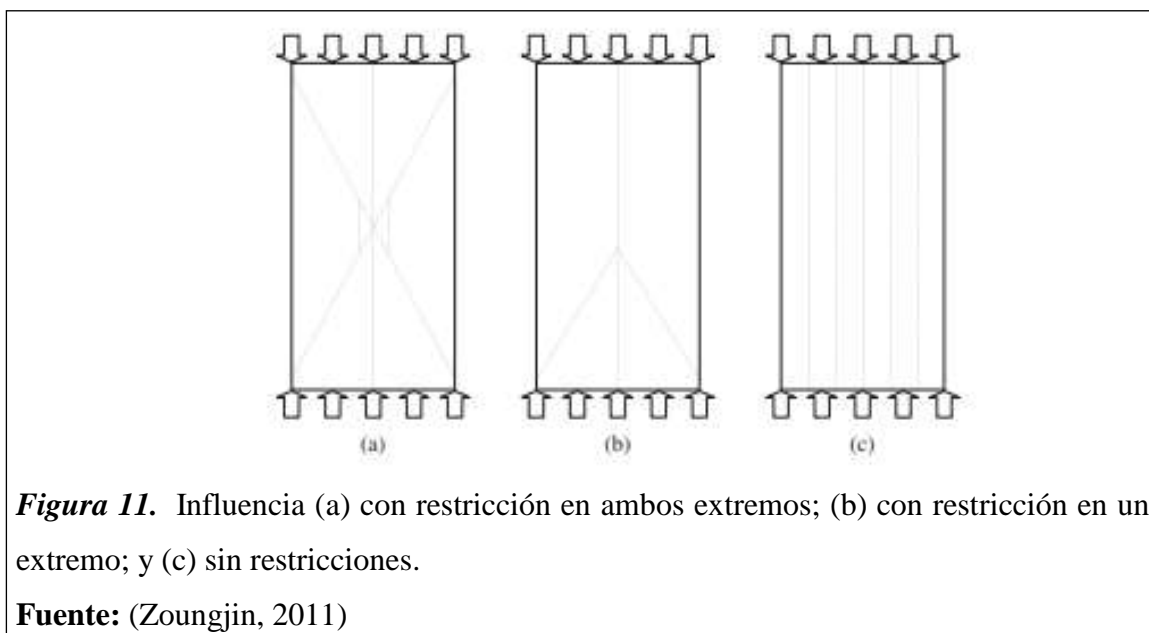
Así mismo, Shabbar *et al.* (2017) menciona en su informe de investigación que la densidad del concreto puede bajar introduciendo burbujas de gas, en el caso la introducción del polvo de aluminio (un agente espumante), reacciona con el hidróxido de calcio en la hidratación del cemento para producir burbujas de gas de hidrógeno, reduciendo la resistencia.

### 1.3.2.1.5. *Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.*

#### 1.3.2.1.5.1. *Ensayo a compresión axial del concreto: NTP 339.034 / ASTM C39.*

(Lamus y Andrade, 2015) es en este caso el principal parámetro de diseño ya en un estado endurecido es la fortaleza a la compresión axial, pues expone al superior esfuerzo promedio que el concreto podrá soportar antes de llegar a la rotura. Mediante una prensa hidráulica se impone fuerza que genera esta hacia una probeta cilíndrica de concreto, y a este esfuerzo se le llama resistencia indicada denominada “ $f'_c$ ” y se mide en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  o MPa, con roturas a 3, 7, 14, 28 y 56 días.

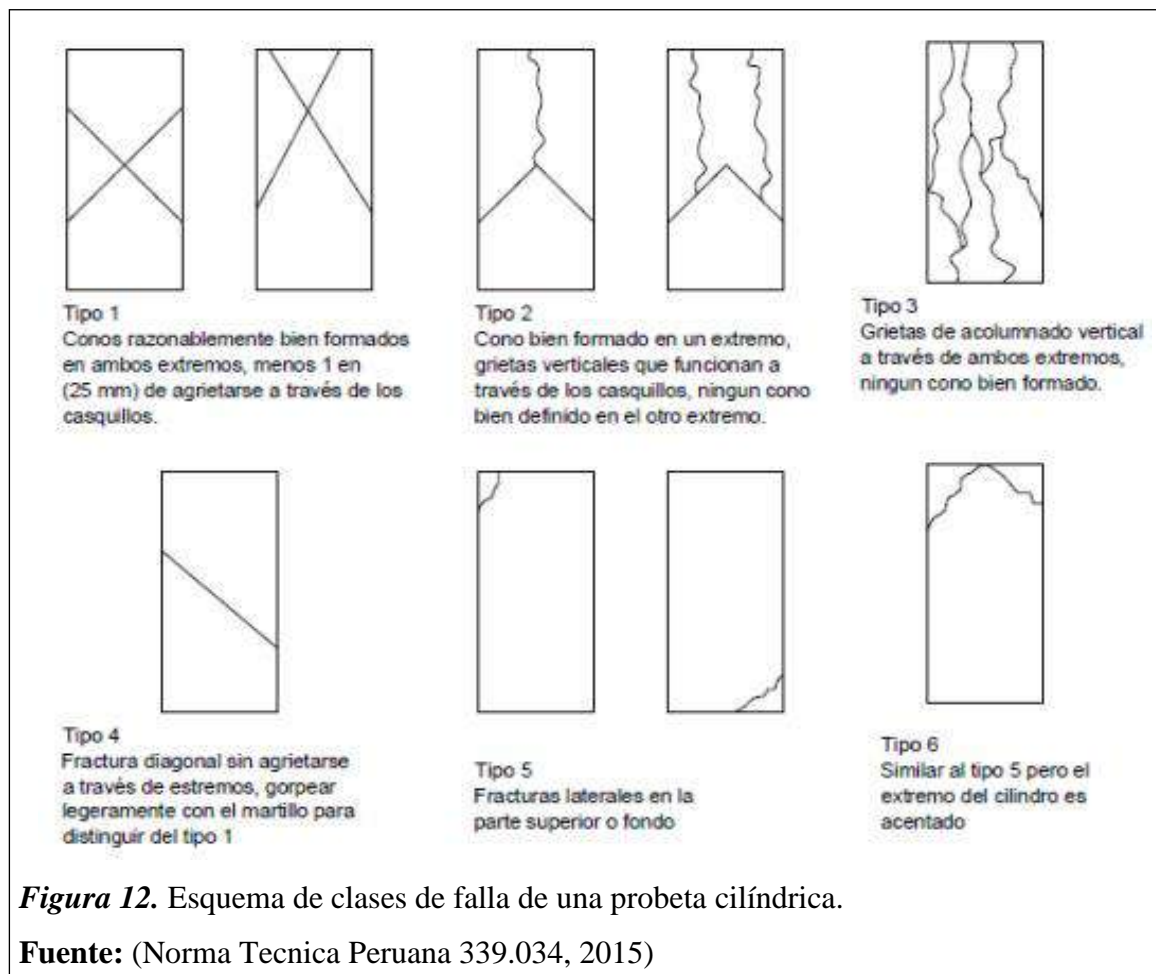
Según (Xianggang, Shuren, & Xiang, 2018) la resistencia a la compresión fue interpretado como el estrés al generarse por el resultado de la carga de presión por área de superficie de la muestra utilizando la ASTM C39.



La norma ASTM 39 manifiesta dos tamaños de probetas 15 cm x 30 cm y 10 cm x 20 cm para espécimen normalizado, la diferencia de resistencia de ambos tamaños no es específica, depende del tamaño del agregado que se utilice, y se recomienda el de menor tamaño por facilidad de manipuleo, menos costo en molde y en volumen de concreto y al ocupar menos espacio de almacenamiento. Las probetas de concreto son preparados en moldes cilíndricos en tres capas iguales varillados con 25 golpes desmoldados después de 24 horas. Como se especificada en la **Figura 11** la influencia de la restricción al modo de falla del espécimen de concreto.

#### **Tipos de fracturas del espécimen de concreto**

En el momento que se coloque una muestra cilíndrica en la máquina de Resistencia o ruptura, presentará la clase de falla de conforme a la siguiente **Figura 12** mostrada.



**Figura 12.** Esquema de clases de falla de una probeta cilíndrica.

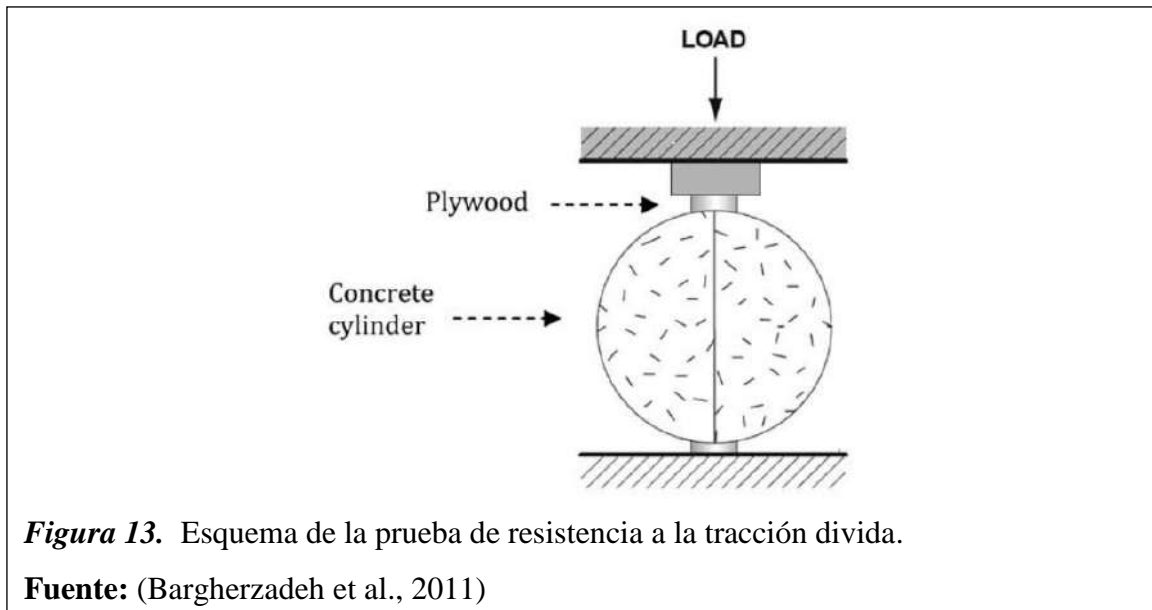
**Fuente:** (Norma Técnica Peruana 339.034, 2015)

**1.3.2.1.5.2. Ensayo a Tracción diametral del concreto: ASTM C496.**

(Bargherzadeh et al., 2011) en la prueba de resistencia de tracción dividida, un espécimen de concreto se coloca en forma diametral y se le ejerce fuerza de compresión a lo largo del espécimen. Colocando de forma transversal la probeta para el posicionamiento adecuado de la muestra a ensayar.

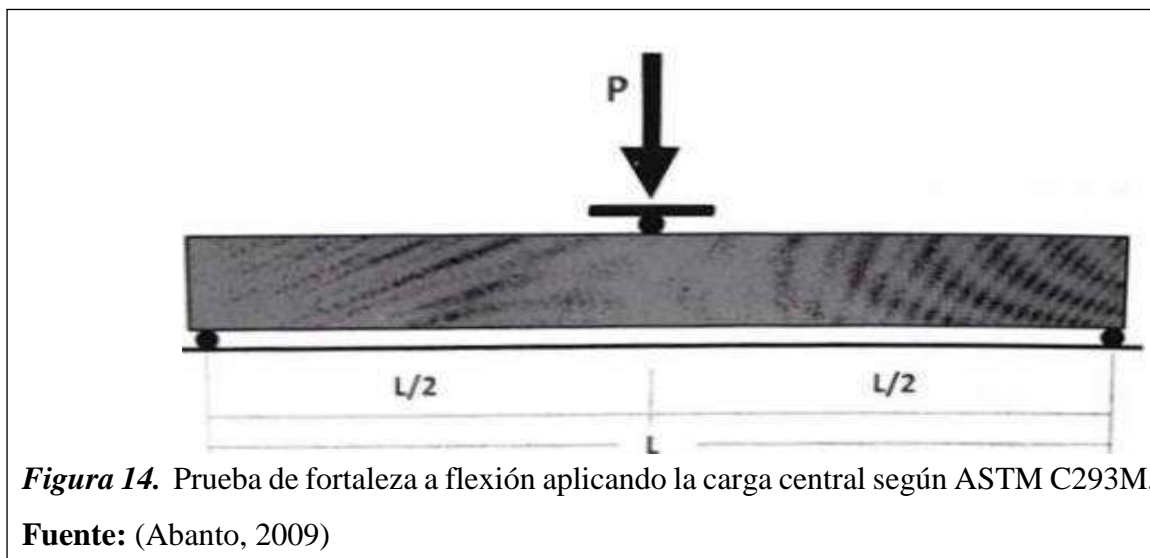
(Ordoñez, 2016) cabe detallar un aspecto muy resaltante que es conocer la resistencia a la tracción, para poder estimar la carga impuesta bajo la cual se presentará el posible agrietamiento hasta su rotura. En la presente **Figura 13** se evidencia la prueba a analizar.



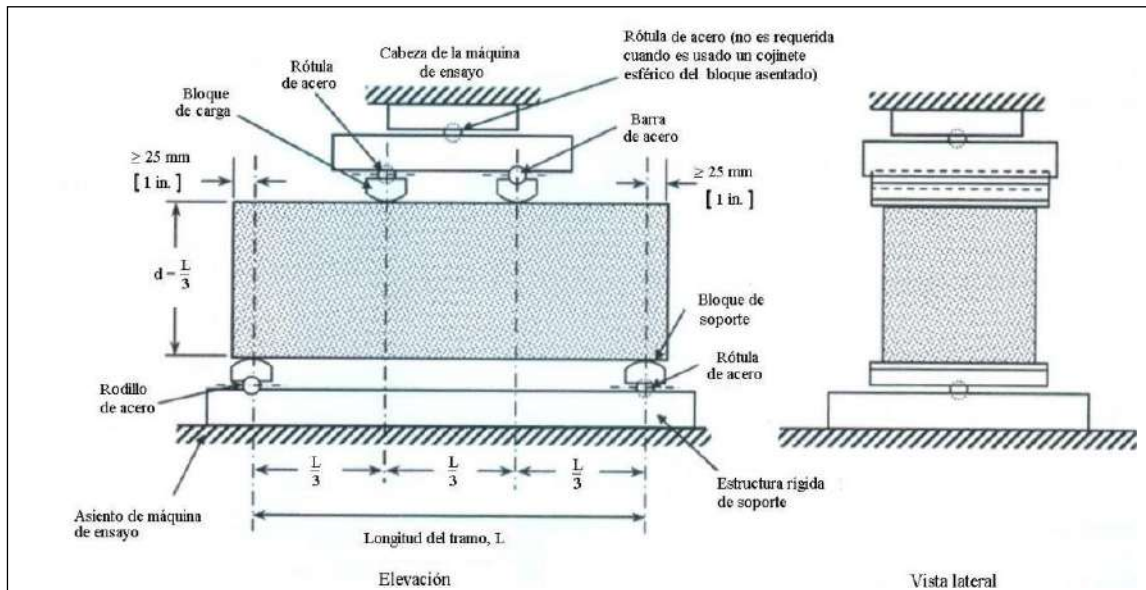


**1.3.2.1.5.3. Ensayo Flexión del concreto: NTP 339.079 / ASTM C293M – NTP 330.078 / ASTM C78M.**

(Kett, 2010) esta prueba se hace a fin de hallar la fortaleza a la flexión, pero para ello hay dos casos, en la aplicación de la carga de una muestra prismática en el 3<sup>er</sup> punto aplicado con carga en el punto central en su estado endurecido mediante la ASTM C203M o NTP339.079 como se muestra en la **Figura 14** y cuando la carga se aplica en los tercios de su claro de apoyo mediante ASTM C78M o NTP 339.078.



Para este tipo de ensayo se realizan probetas unas vigas de dimensiones cuadrada o variables de 150 x 150 x 500 mm, basándose en la norma [NTP] 339.079, (2012). En la **Figura 15** se presenta pero la carga aplicado en los tercios.



**Figura 15.** Prueba de fortaleza aplicado la carga en los tercios de su claro de apoyo.

**Fuente:** (Norma Técnica Peruana 339.078, 2012)

Para poder determinar este valor numérico de módulo ruptura se analiza la posición de falla, si la fractura comienza en la cara de tensión dentro del tercio medio de la luz se aplica:

$$Mr = \frac{P * L}{Bv * Hv^2}$$

Mr= Módulo de ruptura

P=Longitud de separación entre los apoyos

Bv= Base o ancho promedio de la viga

Hv= Altura o espesor promedio de la viga

Para una fractura fuera del tercio central medio de la luz entre apoyos por no más de 5% de la luz, se calcula así el módulo de ruptura:

$$Mr = \frac{3P * a}{Bv * Hv^2}$$

Mr= Módulo de ruptura

P=Longitud de separación entre los apoyos

A=Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medio en la superficie de tensión de la viga.

Bv= Base o ancho promedio de la viga

Hv= Altura o espesor promedio de la viga

#### **1.3.2.1.5.4. Módulo de Elasticidad del concreto: ASTM C469.**

##### **Definición del Módulo de Young**

(Remayanti *et al.*, 2019; Estolano *et al.*, 2017) es un parámetro que muestra la capacidad del concreto para deformarse elásticamente, representa la rigidez del material ante una fuerza impuesta sobre el mismo.

El proceso de su determinación está regulado por la ASTM C469, así mismo, menciona que el módulo de elasticidad será la pendiente de la línea que une los puntos de la curva, correspondientes a una deformación unitaria de 0.00005 y un 40% de la carga última.

##### **Módulo de elasticidad estático del concreto según estudios científicos actuales**

(Lee *et al.*, 2015; Frotté *et al.*, 2017) el módulo elástico del concreto ( $E_c$ ) básicamente se mide directamente por la prueba de compresión estática uniaxial, se usa una prensa de acuerdo con ASTM C469. La cantidad de fórmulas para estimar el  $E_c$  en diferentes países, ha hecho que se tenga una sobreestimación de  $E_c$  en un 50% de la ecuación denominada  $E_c = 12500 \sqrt{f'c}$  donde  $f'c$  es la resistencia a la compresión del concreto, del código colombiano NSR-98, mientras las ecuaciones por la “American Concrete Institute” (ACI) y el “Comité Europeo del Concreto” (CEC) sobrelevan el  $E_c$  en un 24% y 46.2%, según estudios realizados por (Serrano y Pérez, 2010).

En Perú se utiliza la siguiente fórmula  $15000 \sqrt{f'c}$  y será usada para la estimación de deflexiones ante cargas estáticas

#### **1.3.3. Impacto ambiental.**

El proceso de producción de aluminio requiere mucho otros procesos y materiales de fondo que contribuye a una evaluación del ciclo de vida completo. Estos fueron descritos (Brough & Jouhara, 2020), e incluyen el transporte de bauxita, transporte de alúmina, producción de cal calcinada, producción de carbono catódico, producción de fluoruro de aluminio, producción de brea, producción de coque de petróleo, producción de ánodos y producción de topes de ánodo.

Reciclar una tonelada de aluminio ahora alrededor de 4 toneladas de bauxita, su materia prima principal, y el 95% de la energía necesaria para producir aluminio primario. Esto, a su vez, ahorra 9 toneladas de emisiones de  $CO_2$ . El reciclaje de chatarra de aluminio en la actualidad ahorra alrededor de 80 millones de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero cada año. Esto es equivalente a la eliminación de 15 millones

de automóviles de las carreteras del mundo. La alta durabilidad del aluminio y su reciclaje 100%, sin pérdida de calidad, ha establecido su reputación como el metal verde.

Un inventario detallado de todas las entradas y salidas que proporciona los procesos de producción de aluminio.

**Tabla 9**

*Comparación de los procesos de producción de aluminio primario y secundario*

<b>Parámetro</b>	<b>Proceso primario</b>	<b>Proceso secundario</b>
Consumo de energía (Gt/tAl producido)	174-186	10-20
Emisiones atmosféricas (kg/tAl producido)	204	12
Residuos sólidos (kg/tAl producido)	2100-3650	400
Consumo de agua (kg/tAl producido)	57	1.6
Coste de inversión	alto	Bajo
Emisión	Level alto	Level bajo

**Fuente:** (Mahinroosta & Allahverdi, 2018)

### **1.3.4. Seguridad y salud ocupacional.**

La seguridad es responsabilidad de todos, sin embargo, cada supervisor es responsable de la seguridad de su área, aunque aún exista en la organización un inspector de seguridad para asesorar todas las áreas.

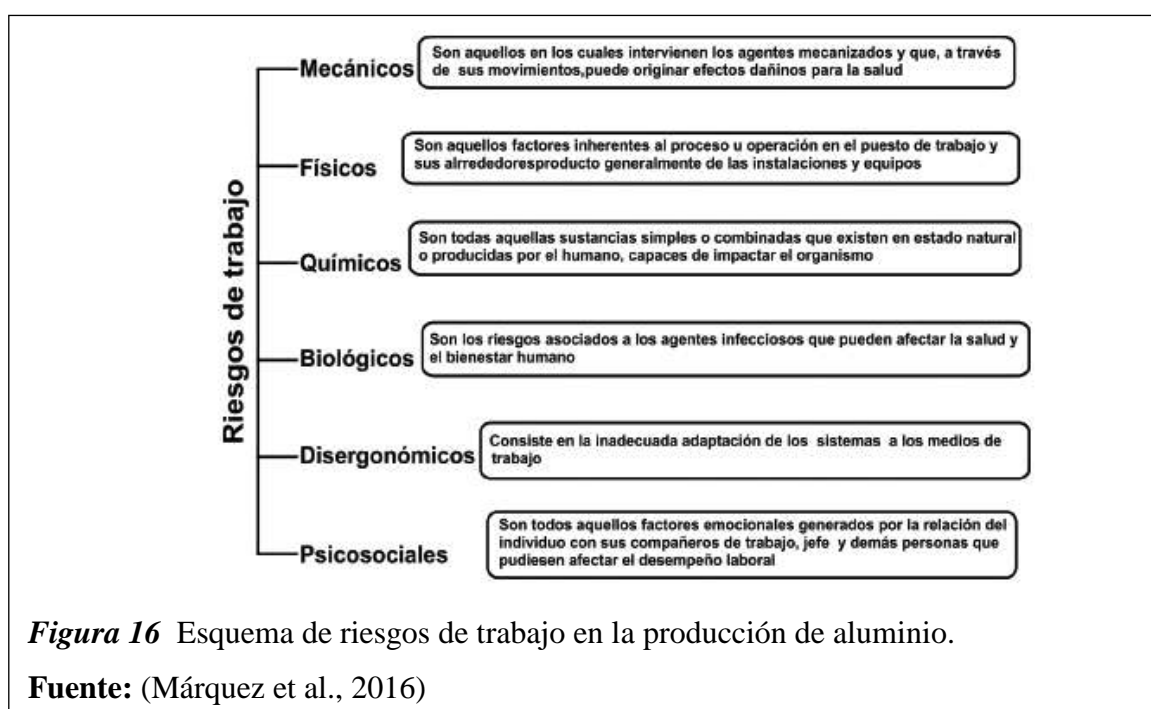
Reducir los problemas de salud en trabajadores debido a exposiciones a sustancias químicas en fundición de metales, pues la generación de lodo rojo que se genera en el proceso de extracción de la alúmina de Bayer se considera un residuo sólido peligroso debido a su alto contenido de alcalinidad, tanto residuo sólido que se generan de la producción de aluminio escoria blanca (Proceso fusión primaria) y escoria negra (Proceso fusión secundaria). La inhalación de una fracción pequeña de aluminio que se pueda respirar entra al cuerpo a través de los pulmones generando problemas digestivos cantidades altas de polvo de aluminio puede desarrollar problemas respiratorios como tos o alteración del sistema nervioso.

Se informa que por cada kilogramo de aluminio que reemplaza al acero, el acero de alta resistencia y el hierro fundido evitan entre 13 y 20 kg de emisiones de gases de efecto invernadero.

Según la Asociación del aluminio, el 90% del aluminio en la construcción y la automoción de piezas se reciclan al final de su vida útil. Pues se ha calculado que el reciclaje de aluminio reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> al 90 Mt al año porque requiere entre el 5 y el 10% de la energía para producir metal primario según (Brough & Jouhara, 2020).

### 1.3.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres.

Los procesos electroquímicos, aunque son más amigables con el ambiente y son controladas, también presentan riesgos que hay que considerar, ya que en ellos se utilizan sustancias químicas bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, situación que puede controlarse si se cuenta con un conocimiento adecuado de las reacciones que allí se generan, de los posibles subproductos o desechos y de reacciones colaterales que se pudiesen generar si el proceso se realiza fuera de los parámetros establecido. Se debe tener presente condiciones laborales de la empresa que representa el trabajador un elemento clave en su desempeño. Según esto se puede clasificar los riesgos como se presenta en la **Figura 16**.



La prevención de los riesgos para la salud y accidente en la industria metalúrgica es fundamentalmente una cuestión educativa y técnica. Las medidas preventivas las mejores y más baratas son las que se adoptan en la etapa de planificación de una nueva planta o proceso en instalaciones de producción.

### 1.3.6. Gestión de mantenimiento.

La inspección del aluminio y uso de este es fundamental, pues es un residuo típico que se genera durante el proceso de fundición y se ha clasificado en categorías que incluyen primaria y secundaria. El primero se vuelve a fundir principalmente con principal objetivo de recuperación de metales de aluminio. Este último si se desecha causaría serios problemas ambientales y ecológicos debido a su toxicidad, características inflamables, irritantes y lixiviantes, por estas razones se deben considerar opciones

adecuadas de gestión de residuos, teniendo en cuenta las regulaciones ambientales, el costo de almacenamiento y el costo operativo.

El residuo metálico podría utilizarse en la producción de materiales de construcción o convertirlos en valor agregado de materiales de ingenierías. Y es que, en el campo de la energía, la generación de hidrógeno de aluminio parece ser interesante actualmente en ciertas investigaciones. (Mahinroosta & Allahverdi, 2018)

### 1.3.7. Estimación de costos.

Es necesario tener en consideración en la estimación de costos el uso de algún software aplicado al tema de presupuestos, así mismo, ello deriva a determinar en si en valor de moneda local el costo de un proyecto para el inicio de este. Según lo dicho anteriormente que es aquel valor monetario, que se otorga para la obtención de algún producto, por un servicio o bien, esto se calculará en dinero para que un futuro se obtengan ganancias. Concluyendo que toda labor debe ser presupuestada, pues se verifica de esta manera el aprovechamiento financiero y de recursos durante el transcurso del proyecto.

### 1.3.8. Normativa.

Normativa que debe aplicarse para la realización de ensayos siguiendo pautas y recomendaciones. Se describen en la **Tabla 10** la normatividad a utilizar.

**Tabla 10**

*Aplicación y descripción de normas utilizadas para los ensayos*

NORMA PERUANA Y NORTE AMERICANA	NOMBRE DE ENSAYOS A REALIZAR	DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS
(Norma Técnica Peruana 400.010, 2016) o (ASTM D75M, 2014)	Extracción y preparación de muestras de agregados.	Obtener muestras que influirán el rechazo o aceptación de las muestras de las canteras inspeccionadas de la zona de Lambayeque.
(Norma Técnica Peruana 400.012, 2013) o (ASTM C136, 2001)	Estudio granulométrico del agregado delgado y recio.	Se establecerá la proporción de la dimensión de los granos tanto en material pétreo delgado como recio utilizando los diversos números de tamices.
(Norma Técnica Peruana 400.021, 2018) o (ASTM C127, 2015)	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado recio.	Se establecerá el peso específico seco, húmedo saturado y el aparente, luego la absorción de agregado grueso y también VAS para ser posteriormente empleado en el diseño de mezcla.
(Norma Técnica Peruana 400.017, 2011) o (ASTM C29, 2017)	Peso unitario del agregado pétreo.	Se establecerá el peso unitario suelto y compactado, y también el cálculo de vacíos en la piedra delgada y recio y también VAS.

<b>(Norma Técnica Peruana 400.022, 2013) o (ASTM C128, 2015)</b>	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado delgado.	Se establecerá el peso específico seco, húmedo saturado y también aparente, y la asimilación de la piedra delgada para ser posteriormente empleado en el diseño de mezcla.
<b>(Norma Técnica Peruana 339.185, 2018) O (ASTM C566, 2019)</b>	Contenido de Humedad de los agregados pétreos.	Corrección de las proporciones de las tandas de los componentes para elaborar concreto, determina la humedad en la muestra.
<b>(Norma Técnica Peruana 339.035, 2009) o (ASTM C143M, 2012)</b>	Determinación para el revenimiento del concreto fresco.	Se establecerá el revenimiento del concreto en estado fresco tanto para concreto patrón como concreto con diferente porcentaje de VAS.
<b>(Norma Técnica Peruana 339.046, 2008) o (ASTM C138M, 2014)</b>	Determinación de Peso unitario en concreto fresco	Se determinará el peso unitario en estado fresco para el concreto patrón y con las tres adiciones de VAS.
<b>(Norma Técnica Peruana 339.184, 2002) O (ASTM C 1064, 2005)</b>	Determinación de la Temperatura en concreto fresco.	Se determinará la temperatura con el termómetro en estado fresco para el concreto patrón y con las tres adiciones V.A. S
<b>(ASTM C231, 2014)</b>	Contenido de Aire – Método de Presión en el concreto fresco.	Se determinará el contenido de aire por el método de presión en estado fresco para el concreto patrón y con las tres adiciones V.A. S
<b>(Norma Técnica Peruana 339.034, 2015) o (ASTM C39, 2014)</b>	Determinación de la resistencia a la compresión en muestras cilíndricas.	Se establecerá la fortaleza a la compresión axial del concreto patrón y la mezcla de conglomerados y cemento con tres porcentajes diferentes de VAS en estado endurecido.
<b>(ASTM C496, 2011)</b>	Determinación de la resistencia a tracción por compresión diametral.	Se establecerá la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto convencional y el concreto con porcentajes diferente de VAS en estado endurecido.
<b>(Norma Técnica Peruana 339.078, 2012) o (ASTM C78M, 2016)</b>	Determinación de la resistencia a la flexión.	Se establecerá la resistencia a la flexión en vigas de concreto simplemente apoyadas con carga a los tercios de la luz en estado endurecido para el concreto patrón y con las adiciones de VAS.
<b>(ASTM C469, 2002)</b>	Método de ensayo de determinación del módulo de elasticidad del concreto	Se medirá la deformación respecto al plano vertical y horizontal en estado endurecido para el concreto patrón y con las adiciones de VAS.
<b>(ASTM C192, 2014) o (Norma Técnica Peruana 339.183, 2013)</b>	Práctica normalizada en elaboración y curado de especímenes de concreto en el centro de ensayos Laboratorio.	El tratar los ejemplares de concreto en el laboratorio, será aplicable tanto a probetas de concreto patrón como de concreto con diferente porcentaje de VAS.

Fuente: Autoría propia.

### **1.3.9. Estado del arte.**

El Instituto Internacional del Aluminio representa actualmente a más del 60% de la producción mundial de bauxita, alúmina y aluminio, asociando a las compañías dedicadas a la producción, fabricación y reciclaje de estos elementos y a las empresas de industrias conexas.

Este material será utilizado para fines tecnológicos en la elaboración de concreto, pues existe evidencia de investigaciones científicas que implementan su uso en la preparación de concreto. Así poder determinar su eficacia en sus propiedades.

### **1.3.10. Definición de términos.**

**Agregados pétreos:** Es una composición de minerales terrestres (grava, arena, roca), en la actualidad se utiliza para elaboración de concreto en las construcciones.

**Agregado fino:** En ingeniería se le denomina así a la grava que pasa por el tamiz N°4.

**Agregado grueso:** En ingeniería se le denomina así a la grava que es retenida en el tamiz N°4.

**Aluminio primario:** Es la bauxita componente terrestre, que mediante procesos químicos se convierte en aluminio primario.

**Aluminio secundario:** Es procedencia del aluminio primario, viene a ser la chatarra de aluminio que viene a ser fundido nuevamente a menor costo que el primario.

**Canteras:** Son yacimientos de material rocoso de diferentes tamaños que se encuentran en lugares establecidos para su explotación.

**Concreto simple:** Se considera un concreto simple en término ingenieriles a la conglomeración de materiales pétreos (grava y arena), cemento (tipo según su uso), aditivo (tipo según su uso) y el agua, no posee elementos de refuerzo como si lo contempla el concreto reforzados.

**Esfuerzo:** Es generación por las tensiones perpendiculares que se aplica a la sección de un cuerpo prismático.

**Fundición:** Proceso que consiste en dirigir o verter metal fundido en un molde y permitir que el calor se disipe, provocando la solidificación del metal en la forma deseada.

**Maquinado:** Proceso por el cual se remueve metal para dar acabado a una pieza, utilizando procesos de torneado, taladrado.

**Viruta:** Son tiras finas que se producen por el ángulo de corte de un instrumento cortante puede ser de diferentes tipologías (escalonada, continua, zunchada)



## **1.4. Formulación del Problema**

¿Cómo influye la viruta de aluminio secundario en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?

## **1.5. Justificación e importancia del estudio**

### ***1.5.1. Justificación***

#### **Justificación Social**

Esta investigación pretende contribuir a la reutilización de este material de la zona, que se produce en factorías, indirectamente se dará otro valor a este residuo para que la sociedad conozca la importancia de reutilizar este material en el concreto y que a futuro redunde a mayor producción y utilidad en obras de construcción.

#### **Justificación Económica**

Esta investigación justifica aplicar el material, ya que es de bajo costo por ser de desecho en las factorías estando al alcance de todos.

#### **Justificación Ambiental**

La reutilización de un material provee al medio ambiente un equilibrio, pues muchas veces termina en botaderos, y darle otro uso en nuestra región y país incursionaría en contribuir a una tecnología sostenible, pues muchos países ya lo realizan para bajar sus niveles de contaminación al medio ambiente. Así mismo, si no se hace algo esto puede llevar a no tomar medidas de prevención y protección a tiempo con el medio ambiente.

#### **Justificación Científica**

Contribuir en la tecnología e innovación de adiciones al concreto con materiales reutilizables significa desarrollar con la sociedad a tomar mejores alternativas de solución, en lo que respecta a alcanzar resistencias elevadas con información científica sustentada. Las nuevas investigaciones futuras tendrán en cuenta ahondar sobre esta adición al concreto por la carencia de información de nuevas tecnologías en Lambayeque. Esto podría conducir a modernizar los procesos constructivos a un futuro.

#### **Justificación Técnica**

Mediante la adición de la viruta de aluminio secundario, se pretende evaluar la influencia que genera en las propiedades del concreto con diferentes porcentajes de adición de viruta de aluminio secundario y obtener mejores resultados en sus propiedades satisfactorias para el uso de concretos no estructurales.

### **1.5.2. Importancia**

Es de gran importancia debido al aporte científico, pues se obtendrá información para evaluar si es factible usar o no usar las adiciones de viruta de aluminio secundario en el concreto, si puede ser usado como material alternativo en la construcción, dependiendo de las dosis propuestas de 0.50 %, 1.50 %, 3.50 % y 5.0%. Así mismo, poder lograr obtener resultados beneficiosos; pues se pretende aumentar las características físicas y mecánicas del concreto con los porcentajes de viruta de aluminio secundario para dos resistencias de diseño ya estipulados anteriormente, para obtener así la resistencia requerida y sumar un plus, sin la necesidad de cambiar la proporción convencional simplemente adicionarlo en función del peso del cemento según el porcentaje a adicionar.

### **1.6. Hipótesis**

La incorporación de viruta de aluminio secundario influye indiscutiblemente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

### **1.7. Objetivos**

#### **1.7.1. Objetivo General**

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundario.

#### **1.7.2. Objetivos Específicos**

1. Determinar las características físicas de los agregados pétreos.
2. Elegir el tipo de viruta de aluminio secundario que va hacer adicionada en la investigación.
3. Elaborar el diseño de mezclas guía convencional para dos resistencias de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  por el método del ACI.
4. Elaborar el diseño de mezclas guía convencional adicionando viruta de aluminio secundario en cuatro dosis 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0%, respecto al peso del cemento para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  por el método del ACI.
5. Evaluar las propiedades físicas del concreto simple en estado fresco del concreto guía, concreto guía con los porcentajes de viruta de aluminio secundario (consistencia, temperatura, peso unitario y contenido de aire).
6. Evaluar las propiedades mecánicas del concreto simple en estado endurecido del concreto guía, concreto guía con los porcentajes de viruta de aluminio secundario (resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad).

## II. MATERIAL Y MÉTODO

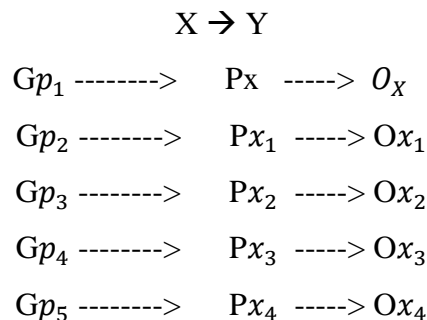
### 2.1. Tipo y Diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de Investigación

(Fresno, 2019) **Aplicada – Tecnológica**, se interesa en la búsqueda de conocimientos o soluciones, manteniendo siempre la objetividad y la mente abierta para tomar decisiones adecuadas., en tanto la tecnológica responde busca responder problemas técnicos aprovechando el conocimiento teórico científico producto de la investigación básica organizando reglas técnicas cuya aplicación da cambios en la realidad.

#### 2.1.2. Diseño de la Investigación

(Fresno, 2019) **Experimental**, son estudios que se caracterizan por la introducción y manipulación del factor causal para la determinación del efecto, este diseño incluye dos grupos: uno es grupo de control y el otro recibe tratamiento experimental. Es decir, es una situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos). El siguiente esquema muestra la estructura del estudio.



Donde:

$Gp_{1-5}$ : Grupo de pruebas.

$P_x$ : Muestra Patrón.

$P_{x_1}$ : Prueba experimental, 0.5% de viruta de aluminio secundario.

$P_{x_2}$ : Prueba experimental, 1.5% de viruta de aluminio secundario.

$P_{x_3}$ : Prueba experimental, 3.5% de viruta de aluminio secundario.

$P_{x_4}$ : Prueba experimental, 5.0% de viruta de aluminio secundario.

$O_{x_{1-4}}$ : Observación de resultados adición de viruta de aluminio secundario.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población**

En este caso serán probetas de concreto elaboradas con cemento, material pétreo fino y grueso, agua y adición de viruta de aluminio secundario.

### **2.2.2. Muestra**

Se tendrá dos diseños  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . Se elaborará ejemplares cilíndricos de (15 cm de diámetro y 30 cm de altura) y prismáticos rectangulares de (15cm x 15cm x 53 cm); así mismo, se denominó con abreviatura a el concreto patrón (*C.P*) y con las adiciones de cuatro porcentajes de viruta de aluminio secundario 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% con (*C.P.\_%V.A.S*) respectivamente, adicionado respecto al peso del cemento para ambos diseños. El tiempo de rotura de las probetas será inmediatamente después de 24 horas de preparación a los 7, 14 y 28 días, con un número total de muestra a elaborar de 360 probetas.

En la **Tabla 11** y **Tabla 13** se muestran las cantidades de probetas para los diferentes ensayos (resistencia a la compresión, tensión indirecta y flexión), el módulo de elasticidad se describen el total de probetas cilíndricas a ensayar en la **Tabla 12** y **Tabla 14** para los diseños  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  denominados C21 y C28 correspondientemente.

**Tabla 11**

*Cuantía muestral de probetas cilíndricas y prismáticas para ensayos de diseño  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$*

Forma de probeta	N° de días de curado en agua	Ensayos a realizar	Dosificación de diseño (C.P)	Adición de viruta de aluminio secundario					Sub total de muestra	Total
				Respecto al peso del cemento						
				(C.P._%V. A.S)						
				0.00%	0.50%	1.50%	3.50%	5.00%		
Cilíndrica	7	Resistencia a la compresión axial	3	3	3	3	3	15	45	
	14		3	3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	3	15		
Cilíndrica	7	Resistencia a la tensión indirecta	3	3	3	3	3	15	45	
	14		3	3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	3	15		
Prismática	7	Resistencia a la flexión	3	3	3	3	3	15	45	
	14		3	3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	3	15		
<b>TOTAL DE MUESTRAS A ELABORAR</b>								<b>135</b>		

**Fuente:** Autoría propia.

**Tabla 12**

*Cuantía muestral de probetas cilíndricas para ensayo de módulo de elasticidad  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

Forma de probeta	N° de días de curado en agua	Ensayos a realizar	Dosificación de diseño (C.P)	Adición de viruta de aluminio secundario					Sub total de muestra	Total
				Respecto al peso del cemento						
				(C.P._%V.A..S)						
				0.00%	0.50%	1.50%	3.50%	5.00%		
Cilíndrica	7	Módulo de elasticidad	3	3	3	3	3	15	45	
	14		3	3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	3	15		
<b>TOTAL DE MUESTRAS A ELABORAR</b>									<b>45</b>	

**Fuente:** Autoría propia.

**Tabla 13**

*Cuantía muestral de probetas cilíndricas y prismáticas para ensayos de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Forma de probeta	N° de días de curado en agua	Ensayos a realizar	Dosificación de diseño (C.P)	Adición de viruta de aluminio secundario					Sub total de muestra	Total
				Respecto al peso del cemento						
				(C.P._%V.A..S)						
				0.00%	0.50%	1.50%	3.50%	5.00%		
Cilíndrica	7	Resistencia a la compresión axial	3	3	3	3	3	15	45	
	14		3	3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	3	15		
Cilíndrica	7	Resistencia a la tensión indirecta	3	3	3	3	3	15	45	
	14		3	3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	3	15		
Prismática	7	Resistencia a la flexión	3	3	3	3	3	15	45	
	14		3	3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	3	15		
<b>TOTAL DE MUESTRAS A ELABORAR</b>								<b>135</b>		

**Fuente:** Autoría propia.

**Tabla 14**

*Cuantía muestral de probetas cilíndricas para ensayo de módulo de elasticidad  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

Forma de probeta	N° de días de curado en agua	Ensayos a realizar	Dosificación de diseño (C.P)	Adición de viruta de aluminio secundario					Sub total de muestra	Total
				Respecto al peso del cemento						
				(C.P._%V.A.S)						
				0.00%	0.50%	1.50%	3.50%	5.00%		
Cilíndrica	7	Módulo de elasticidad	3	3	3	3	3	15	45	
	14		3	3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	3	15		
<b>TOTAL DE MUESTRAS A ELABORAR</b>									<b>45</b>	

**Fuente:** Autoría propia.



### **2.3. Variables, Operacionalización**

#### ***2.3.1. Variable Independiente***

La variable es viruta de aluminio secundario.

#### ***2.3.2. Variable Dependiente***

La variable es evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

#### ***2.3.3. Operacionalización***

Se muestra en la siguiente Tabla 15 para la variable independiente y la Tabla 16 para la variable dependiente.

**Tabla 15***Operalización de la variable Independiente*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADOR	ITEM	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: <b>Viruta de Aluminio Secundario.</b>	Dosificación	0.50 %	-----	kg	Observación
	Viruta de aluminio secundario	1.50 %	-----	kg	
		3.50 %	-----	kg	
		5.00 %	-----	kg	
Elección de Tipo de Forma	Adquisición	Viruta sin seleccionar Viruta escalonada Viruta continua Viruta zunchada	Kilogramo (kg)	Observación y análisis de documentos, Guía de Observación, Formatos y ensayos en el laboratorio de materiales Particular LEMS W&C EIRL.	

**Fuente:** Autoría propia

**Tabla 16**

Operalización de Variable Dependiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</b>	Características físicas	Granulometría	NTP 400.012	Observación y análisis de documentos, Guía de Observación, Formatos y ensayos en el laboratorio de materiales Particular LEMS W&C EIRL.
		Peso Unitario suelto y compactado	kg/m <sup>3</sup>	
		Peso Específico	gr/cm <sup>3</sup>	
		Contenido de Humedad	Porcentaje (%)	
		Absorción	Porcentaje (%)	
		Materiales más finos que pasan por la malla N°200	Porcentaje (%)	
		Abrasión en la máquina de los Ángeles	Porcentaje (%)	
	Diseño de mezcla	Dosificación en Volumen	Volumen (m <sup>3</sup> )	Observación y análisis de documentos, Guía de Observación, Formatos y ensayos en el laboratorio de materiales Particular LEMS W&C EIRL.
		Dosificación en Peso	Peso (kg)	
	Diseño de mezcla con viruta de aluminio secundario	Dosificación en Volumen	Volumen (m <sup>3</sup> )	Observación y análisis de documentos, Guía de Observación, Formatos y ensayos en el laboratorio de materiales Particular LEMS W&C EIRL.
		Dosificación en Peso	Peso (kg)	
	Propiedades Físicas	Asentamiento	Centímetros (cm)	Observación y análisis de documentos, Guía de Observación, Formatos y ensayos en el laboratorio de materiales Particular LEMS W&C EIRL.
		Temperatura	Centígrados (C°)	
		Peso unitario o Densidad	kg/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire		Porcentaje (%)		
Propiedades Mecánicas	Resistencia Compresión axial.	NTP 339.034	Observación y análisis de documentos, Guía de Observación, Formatos y ensayos en el laboratorio de materiales Particular LEMS W&C EIRL.	
	Resistencia tracción por compresión diametral.	NTP 339.084		
	Resistencia flexión	NTP 339.079		
	Módulo de Elasticidad	ASTM C469		

**Fuente:** Autoría propia

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

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

#### **2.4.1.1. Observación.**

Mediante este proceso se estudiará el proceso por lo cual genera adicionar la viruta de aluminio secundario en cuatro porcentajes diferentes de 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00% adición al peso del cemento para el diseño C21 y C28 respectivamente, posteriormente los resultados globales se anotarán en formatos adecuados.

#### **2.4.1.2. Análisis de documentos.**

Mediante el siguiente contexto se tendrá el uso de libros, tesis, artículos científicos indexados en base de datos reconocidas, normas nacionales e internacionales en relación con el tema de investigación.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

#### **2.4.2.1. Guía de observación.**

La investigación tendrá como guías de observación, formatos de cálculos elaborados por el investigador que serán necesarios para procesar la información obtenida de ensayos que se realizarán posteriormente.

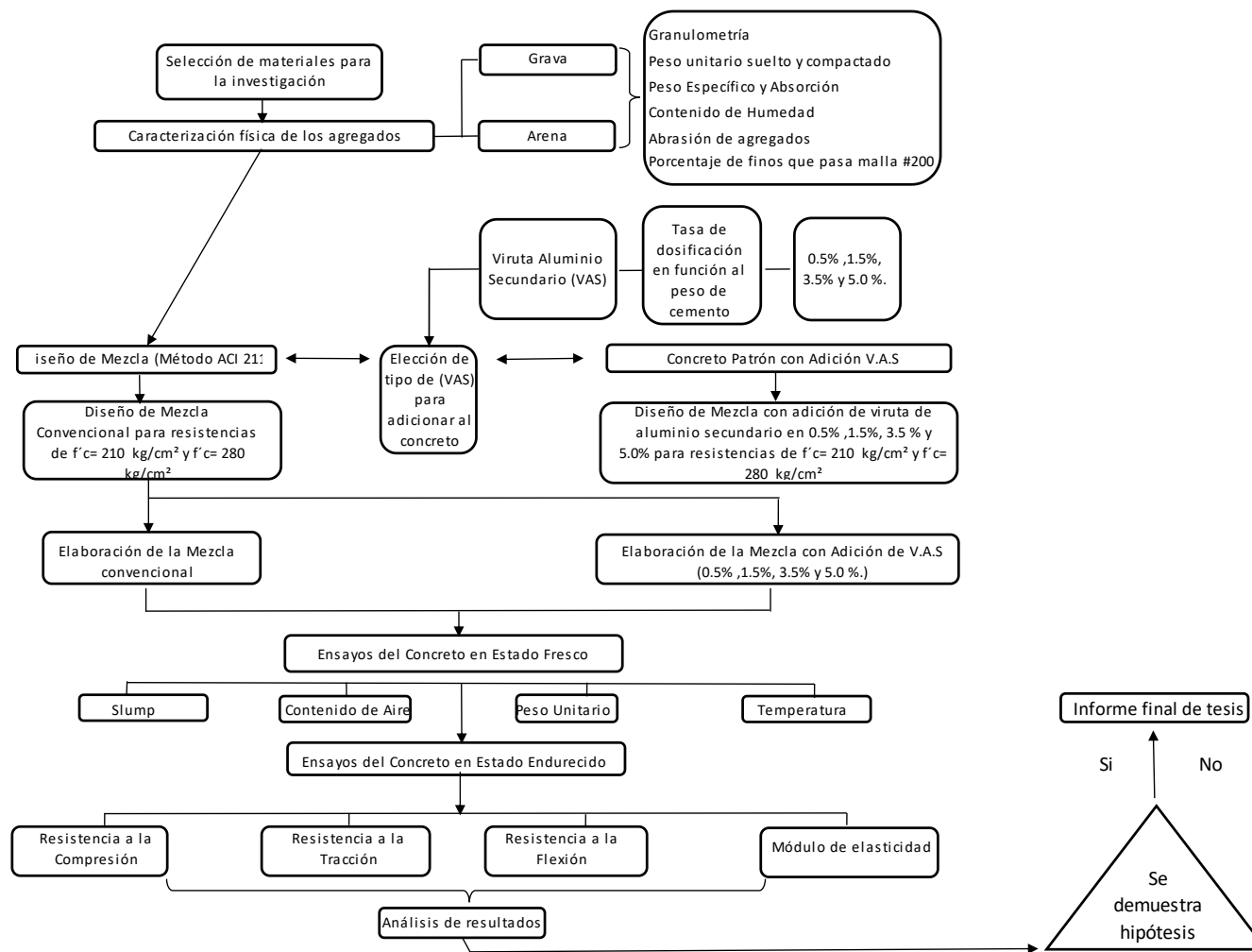
#### **2.4.2.2. Guía de análisis de documentos.**

La normatividad vigente correspondiente a cada ensayo que se realizará, se utilizarán las normas *American Society for Testing and Materials “ASTM”*, *Norma Técnica Peruana “NTP”*, *American Concrete Institute “ACI”* y *Reglamento Nacional de Edificaciones “RNE”*, en el cual se explicará y detallará los procesos y cálculos que se tienen que realizar en todo este proceso trajañado a lo largo de la presente investigación.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

### **2.5.1. Diagrama de flujo de procesos.**

Corresponde a ciertos pasos o etapas que permiten comprender el proceso de la investigación para obtener los resultados y de igual manera mostrar la hipótesis planteada inicialmente si es verdadera o falsa. Se luce el diagrama de flujo de procesos en la **Figura 17**.



**Figura 17.** Diagrama de flujo de proceso sobre la recolección de datos.  
**Fuente:** Autoría propia.

## 2.5.2. Descripción de procesos.

### 2.5.2.1. Materiales y Ubicación de extracción - Agregados

Primeramente, se hizo un estudio de canteras para descartar las canteras que no ajustan en el Huso granulométrico y/o otros factores como el costo o la distancia in situ. Los agregados finos y agregados grueso fueron extraídos de las siguientes canteras estos estudios fueron de las canteras de la zona de Lambayeque, finalmente la cantera con resultados óptimos fue “Pacherres” del caserío de Pacherres para el material grueso y de “La Victoria – Pátapo” para agregado fino, ubicadas en el departamento de Lambayeque.



**Figura 18** Muestra de la cantera Pátapo la Victoria – Agregado fino.

**Fuente:** Autoría propia.



**Figura 19** Muestra de la cantera Pacherres – Agregado grueso.

**Fuente:** Autoría propia.

### 2.5.2.2. *Cemento*

El cemento para desarrollar la siguiente investigación fue del mercado comercial de la marca Pacasmayo Tipo I obtenido de la empresa “Dino SRL”; ubicada en Av. Lora y Lora cuadra 52, cuyas especificaciones técnicas como es el caso del peso específico fue pedido mediante solicitud a la empresa “Pacasmayo” - sede Lambayeque; para obtener un documento fiable para la elaboración del diseño de mezcla. Se le entregó al tesista la ficha técnica con valores necesario para el diseño de mezcla como es el peso específico del cemento portland tipo I, correspondiente al Anexo XXIII.



### 2.5.2.3. *Agua*

El agua fue extraída del mismo Laboratorio “LEMS W&C EIRL”., ubicada en Kilometro 3.5 – Prolongación Bolognesi – Pimentel, la calidad del agua no se toma en cuenta debido a que su requisito principal es que sea potable y eso lo garantiza EPSEL que garantiza dicha calidad.

### 2.5.2.4. *Viruta de aluminio Secundario*

El material extraído es producto del proceso de manufactura (torneado, cepillado y fresado de piezas fundidas), estas piezas fundidas son de piezas de pistones de vehículos, ollas de aluminio, piezas etc.; este material se extrajo de la empresa “Valyno SRL.”, ubicada en la Av. El Dorado N° 2983 Urb. Santa María - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Lambayeque.

### *Procedimiento de uso*

Se extrajo el material en sacos, para su posterior lavado con agua y jabón. Se escogió los tipos encontrado de virutas (sin seleccionar, escalonada, continua y zunchada)



**Figura 21** Viruta de aluminio secundario sin seleccionar conglomerando diversos tipos.

**Fuente:** Autoría propia.

### **2.5.2.5. Ensayos de agregados**

#### **2.5.2.5.1. Análisis granulométrico de agregados pétreos.**

##### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 400.012 o ASTM C136, utilizada tanto para material delgado donde se obtendrá el módulo de fineza y para el material recio se obtendrá el tamaño máximo nominal.

##### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Juego de Tamices reglamentarios.
- Horno de 110°C+- 5°C.

##### *Procedimientos*

Elección de la muestra, secarla al horno a temperatura correspondiente, luego selección de tamices tanto para agregado recio y delgado, ordenándolo respectivamente de mayor a menor según orden de abertura, agitándose manualmente. Finalmente se pesa y toma nota del material retenido en cada tamiz para proceso en gabinete.





**Figura 22** Tamizado del agregado grueso y fino de los materiales pétreos.

**Fuente:** Autoría propia.

#### 2.5.2.5.2. Peso unitario de los agregados pétreos

##### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 400.017 o ASTM C29, utilizada tanto para agregado fino y grueso, para determinar el PUS y el PUSC. Aplicado para agregados que no excedan los 125 mm de tamaño máximo nominal.

##### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Varilla metálica de apisonado ( $\theta$  5/8" – 60 cm de longitud) y cucharón.
- Recipiente cilíndrico metálico.

##### *Procedimientos*

Para el peso suelto: se deja caer el material a caída libre con el cucharón al recipiente metálico a una altura no superior a 5 cm del borde superior del mismo, luego se enraza a nivel, después se pesa la masa y se registra los datos para gabinete.

Para el peso compactado: se deja caer el material hasta 1/3 del total del recipiente apisonando 25 golpes, se repite en tres capas, luego se enraza y se pesa la masa para posterior registrar los datos para gabinete.

##### *Cálculos a realizar*

- Densidad de masa

$$D = \frac{M - R}{V_r} \quad \text{ó} \quad D = (M - R) * Fr$$

Donde:

D= Densidad de masa (kg/m<sup>3</sup>)

Ms= Masa seca incluida del envase (kg)

R= Masa del envase (kg)

Vr= Volumen del envase

Fr= Factor del envase, 1/m<sup>3</sup>

• Densidad de masa saturada superficialmente seco (DSSS)

$$DSSS = D \left[ 1 + \frac{Ch}{100} \right]$$

Donde:

DSSS= Densidad de masa en condición DSSS (kg/m<sup>3</sup>)

Ch= Contenido de humedad (%)



**Figura 23** Realización del peso unitario compactado del agregado grueso.

**Fuente:** Autoría propia.

### 2.5.2.5.3. Contenido de humedad

#### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 339.185 o ASTM C566, utilizada para la corrección de proporciones de componentes para producir concreto, pues determina la humedad en la muestra alojada.

#### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Horno de 110°C+- 5°C.
- Recipiente metálico y revolovedor o cucharón.

### *Procedimientos*

Pesar la muestra de agregado a condición ambiente peso mínimo (kg) según su tamaño máximo nominal, luego depositar en un depósito y colocarlo en el horno evitando pérdida de material. Finalmente, luego dejar enfriarse la masa para no malograr la balanza y pesar, para proseguir con los cálculos en gabinete.

### *Cálculos a realizar*

- Densidad de masa

$$Ch = 100 * \frac{Mw - Ms}{Ms}$$

Donde:

Ch= Contenido total de humedad (%)

Ms= Masa seca al horno (grs.)

Mw= Masa humedad ambiente (grs.)



**Figura 24** Peso de la muestra seca al horno.

**Fuente:** Autoría propia.

#### **2.5.2.5.4. Peso específico y absorción para agregado grueso**

##### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana mediante la Norma Técnica Peruana 400.021 o ASTM C127, utilizada para obtener el peso específico seco, saturado con superficie seca, aparente y la absorción del agregado grueso.

##### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.

- Cesta de malla metálica (aber. Max de 3.35 mm – Cap de 4 a 7 Lts.)
- Balde para depósito de agua.
- Malla estandarizada N°4.
- Horno de 110°C+- 5°C.

*Procedimientos*

Se selecciona el material retenido que pasa por la malla N°4, luego se lavará para librar de impurezas. El peso mínimo según la normativa. Secar la muestra en el horno, inmediatamente se sumerge en el agua a temperatura ambiente por 24 +- 4 horas. Se extrae la muestra y se seca toda la película visible de agua y se toma su peso. Colocándose en la castilla de alambre determinándose su peso en el agua. Secar la muestra en horno y dejar enfriar para luego pesar la muestra.

*Cálculos a realizar*

- Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{B - C} \times 100$$

Donde:

A= Masa de la muestra seca en el aire (gr)

B= Masa de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr)

C= Masa en el agua de la muestra saturada (gr).

- Densidad de masa saturada superficialmente seco (PeSSS)

$$PeSSS = \left[ \frac{B}{B - C} \right] * 100$$

- Densidad específico aparente (Pea)

$$Pea = \left[ \frac{A}{A - C} \right] * 100$$

- Absorción (Ab)

$$Ab (\%) = \left[ \frac{B - A}{A} \right] * 100$$



**Figura 25** Realización del ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso.

**Fuente:** Autoría propia.

#### **2.5.2.5.5. Peso específico y absorción para agregado fino**

##### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 400.022 o ASTM C128, utilizada para obtener el peso específico seco, saturado con superficie seca, aparente y la absorción del agregado fino.

##### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Picnómetro (500cm<sup>3</sup>)
- Molde y barra compactadora (cono tronco 40 mm diámetro interior, 90 diámetro interior superior y 75 mm de altura)
- Horno de 110°C+- 5°C.

##### *Procedimientos*

Se selecciona el material retenido que pasa por la malla N°4, luego se lavará para liberar impurezas. El peso mínimo según la normativa. Secar la muestra en el horno, inmediatamente se sumerge en el agua a temperatura ambiente por 24 +- 4 horas. Se extrae la muestra y se seca toda la película visible de agua y se toma su peso. Colocándose en la castilla de alambre determinándose su peso en el agua. Secar la muestra en horno y dejar enfriar para luego pesar la muestra.

##### *Cálculos a realizar*

- Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{(B + S - C)}$$

Donde:

A= Masa de la porción seca al horno, g.

B= Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca calibrada, gr.

C= Masa del picnómetro lleno de la porción (arena) con agua hasta la marca de calibración, gr.

R1= Lectura inicial de nivel de agua en un matraz de *Le Chatelier*, ml.

R2= Lectura final de agua en un matraz de *Le Chatelier*, ml.

S= Masa de la porción saturada superficialmente seca, gr.

S1= Masa de la porción saturada superficialmente seca, gr.

- Peso específico saturado superficialmente seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{S}{(B + S - C)}$$

- Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{A}{(B + A - C)}$$



**Figura 26** Secado de muestras de agregado fino para el ensayo de absorción.

**Fuente:** Autoría propia.

### 2.5.2.5.6. Porcentaje de finos que pasan malla N°200

#### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 400.018 o ASTM C177, utilizada para obtener la aceptabilidad de agregados finos en lo que respecta al resultante del tamiz normalizado N°200.

#### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Agente humectante
- Recipientes.
- Malla estandarizada de 75 µm (N° 200).
- Horno de 110°C± 5°C.

#### *Procedimientos*

Existe dos procedimientos A (Lavado con agua) y B (Lavado utilizando un agente dispersante), Luego que se escoge el procedimiento se seca la muestra en el horno, se determina cuanto será la muestra en este caso el tamaño máximo del agregado N°4 o más pequeño siendo 300 grs. como mínimo. Después de secar colocar la muestra en el recipiente y lavarlo con agua, agitar hasta separa las partículas más finas por la malla N°200. Se verterá el agua y tener cuidado de decantar partículas más gruesas. Realizar por segunda vez una lavada con agua hasta que este clara. Se retornará el material en un depósito y colocar al horno, posteriormente de pesará y se realizará proceso de gabinete. Tendrá que ser igual o menor al 10% para ser aceptado.

#### *Cálculos a realizar*

- Cantidad de material pasante por el tamiz N°200

$$A = \frac{(P1 - P2)}{P1} \times 100$$

Donde:

A= Porcentaje de material más fino por vía humedad.

P1= Masa seca de la muestra original en gramos

P2= Masa seca de la muestra luego del lavado en gramos.



**Figura 27** Tamizado de material por la malla 75 $\mu$ m (N°200)

**Fuente:** Autoría propia.

#### 2.5.2.5.7. Abrasión de agregados gruesos

##### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 400.019 o ASTM C131, se aplica como un indicador de la calidad relativa de agregados

##### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Máquina de los Ángeles (30 rpm por 500 revoluciones)
- Esferas de acero de 46 mm y 48 mm peso 390 g y 445g respectivamente.
- Malla estandarizada N°4.
- Horno de 110°C $\pm$  5°C.

##### *Procedimientos*

Se selecciona el material retenido del tamaño máximo nominal eligiendo la gradación correspondiente, luego se coloca en la máquina de los ángeles, con el número de bolas de acero según su gradación. Descargar el material ya procesado por la máquina y pasar el material por la malla |.70 mm (N° 12). Lavar el material más grueso que la malla 1.70 mm y secar al horno, y determinar la masa y anotar en gabinete.

##### *Cálculos a realizar*

- Porcentaje de pérdida por abrasión (P)

$$\text{Porcentaje de pérdida} = \frac{C - Y}{C} \times 100$$

Donde:

P= Porcentaje de pérdida %.

C= Masa original de la muestra de ensayo en gramos.

Y= Masa final después de las revoluciones en gramos.





**Figura 28** Ensayo de materiales en la máquina de los ángeles.

**Fuente:** Autoría propia.

#### 2.5.2.5.8. *Procedimiento para el diseño de mezcla*

Se prosigue una relación de pasos fundamentales para alcanzar las propiedades que de desean en el concreto.

- Paso A: Se elige la resistencia de diseño requerida.
- Paso B: Elección del tamaño máximo nominal (TMN).
- Paso C: Se elige la consistencia en función del asentamiento.
- Paso D: Decidir el volumen de agua de mezclado.
- Paso E: Hallar el porcentaje (%) de aire atrapado.
- Paso F: Se selecciona la relación agua cemento por diseño.
- Paso G: Determinar factor cemento por unidad cúbica de concreto.
- Paso H: Determinar dosis relativas de los materiales delgados y recios.
- Paso I: Ajustar las dosis finales de acuerdo a los resultados realizados bajo condiciones de obra.
- Paso J: Se prepara una primera muestra prueba para corregir el Slump.
- Paso K: Se ensayan las muestras de prueba a 7 días de edad.
- Paso L: Se corrige el  $f'_{cr}$ .



**Figura 29** Probetas de muestra a edad de 7 días, para evaluación de la resistencia críticas de diseño  $f'_{cr}$ .

**Fuente:** Autoría propia.

- Paso M: Diseño final.
- Paso N: Preparación de la mezcla definitiva.
- Paso Ñ: Preparación de muestras cilíndricas y vigas para la investigación que serán sometidas en estado endurecido.
- Paso O: Curado de muestras en piscinas metálicas para rotura de 7,14 y 28 días.

#### **2.5.2.6. Ensayos en estado fresco**

##### **2.5.2.6.1. Medición del Asentamiento**

###### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 339.035 o ASTM C143, utilizada para obtener el asentamiento de la mezcla.

###### *Herramientas y equipos*

- Bandeja metálica.
- Varilla acero liso  $\theta$  5/8" y 60 cm de largo y punta roma.
- Cono trunco con 4" diámetro base y 8" diámetro base inferior y 12" de altura.
- Cucharon metálico

###### *Procedimientos*

Se colocará el molde cónico en la plataforma metálica, previamente humedecido el equipo. Pisando las patas metálicas del molde echar mezcla llenándola en tres capas apisonado con 25 golpes con la varilla. Luego se reirá el molde en forma vertical, y con respecto a la altura medir el asentamiento.



**Figura 30** Medición de lecturas del asentamiento del concreto.

**Fuente:** Autoría propia.

#### 2.5.2.6.2. *Medición de temperatura*

##### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 339.184 o ASTM C1064, utilizada para obtener el asentamiento de la mezcla.

##### *Herramientas y equipos*

- Termómetro

##### *Procedimientos*

Insertar suavemente el termómetro al concreto superficialmente a temperatura ambiente no afecte la lectura. Se hará la medición dentro de los 5 minutos después de obtener la muestra. Dejar el dispositivo mínimo 2 minutos hasta que la temperatura del concreto se estabilice, se lee y se registra para gabinete.



**Figura 31** Medición de lecturas de la temperatura del concreto.

**Fuente:** Autoría propia.

### **2.5.2.6.3. Medición de peso unitario**

#### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 339.046 o ASTM C138.

#### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Varilla alisada de apisonado ( $\theta$  5/8" y 60 cm de largo y punta roma.)
- Recipiente metálico
- Martillo de goma
- Herramientas manuales.

#### *Procedimientos*

Se llenará el recipiente hasta un tercio de su capacidad y se compactará con el número de golpes indicados 25 golpes repartidos en tres capas. En cada capa se golpeará con el martillo para eliminar burbujas aún retenidas. Se enrasó el exceso de mezcla con la varilla, se limpió el exceso de concreto y se determinó la masa más molde. El volumen y la masa del molde se establecieron con anterioridad.

#### *Cálculos a realizar*

- Densidad de masa

$$Dc = \frac{Mc - Mr}{Vr}$$

Donde:

Dc= Densidad de masa del concreto (kg/m<sup>3</sup>)

Mc= Masa del recipiente lleno de concreto (kg.)

Mr= Masa de recipiente metálico (kg.)

Vc= Volumen de recipiente (m<sup>3</sup>)

### **2.5.2.6.4. Medición de contenido de aire.**

#### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 339.046 o ASTM C138.

#### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Varilla alisada de apisonado ( $\theta$  5/8" y 60 cm de largo y punta roma.)
- Recipiente metálico
- Martillo de goma

- Herramientas manuales.

#### *Procedimientos*

Se realizó con la olla de Washington, se colocó la mezcla de concreto en la olla de igual manera en tres capas compactado cada 25 golpes como el ensayo anterior de peso unitario, luego se tapa la olla y se procedió a echar agua hasta llenar la olla. Se procede a tomar las lecturas de contenido de aire.

### **2.5.2.7. Ensayos en estado endurecido**

#### **2.5.2.7.1. Resistencia a la compresión**

##### *Reglamentación*

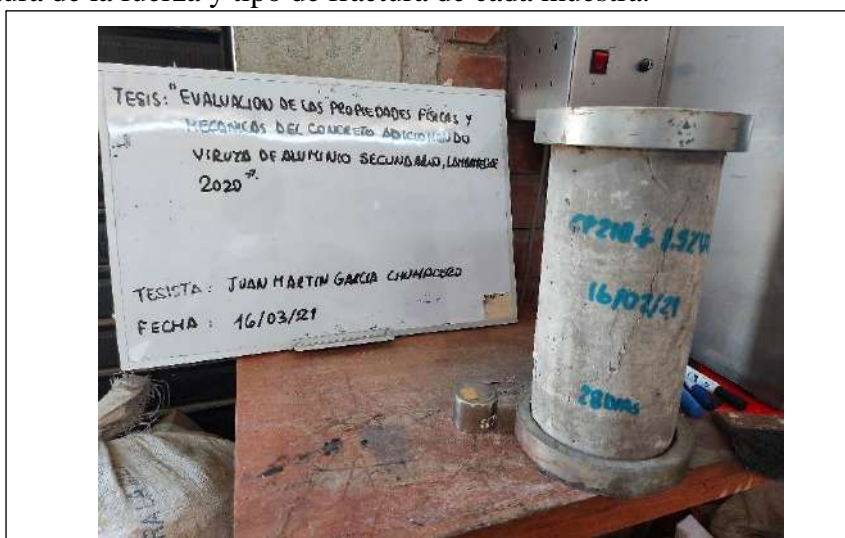
Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 339.034 o ASTM C39.

##### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Máquina de ensayo (calibrada en conformidad ASTM E4)
- Vernier
- Placas de neopreno

#### *Procedimientos*

Se realiza la medición de diámetros y longitud de la probeta cilíndrica con ayuda del vernier en ambos casos de toma dos lecturas, con la máquina de compresión se ubica correctamente la probeta con las almohadillas de neopreno ya colocadas firmemente. Se aplica la carga con velocidades bajas hasta esperar que el espécimen falle, y se procede a tomar lectura de la fuerza y tipo de fractura de cada muestra.



**Figura 32** Ruptura de probetas a el ensayo de compresión.

**Fuente:** Autoría propia.

### 2.5.2.7.2. *Resistencia a la tracción*

#### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 339.084 o ASTM C496.

#### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Máquina de ensayo (calibrada en conformidad ASTM E4)
- Vernier y regla.
- Placas metálicas.

#### *Procedimientos*

Se realiza la medición de diámetros y longitud de la probeta cilíndrica con ayuda del vernier en ambos casos de toma dos lecturas, con la máquina de compresión se ubica correctamente la probeta de manera transversal a la longitud de la probeta colocando una placa metálica inferior y superior. Se prosigue aplicar la carga con velocidades lentas de carga. Por último, se anota la carga con la cual fue fracturada la probeta.



**Figura 33** Ruptura de probetas en ensayo de tracción.

**Fuente:** Autoría propia.

### 2.5.2.7.3. *Resistencia a la flexión*

#### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según Norma Técnica Peruana 339.078 o ASTM C78.

#### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Máquina de ensayo (calibrada en conformidad ASTM E4)
- Vernier y regla.
- Placas de acero

#### *Procedimientos*

Se realiza la medición de la longitud y el ancho del prisma se raya en los tercios de las vigas y 2.5 cm a partir de los apoyos. Luego se coloca las plataformas metálicas tanto inferior y superior. Y se procede a aplicar la carga con velocidades bajas hasta su rotura, se observa si la rotura no ha salido del tercio central si es que saliese, se medirá desde el centro medio de rotura hasta el apoyo más cercano siendo valores de  $a$ . Luego los datos serán anotados en gabinete.



**Figura 34** Ensayo de flexión carga en los tercios de la viga.

**Fuente:** Autoría propia.

#### **2.5.2.7.4. Módulo de elasticidad**

##### *Reglamentación*

Está sujeta a la normatividad peruana según ASTM C469 la cual se establece para realizar dicho ensayo.

##### *Herramientas y equipos*

- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Máquina de ensayo (calibrada en conformidad ASTM E4)
- Vernier y regla.
- Compresómetro (con aprox. de medición 5 millonésimas de la deformación)

##### *Procedimientos*

Este ensayo tiene un procedimiento muy riguroso y técnico, los especímenes a en ensayar son los mismos utilizados para el ensayo a compresión, se procede a colocar el equipo y hacer los ajustes pertinentes. Tener en cuenta que los transductores estén en cero y luego

aplicar la carga lenta. Se puede obtener el módulo elasticidad y la resistencia y se anota las lecturas.

*Cálculos a realizar*

- Módulo de elasticidad

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{(\varepsilon_2 - 0.000050)}$$

Donde:

$E_c$ = Módulo de elasticidad MPa

$S_2$ = Esfuerzo correspondiente al 40% de la última carga

$S_1$ = Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria,  $\varepsilon_1$ , de 50 millonésimas MPa.

$\varepsilon_1$ = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo  $S_2$ .

$\varepsilon_2$ = Volumen de recipiente (m<sup>3</sup>)



**Figura 35** Ensayo módulo elástico del concreto.

**Fuente:** Autoría propia.



## **2.6. Criterios éticos**

El Códice Deontológico Del Colegio De Ingenieros Del Perú (2012), nombra una lista acerca de artículos lo cual promueve la ética y los valores que el profesional a servir debe tener por delante ,ya que actualmente se vive una ola de corrupción y malversación, lo cual puede corromper al profesional según su moral, pero debe estar enfocado a tener fortalecer su cultura y primaran sus valores que ha tenido durante su vida sin embargo para poder realizar las cosas honestamente sin beneficiarse del resto por consiguiente nuestras acciones como profesionales se procederá con reglamentos y/o artículos legales establecidas. La formación de nuestros ingenieros/as se pondrá en práctica cuando ellos tengan a cargo un proyecto ingenieril, el conocimiento adquirido a través de la formación académica que se ha obtenido en la universidad es aquí donde se pondrá en práctica y la solidez formativa que se ha podido aprender en el transcurso de la vida estudiantil, porque la ingeniería es diversa, en el caso que desconozca el tema, deberá proponer a algún responsable o especialista en dicho campo que a presenta la labor ingenieril, las urgencias y/o consultas deben ser consultadas si se presentan dudas. También los ingenieros podrán firmar y mediante un estudio exhaustivo podrá firmar planos y dar consultas, también podrán supervisar obras, ser residentes o asistes de ellos, finalmente nosotros debemos estar en constantes capacitaciones en todos los rubros que sea posible, al igual que talleres, seminarios, y la práctica profesional para mejorar el desenvolvimiento del profesional.

## **2.7. Criterios de Rigor Científico**

### **2.7.1. Validación de instrumentos.**

#### **Validez interna**

Pues en este proyecto la validez ha implicado todo un proceso, durante parte de su desarrollo, tanto las bases guías que son las normas técnicas peruanas al igual que normas internacionales, y entre artículos científicos y tesis debidamente sustentadas, por lo que se tiene un contexto que está en concordancia.

#### **Fiabilidad**

En dicho estudio de proyecto de tesis, todos los datos son reales ya que es posible porque nuestra población es real, seguidamente la correcta recolección de datos, es lo que nos da la certeza y seguridad en la veracidad de los resultados que vamos a obtener.

#### **Objetividad**

La presente investigación tendrá su desarrollo de una forma que mantenga su originalidad permanente en el transcurso del estudio, con el fin de ser objetivos y veraces

con los resultados que se obtendrán. Será de vital importancia la utilización de un conjunto de criterios de seria evaluación.

### **2.7.2. *Confiabilidad de instrumentos.***

#### **Validez y confiabilidad.**

Los ensayos que serán realizados bajo normatividad actual respectiva en el desarrollo de tesis, presentan un instrumento válido para proceder a realizar los ensayos, lo cual permitirá lograr resultados veraces y también un proceso adecuado ordenado de datos.

La confiabilidad de estos ensayos realizados en el Laboratorio particular LEMS W&C EIRL. donde se tendrá constancia de resultados y conclusiones asertivas para el proyecto, finalmente se espera que no presente variaciones significativas durante todo su desarrollo de la investigación.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados en tablas, figuras y gráficos

##### 3.1.1. Determinación de las características físicas de los materiales pétreos

A continuación, se muestran tablas y gráficos con los resultados correspondientes para el desarrollo del *objetivo específico N°1*, establecidos mediante normas peruanas y norteamericana, para un correcto desarrollo y orden aplicado a cada uno de los agregados pétreos.

##### 3.1.1.1. Ensayos aplicados a los agregados fino y grueso

###### A) Muestreo de canteras de agregados pétreos

Se realizó un estudio de muestreo de canteras del departamento de Lambayeque hábiles, el tesista consideró las siguientes canteras representadas en la siguiente **Tabla 17** descrita para agregados empleados en la elaboración de concreto. Se puede observar el plano de canteras para concreto en el **Anexo I**:

**Tabla 17**

*Nombre, ubicación y coordenadas de canteras de la zona de Lambayeque*

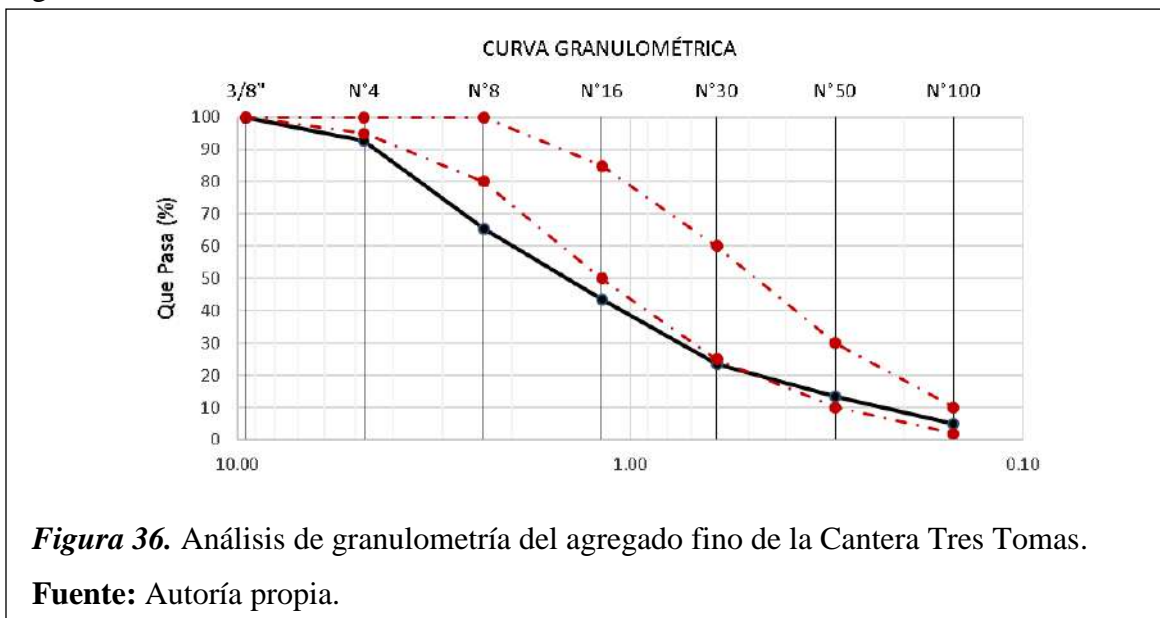
Nombre de cantera	Ubicación	Coordenadas UTM	Composición
Tres Tomas – “Bomboncito”	Distrito de Mesones Muro - Ferreñafe	9267468 N a 644852 E	Base, sub base granular, agregado grueso, fino y arena para concreto.
“La Victoria” - Pátapo	Caserío Las Canteras, Distrito de Pátapo – carretera vigilancia Canal Taymi	9257602 N a 654942 E	Cantos rodados, grava gruesa, media y fina, arena fina y gruesa, hormigón.
Pacherres – “Pacherres”	Distrito de Pucalá – Centro Poblado Pacherres -A 1 km al sur.	9249150 N a 662819 E	Agregado grueso, agregado fino, arena, arenilla.
“Castro I” - San Nicolas - Zaña	Carretera Zaña, Cayaltí, Oyotún – Desvío LA-811 antes del peaje San Nicolás	9235139 N a 652098 E	Cantos rodados, grava gruesa, media y fina de origen aluvial.

**Fuente:** Autoría propia.

## B) AGREGADOS Determinación de las granulometrías de los agregados de las canteras en el departamento de Lambayeque - NTP 400.012

### B.1) Análisis del agregado fino de cantera Tres Tomas – “Bomboncito”

En el **Anexo II** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Figura 36** se muestra los límites mínimos y máximos de la curva granulométrica de la cantera mencionada.



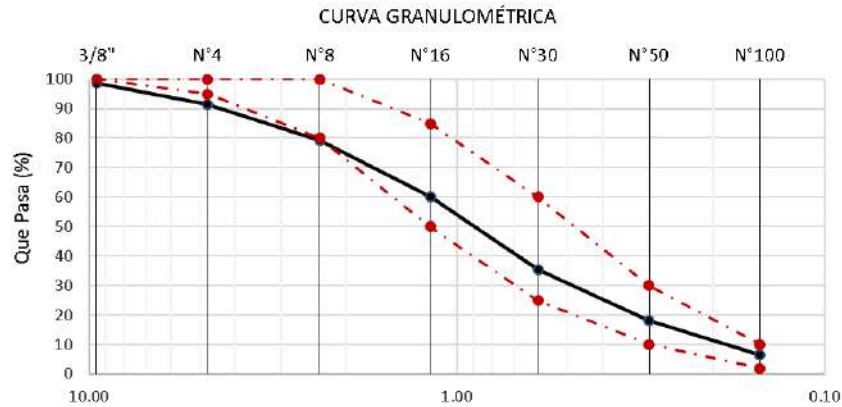
**Figura 36.** Análisis de granulometría del agregado fino de la Cantera Tres Tomas.

**Fuente:** Autoría propia.

El material delgado o arena gruesa con un valor de módulo de fineza (MF) dentro de unos rangos propuesto según la ASTM C33 (2018) (Pág. 3) entre  $2.3 < MF < 3.1$ , en este caso el MF es igual a **3.57** para una malla de referencia de 4.750 mm, y este valor base no debe variar en más de 0.20, se observó que la curva sale de los parámetros establecidos por el reglamento NTP 400.037 (2018) Pág.13, por lo que no se tomará en cuenta para el desarrollo de la investigación.

### B.2) Análisis del agregado fino de cantera Pátapo – “La Victoria”

En el **Anexo II** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Figura 37** se muestra los límites mínimos y máximos de la curva granulométrica de la cantera mencionada.



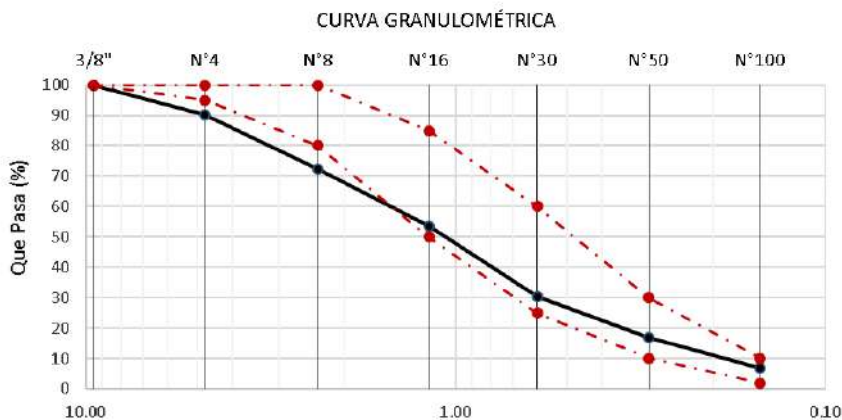
**Figura 37.** Análisis de granulometría del agregado fino de la Cantera La Victoria-Pátapo.

**Fuente:** Autoría propia.

Según la ASTM C33 (2018) (Pág. 3) entre  $2.3 < MF < 3.1$ , en este caso el MF es igual a **3.10** para una malla de referencia de 4.750 mm., lo cual cumple según lo establecido para el MF, y este valor base no debe variar en más de 0.20, se observó que la curva sale de los parámetros establecidos por el reglamento NTP 400.037 (2018) Pág.13, se observa que la curva se sale de los límites pero existe una tendencia a estar cerca a los límites mínimo lo cual se tomará para un siguiente ensayo NTP 400.018 (2002) o ASTM C117.

*B.3) Análisis del agregado fino de cantera Pacherres – “Pacherres”*

En el **Anexo II** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Figura 38** se muestra los límites mínimos y máximos de la curva granulométrica de la cantera mencionada.



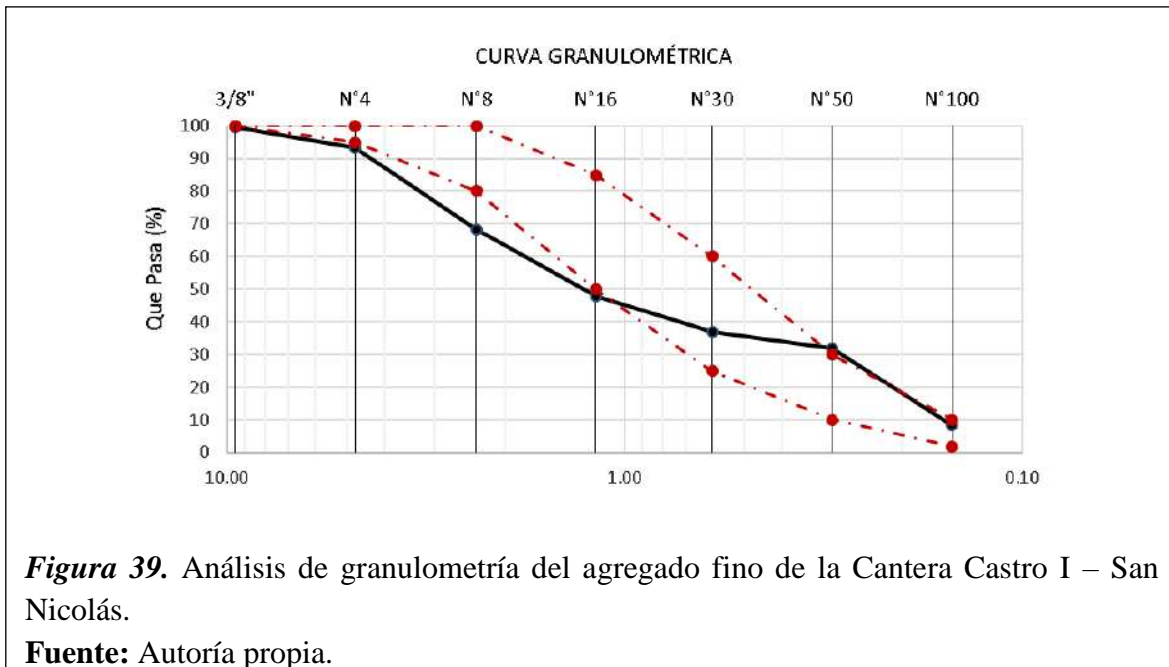
**Figura 38.** Análisis de granulometría del agregado fino de la Cantera Pacherres.

**Fuente:** Autoría propia.

Según la ASTM C33 (2018) (Pág. 3) entre  $2.3 < MF < 3.1$ , en este caso el MF es igual a **3.30** para una malla de referencia de 4.750 mm. lo cual cumple según lo establecido para el MF, y este valor base no debe variarse en más de 0.20, se observó que la curva sale de los parámetros establecidos por el reglamento NTP 400.037 (2018) Pág.13, pero la curva tiende a estar cerca a los límites lo cual se tomará para un siguiente ensayo NTP 400.018 (2002) o ASTM C117.

*B.4) Análisis del agregado fino de cantera Zaña – “Castro I – San Nicolas”*

En el **Anexo II** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Figura 39** se muestra los límites mínimos y máximos de la curva granulométrica de la cantera mencionada.



**Figura 39.** Análisis de granulometría del agregado fino de la Cantera Castro I – San Nicolás.

**Fuente:** Autoría propia.

Según la ASTM C33 (2018) (Pág. 3) entre  $2.3 < MF < 3.1$ , en este caso el MF es igual a **3.13** para una malla de referencia de 4.750 mm. lo cual cumple según lo establecido para el MF, y este valor base no debe variarse en más de 0.20, se observó que la curva sale de los parámetros establecidos por el reglamento NTP 400.037 (2018) Pág.13, pero la curva se tiende a estar cerca a los límites lo cual se tomará para un siguiente ensayo NTP 400.018 (2002) o ASTM C117.

### C) AGREGADO método peso unitario de los agregados – NTP 400.017

#### C.1) Análisis del agregado fino de cada cantera peso unitario suelto y compactado

En el **Anexo III** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 18** se muestra los resultados del ensayo de peso unitario de las canteras mencionadas.

**Tabla 18**

*Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado fino natural*

Cantera	Descripción	P.U. S	P.U. C
<b>Tres Tomas – “Bomboncito”</b>	Húmedo (Promedio)	1562.36 Kg/m <sup>3</sup>	1780.81 Kg/m <sup>3</sup>
	Seco (Promedio)	1532.63 Kg/m <sup>3</sup>	1746.93 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Pátapo – “La Victoria”</b>	Húmedo (Promedio)	1628.26 Kg/m <sup>3</sup>	1770.93 Kg/m <sup>3</sup>
	Seco (Promedio)	1623.35 Kg/m <sup>3</sup>	1765.59 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Pacherres – “Pacherres”</b>	Húmedo (Promedio)	1684.01 Kg/m <sup>3</sup>	1905.56 Kg/m <sup>3</sup>
	Seco (Promedio)	1666.36 Kg/m <sup>3</sup>	1885.59 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Zaña - “Castro I – San Nicolás”</b>	Húmedo (Promedio)	1672.39 Kg/m <sup>3</sup>	1894.99 Kg/m <sup>3</sup>
	Seco (Promedio)	1665.45 Kg/m <sup>3</sup>	1875.79 Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Autoría propia.

### D) AGREGADOS Peso específico y absorción del agregado fino - NTP 400.022

#### D.1) Análisis del agregado fino de cantera peso específico y absorción

En el **Anexo IV** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 19** se muestra los resultados del ensayo de peso específico y absorción de las canteras mencionadas.

**Tabla 19**

*Peso específico y absorción del agredo fino natural de cada cantera*

Cantera	Descripción	Resultados
<b>Tres Tomas – “Bomboncito”</b>	P.E. de masa	2.545 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E de masa saturado superficialmente seco	2.584 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E aparente	1.130 gr/cm <sup>3</sup>

<b>Pátapo – “La Victoria”</b>	Porcentaje de absorción	1.52 %
	P.E. de masa	2.533 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E de masa saturado superficialmente seco	2.547 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E aparente	1.121 gr/cm <sup>3</sup>
	Porcentaje de absorción	0.56 %
<b>Pacherres – “Pacherres”</b>	P.E. de masa	2.564 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E de masa saturado superficialmente seco	2.595 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E aparente	1.131 gr/cm <sup>3</sup>
	Porcentaje de absorción	1.22%
	<b>Zaña – “Castro I – San Nicolás”</b>	P.E. de masa
P.E de masa saturado superficialmente seco		2.611 gr/cm <sup>3</sup>
P.E aparente		1.134 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción		0.83 %

**Fuente:** Autoría propia.

### **E) AGREGADOS. Método contenido de humedad total evaporable de agregado por secado - NTP 339.185**

#### *E.1) Análisis del agregado fino de cada cantera*

En el **Anexo III** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 20** se muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad de las canteras mencionadas.

**Tabla 20**

*Contenido de humedad del agregado fino natura de cada cantera seleccionada*

<b>Cantera</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados</b>
<b>Tres Tomas - Bomboncito</b>	Peso muestra húmeda	2800.00 gr
	Peso muestra seca	2754.00 gr
	Cont. Humedad	1.94 %
<b>Pátapo – “La Victoria”</b>	Peso muestra húmeda	417.00 gr
	Peso muestra seca	415.90gr
	Cont. Humedad	0.30 %
	Peso muestra húmeda	2774.00 gr



<b>Pacherres - “Pacherres”</b>	Peso muestra seca	2746.00 gr
	Cont. Humedad	1.06 %
<b>Zaña -“Castro I - San Nicolas”</b>	Peso muestra húmeda	1311.00 gr
	Peso muestra seca	1299.30 gr
	Cont. Humedad	1.02 %

**Fuente:** Autoría propia.

**F) AGREGADOS. Método para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N°200) por lavado en agregados - NTP 400.018**

*F.1) Análisis de materiales finos del agregado fino de cada cantera (Método A)*

En el **Anexo V** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 21** se muestra los resultados del ensayo de porcentaje de finos de finos que pasa la malla #200 de las canteras seleccionadas.

**Tabla 21**

*Porcentaje de finos de canteras que tienen la granulometría parecida*

<b>Cantera</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados</b>
<b>Pátapo – “La Victoria”</b>	Masa seca muestra original	699.20 gr
	Masa seca de la muestra luego del lavado	662.50 gr
	% del material más fino que pasa por malla (N° 200)	<b>5.24 %</b>
<b>Pacherres – “Pacherres”</b>	Masa seca muestra original	614.00 gr
	Masa seca de la muestra luego del lavado	581.10 gr
	% del material más fino que pasa por malla (N° 200)	<b>5.36 %</b>
<b>Zaña – “Castro I”</b>	Masa seca muestra original	563.50 gr
	Masa seca de la muestra luego del lavado	523.40 gr
	% del material más fino que pasa por malla (N° 200)	<b>7.12 %</b>

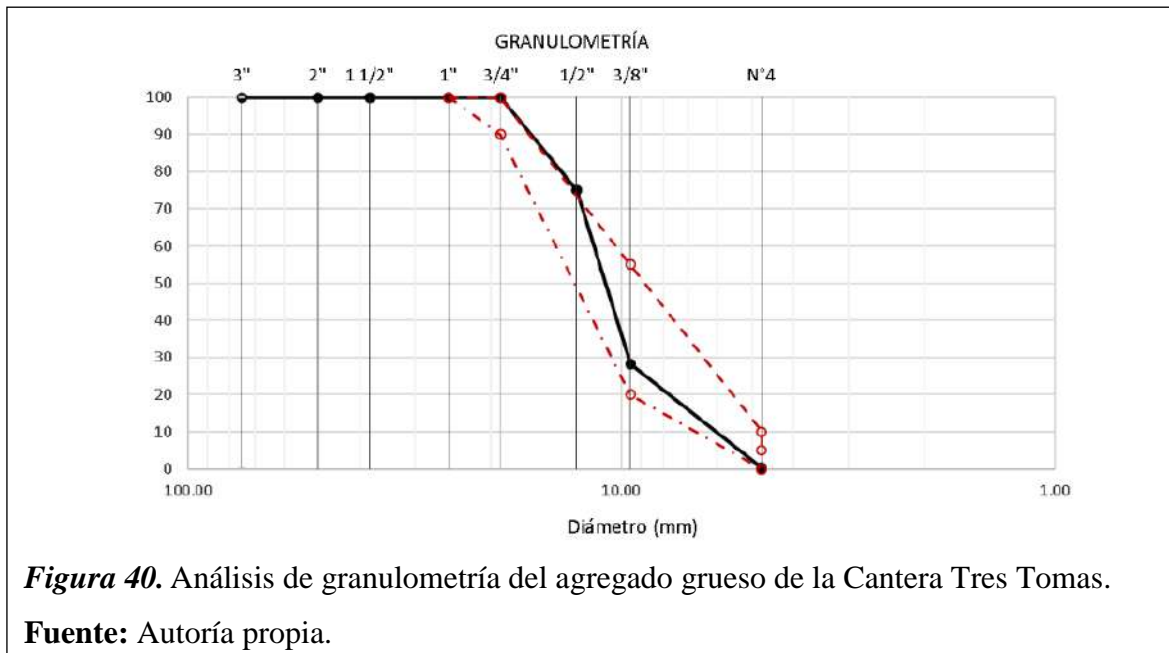
**Fuente:** Autoría propia.

### 3.1.1.2. Ensayos aplicados a los agregados gruesos

#### A) AGREGADOS. Granulometría de los agregados ASTM C136

##### A.1) Análisis granulométrico del agregado grueso de cantera Tres Tomas – “Bomboncito”

En el **Anexo II** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Figura 40** se muestra los límites máximos y mínimos de la curva granulométrica de la cantera mencionada.



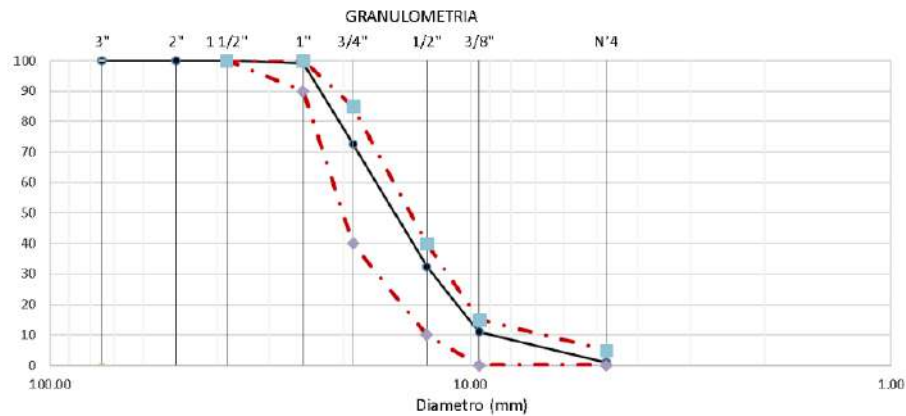
**Figura 40.** Análisis de granulometría del agregado grueso de la Cantera Tres Tomas.

**Fuente:** Autoría propia.

Se establece la calidad de los materiales recios según su uso en peso normal, se trazó una curva, esquematizada con los rangos máximos y mínimos para el **Huso 67** utilizando la NTP 400.012. Con este ensayo se permitió obtener el tamaño máximo nominal del agregado que se utilizó según la ASTM – C136. Se obtuvo un agregado mal graduado de T.M de 3/4" y T.M.N de 1/2", puesto que la curva se apega a la línea superior. Se descarta dicha cantera de agregado grueso para elaborar concreto para la siguiente investigación.

##### A.2) Análisis granulométrico del agregado grueso de cantera Pátapo – “La Victoria”

En el **Anexo II** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Figura 41** se muestra los rangos superiores y bajos de la curva granulométrica de la cantera mencionada



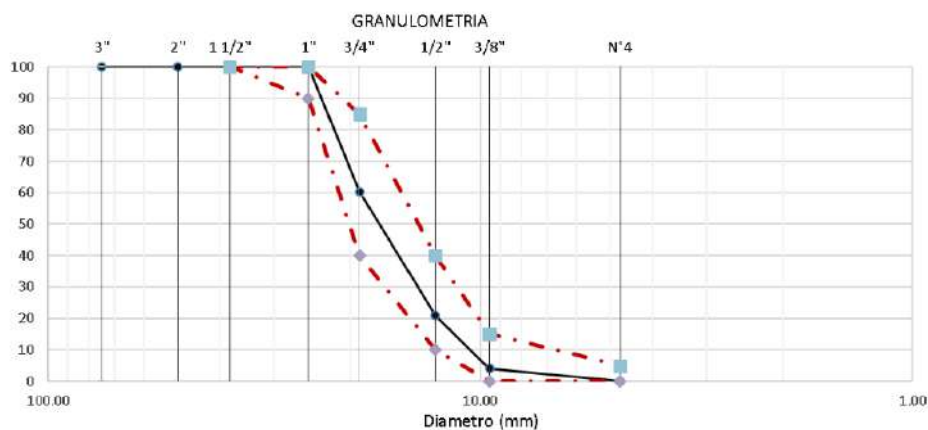
**Figura 41.** Análisis de granulometría del agregado grueso de la Cantera La Victoria-Pátapo.

**Fuente:** Autoría propia.

Se trazó una curva, graficada con los parámetros máximos y mínimos para el **Huso 56** en la NTP 400.012 como se menciona según la ASTM – C136. Se obtuvo un material recio mal graduado de tamaño máximo de **1 1/2"** y Tamaño Máximo Nominal de **3/4"** se encuentra dentro de los parámetros, su T.M.N tiene que estar dentro del 5% al 10% del % retenido para considerar su T.M.N mencionado en la NTP 400.037 (2018) página 12. Se descarta dicha cantera de agregado grueso para elaborar concreto para la siguiente investigación porque tiende a estar muy pegada a línea superior la curva granulométrica.

*A.3) Análisis granulométrico del agregado grueso de cantera Pacherres –“Pacherres”*

En el **Anexo II** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Figura 42** se muestra los límites máximos y mínimos de la curva granulométrica de la cantera mencionada.



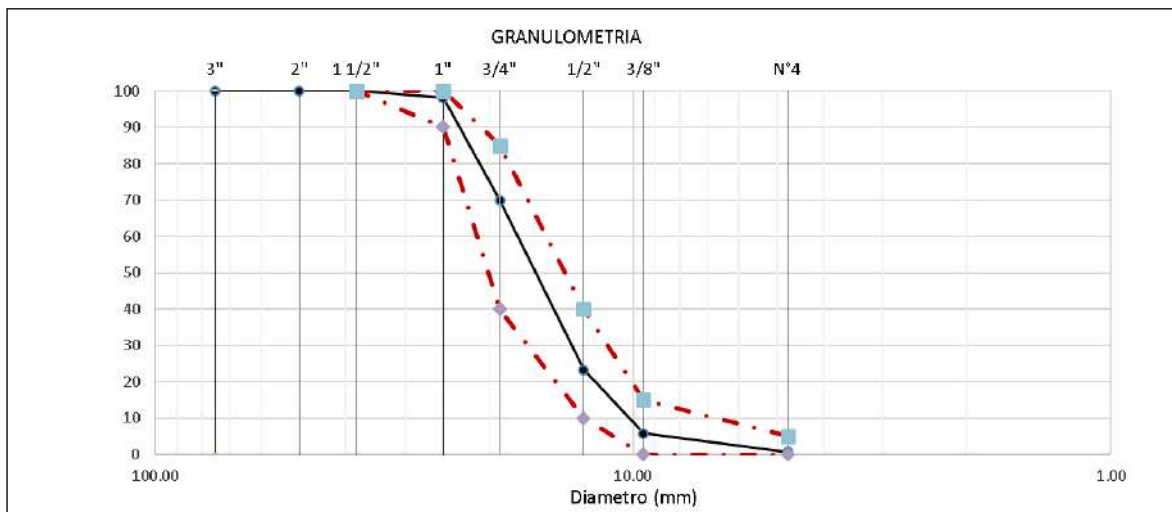
**Figura 42.** Análisis de granulometría del agregado grueso de la Cantera Pacherres.

**Fuente:** Autoría propia.

Para el siguiente ensayo se trazó una curva, graficada con los parámetros máximos y mínimos para el **Huso 56** en la NTP 400.012 como se muestra, según la ASTM – C136. Se obtuvo un agregado bien graduado de tamaño máximo de **1”** y Tamaño Máximo Nominal de **3/4”** se encuentra dentro de los parámetros permisibles de la curva granulométrica, su T.M.N tiene que estar dentro del 5% al 10% del % retenido para considerar su T.M.N establecido en la NTP 400.037 (2018) página 12, pero se verá con las otras canteras cual está en él lo óptimo de los rangos mínimos con el ensayo de abrasión.

*A.4) Análisis granulométrico del agregado grueso de cantera Zaña – “Castro I”*

En el **Anexo II** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Figura 43** se muestra los límites máximos y mínimos de la curva granulométrica de la cantera mencionada.



**Figura 43.** Análisis de granulometría del agregado grueso de la Cantera Castro I- San Nicolas.

**Fuente:** Autoría propia.

Se trazó una curva, graficada con los parámetros máximos y mínimos para el **Huso 56** en la NTP 400.012 como se menciona, según la ASTM – C136. Se obtuvo un material bien graduado de tamaño máximo de **1 1/2”** y Tamaño Máximo Nominal de **3/4”** se encuentra dentro de los parámetros que permite la curva granulométrica dentro de los rangos, su T.M.N tiene que estar dentro del 5% al 10% del % retenido para considerar su T.M.N establecido en la NTP 400.037 (2018) página 12, pero se verá con las otras canteras cual está en él lo óptimo de los rangos mínimos con el ensayo de abrasión.

## B) AGREGADOS Peso unitario de los agregados ASTM C29

### B.1) Análisis del agregado grueso de cantera peso unitario suelto y compactado

En el **Anexo III** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 22** se muestra los resultados del ensayo de peso unitario de las canteras seleccionadas.

**Tabla 22**

*Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado grueso natural*

Cantera	Descripción	P.U. S	P.U.C
<b>Tres Tomas</b> – “Bomboncito”	Húmedo (Promedio)	1446.66 Kg/m <sup>3</sup>	1564.55 Kg/m <sup>3</sup>
	Seco (Promedio)	1442.39 Kg/m <sup>3</sup>	1559.94 Kg/m <sup>3</sup>
<b>La Victoria-</b> <b>Pátapo</b>	Húmedo (Promedio)	1485.82 Kg/m <sup>3</sup>	1641.06 Kg/m <sup>3</sup>
	Seco (Promedio)	1481.45 Kg/m <sup>3</sup>	1636.24 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Pacherres</b> – “Pacherres”	Húmedo (Promedio)	1433.24Kg/m <sup>3</sup>	1555.52 Kg/m <sup>3</sup>
	Seco (Promedio)	1426.28 Kg/m <sup>3</sup>	1547.98 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Castro I - San</b> <b>Nicolas</b>	Húmedo (Promedio)	1443.25 Kg/m <sup>3</sup>	1582.13 Kg/m <sup>3</sup>
	Seco (Promedio)	1436.94 Kg/m <sup>3</sup>	1575.22 Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Autoría propia.

## C) AGREGADOS Peso específico y absorción del agregado grueso

### C.1) Análisis del agregado grueso de cantera peso específico y absorción

En el **Anexo IV** se puede observar los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 23** se muestra los resultados del ensayo de peso específico y absorción de las canteras seleccionadas.

**Tabla 23**

*Peso específico y absorción del agregado grueso natural de cada cantera*

Cantera	Descripción	Resultados
<b>Tres Tomas</b>	P.E. de masa	2.242 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E de masa saturado superficialmente seco	2.276 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E aparente	2.323 gr/cm <sup>3</sup>
	Porcentaje de absorción	1.554 %

<b>La Victoria</b>	P.E. de masa	2.149 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E de masa saturado superficialmente seco	2.220 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E aparente	2.313 gr/cm <sup>3</sup>
	Porcentaje de absorción	3.302 %
<b>Pacherres</b>	P.E. de masa	2.230gr/cm <sup>3</sup>
	P.E de masa saturado superficialmente seco	2.321gr/cm <sup>3</sup>
	P.E aparente	2.454 gr/cm <sup>3</sup>
	Porcentaje de absorción	4.101%
<b>Castro I-</b>	P.E. de masa	2.509 gr/cm <sup>3</sup>
<b>San Nicolas</b>	P.E de masa saturado superficialmente seco	2.555 gr/cm <sup>3</sup>
	P.E aparente	2.630 gr/cm <sup>3</sup>
	Porcentaje de absorción	1.830%

**Fuente:** Autoría propia.

#### **D) AGREGADOS. Método contenido de humedad total evaporable de agregado por secado ASTM C-135**

##### *D.1) Análisis del agregado grueso de cantera contenido de humedad*

En el **Anexo III** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 24** se muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad de las canteras seleccionadas.

**Tabla 24**

*Contenido de humedad del agregado grueso natura de cada cantera seleccionada*

<b>Cantera</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados</b>
<b>Tres Tomas – “Bomboncito”</b>	Peso muestra húmeda	4788.00 gr
	Peso muestra seca	4775.00 gr
	Cont. Humedad	0.30 %
<b>Pátapo – “La Victoria”</b>	Peso muestra húmeda	3138.00 gr
	Peso muestra seca	3129.90gr
	Cont. Humedad	0.29 %
<b>Pacherres – “Pacherres”</b>	Peso muestra húmeda	4301.00 gr
	Peso muestra seca	4282.00 gr

	Cont. Humedad	0.49 %
<b>Zaña –</b>	Peso muestra húmeda	4622.00 gr
<b>“Castro I-San Nicolas”</b>	Peso muestra seca	4603.50 gr
	Cont. Humedad	0.44 %

**Fuente:** Autoría propia.

### **E) AGREGADOS. Método resistencia a la degradación en agregados grueso de tamaños menor por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles ASTM-C131**

#### **E.1) Análisis del agregado grueso de canteras ensayo de los Abrasión**

Solo se realizó a la cantera Pacherres y Castro I, pues ambas presentan sus curvas granulométricas parecidas y para optar la mejor, se hizo el ensayo a estas dos canteras descartando las otras dos canteras de Tres Tomas y Pátapo-La Victoria. En el **Anexo VI** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 25** se muestra los resultados del ensayo de degradación de agregados de las canteras seleccionadas más aptas.

**Tabla 25**

*Resultados de la degradación en agregados gruesos en la máquina de los ángeles*

<b>Cantera</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados</b>
<b>Pacherres</b>	Masa sin tara	5000.00 gr
	Masa retenida en malla N°12	4502.00gr
	Masa que pasa malla N° 12	498.00 gr
	Desgaste	9.96 %
<b>Castro I- San Nicolas</b>	Masa sin tara	5000.00 gr
	Masa retenida en malla N°12	3981.00 gr
	Masa que pasa malla N° 12	1019.00 gr
	Desgaste	20.38 %

**Fuente:** Autoría propia.

Según la NTP 400-019 (2014), los resultados obtenidos en laboratorio si cumplen puesto que la norma opta un desgaste máximo del 50% lo cual comparándola con la muestra tiene un desgaste por abrasión de 9.96% de la cantera PACHERRES y 20.23% en la cantera CASTRO – I, por lo tanto se encuentra dentro de los rangos que establece la norma., en este caso la que tiene menor desgaste es la cantera Pacherres la cual se utilizará en la investigación descartando las demás canteras de agregado grueso.

**3.1.1.3. Resultados obtenidos del estudio de canteras óptimas para el diseño de mezclas**

Los resultados de las canteras que se calificaron como óptimas para desarrollar la siguiente investigación son: La cantera “**PACHERRES**” para *agregado grueso* y la cantera “**LA VICTORIA-PÁTAPO**” para *agregado fino* y la *viruta de aluminio secundario* se extrajo de la factoría “**VALYNO SRL**”.

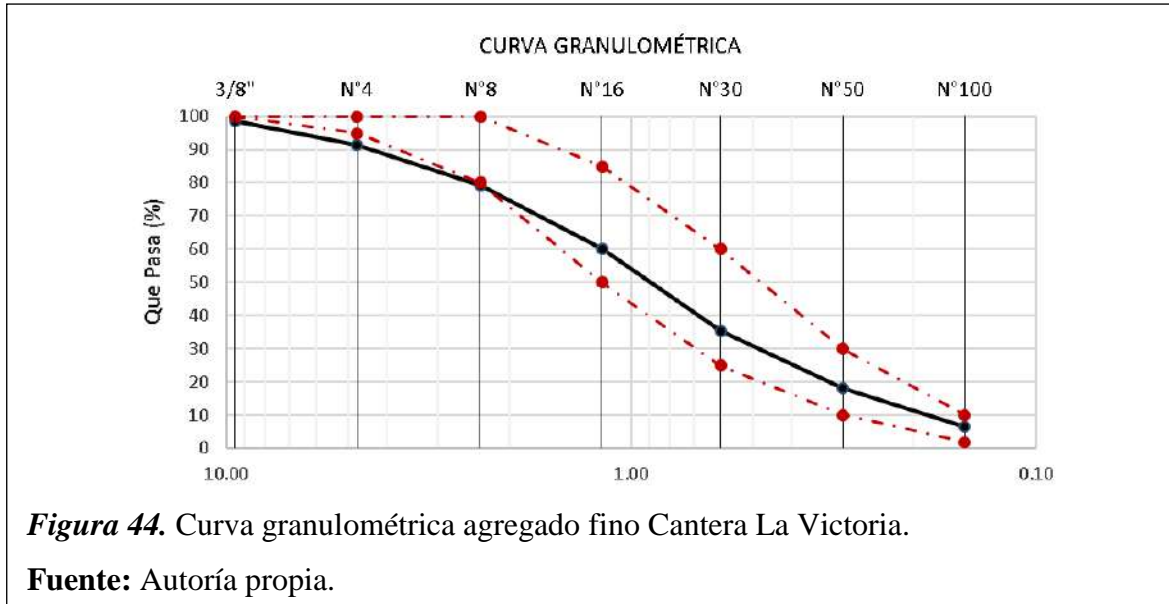
**A) Agregado delgado – Cantera La Victoria – Pátapo (Anexo II)**

**Tabla 26**

*Análisis Granulométrico del Agregado fino Cantera La Victoria*

<b>Malla (Pulg.)</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Ret. Acum.</b>	<b>% Que Pasa</b>
<b>3/8”</b>	18.30	1.50	1.50	98.50
<b>N°4</b>	87.60	7.20	8.70	91.30
<b>N°8</b>	145.80	11.98	20.69	79.31
<b>N°16</b>	232.60	19.12	39.81	60.19
<b>N°30</b>	303.60	24.95	64.76	35.24
<b>N°50</b>	208.50	17.43	81.90	18.10
<b>N°100</b>	139.00	11.43	93.33	6.67
<b>FONDO</b>	81.20	6.67	100.00	0.00

**Fuente:** Autoría propia.





**Tabla 27***Características físicas del agregado fino Cantera La Victoria*

<b>Ensayos</b>	<b>Valores</b>	<b>Anexo</b>
Módulo de fineza	3.105	II
Peso unit. suelto seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.623	III
Peso unit. compactado seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.766	III
Peso específico de masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.533	IV
Porcentaje de absorción (%)	0.56	IV
Contenido de humedad (%)	0.30	III

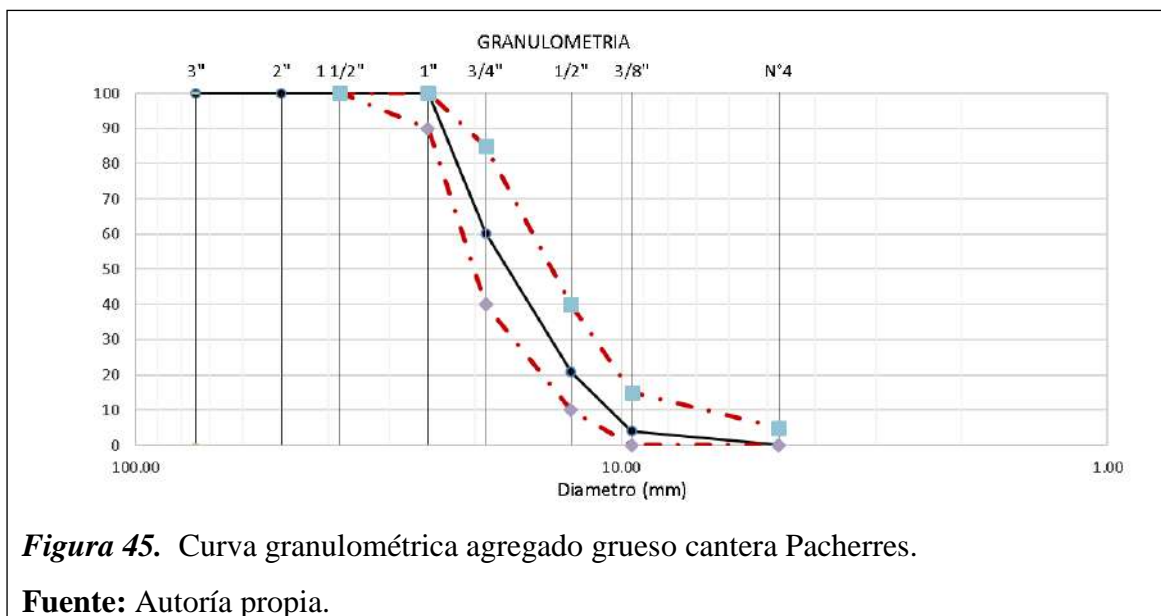
**Fuente:** Autoría propia.**Tabla 28***Resultado del ensayo de determinación materiales más finos que pasa la malla N°200 - Cantera La Victoria*

<b>Cantera</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados</b>	<b>Anexo</b>
<b>Pátapo – “La Victoria”</b>	Masa seca muestra original	699.20 gr	V
	Masa seca de la muestra luego del lavado	662.50 gr	
	% del material más fino que pasa por malla (N° 200)	5.24 %	

**Fuente:** Autoría propia.**B) Agregado recio – Pacherres – Pacherres (Anexo II)****Tabla 29***Análisis Granulométrico del Agregado grueso*

<b>Malla</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Ret. Acum.</b>	<b>% Que Pasa</b>
<b>2”</b>	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>1 1/ 2”</b>	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>1”</b>	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>3/4”</b>	1547.00	39.70	39.70	60.30
<b>1/2”</b>	1536.00	39.50	79.20	20.80
<b>3/8”</b>	650.00	16.70	95.90	4.10
<b>N°4</b>	156.00	4.00	99.90	0.10
<b>FONDO</b>	3.00	0.10	100.00	0.00

**Fuente:** Autoría propia.



**Figura 45.** Curva granulométrica agregado grueso cantera Pacherres.

**Fuente:** Autoría propia.

**Tabla 30**

*Características físicas del agregado grueso*

Ensayos	Resultados	Anexo
Módulo de fineza	4.147	II
Peso unit. suelto seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.426	III
Peso unit. compactado seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.548	III
Peso específico de masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.230	IV
Porcentaje de absorción (%)	4.101	IV
Contenido de humedad (%)	0.49	III

**Fuente:** Autoría propia.

**Tabla 31**

*Ensayo de abrasión – Máquina de los ángeles resultados del agregado grueso*

Descripción	Resultados	Anexo
Peso inicial antes del ensayo (gr)	5000.00	
Peso final después de las 500 revoluciones	4502.00	VI
% de desgaste por abrasión	9.96	

**Fuente:** Autoría propia.

### ***3.1.2. Elección del tipo de viruta de aluminio secundario que va hacer adicionada en la investigación***

Los siguientes resultados de las proporciones de cada resistencia están dados en la siguiente Tabla 31 correspondiente al desarrollo del **objetivo específico N°2**.

En dicha investigación para definir el mejor tipo de viruta se procederá a ejecutar mezclas de prueba, preparando probetas para ser ensayadas a compresión simple. Los parámetros de diseño de las mezclas conciernen a la dosificación del diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se adicionó al 0.5% respecto al cemento y se ensayó a los 7 días de edad mostrado en **Anexo X**.

A) Probeta de prueba con viruta sin seleccionar (CPVSS)



**Figura 46.** Viruta sin seleccionar.

**Fuente:** Autoría propia.

Esta mezcla de prueba (CPVSS) contiene virutas de aluminio secundario y se caracteriza por tener todo tipo de viruta esparcido en totalidad de su volumen. Al momento de ensayar esta muestra la resistencia fue baja con un promedio de 131.91 kg/cm<sup>2</sup>. Se pudo notar que la baja fortaleza se debe a que involuntariamente la viruta incorpora aire dentro de la mezcla y esto se demostró cuando se rompieron las probetas, porque las virutas no se distribuían uniformemente en la mezcla.

También se pudo observar en lo que respecta su densidad pues presentó valores inferiores de todos los diseños en este caso de los cuatro diseños realizados.

B) Probeta de prueba con viruta escalonada (CPVE)



**Figura 47.** Viruta escalonada.

**Fuente:** Autoría propia.

Para esta mezcla se obtuvo de filamentos y disponen un lado liso y el otro semi rugoso, de los 4 tipos de virutas estas son quebradizas al momento de manipular, razón por la cual no es posible tener virutas superiores a 3 a 4 cm.

Por lo cual se utilizó fibras de 1 cm de longitud y se logró conseguir una resistencia promedio de 154.61 kg/cm<sup>2</sup>. Se consideró la fragilidad de estas fibras cuando están sometidas a esfuerzos de flexión con la mano.

C) Probeta de prueba con viruta continua (CPVC)



**Figura 48.** Viruta continua.

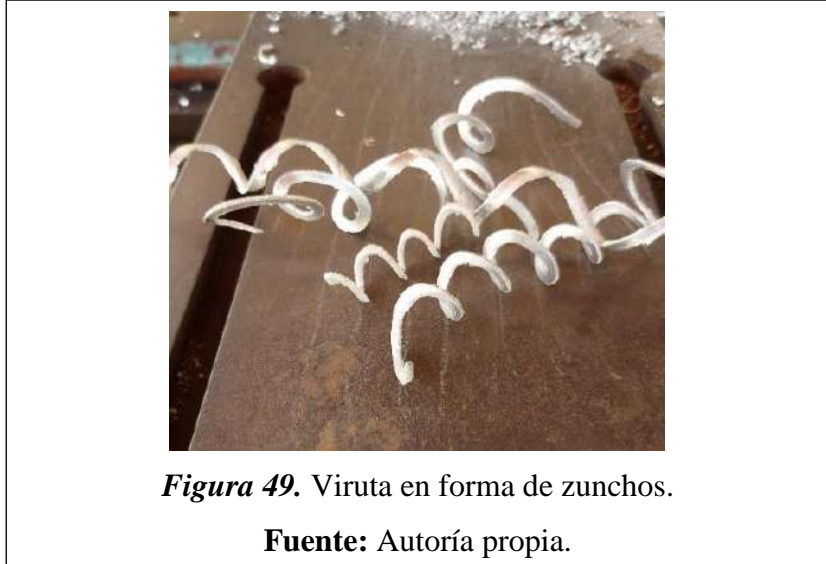
**Fuente:** Autoría propia.

La viruta de esta mezcla proviene de grado de corte de 30°, se caracteriza por tener grandes longitudes y muestran una forma semi helicoidal, de las cuatro clases de viruta, estas tienen considerable facilidad a ser maniobradas. Así mismo, su densidad presentó

resultados más alto que el de sin seleccionar y de los demás tipos de viruta, indicando ser más compacto y menor contenido de vacíos.

Estas virutas para esta mezcla fueron cortadas en tamaños de 6 cm de longitud, estos cilindros de prueba presentan una resistencia promedio de 165.64 kg/cm<sup>2</sup>, se observó una buena adherencia que existe entre el concreto y la viruta.

#### D) Probeta de prueba con viruta zunchada (CPVZ)



La viruta de esta mezcla se caracterizó por tener la forma de un resorte, y para poder usarlos en la mezcla se acortó su tamaño a 5 cm de longitud, se observó que pueden alargarse poco con dificultad incluso romperse. Los resultados de las probetas prueban una resistencia promedio de 158.83 kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia se debe a la gran adherencia que generan las virutas en la masa del concreto debido a su forma.

#### **Fibra De Elección**

Analizando por compresión simple se tiene mayor resistencia con virutas en forma de zuncho 158.83 kg/cm<sup>2</sup>, seguido por la viruta continua 165.64kg/cm<sup>2</sup>. La facilidad de manipular las virutas está relacionada directamente con la forma, ya que las laminas pueden tener la longitud deseada sin modificar las características de la viruta, por otro lado las fibras en forma de zuncho también se pueden manipular pero tienen la dificultad que al estirarse no recupera su forma original y se rompen con facilidad.

Como resultado final se establece que la viruta óptima son las continuas, debido a que pueden obtenerse en cualquier tamaño y su mayor resistencia. En el **Anexo XIV** se puede observar los resultados obtenidos que se describen en la siguiente **Tabla 32**.

**Tabla 32**

*Resultado a compresión simple mezclas con diferentes tipos de virutas de aluminio secundario.*

Identificación	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	f'c	f'c	f'c promedio
	f'c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(%)
CPVSS1 – Sin seleccionar	210			7	24137.28	15.15	180.27	133.90	63.76	62.81
CPVSS2 -Sin seleccionar	210			7	23574.24	15.20	181.46	129.92	61.86	
CPVE1- Escalonada	210			7	27468.60	15.20	181.46	151.38	72.08	73.63
CPVE2- Escalonada	210	04/02/2021	11/02/2021	7	28080.60	15.05	177.89	157.85	75.17	
CPVC1- Continua	210			7	30324.60	15.20	181.46	167.12	79.58	78.88
CPVC2- Continua	210			7	30222.60	15.31	184.09	164.17	78.18	
CPVZ1- Zunchada	210			7	29012.88	15.20	181.46	159.89	76.14	75.63
CPVZ2- Zunchada	210			7	29388.24	15.40	186.27	157.78	75.13	

**Fuente:** Autoría propia.

### 3.1.3. Diseño de Mezclas del concreto patrón

Seguidamente luego de obtener los resultados de los materiales pétreos tanto de agregado fino y grueso (Ensayo de granulometría, contenido de humedad, peso unitario, peso específico, absorción, lo que pasa la malla N°200 y abrasión), después de ello mediante el método de ACI 211.1, se obtuvo el diseño de mezclas de las siguientes resistencias de concreto patrón  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

Los siguientes resultados de las proporciones de cada resistencia correspondiente al desarrollo del *objetivo específico N°3*.

#### Diseño de mezcla de prueba

El diseño de mezclas de prueba permite comprobar si la dosificación planteada logra cumplir los requerimientos de diseño, esto permite corregir (aumentando o disminuyendo) los elementos constitutivos de la mezcla antes de realizar las mezclas definitivas para ello se realizó el diseño de mezclas con factor de seguridad 0, con 50 y 100% del valor 84 que le corresponde a las resistencias de 210 hasta  $350 \text{ kg/cm}^2$ , que corresponde a la resistencia promedio  $f'cr: f'c + 84$ . Teniendo esta tabla resumen de

resultados estos valores están reglamentados en el ACI 211. En el **Anexo VIII**, se observa los resultados de diseño de prueba para ambas resistencias y en el **Anexo XIII** rotura de probetas presentados en la **Tabla 33** y **Tabla 34** para diseños de resistencia patrón.

**Tabla 33**

*Diseño de mezclas de concreto de prueba 210 kg/cm<sup>2</sup> para elegir el más óptimo en función a su factor de seguridad*

Descripción	Resistencias de diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3
	Factor de seguridad		
	0	50	100
Relación A/C	0.747	0.678	0.613
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	339	385	448
Cemento (bls/m <sup>3</sup> )	8.0	9.0	10.6
Agua (Lts)	253	261	275
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	819	872	789
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	968	880	795
Elección de diseños de mezclas de prueba para 210 kg/cm <sup>2</sup>			
	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3
$F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 7 días P1	157.25	175.60	237.85
$F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 7 días P2	164.24	212.34	247.25
$F'c$ (%)	76.54	92.37	115.50

**Fuente:** Autoría Propia.

En este caso se eligió Diseño 1, con un  $f'c$  promedio de 76.54% superando el 75% reglamentado, pues sin la necesidad de llegar al diseño 2 y 3 se obtiene la resistencia y el porcentaje mínimo que es del 75% como lo estipula el Reglamento Nacional de edificaciones (2017), optimizando así los recursos y los materiales en la parte económica, pues baja el uso del cemento.

**Tabla 34**

*Diseño de mezclas de concreto de prueba 280 kg/cm<sup>2</sup> para elegir el más óptimo en función a su factor de seguridad*

Descripción	Resistencias de diseño F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>			
	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3	Diseño 4
	Factor de seguridad			
	0	50	100	30
Relación A/C	0.624	0.563	0.518	0.600
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	410	470	528	454
Cemento (bls/m <sup>3</sup> )	9.7	11.1	12.4	10.7
Agua (Lts)	256	265	274	272
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	832	853	823	839
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	820	848	814	854
<b>Elección de diseños de mezclas de prueba para 280 kg/cm<sup>2</sup></b>				
	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3	Diseño 4
F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 7 días - P1	190.43	211.53	235.36	215.51
F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 7 días - P2	198.08	235.25	249.89	220.48
F'c (%)	69.38	79.78	86.65	77.86

**Fuente:** Autoría Propia.

En este caso se eligió Diseño 4, con un f'c promedio de 77.86% superando el 75% reglamentado con un 30% del factor de seguridad y se obtuvo la resistencia optimizando así los recursos y los materiales en la parte económica, pues baja el uso del cemento. En la **Tabla 35** se muestra los resultados de Diseño de mezcla de concreto patrón. En el **Anexo IX** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo.

**Tabla 35** *Diseño de mezclas del concreto patrón de cada resistencia diseñada*

Descripción	Resistencias de diseño de mezclas	
	F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>
Relación A/C	0.747	0.600
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	339	454
Agua (Lts)	253	272
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	819	839
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	968	854

**Fuente:** Autoría propia.



**3.1.4. Diseño de Mezclas del concreto patrón con adición al 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% de viruta de aluminio secundario respecto al peso del cemento.**

Los diseños de mezclas son para dos diseños de mezclas  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, para las dosis de 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.0% de viruta de aluminio secundario adicionado en función al peso del cemento. En el **Anexo XI** se puede observar más detalladamente los datos precisados para este ensayo. En la **Tabla 36** se muestra los resultados de Diseño de mezcla.

Los siguientes resultados de las proporciones de cada resistencia correspondiente al desarrollo del **objetivo específico N°4**.

**Tabla 36**

*Diseño de mezclas del concreto patrón adicionando porcentajes de viruta de aluminio secundario para la resistencia de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>*

Descripción	Resistencias de diseño $F'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>			
	0.50%	1.50%	3.50%	5.00%
Relación A/C	0.747	0.747	0.747	0.747
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	339	339	339	339
Agua (Lts)	253	253	253	253
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	819	819	819	819
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	968	968	968	968
Viruta aluminio secundario (kg/m <sup>3</sup> )	1.70	5.09	11.88	16.97

**Fuente:** Autoría propia.

En la **Tabla 37** se muestra los resultados de Diseño de mezcla para C28 + %VAS. En el **Anexo XI** se puede observar más detalladamente los datos para este ensayo

**Tabla 37**

*Diseño de mezclas del concreto patrón adicionando porcentajes de viruta de aluminio secundario para la resistencia de  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>*

Descripción	Resistencias de diseño $F'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup>			
	0.50%	1.50%	3.50%	5.00%
Relación A/C	0.600	0.600	0.600	0.600
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	454	454	454	454
Agua (Lts)	272	272	272	272
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	839	839	839	839
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	854	854	854	854
Viruta aluminio secundario (kg/m <sup>3</sup> )	2.27	6.81	15.88	22.69

**Fuente:** Autoría propia.

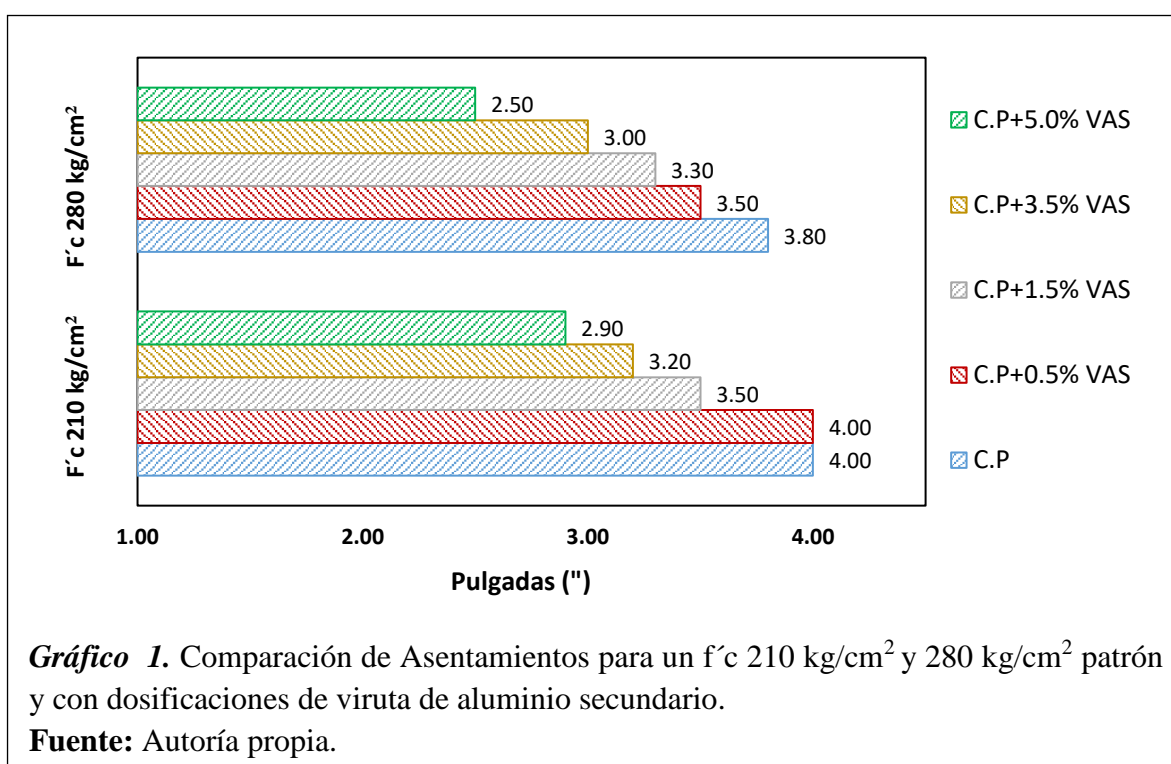
### 3.1.5. Propiedades físicas del concreto patrón y concreto patrón con viruta de aluminio secundario

Se ha evaluado las propiedades en estado fresco (Asentamiento, Temperatura, Peso unitario y Contenido de aire). En **Anexo XII** se presentan informes de los ensayos.

Los siguientes resultados corresponden al desarrollo del **objetivo específico N°5**.

#### 3.1.5.1. Asentamiento

En el **Gráfico 1**, se muestra la comparación de cada adición porcentaje de VAS manteniendo un rango entre 3" a 4" de asentamiento desde la adición con 0,5%, 1,5% y 3,5% de VAS. Disminuyendo en ambos diseños con 5% de VAS. Esto podría atribuirse a que la viruta vuelve menos trabajable a medida que aumenta la proporción de VAS.

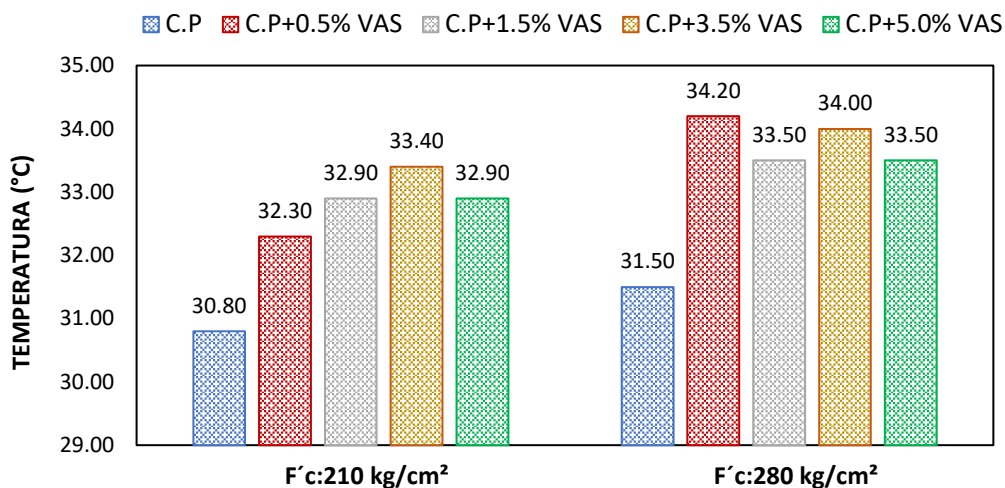


**Gráfico 1.** Comparación de Asentamientos para un  $f'c$  210  $kg/cm^2$  y 280  $kg/cm^2$  patrón y con dosificaciones de viruta de aluminio secundario.

**Fuente:** Autoría propia.

#### 3.1.5.2. Temperatura

La temperatura presenta un aumento de  $2^{\circ}C$  aproximadamente al momento de adicionar la viruta respecto de la muestra estándar y son temperaturas aleatorias para ambos diseños patrones. Se establece según parámetros de la ASTM C1064M, en el **Gráfico 2**.

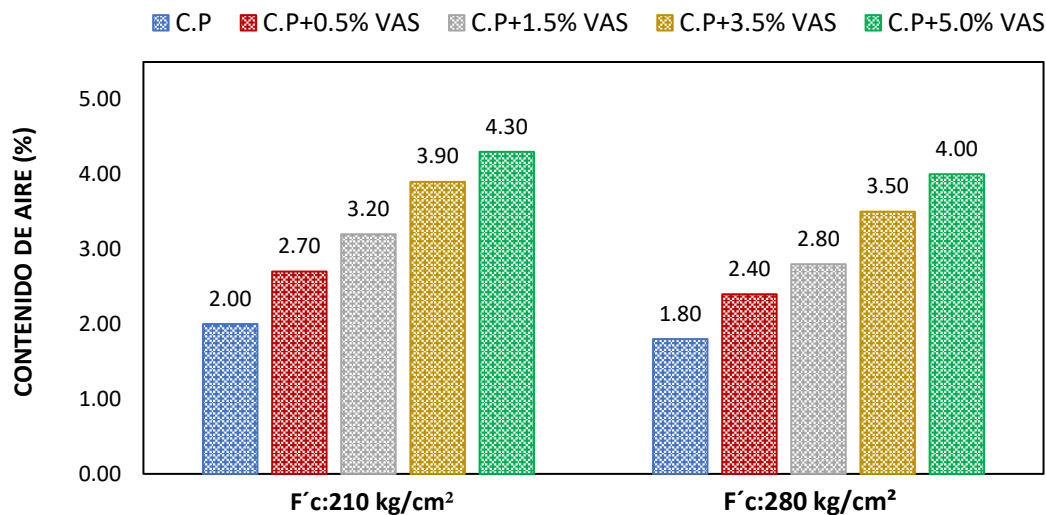


**Gráfico 2.** Comparación de temperatura para un  $f'c$  210  $kg/cm^2$  y 280  $kg/cm^2$  patrón y con dosificaciones de viruta de aluminio secundario.

**Fuente:** Autoría propia.

### 3.1.5.3. Contenido de aire

En comparación con las muestras estándar que oscilan entre 2% y 1,8%, existe un incremento de contenido de aire que sobreestima las muestras estándar. Pues a mayor contenido de VAS mayor contenido de aire. Esto se podría atribuir a una reacción química que se produce al contacto del cemento con el aluminio que ocasiona liberación de burbujas de gas hidrógeno ( $H_2$ ), produciendo los famosos camino gusano, en el **Gráfico 3** se muestra los resultados del ensayo.



**Gráfico 3.** Comparación de Contenido de aire para un  $f'c$  210  $kg/cm^2$  y 280  $kg/cm^2$  patrón y con dosificaciones de viruta de aluminio secundario.

**Fuente:** Autoría propia.

### 3.1.5.4. Peso unitario del concreto

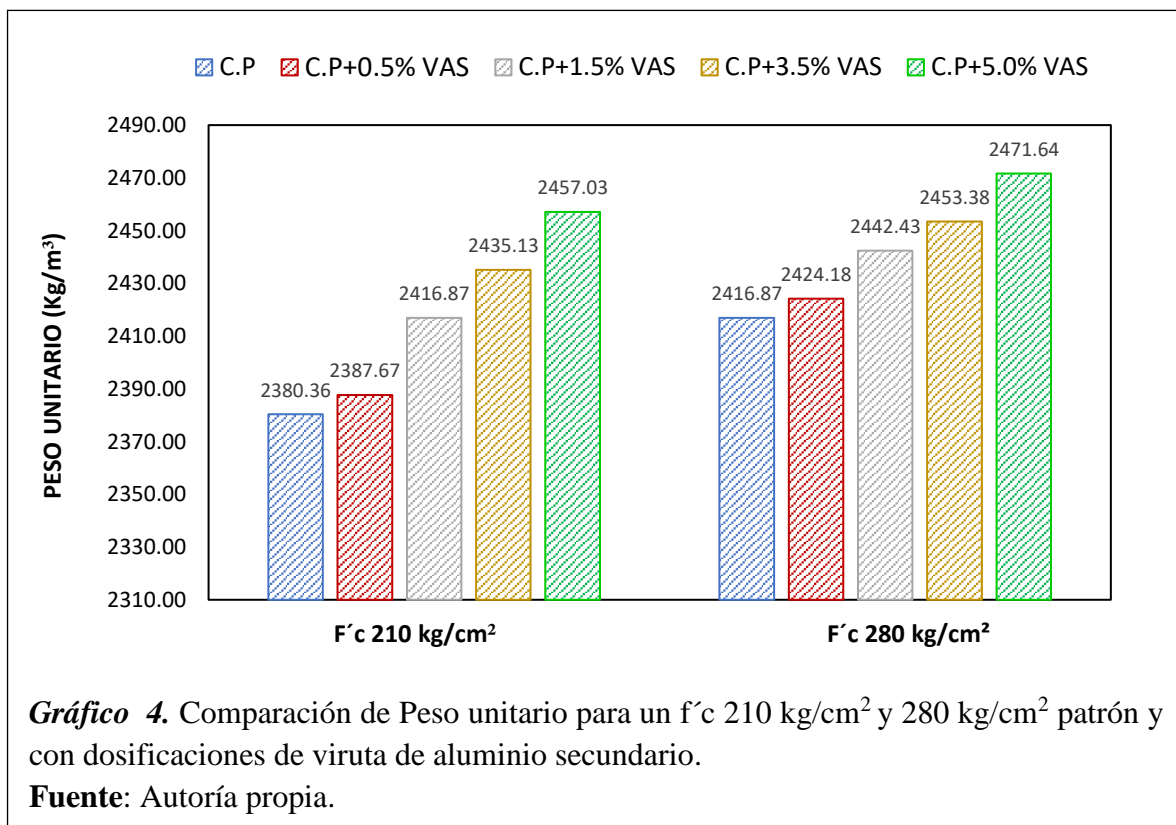
**Tabla 38**

Valores de peso en kilogramos de cada muestra en estado fresco

Descripción	Peso de la probeta más el material (gr)	
	F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto patrón (C.P)	11750.00	11850.00
C.P + 0.5% viruta de aluminio secundario	11770.00	11870.00
C.P + 1.5% viruta de aluminio secundario	11850.00	11920.00
C.P + 3.5% viruta de aluminio secundario	11900.00	11950.00
C.P + 5.0% viruta de aluminio secundario	11960.00	12000.00
Peso del recipiente (Kg)	5.23	
Altura del recipiente (m)	0.155	
Diámetro del recipiente (m)	0.152	
Volumen del recipiente (m <sup>3</sup> )	0.002739	

Fuente: Autoría propia.

Como se observa en el **Gráfico 4** el peso unitario aumentó progresivamente a medida que se aumenta los porcentajes de VAS respecto al concreto patrón para ambos diseños C21 y C28. Esto se debe a la densidad del aluminio y el aumento de cada porcentaje adicionado en comparación con la estándar.



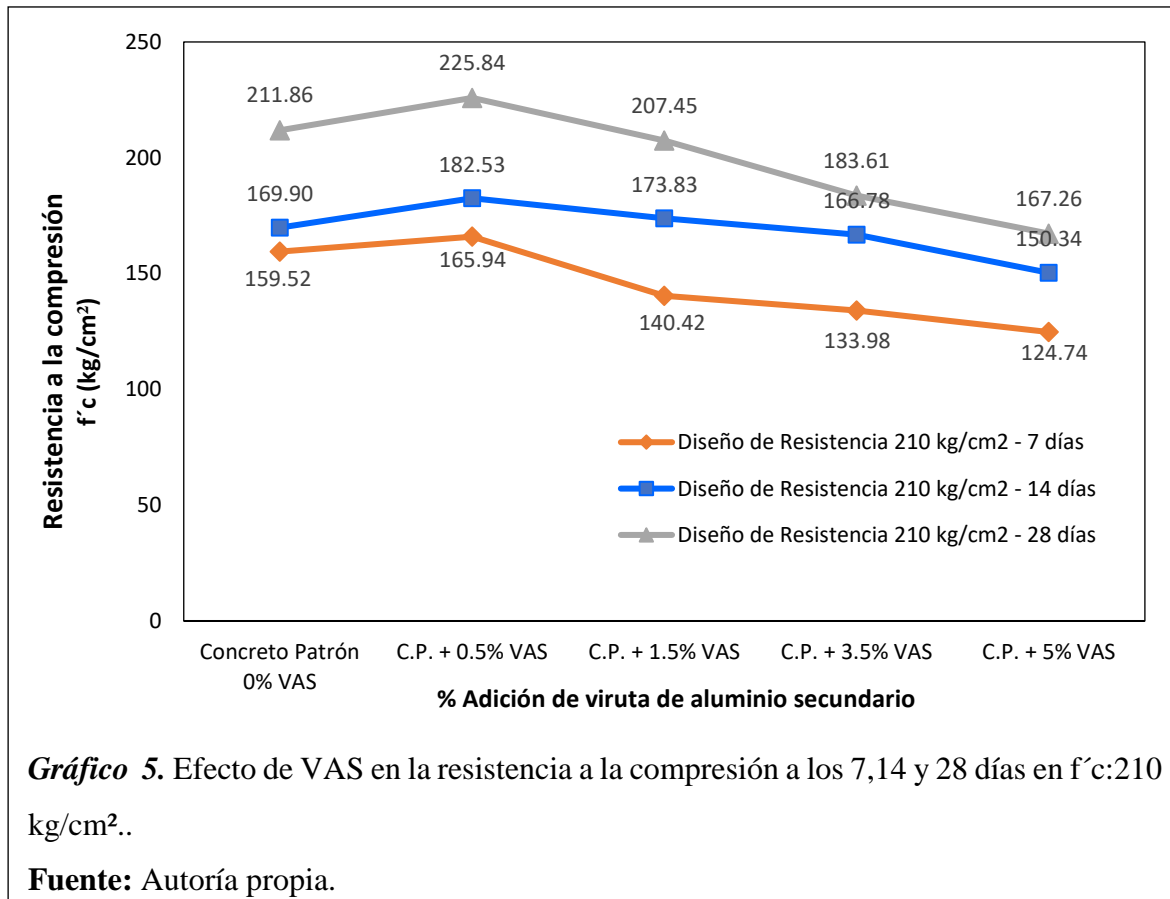
### 3.1.6. Propiedades mecánicas del concreto patrón, concreto patrón con viruta de aluminio secundario

En los subsiguientes gráficos se exhibe el efecto de la adición de la viruta de aluminio secundario en diferentes dosis comparado con el concreto patrón derivados del ensayo a compresión axial, tracción, flexión y módulo de elasticidad, que se realizó producto de la elaboración de probetas de concreto un promedio de la ruptura de tres probetas y rupturas a edades de 7, 14 y 28 días de curado. Los siguientes resultados corresponden al desarrollo del *objetivo específico N°6*.

#### 3.1.6.1. Resistencia a la compresión axial

a) Resistencia a la compresión del concreto patrón y concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario (VAS) a 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00% adicionado al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

En el **Anexo XV** y **XVI**, se puede observar los resultados más detallados del ensayo a la compresión de los cilindros, teniendo el resultado final el esfuerzo de compresión del concreto y estos resultados varían obedeciendo al número de días curados que hayan tenido cada espécimen, los datos específicos se muestran en el siguiente **Gráfico 5**.



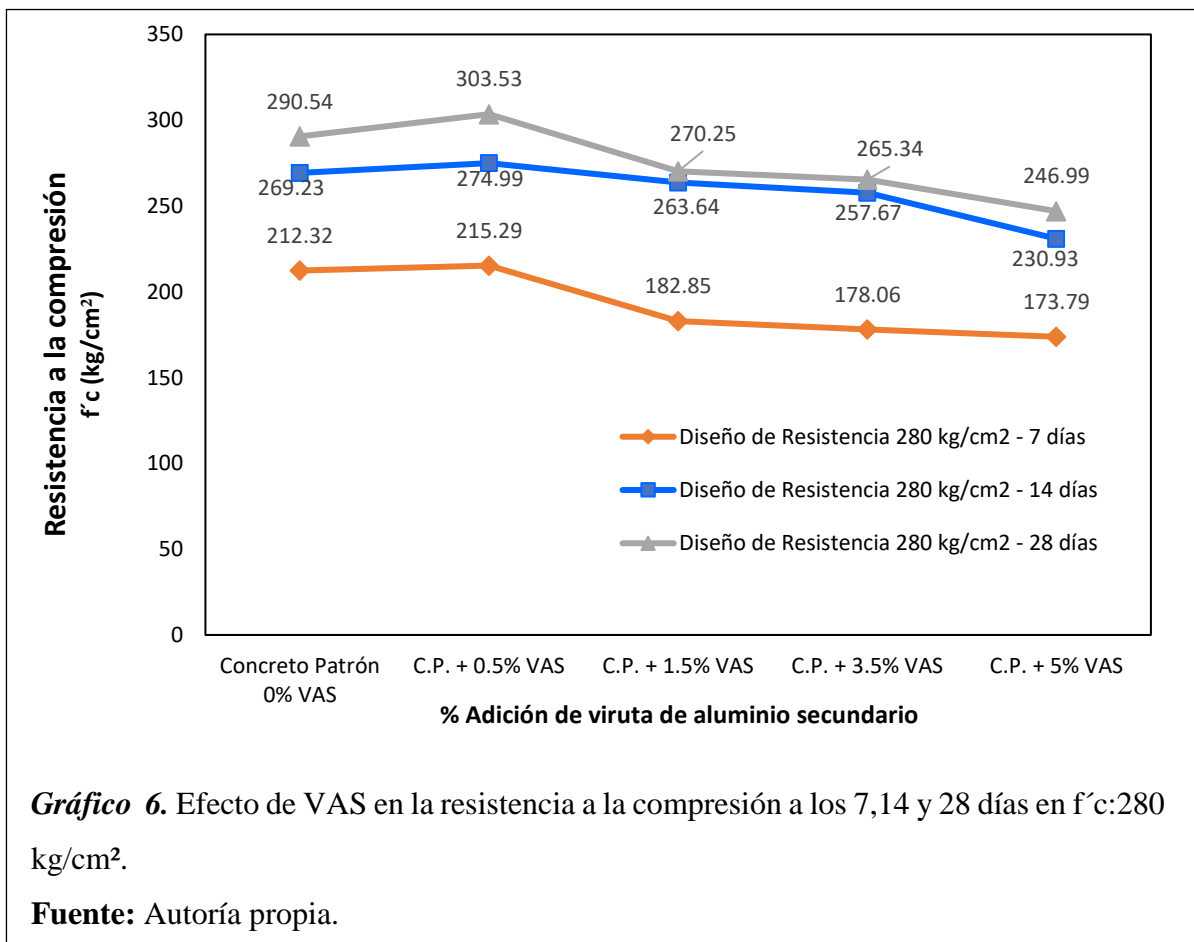
**Gráfico 5.** Efecto de VAS en la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días en  $f'c:210 \text{ kg/cm}^2$ ..

**Fuente:** Autoría propia.

La interpretación de ello a los 28 días de curado, se pudo observar que al 0.5% de adición tuvo un mayor incremento a lo que respecta a los demás porcentajes con un alza incluso en comparación con el concreto patrón en 13.98 kg/cm<sup>2</sup> que equivale un 6.59% para una resistencia f'c 210kg/cm<sup>2</sup>.

**b) Resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario (VAS) a 0.50%, 1.50, 3.50% y 5.00% adicionando al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia de diseño f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>.**

En el **Anexo XV** y **Anexo XVI**, se puede observar los resultados más detallados del ensayo a la compresión de los cilindros, teniendo el resultado final el esfuerzo de compresión del concreto, los datos específicos se muestran en el siguiente **Gráfico 6**.

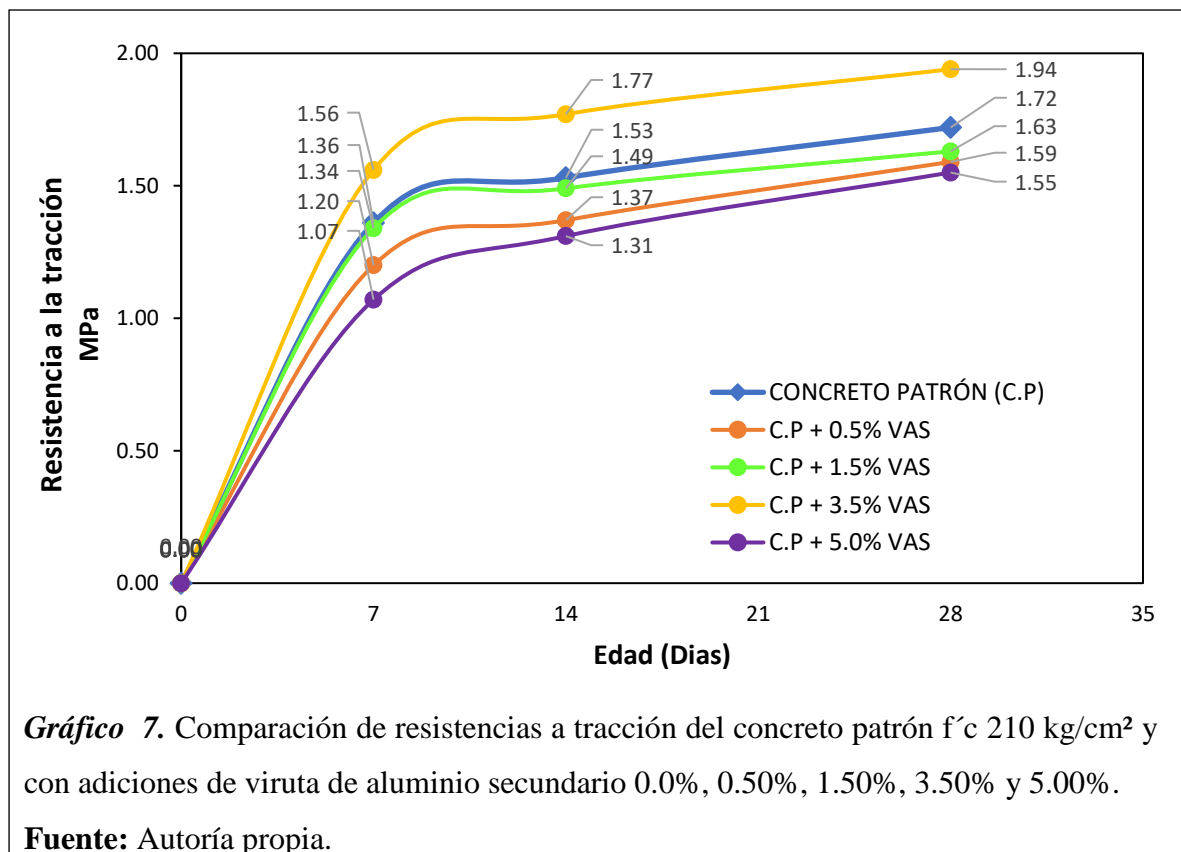


La interpretación de ello a los 28 días de curado, se pudo observar que al 0.5% de adición tuvo un mayor incremento a lo que respecta a los demás porcentajes con un alza incluso en comparación con el concreto patrón en 12.99kg/cm<sup>2</sup> que equivale un 4.47% para una resistencia f'c 280kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.1.6.1. Resistencia a la compresión diametral - Tracción

a) Resistencia a compresión diametral del concreto patrón, y concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario (VAS) en 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00% adicionando al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

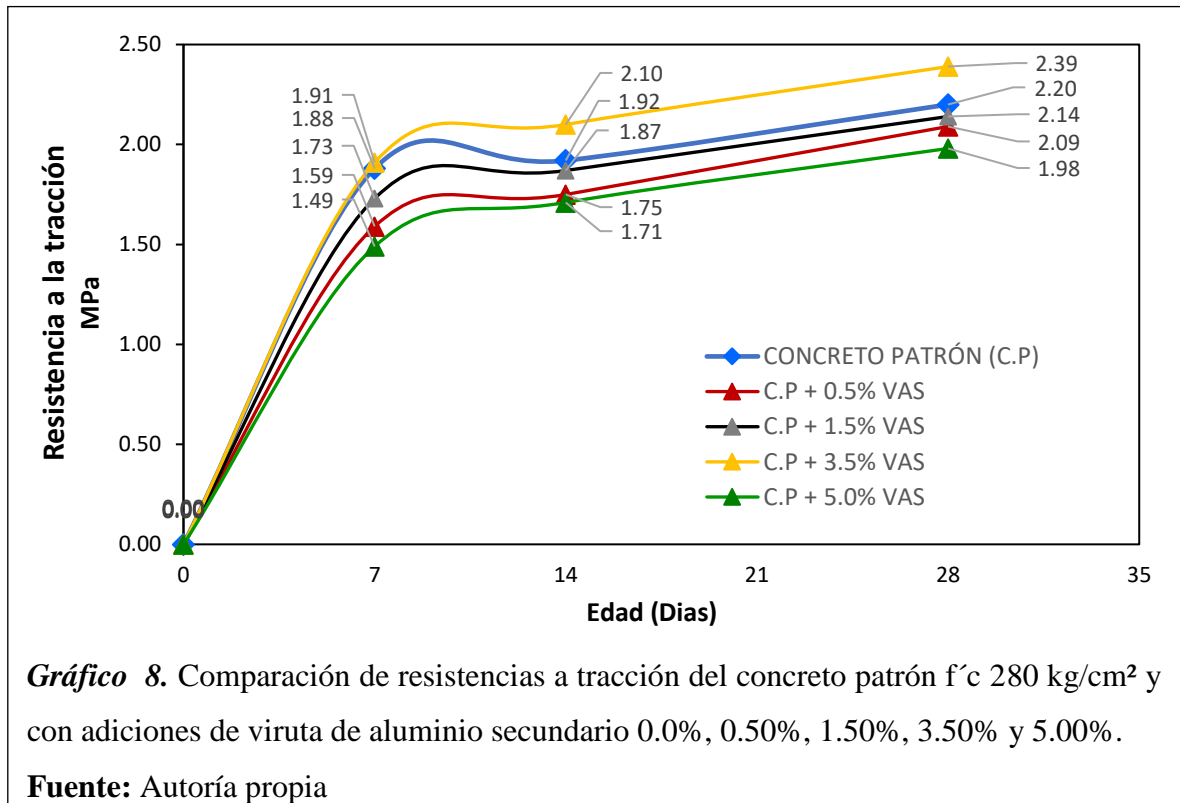
En el Anexo XVII y Anexo XVIII, se puede observar los resultados más detallados del ensayo a la tracción de los cilindros, teniendo el resultado final el esfuerzo de tracción del concreto, los datos específicos se muestran en el siguiente **Gráfico 7**



La interpretación de ello a los 28 días de curado, se observó que el 3.5% de adición tuvo un mayor incremento a lo que respecta a los demás porcentajes con un alza en comparación con el concreto patrón en 0.22 MPa que equivale un 12.79%.

b) Resistencia a compresión diametral del concreto patrón, y concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario (VAS) en 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00% adicionando al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

En el Anexo XVII y Anexo XVIII, se puede observar los resultados más detallados del ensayo a la tracción de los cilindros, teniendo el resultado final el esfuerzo de tracción, los datos específicos se muestran en el siguiente **Gráfico 8**.



**Gráfico 8.** Comparación de resistencias a tracción del concreto patrón  $f'c 280 \text{ kg/cm}^2$  y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.0%, 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%.

**Fuente:** Autoría propia

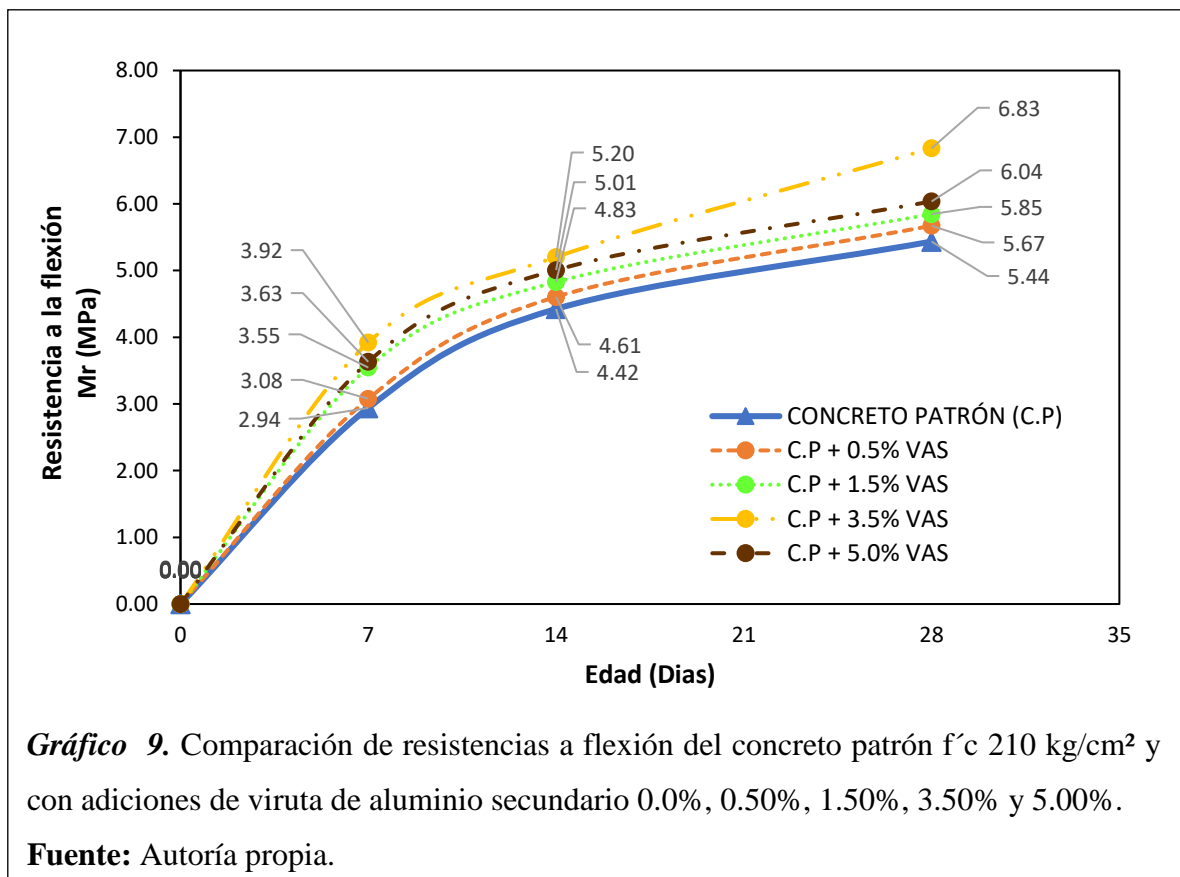
La interpretación de ello a los 28 días de curado, se observó que el 3.5% de adición tuvo un mayor incremento a lo que respecta a los demás porcentajes con un alza en comparación con el concreto patrón en 0.19 MPa que equivale un 8.64%.



### 3.1.6.1. Resistencia a la flexión

a) Resistencia a flexión del concreto patrón, y concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario (VAS) en 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00% adicionando al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia de diseño  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

En el Anexo XIX y Anexo XX, se puede observar los resultados más detallados del ensayo a la flexión de las vigas, teniendo el resultado final el esfuerzo de flexión del concreto, los datos específicos se muestran en el siguiente **Gráfico 9**.



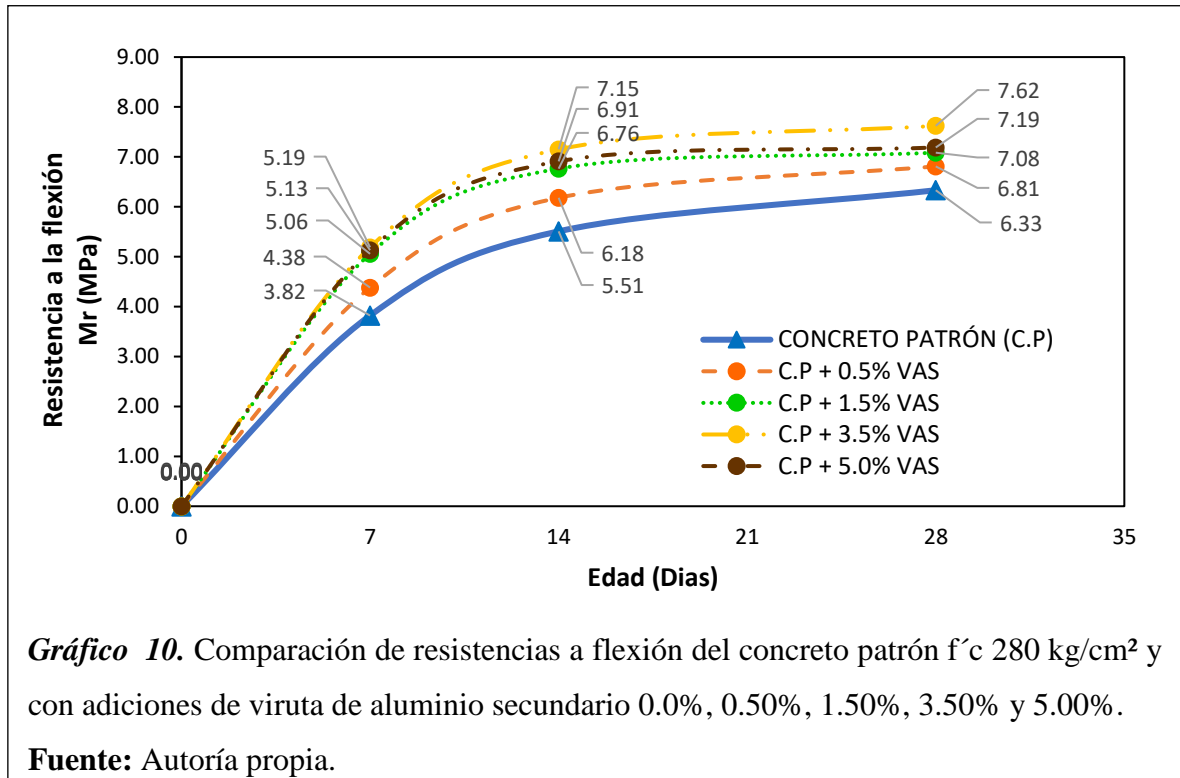
**Gráfico 9.** Comparación de resistencias a flexión del concreto patrón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.0%, 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%.

**Fuente:** Autoría propia.

La interpretación de ello a los 28 días de curado, se observó que al 3.5% de adición se tuvo un resultado de 6.83 MPa un mayor incremento a lo que respecta a los demás porcentajes con un alza en comparación con el concreto patrón con 1.39 MPa. que equivale un 25.72% de incremento.

**b) Resistencia a flexión del concreto patrón, y concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario (VAS) en 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00% adicionando al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia de diseño  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>.**

En el **Anexo XIX** y **Anexo XX**, se puede observar los resultados más detallados del ensayo a la flexión de las vigas, teniendo el resultado final el esfuerzo de flexión del concreto, los datos puntuales se muestran en el siguiente **Gráfico 10**.



**Gráfico 10.** Comparación de resistencias a flexión del concreto patrón  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y con adiciones de viruta de aluminio secundario 0.0%, 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%.

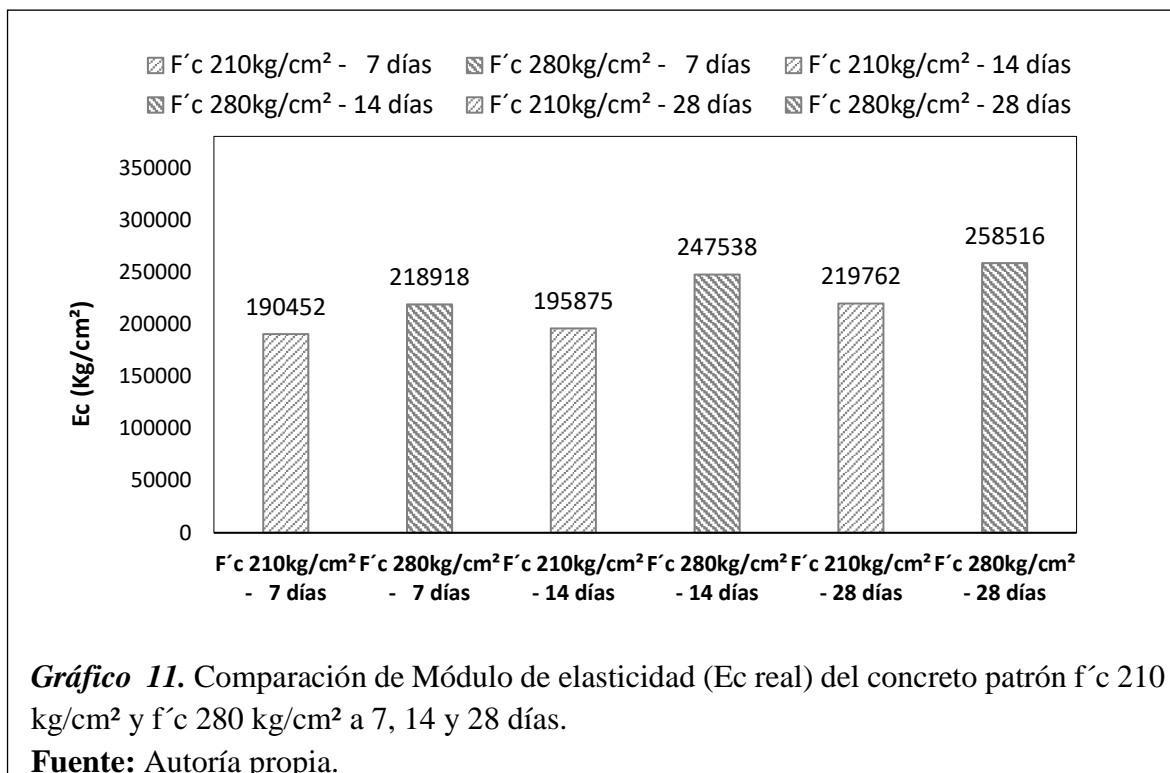
**Fuente:** Autoría propia.

La interpretación de ello a los 28 días de curado, se observó que al 3.5% de adición se tuvo un resultado de 7.62 MPa un mayor incremento a lo que respecta a los demás porcentajes con un alza en comparación con el concreto patrón con 1.29 MPa. que equivale un 20.37% de incremento.

### 3.1.6.1. Módulo de elasticidad

a) **Módulo de elasticidad estática del concreto patrón, a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.**

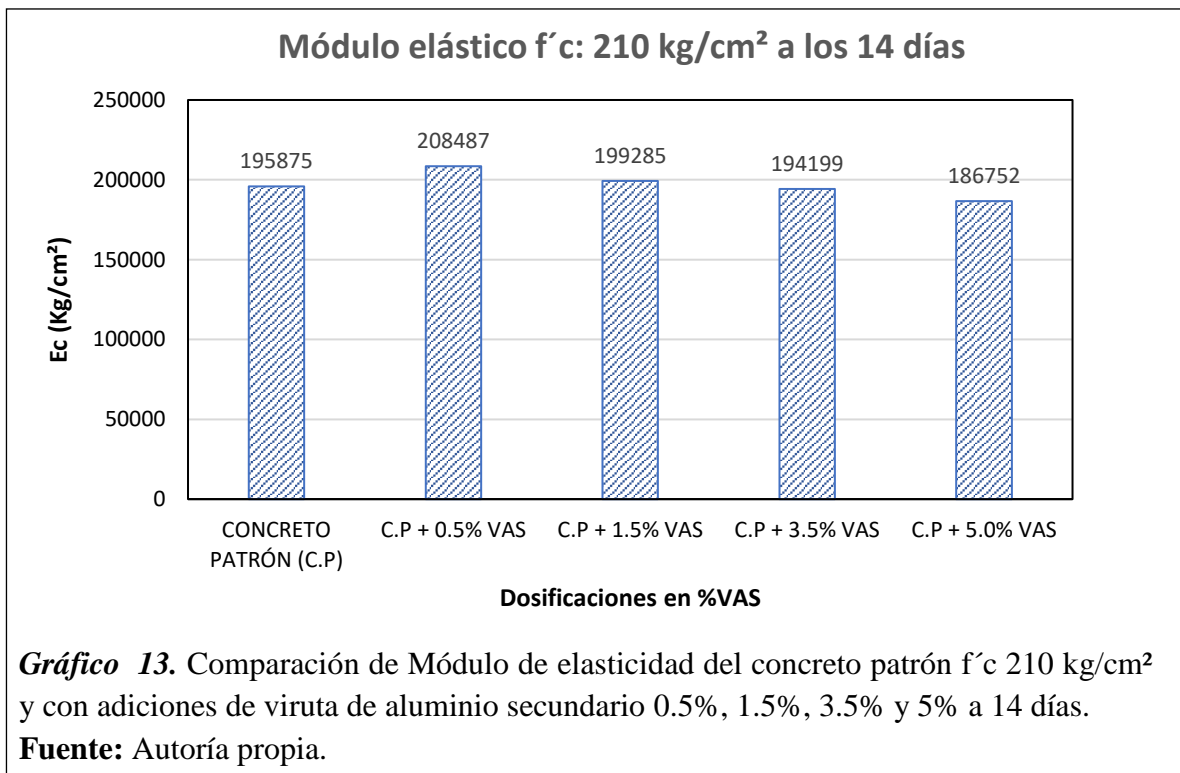
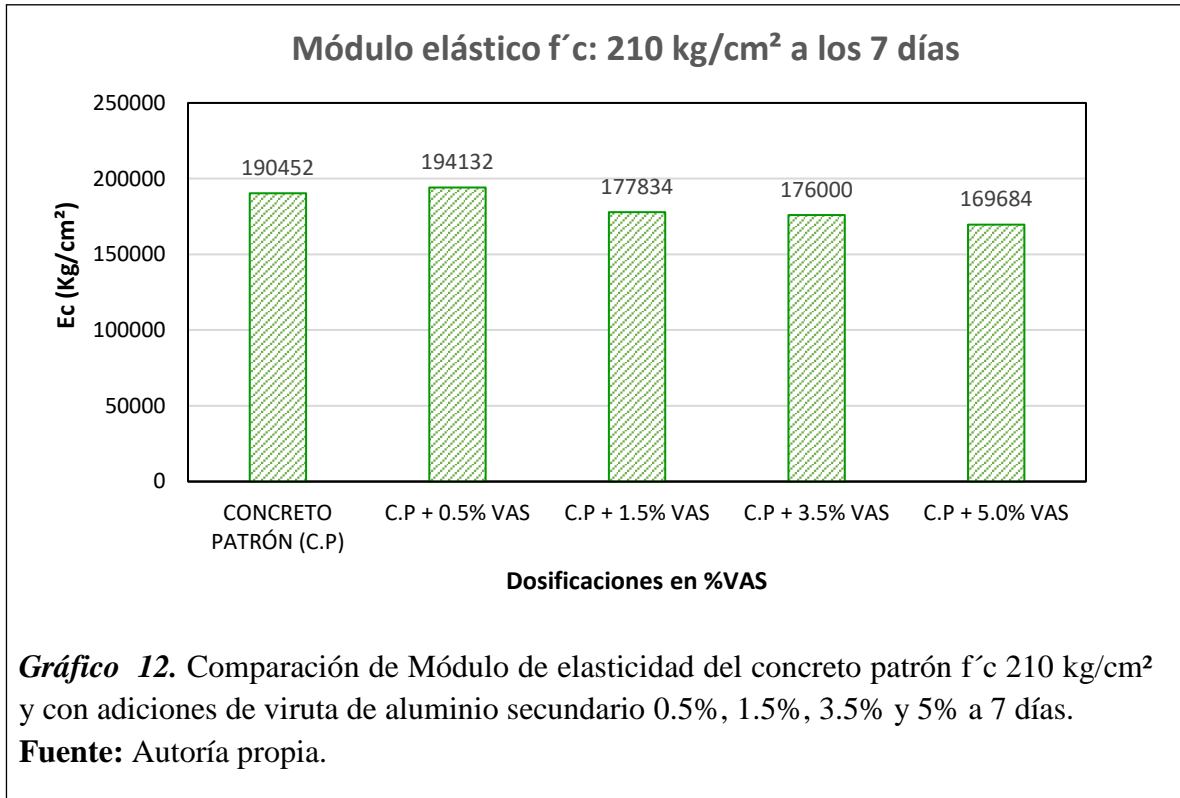
A las muestras se les realizó el ensayo de módulo de elasticidad según la ASTM C494. En el **Gráfico 11**, se puede observar los resultados del ensayo de módulo de elasticidad estático a los cilindros. Estos resultados se pueden observar de manera más detallada en el **Anexo XXI**.

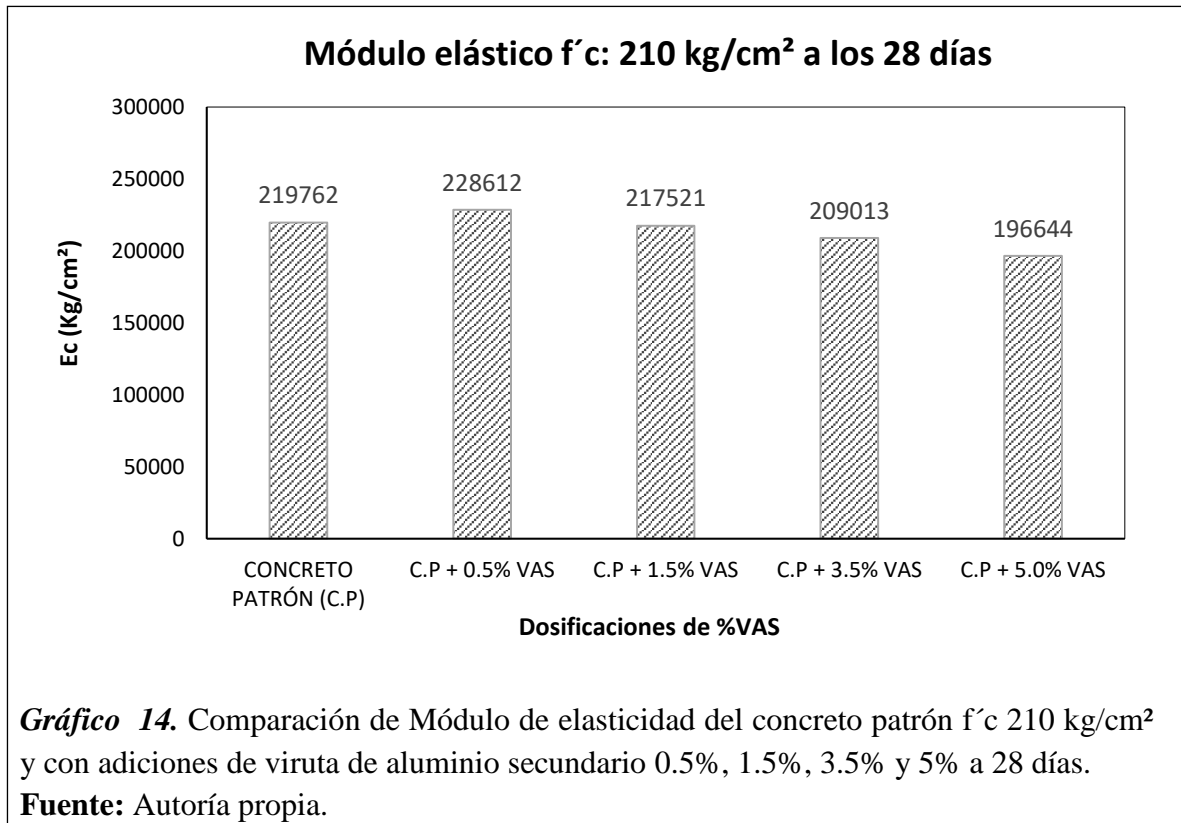


La interpretación de ello a los 28 días de curado, se observó que el diseño C21 tuvo un  $E_c$  real de 219762 kg/cm<sup>2</sup>, un mayor incremento a lo que respecta del módulo de elasticidad teórico (217370 kg/cm<sup>2</sup>), con un alza en relación  $E_c$  teórico en 2391 kg/cm<sup>2</sup> (234.00 MPa) que equivale un 1.10%. Así mismo, el diseño C28 tuvo un  $E_c$  real de 258515 kg/cm<sup>2</sup>, un mayor incremento a lo que respecta del módulo de elasticidad teórico (250998 kg/cm<sup>2</sup>), con un alza en relación  $E_c$  teórico en 7517 kg/cm<sup>2</sup> (151.00 MPa) que equivale un 2.99%.

b) **Módulo de elasticidad estática del concreto patrón, y concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario (VAS) en 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%, respecto al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

A los cilindros se les realizó el ensayo de módulo de elasticidad según la ASTM C494. En el **Gráfico 12**, se puede observar los resultados del ensayo de módulo de elasticidad estático de los cilindros. Estos resultados más detallados en el **Anexo XXI** y **Anexo XXII**.

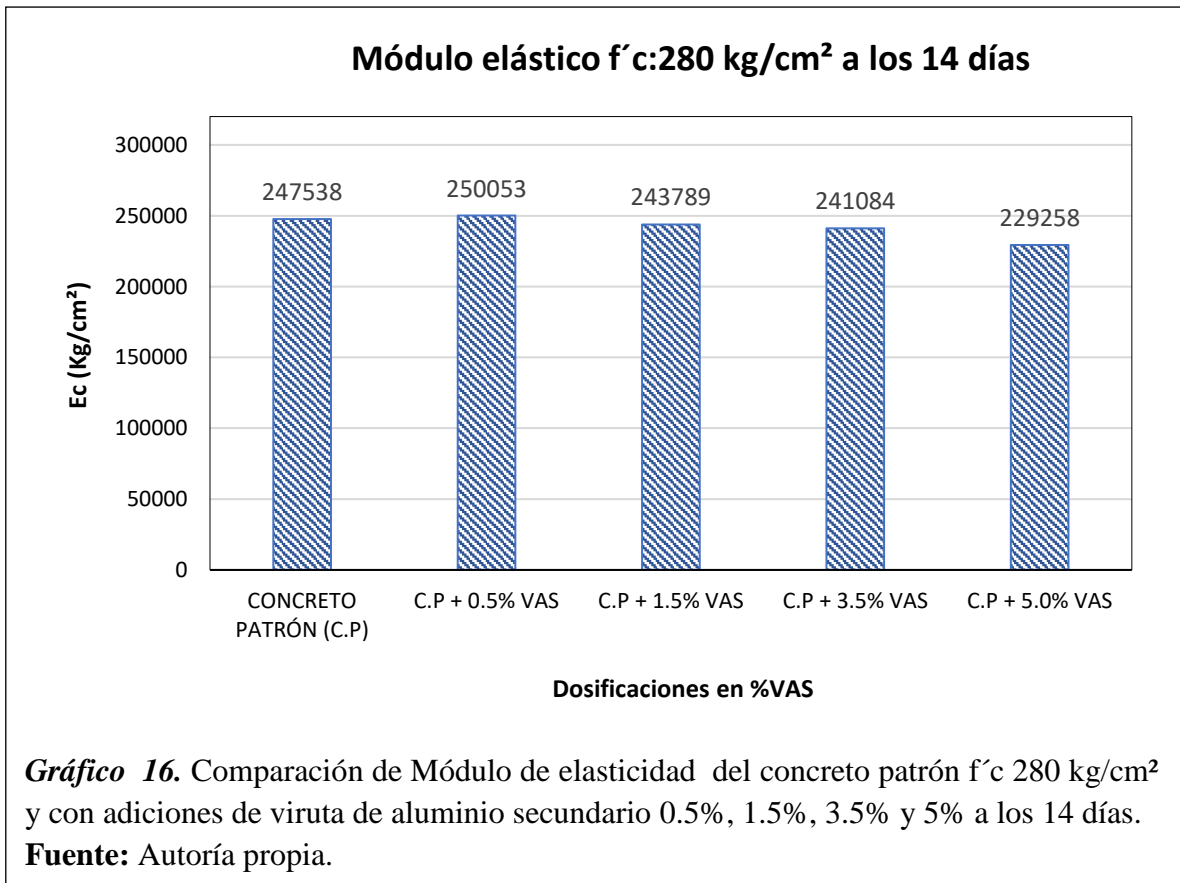
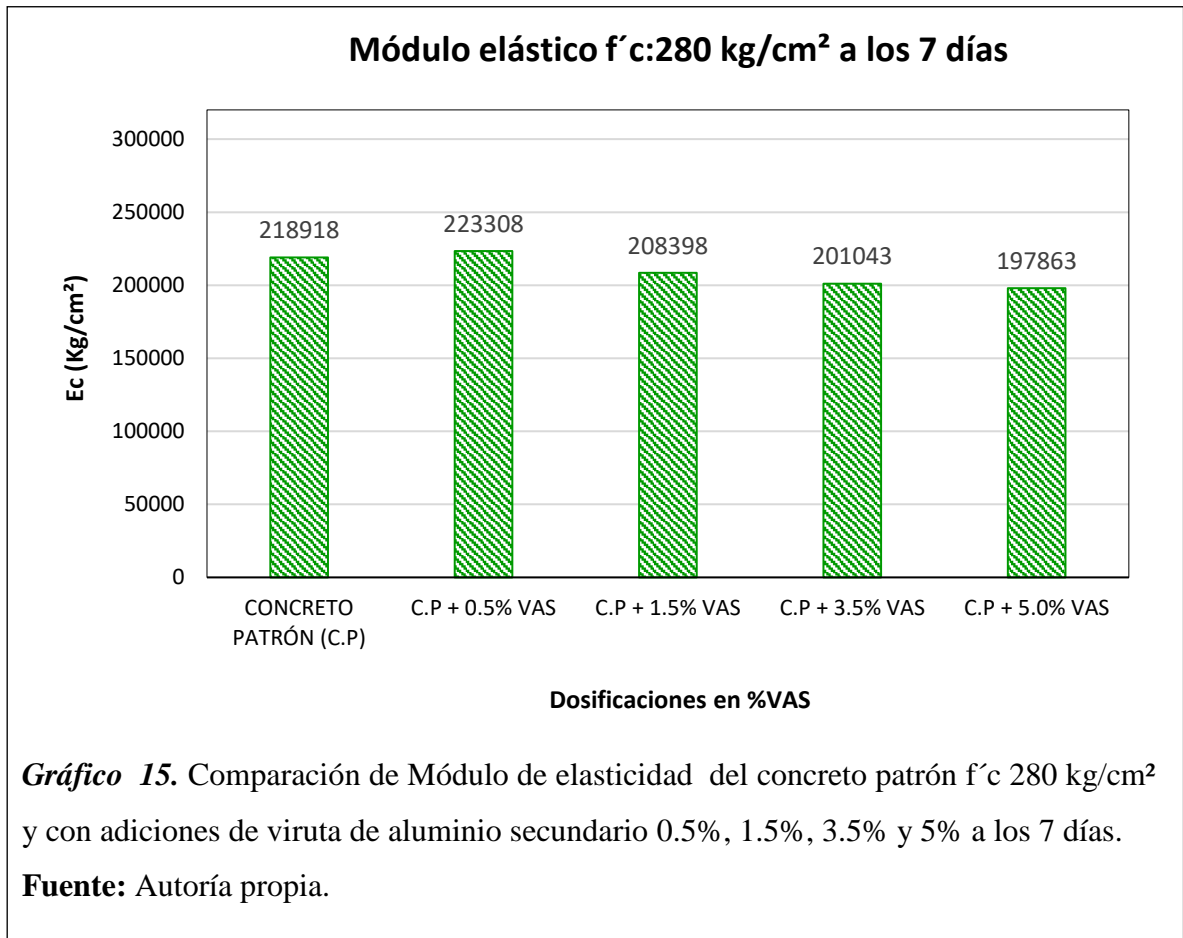


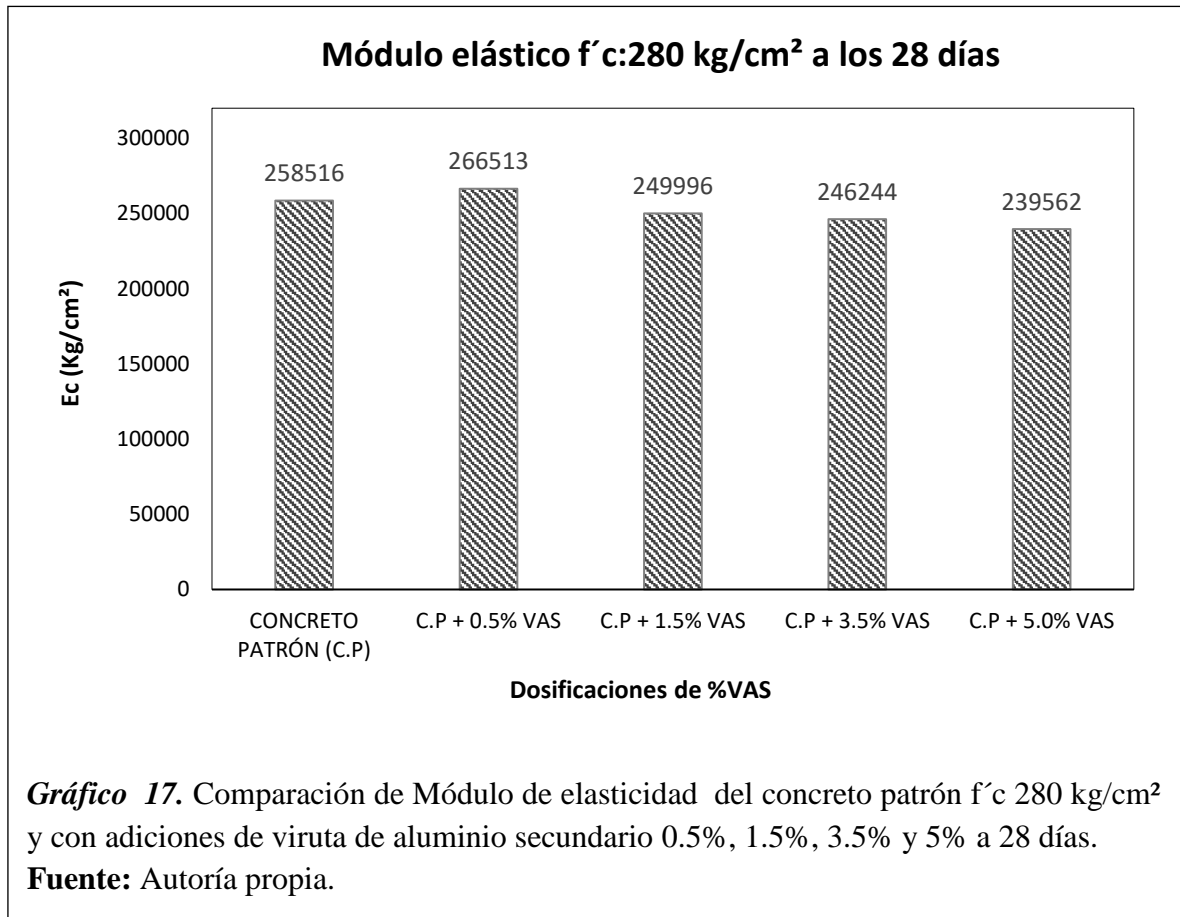


La interpretación de ello a los 28 días de curado, se observó que al 0.5% de adición, tuvo un mayor incremento a lo que respecta a los demás porcentajes con un alza en comparación con el concreto patrón en 8850 kg/cm<sup>2</sup> (867.00 MPa) que equivale un 4.03%.

**c) Módulo de elasticidad estática del concreto patrón, y concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario en 0.50%, 1.50%, 3.50% y 5.00%, respecto al peso del cemento a la edad de 7, 14 y 28 días para una resistencia  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.**

A los cilindros se les realizó el ensayo de módulo de elasticidad según la ASTM C494. En la **Gráfico 15**, se puede observar los resultados del ensayo de módulo de elasticidad estático de los cilindros. Estos resultados se pueden observar de manera más detallada en el **Anexo XXI** y **Anexo XXII**.





La interpretación de ello a los 28 días de curado, se observó que al 0.5% de adición tuvo un mayor incremento a lo que respecta a los demás porcentajes con un alza en comparación con el concreto patrón en  $7997.13 \text{ kg/cm}^2$  (784 MPa) que equivale un 3.09%.

## **3.2. Discusión de resultados**

**3.2.1.** Luego de elaborar un estudio de canteras de la zona de Lambayeque, el material fino de la cantera “La Victoria” y el material grueso de la cantera “Pacherres” son los más idóneos para su uso ya que están entre los límites permisibles según las pautas de la NTP 400.012 (2013), demostrando que están bien graduado respecto el agregado fino y no el material grueso pues optó usar de la misma cantera solo una cumplen las medidas establecidas de acuerdo a la investigación (Torres, 2019)

**3.2.2.** Con la investigación según Cando (2016), para escoger el tipo de fibra (viruta sin seleccionar, viruta escalonada, viruta continua y viruta zunchada), escogiéndose viruta continua pero en acero con una resistencia de 197.16 kg/cm<sup>2</sup>, superior al resto de sus tipos; en consecuencia, es totalmente correcto escogiéndose la viruta de aluminio tipo continua obteniéndose una resistencia de 165.64 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, superior a los otros tipos de viruta, concluyendo que ambas investigaciones se llegan a elegir el mismo tipo de fibra para la elaboración de concreto.

**3.2.3.** Se realizó el diseño de mezclas de concreto convencional para dos diferentes resistencias de diseño C21 y C28, de acuerdo con el cálculo correspondiente para un diseño C21 teniendo la proporción en volumen de 1:2.24:3.01 y de agua 31.70 lts/pie<sup>3</sup> y para un diseño C28 teniendo la proporción en volumen de 1:1.71:1.98 y de agua 25.50 lts/pie<sup>3</sup> las proporciones para ambos diseños fueron elaboradas teniendo en cuenta la guía por el comité (ACI 211.1, 1991).

**3.2.4.** Se realizó el diseño de mezclas de concreto convencional para dos diferentes resistencias de diseño C21 y C28 pero esta vez se adicionó porcentajes de viruta de aluminio secundario VAS (0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0%) respecto al peso del cemento, de acuerdo con el cálculo correspondiente se mostró los resultados para un diseño C21 con las dosis de VAS calculada y para un C28 con las dosis de VAS calculada ambos diseños tuvieron en cuenta la guía por el comité (ACI 211.1, 1991).

**3.2.5.** Los ensayos en estado fresco para los concretos patrones en este caso C21 y C28 y con adiciones de 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% de VAS

a) El asentamiento

Según lo referido por Bonilla y Lascano (2017), se vio considerablemente disminuida su revenimiento ya que se conoce que debido al aumento de fibras la docilidad



del concreto va disminuyendo, puesto que aumentó su concentración y dificultó su dispersión y fluidez de la mezcla.

Pues esta condición se produjo en la investigación pues se tiene que tener en consideración la textura, como la longitud pues puede variar las características físicas de la fibra.

b) La temperatura

Según la RNE, (2017) menciona que la temperatura de concreto no debe exceder de 32°C, si excede este valor pues tiene que realizarse medidas de cuidado en el concreto y ello ser aprobadas por el supervisor a cargo. En consecuencia, se discrepa en la investigación realizada porque a medida que aumenta la adición de aluminio de menor a mayor (0.5%, 1.5%, 3.5% y 5%) se obtuvo valores en el rango de 33.4°C a 34.5°C con respecto al concreto patrón que tuvo valores de 30.5°C a 31.5°C.

c) El peso unitario

Según Pacheco (2016) en su investigación menciona que la inclusión de viruta de acero tiene tendencia a subir más que el patrón y luego tener una caída de su peso unitario, pero no por debajo del patrón con las siguientes adiciones (2%, 4%, 6%). En consecuencia, los resultados obtenidos con adición de viruta de aluminio secundario, van aumentando a medida que se incorporó la dosis de viruta (0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0%) con tendencia a subir más no a decaer con su porcentaje más alto de adición.

d) El contenido de aire

Según ACI 211.1, 1991 American Concrete Institute, para un tamaño máximo nominal de agregado grueso de 3/4" se describe por debajo del 2.00% de contenido de aire reglamentario. Comparando este dato con los resultados obtenidos no obedece lo reglamentario, sucede que con las adiciones de VAS para ambas resistencias oscilaron entre 2.30% a 4.60%.

**3.2.6.** Los ensayos en estado endurecido para los concretos patrones en este caso C21 y C28 y con adiciones de 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% de VAS.

a) En resistencia a la compresión

En la presente tabla 39 se describe según investigadores de autores mencionados, comparando sus datos se observa que la resistencia es similar en algunos casos pues depende en función del reemplazo o adición y la forma de fibra, no obstante, el porcentaje

prevaleciente es el menor quien presenta un aumento considerable en su resistencia a la compresión, por lo tanto, se concluye que la adición respecto al peso del cemento de la viruta de aluminio influye y es beneficiosa en su resistencia.

**Tabla 39**

*Resumen según diversos autores en el comportamiento de resistencias a la compresión*

Investigadores	Dosificaciones y material a usar	Reemplazo o adición	Resultados de Resistencia a la compresión	
			Patrón	Dosificaciones
Investigación propia	0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% viruta aluminio	Respecto al peso de cemento	211.86kg/cm <sup>2</sup>	225.85 - 167.26 kg/cm <sup>2</sup>
Sabapathy et al., (2019)	0.5%, 1%, 1.5% y 2% fibra aluminio	Respecto al peso del concreto	20 MPa 30 MPa 40 MPa	21.8 - 17.5 MPa 33.5 - 27 MPa 44.0 - 37 MPa
Shakir et al., (2018)	0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% fibra de aluminio	Respecto volumen del concreto	32 MPa	35.23 - 41.32 MPa
Ilya & Cheow (2017)	1% y 2% fibra de aluminio	Respecto al peso del cemento	18.84N/mm <sup>2</sup>	22 - 11.75N/mm <sup>2</sup>
Bonilla y Lascano (2017)	0.2%, 0.25%, 0.30%, 0.5% fibra de aluminio	Respecto volumen del concreto	24.13 MPa	24.70, 25.77, 27.90, 23.95 MPa
Rajaraman (2017)	0.8%, 1% y 1.2% fibra aluminio	Respecto al agregado fino	36.61 N/mm <sup>2</sup>	40.67, 44.67, 45.59 N/mm <sup>2</sup>
Ravinder (2016)	0.5%, 1% y 1.5% fibra de latas	Respecto volumen del concreto	41.6 MPa	40.3, 40, 38 MPa
Cando (2016)	0.62% fibra acero reciclado	Respecto volumen del concreto	241.11kg/cm <sup>2</sup>	347.93 11kg/cm <sup>2</sup>
Liza et al., (2014)	1%, 2%, 5% residuos de aluminio	Reemplazo de arena	28.41 MPa	27.31, 22.76, 22.07 MPa
Murali et al., (2012)	1% fibra de acero	Respecto al peso total de la mezcla	28 N/mm <sup>2</sup>	31.11 N/mm <sup>2</sup>
Pacheco (2016)	2%, 4%, 6% viruta de acero	Reemplazo del agregado fino	178.37kg/cm <sup>2</sup>	190.79 – 202.26 kg/cm <sup>2</sup>
Torres (2019)	25%, 50% 100% escoria de acero	Reemplazo del agregado grueso	309 kg/cm <sup>2</sup>	312, 290, 281 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Autoría propia.

b) En resistencia a la tracción

Se observa en la tabla 40, las investigaciones de diversos autores pues la resistencia a la tracción varía de acuerdo al porcentaje y el tipo de reemplazo o adición, forma de fibra. Comparando los datos resumidos en la tabla 40 se observa que la resistencia a la tracción difiere de manera significativa en cada investigación y que el concreto adicionado con viruta de aluminio presenta incremento considerable en su resistencia a la

tracción. Por lo tanto, se concluye que el adiconamiento de viruta de aluminio en el concreto influye en la resistencia de tracción.

**Tabla 40**

*Resumen según diversos autores en el comportamiento de resistencias a la tracción*

Investigadores	Dosificaciones y material a usar	Reemplazo o adición	Resultados de Resistencia a la tracción	
			Patrón	Dosificaciones
Investigación propia	0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% viruta aluminio	Respecto al peso de cemento	1.72 MPa	1.59, 1.63, 1.94, 1.55 MPa
Sabapathy et al., (2019)	0.5%, 1%, 1.5% y 2% fibra aluminio	Respecto al peso del concreto	2.63 MPa 3.49 MPa 3.96 MPa	3.10 - 3.60 MPa 3.65 - 4.22 MPa 4.10 - 4.72 MPa
Shakir et al., (2018)	0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% fibra de aluminio	Respecto a volumen del concreto	1.87 MPa	2.52 - 5.38 MPa
Ilya & Cheow (2017)	1% y 2% fibra de aluminio	Respecto al peso del cemento	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Bonilla y Lascano (2017)	0.2%, 0.25%, 0.30%, 0.5% fibra de aluminio	Respecto a volumen del concreto	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Rajaraman (2017)	0.8%, 1% y 1.2% fibra aluminio	Respecto al agregado fino	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Ravinder (2016)	0.5%, 1% y 1.5% fibra de latas	Respecto a volumen del concreto	3.18 MPa	3.31, 3.37, 3.40 MPa
Cando (2016)	1.2% fibra acero reciclado	Respecto a volumen del concreto	27.90 kg/cm <sup>2</sup>	45.80 kg/cm <sup>2</sup>
Liza et al., (2014)	1%, 2%, 5% residuos de aluminio	Reemplazo de arena	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Murali et al., (2012)	1% fibra de acero	Respecto al peso total de la mezcla	2.72 N/mm <sup>2</sup>	3.44 N/mm <sup>2</sup>
Pacheco (2016)	2%, 4%, 6% viruta de acero	Reemplazo del agregado fino	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Torres (2019)	25%, 50% 100% escoria de acero	Reemplazo del agregado grueso	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado

**Fuente:** Autoría propia.

c) En resistencia a la flexión

En la tabla 41 se observa, la variedad de investigaciones de diferentes autores, que la resistencia de la flexión varía según sus dosis, sustitución o adición de la fibra y el tipo y tamaño de fibra usado, comparando los resultados de dicho resumen se observa que dicha resistencia a flexión difiere de manera significativa en cada investigación, pero que el concreto adicionado con viruta presenta un aumento en 3.5% de adición, pero no ocurre en algunas investigaciones descritas. Por lo tanto, se concluye que la adición de viruta de aluminio influye significativamente en la capacidad de resistencia a flexión.

**Tabla 41**

*Resumen según diversos autores en el comportamiento de resistencias a la flexión*

Investigadores	Dosificaciones y material a usar	Reemplazo o adición	Resultados de Resistencia a la flexión	
			Patrón	Dosificaciones
Investigación propia	0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% viruta aluminio	Respecto al peso de cemento	5.44 MPa	5.57, 5.85, 6.83, 6.04 MPa
Sabapathy et al., (2019)	0.5%, 1%, 1.5% y 2% fibra aluminio	Respecto al peso del concreto	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Shakir et al., (2018)	0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% fibra de aluminio	Respecto del volumen del concreto	3.31 MPa	5.88 - 11.20 MPa
Ilya & Cheow (2017)	1% y 2% fibra de aluminio	Respecto al peso del cemento	0.92 N/mm <sup>2</sup>	1.00 - 0.22 N/mm <sup>2</sup>
Bonilla y Lascano (2017)	0.2%, 0.25%, 0.30%, 0.5% fibra de aluminio	Respecto del volumen del concreto	4.53 MPa	4.61, 4.71, 4.83, 4.76 MPa
Rajaraman (2017)	0.8%, 1% y 1.2% fibra aluminio	Respecto al agregado fino	5.86 N/mm <sup>2</sup>	5.88, 6.23, 7.18 N/mm <sup>2</sup>
Ravinder (2016)	0.5%, 1% y 1.5% fibra de latas	Respecto del volumen del concreto	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Cando (2016)	1.15% fibra acero reciclado	Respecto del volumen del concreto	36.66 kg/cm <sup>2</sup>	48.97 kg/cm <sup>2</sup>
Liza et al., (2014)	1%, 2%, 5% residuos de aluminio	Reemplazo de arena	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Murali et al., (2012)	1% fibra de acero	Respecto al peso total de la mezcla	3.40 N/mm <sup>2</sup>	3.73 N/mm <sup>2</sup>
Pacheco (2016)	2%, 4%, 6% viruta de acero	Reemplazo del agregado fino	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado

Torres (2019)	25%, 50% 100% escoria de acero	Reemplazo del agregado grueso	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
---------------	-----------------------------------	----------------------------------	------------------------------	---------------------------

**Fuente:** Autoría propia.

d) El módulo de elasticidad

En la tabla 42 se observa, según los resultados obtenidos de varios autores, que la capacidad del módulo elástico del concreto varía de acuerdo al material usado, comparando los resultados del resumen se observa que el módulo elástico difiere de manera significativa en cada investigación y que la viruta de aluminio secundario presenta mejor comportamiento frente al incremento del módulo elástico.

**Tabla 42**

*Resumen según diversos autores en el comportamiento de módulo de elasticidad*

Investigadores	Dosificaciones y material a usar	Reemplazo o adición	Resultados de Módulo de elasticidad	
			Patrón	Dosificaciones
Investigación propia	0.5%, 1.5%, 3.5% y 5% viruta aluminio	Respecto al peso de cemento	219762 kg/cm <sup>2</sup>	228612 - 196644 kg/cm <sup>2</sup>
Sabapathy et al., (2019)	0.5%, 1%, 1.5% y 2% fibra aluminio	Respecto al peso del concreto	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Shakir et al., (2018)	0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% fibra de aluminio	Respecto al volumen del concreto	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Ilya & Cheow (2017)	1% y 2% fibra de aluminio	Respecto al peso del cemento	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Bonilla y Lascano (2017)	0.2%, 0.25%, 0.30%, 0.5% fibra de aluminio	Respecto al volumen del concreto	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Rajaraman (2017)	0.8%, 1% y 1.2% fibra aluminio	Respecto al agregado fino	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Ravinder (2016)	0.5%, 1% y 1.5% fibra de latas	Respecto al volumen del concreto	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Cando (2016)	0.62% fibra acero reciclado	Respecto al volumen del concreto	15880 MPa	16905.91 MPa
Liza et al., (2014)	1%, 2%, 5% residuos de aluminio	Reemplazo de arena	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Murali et al., (2012)	1% fibra de acero	Respecto al peso total de la mezcla	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado

Pacheco (2016)	2%, 4%, 6% viruta de acero	Reemplazo del agregado fino	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado
Torres (2019)	25%, 50% 100% escoria de acero	Reemplazo del agregado grueso	No tiene ensayo elaborado	No tiene ensayo elaborado

---

**Fuente:** Autoría propia.

### 3.3. Aporte práctico

El aporte de la presente investigación descrita es que se obtuvo resultados que comprueban la hipótesis mencionada sobre si influye la adición de viruta de aluminio secundario en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. En este caso se observó que en su estado fresco mantuvo su margen tolerable de asentamiento con la adición de 0.5% en la trabajabilidad, pues presentó excelente trabajabilidad y con el 5% de adición presentó menos trabajabilidad y un asentamiento por debajo de lo que se considera consistencia plástica (3" - 4"), tuvo influencia significativa en el contenido de aire pues mayor adición mayor contenido de aire llegando a tener valores por encima del 4% pues su textura en estado endurecido presentó "camino de gusano" se generó debido a reacciones químicas y producción de gas de hidrógeno que al querer salir del concreto genera estos caminos hasta que el aire sale a su exterior. Se muestra en la figura 50.



De igual manera en estado endurecido en resistencia a la compresión existe mayor incremento de la resistencia con la menor adición de 0.5% pues a mayor adición de viruta de aluminio la resistencia disminuye siendo un aporte científico para su uso en concreto no estructural.

Esta investigación es un aporte científico para nuevas investigaciones de la región Lambayeque, pues no existe hasta la actualidad investigaciones en materiales nuevos ya que no se ha ahondado más en el tema se invita a nuevos investigadores que profundicen más en este tema evaluando otras propiedades y como aportaría en la construcción y elaboración del concreto, siendo de utilidad para la sociedad en sí. Así mismo, como una nueva opción de uso en la dosis establecida para uso en concreto no estructural, pues aún se necesita ahondar más en el tema de su uso en concreto reforzado.

Cabe aclarar que, para la obtención del porcentaje óptimo de viruta de aluminio secundario, este puede variar dependiendo mucho del origen de los materiales, ya que las propiedades de éstos son variados, lógicamente según el lugar de donde han sido obtenidos, por lo tanto, el diseño de mezcla cambiaría.

Se presentan las dosificaciones de mejores resultados tanto para el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 0.5% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 2.41 : 2.85 : 0.0050 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 2.24 : 3.01 : 0.0051 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**Para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 0.5% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 1.85 : 1.88 : 0.005 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 1.71 : 1.98 : 0.0051 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.



#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### 4.1. Conclusiones

**4.1.1.** Se concluyó que del estudio de canteras de la zona de Lambayeque el agregado fino de la Cantera “La Victoria - Pátapo” se obtuvo módulo de fineza de 3.109 y el agregado grueso de la Cantera “Pacherres” se obtuvo Tamaño Máximo nominal de 3/4”, del estudio de canteras se eligieron por mostrar calidad en sus ensayos físicos realizados.

**4.1.2.** Se concluye la elección del tipo de viruta continua por tener mayor resistencia.

**Viruta sin seleccionar:** se obtuvo la menor resistencia con 131.91 kg/cm<sup>2</sup> y 62.81% de resistencia adquirida a los 7 días de rotura menor del 75%.

**Viruta escalonada:** se obtuvo una resistencia a la compresión de 154.61 kg/cm<sup>2</sup> y 73.63% de resistencia adquirida a los 7 días de rotura menor del 75%.

**Viruta continua:** se obtuvo una buena resistencia de 165.64 kg/cm<sup>2</sup> y 78.88% de resistencia adquirida a los 7 días de rotura por encima del 75%.

**Viruta zunchada:** se obtuvo una resistencia buena de 158.83 kg/cm<sup>2</sup> y 75.13% de resistencia adquirida a los 7 días de rotura. Pero por debajo de la viruta continua por encima del 75%.

**4.1.3.** Se realizó diez diseños de mezcla en total por el método del ACI 211.1, en total, entre ellos dos son del concreto patrón con una resistencia de diseño de C21 ( $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>) y C28 ( $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>) logrando diversas proporciones:

##### **Para $f'c = 210$ kg/cm<sup>2</sup> - Concreto Patrón (CP)**

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>	<b>Agua</b>
•En Peso:	1:	2.41 :	2.85 :	31.70 por pie <sup>3</sup> de concreto.
•En Volumen :	1:	2.24 :	3.01 :	31.70 por pie <sup>3</sup> de concreto.

##### **Para $f'c = 280$ kg/cm<sup>2</sup> - Concreto Patrón (CP)**

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>	<b>Agua</b>
•En Peso:	1:	1.85 :	1.88 :	25.50 por pie <sup>3</sup> de concreto.
•En Volumen :	1:	1.71 :	1.98 :	25.50 por pie <sup>3</sup> de concreto.

**4.1.4.** Se elaboró los ocho diseños de mezclas restantes respecto al peso del cemento en 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% de VAS para diseños  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 0.5% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 2.41 : 2.85 : 0.0050 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 2.24 : 3.01 : 0.0051 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 1.5% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 2.41 : 2.85 : 0.0150 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 2.24 : 3.01 : 0.0152 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 3.5% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 2.41 : 2.85 : 0.0350 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 2.24 : 3.01 : 0.0356 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 5.0% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 2.41 : 2.85 : 0.0500 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 2.24 : 3.01 : 0.0508 31.70 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**Para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 0.5% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 1.85 : 1.88 : 0.005 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 1.71 : 1.98 : 0.0051 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**Para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 1.5% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 1.85 : 1.88 : 0.015 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 1.71 : 1.98 : 0.0152 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**Para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 3.5% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 1.85 : 1.88 : 0.035 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 1.71 : 1.98 : 0.0356 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**Para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - CP + 5.0% de viruta de aluminio secundario**

**Cemento Arena Piedra Aluminio Agua**

- En Peso: 1: 1.85 : 1.88 : 0.050 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.
- En Volumen : 1: 1.71 : 1.98 : 0.0508 25.50 por pie<sup>3</sup> de concreto.

**4.1.5.** De acuerdo a los a los ensayos en estado fresco del concreto (consistencia, temperatura, peso unitario y contenido de aire) se concluyó en:

- a) La inclusión de VAS influye de manera directa en la trabajabilidad como en la consistencia de la mezcla del concreto, pues a medida que se aumenta la dosis va disminuyendo su asentamiento gradualmente.
- b) Sin embargo la temperatura del concreto patrón está en el rango de 30,80 a 31,50°C y con las adiciones sobrepasan los 32°C llegando a los 34,2°C, siendo la temperatura más elevada, obteniendo resultados variables que oscilan fuera del rango reglamentario para ambas resistencias de diseño.
- c) Entre tanto, el peso unitario y el contenido de aire va aumentando gradualmente a medida que aumentan las dosis de VAS, pues se alcanzan mayores valores con 5% de VAS. Estas dosis de VAS influye directamente al concreto, pues se percató de la aparición de burbujas de aire (gas de hidrógeno). Esto debido al producto de la reacción química que se genera cuando se adiciona al concreto la viruta de aluminio. Así mismo, el contenido de aire sale de lo reglamentario que es 2% para el TMN de 3/4" para ambos diseños C21 y C28.

**4.1.6.** De acuerdo a los a los ensayos en estado endurecido del concreto (comprensión axial, tracción, flexión y módulo de elasticidad) se concluye en:

- a) La resistencia a compresión a los 28 días, con 0,5% de VAS consiguió un incremento de 6,59% (225,84 kg/cm<sup>2</sup>) con respecto al modelo patrón C21 teniendo una caída del 25.01% con adición del 5% de VAS por debajo del modelo estándar y en el diseño C28 incrementó en 4,47% (303,53 kg/cm<sup>2</sup>) con respecto al modelo estándar C28 disminuyendo en 14.98% por debajo del modelo estándar con 5% de VAS.
- b) En tracción a los 28 días, con 3,5% de VAS alcanzó un acrecentamiento del 12,79% (1,94 MPa) en comparación con el patrón C21(1,72 MPa), teniendo una caída del 9,88% con 5% de VAS inferior al modelo estandar y en el diseño C28 tuvo un acrecentamiento del 8,64% (2,39 MPa) con 3,5% de VAS respecto al concreto patrón que alcanzó una resistencia de 2,20 MPa, teniendo una caída del 10% con 5% de VAS inferior al modelo estándar.
- c) Para flexión a los 28 días, se obtuvieron con 0,5%, 1,5%, 3,5% y 5% de VAS elevaciones de resistencia en 4,35%, 7,57%, 25,72% y 11,07% correspondiente para el diseño C21y para el diseño C28 se obtuvieron incrementos de 7,54%,

11,88%, 20,37% y 13,52%, todos los valores estuvieron por encima del modelo estándar para ambos diseños siendo el mejor el 3,5% de VAS.

- d) El módulo de elasticidad para los 28 días con 0,5% de VAS presentó un crecimiento pico respecto al diseño C21 de 4,03%, teniendo luego de ello una caída por debajo del modelo patrón con el porcentaje de adición de 1,5%, 3,5% y 5% disminuyendo en 1,02%, 4,89% y 10,52%, esto se muestra igual para el diseño C28 con un incremento de 3,09% para 0,5% de VAS y con 1,5%, 3,5% y 5% de VAS disminuye en 3,09%, 4,75% y 7,33% valores por debajo del modelo estándar.

De toda la evaluación, se puede concluir que sí influye el porcentaje de VAS al concreto, dando a todas las pruebas realizadas respuesta positivas en cuanto propiedades físicas y mecánicas. Se recomienda su uso para concretos no estructurales, ya que su caída no es tan significativa ayudando a aumentar las propiedades a partir de un diseño base.

## **4.2. Recomendaciones**

**4.2.1.** Se recomienda hacer estudios de canteras de su zona de estudios, para tener en cuenta las características físicas de cada material a emplear en la elaboración de concreto pues interviene mucho en las características físicas y mecánicas del concreto. Y para cumplir con la caracterización de los agregados es importante obedecer con las normas NTP, ASTM y ACI.

**4.2.2.** Siempre tener en cuenta la dosificación recomendada de la viruta de aluminio secundario y el tipo de viruta a incluir en el concreto porque el exceso y otro tipo de viruta provoca consecuencias negativas en su resistencia.

**4.2.3.** Tener control en el adicionamiento de agua porque influye mucho en la trabajabilidad y el slump que se quiera obtener.

**4.2.4.** Se recomienda el uso de aditivos plastificantes para dosificaciones más altas de VAS a partir del 5% de adición. Así mismo, analizar las dosificaciones de viruta del aluminio secundario en concretos armados para evaluar su comportamiento y ver la factibilidad de la utilización en ello.

**4.2.5.** Es recomendable hacer una comparativa entre usar aditivo incorporador de aire y la viruta de aluminio secundario en diferentes porcentajes, para estimar su viabilidad en el uso de concretos con incluidor de aire en zonas de friaje.

**4.2.6.** Se recomienda utilizar 0.5% de VAS para concreto no estructural pues en el estado de compresión no es necesario mucha cantidad de viruta debido que en este estado el concreto absorbe mayor cantidad de esfuerzo y las fibras la menor cantidad.

## REFERENCIAS

- ASTM A820. (2011). *Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete*. West Conshohocken: ASTM International.
- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Abbass, W; Khan, M. I; Mourad, S. (2018). Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete. *Construction and Building Materials*, 168, 556-569, doi:10.1016 / j.conbuildmat.2018.02.164.
- Alerta Económica. (20 de Noviembre de 2017). *Agroindustria alienta producción metalmeccánica en Lambayeque*. Recuperado el 17 de Mayo de 2020, de Alerta Económica - El portal económico de MAXIMIXE: <http://alertaeconomica.com/agroindustria-alienta-produccion-metalmeccanica-en-lambayeque/>
- Ali, F. C., Govar, H., Mohammed, D. A., & Haluk, I. (2020). Aluminum waste in road pavement subgrade. *Engineering and Research*, 40(1). doi:<http://dx.doi.org/10.15446/ing.investig.v40n1.79376>
- American Concrete Institute 211.1. (1991). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. United States: American Concrete Institute.
- American Concrete Institute 318. (2019). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. Michigan,USA: Comité ACI 318. Obtenido de <https://www.udocz.com/pe/read/53414/aci-318-19-espanol>
- Andrade, C., Mynrine, V., Da Silva, D., Soares, S., Simetti, R., & March, F. (2016). Compósito para a construção civil a partir de resíduos industriais. *Revista Matéria*, 21(2), 321-329. doi:10.1590/S1517-707620160002.0031
- Arimanwa, J., Onwuka, D., Arimanwa, M., & Onwuka, U. (2012). Prediction of the Compressive Strength of Aluminum Waste–Cement Concrete Using Scheffe’s Theory. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 24(2), 177-183. doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000369](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000369)
- ASTM C136. (2001). *Método de Ensayo Normalizado para determinar el Análisis Granulométrico de los Áridos Finos y Gruesos*. West Conshohocken: ASTM Internacional.
- ASTM C125. (2013). *Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*. West Conshohocken: ASTM Internacional.
- ASTM C143M. (2012). *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C150. (2012). *Especificación estándar para Portland Cemento*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C1602. (2006). *Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete*. West Conshohocken: ASTM International.

- ASTM C192. (2014). *Standad Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C231. (2014). *Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién mezclado mediante el método Por Presión*. West Conshohocken: ASTM International.
- Barbosa de Oliveira, M., Soares, E., Carvalho de Oliveira, D., & Pompeu, B. (2018). Análise da influência do formato de elemento de concreto e propriedades de fibras de aço na tenacidade à flexão. *Revista Matéria*, 23(3), 12192. doi:10.1590/S1517-707620180003.0526
- Bargherzadeh, R., Sadeghi, A.-H., & Latifi, M. (2011). Utilizing polypropylene fibers to improve physical and mechanical properties of concrete. *Textile Research Journal*, 82(1), 88-96. doi:10.1177/0040517511420767
- Bhagyawati, M., Saha, L., Kumar, V., Varghese, M., & Saha, A. (2018). Experimental Study on properties of concrete by partial replacement of fine aggregates with waste steel chips. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(5), 912-918. Obtenido de [http://www.iaeme.com/MasterAdmin/Journal\\_uploads/IJCIET/VOLUME\\_9\\_ISSUE\\_5/IJCIET\\_09\\_05\\_099.pdf](http://www.iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_9_ISSUE_5/IJCIET_09_05_099.pdf)
- Bonilla, A., & Lascano, E. (2017). *Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras de aluminio reciclado*. Quito: Facultad de Ingeniería civil - Universidad Politécnica Salesiana - Tesis Pregrado. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14415/1/UPS%20-%20ST003139.pdf>
- Brough, D., & Jouhara, H. (2020). The Aluminium Industry: A Review on State-of-the-Art Technologies, Environmental Impacts and Possibilities for Waste Heat Recovery. *International Journal of Thermofluids*, 1-2, 100007. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijft.2019.100007>
- Busari, A., Joseph, F., Ajayi, S., Alayande, T., Nwachukwu, J., & Agbama, D. (2019). Index Properties of Aluminum Dross Modified Pavement Geomaterial-material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1378. doi:10.1088/1742-6596/1378/2/022102
- Cando, L. L. (2016). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado*. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR - Tesis Pregrado. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8007>
- Carrillo, J., Pulido, C. J., & Aperador, W. (2017). Flexural mechanical properties of steel fiber reinforced concrete under corrosive environments. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32(2), 59-72. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v32n2/art05.pdf>
- Castillo, J. L., Martinez, M., & Rojas, J. (2014). *Factibilidad técnico económica de una planta recicladora para la producción de aluminio secundario*. México: Escuela

Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas - Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD003674.pdf>

- Chandrasekhar, K., & Dinesh, S. (2017). Effect of fly ash aluminium powder on strength properties of concrete. *International Journal of Research Publications in Engineering and Technology*, 3(7), 57-61. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.1420857>
- Código Deontológico Del Colegio De Ingenieros Del Perú. (11 y 12 de Agosto de 2012). Codigo de ética del CIP. Lima, Lima, Perú.
- Dos Santos, R., Monte, R., & Domingues de Figueiredo, A. (2018). Avaliação do grau de orientação de fibras de aço induzida na moldagem de elementos planos com concreto autoadensável. *Revista Matéria*, 24(2). doi:10.1590/S1517-707620190002.0655
- Estolano, V., Fucale, S., Vieira, J., Gabriel, D., & Alencar, Y. (2017). Avaliação dos módulos de elasticidade estático e dinâmico de concretos produzidos com agregados reciclados oriundos de resíduos de pré-fabricados de concreto. *Revista Matéria*, 23(1), 1-13. doi:10.1590/S1517-707620170001.0310
- Fernández, J. (2013). *Estudio previo sobre el reciclado mixto de materiales procedentes de residuos de construcción y de la segunda fusión del aluminio*. Zamora: Escuela Politécnica Superior de Zamora - Universidad de Salamanca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10366/122207>
- Fresno, C. (2019). *Metodología de la Investigación: así de fácil*. Córdoba: El Cid Editor. Obtenido de <https://www.dheducacion.com/wp-content/uploads/2019/02/Metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n-as%C3%AD-de-f%C3%A1cil.pdf>
- Frotté, C., Di Nubil, C., Nagalli, A., Mazer, W., Maciosk, G., & Steffen de Oliveira, L. (2017). Estudo das propriedades físicas e mecânicas de concreto com substituição parcial de agregado natural por agregado reciclado proveniente de RCD. *Revista Matéria*, 22(2), 1-17. doi:10.1590/S1517-707620170002.0143
- Giraldo, L. E., & Ramos, Y. A. (2014). *Diseño de mezcla y caracterización físico-mecánica de un concreto de alta resistencia fabricado con cemento*. Cali: Pontificia Universidad Javeriana de Cali - Tesis Pre grado. Obtenido de [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/8291/Dise%C3%B1o\\_mezcla\\_caracterizaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/8291/Dise%C3%B1o_mezcla_caracterizaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gozde, N., Liqaa, O., Wael, M., Tangen, S., & Abdullah, A. (2014). The Effect of Aluminium Dross on Mechanical and Corrosion Properties of Concrete. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(3), 9912-9922. Obtenido de <https://qspace.qu.edu.qa/bitstream/handle/10576/5453/the-effect-of-aluminium-dross-on-mechanicaland-corrosion-properties-of-concrete.pdf?isAllowed=y&sequence=2>



- Ilya, J., & Cheow, C. (2017). Mechanical behaviour of fibre reinforced concrete using soft – drink can. *Materials Science and Engineering*, 271, 1-6. doi:10.1088/1757-899X/271/1/012079
- Jian-Wei, Y., Qiang, W., Pei-Yu, Y., & Bo, Z. (2013). Influence of Steel Slag on the Workability of Concrete. *Materials Science & Engineering*, 235-238. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.539.235
- Jonprateep, O., Jaronvechatam, N., Stienkijumpai, S., Kaewsuwan, S., & Meesak, T. (2017). Effects of Aluminum Concentrations on Microstructure and Compressive Strength of Porous Concrete. *Key Engineering Materials*, 751, 563-569. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.751.563
- Jun, Z., Weifeng, L., & Xiaodong, S. (2018). The influence of steel slag with variable particle size distribution on the workability and mechanical properties of concrete. *Journal Ceramics-Silikáty*, 63(1), 67 - 75. doi:10.13168/cs.2018.0046
- Kett, I. (2010). *Engineered Concrete Mix Design and Test Method* (2da ed.). London: Taylor & Francias Group.
- Kumar, P., Christy, J., Arunachalam, R., Mourad, A.-H., Muraliraja, R., Al-Maharbi, M., . . . Manik, M. (2019). Production of aluminum alloy-based metal matrix composites using scrap aluminum alloy and waste materials: Influence on microstructure and mechanical properties. *Journal of Alloys and Compounds*, 784, 1047-1061. doi:https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.01.115
- Kvande, H. (2014). The Aluminum Smelting Process. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 56, S2 – S4. doi:10.1097 / JOM.0000000000000154
- Lamus, F., & Andrade, S. (2015). *Concreto reforzado : fundamentos*. (1a, Ed.) Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda.
- Layang, S., & Wiratno, W. (2020). Compressive and modulus of elasticity of concrete using iron fibers. *Journal of Physics:Conference Series*, 1469. doi:10.1088/1742-6596/1469/1/012036
- Lee, B., Kee, S.-H., Oh, T., & Kim, Y.-Y. (2015). Effect of Cylinder Size on the Modulus of Elasticity and Compressive Strength of Concrete from Static and Dynamic Tests. *Advances in Materials Science and Engineering*, 12. doi:http://dx.doi.org/10.1155/2015/580638
- Liu, W., Li, H., Zhu, H., & Xu, P. (2019). Properties of a Steel Slag–Permeable Asphalt Mixture and the Reaction of the Steel Slag–Asphalt Interface. *materials*, 12(21), 3603. doi:10.3390/ma12213603
- Liza, N., Mohamad, N., Salehuddi, S., Che, R., Afiza, S., & Roziana, C. (2014). The Utilization of Aluminum Waste As Sand Replacement In Concrete. *Key Engineering Materials*, 594-595, 455-459. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.594-595.455

- Mahinroosta, M., & Allahverdi, A. (2018). Hazardous aluminum dross characterization and recycling strategies: A critical review. *Journal of Environmental Management*, 223, 452-468. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.068>
- Mailar, G., Raghavendra, S., B, S. D., Hiremath, P., & K, J. (2016). Investigation of concrete produced using recycled aluminium dross for hot weather concreting conditions. *Resource Efficient Technologies*, 2, 68-80. doi:<https://doi.org/10.1016/j.refit.2016.06.006>
- Márquez, K., Ortiz, R., Márquez, o., & Márquez, J. (2016). Aspectos de la higiene y seguridad industrial en el área de reduccion de una planta de aluminio en Venezuela. *Revista Universidad, Ciencia y Tecnología*, 20(78), 15-34. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212016000100002](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212016000100002)
- Mediyanto, A., Santosa, B., & Purwanto, E. (2019). Recovery compressive strength aluminum fiber lightweight concrete (with part of a roof tiles as coarse aggregate) after burning with a variation of water curing time. *IOP Conference Series:Earth and Environmental*, 235, 012053. doi:10.1088 / 1755-1315 / 235/1/012053
- Meshram, A., & Kumar, K. (2018). Recovery of valuable products from hazardous aluminum dross: A review. *Resources, Conservation & Recycling*, 130, 95-108. doi:10.1016/j.resconrec.2017.11.026
- Murali, G., Vivek, C., Prabu, R., Sadaquath, Z., T., M., & Suresh, T. (2012). Experimental Investigation on fibre Reinforced Concrete Using Waste Materials. *International Journal of Engineering Research and Applications* , 2(2), 278-283. Obtenido de [http://www.ijera.com/papers/Vol2\\_issue2/AU22278283.pdf](http://www.ijera.com/papers/Vol2_issue2/AU22278283.pdf)
- Nadia, T., & Zine, E. A. (2019). Valorization of aluminum waste on the Mechanical performance of mortar subject to cycles of freezer-thew. *Procedia Computer Science*, 1114-1121. doi:10.1016/j.procs.2019.09.234
- Nduka, D., Ede, A., Olofinnade, O., & Ajao, A. (2019). Mechanical and Water Absorption Properties of Normal Strength Concrete (NSC) Containing Secondary Aluminum Dross (SAD). *International Journal of Engineering Research in Africa*, 47, 1-13. doi:10.4028/www.scientific.net/JERA.47.1
- Nombera, J. L., & Carranza, D. (2017). *Tratamiento de residuos sólidos metálicos industriales en el area metalmeccanica para la eficiente gestion ambiental en el distrito de chichlayo*. Chiclayo: Escuela de Posgrado - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Programa de Doctorado en Ciencia Ambientales. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1334/BC-TES-TMP-167.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Norma Técnica Peruana 400.037. (2018). *AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos* (4ta ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 339.034. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras*

*cilíndricas*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI.

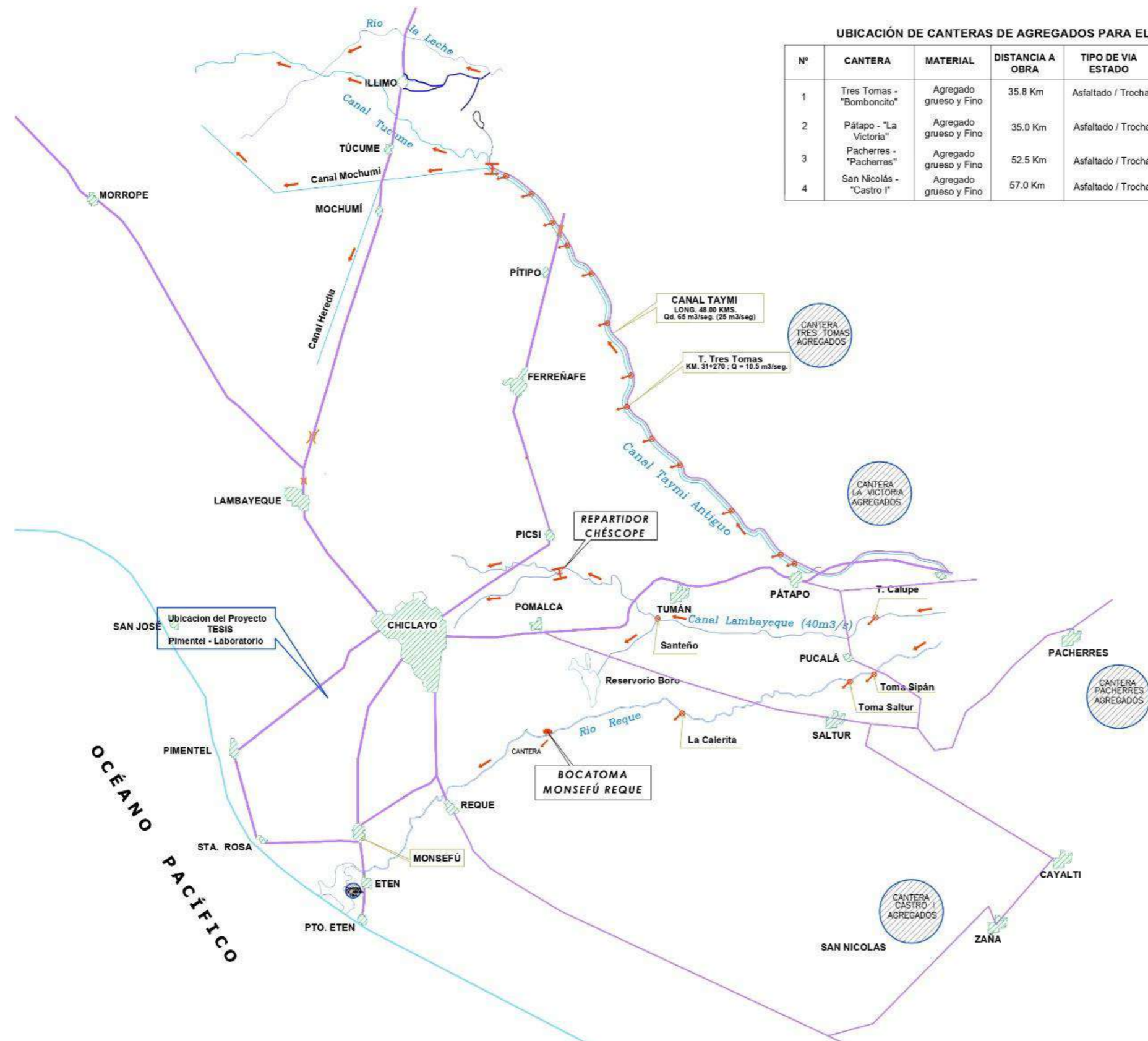
- Norma Técnica Peruana 339.078. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo* (3 ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 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* (3ra ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 339.183. (2013). *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio* (2da ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 400.019. (2014). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles* (3ra ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 400.018. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu$ m ( $N^{\circ}$  200) por lavado en agregados* (3 ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI.
- Ordoñez, A. M. (2016). *Comportamiento de hormigón simple mezclado con polvo reactivo*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral - Facultad de Ingeniería de Ciencias de la Tierra - Tesis Pregrado. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6661/1/D-39078.pdf>
- Oresanya, T., Ben-Enukora, C., Omojola, O., Oyero, O., & Amodu, L. (2017). Health communication and awareness of aluminium-waste disposal effects among Ogun state housing corporation residents. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 4(10), 128-135. doi:10.18844/prosoc.v4i10.3076
- Pacheco, G. (2016). *Resistencia a compresión axial del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades*, UPN-2016. Cajamarca: Facultad de Ingeniería civil - Universidad Privada del Norte - Tesis Pregrado. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10488/Pacheco%20Cruzado%20Germ%20a%20n%20Agust%20adn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Panditharadhy, BJ; Sampath, Vargala; Mulangi H., Raviraj; Shankar Ravi, AU. (2018). Mechanical properties of pavement quality concrete with secondary aluminum dross as partial replacement for ordinary portland cement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2-9. doi:10.1088 / 1757-899X / 431/3/032011

- Putzmeister. (s.f.). *Plastificantes y super-plastificantes: aditivos para la trabajabilidad del hormigón*. Obtenido de *Plastificantes y super-plastificantes: aditivos para la trabajabilidad del hormigón*: <http://bestsupportunderground.com/plastificantes-hormigon/>
- Rajaraman, J. (2017). Study on Structural Behavior of Aluminium Fiber in Concrete. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(11), 9182-9183. doi:10.36478/jeasci.2017.9182.9183
- Ravinder, K. (2016). Strength Characteristics of Coca-Cola Tin Waste As Fibres in Concrete. *International Journal of Advanced Research Foundation*, 3(2), 9 - 12. Obtenido de <http://ijarf.com/wp-content/uploads/2016/03/IJARF-9-12.pdf>
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) Concreto Armado E060*. Lima-Perú: Ministerio de Construcción y Vivienda.
- Remayanti, C., Wijatmiko, I., & Wibowo, A. (2019). Study of modulus elasticity of PVC coated weldes mesh fiber concrete. *International Journal of GEOMATE*, 17(60), 24-30. doi:<https://doi.org/10.21660/2019.60.461>
- Sabapathy, Y., Sabarish, S., Nithish, C., Ramasamy, S., & Krishna, G. (2019). Experimental study on strength properties of aluminium fibre reinforced concrete. *Journal of King Saud University, Engineering Sciences*, 1-7. doi:10.1016/j.jksues.2019.12.004
- Satish, M., & Neeraja, D. (2016). Mechanical and durability aspects of concrete incorporating secondary aluminium slag. *Resource-Efficient Technologies*, 2, 225-232. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.refit.2016.10.012>
- Saxena, S., & Tembhurkar, A. (2018). Impact of use of steel slag as coarse aggregate and wastewater on fresh and hardened properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 126-137. doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.01.030
- Segarra, J. P. (2014). *Impacto ambiental y viabilidad de la producción de las carpinterías de ventana en México*. Barcelona: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona - Universidad Politécnica de Cataluña - Máster en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/23478>
- Serrano, M., & Pérez, D. (2010). Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto. *Concreto y cemento: Investigación y desarrollo*, 2(1), 17-30. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v2n1/v2n1a2.pdf>
- Shabbar, R., Nedwell, P., & Wu, Z. (2017). Mechanical properties of lightweight aerated concrete with different aluminium powder content. *Eco Sciences Matec web of Conferences*, 120, 2-7. doi:10.1051/mateconf/201712002010
- Shakir, R., Athab, H., & Abdulhameed, Q. (2018). Investigating the Behavior of Concrete and Mortar Reinforced with Aluminum Waste Strips. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.37), 211-213. doi:10.14419/ijet.v7i4.37.24103

- Shiriraksha, J., Chandrashekar, A., Naganna, R., Manu, D., Hiremath, P., Preethi, H., & Kumar, N. (2017). Eco concrete for sustainability: Utilizing aluminium dross and iron slag as partial replacement materials. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(9), 2291 - 2304. doi:10.1007 / s10098-017-1419-9
- Suiwei, P., Depeng, C., Xiuling, C., Genwang, G., Danyang, S., & Chunlin, L. (2020). Experimental study on the workability and stability of steel slag self compacting concrete. *Applied Sciences (Switzerland)*, 1291. doi:10.3390 / app10041291
- Torres, K. K. (2019). *Evaluación de Las propiedades del concreto adicionado con escoria de acero para una resistencia de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en Chiclayo-Lambayeque*. Chiclayo: Facultad de Ingeniería - Universidad César Vallejo - Tesis de Pregrado. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/38446>
- Tulope, R., & Busari, A. (2018). Influence of White Aluminum Dross on the Corrosion Resistance of Reinforcement Carbon Steel in Simulated Concrete Pore Solution. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*, 5(1). doi:<https://doi.org/10.1007/s40735-018-0211-7>
- Vela, L., & Yovera, R. (2016). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco*. Pimentel: Facultad de Ingeniería civil - Universida Señor de Sipán - USS - Tesis Pregrado. Obtenido de [http://200.60.28.26/bitstream/handle/uss/3167/VELA\\_REQUEJO\\_LUIS\\_GUSTAVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://200.60.28.26/bitstream/handle/uss/3167/VELA_REQUEJO_LUIS_GUSTAVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Velarde, A. (2017). *Evaluación del polvo de aluminio fundido sobre el asentamiento, compresión, densidad, absorción en un concreto ligero Trujillo-2017*. Trujillo: Escuela de Ingeniería Civil- Universidad Privada del Norte-Tesis Pregrado. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12744/Velarde%20Rubio%2c%20Alfredo%20Rugeri.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Xianggang, Z., Shuren, W., & Xiang, G. (2018). Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete Subjected to Compression Test. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 11(6), 20-25. doi:10.25103/jestr.116.04
- Zeng, L., Liu, H., Wang, H., Tang, G., Liang, Q., & Liu, Y. (2013). Resource Recycling of Waste Slag og Aluminum Factory. *Advanced Materials Research*, 779-780, 1254-1259. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.779-780.1254
- Zoungjin, L. (2011). *Advanced Concrete Technology*. New Jersey: Jhon Wiley & Songs, Inc.
- Zúñiga, D. (2019). *DISEÑO DE MÁQUINA COMPACTADORA DE VIRUTA METÁLICA CON CAPACIDAD DE 20 KG/H PARA LA EMPRESA "INGLEBY SAC" – MOTUPE, LAMBAYEQUE*. Pimentel: Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica- Universidad Señor de Sipán- Tesis Pregrado.

# **ANEXOS**

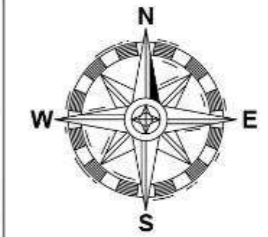
**ANEXO I:** Plano de ubicación de las canteras de agregados de la zona de Lambayeque para elaboración de concreto



UBICACIÓN DE CANTERAS DE AGREGADOS PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO

Nº	CANTERA	MATERIAL	DISTANCIA A OBRA	TIPO DE VIA ESTADO	TENENCIA	VOLUMEN EXPLOTABLE
1	Tres Tomas - "Bomboncito"	Agregado grueso y Fino	35.8 Km	Asfaltado / Trocha	Libre Disponibilidad	Segun Requerimiento
2	Pátao - "La Victoria"	Agregado grueso y Fino	35.0 Km	Asfaltado / Trocha	Municipalidad de Patapo	Segun Requerimiento
3	Pacherres - "Pacherres"	Agregado grueso y Fino	52.5 Km	Asfaltado / Trocha	Libre Disponibilidad	Segun Requerimiento
4	San Nicolás - "Castro I"	Agregado grueso y Fino	57.0 Km	Asfaltado / Trocha	Libre Disponibilidad	Segun Requerimiento

NORTE:



REGION :  
LAMBAYEQUE  
PROVINCIA :  
CHICLAYO  
DISTRITO :  
PIMENTEL

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
FACULTAD DE INGENIERÍA,  
ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TESIS :  
"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO VIRUTA DE ALUMBRIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2021"

ALUMNO :  
Bach. GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN

PLANO :  
PLANO UBICACIÓN DE CANTERAS

DIBUJO CAD Y DIS :  
Bach. J.M.G.CH.

LAMINA :  
01/01

ESCALA GRÁFICA :  
INDICADA

FECHA :  
Chiclayo,  
Marzo del 2021

CÓDIGO DE PLANO :  
G-01



**ANEXO II:** Informe de ensayo de Laboratorio Análisis granulométrico de los agregados fino y grueso

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.

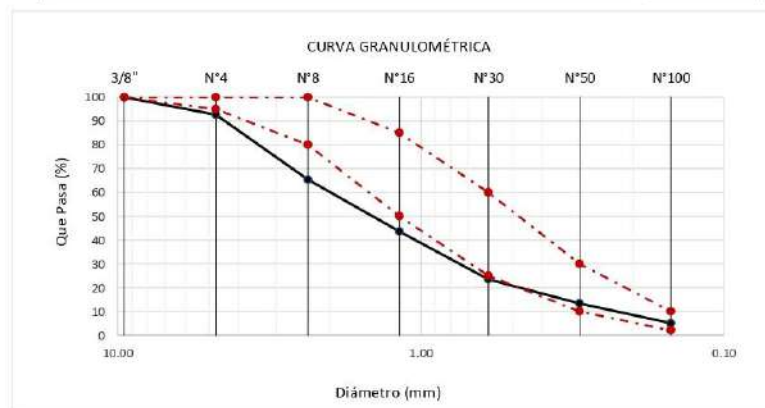
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa


Cantera : Tres Tomas - Bomboncito

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	GRADACIÓN
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	"C"
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	7.4	7.4	92.6	95 - 100
Nº 8	2.360	27.3	34.6	65.4	80 - 100
Nº 16	1.180	21.8	56.4	43.6	50 - 85
Nº 30	0.600	20.1	76.5	23.5	25 - 60
Nº 50	0.300	10.2	86.7	13.3	10 - 30
Nº 100	0.150	8.2	94.9	5.1	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.57</b>



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



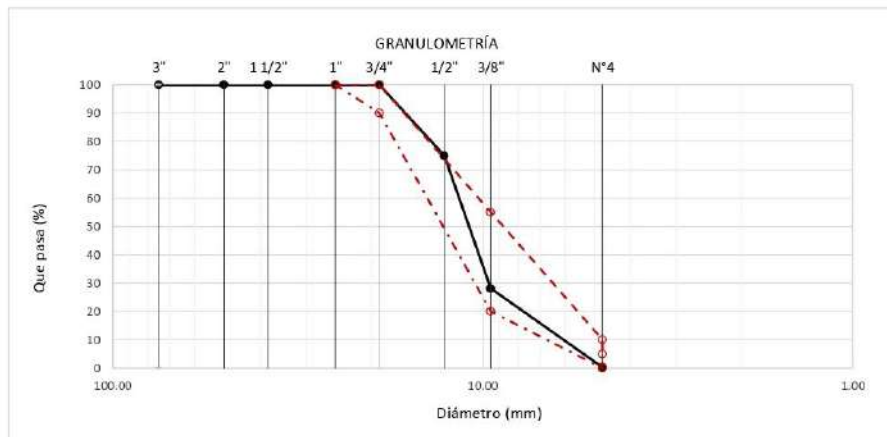
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Solicitante** : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
**Proyecto** : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE 2020".  
**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de ensayo** : 21 de enero del 2021.  
**ENSAYO** : AGREGADOS, Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 400.012 / ASTM C-138

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Tres Tomas - Bomboncillo

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 67
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
1/2"	12.70	25.0	25.0	75.0	-
3/8"	9.52	46.9	71.9	28.1	20 - 55
N°4	4.75	27.8	99.7	0.3	0 - 10
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>1/2"</b>


**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



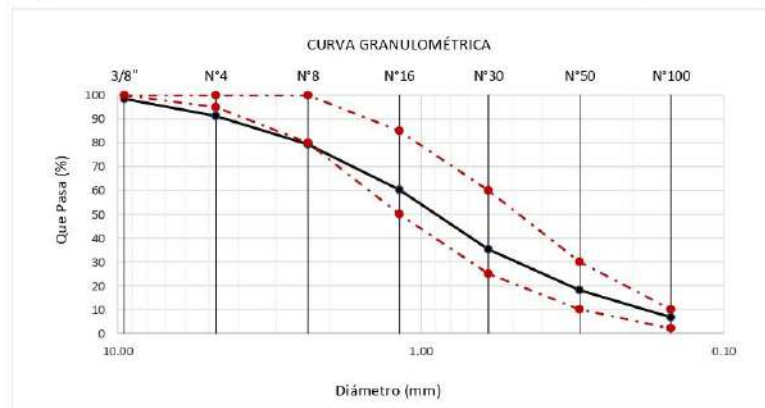
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012  
 Muestra : Arena Gruesa Cantera : Pátapo - La Victoria

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	1.5	1.5	98.5	100
Nº 4	4.750	7.2	8.7	91.3	95 - 100
Nº 8	2.360	12.0	20.7	79.3	80 - 100
Nº 16	1.180	19.1	39.8	60.2	50 - 85
Nº 30	0.600	25.0	64.8	35.2	25 - 60
Nº 50	0.300	17.1	81.9	18.1	10 - 30
Nº 100	0.150	11.4	93.3	6.7	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.11</b>



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

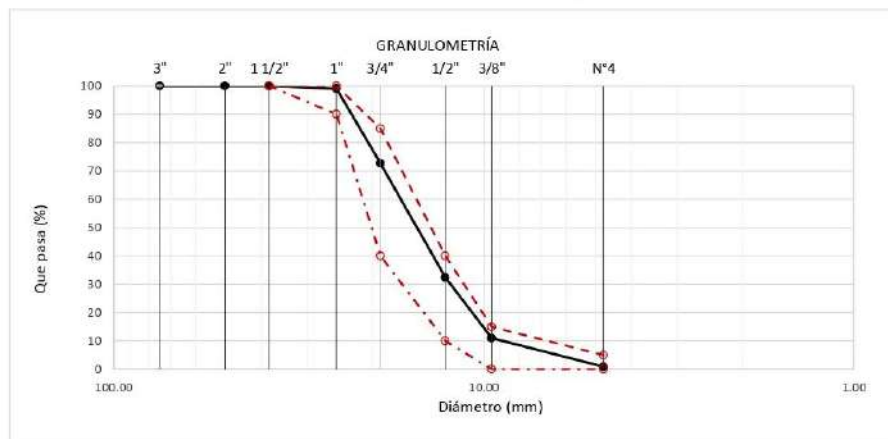
 **LEMS W&C** EIRL  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada      Cantero : Pátapo - La Victoria

Análisis Granulométrico por tamizado					
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.9	0.9	99.1	90 - 100
3/4"	19.00	26.4	27.3	72.7	40 - 85
1/2"	12.70	40.3	67.6	32.4	10 - 40
3/8"	9.52	21.4	89.0	11.0	0 - 15
Nº4	4.75	10.1	99.1	0.9	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



OBSERVACIONES :  
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**Solicitante** : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
**Proyecto** : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".

**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de ensayo** : 22 de enero del 2021.

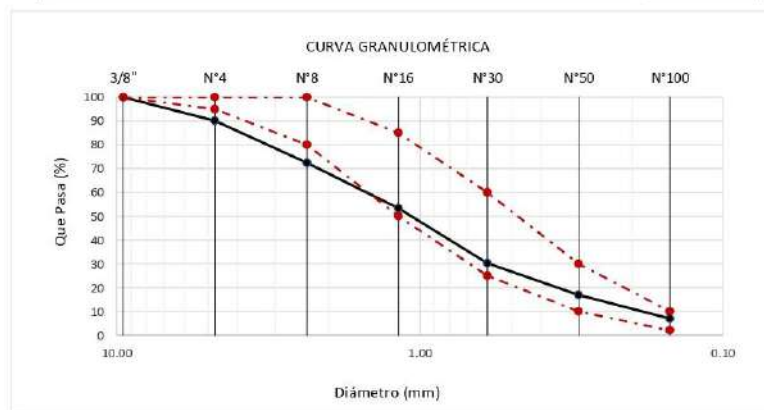
**ENSAYO** : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
**NORMA** : N.T.P. 400.012

**Muestra** : Arena Gruesa **Cantera** : Pacherres

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	9.9	9.9	90.1	95 - 100
Nº 8	2.360	17.7	27.6	72.4	80 - 100
Nº 16	1.180	19.0	46.6	53.4	50 - 85
Nº 30	0.600	23.0	69.7	30.3	25 - 60
Nº 50	0.300	13.4	83.1	16.9	10 - 30
Nº 100	0.150	9.9	93.0	7.0	2 - 10

<b>MÓDULO DE FINEZA</b>	<b>3.30</b>
-------------------------	-------------



Observaciones:  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

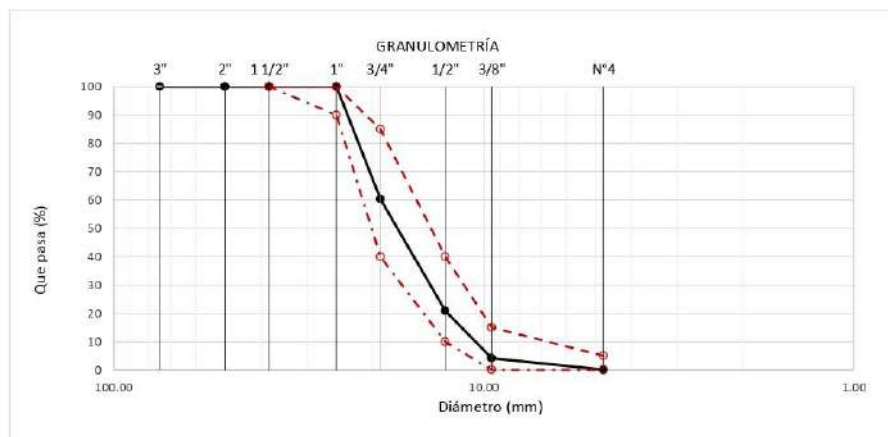
Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Pachemes

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	39.7	39.7	60.3	40 - 65
1/2"	12.70	39.5	79.2	20.8	10 - 40
3/8"	9.52	16.7	95.9	4.1	0 - 15
Nº4	4.75	4.0	99.9	0.1	0 - 5

<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>	<b>3/4"</b>
------------------------------	-------------



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904





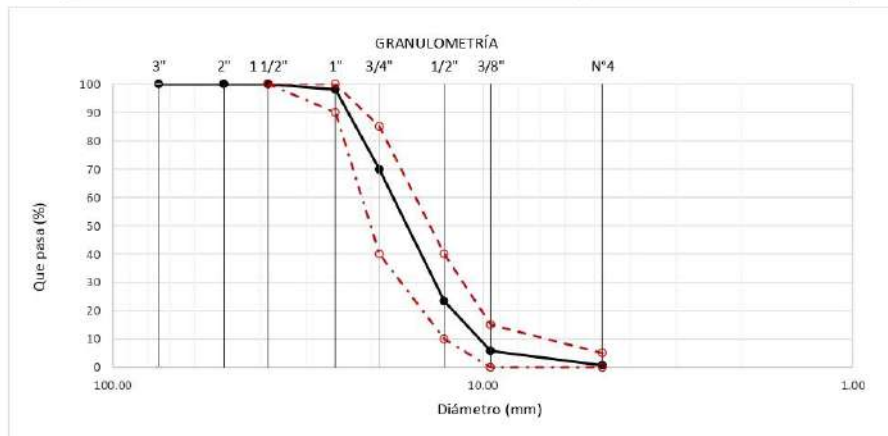
Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Castro I - San Nicolás

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	1.9	1.9	98.1	90 - 100
3/4"	19.00	28.2	30.1	69.9	40 - 85
1/2"	12.70	46.6	76.7	23.3	10 - 40
3/8"	9.52	17.5	94.2	5.8	0 - 15
Nº4	4.75	5.1	99.3	0.7	0 - 5

<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>	<b>3/4"</b>
------------------------------	-------------



OBSERVACIONES :  
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**ANEXO III:** Informe de ensayo de Laboratorio Peso Unitario y Contenido de Humedad de los Agregados finos y gruesos

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 20 de enero del 2021.  
 Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Tres Tomas - Bomboncito.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1562.36
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1532.63
Contenido de Humedad	(%)	1.94

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1780.81
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1746.93
Contenido de Humedad	(%)	1.94

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 20 de enero del 2021.  
 Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada                      Cantera: Tres Tomas - Bomboncito.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1446.66
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1442.39
Contenido de Humedad	(%)	0.30
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1564.55
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1559.94
Contenido de Humedad	(%)	0.30

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 20 de enero del 2021.  
 Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Pátapo - La Victoria

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1628.26
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1623.35
Contenido de Humedad	(%)	0.30

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1770.93
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1765.59
Contenido de Humedad	(%)	0.30

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 20 de enero del 2021.  
 Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada                      Cantera: Pátapo - La Victoria

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1485.82
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1481.45
Contenido de Humedad	(%)	0.29
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1641.06
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1636.24
Contenido de Humedad	(%)	0.29

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 20 de enero del 2021.  
Ensayo : 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)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Pachерres

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1684.01
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1666.36
Contenido de Humedad	(%)	1.06
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1905.56
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1885.59
Contenido de Humedad	(%)	1.06

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 20 de enero del 2021.  
 Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada                      Cantera: Pacherras

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1433.24
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1426.28
Contenido de Humedad	(%)	0.49
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1555.52
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1547.98
Contenido de Humedad	(%)	0.49

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 20 de enero del 2021.  
 Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Castro I - San Nicolás

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1672.39
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1655.45
Contenido de Humedad	(%)	1.02
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1894.99
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1875.79
Contenido de Humedad	(%)	1.02

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 20 de enero del 2021.  
Ensayo : 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)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada    Cantera: Castro I - San Nicolas

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1443.25
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1436.94
Contenido de Humedad	(%)	0.44

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1582.13
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1575.22
Contenido de Humedad	(%)	0.44

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**ANEXO IV:** Informe de ensayo de Laboratorio Peso específico y absorción de los Agregados finos y gruesos

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 22 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022


Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Tres Tomas - Bomboncito

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.545
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.521

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas - Bomboncito

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.242
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.554

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 22 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo - La Victoria

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.533
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.563

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pátapo - La Victoria

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.149
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	3.302

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 22 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.564
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.215

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.230
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	4.101

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
WILSON OLAYAAGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 22 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Castro I - San Nicolás

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.590
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.827

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Castro I - San Nicolas

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.509
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.830

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**ANEXO V: Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de material que pasa por la malla N°200 agregado fino**

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 23 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N°200) por lavado en agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.018-2013/ASTM C117

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo - La Victoria

1.-Porcentaje del material mas fino que pasa por el tamiz N°200.	(%)	5.25
--	-----	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Se utilizó procedimiento A.

  
**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 23 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N°200) por lavado en agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.018-2013/ASTM C117

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pacherras - Pacherras

1.-Porcentaje del material mas fino que pasa por el tamiz N°200.	(%)	5.36
--	-----	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Se utilizó procedimiento A.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 23 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N°200) por lavado en agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.018-2013/ASTM C117

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Castro I - San Nicolas.

1.-Porcentaje del material mas fino que pasa por el tamiz N°200.	(%)	7.12
--	-----	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Se utilizó procedimiento A.

  
**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**ANEXO VI:** Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de  
abrasión de Los Ángeles aplicado a los Agregados gruesos



### **INFORME**

Solicitante : GARCIA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis : "EVALUCION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL  
CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO,  
LAMBAYEQUE, 2020"  
Ubicación : Prolongación Bolognesi km 3.5 - Pimentel  
Fecha de ensayo : 23 de enero del 2021.

**ENSAYO** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

**REFERENCIA** : NORMA N.T.P. 400.019

**Muestra** : AGREGADO GRUESO

**Cantera** : PACHERRES

<b>% de desgaste por abrasión</b>	<b>%</b>	<b>9.96</b>
-----------------------------------	----------	-------------

#### **OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

**INFORME**

Solicitante : GARCIA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis : "EVALUCION DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL  
CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO,  
LAMBAYEQUE, 2020"  
Ubicación : Prolongación Bolognesi km 3.5 - Pimentel  
Fecha de ensayo : 23 de enero del 2021.

**ENSAYO** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

**REFERENCIA** : NORMA N.T.P. 400.019

**Muestra** : AGREGADO GRUESO

**Cantera** : CASTRO I - SAN NICOLÁS

<b>% de desgaste por abrasión</b>	<b>%</b>	<b>20.38</b>
-----------------------------------	----------	--------------

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**ANEXO VII:** Informe de ensayo de Peso unitario suelto y compactado - Peso específico, de cada tipo de viruta de aluminio secundario

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 25 de enero del 2021.  
  
Ensayo : 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)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Viruta Tipo VSS Extracción: Factoría Valyno SRL.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1006
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1003
Contenido de Humedad	(%)	0.24
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1191
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1188
Contenido de Humedad	(%)	0.24

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 25 de enero del 2021.

Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Viruta Tipo escalonada                      Extracción: Factoría Valyno SRL.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1005
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1003
Contenido de Humedad	(%)	0.24
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1431
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1428
Contenido de Humedad	(%)	0.24

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 25 de enero del 2021.

Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Viruta Tipo Continua                      Extracción: Factoría Valyno SRL.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1030
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1027
Contenido de Humedad	(%)	0.24
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1481
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1477
Contenido de Humedad	(%)	0.24

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 25 de enero del 2021.

Ensayo : 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)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Viruta Tipo zunchada                      Extracción: Factoría Valyno SRL.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1017
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1014
Contenido de Humedad	(%)	0.24
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1460
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1457
Contenido de Humedad	(%)	0.24

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 25 de enero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Viruta de aluminio secundario Extracción : Factoría Valyno SRL.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.7
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



**ANEXO VIII:** Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas Prueba – Concreto convencional Patrón 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.  
DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 1  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2380 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 161 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 339 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
Agua 253 L : Potable de la zona.  
Agregado fino 819 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
Agregado grueso 968 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :  
Cemento 1.0    Arena 2.41    Piedra 2.85    Agua 31.7    Lts/pe<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0    2.24    3.01    31.7    Lts/pe<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 1  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de flecha 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 2  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.533	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.547	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	2	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.6	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de fineza	3.11	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.230	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.321	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	4.1	%
6.- Contenido de humedad	0.5	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.  
DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 2  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2398 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 194 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 92 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.678

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 385 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
Agua 261 L : Potable de la zona.  
Agregado fino 872 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
Agregado grueso 880 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :  
Cemento 1.0 Arena 2.27 Piedra 2.29 Agua 28.8 Lts/pie<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0 2.10 2.41 28.8 Lts/pie<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYAAGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 3  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.  
 DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 3       $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2308 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 243 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 115 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.6 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.613

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	448 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	275 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	789 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	795 Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.76	1.77	26.0	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :	1.0	1.63	1.87	26.0	Lts/pie <sup>3</sup>
-------------------------	-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 1  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 2 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 1  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2318 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 194 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 69 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.624

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 410 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
Agua 256 L : Potable de la zona.  
Agregado fino 832 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
Agregado grueso 820 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :  
Cemento 1.0 Arena 2.03 Piedra 2.00 Agua 26.5 Lts/pie<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0 1.88 2.11 26.5 Lts/pie<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 2  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.533	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.547	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	2	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.6	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de fineza	3.11	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.230	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.321	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	4.1	%
6.- Contenido de humedad	0.5	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.  
 DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 2  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2436 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 223 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 80 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 11.1 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.563

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 470 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
 Agua 265 L : Potable de la zona.  
 Agregado fino 853 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 Agregado grueso 848 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :
 

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.81	1.80	23.9	Lts/pe <sup>3</sup>

Proporción en volumen :
 

	1.0	1.68	1.90	23.9	Lts/pe <sup>3</sup>
--	-----	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 3  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.533	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.547	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	2	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	2	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	0.6	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de fineza	3.11	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.230	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.321	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	1	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	2	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	4.1	%
6.- Contenido de humedad	0.5	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.  
DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 3  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 8/9 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2439 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 243 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 87 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 12.4 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.518

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 528 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
Agua 274 L : Potable de la zona.  
Agregado fino 823 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
Agregado grueso 814 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :  
Cemento 1.0 Arena 1.56 Piedra 1.54 Agua 22.0 Lts/pie<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0 1.44 1.63 22.0 Lts/pie<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 4  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.533	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.547	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	2	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.6	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de fineza	3.11	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.230	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.321	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	4.1	%
6.- Contenido de humedad	0.5	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.  
 DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 4  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 4/5 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2418 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 218 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 78 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.600

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 454 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
 Agua 272 L : Potable de la zona.  
 Agregado fino 839 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 Agregado grueso 854 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :
 

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.85	1.88	25.5	Lts/pe <sup>3</sup>

Proporción en volumen :
 

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.71	1.98	25.5	Lts/pe <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**ANEXO IX:** Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas – Concreto convencional Patrón 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>



INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 1  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.533	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.547	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	2	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	2	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	0.6	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de fineza	3.11	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.230	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.321	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	1	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	2	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	4.1	%
6.- Contenido de humedad	0.5	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 1  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2380 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 161 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 339 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
 Agua 253 L : Potable de la zona.  
 Agregado fino 819 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 Agregado grueso 968 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Charcada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :
 

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	2.41	2.85	31.7	Lts/pe <sup>3</sup>

Proporción en volumen :
 

	1.0	2.24	3.01	31.7	Lts/pe <sup>3</sup>
--	-----	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 4  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.533	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.547	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	2	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	2	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	0.6	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de finiza	3.11	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.230	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.321	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	1	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	2	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	4.1	%
6.- Contenido de humedad	0.5	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. EN ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 27 de enero del 2021.  
 DISEÑO DE MEZCLA PRUEBA 4  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 4/5 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2418 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 218 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 78 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.600

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 454 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
 Agua 272 L : Potable de la zona.  
 Agregado fino 839 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 Agregado grueso 854 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :
 

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.85	1.88	25.5	Lts/pe <sup>3</sup>

Proporción en volumen :
 

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.71	1.98	25.5	Lts/pe <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**ANEXO X:** Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas  
– Elección de cada tipo de viruta

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VSS  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

**VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO**

1.- Tipo de viruta : Sin seleccionar  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.191  $\text{Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VSS  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2354  $\text{Kg/m}^3$   
Resistencia promedio a los 7 días : 132  $\text{Kg/cm}^2$   
Porcentaje promedio a los 7 días : 63 %  
Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 8.0 bolsas/ $\text{m}^3$   
Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	339 $\text{Kg/m}^3$	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	253 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	819 $\text{Kg/m}^3$	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	968 $\text{Kg/m}^3$	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	1.70 $\text{Kg/m}^3$	: Viruta aluminio secundario - Adición 0.5% VSS

Proporción en peso : 

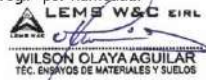
Cemento	Arena	Piedra	Viruta	Agua
1.0	2.41	2.85	0.0050	31.7 Lts/ $\text{pie}^3$

Proporción en volumen : 

1.0	2.24	3.01	0.0051	31.7 Lts/ $\text{pie}^3$
-----	------	------	--------	--------------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C** EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VESC  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

**VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO**

1.- Tipo de viruta : Escalonada  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.431  $\text{Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VESC  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2365 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 155 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 74 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	339 Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	253 L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	819 Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	968 Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	1.70 Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 0.5% VESC

Proporción en peso :  
Cemento 1.0 Arena 2.41 Piedra 2.85 Viruta 0.0050 Agua 31.7 Lts/pe<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0 2.24 3.01 0.0051 31.7 Lts/pe<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**WILSON CLAYA AGUILAR**  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VCON  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO

1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.481  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VCON  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2389 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 166 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 79 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	339 Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	253 L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	819 Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	968 Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	1.70 Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 0.5% VCON

Proporción en peso :  
Cemento 1.0 Arena 2.41 Piedra 2.85 Viruta 0.0050 Agua 31.7 Lts/pe<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0 2.24 3.01 0.0051 31.7 Lts/pe<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**WILSON CLAYA AGUILAR**  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME**

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VZUNC  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

**VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO**

1.- Tipo de viruta : Zunchada  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.460 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 2 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VZUNC  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2373 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 159 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 76 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	339 Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	253 L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	819 Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	968 Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pachterres - Pachterres
Viruta	1.70 Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 0.5% VZUNC

Proporción en peso :  
Cemento 1.0    Arena 2.41    Piedra 2.85    Viruta 0.0050    Agua 31.7 Lts/pe<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0    2.24    3.01    0.0051    31.7 Lts/pe<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**ANEXO XI: Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas  
– Concreto Patrón + adiciones del 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% de  
viruta de aluminio secundario**

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VIRUTA  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

**VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO**

1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.461  $\text{Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 0.5% DE VIRUTA  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2389  $\text{Kg/m}^3$   
 Resistencia promedio a los 7 días : 164  $\text{Kg/cm}^2$   
 Porcentaje promedio a los 7 días : 78 %  
 Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 8.0 bolsas/ $\text{m}^3$   
 Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	339 $\text{Kg/m}^3$	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	253 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	819 $\text{Kg/m}^3$	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	968 $\text{Kg/m}^3$	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	1.70 $\text{Kg/m}^3$	: Viruta aluminio secundario - Adición 0.5%

Proporción en peso :

	Cemento	Arena	Piedra	Viruta	Agua	
	1.0	2.41	2.85	0.0050	31.7	Lts/ $\text{pie}^3$

Proporción en volumen :

	1.0	2.24	3.01	0.0051	31.7	Lts/ $\text{pie}^3$
--	-----	------	------	--------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. DISEÑOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 1.5% DE VIRUTA  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

**VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO**

1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.461  $\text{Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 1.5% DE VIRUTA  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 1/2 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2411  $\text{Kg/m}^3$   
 Resistencia promedio a los 7 días : 141  $\text{Kg/cm}^2$   
 Porcentaje promedio a los 7 días : 67 %  
 Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 8.0 bolsas/ $\text{m}^3$   
 Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	339 $\text{Kg/m}^3$	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	253 L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	819 $\text{Kg/m}^3$	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	968 $\text{Kg/m}^3$	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	5.09 $\text{Kg/m}^3$	:	Viruta aluminio secundario - Adición 1.5%

Proporción en peso :

	Cemento	Arena	Piedra	Viruta	Agua	
	1.0	2.41	2.85	0.0150	31.7	Lts/ $\text{pie}^3$

Proporción en volumen :

	1.0	2.24	3.01	0.0152	31.7	Lts/ $\text{pie}^3$
--	-----	------	------	--------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. DISEÑOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 3.5% DE VIRUTA  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

**VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO**

1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.461  $\text{Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 3.5% DE VIRUTA  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 1/5 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2422 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 135 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 64 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	339 Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	253 L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	819 Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	968 Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	11.88 Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 3.5%

Proporción en peso :  
Cemento 1.0    Arena 2.41    Piedra 2.85    Viruta 0.0350    Agua 31.7 Lts/pe<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0    2.24    3.01    0.0356    31.7 Lts/pe<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. DISEÑOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 5.0% DE VIRUTA  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

**VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO**

1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.461  $\text{Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 26 de enero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 1 + 5.0% DE VIRUTA  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 2 8/9 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2433 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 124 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 59 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.747

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	339 Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	253 L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	819 Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	968 Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	16.97 Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 5.0%

Proporción en peso :  

	Cemento	Arena	Piedra	Viruta	Agua	
	1.0	2.41	2.85	0.0500	31.7	Lts/pe <sup>3</sup>

Proporción en volumen :  

	1.0	2.24	3.01	0.0508	31.7	Lts/pe <sup>3</sup>
--	-----	------	------	--------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. DISEÑOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 03 de febrero del 2021.

DESIÑO DE MEZCLA 4 + 0.5% DE VIRUTA  $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO

1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.481  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pachterres - Pachterres  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



LEMS W&C EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 03 de febrero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 4 + 0.5% DE VIRUTA  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 1/2 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2424 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 216 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.600

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	454	Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	272	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	839	Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	854	Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	2.27	Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 0.5%

Proporción en peso :

	Cemento	Arena	Piedra	Viruta	Agua	
	1.0	1.85	1.88	0.005	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :

	1.0	1.71	1.98	0.0051	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>
--	-----	------	------	--------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 03 de febrero del 2021.

DESEÑO DE MEZCLA 4 + 1.5% DE VIRUTA  $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO

1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.481  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pachterres - Pachterres  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



LEMS W&C EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 03 de febrero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 4 + 1.5% DE VIRUTA  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 2/7 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2431 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 182 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 65 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.600

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	454	Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	272	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	839	Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	854	Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	6.81	Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 1.5%

Proporción en peso :

	Cemento	Arena	Piedra	Viruta	Agua	
	1.0	1.85	1.88	0.015	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :

	1.0	1.71	1.98	0.0152	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>
--	-----	------	------	--------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 03 de febrero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 4 + 3.5% DE VIRUTA  $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**  
 1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

**VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO**  
 1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.481  $\text{Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.533	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.547	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	2	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	2	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	0.6	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de fineza	3.11	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.230	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.321	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	1	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	2	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	4.1	%
6.- Contenido de humedad	0.5	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 03 de febrero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 4 + 3.5% DE VIRUTA  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2435 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 179 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 64 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.600

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	454	Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	272	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	839	Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	854	Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	15.88	Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 3.5%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Viruta	Agua	
	1.0	1.85	1.88	0.035	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.0	1.71	1.98	0.0356	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 03 de febrero del 2021.

DESEÑO DE MEZCLA 4 + 5.0% DE VIRUTA  $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3120  $\text{Kg/m}^3$

VIRUTA ALUMINIO SECUNDARIO

1.- Tipo de viruta : Continua  
 2.- Peso Unitario compactado : 1.481  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 2  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Módulo de fineza 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pachterres - Pachterres  
 1.- Peso específico de masa 2.230  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.321  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 2  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 4.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0



LEMS W&C EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Fecha de recepción : 03 de febrero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA 4 + 5.0% DE VIRUTA  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 2 1/2 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2439 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 173 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 62 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.600

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	454	Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	272	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	839	Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	854	Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Viruta	22.69	Kg/m <sup>3</sup>	:	Viruta aluminio secundario - Adición 5.0%

Proporción en peso :

	Cemento	Arena	Piedra	Viruta	Agua	
	1.0	1.85	1.88	0.050	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :

	1.0	1.71	1.98	0.0508	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>
--	-----	------	------	--------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**ANEXO XII:** Informe de ensayo de Laboratorio de Asentamiento,  
Temperatura, Contenido de aire y Peso unitario en estado fresco



RNP Servicios SMD08589

**LEMS W&C** EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548865974

Email: [servicios@lemswycseirl.com](mailto:servicios@lemswycseirl.com)

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021.  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Diseño (pulg)	Obtenido(pulg)
01	Muestra 1 - Concreto Patrón 210	210	12/02/2021	3" - 4"	4.00
02	Muestra 2 - C.P 210 + 0.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	3" - 4"	4.00
03	Muestra 3 - C.P 210 + 1.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	3" - 4"	3.50
04	Muestra 4 - C.P 210 + 3.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	3" - 4"	3.20
05	Muestra 5 - C.P 210 + 5.0% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	3" - 4"	2.90
					Obtenido(cm)
					10.16
					10.16
					8.89
					8.13
					7.37

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.







RNIP: Servicios S06065689

**LEMS W&C**  
EIRL

Prolongación Bolognesi | Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: servicios@lemswycseirf.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chidayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021.  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Muestra N°	IDENTIFICACION	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de Vaciado (Días)	Asentamiento	
				Diseño (pulg)	Obtenido (pulg)
01	Muestra 1 - Concreto Patron 280	280	12/02/2021	3" - 4"	3.80
02	Muestra 2 - C.P 280 + 0.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	3" - 4"	3.50
03	Muestra 3 - C.P 280 + 1.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	3" - 4"	3.30
04	Muestra 4 - C.P 280 + 3.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	3" - 4"	3.00
05	Muestra 5 - C.P 280 + 5.0% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	3" - 4"	2.50

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.





Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
E-mail: servicios@lemswycseirl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chidayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021.  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de homigón (concreto).  
 Referencia : N.T.P. 339.189:2002

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura - Grados centígrados (C°)			
				Temperatura ambiente(C°)	Temperatura Max(C°)	Temperatura Min (C°)	Temperatura Obtenido(C°)
01	Muestra 1 - Concreto Patrón 210	210	12/02/2021	29.50	32.00	----	30.80
02	Muestra 2 - C.P 210 + 0.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	29.32	32.00	----	32.30
03	Muestra 3 - C.P 210 + 1.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	29.32	32.00	----	32.90
04	Muestra 4 - C.P 210 + 3.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	29.32	32.00	----	33.40
05	Muestra 5 - C.P 210 + 5.0% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	29.32	32.00	----	32.90

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.





RNP Servicios S0608589

**LEMS W&C EIRL**

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974

Email: [servicios@lemswycseirl.com](mailto:servicios@lemswycseirl.com)

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chidayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).  
 Referencia : N.T.P. 339.189:2002

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura - Grados centígrados (C°)			
				Temperatura ambiente(C°)	Temperatura Max(C°)	Temperatura Min (C°)	Temperatura Obtenido(C°)
01	Muestra 1 - Concreto Patrón 280	280	12/02/2021	30.10	32.00	----	31.50
02	Muestra 2 - C.P 280 + 0.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	29.67	32.00	----	34.20
03	Muestra 3 - C.P 280 + 1.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	29.67	32.00	----	33.50
04	Muestra 4 - C.P 280 + 3.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	29.67	32.00	----	34.00
05	Muestra 5 - C.P 280 + 5.0% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	29.67	32.00	----	33.55

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Tesis "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL  
Proyecto / Obra : CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO,  
LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021.  
Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad  
(peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del  
hormigón (concreto).  
Referencia : N.T.P. 339.046:2008

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Peso Unitario Concreto fresco (kg/m <sup>3</sup> )
01	Muestra 1 - Concreto Patrón 210	210	12/02/2021	2380.36
02	Muestra 2 - C.P 210 + 0.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	2387.67
03	Muestra 3 - C.P 210 + 1.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	2416.87
04	Muestra 4 - C.P 210 + 3.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	2435.13
05	Muestra 5 - C.P 210 + 5.0% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	2457.03

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021.  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).  
 Referencia : N.T.P. 339.046:2008

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Peso Unitario Concreto fresco (kg/m <sup>3</sup> )
01	Muestra 1 - Concreto Patrón 280	280	12/02/2021	2416.87
02	Muestra 2 - C.P 280 + 0.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	2424.18
03	Muestra 3 - C.P 280 + 1.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	2442.43
04	Muestra 4 - C.P 280 + 3.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	2453.38
05	Muestra 5 - C.P 280 + 5.0% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	2471.64

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



RNP Servicios S0606589

**LEMS W&C EIRL**

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 2054885974

Email: [servicios@lemswysc.eirl.com](mailto:servicios@lemswysc.eirl.com)

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chidayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021.

Ensayo : Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión.

Referencia : A.S.T.M C231/C231M - 14

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire - Método por presión (%)	
				Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor
01	Muestra 1 - Concreto Patrón 210	210	12/02/2021	8:30 a. m.	Medido "B"
02	Muestra 2 - C.P 210 + 0.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	8:30 a. m.	Medido "B"
03	Muestra 3 - C.P 210 + 1.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	9:30 a. m.	Medido "B"
04	Muestra 4 - C.P 210 + 3.5% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	10:30 a. m.	Medido "B"
05	Muestra 5 - C.P 210 + 5.0% viruta aluminio secundario	210	16/02/2021	11:30 a. m.	Medido "B"

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.





RNP. Servicios S08085689

**LEMS W&C EIRL**

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 2054885974  
Email: servicios@lemswycsairl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021.  
 Ensayo : Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión.  
 Referencia : A.S.T.M C231/C231M - 14

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire - Método por presión (%)	
				Hora del ensayo (Hr)	Contenido de aire (%)
01	Muestra 1 - Concreto Patrón 280	280	12/02/2021	8:30 a. m.	Medido "B" 1.80
02	Muestra 2 - C.P 280 + 0.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	8:30 a. m.	Medido "B" 2.40
03	Muestra 3 - C.P 280 + 1.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	9:30 a. m.	Medido "B" 2.80
04	Muestra 4 - C.P 280 + 3.5% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	10:30 a. m.	Medido "B" 3.50
05	Muestra 5 - C.P 280 + 5.0% viruta aluminio secundario	280	17/02/2021	11:30 a. m.	Medido "B" 4.00

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**ANEXO XIII:** Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial – Elección de Diseño Prueba de mezclas Patrón





**LEMS W&C EIRL**

RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chidayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".

Ubicación : Dist. Chidayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 26 de enero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACION	Diseño f c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	f'c promedio (%)
01	Testigo 1 - P-1	210	26/01/2021	02/02/2021	7	28572	15.21	182	157.25	74.88	76.54
02	Testigo 2 - P-1	210	26/01/2021	02/02/2021	7	29900	15.23	182	164.24	78.21	
03	Testigo 3 - P-2	210	26/01/2021	02/02/2021	7	31030	15.00	177	175.60	83.62	92.37
04	Testigo 4 - P-2	210	26/01/2021	02/02/2021	7	38531	15.20	181	212.34	101.11	
05	Testigo 5 - P-3	210	26/01/2021	02/02/2021	7	43444	15.25	183	237.85	113.26	115.50
06	Testigo 6 - P-3	210	26/01/2021	02/02/2021	7	43693	15.00	177	247.25	117.74	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante, optando por el diseño 1 pues se obtiene mas 75% de resistencia requerida mínima.





RNIP Servicios S0608589

**LEMS W&C EIRL**

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781.334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 27 de enero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm²)	f'c (Kg/Cm²)	f'c (%)	f'c promedio (%)
01	Testigo 1 - P-1	280	27/01/2021	03/02/2021	7	34692	15.23	182	190.43	68.01	69.38
02	Testigo 2 - P-1	280	27/01/2021	03/02/2021	7	35308	15.07	178	198.08	70.74	
03	Testigo 3 - P-2	280	27/01/2021	03/02/2021	7	38688	15.26	183	211.53	75.55	79.78
04	Testigo 4 - P-2	280	27/01/2021	03/02/2021	7	42856	15.23	182	235.25	84.02	
05	Testigo 5 - P-3	280	27/01/2021	03/02/2021	7	42934	15.24	182	235.36	84.06	86.65
06	Testigo 6 - P-3	280	27/01/2021	03/02/2021	7	45733	15.27	183	249.89	89.25	
07	Testigo 7 - P-4	280	03/02/2021	10/02/2021	7	39622	15.30	184	215.51	76.97	77.86
08	Testigo 8 - P-4	280	03/02/2021	10/02/2021	7	39745	15.15	180	220.48	78.74	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante, se escoge como diseño el P-4 para la resistencia de 280 kg/cm2 por estar entre el P-0 y el P-2. y tener el 75% de resistencia requerida



WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**ANEXO XIV:** Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial – Elección de tipo de viruta de aluminio secundario

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 4 de febrero del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (cm)	Área (cm²)	f'c (kg/cm²)	f'c (%)	f'c promedio (%)
01	CPVSS1 - Sin seleccionar	210	04/02/2021	11/02/2021	7	24137.28	15.15	180.27	133.90	63.76	62.81
02	CPVSS2 - Sin seleccionar	210	04/02/2021	11/02/2021	7	23574.24	15.20	181.46	129.92	61.86	
03	CPVE1 - Escalonada	210	04/02/2021	11/02/2021	7	27488.60	15.20	181.46	151.38	72.08	73.63
04	CPVE2 - Escalonada	210	04/02/2021	11/02/2021	7	28080.60	15.05	177.89	157.85	75.17	
05	CPVC1 - Continua	210	04/02/2021	11/02/2021	7	30324.60	15.20	181.46	167.12	79.58	78.88
06	CPVC2 - Continua	210	04/02/2021	11/02/2021	7	30222.60	15.31	184.09	164.17	78.18	
07	CPVZ1 - Zunchada	210	04/02/2021	11/02/2021	7	29012.88	15.20	181.46	159.89	76.14	75.63
08	CPVZ2 - Zunchada	210	04/02/2021	11/02/2021	7	28388.24	15.40	186.27	157.78	75.13	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**ANEXO XV:** Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial – Concreto patrón

**Solicitante** : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
**Proyecto / Obra** : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
**Ubicación** : Dist. Chidlayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de vaciado** : 12 de febrero del 2021.

**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
**Referencia** : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	f'c promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - C.P 210	210	12/02/2021	19/02/2021	7	28625.28	15.15	180.27	158.79	75.62	
02	Testigo 2 - C.P 210	210	12/02/2021	19/02/2021	7	29592.24	15.20	181.46	163.08	77.66	159.52
03	Testigo 3 - C.P 210	210	12/02/2021	19/02/2021	7	28998.60	15.35	185.06	156.70	74.62	
04	Testigo 4 - C.P 210	210	12/02/2021	26/02/2021	14	30398.04	15.15	180.27	168.63	80.30	
05	Testigo 5 - C.P 210	210	12/02/2021	26/02/2021	14	31635.30	15.25	182.66	173.20	82.48	169.90
06	Testigo 6 - C.P 210	210	12/02/2021	26/02/2021	14	29865.60	15.05	177.89	167.88	79.94	
07	Testigo 7 - C.P 210	210	12/02/2021	12/03/2021	28	37987.86	15.00	176.71	214.97	102.37	
08	Testigo 8 - C.P 210	210	12/02/2021	12/03/2021	28	36517.02	15.00	176.71	206.64	98.40	211.86
09	Testigo 9 - C.P 210	210	12/02/2021	12/03/2021	28	37812.42	15.00	176.71	213.97	101.89	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 12 de febrero del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm²)	f'c (Kg/Cm²)	f'c (%)	f'c promedio (Kg/Cm²)
01	Testigo 1 - C.P 280	280	12/02/2021	19/02/2021	7	40203.30	15.40	186.27	215.84	77.09	
02	Testigo 2 - C.P 280	280	12/02/2021	19/02/2021	7	40688.82	15.60	191.13	212.88	76.03	212.32
03	Testigo 3 - C.P 280	280	12/02/2021	19/02/2021	7	39802.44	15.60	191.13	208.24	74.37	
04	Testigo 4 - C.P 280	280	12/02/2021	26/02/2021	14	49488.98	15.20	181.46	272.62	97.36	
05	Testigo 5 - C.P 280	280	12/02/2021	26/02/2021	14	47970.60	15.05	177.89	269.66	96.31	269.23
06	Testigo 6 - C.P 280	280	12/02/2021	26/02/2021	14	48480.60	15.25	182.65	265.42	94.79	
07	Testigo 7 - C.P 280	280	12/02/2021	12/03/2021	28	49654.62	15.05	177.78	279.31	99.75	
08	Testigo 8 - C.P 280	280	12/02/2021	12/03/2021	28	52992.06	15.05	177.89	297.88	106.39	250.54
09	Testigo 9 - C.P 280	280	12/02/2021	12/03/2021	28	55029.18	15.00	176.71	294.42	105.15	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**ANEXO XVI:** Informe de ensayo de Laboratorio de Ensayos de Resistencia a la Compresión Axial con porcentaje de VAS



Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de veclado : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm²)	f'c (Kg/Cm²)	f'c (%)	f'c promedio (Kg/Cm²)
01	Testigo 1 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	31012,08	15,30	183,85	168,68	80,32	165,94
02	Testigo 2 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	30510,24	15,60	191,13	159,63	76,01	
03	Testigo 3 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	31369,08	15,35	185,06	169,51	80,72	182,53
04	Testigo 4 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	32914,38	15,15	180,27	182,59	86,95	
05	Testigo 5 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	33103,08	15,10	179,08	184,85	88,02	225,84
06	Testigo 6 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	31833,18	15,00	176,71	180,14	85,78	
07	Testigo 7 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	40075,80	15,05	177,89	225,28	107,28	225,84
08	Testigo 8 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	39678,00	15,05	177,89	223,04	106,21	
09	Testigo 9 CP-210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	40503,18	15,00	176,71	229,20	109,14	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chidlayo, Prov. Pímentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	f'c promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	25737,66	15,30	183,85	139,99	66,66	
02	Testigo 2 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	26463,90	15,40	186,27	142,08	67,66	140,42
03	Testigo 3 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	25589,76	15,30	183,85	139,19	66,28	
04	Testigo 4 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	31707,72	15,20	181,46	174,74	83,21	
05	Testigo 5 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	31475,16	15,15	180,27	174,60	83,14	173,83
06	Testigo 6 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	30825,42	15,10	179,08	172,13	81,97	
07	Testigo 7 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	36973,98	15,05	177,89	207,84	98,97	
08	Testigo 8 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	37434,00	15,03	177,30	211,13	100,54	207,45
09	Testigo 9 CP-210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	36423,18	15,10	179,08	203,39	96,85	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAIMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	f'c promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	24759,48	15,15	180,27	137,35	65,40	
02	Testigo 2 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	24388,22	15,25	182,65	133,53	63,58	133,98
03	Testigo 3 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	23468,16	15,10	179,08	131,05	62,40	
04	Testigo 4 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	29310,72	15,00	176,71	165,86	78,98	
05	Testigo 5 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	29496,36	15,05	177,89	165,81	78,96	166,78
06	Testigo 6 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	30203,22	15,10	179,08	168,66	80,31	
07	Testigo 7 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	33478,44	15,10	179,08	186,95	89,02	
08	Testigo 8 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	32653,26	15,25	182,65	178,77	85,13	183,61
09	Testigo 9 CP-210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	33150,00	15,10	179,08	185,11	88,15	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de febrero del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Dímetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	f'c promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	23/02/2021	7	22649.10	15.05	177.89	127.32	60.63	
02	Testigo 2 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	23/02/2021	7	22349.22	15.30	183.85	121.56	57.89	124.74
03	Testigo 3 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	23/02/2021	7	22448.16	15.10	179.08	125.35	59.69	
04	Testigo 4 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	02/03/2021	14	26491.44	15.00	176.71	149.91	71.39	
05	Testigo 5 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	02/03/2021	14	26874.96	15.15	180.27	149.08	70.99	150.34
06	Testigo 6 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	02/03/2021	14	27221.76	15.10	179.08	152.01	72.39	
07	Testigo 7 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	16/03/2021	28	29884.98	15.15	180.27	165.78	78.94	
08	Testigo 8 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	16/03/2021	28	29478.00	15.00	176.71	166.81	79.43	167.26
09	Testigo 9 CP-210 + 5.0% V.A.S	210	16/02/2021	16/03/2021	28	30098.16	15.05	177.89	169.19	80.57	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Childayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Disco f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kg)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (%)	f <sub>c</sub> promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	39045.60	15.10	179.08	218.04	77.87	215.29
02	Testigo 2 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	38372.40	15.10	179.08	214.28	76.53	215.29
03	Testigo 3 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	38749.80	15.20	181.46	213.55	76.27	215.29
04	Testigo 4 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	48909.00	15.00	176.71	276.77	98.85	274.99
05	Testigo 5 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	48572.40	15.16	180.27	269.45	96.23	274.99
06	Testigo 6 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	49591.38	15.05	177.89	278.77	99.56	274.99
07	Testigo 7 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	53478.60	15.00	176.71	302.63	108.08	303.53
08	Testigo 8 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	54480.24	15.05	177.89	306.25	109.38	303.53
09	Testigo 9 CP-280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	54029.40	15.10	179.08	301.71	107.75	303.53

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (%)	f <sub>c</sub> promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	32746.08	15.20	181.46	180.46	64.45	
02	Testigo 2 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	33201.00	15.20	181.46	182.97	65.35	182.85
03	Testigo 3 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	32933.76	15.05	177.89	185.13	66.12	
04	Testigo 4 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	46645.62	15.05	177.89	262.21	93.65	
05	Testigo 5 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	46805.76	15.05	177.89	263.11	93.97	263.64
06	Testigo 6 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	47565.66	15.10	179.08	265.61	94.86	
07	Testigo 7 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	48348.00	15.05	177.89	271.78	97.06	
08	Testigo 8 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	47637.06	15.00	176.71	269.57	96.28	270.25
09	Testigo 9 CP-280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	48246.00	15.10	179.08	269.41	96.22	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyc.eirl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	f'c promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	32334.00	15,15	180,27	179,37	64,06	
02	Testigo 2 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	32549,22	15,25	182,65	178,20	63,64	178,06
03	Testigo 3 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	31628,16	15,10	179,08	176,62	63,08	
04	Testigo 4 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	45978,54	15,00	176,71	260,19	92,92	
05	Testigo 5 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	45398,16	15,10	179,08	253,51	90,54	257,67
06	Testigo 6 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	46746,60	15,15	180,27	259,32	92,61	
07	Testigo 7 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	47625,84	15,05	177,89	267,72	95,61	
08	Testigo 8 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	46927,14	15,05	177,89	263,79	94,21	265,34
09	Testigo 9 CP-280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	47679,90	15,15	180,27	264,50	94,46	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : GARCÍA CHUMACERO, JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Dímetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	f'c promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	31548.60	15.10	179.08	176.17	62.92	
02	Testigo 2 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	30732.60	15.15	180.27	170.48	60.89	173.79
03	Testigo 3 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	31495.56	15.15	180.27	174.72	62.40	
04	Testigo 4 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	41695.56	15.10	179.08	232.83	83.15	
05	Testigo 5 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	40844.88	15.20	181.46	225.09	80.39	230.93
06	Testigo 6 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	42058.68	15.10	179.08	234.86	83.88	
07	Testigo 7 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	44075.22	15.05	177.89	247.76	88.49	
08	Testigo 8 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	43864.08	15.00	176.71	248.22	88.65	246.99
09	Testigo 9 CP-280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	44166.00	15.15	180.27	245.00	87.50	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**ANEXO XVII:** Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a Tracción – Concreto patrón

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chidayo, Prov. Pimenteí, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 12 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 210	210	12/02/2021	19/02/2021	7	103080	153	298	1.44	
02	Testigo 2 - CP 210	210	12/02/2021	19/02/2021	7	81900	152	300	1.14	1.36
03	Testigo 3 - CP 210	210	12/02/2021	19/02/2021	7	107890	152	305	1.48	
04	Testigo 4 - CP 210	210	12/02/2021	26/02/2021	14	107380	153	300	1.49	
05	Testigo 5 - CP 210	210	12/02/2021	26/02/2021	14	107890	152	300	1.50	1.53
06	Testigo 6 - CP 210	210	12/02/2021	26/02/2021	14	112890	151	300	1.59	
07	Testigo 7 - CP 210	210	12/02/2021	12/03/2021	28	118680	150	300	1.68	
08	Testigo 8 - CP 210	210	12/02/2021	12/03/2021	28	122810	151	300	1.73	1.72
09	Testigo 9 - CP 210	210	12/02/2021	12/03/2021	28	123390	150	300	1.74	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 12 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : ASTM C496/C496M - 11 o N.T.P.339.084

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diametro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 280	280	12/02/2021	19/02/2021	7	130460	153.00	298	1.82	
02	Testigo 2 - CP 280	280	12/02/2021	19/02/2021	7	140190	153.50	305	1.91	1.88
03	Testigo 3 - CP 280	280	12/02/2021	19/02/2021	7	138330	151.60	305	1.90	
04	Testigo 4 - CP 280	280	12/02/2021	26/02/2021	14	144730	151.50	305	1.99	
05	Testigo 5 - CP 280	280	12/02/2021	26/02/2021	14	131770	151.00	305	1.82	1.92
06	Testigo 6 - CP 280	280	12/02/2021	26/02/2021	14	139880	151.00	305	1.93	
07	Testigo 7 - CP 280	280	12/02/2021	12/03/2021	28	161070	150.25	305	2.24	
08	Testigo 8 - CP 280	280	12/02/2021	12/03/2021	28	154310	150.45	305	2.14	2.20
09	Testigo 9 - CP 280	280	12/02/2021	12/03/2021	28	159840	150.50	305	2.22	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**ANEXO XVIII:** Informe de ensayo de Laboratorio Informe de Ensayos de Resistencia a Tracción con porcentaje de VAS

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P. 339.084; 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	80990	151	300	1.1	
02	Testigo 2 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	81900	156	300	1.1	1.20
03	Testigo 3 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	95890	152	300	1.3	
04	Testigo 4 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	97850	152	300	1.4	
05	Testigo 5 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	100540	151	300	1.4	1.37
06	Testigo 6 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	94390	151	300	1.3	
07	Testigo 7 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	113410	151	300	1.6	
08	Testigo 8 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	110430	150	300	1.6	1.59
09	Testigo 8 - CP 210 + 0.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	115000	151	300	1.6	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Píntental, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P. 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	95700	154	300	1.3	
02	Testigo 2 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	93450	153	301	1.3	1.34
03	Testigo 3 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	99330	150	300	1.4	
04	Testigo 4 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	104710	151	300	1.5	
05	Testigo 5 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	103880	150	300	1.5	1.49
06	Testigo 6 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	109030	151	300	1.5	
07	Testigo 7 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	117300	152	300	1.6	
08	Testigo 8 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	119000	151	301	1.7	1.63
09	Testigo 9 - CP 210 + 1.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	111310	151	300	1.6	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diametro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	111750	154	300	1.5	
02	Testigo 2 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	111500	153	301	1.5	1.56
03	Testigo 3 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	112330	150	300	1.6	
04	Testigo 4 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	127120	150	300	1.8	
05	Testigo 5 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	126910	150	301	1.8	1.77
06	Testigo 6 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	122560	152	300	1.7	
07	Testigo 7 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	138070	151	300	1.9	
08	Testigo 8 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	141560	150	302	2.0	1.94
09	Testigo 9 - CP 210 + 3.5% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	133330	150	302	1.9	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chidlayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P. 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diametro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	76550	154	300	1.1	
02	Testigo 2 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	75220	153	301	1.0	1.07
03	Testigo 3 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	23/02/2021	7	79330	150	300	1.1	
04	Testigo 4 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	91620	151	300	1.3	
05	Testigo 5 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	98000	150	300	1.4	1.31
06	Testigo 6 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	02/03/2021	14	89580	152	300	1.3	
07	Testigo 7 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	114860	151	300	1.6	
08	Testigo 8 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	107480	152	300	1.5	1.55
09	Testigo 9 - CP 210 + 5.0% V.A	210	16/02/2021	16/03/2021	28	109860	150	302	1.5	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.I.P. 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diametro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	115000	151	300	1.6	
02	Testigo 2 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	113900	156	300	1.6	1.59
03	Testigo 3 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	113890	152	300	1.6	
04	Testigo 4 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	120890	151	300	1.7	
05	Testigo 5 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	125220	151	300	1.8	1.75
06	Testigo 6 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	127090	151	301	1.8	
07	Testigo 7 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	150200	150	301	2.1	
08	Testigo 8 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	148800	152	300	2.1	2.09
09	Testigo 9 - CP 280 + 0.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	148000	151	302	2.1	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	123650	152	300	1.7	
02	Testigo 2 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	123500	151	300	1.7	1.73
03	Testigo 3 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	120300	150	300	1.7	
04	Testigo 4 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	131300	151	301	1.8	
05	Testigo 5 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	136400	150	300	1.9	1.87
06	Testigo 6 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	130800	150	301	1.8	
07	Testigo 7 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	153500	152	300	2.2	
08	Testigo 8 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	153800	151	301	2.2	2.14
09	Testigo 9 - CP 280 + 1.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	150000	151	300	2.1	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P. 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	133160	152	301	1.9	
02	Testigo 2 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	138220	152	300	1.9	1.91
03	Testigo 3 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	137330	150	301	1.9	
04	Testigo 4 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	151020	150	300	2.1	
05	Testigo 5 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	149220	151	300	2.1	
06	Testigo 6 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	147310	152	300	2.1	
07	Testigo 7 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	168890	152	300	2.4	
08	Testigo 8 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	174310	152	301	2.4	2.39
09	Testigo 9 - CP 280 + 3.5% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	169000	151	300	2.4	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P. 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	109250	153	300	1.5	
02	Testigo 2 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	104100	152	300	1.5	1.48
03	Testigo 3 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	24/02/2021	7	107330	150	301	1.5	
04	Testigo 4 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	117000	151	300	1.6	
05	Testigo 5 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	122330	151	300	1.7	1.71
06	Testigo 6 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	03/03/2021	14	124330	151	300	1.8	
07	Testigo 7 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	145540	151	300	2.0	
08	Testigo 8 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	139330	151	300	2.0	1.88
09	Testigo 9 - CP 280 + 5.0% V.A	280	17/02/2021	17/03/2021	28	137870	151	300	1.9	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**ANEXO XIX:** Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto patrón

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chidlayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 12 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (MPa)	M <sub>r</sub> promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	19/02/2021	7	19930	536.00	152	152	0	3.04	
02	Testigo 2 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	19/02/2021	7	18740	539.00	152	152	0	2.89	2.94
03	Testigo 3 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	19/02/2021	7	18800	538.00	152	152	0	2.89	
04	Testigo 4 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	26/02/2021	14	31770	533.00	152	154	0	4.73	
05	Testigo 5 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	26/02/2021	14	30240	533.00	154	154	0	4.44	4.42
06	Testigo 6 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	26/02/2021	14	28070	530.00	154	154	0	4.10	
07	Testigo 7 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	12/03/2021	28	35970	531.00	151	152	0	5.47	
08	Testigo 8 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	12/03/2021	28	34000	533.00	152	151	0	5.25	5.43
09	Testigo 9 - CP 210 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	12/03/2021	28	36170	533.00	152	151	0	5.58	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 12 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 338.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>f</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	19/02/2021	7	24510	535.00	152	152	0	3.74	
02	Testigo 2 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	19/02/2021	7	25050	535.00	152	152	0	3.86	3.82
03	Testigo 3 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	19/02/2021	7	25120	535.00	152	152	0	3.86	
04	Testigo 4 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	26/02/2021	14	33750	532.00	152	153	0	5.05	
05	Testigo 5 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	26/02/2021	14	39120	531.00	152	154	0	5.80	5.51
06	Testigo 6 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	26/02/2021	14	37990	535.00	152	154	0	5.67	
07	Testigo 7 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	12/03/2021	28	39960	533.00	152	152	145	5.00	
08	Testigo 8 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	12/03/2021	28	43320	533.00	151	152	180	6.75	6.33
09	Testigo 9 - CP 280 (kg/cm <sup>2</sup> )	12/02/2021	12/03/2021	28	47040	533.00	151	152	0	7.23	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

**ANEXO XX:** Informe de ensayo de Laboratorio Informe de Ensayos de Resistencia a la Flexión con porcentaje de VAS





Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycetf.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Píntel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 16 de febrero del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgrf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> prom. (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	1954.32	533	151	151	0	2.98	
02	Testigo 2 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2260.32	535	151	152	0	3.42	3.08
03	Testigo 3 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	1880.88	532	151	152	0	2.83	
04	Testigo 4 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	2970.24	530	152	152	0	4.41	
05	Testigo 5 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3126.30	533	151	151	0	4.76	
06	Testigo 6 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3128.34	530	152	152	0	4.65	
07	Testigo 7 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	3645.48	531	152	152	0	5.46	
08	Testigo 8 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	3897.42	531	152	152	0	5.80	5.67
09	Testigo 9 - CP 210 + 0.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	3645.40	531	152	152	0	5.76	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.





**LEMS W&C EIRL**

RNP Servicios S08008589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMAGERO JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (días)	Fecha de ensayo (días)	Edad (días)	P (kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>e</sub> (Mpa)	M <sub>e</sub> prom. (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2313.36	531	151	151	0	3.51	
02	Testigo 2 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2232.78	532	151	151	0	3.41	3.55
03	Testigo 3 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2457.18	530	151	151	0	3.72	
04	Testigo 4 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3189.54	530	152	152	0	4.74	
05	Testigo 5 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3058.98	532	152	152	0	4.59	4.83
06	Testigo 6 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3406.80	532	151	151	0	5.16	
07	Testigo 7 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	3836.22	531	152	152	180	5.78	
08	Testigo 8 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	4018.80	532	151	153	0	5.95	5.85
09	Testigo 9 - CP 210 + 1.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	3876.00	531	152	152	0	5.80	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.





RNP Servicios S0608589

**LEMS W&C EIRL**

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20-480781334  
Email: [servicios@lemswycsiri.com](mailto:servicios@lemswycsiri.com)

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 16 de febrero del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.076-2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>c</sub> (Mpa)	M <sub>prom</sub> (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2847.92	532	151	151	0	4.05	
02	Testigo 2 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2559.18	530	150	151	0	3.91	3.92
03	Testigo 3 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2920.42	530	151	152	0	3.79	
04	Testigo 4 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	5287.46	531	151	151	0	4.87	
05	Testigo 5 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3686.48	530	152	151	0	5.60	5.20
06	Testigo 6 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3353.76	531	151	152	0	5.04	
07	Testigo 7 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	4476.78	532	152	153	197	7.36	
08	Testigo 8 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	4486.16	532	152	152	0	6.72	6.83
09	Testigo 9 - CP 210 + 3.5% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	4302.36	532	153	152	0	6.41	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.





**LEMS W&C EIRL**  
RNP. Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 16 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> prom. (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2472.48	533	151	150	0	3.80	3.63
02	Testigo 2 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2436.78	530	150	152	0	3.68	
03	Testigo 3 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	23/02/2021	7	2253.18	530	151	151	0	3.41	
04	Testigo 4 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3484.32	531	152	152	0	5.18	5.01
05	Testigo 5 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3162.00	532	151	152	0	4.76	
06	Testigo 6 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	02/03/2021	14	3408.84	532	152	152	0	5.08	
07	Testigo 7 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	3937.20	530	152	152	0	5.85	6.04
08	Testigo 8 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	3918.84	531	152	151	0	5.95	
09	Testigo 9 - CP 210 + 5.0% V.A.S	16/02/2021	16/03/2021	28	4184.04	532	152	151	0	6.32	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (KN)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> promedio (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	27.53	531	150	151	0	4.30	
02	Testigo 2 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	28.16	530	151	151	0	4.33	4.38
03	Testigo 3 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	29.44	532	152	152	0	4.50	
04	Testigo 4 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	40.45	533	152	152	0	6.20	
05	Testigo 5 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	43.12	532	151	152	0	6.58	6.18
06	Testigo 6 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	37.78	532	152	152	0	5.76	
07	Testigo 7 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	42.74	531	151	151	0	6.59	
08	Testigo 8 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	43.78	530	151	151	0	6.76	6.81
09	Testigo 9 - CP 280 + 0.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	45.78	530	151	151	0	7.07	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chichayo, Prov. Pímental, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgrf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>p</sub> promedio (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3283.38	530	151	150	0	5.04	
02	Testigo 2 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3487.38	531	151	151	0	5.29	5.06
03	Testigo 3 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3164.04	530	150	151	0	4.84	
04	Testigo 4 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4692.00	532	152	152	0	6.99	
05	Testigo 5 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4439.04	530	153	151	0	6.64	6.76
06	Testigo 6 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4368.66	532	152	150	0	6.66	
07	Testigo 7 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	4705.26	532	152	152	0	7.04	
08	Testigo 8 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	4583.06	532	152	153	0	6.80	7.08
09	Testigo 9 - CP 280 + 1.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	4968.42	531	152	152	0	7.42	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>t</sub> promedio (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3468.00	530	150	150	0	5.34	
02	Testigo 2 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3493.50	531	151	151	0	5.30	5.19
03	Testigo 3 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3230.34	530	151	151	0	4.93	
04	Testigo 4 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4974.54	530	152	152	0	7.39	
05	Testigo 5 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4559.40	532	151	152	0	6.66	7.15
06	Testigo 6 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4898.04	530	152	153	0	7.20	
07	Testigo 7 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	4928.64	531	152	151	0	7.48	
08	Testigo 8 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	5224.44	533	153	152	0	7.80	7.62
09	Testigo 9 - CP 280 + 3.5% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	4963.32	533	151	151	0	7.59	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Píntel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Vaciado : 17 de febrero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (Kgff)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>y</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> promedio (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3338.46	531	151	150	0	5.13	
02	Testigo 2 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3558.78	531	150	151	0	5.42	5.13
03	Testigo 3 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	24/02/2021	7	3140.58	530	150	150	0	4.84	
04	Testigo 4 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4692.00	531	152	152	0	6.98	
05	Testigo 5 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4466.58	530	153	151	0	6.68	6.91
06	Testigo 6 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	03/03/2021	14	4670.58	530	151	151	0	7.07	
07	Testigo 7 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	5078.58	531	153	153	0	7.46	
08	Testigo 8 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	4798.08	531	151	152	0	7.16	7.19
09	Testigo 9 - CP 280 + 5.0% V.A.S	17/02/2021	17/03/2021	28	4692.00	532	152	153	0	6.95	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**ANEXO XXI:** Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de  
Módulo de Elasticidad del concreto - Concreto patrón

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021  
 Ensayo : Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression (Método de prueba estándar para el módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson del hormigón en compresión).  
 Referencia : ASTM C469 / C469M - 14e 1

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kgf	Esfuerzo S1 (0.000050) Kgf	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_t$ (S <sub>t</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> promedio Kg/cm <sup>2</sup>
01	CP-210	12/02/2021	19/02/2021	7	21012.00	8404.80	1428.82	0.0001559	180.27	189961	
02	CP-210	12/02/2021	19/02/2021	7	23577.30	9430.92	1603.26	0.0002012	179.08	190252	190452.00
03	CP-210	12/02/2021	19/02/2021	7	23766.00	9506.40	1616.09	0.0001771	176.71	191142	
04	CP-210	12/02/2021	26/02/2021	14	29561.60	11864.64	2016.99	0.0002330	180.86	194966	
05	CP-210	12/02/2021	26/02/2021	14	29929.86	11971.94	2035.23	0.0002377	176.71	198832	195875.32
06	CP-210	12/02/2021	26/02/2021	14	29379.06	11751.62	1997.78	0.0002308	180.27	193828	
07	CP-210	12/02/2021	12/03/2021	28	35396.04	14158.42	2406.93	0.0002591	180.27	218513	
08	CP-210	12/02/2021	12/03/2021	28	37195.32	14878.13	2529.28	0.0002858	178.49	220963	219762.14
09	CP-210	12/02/2021	12/03/2021	28	36955.62	14782.25	2512.98	0.0002768	176.71	219810	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GARCIA CHUMACERO JUAN MARTIN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 12 de febrero del 2021

Ensayo : Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression (Método de prueba estándar para el módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson del hormigón en compresión).

Referencia : ASTM C469 / C469M - 14e1

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kgf	Esfuerzo S1 (0.00050) Kgf	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_1$ ( $\epsilon_2$ )	Area $cm^2$	$E_c$ Kgf/cm <sup>2</sup>	$E_c$ promedio Kgf/cm <sup>2</sup>
01	CP-280	12/02/2021	19/02/2021	7	40104.35	16041.74	2777.10	0.0002582	180.27	218136	
02	CP-280	12/02/2021	19/02/2021	7	40467.48	16186.99	2751.79	0.0002662	176.71	218914	218917.81
03	CP-280	12/02/2021	19/02/2021	7	40810.20	16324.08	2775.09	0.0002747	179.57	219703	
04	CP-280	12/02/2021	26/02/2021	14	47328.00	18931.20	3218.30	0.0003024	178.49	246625	
05	CP-280	12/02/2021	26/02/2021	14	47747.22	19098.89	3246.81	0.0003190	177.89	249927	
06	CP-280	12/02/2021	26/02/2021	14	47146.44	18858.58	3205.96	0.0003211	180.27	246063	
07	CP-280	12/02/2021	12/03/2021	28	49603.62	19841.45	3373.05	0.0003538	176.71	259425	
08	CP-280	12/02/2021	12/03/2021	28	49129.32	19651.73	3340.79	0.0003437	177.89	258551	258515.73
09	CP-280	12/02/2021	12/03/2021	28	49195.62	19678.25	3345.30	0.0003472	177.89	257561	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**ANEXO XXII:** Informe de ensayo de Laboratorio de Ensayo de Módulo de Elasticidad del concreto con porcentaje de VAS



RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycarl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN

Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 16 de febrero del 2021

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto


Referencia : ASTM C-469

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kgf	Esfuerzo S1 (0.000050) Kgf	$\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> promedio Kg/cm <sup>2</sup>
1.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	30147.12	12058.85	2050.00	0.0002055	181.46	196040	
2.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	29778.90	11911.56	2024.97	0.0001993	179.08	189872	194132.44
3.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	30532.68	12213.07	2076.22	0.0002079	176.71	196485	
4.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	33424.38	13369.75	2272.86	0.0002212	177.89	207568	
5.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	34009.86	13603.94	2312.67	0.0002291	179.08	209800	208486.98
6.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	33459.06	13383.62	2275.22	0.0002236	177.89	208093	
7.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	39831.20	15732.48	2674.52	0.0002764	180.27	227744	
8.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	38929.32	15571.73	2647.19	0.0002582	176.71	225825	228612.37
9.00	CP-210+ 0.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	40015.62	16006.25	2721.06	0.0002856	176.71	232268	

**OBSERVACIONES:**

Muestreo y realización de los solicitado por el solicitante.





**LEMS W&C EIRL**  
RNP Servicios 30608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com


Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto/ Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 16 de febrero del 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto  
 Referencia : ASTM C-469

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ Kgf)	Esfuerzo S1 (0.000050) kgf	$\epsilon_s$ ( $\sigma_s$ )	Area $cm^2$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_c$ promedio Kg/cm <sup>2</sup>
1.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	25557.12	10222.85	1737.88	0.0001825	177.89	178016	177834.10
2.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	26627.10	10650.84	1810.64	0.0001892	177.89	178399	177834.10
3.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	25453.08	10181.23	1730.81	0.0001748	177.89	177087	177834.10
4.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	32343.18	12937.27	2199.34	0.0002191	182.65	199587	199285.50
5.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	32959.26	13183.70	2241.23	0.0002252	177.89	200332	199285.50
6.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	31419.06	12567.62	2136.50	0.0002094	178.37	197937	199285.50
7.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	37291.20	14916.48	2535.80	0.0002680	180.27	218082	217521.49
8.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	35869.32	14347.73	2439.11	0.0002409	177.89	217024	217521.49
9.00	CP-210+ 1.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	36955.62	14782.25	2512.98	0.0002591	179.08	217459	217521.49

**OBSERVACIONES:**  
 Muestreo y realización de los solicitado por el solicitante.





**LEMS W&C EIRL**  
RNP Servicios 30608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 16 de febrero del 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto  
 Referencia : ASTM C-469

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ Kgf)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kgf	$\epsilon_u$ ( $\sigma_u$ )	Area $cm^2$	$E_c$ Kg/cm $^2$	$E_c$ promedio Kg/cm $^2$
1.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	24921.66	9968.66	1694.67	0.0001479	179.67	176557	
2.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	23607.90	9443.16	1605.34	0.0001322	177.89	175589	175999.93
3.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	24555.48	9822.19	1669.77	0.0001452	178.49	175854	
4.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	28574.28	11429.71	1943.05	0.0001754	180.86	192228	
5.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	29899.26	11959.70	2033.15	0.0002055	177.89	196014	194199.13
6.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	30399.06	12159.62	2067.14	0.0002082	177.89	194355	
7.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	34182.24	13672.90	2324.39	0.0002233	178.49	211862	
8.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	32748.12	13099.25	2226.87	0.0002063	177.89	207691	209013.43
9.00	CP-210+ 3.5% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	32907.24	13162.90	2237.69	0.0002093	179.08	207487	

**OBSERVACIONES:**  
Muestreo y realización de los solicitado por el solicitante.





**LEMS W&C EIRL**  
RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 16 de febrero del 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto  
 Referencia : ASTM C-469

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kgf	Esfuerzo S1 (0.000050) Kgf	$\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> promedio Kg/cm <sup>2</sup>
1.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	22530.78	9012.31	1532.09	0.0001735	179.67	174273	
2.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	21527.10	8610.84	1463.84	0.0001575	177.89	166318	169684.22
3.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	23/02/2021	7.00	22484.88	8993.95	1528.97	0.0001727	178.49	168462	
4.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	26491.44	10596.58	1801.42	0.0001701	180.86	187702	
5.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	25900.86	10360.34	1761.26	0.0001743	177.89	186295	186751.87
6.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	02/03/2021	14.00	26400.66	10560.26	1795.24	0.0001748	177.89	186259	
7.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	29937.00	11974.80	2035.72	0.0001812	178.49	193324	
8.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	30718.32	12287.33	2088.85	0.0001911	177.89	196892	196644.06
9.00	CP-210+ 5.0% VAS	16/02/2021	16/03/2021	28.00	30834.60	12333.84	2096.75	0.0002009	179.08	199717	

**OBSERVACIONES:**  
Muestreo y realización de los solicitado por el solicitante.





Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 17 de febrero del 2021  
Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto  
Referencia : ASTM C-469

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kgf	Esfuerzo S1 (0.000050) Kgf	$\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> promedio Kg/cm <sup>2</sup>
1.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	30147.12	12058.85	2050.00	0.0001990	179.08	223005	
2.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	29778.90	11911.56	2024.97	0.0001779	177.89	220500	223308.18
3.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	30532.88	12213.07	2076.22	0.0002079	177.89	226419	
4.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	33424.38	13369.75	2272.86	0.0002367	179.08	250090	
5.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	34009.86	13603.94	2312.67	0.0002291	180.27	250118	
6.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	33459.06	13383.62	2275.22	0.0002244	177.89	249952	
7.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	39331.20	15732.48	2674.52	0.0002764	180.27	267726	
8.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	38929.32	15571.73	2647.19	0.0002582	179.08	263329	266512.86
9.00	CP-280+ 0.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	40015.62	16006.25	2721.06	0.0002866	179.67	268484	

**OBSERVACIONES:**

Muestreo y realización de los solicitado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 17 de febrero del 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto  
 Referencia : ASTM C-469

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kgf	Esfuerzo S1 (0.000050) Kgf	$\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> promedio Kg/cm <sup>2</sup>
1.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	33694.68	13477.87	2291.24	0.0002290	176.71	210010	
2.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	32725.68	13090.27	2225.35	0.0002469	179.67	208611	208397.67
3.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	32542.08	13016.83	2212.86	0.0002337	179.08	206573	
4.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	47653.38	19061.35	3240.43	0.0002827	179.08	249373	
5.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	47229.06	18891.62	3211.58	0.0002751	179.67	242650	243789.29
6.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	45607.26	18242.90	3101.29	0.0002426	176.71	239345	
7.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	48473.46	19389.38	3296.20	0.0003154	177.89	250822	
8.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	48109.32	19243.73	3271.43	0.0003105	177.89	250143	249995.89
9.00	CP-280+ 1.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	47155.62	18862.25	3206.58	0.0002951	180.39	249022	

**OBSERVACIONES:**  
Muestreo y realización de los solicitado por el solicitante.





**LEMS W&C EIRL**  
RNP Servicios 50608589


Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimental, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 17 de febrero del 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto  
 Referencia : ASTM C-469

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kgf	Esfuerzo S1 (0.000050) Kgf	$\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> promedio Kg/cm <sup>2</sup>
1.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	32131.02	12852.41	2184.91	0.0001511	176.71	200928	
2.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	32705.28	13082.11	2223.96	0.0001627	179.67	201692	201042.63
3.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	31950.08	12772.03	2171.25	0.0001444	179.08	200508	
4.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	45613.38	18245.35	3101.71	0.0002278	179.08	241092	
5.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	46923.06	18769.22	3190.77	0.0002540	179.67	241585	241083.61
6.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	45301.26	18120.50	3080.49	0.0002176	176.71	240575	
7.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	47552.40	19020.96	3233.56	0.0003239	177.89	245974	
8.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	45865.32	18346.13	3118.84	0.0002599	177.89	245469	246243.65
9.00	CP-280+ 3.5% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	47869.62	19147.85	3255.13	0.0003306	180.39	247289	

**OBSERVACIONES:**  
Muestreo y realización de los solicitado por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
 RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Chiclayo – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 Email: servicios@lemswycelfi.com

Solicitante : GARCÍA CHUMACERO JUAN MARTÍN  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO SECUNDARIO, LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 17 de febrero del 2021  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto  
 Referencia : ASTM C-469

N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de rotura (Días)	Edad (días)	$\sigma_u$ (Kgf)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kgf	Esfuerzo S1 (0.000050) Kgf	$\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> promedio Kg/cm <sup>2</sup>
1.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	24381.06	9752.42	1657.91	0.0001506	177.89	190950	
2.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	32705.28	13082.11	2223.96	0.0001638	178.49	202101	197863.44
3.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	24/02/2021	7.00	31930.08	12772.03	2171.25	0.0001439	176.71	200539	
4.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	41533.38	16613.35	2824.27	0.0001930	177.89	229590	
5.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	40803.06	16321.22	2774.61	0.0001705	177.89	227581	229258.16
6.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	03/03/2021	14.00	42241.26	16896.50	2872.41	0.0002053	176.71	230603	
7.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	44078.28	17631.31	2997.32	0.0003006	176.71	239241	
8.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	44274.12	17709.65	3010.64	0.0003082	180.27	240246	239562.19
9.00	CP-280+ 5.0% VAS	17/02/2021	17/03/2021	28.00	43993.62	17597.45	2991.57	0.0002629	176.71	239199	

**OBSERVACIONES:**

Muestreo y realización de los solicitado por el solicitante.



**ANEXO XXIII:** Informe de Cemento Pacasmayo S.A.A. Peso específico del cemento portland Tipo I



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
 Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
 Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
 Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
 Versión 04

Planta: Pacasmayo

**Cemento Portland Tipo I**

09 de diciembre de 2020

Periodo de despacho 01 de noviembre de 2020 - 30 de noviembre de 2020

**REQUISITOS NORMALIZADOS**

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

**QUÍMICOS**

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6 máx.	2
SO <sub>3</sub> (%)	3.0 máx.	2.8
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	2.8
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.5

**FÍSICOS**

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	7
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	2600 mín.	3890
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.07
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	A	3.12
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	A	14.7
3 días	12.0 mín.	27.9
7 días	19.0 mín.	36.4
28 días *	28.0 mín.	44.9
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	129
Final	375 máx.	235

A No específica

\* Requisito opcional

El (la) RC 28 días corresponde al mes de octubre del 2020

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo de envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.2016.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado

Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S. R. L.

Esta prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S. A. A.

## **ANEXO XXIV: Panel Fotográfico**

## Panel fotográfico

### I. Visita a Canteras de Agregados para elaboración de concreto de la zona de Lambayeque

#### a) Cantera Tres Tomas – “Bomboncito”





b) Cantera Pátapo – “La Victoria”



c) Cantera Pacherres – “Caserío Pacherres”



d) Cantera "Castro I" - San Nicolas, Zaña



## II. Materiales que utilizaron

### a) Cemento Pacasmayo Tipo I



### b) Agua Potable – Laboratorio “LEMS W&C EIRL.”



### c) Viruta de aluminio secundario



## III. Análisis Granulométrico

### a) Disposición de mallas para tamizar el agregado grueso – Cantera Tres Tomas.



b) Disposición de mallas para tamizar el agregado fino – Cantera Tres Tomas.



c) Tamizado de la muestra de agregado grueso – Cantera Tres Tomas.



d) Tamizado de la muestra de agregado fino – Cantera Tres Tomas.



e) Peso de la muestra de agregado grueso que pasa – Cantera Tres Tomas.



f) Peso de la muestra de agregado fino que pasa – Cantera Tres Tomas.



g) Disposición de mallas para tamizar el agregado grueso – Cantera La Victoria – Pátapo.



h) Disposición de mallas para tamizar el agregado fino – Cantera La Victoria – Pátapo.



i) Tamizado de la muestra de agregado grueso – Cantera La Victoria – Pátapo.



j) Tamizado de la muestra de agregado fino – Cantera La Victoria – Pátapo.



k) Peso de la muestra de agregado grueso que pasa – Cantera La Victoria – Pátapo.



l) Peso de la muestra de agregado fino que pasa – Cantera La Victoria – Pátapo.



m) Disposición de mallas para tamizar el agregado grueso – Cantera Pacherras.



n) Disposición de mallas para tamizar el agregado fino – Cantera Pacherras.



o) Tamizado de la muestra de agregado grueso – Cantera Pacherras.





p) Tamizado de la muestra de agregado fino – Cantera Pacherres.



q) Peso de la muestra de agregado grueso que pasa – Cantera Pacherres.



r) Peso de la muestra de agregado fino que pasa – Cantera Pacherres.



s) Disposición de mallas para tamizar el agregado grueso – Cantera Castro I – San Nicolás.



- t) Disposición de mallas para tamizar el agregado fino – Cantera Castro I – San Nicolás.



- u) Tamizado de la muestra de agregado grueso – Cantera Castro I – San Nicolás.



- v) Tamizado de la muestra de agregado fino – Cantera Castro I – San Nicolás.



w) Peso de la muestra de agregado grueso que pasa – Cantera Castro I – San Nicolás.



x) Peso de la muestra de agregado fino que pasa – Cantera Castro I – San Nicolás.



#### IV. Peso unitario suelto de los agregados

a) Llenado de molde con agregado grueso y fino respectivamente, sin varillar Cantera  
Tres Tomas.



- b) Llenado de molde con agregado grueso y fino respectivamente, sin varillar Cantera La Victoria – Pátapo.



- c) Llenado de molde con agregado grueso y fino respectivamente, sin varillar Cantera Pacherras.



- d) Llenado de molde con agregado grueso y fino respectivamente, sin varillar Cantera Castro I – San Nicolas.



V. Peso unitario compactado de los agregados

a) Llenado de molde con agregado grueso y fino, varillado Cantera Tres Tomas.



b) Llenado de molde con agregado grueso y fino, varillado Cantera La Victoria - Pátapo.



c) Llenado de molde con agregado grueso y fino, varillado Cantera Pacherras.



- d) Llenado de molde con agregado grueso y fino, varillado Cantera Castro I – San Nicolás.



## VI. Contenido de humedad

- a) Pesar la muestra de agregado grueso y fino en estado natural, luego colocarlos en el horno por 24 horas, Cantera Tres Tomas



- b) Pesar la muestra de agregado grueso y fino en estado natural, luego colocarlos en el horno por 24 horas, Cantera La Victoria - Pátapo



- c) Pesar la muestra de agregado grueso y fino en estado natural, luego colocarlos en el horno por 24 horas, Cantera Pacherras



- d) Pesar la muestra de agregado grueso y fino en estado natural, luego colocarlos en el horno por 24 horas, Cantera Castro I – San Nicolás



## VII. Peso específico y absorción del agregado fino

- a) Peso de la muestra del agregado fino a ensayar, Cantera Tres Tomas



b) Se pesa la fiola con agua y muestra de agregado fino Cantera Tres Tomas



c) Compactación del agregado fino en el cono de abrams Cantera Tres Tomas



d) Asentamiento del agregado fino Cantera Tres Tomas





e) Peso de la muestra del agregado fino a ensayar, Cantera Pátapo- La Victoria



f) Se pesa la fiola con agua y muestra de agregado fino Cantera Pátapo- La Victoria



g) Compactación del agregado fino en el cono de abrams Cantera Pátapo- La Victoria



h) Asentamiento del agregado fino Cantera Pátapo- La Victoria



i) Peso de la muestra del agregado fino a ensayar, Cantera Pacherres



j) Se pesa la fiola con agua y muestra de agregado fino Cantera Pacherres



k) Compactación del agregado fino en el cono de abrams Cantera Pacherres



l) Asentamiento del agregado fino Cantera Pacherres



m) Peso de la muestra del agregado fino a ensayar, Cantera Castro I – San Nicolás



n) Se pesa la fiola con agua y muestra de agregado fino Cantera Castro I – San Nicolás



o) Compactación del agregado fino en el cono de abrams Cantera Castro I – San Nicolás



p) Asentamiento del agregado fino Cantera Castro I – San Nicolás



### VIII. Peso específico y absorción del agregado grueso

a) Peso de la muestra agregado grueso ½” a ensayar, Cantera Tres Tomas



b) Peso de la muestra agregado grueso ½” sumergida en agua, Cantera Tres Tomas



c) Peso de la muestra agregado grueso ½” a ensayar, Cantera La Victoria-Pátapo



d) Peso de la muestra agregado grueso  $\frac{1}{2}$ " sumergida en agua, Cantera La Victoria-Pátapo



e) Peso de la muestra agregado grueso  $\frac{1}{2}$ " a ensayar, Cantera Pacherras



f) Peso de la muestra agregado grueso  $\frac{1}{2}$ " sumergida en agua, Cantera Pacherras



g) Peso de la muestra agregado grueso ½” a ensayar, Cantera Castro I- San Nicolás



h) Peso de la muestra agregado grueso ½” sumergida en agua, Cantera Castro I- San Nicolás



IX. Malla N° 200 de agregado fino e Impurezas de agregado fino a canteras óptimas  
Cantera La Victoria - Pátapo

a) Peso de muestra secada al horno, Lavado de muestra por malla N°200 y Colocado al horno de la muestra



### Cantera Pacherres

- b) Peso de muestra secada al horno, Lavado de muestra por malla N°200 y Colocado al horno de la muestra



### Cantera Castro I - San Nicolas

- c) Peso de muestra secada al horno, Lavado de muestra por malla N°200 y Colocado al horno de la muestra



## X. Resistencia a la abrasión al agregado grueso

- a) Muestreo de agregado grueso de la Cantera Tres Pacherres



b) Alojamiento de la muestra en la Maquina de los ángeles y resultado Cantera Pacherres



c) Muestreo de agregado grueso de la Cantera Castro I – San Nicolas



d) Alojamiento de la muestra en la Maquina de los ángeles y resultado Cantera Castro I – San Nicolas





XI. Extracción de la viruta de aluminio secundario

a) Extracción de la viruta de aluminio secundario de la factoría Valyno SRL



XII. Escojo del tipo de viruta óptima del aluminio secundario

a) Elección del tipo de viruta de aluminio secundario que se va a trabajar



XIII. Análisis físico de la viruta de aluminio secundario

a) Medición de las virutas de aluminio



b) Peso unitario suelto y compactado



c) Peso específico



XIV. Ensayos realizados al concreto fresco

a) Realización de la mezcla del concreto Patrón



- b) Realización de la mezcla del concreto Patrón  $210 \text{ kg/cm}^2$  + adición de 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% de viruta de aluminio secundario



- c) Medición del asentamiento, verificando que este en el rango 3'' a 4'' – Concreto Patrón



- d) Medición del asentamiento, verificando que este en el rango 3'' a 4'' – Concreto Patrón + adición de 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.0% de viruta de aluminio secundario



e) Medición del contenido de aire



f) Medición de la temperatura



g) Medición peso unitario



XV. Incorporación de la viruta de aluminio secundario al concreto

- a) Elección de tipos de virutas de aluminio secundario, viruta sin seleccionar (a), viruta escalonada (b), viruta continua (c) y viruta en forma de zuncho (d).



(a)



(b)



(c)



(d)

- b) Adición de la viruta de aluminio secundario al concreto para la determinación óptima



#### XVI. Elaboración de probetas

- a) Elaboración de probeta de concreto patrón de resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a la izquierda y  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> a la derecha



- b) Elaboración de probeta de concreto patrón + adición de porcentajes de viruta de aluminio secundario de resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>



- c) Colocación de nomenclatura de cada espécimen de concreto para su posterior curado



- d) Curado de probetas de concreto sumergidas hasta la fecha de rotura



- e) Desencofrado de los especímenes – Concreto patrón



- f) Desencofrado de los especímenes – Concreto patrón + adición % de viruta de aluminio secundario



XVII. Ensayos realizados al concreto en estado endurecido

- a) Muestras concreto patrón ensayadas por el ensayo de resistencia a la compresión axial – concreto patrón



- b) Muestra de concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario - Compresión axial



- c) Muestras de concreto patrón ensayadas por el ensayo de resistencia a la compresión diametral – Tracción





- d) Muestra de concreto con adición de viruta de aluminio secundario - Compresión por Tracción



- e) Muestras ensayadas por el ensayo de resistencia a la flexión concreto patrón (a) y concreto patrón con adición de viruta de aluminio secundario (b)



(a)

(b)

- f) Muestra de concreto patrón (a), (b) y con adición de viruta de aluminio secundario (c), (d); mostrando falla en los tercios central de la viga– Ensayo a flexión



(a)

(b)



(c)



(d)

g) Se debe obtener la media de la luz de la viga de la muestra de concreto patrón



h) Se debe obtener el ancho de la viga de la muestra de concreto patrón



- i) Se debe obtener la media de la luz de la viga concreto + adición viruta de aluminio secundario



- j) Se debe obtener el ancho de la viga + adición viruta de aluminio secundario



- k) Muestra de concreto patrón dentro de la máquina del módulo de elasticidad



- l) Muestra de concreto patrón (a) y concreto patrón con adición de % de viruta de aluminio secundario (b), acoplada con la máquina del módulo de elasticidad dentro de la máquina de compresión.



(a)



(b)

- m) Falla que presenta tras ser sometida al ensayo de módulo de elasticidad al concreto patrón (a) y al concreto con adición de viruta de aluminio secundario (b)



(a)



(b)

**ANEXO XXV: Costo general de la Investigación**

Gasto de materiales que seran utilizados para la investigación

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario S/.	Subtotal
Cemento	bolsa	23.43	24.50	574.04
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	1.00	34.00	34.00
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	1.00	40.00	40.00
Agua	m <sup>3</sup>	1.00	5.00	5.00
Viruta de aluminio Fundido	kg	20.86	1.00	20.86
Flete	Glb.	----	300.00	300.00
Pasajes	Glb.	----	250.00	250.00
<b>Sub Total</b>				<b>973.89</b>

Gasto del servicio de ensayos que seran utilizados para la investigación

Relación de ensayos a elaborar	Cantidad	Precio Unitario S/.	Subtotal
Granulometria por tamizado del agregado fino	4.00	10.00	40.00
Contenido de humedad fino	4.00	5.00	20.00
Peso especifico y absorcion del agregado fino	4.00	15.00	60.00
Peso unitario suelto del agregado fino	4.00	15.00	60.00
Peso unitario compactado del agregado fino	4.00	15.00	60.00
%Malla N°200 al agregado fino	3.00	30.00	90.00
Peso especifico y absorcion de la viruta de aluminio secundario	1.00	10.00	10.00
Peso unitario de la viruta de aluminio secundario	1.00	10.00	10.00
Granulometria por tamizado del agregado grueso	4.00	10.00	40.00
Contenido de humedad grueso	4.00	5.00	20.00
Peso especifico y absorcion del agregado grueso	4.00	15.00	60.00
Peso unitario suelto del agregado grueso	4.00	15.00	60.00
Peso unitario compactado del agregado grueso	4.00	15.00	60.00
Abrasion de los angeles grueso	2.00	80.00	160.00
Diseño de mezcla	10.00	150.00	1500.00
Slump	10.00	10.00	100.00
Temperatura	10.00	10.00	100.00
Peso unitario del concreto	10.00	10.00	100.00
Contenido de aire del concreto	10.00	10.00	100.00
Resistencia a al compresion Axial	90.00	10.00	900.00
Resistencia a la tension	90.00	10.00	900.00
Resistencia a la Flexion	90.00	10.00	900.00
Modulo de elasticidad	90.00	10.00	900.00
Piscinas Metalicas de 1.80 m. x 1.80 m. x 0.60 m.	2.00	400.00	800.00
Moldes de vigas de madera	45.00	2.00	90.00
Moldes cilindricos de plástico	90.00	18.00	1620.00
<b>Sub Total</b>			<b>9733.89</b>

Finaciamento

El finaciamento de la presente tesis fue elaborada por el tesista Juan Martin Garcia Chumacero

El costo global lo financió el alumno

**Haciendo un total de S/. 9733.89 NUEVO SOLES**  
**NUEVE MIL SETECIENTOS TREINTA Y TRES 89/00 NUEVO SOLES**

## **ANEXO XXVI:** Validez de instrumentos de Investigación

## VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### JUICIO EXPERTO

#### TÉSIS:

#### EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO FUNDIDO.

**Investigador:** JUAN MARTÍN GARCÍA CHUMACERO

**INSTRUCCIÓN:** Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "GUÍA DE LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F<sup>c</sup>=175 KG/CM<sup>2</sup> ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO FUNDIDO" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

**NOTA:** Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1.-Muy poco	2.- poco	3.-Regular	4.-Aceptable	5.-Muy aceptable
-------------	----------	------------	--------------	------------------

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observación y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			
Validez de Criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento					X		
<b>Total, Parcial:</b>				1	3		
<b>TOTAL:</b>	19						

**Puntuación:**

- De 4 a 11 : No valido ,reformular
- De 12 a 14 : No valido , reformular
- De 15 a 17 : Valido, mejorar
- De 18 a 20: Valido, aplicar

Apellidos y Nombres	Rojas Cubas Klever Alex
Grado académico	Ingeniero Civil
Mención	Jefe de Supervisión

Klever Alex Rojas Cubas  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIR. 52605  


---

 Firma



**VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO EXPERTO**

**TÉSIS:**  
**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO FUNDIDO.**

Investigador: JUAN MARTÍN GARCÍA CHUMACERO

INSTRUCCIÓN: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "GUÍA DE LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=175 KG/CM2 ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO FUNDIDO" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

NOTA: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1.-Muy poco	2.- poco	3.-Regular	4.-Aceptable	5.-Muy aceptable
-------------	----------	------------	--------------	------------------

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observación y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de Criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación				X			
Presentación y formalidad del instrumento					X		
<b>Total, Parcial:</b>				1	3		
<b>TOTAL:</b>				19			

Puntuación:

- De 4 a 11 : No valido ,reformular
- De 12 a 14 : No valido , reformular
- De 15 a 17 : Valido, mejorar
- De 18 a 20: Valido, aplicar

Apellidos y Nombres	RAMOS CASTAÑEDA JUAN SEGUNDO
Grado académico	INGENIERO CIVIL
Mención	BERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCION

  
Juan Segundo Ramos Castañeda  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 180486  
Firma

## VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### JUICIO EXPERTO

TÉSIS:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO FUNDIDO.

Investigador: JUAN MARTÍN GARCÍA CHUMACERO

INSTRUCCIÓN: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "GUÍA DE LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=175 KG/CM2 ADICIONANDO VIRUTA DE ALUMINIO FUNDIDO" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

NOTA: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1.-Muy poco	2.- poco	3.-Regular	4.-Aceptable	5.-Muy aceptable
-------------	----------	------------	--------------	------------------

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observación y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			
Validez de Criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento				X			
Total, Parcial:				2	2		
TOTAL:				18			

Puntuación:

- De 4 a 11 : No valido ,reformular
- De 12 a 14 : No valido , reformular
- De 15 a 17 : Valido, mejorar
- De 18 a 20: Valido, aplicar

Apellidos y Nombres	JUAN CARLOS CHUMACERO JACOBO L.
Grado académico	MAESTRO
Mención	GERENCIA DE CALIDAD Y CONST.

*Juan Carlos Chumacero*  
Firma  
CFR. N° 40663