

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN Y PATOLOGÍA EN CONCRETO  
F'C=210 KG/CM<sup>2</sup> ADICIONADO CON VIDRIO  
RECICLADO, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

Junior Jesus Gonzaga Toribio

**Asesor:**

Mg. Ing. Henry Josué Villanueva Bazán

*<https://orcid.org/0000-0001-8814-6079>*

Cajamarca - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	Italo David Bendezú Checcllo	<b>47050486</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Tulio Edgar Guillen Sheen	<b>26676774</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Erlin Salazar Huamán	<b>71106769</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>22</b>
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>22</b>
<b>1.4. Hipótesis</b>	<b>23</b>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	24
CAPÍTULO III: RESULTADOS	59
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	97
REFERENCIAS	104
ANEXOS	105
ANEXO 01: CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA	105
ANEXO 02: VALIDACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYOS, DISEÑO DE MEZCLA Y PROTOCOLOS	107
ANEXO 03: VALIDACIÓN DE RESULTADOS DE ROTURA DE PROBETAS	121
ANEXO 04: PANEL FOTOGRÁFICO	133

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Composición química del vidrio</i>	21
<b>Tabla 2</b>	<i>Distribución de especímenes cilíndricos en edades de 7, 14 y 28 días de curado, que serán sometidas a los ensayos de compresión axial.</i>	27
<b>Tabla 3</b>	<i>Técnica de recolección de datos de variable independiente.</i>	29
<b>Tabla 4</b>	<i>Técnica de recolección de datos de variable dependiente.</i>	29
<b>Tabla 5</b>	<i>Normas de los ensayos a utilizar</i>	36
<b>Tabla 6</b>	<i>Cantidad mínima de la muestra del agregado grueso a utilizarse</i>	38
<b>Tabla 7</b>	<i>Pesos mínimos de las muestras a ensayar</i>	43
<b>Tabla 8</b>	<i>Tamaño de la muestra de agregado</i>	47
<b>Tabla 9</b>	<i>Gradación de la muestra de ensayo</i>	49
<b>Tabla 10</b>	<i>Requisitos para Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos</i>	56
<b>Tabla 11</b>	<i>Propiedades Físicas del agregado fino</i>	59
<b>Tabla 12</b>	<i>Propiedades físicas del agregado grueso</i>	59
<b>Tabla 13</b>	<i>Granulometría del Agregado Fino</i>	60
<b>Tabla 14</b>	<i>Granulometría del Agregado Grueso</i>	61
<b>Tabla 15</b>	<i>Cantidad de material para un m<sup>3</sup> de concreto patrón o control</i>	62
<b>Tabla 16</b>	<i>Cantidad de materiales para un m<sup>3</sup> corregido por humedad</i>	62
<b>Tabla 17</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto patrón o de control a edad de 7 días de curado</i>	63
<b>Tabla 18</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto patrón o de control a edad de 14 días de curado</i>	64
<b>Tabla 19</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto patrón o de control a edad de 28 días de curado</i>	64
<b>Tabla 20</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 5% de vidrio reciclado a edad de 7 días de curado</i>	65
<b>Tabla 21</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 5% de vidrio reciclado a edad de 14 días de curado</i>	66
<b>Tabla 22</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 5% de vidrio reciclado a edad de 28 días de curado</i>	67

<b>Tabla 23</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 10% de vidrio reciclado a edad de 7 días de curado.....</i>	69
<b>Tabla 24</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 10% de vidrio reciclado a edad de 14 días de curado.....</i>	70
<b>Tabla 25</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 10% de vidrio reciclado a edad de 28 días de curado.....</i>	71
<b>Tabla 26</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 15% de vidrio reciclado a edad de 7 días de curado.....</i>	72
<b>Tabla 27</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 15% de vidrio reciclado a edad de 14 días de curado.....</i>	73
<b>Tabla 28</b>	<i>Resultados de la resistencia del concreto adicionado con 15% de vidrio reciclado a edad de 28 días de curado.....</i>	74
<b>Tabla 29</b>	<i>Resistencia promedio de probetas de control a edad de 7 días de curado .....</i>	75
<b>Tabla 30</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 5% a edad de 7 días de curado.....</i>	75
<b>Tabla 31</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 10% a edad de 7 días de curado.....</i>	76
<b>Tabla 32</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 15% a edad de 7 días de curado.....</i>	76
<b>Tabla 33</b>	<i>Resistencia promedio de probetas de control a edad de 14 días de curado .....</i>	77
<b>Tabla 34</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 5% a edad de 14 días de curado .....</i>	77
<b>Tabla 35</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 10% a edad de 14 días de curado ....</i>	78
<b>Tabla 36</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 15% a edad de 14 días de curado ....</i>	78
<b>Tabla 37</b>	<i>Resistencia promedio de probetas de control a edad de 28 días de curado .....</i>	79
<b>Tabla 38</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 5% a edad de 28 días de curado .....</i>	80
<b>Tabla 39</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 10% a edad de 28 días de curado.....</i>	80
<b>Tabla 40</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 15% a edad de 28 días de curado.....</i>	80
<b>Tabla 41</b>	<i>Resistencia promedio de probetas de control a edad de 7 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....</i>	82
<b>Tabla 42</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 5% a edad de 7 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....</i>	82
<b>Tabla 43</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 10% a edad de 7 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....</i>	83
<b>Tabla 44</b>	<i>Resistencia promedio de probetas con adición 15% a edad de 7 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....</i>	83

<b>Tabla 45</b> Resistencia promedio de probetas de control a edad de 14 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....	84
<b>Tabla 46</b> Resistencia promedio de probetas con adición 5% a edad de 14 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....	85
<b>Tabla 47</b> Resistencia promedio de probetas con adición 10% a edad de 14 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....	85
<b>Tabla 48</b> Resistencia promedio de probetas con adición 15% a edad de 14 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....	86
<b>Tabla 49</b> Resistencia promedio de probetas de control a edad de 28 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....	87
<b>Tabla 50</b> Resistencia promedio de probetas con adición 5% a edad de 28 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....	88
<b>Tabla 51</b> Resistencia promedio de probetas con adición 10% a edad de 28 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....	88
<b>Tabla 52</b> Resistencia promedio de probetas con adición 15% a edad de 28 días de curado con exposición a sulfato de magnesio.....	89
<b>Tabla 53</b> Análisis de la Resistencia a la Compresión Promedio en edades de 7, 14 y 28 días de curado (Expuesta y no expuesta a sulfato de magnesio).....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Variable independiente en relación a Variable dependiente de la investigación.....</i>	28
<b>Figura 2</b> <i>Fases del desarrollo de investigación .....</i>	32
<b>Figura 3</b> <i>Molienda del vidrio reciclado.....</i>	34
<b>Figura 4</b> <i>Agregado fino de la Cantera “Bazán” – Río Chonta.....</i>	34
<b>Figura 5</b> <i>Agregado grueso de la Cantera “Roca Fuerte” .....</i>	35
<b>Figura 6</b> <i>Tamizado de la muestra de Agregado fino .....</i>	38
<b>Figura 7</b> <i>Colocación de muestra de Agregado grueso en Tamices. ....</i>	40
<b>Figura 8</b> <i>Gravedad específica del agregado fino .....</i>	42
<b>Figura 9</b> <i>Secado del agregado grueso luego de estar sumergido 24 horas .....</i>	44
<b>Figura 10</b> <i>Compactación de muestra (tercera capa) .....</i>	46
<b>Figura 11</b> <i>Colocación de muestra seca del agregado fino al horno .....</i>	48
<b>Figura 12</b> <i>Colocación de material a Máquina de los Ángeles .....</i>	49
<b>Figura 13</b> <i>Dimensión de probeta de concreto .....</i>	54
<b>Figura 14</b> <i>Curva Granulométrica del Agregado Fino .....</i>	60
<b>Figura 15</b> <i>Curva Granulométrica del Agregado Fino .....</i>	61
<b>Figura 16</b> <i>Comparativo de Resistencia promedio a la edad de 7 días de curado.....</i>	76
<b>Figura 17</b> <i>Comparativo de Resistencia promedio a la edad de 14 días de curado.....</i>	79
<b>Figura 18</b> <i>Comparativo de Resistencia promedio a la edad de 28 días de curado.....</i>	81
<b>Figura 19</b> <i>Comparativo de Resistencia promedio a la edad de 7 días de curado con exposición a sulfato de magnesio .....</i>	84
<b>Figura 20</b> <i>Comparativo de Resistencia promedio a la edad de 14 días de curado con exposición a sulfato de magnesio .....</i>	87
<b>Figura 21</b> <i>Comparativo de Resistencia promedio a la edad de 28 días de curado con exposición a sulfato de magnesio .....</i>	89
<b>Figura 22</b> <i>Análisis de la Resistencia a la Compresión Promedio a edad de 7 días de curado (Expuesta y no expuesta a sulfato de magnesio).....</i>	91
<b>Figura 23</b> <i>Análisis de la Resistencia a la Compresión Promedio a edad de 14 días de curado (Expuesta y no expuesta a sulfato de magnesio).....</i>	91

<b>Figura 24</b> <i>Análisis de la Resistencia a la Compresión Promedio a edad de 28 días de curado (Expuesta y no expuesta a sulfato de magnesio)</i> .....	92
<b>Figura 25</b> <i>Colocación de la mezcla de concreto para la realización del Método para la Medición del Asentamiento del Concreto</i> .....	92
<b>Figura 26</b> <i>Medición del asentamiento del concreto</i> .....	93
<b>Figura 27</b> <i>Sulfato de magnesio vertido en la poza de curado de las probetas de concreto</i> .....	93
<b>Figura 28</b> <i>Agrietamiento de probeta de control sometida a resistencia a la compresión a los 7 días de curado</i> .....	94
<b>Figura 29</b> <i>Fisuramiento circular en la probeta sometida a resistencia a la compresión a los 7 días de curado</i> .....	94
<b>Figura 30</b> <i>Fisura vertical en la probeta sometida a resistencia a la compresión a los 7 días de curado</i> .....	95
<b>Figura 31</b> <i>Falla superior e inferior de probeta sometida a resistencia a la compresión a los 14 días de curado</i> .....	95
<b>Figura 32</b> <i>Falla superior circular de probeta a sometida a resistencia a la compresión a los 28 días de curado</i> .....	96



## RESUMEN

Esta investigación, tiene la finalidad de Analizar la Resistencia a la compresión y patología en concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando vidrio reciclado en porcentajes de 5%, 10% y 15%, expuestas en sulfato de magnesio en el proceso de curado. Se consideraron 108 probetas separadas en 4 grupos de 27 según diseño (control, 5%, 10% y 15%). La investigación es experimental, cuantitativa y aplicada.

Se usaron técnicas de inclusión y exclusión, a la vez formatos establecidas para la recolección de datos como apoyo de los ensayos que se ejecutaron en el Laboratorio “Kaolyn Ingenieros S.A.C.”

Se realizó la caracterización de agregados con normativas vigentes; y para el diseño de mezcla se hizo por el Método ACI 21, siendo su dosificación en peso 1:2.05:2.25/20.31 l/bls), y en volumen 1:2.20:2.14/20.31 l/bls.

Ante la hipótesis, se evaluó el concreto patológicamente. teniendo los resultados, las resistencias: 175.35, 175.72 y 214.87 kg/cm<sup>2</sup> en probetas de control a los 7, 14 y 28 días; 180.42, 189.78 y 219.05 kg/cm<sup>2</sup> en adición de 5%: 182.83, 200.75 y 239.53 kg/cm<sup>2</sup>; en adición del 10%: y 193.82, 214.93 y 255.02 kg/cm<sup>2</sup>. en adición del 15% de vidrio reciclado Concluyendo que la resistencia aumentó según la edad de curado y porcentaje adicionado.

**PALABRAS CLAVES:** adición de vidrio reciclado, fases patológicas en el concreto y resistencias  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.**

## REFERENCIAS

- Codina Rodriguez, R. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado*. Tesis, Universidad San Pedro, Huaraz - Perú.
- Alonso Moreno L, & Puerto Porras J. (2018). *Desempeño de un concreto hidraulico adicionado con vidrio reciclado y EAFS*, Tunja 2018.
- Paredes Bendezú A. (2019). *Análisis de la Resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado molido*. Tesis, Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto - Perú
- Chávez Silva A. (2019). *Influencia del tamaño de vidrio molido en la resistencia a compresión*, Trujillo 2019. Tesis, Universidad Privada del Norte, Trujillo - Perú.
- Mendoza Huatay M. (2018). *Resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con tres porcentajes (0.5%, 1.0% 2.5%) de fibra de bagazo de caña de azúcar*. Tesis, Universidad Privada del Norte, Cajamarca - Perú.
- Bances Elera J. (2020). *Propuesta de modelo matemático para estimar la resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> del concreto con adición de cáscara de huevo. Caso de estudio en Perú*. Tesis, Universidad Privada del Norte, Lima - Perú.
- Ceballos Arana, M. (2016). El concreto, material fundamental para la infraestructura. *Construcción y Tecnología en concreto*, 24.
- Meneses Cabrera, T. (2021). *El reciclaje, una nueva oportunidad hacia un mundo sostenible*.
- Enriquez; J. & Shimabukuro, K. (2017). *Diseño de mezcla de concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante la adición de vidrio molido reciclado en reemplazo parcial de cemento tipo I en Lima - Perú*. Tesis, Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú.
- Correa Saldaña, Jorge;. (2019). *Concreto en obra, material fundamental para la construcción. Perú Construye*, 5.
- Carrero, G, & Huamán, D. (2020). *Análisis de la influencia del vidrio reciclado molido en resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>*, Moyobamba - 2020. Tesis, Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba - Perú.