

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido**

**Para optar** : El Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil, Mención: Ingeniería de Transportes.

**Autor** : Bach. Escandon Hidalgo Katheryn Luz.

**Asesor** : Dr. Calderon Samaniego Severo Simeon.

**Línea de Invest. Instit.** : Transporte y Urbanismo.

**Fecha de inicio y culminación** : 01-02-2021 y 31-12-2021

**Huancayo – Perú**

**Julio - 2022**

**JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**



Dr. Aguedo Alviño Bejar Mormontoy  
Presidente

Dr. Aguedo Alviño Bejar Mormontoy  
Presidente



Mtro. Alcides Luis Fabián Bráñez  
Miembro



Mtro. Jeannelle Sofía Herrera Montes  
Miembro



Mtro. Jesús Idem Cárdenas Capcha  
Miembro



Dra. Melva Iparraguirre Meza  
Secretaria Académica

## **Dedicatoria**

- Esta tesis va dedicada a Dios por darnos su misericordia todos los días.

## **Agradecimiento**

- Al Laboratorio SILVER GEO S.A.C. por su apoyo técnico en la ejecución de cada uno de los ensayos.



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
Escuela de Posgrado

## CONSTANCIA

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO Y TURNITIN

La Dirección de la Escuela de Posgrado, hace constar por la presente, que la Tesis titulada:

**Propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones  
del contenido de cemento para losa de pavimento rígido**

**Cuyo autor : BACH. KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**Asesor : Dr. Severo Simeón Calderón Samaniego**

Que fue presentado con fecha 16.04.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 20.04.2023 con la siguiente configuración del software de prevención de plagio Turnitin:

- |                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Excluye bibliografía                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Excluye citas                         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Excluye cadenas menores a 15 palabras |
| <input type="checkbox"/>            | Otro criterio (se excluyeron fuentes) |

Dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 22%**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecido en el artículo N° 11 del Reglamento de uso de software de prevención del plagio, el cual indica que no se debe superar el 25%. Se declara, que el trabajo de investigación: Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 20 de abril de 2023



*Dr. Agueda Albino Bejar Mormontoy*  
Director de la Escuela de Posgrado

964256181 - 064232776

direccion\_ep@upla.edu.pe

Av. Giraldez N° 741  
Huancayo - Junín



## Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Contenido de tablas	ix
Contenido de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>14</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática	14
1.2. Delimitación del problema	15
1.2.1. Temporal	15
1.2.2. Espacial	15
1.3. Formulación del problema	15
1.3.1. Problema general	15
1.3.2. Problemas específicos	16
1.4. Justificación	16
1.4.1. Social	16
1.4.2. Metodológica	16
1.5. Objetivos	17
1.5.1. Objetivo general	17
1.5.2. Objetivos específicos	17
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>18</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1. Antecedentes	18
2.1.1. Nacionales	18
2.1.2. Internacionales	22
2.2. Bases teóricas o científicas	27
2.2.1. Concreto compactado con rodillo	27
2.2.2. Propiedades del concreto compactado con rodillo	28
2.2.3. Concreto compactado con rodillo aplicado a pavimentos	29
2.2.4. Diseño de mezcla para el concreto compactado con rodillo	29
2.2.5. Ventajas del concreto compactado con rodillo	33

2.2.6. Desventajas del concreto compactado con rodillo	34
2.3. Marco conceptual	34
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>36</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>36</b>
3.1. Hipótesis general	36
3.2. Hipótesis específicas	36
3.3. Variables	36
3.3.1. Definición conceptual de las variables	36
3.3.2. Definición operacional de las variables	37
3.3.3. Operacionalización de las variables	37
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>38</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>38</b>
4.1. Método de investigación	38
4.2. Tipo de investigación	38
4.3. Nivel de investigación	38
4.4. Diseño de la investigación	39
4.5. Población y muestra	39
4.5.1. Población	39
4.5.2. Muestra	40
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
4.6.1. Técnicas de recolección de datos	40
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos	40
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	40
4.8. Aspectos éticos de la investigación	42
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>43</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>43</b>
5.1. Descripción de resultados	47
5.1.1. Variación de la resistencia a compresión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losas de pavimento rígido	47
5.1.2. Variación de la resistencia a flexión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losas de pavimento rígido	51
5.2. Contrastación de hipótesis	55
5.2.1. Contrastación de la hipótesis específica “a”	55

5.2.2. Contrastación de la hipótesis específica “b”	58
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	75
Matriz de consistencia	76
Matriz de operacionalización de variables	78
Instrumentos utilizados para la recolección de datos	80
Certificados de ensayos realizados	85
Análisis granulométrico de agregados	86
Resultados de Proctor modificado	89
Resultados del contenido de aire, temperatura y asentamiento de los concreto evaluados	93
Diseño de mezcla del concreto patrón según el método ACI 211	95
Resistencia a compresión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días	98
Resistencia a compresión del concreto compactado con 14 % de cemento a los 7, 14 y 28 días	102
Resistencia a compresión del concreto compactado con 12 % de cemento a los 7, 14 y 28 días	106
Resistencia a compresión del concreto compactado con 10 % de cemento a los 7, 14 y 28 días	110
Resistencia a flexión del concreto patrón a los 14 y 28 días	114
Resistencia a flexión del concreto compactado con 14 % de cemento a los 14 y 28 días	117
Resistencia a flexión del concreto compactado con 12 % de cemento a los 14 y 28 días	120
Resistencia a flexión del concreto compactado con 10 % de cemento a los 14 y 28 días	123
Panel fotográfico	126

## Contenido de tablas

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	37
Tabla 2. Población considerada en la investigación.....	39
Tabla 3. Prueba de normalidad para los datos de resistencia a compresión y flexión. ....	41
Tabla 4. Granulometría del agregado grueso. ....	43
Tabla 5. Granulometría del agregado fino. ....	43
Tabla 6. Propiedades de los agregados para el diseño de mezcla convencional. ....	43
Tabla 7. Dosificación del concreto patrón. ....	44
Tabla 8. Resultados de los ensayos de Proctor modificado para las mezclas de agregados y cemento. ....	44
Tabla 9. Dosificación por m <sup>3</sup> de los concreto compactados con variación de contenido de cemento.....	45
Tabla 10. Resultados de la medición de contenido de aire, temperatura y asentamiento de los diferentes concretos evaluados. ....	45
Tabla 11. Promedio del contenido de aire, temperatura y asentamiento de los concretos evaluados. ....	45
Tabla 12. Resistencia a compresión de los concretos bajo variaciones de contenido de cemento, evaluados a los 7, 14 y 28 días.....	48
Tabla 13. Resistencia a compresión promedio de los concretos evaluados a los 7 días.....	48
Tabla 14. Resistencia a compresión promedio de los concretos evaluados a los 14 días.....	48
Tabla 15. Resistencia a compresión promedio de los concretos evaluados a los 28 días.....	49

Tabla 16. Variación de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días en relación al contenido de cemento.....	50
Tabla 17. Resistencia a flexión de los concretos bajo variaciones de contenido de cemento, evaluados a los 14 y 28 días. ....	52
Tabla 18. Resistencia a flexión promedio de los concretos evaluados a los 14 días. ....	52
Tabla 19. Resistencia a flexión promedio de los concretos evaluados a los 28 días. ....	52
Tabla 20. Variación de la resistencia a flexión a los 14 y 28 días en relación al contenido de cemento.....	54
Tabla 21. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “a”.....	55
Tabla 22. Comparación de grupos de acuerdo a la resistencia a compresión. ....	57
Tabla 23. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “b”.....	58
Tabla 24. Comparación de grupos de acuerdo a la resistencia a flexión. ....	61
Tabla 25. Operacionalización de las variables.....	79

## Contenido de figuras

Figura 1. Propiedades típicas del concreto compactado con rodillo.	28
Figura 2. Banda de gradación sugerida para los agregados utilizados en concreto compactado con rodillo.	30
Figura 3. Curva de densidad y humedad de las mezclas para concreto compactado con rodillo.	31
Figura 4. Elaboración de cilindros de concreto compactado con rodillo.	32
Figura 5. Representación de resistencia versus contenido de cemento.	33
Figura 6. Contenido de aire del concreto patrón y concretos compactados.	46
Figura 7. Temperatura del concreto patrón y concretos compactados.	46
Figura 8. Asentamiento del concreto patrón y concretos compactados.	47
Figura 9. Resistencia a compresión de los concretos con variación del contenido de cemento, evaluados a los 7, 14 y 28 días.	50
Figura 10. Variación de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días en relación al contenido de cemento.	51
Figura 11. Resistencia a flexión de los concretos con variación del contenido de cemento, evaluados a los 14 y 28 días.	53
Figura 12. Variación de la resistencia a flexión a los 14 y 28 días en relación al contenido de cemento.	54

## RESUMEN

El problema general de este trabajo de investigación fue: ¿Cómo se modifican las propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido?, teniendo como objetivo general: Evaluar las propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido del cemento para losa de pavimento rígido, y se tuvo como hipótesis a constatar: Las propiedades mecánicas del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento, se modifican incrementándose, en comparación del concreto convencional. Con el fin de obtener un porcentaje óptimo de incorporación se usó el método de investigación científico, de tipo aplicada, de nivel explicativo, el diseño de investigación fue experimental. La población correspondió al concreto convencional de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (9 probetas y 6 vigas) y al concreto compactado con rodillo elaborado en laboratorio con reducciones porcentuales del contenido de cemento (27 probetas y 18 vigas); entonces, la muestra total fue la población. La conclusión general de la investigación fue que, las propiedades mecánicas del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento de 14 % y 12 %, se incrementan, en comparación del concreto convencional, además de cumplir con lo mínimo requerido para actuar como losa de pavimentos rígidos urbanos. **Palabras clave:** concreto compactado, resistencia a compresión, resistencia a flexión, pavimento rígido, variación de cemento.

## ABSTRACT

The general problem of this research work was: How are the mechanical properties of roller-compacted concrete modified under variations in the cement content for rigid pavement slab?, with the general objective: Evaluate the mechanical properties of low-roller compacted concrete. variations of the cement content for rigid pavement slab, and it was hypothesized to verify: The mechanical properties of the compacted concrete under variations of the cement content, are modified increasing, in comparison with conventional concrete. In order to obtain an optimal percentage of incorporation, the scientific research method was used, of an applied type, of an explanatory level, the research design was experimental. The population corresponded to conventional concrete of  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (9 test tubes and 6 beams) and roller-compacted concrete prepared in the laboratory with percentage reductions in cement content (27 test tubes and 18 beams); then, the total sample was the population. The general conclusion was that the mechanical properties of compacted concrete under variations in cement content of 14% and 12% increase, compared to conventional concrete, in addition to meeting the minimum required to act as a rigid urban pavement slab. **Key words:** compacted concrete, compressive strength, flexural strength, rigid pavement, cement variation.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial la crisis energética, el incremento del precio del petróleo (presente en la producción de asfalto), las deficiencias y fallas de los pavimentos de asfalto en caliente y en frío, hace que el uso de pavimentos rígidos, incluidos los pavimentos de concreto hidráulico compactado con rodillo pueden ser de gran importancia, tanto económica como técnicamente para brindar un pavimento que cumpla con lo mínimo establecido para actual como tal (Moradi y Shahnoori, 2021; Tavakoli et al., 2020).

Yildizel, Calis y Tayeh (2020) mencionan que el concreto compactado con rodillo presenta amplias ventajas, como el bajo coste de aplicación, la tecnología de construcción de alta densidad y el contenido reducido de cemento, en comparación con otros tipos de pavimentos de concreto; además que, a comparación del concreto vibrado normal, el concreto compactado con rodillo presenta los mismos componentes: áridos, materiales cementantes y agua, pero con diferentes proporciones en el diseño de mezcla que el concreto vibrado normal (Hashemi et al., 2019).

En tal situación la presente investigación estudió el concreto compactado con rodillo para su utilización como losa de pavimento rígido para pavimento urbano con materiales idóneos como agregados, cemento y agua en la provincia de Huancayo del departamento de Junín, utilizando una estructura que muestra la filosofía de compactación del suelo con la reducción gradual del contenido

de cemento, asimismo se verificó si las propiedades mecánicas del mismo cumplen con lo establecido en la Norma CE.010 para pavimento urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2020), con esto se pretendió asegurar la vida útil de la losa de pavimento rígido a comparación del concreto convencional, además del confort de los usuarios luego de su aplicación.

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Temporal**

La delimitación temporal, de esta investigación comprendió desde el mes de febrero a diciembre de 2021.

### **1.2.2. Espacial**

Esta investigación se realizó con concreto compactado elaborado en laboratorio en el distrito de Chilca de la provincia de Huancayo en el departamento de Junín; asimismo, el agregado fue obtenido de una cantera ubicada en el distrito de Pilcomayo.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo se modifican las propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿De qué manera varía la resistencia a compresión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido?
- b) ¿Cómo varía la resistencia a flexión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Social**

La justificación social de este estudio está en que, se pretende dar solución a la problemática de las deficientes propiedades mecánicas de la losa de pavimento rígido convencional con el planteamiento de concreto compactado, asimismo, se buscó la reducción del uso del cemento para su elaboración; con lo que se solucionará la existencia de fallas superficiales y defectos estructurales del pavimento, mejorando la transitabilidad de la población huancaína, además de la reducción de costos de mantenimiento y conservación.

### **1.4.2. Metodológica**

La justificación metodológica correspondió en que, cualquier estudiante de ingeniería civil, ingeniero, consultor, ejecutor o investigador, podrá mediante este estudio, elaborar concreto compactado de un  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> para ser utilizado en la losa del pavimento rígido, partiendo de la caracterización de los agregados, la ejecución del Proctor

modificado de la mezcla de cemento y agregados, para obtener así el contenido óptimo de humedad y elaborar la mezcla de concreto; lo cual puede ser utilizado en futuras investigaciones relacionadas al concreto compactado de diferentes resistencias a compresión.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar las propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido del cemento para losa de pavimento rígido.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar de qué manera varía la resistencia a compresión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido del cemento para losa de pavimento rígido.
- b) Establecer cómo varía la resistencia a flexión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido del cemento para losa de pavimento rígido.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.6. Antecedentes**

##### **1.6.1. Nacionales**

Gurreonero (2020) realizó la investigación “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019”, donde el objetivo fue comparar las propiedades mecánicas que tiene un concreto tradicional frente a un concreto para pavimento compactado con rodillo. Para lo cual se prepararon 21 especímenes de concreto tradicional, 21 especímenes de concretos compactados con 12 % de cemento, 21 con 14 % de cemento y 21 con 16 % de cemento que se rompieron los días 7, 14 y 28, tanto a compresión, tracción y flexión. Como resultado se encontró que, la resistencia a la compresión del concreto compactado con 12 % de cemento nos dio menor resistencia que el concreto patrón y el concreto compactado con 14 % y 16 % de cemento; mientras que, lo referido a la resistencia a tracción de los concretos compactados con 16 % y 14 % de cemento también presentaron mayores valores; a diferencia de la resistencia a flexión donde sólo la resistencia a flexión del concreto compactado con 16 % de cemento presentó mayor valor. Por consiguiente, concluyó que el concreto hidráulico compactado con rodillo presenta mejor comportamiento mecánico cuando este cuenta con 14 % y 16 % de cemento.

Ramos (2020) realizó la investigación “Análisis numérico para dimensionamiento óptimo del concreto rodillado en vías urbanas del Valle del Mantaro” para lo cual consideró como objetivo el analizar la dimensión óptima del concreto rodillado mediante análisis a través de números con elementos finitos de pavimentos urbanos. Por lo tanto, analizó las deformaciones y esfuerzos por acción de cargas vehiculares en el centro del pavimento con concreto rodillado mediante simulación en el programa ABAQUS, posteriormente realizó un análisis para comparar la variación de costos y tiempos de la utilización del concreto convencional y concreto rodillado. Como resultados obtuvo que, existe variación de los esfuerzos y deformaciones las cuales van disminuyendo en relación de la profundidad del pavimento, en cuanto al costo encontró que la utilización del concreto convencional de espesor de 20 cm es 27 % más caro a comparación del concreto rodillado, en cuanto al tiempo encontró que, la ejecución del concreto rodillado es el 20 % de lo requerido para el concreto convencional. Finalmente, concluyó que es factible el dimensionamiento de concreto rodillado por medio de la simulación con números con el software ABAQUS.

Espinoza (2019) realizó la investigación “Análisis comparativo mecánico del concreto compactado con rodillo (CCR) para la rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huánuco - 2017” el cual tuvo como principal objetivo comparar los concretos compactados con rodillo en la rehabilitación de vías urbanas en dicha ciudad. Por ello

realizó 3 diseños de mezclas con porcentajes de 10 %, 12 % y 14 % de cantidad de cemento, procediendo a compactarlo en tres y cuatro capas, para continuar a roturarlas a los 7, 14 y 28 días. Como resultados encontró que el concreto con 14 % de cemento y compactado en cuatro capas fue aquel que presentó mejores resultados. Es así que concluyó que, la mejor dosificación del concreto compactado es aquel que cuenta con 14 % de cemento, 32 % de agregado grueso, 32 % de agregado fino, 7 % de arena fina y 17 % de agua.

Mamani y Larico (2019) desarrollaron la investigación “Evaluación de las características del comportamiento estructural del concreto compactado y la capacidad de uso en estaciones de invierno en la ciudad de Juliaca” considerando como objetivo general estudiar las propiedades estructurales de los concretos compactados, de la misma manera la capacidad del concreto frente a las estaciones de invierno. Para lo cual, en primer lugar utilizaron agregados de acuerdo a lo establecido por el ACI 325.10R, continuando con lo señalado en la norma ASTM D-1557 para la reducción de vacíos en el concreto por medio de un contenido óptimo de agua; asimismo, elaboraron concretos de resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> convencionales para compararlo según su densidad, absorción, porosidad abierta, resistencia a la compresión y elasticidad del concreto compactado con 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de cemento. Como resultados obtuvieron la densidad y resistencia a compresión, así mismo se demostró que el concreto hidráulico compactado con 20 % de cemento presenta mayor

valor; en cuanto a la absorción el mayor valor fue el concreto convencional de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y respecto a porosidad el mayor valor fue del concreto convencional de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionalmente consideraron un análisis de costo, donde los concretos compactados con 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de cemento presentaron menores valores a comparación de los concretos convencionales. Finalmente, concluyen que los concretos compactados con 15 % y 20 % de cemento cumplen con las resistencias para el uso en pavimentación; asimismo, mencionan que la aplicación del concreto compactado, mejora el proceso de construcción incrementando la vida útil del pavimento.

Aguilar (2019) desarrolló la investigación “Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  al usar agregado grueso reciclado” estableciendo como objetivo primordial evaluar cómo varía las resistencias a compresión de los concretos compactados de  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el agregado grueso convencional por un agregado grueso reciclado en proporciones de 25 %, 50 %, 75 % y 100 %. Para lo cual realizaron la caracterización de los agregados, el diseño de mezcla con la metodología de compactación de suelos, para continuar midiendo la resistencia a compresión en los días de 7, 14 y 28. Se obtuvo como resultados que, el concreto con agregado reciclado en 75 % y 100 % presentó menor resistencia a comparación del concreto patrón. Por lo tanto, concluye que es dable la sustitución del agregado hasta 50 % por agregado reciclado sin afectar la resistencia a compresión del concreto.

### 1.6.2. Internacionales

Moradi y Shahnoori (2021) realizaron el artículo científico “Mezcla ecológica para el concreto compactado con rodillo: efectos de la arena marina dragada del golfo Pérsico en los parámetros de durabilidad y resistencia del concreto”, estableciendo como objetivo determinar los efectos de la sustitución de arenas obtenidas de canteras de arena marina dragada en diferentes porcentajes (15 %, 25 %, 35 %, 50 % y 100 %) sobre las propiedades de un pavimento de concreto compactado con rodillo. Para ello utilizaron cemento Portland Tipo II, Tipo V y cemento puzolánico especial Portland (PC2, PC5 y SPPC), junto con escoria de alto horno granulada (GGBS\_15 %) y polímero reforzado con fibra (FRP\_1.25 %), para obtener propiedades con mejor resistencia y durabilidad del RCCP, asimismo realizaron pruebas de resistencia a la compresión (CS), de resistencia eléctrica especial (ER), de absorción de agua (WA), de permeabilidad al agua bajo presión, de ataque por sulfatos y de microscopía electrónica de barrido (SEM) tras el curado de las probetas de concreto. Como resultados encontraron valores máximos de resistencia a compresión y resistencia eléctrica especial; además de valores mínimos de absorción de agua y pérdida de peso del concreto en una solución de sulfato sódico al 5 %, ello para la sustitución del 15% de arena en el concreto que contiene cemento de tipo V, además, observaron la resistencia máxima con sulfato para contenidos de 25 % de arena y 15% de escoria de alto horno en cemento puzolánico especial Portland. Finalmente, concluyen que los mejores

resultados de resistencia y durabilidad del concreto compactado con rodillo con utilización de arena marina se dio con el cemento tipo V.

Tavakoli et al. (2020) desarrollaron el artículo científico “Propiedades del pavimento de concreto compactado con rodillo que contiene áridos de desecho y nano SiO<sub>2</sub>”, para lo cual estudiaron la utilización de materiales de desecho en sustitución de los áridos finos para pavimentos de concretos compactados con rodillo (RCCP). Es así que, trituraron y mezclaron inicialmente residuos cerámicos, residuos de concreto y residuos de vidrio, para sustituir al agregado natural en cantidades variables en el RCCP. Además, para mitigar los probables efectos negativos de los áridos de desecho y para mejorar las propiedades mecánicas de la pasta de cemento, emplearon nano SiO<sub>2</sub> en los diseños de mezcla del concreto; después de elaborar las mezclas, midieron el tiempo de Vebe, la resistencia a compresión, la resistencia a la tracción por división, la absorción del agua en el concreto, la resistencia a la abrasión y la resistencia al deslizamiento. Los resultados que obtuvieron muestran que más del 40 % de la sustitución de la arena por materiales de desecho podría tener un efecto negativo en las propiedades de los RCCP; sin embargo, este impacto es insignificante hasta el 10 % de las proporciones de material de desecho, en cuanto a la resistencia a compresión de los especímenes que se le agregó materiales de desecho era inferior a la de la mezcla de control, excepto en el caso de la muestra que contenía un 10 % de residuos cerámicos, en cuanto a la absorción de agua, las mezclas con materiales de desecho

tuvieron una mayor absorción de agua que la mezcla de control, respecto a la abrasión, esta aumentó como resultado de la adición de materiales de desecho, excepto para las muestras que contenían un 10 % de vidrio y un 10 % de residuos cerámicos, que mostraron una ligera disminución. Por ello concluyen que, las mezclas con residuos cerámicos mostraron mejores propiedades mecánicas y las mezclas con residuos de vidrio tuvieron un mejor rendimiento en términos de absorción de agua. En cuanto al uso de nano SiO<sub>2</sub> conduce a mejorar las propiedades mecánicas del RCCP, siendo el contenido óptimo de nano SiO<sub>2</sub> el 0.7 % del peso del cemento.

Yildizel, Calis y Tayeh (2020) realizaron el artículo científico “Propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto compactado con rodillo añadido de carbonato cálcico para pavimentos”, este artículo sostiene como objetivo analizar las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto compactado con rodillo (RCC) que contiene carbonato cálcico molido (GCC). Para ello realizaron cinco combinaciones diferentes de mezclas sustituyendo el cemento por GCC en los niveles de 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 % en peso, donde el contenido de agua de la mezcla fue determinado con el método de la densidad máxima, procedieron a evaluar las resistencias a la compresión y flexión de las mezclas de RCC a los 90 días; asimismo, evaluaron las características de durabilidad, como la tasa de absorción de agua, la resistencia al sulfato y a la congelación-descongelación. Como resultados obtuvieron que, la inclusión de GCC hasta un 15 %

aumentó los valores de resistencia mecánica y mejoró las características de durabilidad de las mezclas de RCC, también al usar imágenes de microscopio electrónico de barrido del 15 % adicional de GCC. Con ello concluyen que, de acuerdo a los resultados la utilización del carbonato de calcio molido es recomendable para mejorar las propiedades del concreto en lo que concierne a la durabilidad de las muestras de concreto compactado.

Şengün et al. (2019) se realizó el artículo científico “Efectos de los métodos de compactación y de los parámetros de la mezcla sobre las propiedades de las mezclas de concreto compactado con rodillo”, fundamentando que a pesar del amplio uso del RCC, no existe una metodología de compactación específica desarrollada para simular las condiciones de la obra en el laboratorio, además que existen pocos métodos de compactación que se utilicen generalmente para producir de RCC en el entorno del laboratorio, siendo los métodos más comunes el de la mesa vibratoria y el martillo vibratorio que se encuentran en ASTM, el Proctor modificado y el compactador giratorio Superpave (SGC), que se sugiere que sean estandarizados. Sin embargo, no se sabe bien cómo estas diferentes técnicas de compactación pueden reflejar las propiedades del RCC in situ. En tal situación, este artículo desarrolló mezclas de RCC bajo dos dosis diferentes de cemento y dos tipos de graduación de los áridos que se compactaron mediante los cuatro métodos de compactación en laboratorio mencionados, para evaluar sus propiedades in situ. Como resultados obtuvieron que, los tres primeros

métodos son los comúnmente utilizados en la literatura, mientras que el cuarto método (SGC) se considera que representa mejor las condiciones de compactación en el campo con la acción de amasado; además, a partir de la derivación de modelos de regresión para cada una de las resistencias a la compresión y la resistencia a la tracción en función de los parámetros de la mezcla, mostró que la resistencia a la compresión y a la tracción estaba muy influenciada por el grado de compactación y el contenido de cemento, en cuanto al contenido de agua parecía depender de la relación de compactación y tenía un pequeño efecto sobre en las resistencias. Concluyen que, los métodos de compactación de laboratorio ideales en términos de resistencia y relación de compactación es aceptable el método compactador giratorio Superpave en primer lugar y el martillo vibratorio en segundo lugar.

Hashemi et al. (2019) en el artículo científico “Efecto de la utilización de arena con bajo contenido en finos sobre las propiedades frescas y endurecidas del pavimento de concreto compactado con rodillo”, fundamentan que la gradación de los áridos es una de las propiedades más importantes que inciden en el comportamiento del pavimento de concreto compactado con rodillo (RCCP), existiendo algunas limitaciones para la gradación de gruesos y finos en las normas; pues, según la norma ACI 211.3R, el contenido de arena con un tamaño inferior a 75 mm debe estar entre el 2 y el 8 % del total de los áridos. Para estudiar la eficacia del uso de una arena no estándar (una arena con una gradación fuera de las restricciones especificadas) en las

propiedades del RCCP, utilizaron tres tipos de arena, primero la arena estándar, segundo las arenas modificadas que contienen aproximadamente un 6 % de polvo de piedra caliza, y tercero una arena de bajo contenido en finos que contiene < 1 % de partículas muy finas; asimismo, consideraron mezclas control de concreto compactado que contenían 12 y 15 % de cemento. Los resultados mostraron que el uso de arena con bajo contenido en finos o de arena modificada con caliza en lugar de arena estándar en el concreto compactado aumentó el tiempo de Vebe; asimismo, que el uso de arena con bajo contenido en finos no tuvo un efecto significativo sobre la compresión, la tracción y flexión. Sin embargo, el uso de arena modificada con piedra caliza en el concreto compactado redujo significativamente las propiedades mecánicas. Por ello, concluyen que, los concretos compactados fabricados con arena de bajo contenido de finos tenían más porosidad que el concreto compactado con arena estándar.

## **1.7. Bases teóricas o científicas**

### **1.7.1. Concreto compactado con rodillo**

Viene a ser el concreto de bajo contenido de cemento, muy seco, cuyo asentamiento es cero, que es compactado por medio de rodillos vibratorios (TOXEMENT, 2013).

Gutiérrez (2003) menciona que el concreto compactado con rodillo presenta un uso de cemento aproximado de 100 a 150 kg/m<sup>3</sup>, pudiéndose reemplazar hasta un porcentaje del 30 % por cenizas

volantes. Donde sus principales ventajas es la reducción de costo en hasta 30 % por el bajo contenido de cemento, es dable la utilización de equipos convencionales para su construcción, como mezcladoras, volquetas, vibrocompactores de rodillo liso; además de la reducción de tiempo para la ejecución.

Por lo tanto, se deduce que el concreto compactado es producto de una mezcla seca, por su baja relación de agua y cemento, que es vaciado sobre la base granular y que luego es compactado por medio de un rodillo vibratorio.

### 1.7.2. Propiedades del concreto compactado con rodillo

De acuerdo a Gutiérrez (2003) el concreto compactado con rodillo presenta las propiedades típicas que se muestran en la Figura 1:

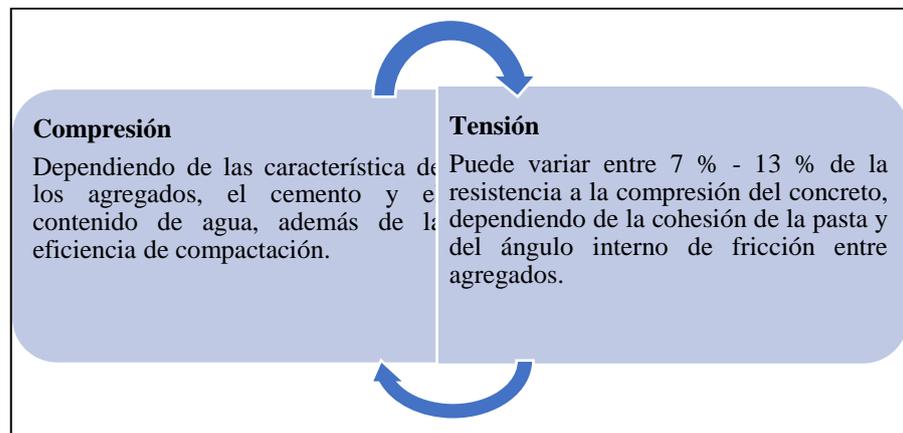


Figura 1. Propiedades típicas del concreto compactado con rodillo.

Fuente: En base a El concreto y otros materiales para la construcción (Gutiérrez, 2003).

### **1.7.3. Concreto compactado con rodillo aplicado a pavimentos**

Según lo establecido por TOXEMENT (2013), el concreto compactado con rodillo para ser utilizado en pavimentos debe considerar los siguientes aspectos:

- Espesor entre 12 cm para calles urbanas y para vías de minería de hasta 100 cm.
- La proporción de cemento puede encontrarse desde  $300 \text{ kg/m}^3$  a  $360 \text{ kg/m}^3$ .
- La resistencia a compresión del concreto se halla desde  $280 \text{ kg/m}^2$  a  $420 \text{ kg/m}^2$ .
- El tamaño máx. nominal de los agregados se limita a los 19 mm (3/4”) y de considerarse superficies más tersas puede limitarse a 16 mm (5/8”).
- Para su colocación debe optarse en capas de espesor que pueden variar entre 12 a 15 cm, con el empleo de maquinaria similar a la que se utiliza para el extendido de asfalto.

### **1.7.4. Diseño de mezcla para el concreto compactado con rodillo**

Según la prueba de compactación del suelo y de acuerdo a lo mencionado por Harrington (2010), se debe establecer una relación entre la densidad y el contenido de humedad de la mezcla de concreto a fin de obtener la densidad máxima compactando las muestras en un determinado rango de humedad. Los pasos son:

## Elección de los agregados

Se busca optimizar los agregados acordes a su gradación, resistencia a la segregación y compactibilidad, donde la combinación de los mismos debe aproximarse a una densidad máxima.

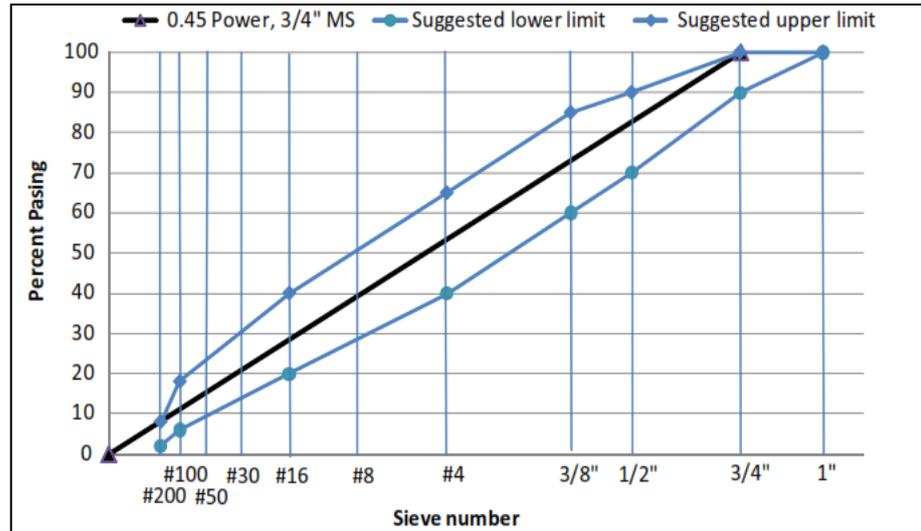


Figura 2. Banda de gradación sugerida para los agregados utilizados en concreto compactado con rodillo.

Fuente: Guía para los pavimentos de concreto compactado con rodillo (Harrington, 2010).

## Selección del rango medio de cemento

Por lo general se basa en las especificaciones del proyecto, consideraciones económicas y disponibilidad de materiales como de producción, sin embargo, un punto de partida es de 11 % a 13 %, donde su expresión se da según la siguiente fórmula (Harrington, 2010):

*Materiales cementosos (%)*

$$= \frac{\text{Peso de materiales cementosos}}{\text{Peso de materiales cementosos} + \text{áridos secados al horno}} \times 100$$

## Desarrollo de gráficos donde se relaciona la humedad y densidad

Con un porcentaje fijo de materiales cementosos se procede a seleccionar diferentes contenidos de humedad para representarlo por medio de una gráfica de densidad y humedad tal como se muestra en la Figura 3, en la mayoría de agregados el contenido de humedad óptimo se encuentra entre 5 % a 8 %, recomendándose variar la humedad en ese rango, la cantidad de humedad se calcula según la siguiente expresión:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de materiales cementosos + áridos secados al horno}} \times 100$$

Consecuentemente, por cada contenido de cemento se utiliza la prueba de Proctor modificado para determinar la máxima densidad seca y el contenido óptimo de humedad, para lo cual se recomienda considerar por lo menos tres variaciones de humedad para tres contenidos de cemento diferente, pudiendo ser 10 %, 12 % y 14 % (Harrington, 2010).

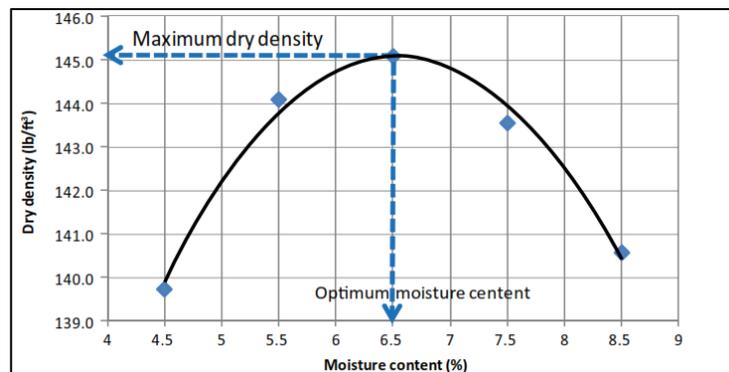


Figura 3. Curva de densidad y humedad de las distintas mezclas para concreto compactado con rodillo.

Fuente: Guía para los pavimentos de concreto compactado con rodillo (Harrington, 2010).

### **Medición de la resistencia a compresión**

Para cada cantidad de cemento considerado se debe preparar muestras utilizando el martillo vibratorio (Figura 4) considerando la cantidad de humedad óptimo.

### **Con base en los resultados anteriores, se selecciona el contenido de cemento requerido**

Las probetas son ensayadas para determinar la resistencia a compresión según las cantidades de cemento seleccionados, los resultados obtenidos se grafican para obtener una curva de resistencia a la compresión versus contenido de cemento, como se muestra en la Figura 5. A partir de esta curva, se selecciona un contenido de cemento para cumplir con la resistencia requerida, siendo esta igual a la resistencia fijada más un factor de seguridad.



Figura 4. Elaboración de cilindros de concreto compactado con rodillo.

Fuente: Guía para los pavimentos de concreto compactado con rodillo (Harrington, 2010).

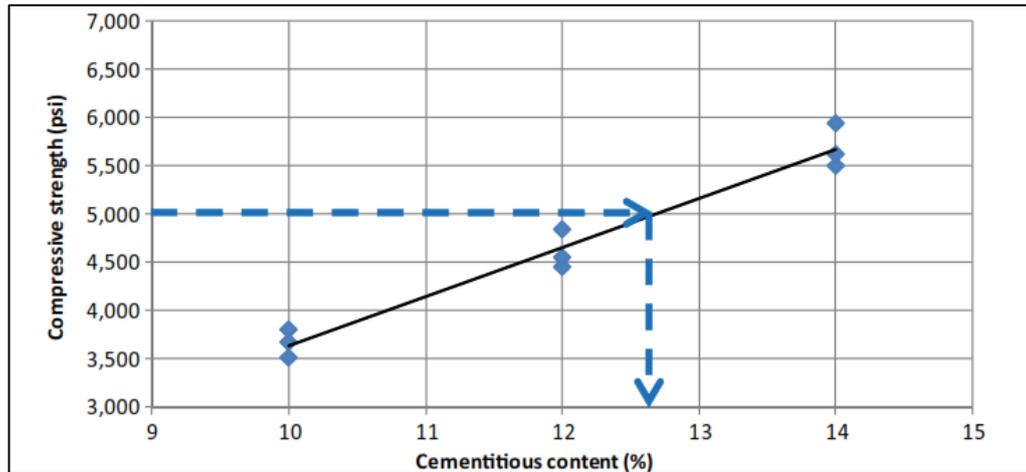


Figura 5. Representación de resistencia versus contenido de cemento.

Fuente: Guía para los pavimentos de concreto compactado con rodillo (Harrington, 2010).

Finalmente, se calcula las proporciones de la mezcla de acuerdo a lo evaluado.

### 1.7.5. Ventajas del concreto compactado con rodillo

Según Alvarado (2014) las ventajas que tiene el concreto compactado con rodillo son:

- Proceso constructivo rápido.
- Su colocación es posible con equipos ordinarios y está ampliamente disponible en empresas constructoras.
- Resulta más económico para la construcción del pavimento en comparación del concreto convencional.
- Puede ser fabricado en plantas de concreto tradicional.
- Presenta alta capacidad de soporte inicial, permitiendo liberar el tráfico después de su terminación.

- El curado del concreto puede ser con agua, emulsión asfáltico o compuesto de curado.
- Se puede producir en grandes cantidades con alta resistencia y durabilidad, tolerando alta capacidad de carga y mínima deformación superficial.

#### **1.7.6. Desventajas del concreto compactado con rodillo**

Alvarado (2014) considera como desventajas los siguientes:

- Alto control de fabricación, sobre todo en cuanto a la humedad terminación superficial y su resistencia.
- Control en el curado a fin de evitar el desgaste superficial.
- Estéticamente no presenta buen aspecto a comparación del concreto convencional.
- Algunas veces requiere una superficie de rodadura asfáltica para tráfico importantes.
- Es muy sensible a los cambios de humedad tanto en la mezcla como en la aplicación, lo que provoca defectos en la compactación.

#### **1.8. Marco conceptual**

- Aditivo. – Es un material distinto del agua, agregado o cemento hidráulico que se usa como componente en la mezcla del concreto o mortero y se le agrega antes o durante la mezcla (Sánchez, 2000).

- **Cemento.** – Material pulverizado que contiene sílice, alúmina y óxido de hierro y que al adicionarle agua forma una capa conglomerante capaz de endurecerse (Rivera, 2007).
- **Manejabilidad.** – Se conoce también como trabajabilidad y es una propiedad del concreto por la cual se determina su capacidad de colocación y consolidación que no le permita segregarse (Sánchez, 2000).
- **Módulo de elasticidad.** – Expresa la relación entre la tensión aplicada y la deformación del concreto, representado la capacidad a la deformación elástica reversible del material (Harrington, 2010).
- **Permeabilidad del concreto compactado con rodillo.** – Depende de los vacíos del concreto compactado además de la porosidad de la matriz de mortero, siendo controlada por la proporción del mezclado, el método de colocación y el grado de compactación (Harrington, 2010)

- .

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1 Hipótesis general**

Las propiedades mecánicas del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento, se modifican incrementándose, en comparación del concreto convencional.

#### **3.2 Hipótesis específicas**

- a) La resistencia a compresión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose, en comparación del concreto convencional.
- b) La resistencia a flexión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose, en comparación del concreto convencional.

#### **3.3 Variables**

##### **3.3.1 Definición conceptual de las variables**

Variable independiente (X): Cemento. – Producto de la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de yeso natural (MTC, 2008).

Variable dependiente (Y): Propiedades mecánicas del concreto compactado. – Corresponde a la resistencia a compresión y flexión para actuar como losa de pavimento rígido de acuerdo a las especificaciones

técnicas generales de la norma CE. 010 de pavimentos urbanos del Reglamento Nacional Edificaciones (MVCS, 2020).

### 3.3.2 Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): Cemento. – Se consideró variaciones del contenido de cemento, siendo para el convencional 18 %, y para los concretos compactados de 14 %, 12 % y 10 %.

Variable dependiente (Y): Propiedades mecánicas del concreto compactado. – Se cuantificó la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días; mientras que la resistencia a flexión se midió a los 14 y 28 días.

### 3.3.3 Operacionalización de las variables

En la Tabla 1 se detalla la operación de la variable independiente (cemento) y dependiente (propiedades mecánicas del concreto compactado), considerando las dimensiones, indicadores y unidades.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable independiente (X): Cemento	Cantidad de cemento	18 % de cemento	Porcentaje (%)
		14 % de cemento	
		12 % de cemento	
		10 % de cemento	
Variable dependiente (Y): Propiedades mecánicas del concreto compactado	Resistencia a compresión	Fuerza	Kilogramo (kg)
		Área de probeta	Centímetro cuadrado (cm <sup>2</sup> )
	Resistencia a flexión	Fuerza	Kilogramo (kg)
		Área transversal de viga	Centímetro cuadrado (cm <sup>2</sup> )

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1 Método de investigación**

El método de investigación utilizado fue el método científico, porque para la búsqueda de la verdad se siguió los pasos ordenados y sistematizados de este método como señalada Carrasco (2013), tales como la observación, el planteamiento del problema, planteamiento de hipótesis, la experimentación, el análisis de resultados y el establecimiento de las conclusiones.

#### **4.2 Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue aplicada porque utilizó información existente obtenida de la investigación básica (Sánchez y Reyes, 2006) esto para el diseño de concreto compactado con rodillo, con la finalidad de disminuir la cantidad de cemento para su elaboración.

#### **4.3 Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue el explicativo, debido a la evaluación de las causas dadas por la reducción del contenido de cemento y su efecto en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión y flexión) del concreto compactado con rodillo para su empleo como losa de pavimento rígido, tal como señala Hernández, Fernández y Baptista (2014).

#### 4.4 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación correspondió al experimental, ya que se manipuló la variable independiente dado por la reducción del contenido de cemento para evaluar la variable dependiente, considerada como las propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo; además, se contó con un grupo control representado por el concreto convencional de  $f'c$ : 210  $\text{kg/cm}^2$  (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

#### 4.5 Población y muestra

##### 4.5.1 Población

La población del estudio corresponde al concreto convencional de  $f'c$  210  $\text{kg/cm}^2$  (9 probetas y 6 vigas) y al concreto compactado con rodillo elaborado en laboratorio con reducciones porcentuales del contenido de cemento (27 probetas y 18 vigas), tal como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Población considerada en la investigación.

Tipo de concreto	Número de probetas			Número de vigas	
	7 días	14 días	28 días	14 días	28 días
Concreto patrón de $f'c$ : 210 $\text{kg/cm}^2$	3	3	3	3	3
Concreto compactado con 14 % de cemento	3	3	3	3	3
Concreto compactado con 12 % de cemento	3	3	3	3	3
Concreto compactado con 10 % de cemento	3	3	3	3	3
Total	36			24	

#### **4.5.2 Muestra**

Para el desarrollo de esta investigación no se consideró técnica de muestreo, pues la muestra correspondió al total de la población estudiada; es decir, las 36 probetas y 24 vigas de concreto entre el convencional y el concreto compactado bajo variaciones de contenido de cemento.

### **4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **4.6.1 Técnicas de recolección de datos**

La única técnica que se utilizó en esta investigación, fue la experimentación controlada para determinar la resistencia a compresión y flexión tal como se indica en los anexos.

#### **4.6.2 Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos empleados en la recolección de los datos son aquellos estandarizados por las NTP para la medición de la resistencia a compresión y resistencia a flexión; asimismo, se hizo uso a fichas donde se anotó los resultados de los ensayos realizados, como resistencia a compresión y flexión.

### **4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para procesar y analizar los datos se realizó el uso de la estadística descriptiva para la obtención del promedio y desviación estándar, tanto de la

resistencia a compresión y flexión, adicional a lo mencionado se utilizó tablas y figuras para una mejor representación de los resultados.

Se utilizó la estadística inferencial para realizar la contrastación estadística de las hipótesis planteadas, para lo cual en primer lugar se calculó la normalidad de los datos, tal como se observa en la Tabla 3, de lo cual se deduce que, de acuerdo a la significancia obtenida mayor a 0.05 (95 % de confiabilidad) según el estadístico Shapiro-Wilk (por tener la muestra  $< 50$ ), los datos de resistencia compresión y flexión presentan una distribución normal; por lo tanto, para la constatación de la hipótesis se realizara el uso de la estadística paramétrica de ANOVA de un factor.

Tabla 3. Prueba de la normalidad para los datos de resistencia a compresión y flexión.

Tipo de concreto		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión a los 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	0.99	3.00	0.78
	Concreto con 14 % de cemento	1.00	3.00	1.00
	Concreto con 12 % de cemento	0.96	3.00	0.64
	Concreto con 10 % de cemento	0.99	3.00	0.78
Resistencia a compresión a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	0.89	3.00	0.36
	Concreto con 14 % de cemento	0.84	3.00	0.22
	Concreto con 12 % de cemento	1.00	3.00	1.00
	Concreto con 10 % de cemento	0.99	3.00	0.78
Resistencia a compresión a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	0.94	3.00	0.54
	Concreto con 14 % de cemento	0.83	3.00	0.19
	Concreto con 12 % de cemento	0.92	3.00	0.46
	Concreto con 10 % de cemento	0.99	3.00	0.78
Resistencia a flexión a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	0.99	3.00	0.84
	Concreto con 14 % de cemento	1.00	3.00	0.92
	Concreto con 12 % de cemento	1.00	3.00	0.95
	Concreto con 10 % de cemento	0.99	3.00	0.78
Resistencia a flexión a los 28 días(kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	0.93	3.00	0.48
	Concreto con 14 % de cemento	0.85	3.00	0.24
	Concreto con 12 % de cemento	1.00	3.00	0.93
	Concreto con 10 % de cemento	0.99	3.00	0.80

#### **4.8 Aspectos éticos de la investigación**

En el desarrollo de la investigación no se vieron afectados grupos étnicos ni socio culturales ni la privacidad de ellos; asimismo, se aseguró el bienestar de la sociedad no actuándose con malicia, en cuanto a la ejecución de los ensayos se protegió el medio ambiente además de la biodiversidad, no generando ningún tipo de afectación.

En cuanto a los resultados obtenidos ejecutados los ensayos en laboratorio han sido obtenidos con toda la veracidad (no sea alteró información), asimismo, es dable mencionar que se asumirá todo tipo de repercusiones que puedan presentarse publicada esta investigación.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

Para obtener los resultados de la resistencia a compresión en los días de: 7, 14 y 28; además de la resistencia a flexión a los 14 y 28 días, en primera instancia, se desarrolló un diseño de mezcla para el concreto tradicional de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, cuya granulometría de los agregados grueso y fino se detallan en la Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 4. Granulometría del agregado grueso.

Tamiz	Peso retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
2"	0	-	-	-
1 1/2"	0	-	-	-
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	201.50	3.95	3.95	96.05
1/2"	3502.50	68.74	72.69	27.31
3/8"	1123.50	22.05	94.74	5.26
N° 4	171.50	3.37	98.11	1.89
N° 8	96.50	1.89	100.00	0.00
Fondo	0	0.00	100.00	0.00
Total		5095.50	100.00	100.00

Tabla 5. Granulometría del agregado fino.

Tamiz	Peso retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	17.80	3.56	3.56	96.44
N° 8	50.30	10.06	13.62	86.38
N° 16	51.90	10.38	24.00	76.00
N° 30	186.70	37.34	61.34	38.66
N° 50	167.60	33.52	94.86	5.14
N° 100	25.70	5.14	100.00	0.00
Fondo	0.00	0.00	100.00	0.00
Total	500.00		100.00	100.00

Consecuentemente, para la aplicación del método de diseño de concreto del ACI 211, se requirió otras características de los agregados, los cuales se detallan en la

Tabla 6

Tabla 6. Propiedades de los agregados para el diseño de mezcla convencional.

Propiedad	Agregado fino	Agregado grueso
Contenido de humedad	2.30 %	0.20 %
Peso unitario suelto	1455 kg/m <sup>3</sup>	1337 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1692 kg/m <sup>3</sup>	1525 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.75 g/cm <sup>3</sup>	2.65 g/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza	2.98	2.71
% de absorción	1.20	0.80

Con tal información, se procedió a diseñar el concreto convencional según el método estandarizado del ACI 211, resultando la dosificación del concreto patrón, lo especificado en la Tabla 7, donde cabe resaltar que el contenido de cemento representa el 18 %.

Tabla 7. Dosificación del concreto patrón.

Componente	Por m <sup>3</sup>	Por saco de cemento
Cemento (kg)	354.7	42.5
Agua (L)	201.32	24
Agregado fino húmedo (kg)	865.11	103.66
Agregado grueso húmedo (kg)	939.45	112.56

Del mismo modo, para el diseño de los concretos compactados con la variación de la cantidad de cemento, se llevó a cabo el ensayo de Proctor modificado considerando la adición de cemento en 10 %, 12 % y 14 %, cuyos resultados de densidad máxima seca y la cantidad recomendable del contenido de humedad se especifica en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados de los ensayos de Proctor modificado para las mezclas de agregados y cemento.

Mezcla	Densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad (%)
Agregados más 10 % de cemento	2.31	6.7
Agregados más 12 % de cemento	2.38	6.3
Agregados más 14 % de cemento	2.46	6.09

Con lo mencionado en la Tabla 8, se continuó con la elaboración de las mezclas de concretos compactados, en la tabla que viene se describe la dosificación:

Tabla 9. Dosificación por m<sup>3</sup> de los concreto compactados con variación de contenido de cemento.

Componente	Por m <sup>3</sup>		
	10 % de cemento	12 % de cemento	14 % de cemento
Cemento (kg)	264.09	316.90	369.72
Agua (L)	176.94	199.65	225.16
Agregado fino húmedo (kg)	1247.81	1120.08	1192.35
Agregado grueso húmedo (kg)	1128.97	1103.88	1078.80

En base a lo dosificado tanto para el concreto patrón y para los concretos compactados, se elaboró las probetas y vigas para determinar la resistencia a compresión y flexión; no obstante, conjuntamente se calculó el contenido de aire, el nivel de temperatura y asentamiento de los diferentes concretos, a fin de llevar un control de calidad, como se especifica en la Tabla 10 y en la Tabla 11.

Tabla 10. Resultados de la medición de contenido de aire, temperatura y asentamiento de los diferentes concretos evaluados.

Contenido de cemento (%)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)	Asentamiento (mm)
18	2.30	14.80	76.00
18	2.20	14.90	79.00
18	2.30	15.20	76.00
14	2.10	15.00	50.00
14	2.10	15.30	45.00
14	2.00	15.10	48.00
12	2.00	14.60	25.00
12	2.00	15.00	25.00
12	2.10	14.80	25.00
10	2.00	15.40	25.00
10	2.10	15.10	19.00
10	2.10	15.10	25.00

Tabla 11. Promedio del contenido de aire, temperatura y asentamiento de los concretos evaluados.

Contenido de cemento (%)	Promedio de contenido de aire (%)	Promedio de temperatura (°C)	Promedio de asentamiento (mm)
18	2.27	14.97	77.00
14	2.07	15.13	47.67
12	2.03	14.80	25.00
10	2.07	15.20	23.00
0	0.00	0.00	0.00

Es así que, en la Figura 6 se muestra que, a más cantidad de cemento, el contenido de aire se va incrementado, del mismo modo, se deduce que los concretos compactados presentaron menor contenido de aire en comparación del concreto convencional que presentaba 18 % de cemento.

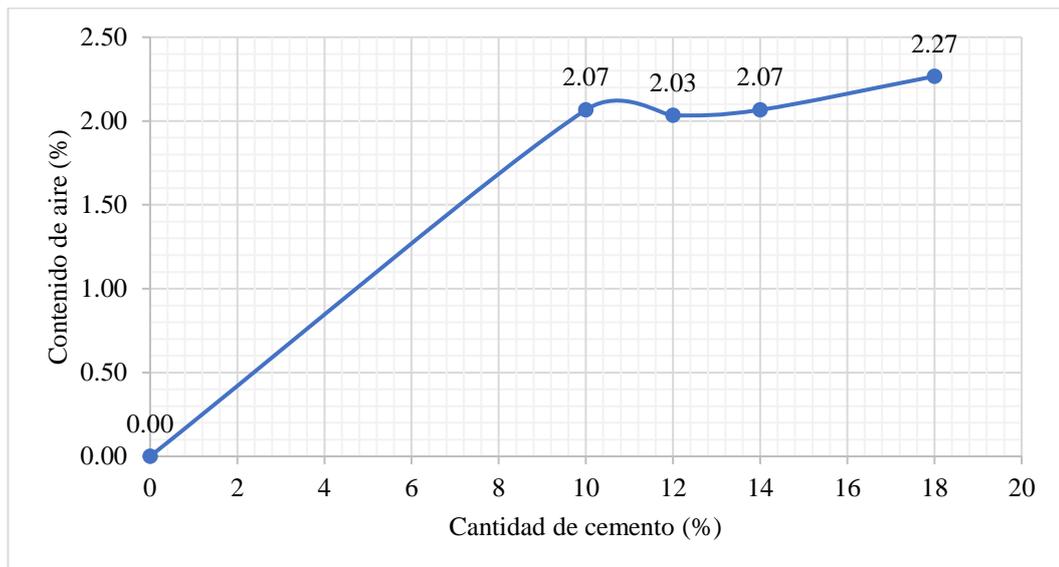


Figura 6. Contenido de aire del concreto patrón y concretos compactados.

En relación a la temperatura, como se detalla en la Figura 7 se analiza que no hay una variación relevante en esta propiedad debido a la variación del contenido de cemento.

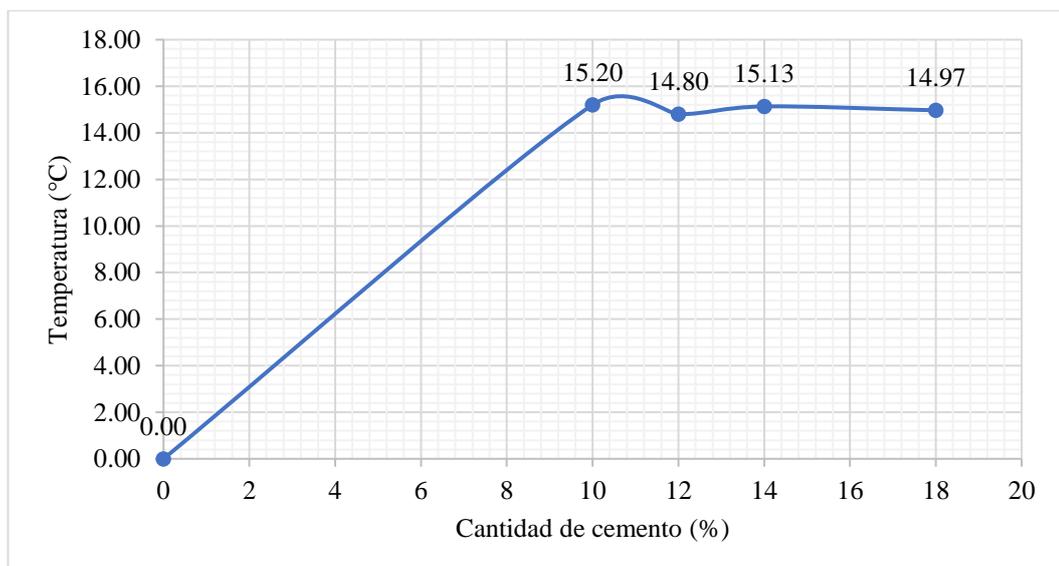


Figura 7. Temperatura del concreto patrón y concretos compactados.

Por último, en la Figura 8 se puede observar que, a mayor contenido de cemento, el asentamiento también incrementa; sin embargo, este menor en los concretos compactados con 10 %, 12 % y 14 % de cemento, comparando con el concreto tradicional que contaba con 18 % de cemento.

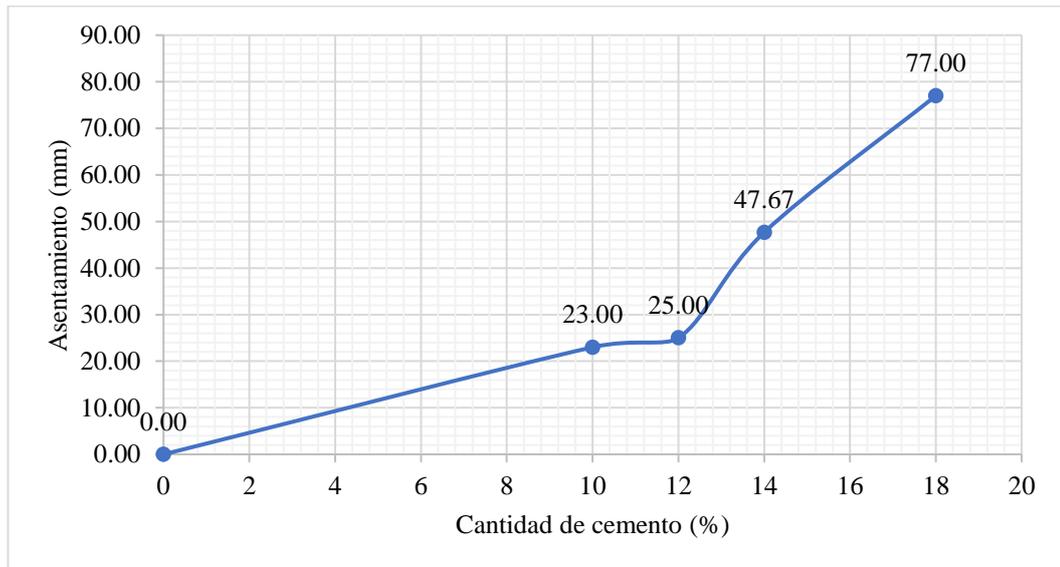


Figura 8. Asentamiento del concreto patrón y concretos compactados.

## 5.1 Descripción de resultados

### 5.1.1 Variación de la resistencia a compresión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losas de pavimento rígido

En la posterior Tabla 12 se visualiza los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días del concreto patrón (convencional) que requirió 18 % de cemento y de los concretos compactados donde se utilizó 14 %, 12 % y 10 % de cemento.

Tabla 12. Resistencia a compresión de los concretos bajo variaciones de contenido de cemento, evaluados a los 7, 14 y 28 días.

Contenido de cemento (%)	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 días	14 días	28 días
18	207.00	220.00	237.00
18	197.00	215.00	244.00
18	201.00	219.00	239.00
14	261.00	282.00	301.00
14	259.00	275.00	310.00
14	263.00	283.00	302.00
12	225.00	242.00	282.00
12	219.00	239.00	279.00
12	223.00	245.00	283.00
10	185.00	195.00	209.00
10	180.00	193.00	204.00
10	182.00	190.00	206.00

De acuerdo a lo mencionado, se tiene la Tabla 13, donde se especifica el promedio de la resistencia a compresión y desviación estándar a los 7 días, así mismo para los 14 días (

Tabla 14) y para los 28 días (

Tabla 15).

Tabla 13. Resistencia a compresión promedio de los concretos evaluados a los 7 días.

Contenido de cemento (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de variación (%)
18	201.67	5.03	2.50
14	261.00	2.00	0.77
12	222.33	3.06	1.37
10	182.33	2.52	1.38

Tabla 14. Resistencia a compresión promedio de los concretos evaluados a los 14 días.

Contenido de cemento (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de variación (%)
18	218.00	2.65	1.21
14	280.00	4.36	1.56
12	242.00	3.00	1.24
10	192.67	2.52	1.31

Tabla 15. Resistencia a compresión promedio de los concretos evaluados a los 28 días.

Contenido de cemento (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de variación (%)
18	240.00	3.61	1.50
14	304.33	4.93	1.62
12	281.33	2.08	0.74
10	206.33	2.52	1.22

Para una mejor interpretación, se elaboró la Figura 9, en donde se detalla el comportamiento de la resistencia a compresión de los concretos evaluados con diferente contenido de cemento, donde con 18 % corresponde al concreto convencional, mientras que, con 10 %, 12 % y 14 % de cemento corresponde a los concreto compactados; por lo tanto, se tiene que, a los 7, 14 y 28 días de edad, el concreto compactado con 12 % y 14 % de cemento mostró mayor resistencia a compresión en comparación del concreto tradicional; no obstante, se tiene que a los 28 días, a pesar que el concreto compactado con 10 % de cemento, no alcanzó la resistencia de diseño (210 kg/cm<sup>2</sup>), este si se encuentra dentro de lo mínimo aceptado, como se refiere en el RNE, que es un valor hasta 35 kg/cm<sup>2</sup> de la resistencia de diseño.

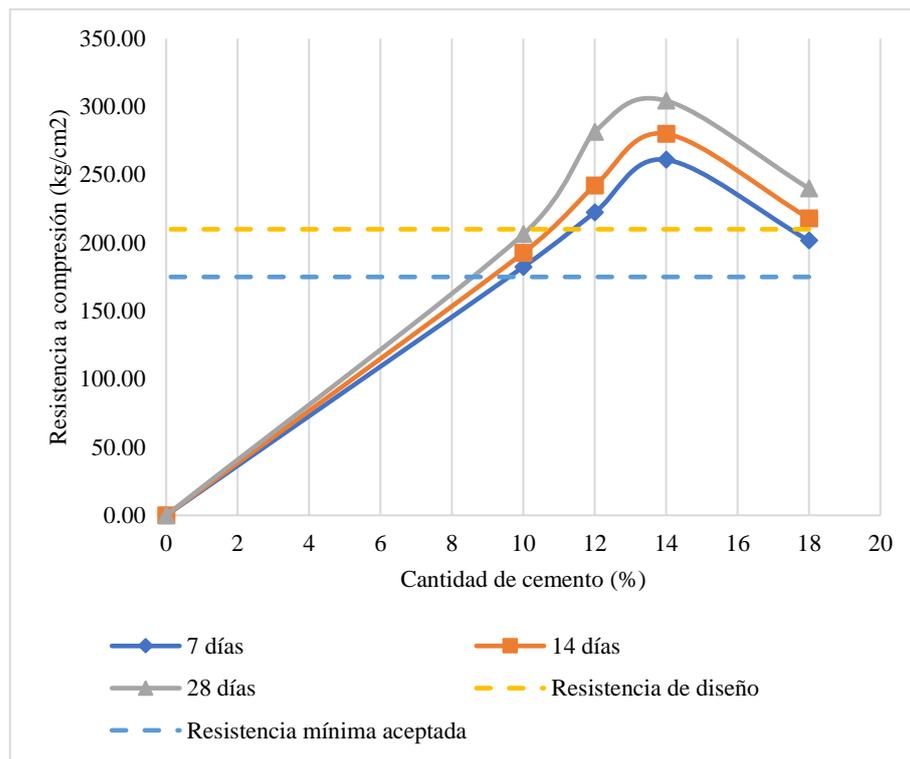


Figura 9. Resistencia a compresión de los concretos con variación del contenido de cemento, evaluados a los 7, 14 y 28 días.

Otro aspecto importante considerado fue, la variación de las resistencias a la compresión de cada uno de los concretos evaluados, tanto a los 7, 14 y 28 días, tal como se detalla en la tabla 16:

Tabla 16. Variación de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días en relación al contenido de cemento.

Contenido de cemento (%)	Variación (%)		
	7 días	14 días	28 días
18	0.00	0.00	0.00
14	29.42	28.44	26.81
12	10.25	11.01	17.22
10	-9.59	-11.62	-14.03

De acuerdo a la Figura 10 se tiene respecto a lo obtenido para el concreto convencional con 18 % de cemento comparado al concreto

compactado con 10 % de cemento se observó una resistencia a compresión a los 7 días de - 9.59 %, a los 14 días de - 11.62 % y a los 28 días de -14.03 %; a diferencias que los concretos compactados con 14 % y 12 % de cemento presentaron mayor resistencia a compresión tanto a los 7, 14 y 28 días, de hasta 26.81 % y 17.22 % en comparación del concreto convencional.

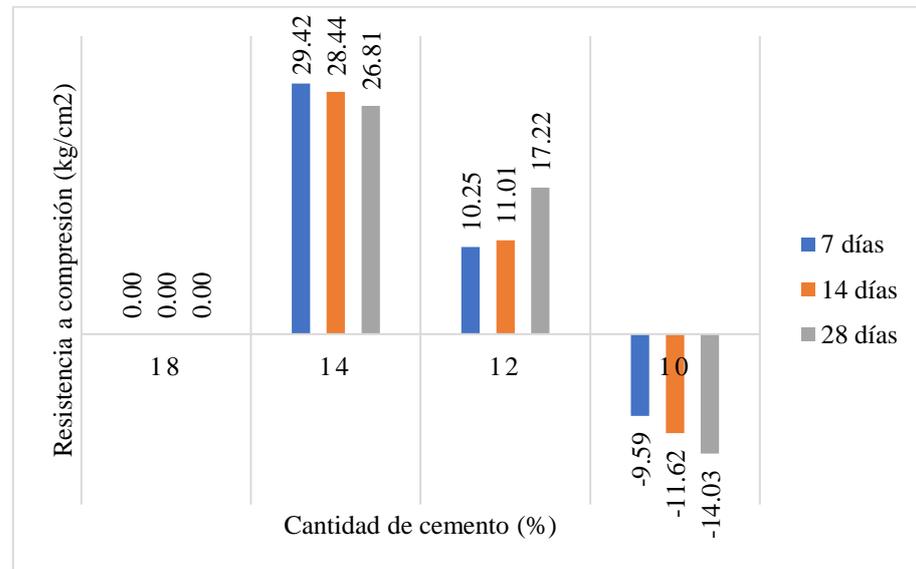


Figura 10. Variación de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días en relación al contenido de cemento.

### 5.1.2 Variación de la resistencia a flexión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losas de pavimento rígido

Se detalla en la siguiente tabla los resultados obtenidos de la resistencia a flexión del concreto patrón con 18 % de cemento y de los concretos compactados con 14 %, 12 % y 10 % de cemento.

Tabla 17. Resistencia a flexión de los concretos bajo variaciones de contenido de cemento, evaluados a los 14 y 28 días.

Contenido de cemento (%)	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	14 días	28 días
18	15.17	42.52
18	19.32	47.15
18	24.92	43.71
14	42.26	54.75
14	40.42	55.31
14	43.86	51.12
12	36.26	49.21
12	32.15	53.30
12	34.12	51.38
10	22.26	42.41
10	25.74	40.78
10	28.06	39.66

Asimismo, en las siguientes tablas se muestra los promedios y desviación estándar de la resistencia a flexión a los 14 y 28 días del concreto tradicional y de aquellos concretos compactados en donde se emplearon 10 %, 12 % y 14 % de cemento.

Tabla 18. Resistencia a flexión promedio de los concretos evaluados a los 14 días.

Contenido de cemento (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
18	19.80	4.89
14	42.18	1.72
12	34.18	2.06
10	25.35	2.92

Tabla 19. Resistencia a flexión promedio de los concretos evaluados a los 28 días.

Contenido de cemento (%)	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
18	44.46	2.40
14	53.73	2.27
12	51.30	2.05
10	40.95	1.38

Con lo especificado a la Figura 11, la resistencia a flexión de los concretos compactados con 10%, 12 % y 14 % de cemento resultó mayor que el concreto patrón de 18 % de cemento, esto para los 14 días; sin embargo, a los 28 días, sólo los concretos compactados con un 12 % y 14 % de cemento lograron sobrepasar las resistencias a flexión del concreto convencional. Asimismo, se resalta que, los concretos compactados tanto con 10 %, 12 %, 14 % de cemento y el convencional, cumplieron con las resistencias a flexión mínima requerida de 34 kg/cm<sup>2</sup>, tal como se menciona en la norma CE. 010 pavimentos urbanos del RNE, lo cual admite que pueden ser utilizados como losa de pavimentos rígidos.

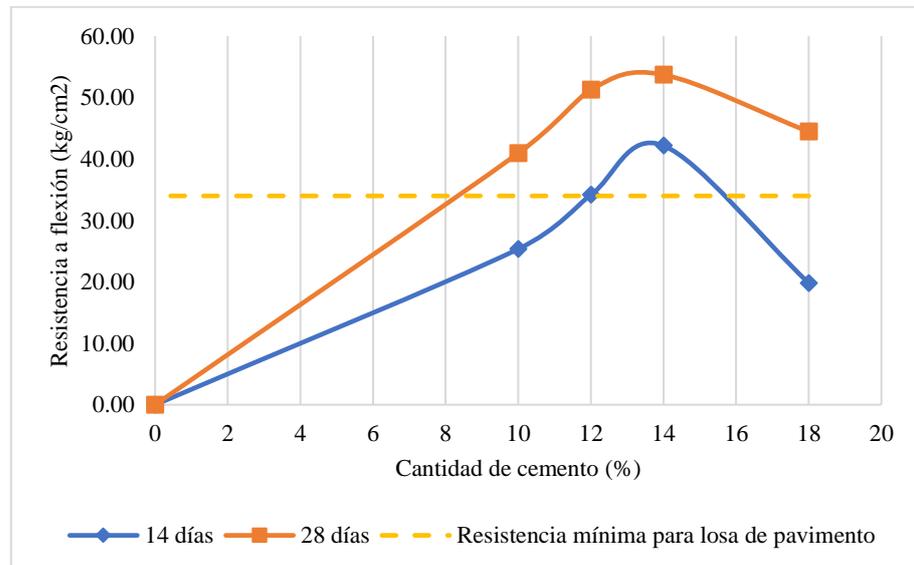


Figura 11. Resistencia a flexión de los concretos con variación del contenido de cemento, evaluados a los 14 y 28 días.

Por lo presentado, en la Tabla 20, se determinó las distintas varianzas de la resistencia a flexión de los concretos compactados a los 14 y 28 días en relación al concreto patrón.

Tabla 20. Variación de la resistencia a flexión a los 14 y 28 días en relación al contenido de cemento.

Contenido de cemento (%)	Variación (%)	
	14 días	28 días
18	0.00	0.00
14	112.99	20.84
12	72.58	15.38
10	28.03	-7.89

Es así que, en la Figura 12 se presenta que el concreto compactado con 10 % de cemento nos dio como resultado una resistencia a flexión a los 14 días menor al concreto convencional que requirió 18 % de cemento; no obstante, a los 28 días, el concreto compactado con 14 % de cemento presentó una resistencia a flexión 112.99 % más, con 12 % de cemento, presentó 72.58 % más y con 10 % de cemento un 28.03 % más.

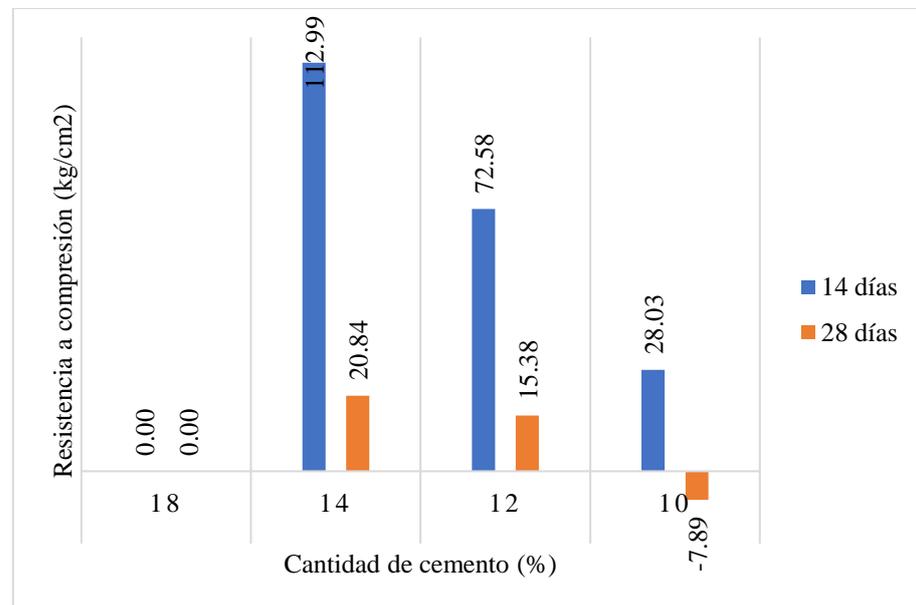


Figura 12. Variación de la resistencia a flexión a los 14 y 28 días en relación al contenido de cemento.

## 5.2 Contratación de hipótesis

### 5.2.1 Contratación de la hipótesis específica “a”

De acuerdo a las siguientes hipótesis planteadas:

- $H_{0a}$ : La resistencia a compresión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento no se modifican en comparación del concreto convencional.
- $H_{1a}$ : La resistencia a compresión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose, en comparación del concreto convencional.

Se tiene la Tabla 21, donde se logra interpretar que, la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días se modifican significativamente de acuerdo al concreto convencional y al concreto compactado con 10 %, 12 % y 14 % de cemento, es decir que estos grupos son diferentes, pues según lo establecido en el análisis estadístico ANOVA de un factor, el nivel de significancia es menor a 0.05 (95 % de confiabilidad) en cada uno de los casos.

Tabla 21. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “a”.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a compresión a los 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Entre grupos	10203.67	3.00	3401.22	302.33	0.00
	Dentro de grupos	90.00	8.00	11.25		
	Total	10293.67	11.00			
Resistencia a compresión a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Entre grupos	12425.00	3.00	4141.67	400.81	0.00
	Dentro de grupos	82.67	8.00	10.33		
	Total	12507.67	11.00			
Resistencia a compresión a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Entre grupos	17054.00	3.00	5684.67	473.72	0.00
	Dentro de grupos	96.00	8.00	12.00		
	Total	17150.00	11.00			

Consecuentemente, se posee la Tabla 22, respecto a la comparación de los grupos (concreto patrón y concretos compactados con 14 %, 12 % y 10 % de cemento), donde se logra interpretar que:

- La compresión se dio a los 7 días del concreto compactado con 14 %, 12 % y 10 % de cemento, difiere significativamente del concreto patrón, pues presentan un nivel de significancia que es inferior a 0.05 (95 % de confiabilidad); además que, con 14 % y 12 % de cemento se logró obtener un concreto de 59.33 kg/cm<sup>2</sup> y 20.67 kg/cm<sup>2</sup> más comparando con el concreto patrón.
- La compresión se analizó a los 14 días de los concretos compactados con 14 %, 12 % y 10 % de cemento, difiere significativamente del concreto patrón, lo cual presento un nivel de significancia es inferior a 0.05 (95 % de confiabilidad); además que, con 14 % y 12 % de cemento se logró obtener un concreto de 62.00 kg/cm<sup>2</sup> y 24.00 kg/cm<sup>2</sup> más comparando con el concreto patrón.
- La compresión a los 28 días de los concretos compactados con 14 %, 12 % y 10 % de cemento, difiere significativamente del concreto patrón, pues presentan un nivel de significancia es inferior a 0.05 (95 % de confiabilidad); además que, con 14 % y 12 % de cemento se logró obtener un concreto de 64.33 kg/cm<sup>2</sup> y 41.33 kg/cm<sup>2</sup> más comparando con el concreto patrón.

De este modo, se aprueba la hipótesis que se planteó al inicio de la investigación que, la resistencia a compresión calculado del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose de considerar contenidos de cemento de 14 % y 12 %, esto comparado con el concreto convencional.

Tabla 22. Comparación de grupos de acuerdo a la resistencia a compresión.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Resistencia a compresión a los 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	Concreto con 14 % de cemento	-59.33*	2.74	0.00	-68.10	-50.56
		Concreto con 12 % de cemento	-20.67*	2.74	0.00	-29.44	-11.90
		Concreto con 10 % de cemento	19.33*	2.74	0.00	10.56	28.10
Resistencia a compresión a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	Concreto con 14 % de cemento	-62.00*	2.62	0.00	-70.41	-53.59
		Concreto con 12 % de cemento	-24.00*	2.62	0.00	-32.41	-15.59
		Concreto con 10 % de cemento	25.33*	2.62	0.00	16.93	33.74
Resistencia a compresión a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	Concreto con 14 % de cemento	-64.33*	2.83	0.00	-73.39	-55.28
		Concreto con 12 % de cemento	-41.33*	2.83	0.00	-50.39	-32.28
		Concreto con 10 % de cemento	33.67*	2.83	0.00	24.61	42.72

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

### 5.2.2 Contrastación de la hipótesis específica “b”

De acuerdo a las siguientes hipótesis planteadas:

H<sub>0b</sub>: La resistencia a flexión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento no se modifica en comparación del concreto convencional.

H<sub>ib</sub>: La resistencia a flexión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose, en comparación del concreto convencional.

Por lo tanto, se tiene la Tabla 23, de la cual, se logra interpretar que, la resistencia a la flexión en los días 14 y 28, se modifica significativamente de acuerdo al concreto convencional y el concreto compactado con 10 %, 12 % y 14 % de cemento, es decir que estos grupos son diferentes, pues según lo establecido en el análisis estadístico ANOVA de un factor, el nivel de significancia es menor a 0.05 (95 % de confiabilidad) en cada uno de los casos.

Tabla 23. ANOVA de un factor para la hipótesis específica “b”.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a flexión a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Entre grupos	872.36	3.00	290.79	29.33	0.00
	Dentro de grupos	79.30	8.00	9.91		
	Total	951.67	11.00			
Resistencia a flexión a los 28 días(kg/cm <sup>2</sup> )	Entre grupos	315.85	3.00	105.28	24.69	0.00
	Dentro de grupos	34.11	8.00	4.26		
	Total	349.96	11.00			

Consecuentemente, se tiene la Tabla 24, respecto a la comparación de grupos (concreto patrón y concretos compactados con 14 %, 12 % y 10 % de cemento), donde se logra interpretar que:

- La resistencia a flexión a los 14 días del concreto compactado con 14 % y 12 % de cemento, difiere significativamente del concreto patrón, pues presentan un nivel de significancia es inferior a 0.05 (95 % de confiabilidad); no obstante, la resistencia a flexión de los concretos compactados con 10 % de cemento, a pesar que, presentó una diferencia de medias de  $5.5 \text{ kg/cm}^2$ , esto no es significativo, por contar con una significancia de 0.21 (mayor a 0.05). Además, se tiene que, con 14 % y 12 % de cemento se logró obtener un concreto de  $22.38 \text{ kg/cm}^2$  y  $14.37 \text{ kg/cm}^2$  más comparando el concreto patrón.
- La resistencia a flexión a los 28 días del concreto compactado con 14 % y 12 % de cemento, difiere significativamente del concreto patrón, pues presentan un nivel de significancia es inferior a 0.05 (95 % de confiabilidad); no obstante, la resistencia a flexión de los concretos compactados con 10 % de cemento, a pesar que, presentó una diferencia de medias de  $3.51 \text{ kg/cm}^2$ , esto no es significativo, por contar con una significancia de 0.24 (mayor a 0.05). Además, se tiene que, con 14 % y 12 % de cemento se logró obtener un concreto de  $9.27 \text{ kg/cm}^2$  y  $6.84 \text{ kg/cm}^2$  más comparando el concreto patrón.

De este modo, se aprueba la hipótesis que se planteó al inicio de la investigación que, la resistencia a flexión del concreto compactado bajo

variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose de considerar contenidos de cemento de 14 % y 12 %, esto comparando con el concreto convencional.

Tabla 24. Comparación de grupos de acuerdo a la resistencia a flexión.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Resistencia a flexión a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	Concreto con 14 % de cemento	-22.38*	2.57	0.00	-30.61	-14.14
		Concreto con 12 % de cemento	-14.37*	2.57	0.00	-22.61	-6.14
		Concreto con 10 % de cemento	-5.55	2.57	0.21	-13.78	2.68
Resistencia a flexión a los 28 días(kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto patrón f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	Concreto con 14 % de cemento	-9.27*	1.69	0.00	-14.67	-3.87
		Concreto con 12 % de cemento	-6.84*	1.69	0.02	-12.24	-1.44
		Concreto con 10 % de cemento	3.51	1.69	0.24	-1.89	8.91

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados de resistencia a la compresión probados a los 7 días se tiene que para el concreto patrón (convencional) donde se utilizó 18 % de cemento y para los concretos compactados donde se utilizó 14 %, 12 % y 10 % de cemento, se obtuvo 201.67 kg/cm<sup>2</sup>, 261.00 kg/cm<sup>2</sup>, 222.33 kg/cm<sup>2</sup> y 182.33 kg/cm<sup>2</sup>, cuyos coeficientes de variación resultó de 2.50 %, 0.77 %, 1.37 % y 1.38 %, que de acuerdo al ACI (2017) para los estándares de control del concreto, correspondería a que, el tipo de operación en laboratorio para el concreto patrón fue muy buena (coeficiente de variación entre 2 % a 3 %), mientras que, para los concretos compactados fue de excelente (coeficiente de variación menor a 2 %).

Asimismo, es dable señalar que se consideró agregados con bajos contenidos de finos tal como especifica Hashemi et al. (2019) en el artículo científico “Efecto de la utilización de arena con bajo contenido en finos sobre las propiedades frescas y endurecidas del pavimento de concretos compactados con rodillo”, asegurando con ello que se conserve la porosidad del concreto.

La resistencia a compresión probados a los 14 días para el concreto patrón y para los concretos compactados, se obtuvo 218.00 kg/cm<sup>2</sup>, 280.00 kg/cm<sup>2</sup>, 242.00 kg/cm<sup>2</sup> y 192.67 kg/cm<sup>2</sup>, cuyos coeficientes de variación resultó de 1.21 %, 1.56 %, 1.24 % y 1.31 %, que de acuerdo al ACI (2017) para los estándares de control del concreto, correspondería a que, el tipo de operación en laboratorio para todos los casos fue de excelente (coeficiente de variación menor a 2 %).

La resistencia a compresión probados a los 28 días, para el concreto patrón y para los concretos compactados, se obtuvo 240.00 kg/cm<sup>2</sup>, 304.33 kg/cm<sup>2</sup>, 281.33

kg/cm<sup>2</sup> y 206.33 kg/cm<sup>2</sup>, cuyos coeficientes de variación resultó de 1.50 %, 1.62 %, 0.74 % y 1.22 %, que de acuerdo al ACI (2017) para los estándares de control del concreto, correspondería a que, el tipo de operación en laboratorio para todos fue de excelente (coeficiente de variación menor a 2 %).

En cuanto a la variación de la resistencia a compresión, tal como se estableció en la Tabla 16 y Figura 10, se tiene que, a los 7, 14 y 28 días el concreto compactado con 14 % y 12 % de cemento tenía más resistencia a compresión comparando con el concreto convencional con 18 % de cemento, pues a los 28 días se logró obtener en el concreto compactado con 14 % de cemento un 26.81 % más de resistencia y en el concreto compactado con 12 % hasta 17.22 % más de resistencia a la compresión; no obstante, en los concretos compactados con 10 % de cemento a los 7, 14 y 28 días fue menor en hasta 14.03 %. Asimismo, a fin de determinar si esta variación de la resistencia a compresión de los diferentes tipos de concretos analizados fue significativa se cuenta con el análisis ANOVA de un factor, que tanto para los 7, 14 y 28 días el nivel de significancia fue inferior a 0.05 (95 % de confiabilidad), de este modo se identificó que sí hay variación significativa entre los grupos, de lo cual, de acuerdo al análisis post hoc de Tukey, se comprueba que esta variación es significativa entre el concreto patrón y los concretos compactados con 14 %, 12 % y 10 % de cemento, tanto a los días ensayados como son: 7, 14 y 28 días.

En la Figura 9, se muestra el comportamiento de la resistencia a compresión de los concretos evaluados con diferente contenido de cemento, donde con 18 % corresponde al concreto convencional, mientras que, con 10 %, 12 % y 14 % de cemento corresponde a los concretos compactados; se tiene que, a los 28 días, a

pesar que el concreto compactado con 10 % de cemento, no alcanzó la resistencia de diseño ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ), este sí se encuentra dentro de lo mínimo aceptado, como se difiere en el RNE (MVCS, 2020), que es un valor hasta  $35 \text{ kg/cm}^2$  de la resistencia de diseño.

En cuanto a la resistencia a la compresión, los resultados obtenidos concuerdan con Gurreonero (2020) en la investigación “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto tradicional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019”, donde concluyó en que el concreto compactado con rodillo presenta mejor comportamiento mecánico cuando este cuenta con 14 % y 16 % de cantidad de cemento; del mismo modo, se concuerda con Espinoza (2019) que llevo a cabo la investigación “Análisis comparativo mecánico del concreto compactado con rodillo (CCR) para la rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huánuco - 2017”, donde concluyó que la mejor resistencia del concreto compactado fue con 14 % de cemento, en comparación del concreto convencional.

Por lo tanto, según el análisis tanto técnico y estadístico, se acepta la hipótesis planteada al inicio de la investigación que aprueba que la resistencia a compresión de los concretos compactados bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose de considerar contenidos de cemento de 14 % y 12 %, esto comparado con el concreto convencional.

En cuanto, al método de compactación utilizado, de acuerdo a Şengün et al. (2019), el método de martillo vibratorio es ideal en términos de resistencia, sólo sobrepasándolo el método compactador giratorio Superpave, con esto se da fe de lo obtenido en cuanto a la resistencia a compresión, asimismo, Aguilar (2019), se

resalta que una de las opciones por la que la resistencia a compresión del concreto compactado podría ser menor que un concreto patrón es si se reemplaza el 50 % de agregado natural por reciclado. Por ello, se concuerda con Moradi y Shahnoori (2021) y Yildizel, Calis y Tayeh (2020) que mencionan que el concreto compactado brinda propiedades con mejor resistencia y durabilidad, tal como se logró obtener en el presente estudio donde se sobrepasó a lo obtenido para el concreto convencional.

Adicionalmente, siguiendo lo considerado por Tavakoli et al. (2020), se podría reducir aún más el contenido de cemento, pues en el estudio que realizaron al incluir residuos de nano SiO<sub>2</sub> en 0.7 % del cemento, se logra incrementar la resistencia a compresión.

No obstante, sobre la resistencia a la compresión de los concretos compactados con 14 % y 12 % de cemento, se difiere de lo adquirido por Mamani y Larico (2019) quienes aportaron para el desarrollo de la investigación, pues obtuvieron que, con 15 % y 20 % de cemento es posible utilizar el concreto compactado para pavimentación, a pesar que estos presentaron menor resistencia en comparación del concreto convencional. Asimismo, se tiene lo especificado por Ramos (2020) que realizó la investigación “Análisis numérico para dimensionamiento óptimo del concreto rodillado en vías urbanas del Valle del Mantaro”, donde señala que es dable dimensionar el concreto rodillado por medio de la simulación numérica, lo cual complementaría esta investigación.

Para la resistencia a flexión probados a los 14 días se determinó que para el concreto patrón (convencional) donde se utilizó 18 % de cemento y para los concretos compactados donde se utilizó 14 %, 12 % y 10 % de cemento, se obtuvo

19.80 kg/cm<sup>2</sup>, 42.18 kg/cm<sup>2</sup>, 34.18 kg/cm<sup>2</sup> y 25.35 kg/cm<sup>2</sup>, con desviaciones estándar de 4.89 kg/cm<sup>2</sup>, 1.72 kg/cm<sup>2</sup>, 2.06 kg/cm<sup>2</sup> y 2.92 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que, la resistencia a flexión ensayados luego de 28 días para el concreto tradicional y para los concretos compactados, se obtuvo 44.46 kg/cm<sup>2</sup>, 53.73 kg/cm<sup>2</sup>, 51.30 kg/cm<sup>2</sup> y 40.95 kg/cm<sup>2</sup>, con desviaciones estándar de 2.40 kg/cm<sup>2</sup>, 2.27 kg/cm<sup>2</sup>, 2.05 kg/cm<sup>2</sup> y 1.38 kg/cm<sup>2</sup>.

Es así que, la variación de la resistencia a flexión, según se mostró en la Tabla 20 y Figura 12, se tiene que, a los 14 días el concreto compactado con 14 %, 12 % y 10 % de cemento, la resistencia a la flexión fue mayor en un 112.99 %, 72.58 % y 28.03 % más en comparación del concreto convencional en; del mismo modo, a los 28 días los concretos compactados con 14 % y 12 % también presentaron mayores resistencia a flexión a comparación del concreto convencional, en 20.84 % y 15.38 % más, a diferencia que en el concreto compactado con 10 % la resistencia a flexión resultó 7.89 % menos en comparación del patrón . Asimismo, a fin de determinar si esta variación de la resistencia a la flexión de los distintos concretos ensayados fue significativa se cuenta con el análisis estadístico de ANOVA de un factor, que para los 14 y 28 días el nivel de significancia fue inferior a 0.05 (95 % de confiabilidad), manifestando de que sí hay variación significativa entre los grupos, de lo cual, de acuerdo al análisis post hoc de Tukey, se verifica que la varianza es significativa entre el concreto patrón y los concretos compactados en un 14 % y 12 %; mientras que, para el concreto compactado con 10 % de cemento, la variación no fue significativa.

Según la Figura 12 se tiene que, los concretos compactados tanto con 10 %, 12 %, 14 % de cemento y el convencional, cumplieron con la resistencia a flexión

mínima requerida de  $34 \text{ kg/cm}^2$ , tal como se menciona en la norma CE. 010 pavimentos urbanos del RNE, lo cual permite ser utilizados como losa de pavimentos rígidos.

En consecuencia, de acuerdo al análisis técnico y estadístico, se acepta la hipótesis planteada al inicio de la investigación que la resistencia a flexión de los concretos compactados bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose de considerar contenidos de cemento de 14 % y 12 %, esto comparado con el concreto convencional.

Así mismo, lo obtenido se sustenta en lo mencionado por Şengün et al. (2019), pues se utilizó el método de martillo vibratorio que en términos de resistencia es ideal, sólo sobrepasándolo el método compactador giratorio Superpave, asimismo, se concuerda con Moradi y Shahnoori (2021) y Yildizel, Calis y Tayeh (2020) que mencionan que el concreto compactado brinda propiedades con mejor resistencia y durabilidad, tal como se logró obtener en el presente estudio donde se sobrepasó a lo obtenido para el concreto convencional.

Finalmente, siguiendo lo considerado por Tavakoli et al. (2020), se podría reducir aún más el contenido de cemento, pues en el estudio que realizaron al incluir residuos de nano  $\text{SiO}_2$  en 0.7 % del cemento, se logra incrementar la resistencia a compresión lo cual se encuentra ligado con la resistencia a flexión.



## CONCLUSIONES

1. Las propiedades mecánicas del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento, se modifican incrementándose, en comparación del concreto convencional, esto con 14 % y 12 % de cemento; además de cumplir con lo mínimo requerido para actuar como losa de pavimentos rígidos urbanos.
2. La resistencia a compresión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose en comparación del concreto convencional (18 % de cemento), esto con 14 % y 12 % de cemento, pues a los 7 días se dieron incrementos de 29.42 % y 10.25 % más, a los 14 días de 28.44 % y 11.01 %, mientras que, a los 28 días fue de 26.81 % y 17.22 % más; asimismo, estos concretos compactados alcanzaron y sobrepasaron la resistencia de diseño ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ).
3. La resistencia a flexión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose, en comparación del concreto convencional (18 % de cemento), esto con 14 % y 12 % de cemento, pues a los 14 días se obtuvo 112.99 % y 72.58 %, mientras que, a los 28 días se obtuvo 20.84 % y 15.38 % más; de igual manera, estas resistencias se encuentran dentro de la resistencia a flexión mínima requerida de  $34 \text{ kg/cm}^2$  que establece la norma CE. 010 pavimentos urbanos del RNE, lo cual permite ser utilizados como losa de pavimentos rígidos.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere el uso del concreto compactado en pavimentos rígidos urbanos con 12 % de cemento, lo cual permitiría reducir considerablemente los costos, pues para un concreto TRADICIONAL de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> se requiere un aproximado de 18 %.
2. Los resultados alcanzados de la resistencia a compresión de los concretos compactados demostraron que la reducción del cemento en hasta 6 % asegura un buen comportamiento, por lo cual se recomienda variar las dosificaciones considerando un diseño convencional para un  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup> o 350 kg/cm<sup>2</sup>.
3. Con base en los resultados alcanzados de resistencia a flexión demuestran que el concreto compactado presenta mayores valores que el concreto convencional, lo cual podría disminuir el espesor de la losa del pavimento rígido, por ello, se recomienda a futuros investigadores ahondar en tal estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI, 2017. *Guía para la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto del ACI 214RS-11*. 2017. Farmington Hills - Estados Unidos: American Concrete Institute.
- AGUILAR, D., 2019. *Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al usar agregado grueso reciclado* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3487>.
- ALVARADO, J., 2014. *Estudio descriptivo de la tecnología del concreto compactado con rodillo y su aplicación en pavimentos*. S.l.: Universidad Militar Nueva Granada.
- CARRASCO, S., 2013. *Metodología de la investigación científica*. Lima - Perú: San Marcos.
- ESPINOZA, P., 2019. *Análisis del comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo (CCR) para la rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huánuco-2017*. S.l.: Universidad de Huánuco.
- GURREONERO, J., 2020. *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56122>.
- GUTIÉRREZ, L., 2003. *El concreto y otros materiales para la construcción* [en línea]. Segunda. Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede

Manizales. ISBN 958-9322-82-4. Disponible en:  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9302>.

HARRINGTON, D., 2010. *Guía para los pavimentos de concreto compactado con rodillo*. South Loop Drive - Estados Unidos: Portland Cement Association.

HASHEMI, M., SHAFIGH, P., ABBASI, M. y ASADI, I., 2019. The effect of using low fines content sand on the fresh and hardened properties of roller-compacted concrete pavement. *Case Studies in Construction Materials*, vol. 11, pp. 1-11. ISSN 22145095. DOI 10.1016/j.cscm.2019.e00230.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. del P., 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta. México: McGRAW-HILL. ISBN 9786071502919.

MAMANI, D. y LARICO, E., 2019. *Evaluación de las características del comportamiento estructural del concreto compactado y la capacidad de uso en estaciones de invierno en la ciudad de Juliaca* [en línea]. S.I.: Universidad Peruana Unión. Disponible en:  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2125>.

MORADI, S. y SHAHNOORI, S., 2021. Eco-friendly mix for Roller-Compacted Concrete : Effects of Persian-Gulf-Dredged marine sand on durability and resistance parameters of concrete. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 281, pp. 122555. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.122555. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122555>.

MTC, 2008. *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial* [en línea]. 2008. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y

Comunicaciones. Disponible en:  
[http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones\\_arch/Glosario\\_270808  
final.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones_arch/Glosario_270808_final.pdf).

MVCS, 2020. *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)* [en línea].  
2020. Lima - Perú: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.  
Disponible en: [https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-  
publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne](https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne).

RAMOS, D., 2020. *Análisis numérico para dimensionamiento óptimo del concreto  
rodillado en vías urbanas del Valle del Mantaro* [en línea]. S.l.: Universidad  
Peruana Los Andes. Disponible en:  
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1588>.

RIVERA, G., 2007. *Concreto simple* [en línea]. 2007. Primera. Popayán, Colombia:  
Universidad de Cauca. Disponible en:  
<https://www.udocz.com/read/tecnologia-concreto-y-mortero-rivera-pdf>.

SÁNCHEZ, D., 2000. *Tecnología del concreto y del mortero*. Cuarta. Santafé de  
Bogotá: Bhandar Editores Ltda. ISBN 958-9247-04-0.

SÁNCHEZ, H. y REYES, C., 2006. *Metodología y diseño de la investigación  
científica*. Quinta. Lima - Perú: Visión Universitaria.

ŞENGÜN, E., ALAM, B., SHABANI, R. y YAMAN, I.O., 2019. The effects of  
compaction methods and mix parameters on the properties of roller compacted  
concrete mixtures. *Construction and Building Materials*, vol. 228. ISSN  
09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.116807.

TAVAKOLI, D., SAKENIAN DEHKORDI, R., DIVANDARI, H. y DE BRITO,

J., 2020. Properties of roller-compacted concrete pavement containing waste aggregates and nano SiO<sub>2</sub>. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 249, pp. 118747. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.118747. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118747>.

TOXEMENT, 2013. *Guía básica para el concreto compactado* [en línea]. 2013. Bogotá-Colombia: s.n. Disponible en: <http://www.toxement.com.co/media/3371/concreto-compactado-con-rodillo.pdf>.

YILDIZEL, S.A., CALIS, G. y TAYEH, B.A., 2020. Mechanical and durability properties of ground calcium carbonate-added roller-compacted concrete for pavement. *Journal of Materials Research and Technology* [en línea], vol. 9, no. 6, pp. 13341-13351. ISSN 22387854. DOI 10.1016/j.jmrt.2020.09.070. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.09.070>.

## **ANEXOS**

## **Matriz de consistencia**

Tesis: "Propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido"

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo se modifican las propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar las propiedades mecánicas del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido del cemento para losa de pavimento rígido.</p>	<p>Hipótesis general: Las propiedades mecánicas del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento, se modifican incrementándose, en comparación del concreto convencional.</p>	<p>Variable independiente (X): Cemento.</p>	<p>- Cantidad de cemento.</p>	<p>- 18 % de cemento. - 14 % de cemento. - 12 % de cemento. - 10 % de cemento.</p>	<p>Método de investigación: científico.  Tipo de investigación: aplicada.  Nivel de investigación: explicativo.</p>
<p>Problemas específicos: a) ¿De qué manera varía la resistencia a compresión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido? b) ¿Cómo varía la resistencia a flexión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido de cemento para losa de pavimento rígido?</p>	<p>Objetivos específicos: a) Determinar de qué manera varía la resistencia a compresión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido del cemento para losa de pavimento rígido. b) Establecer cómo varía la resistencia a flexión del concreto compactado con rodillo bajo variaciones del contenido del cemento para losa de pavimento rígido.</p>	<p>Hipótesis específicas: a) La resistencia a compresión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose, en comparación del concreto convencional. b) La resistencia a flexión del concreto compactado bajo variaciones del contenido de cemento se modifica incrementándose, en comparación del concreto convencional.</p>	<p>Variable dependiente (Y): propiedades mecánicas del concreto compactado</p>	<p>- Resistencia a compresión.  - Resistencia a flexión.</p>	<p>- Fuerza. - Área de probeta.  - Fuerza. - Área transversal de viga.</p>	<p>Diseño de investigación: experimental.  Población: La población de la presente investigación correspondió al concreto convencional de <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup> (9 probetas y 6 vigas) y al concreto compactado con rodillo elaborado en laboratorio con reducciones porcentuales del contenido de cemento (27 probetas y 18 vigas), tal como se detalla en la Tabla 2.  Muestra: Para el desarrollo de esta investigación no se consideró técnica de muestreo, pues la muestra correspondió a la totalidad de la población; es decir, las 36 probetas y 24 vigas de concreto entre el convencional y el concreto compactado bajo variaciones de contenido de cemento.</p>

## **Matriz de operacionalización de variables**

Tabla 25. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable independiente (X): Cemento	Cantidad de cemento	18 % de cemento	Porcentaje (%)
		14 % de cemento	
		12 % de cemento	
		10 % de cemento	
Variable dependiente (Y): Propiedades mecánicas del concreto compactado	Resistencia a compresión	Fuerza	Kilogramo (kg)
		Área de probeta	Centímetro cuadrado (cm <sup>2</sup> )
	Resistencia a flexión	Fuerza	Kilogramo (kg)
		Área transversal de viga	Centímetro cuadrado (cm <sup>2</sup> )

## **Instrumentos utilizados para la recolección de datos**

Ficha de observación experimental				
<b>Tesis:</b>	<b>"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO"</b>			
<b>Investigador:</b>	Bach. Katheryn Luz Escandon Hidalgo.			
<b>Laboratorio:</b>	Silver Geo Sac			
<b>Propiedad a medir:</b>	Resistencia a compresión			
<b>Tipo de concreto:</b>	Concreto compactado con 14 % de cemento			
<b>Código del testigo</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Carga máxima (kN)</b>
TE-04_01	29/03/2021	7	150	453
TE-04_02	29/03/2021	7	150	449
TE-04_03	29/03/2021	7	150	456
TE-05_01	05/04/2021	14	150	488
TE-05_02	05/04/2021	14	150	476
TE-05_03	05/04/2021	14	150	491
TE-06_01	19/04/2021	28	150	522
TE-06_02	19/04/2021	28	150	538
TE-06_03	19/04/2021	28	150	524

Ficha de observación experimental				
<b>Tesis:</b>	<b>"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO"</b>			
<b>Investigador:</b>	Bach. Katheryn Luz Escandon Hidalgo.			
<b>Laboratorio:</b>	Silver Geo Sac			
<b>Propiedad a medir:</b>	Resistencia a compresión			
<b>Tipo de concreto:</b>	Concreto patrón con 18 % de cemento			
<b>Código del testigo</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Carga máxima (kN)</b>
TE-01_01	27/03/2021	7	150	358
TE-01_02	27/03/2021	7	150	342
TE-01_03	27/03/2021	7	150	349
TE-02_01	03/04/2021	14	150	382
TE-02_02	03/04/2021	14	150	373
TE-02_03	03/04/2021	14	150	380
TE-03_01	17/04/2021	28	150	410
TE-03_02	17/04/2021	28	150	422
TE-03_03	17/04/2021	28	150	415

Ficha de observación experimental				
<b>Tesis:</b>	<b>"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO"</b>			
<b>Investigador:</b>	Bach. Katheryn Luz Escandon Hidalgo.			
<b>Laboratorio:</b>	Silver Geo Sac			
<b>Propiedad a medir:</b>	Resistencia a compresión			
<b>Tipo de concreto:</b>	Concreto compactado con 10 % de cemento			
<b>Código del testigo</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Carga máxima (kN)</b>
TE-10_01	31/03/2021	7	150	321
TE-10_02	31/03/2021	7	150	312
TE-10_03	31/03/2021	7	150	316
TE-11_01	07/04/2021	14	150	338
TE-11_02	07/04/2021	14	150	335
TE-11_03	07/04/2021	14	150	330
TE-12_01	21/04/2021	28	150	363
TE-12_02	21/04/2021	28	150	354
TE-12_03	21/04/2021	28	150	357

Ficha de observación experimental				
<b>Tesis:</b>	<b>"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO"</b>			
<b>Investigador:</b>	Bach. Katheryn Luz Escandon Hidalgo.			
<b>Laboratorio:</b>	Silver Geo Sac			
<b>Propiedad a medir:</b>	Resistencia a compresión			
<b>Tipo de concreto:</b>	Concreto compactado con 12 % de cemento			
<b>Código del testigo</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Carga máxima (kN)</b>
TE-07_01	30/03/2021	7	150	390
TE-07_02	30/03/2021	7	150	380
TE-07_03	30/03/2021	7	150	387
TE-08_01	06/04/2021	14	150	420
TE-08_02	06/04/2021	14	150	415
TE-08_03	06/04/2021	14	150	425
TE-09_01	20/04/2021	28	150	488
TE-09_02	20/04/2021	28	150	484
TE-09_03	20/04/2021	28	150	491

Ficha de observación experimental					
<b>Tesis:</b>	<b>"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO"</b>				
<b>Investigador:</b>	Bach. Katheryn Luz Escandon Hidalgo.				
<b>Laboratorio:</b>	Silver Geo Sac				
<b>Propiedad a medir:</b>	Resistencia a flexión				
<b>Tipo de concreto:</b>	Concreto compactado con 14 % de cemento				
<b>Código del testigo</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Ancho y alto (mm)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Carga máxima (kN)</b>
VI-15_01	05/04/2021	14	150	480	29.14
VI-15_02	05/04/2021	14	150	480	27.87
VI-15_03	05/04/2021	14	150	480	30.24
VI-16_01	19/04/2021	28	150	480	37.75
VI-16_02	19/04/2021	28	150	480	38.14
VI-16_03	19/04/2021	28	150	480	35.25

Ficha de observación experimental					
<b>Tesis:</b>	<b>"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO"</b>				
<b>Investigador:</b>	Bach. Katheryn Luz Escandon Hidalgo.				
<b>Laboratorio:</b>	Silver Geo Sac				
<b>Propiedad a medir:</b>	Resistencia a flexión				
<b>Tipo de concreto:</b>	Concreto patrón con 18 % de cemento				
<b>Código del testigo</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Ancho y alto (mm)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Carga máxima (kN)</b>
VI-13_01	03/04/2021	14	150	480	10.46
VI-13_02	03/04/2021	14	150	480	13.32
VI-13_03	03/04/2021	14	150	480	17.18
VI-14_01	17/04/2021	28	150	480	29.32
VI-14_02	17/04/2021	28	150	480	32.51
VI-14_03	17/04/2021	28	150	480	30.14

Ficha de observación experimental					
<b>Tesis:</b>	<b>"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO"</b>				
<b>Investigador:</b>	Bach. Katheryn Luz Escandon Hidalgo.				
<b>Laboratorio:</b>	Silver Geo Sac				
<b>Propiedad a medir:</b>	Resistencia a flexión				
<b>Tipo de concreto:</b>	Concreto compactado con 10 % de cemento				
<b>Código del testigo</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Ancho y alto (mm)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Carga máxima (kN)</b>
VI-19_01	07/04/2021	14	150	480	15.35
VI-19_02	07/04/2021	14	150	480	17.75
VI-19_03	07/04/2021	14	150	480	19.35
VI-20_01	21/04/2021	28	150	480	29.24
VI-20_02	21/04/2021	28	150	480	28.12
VI-20_03	21/04/2021	28	150	480	27.35

Ficha de observación experimental					
<b>Tesis:</b>	<b>"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO"</b>				
<b>Investigador:</b>	Bach. Katheryn Luz Escandon Hidalgo.				
<b>Laboratorio:</b>	Silver Geo Sac				
<b>Propiedad a medir:</b>	Resistencia a flexión				
<b>Tipo de concreto:</b>	Concreto compactado con 12 % de cemento				
<b>Código del testigo</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Ancho y alto (mm)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Carga máxima (kN)</b>
VI-17_01	06/04/2021	14	150	480	25
VI-17_02	06/04/2021	14	150	480	22.17
VI-17_03	06/04/2021	14	150	480	23.53
VI-18_01	20/04/2021	28	150	480	33.93
VI-18_02	20/04/2021	28	150	480	36.75
VI-18_03	20/04/2021	28	150	480	35.43

## **Certificados de ensayos realizados**

## **Análisis granulométrico de agregados**



Jr. Angel Fernandez Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elio Lima  
 Pje. NuÑes N° 122 152 Chlca. Huancayo  
 Telef. 964046688 / 953505584  
 Correo: silvergeosac@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-03-21	16-03-21	M-01	SG. N°056/2021

SOLICITANTE: BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO TESIS: "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA RIO MANTARO DISTRICTO : HUAYUCACHI PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN ENSAYOS REALIZADOS: ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGUN ASTM C33/C33M-18 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS SEGUN ASTM C136/C136M-19 HUMEDAD EVAPORABLE SEGUN ASTM C566-13

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el Cliente Profundidad : 0.90 m. Altitud (Cota) : 583.00 m.s.n.m. Método de Muestreo : Excavación Manual Lugar de Muestreo : Cantera río mantaro Coordenadas UTM : E 542863 N 8758182

**Análisis Granulométrico agregado fino ASTM C136/C136M-18**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	17.80 g	3.6%	3.6%	96.4%
N° 8	2.36 mm	50.30 g	10.1%	13.6%	86.4%
N° 16	1.18 mm	51.90 g	10.4%	24.0%	76.0%
N° 30	0.60 mm	186.70 g	37.3%	61.3%	38.7%
N° 50	0.30 mm	167.60 g	33.5%	94.9%	5.1%
N° 100	0.15 mm	25.70 g	5.1%	100.0%	0.0%
N° 200	0.07 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	0.0%
PASA		0.00 g	0.0%	100.0%	0.0%
		500.00 g		100.0%	100%

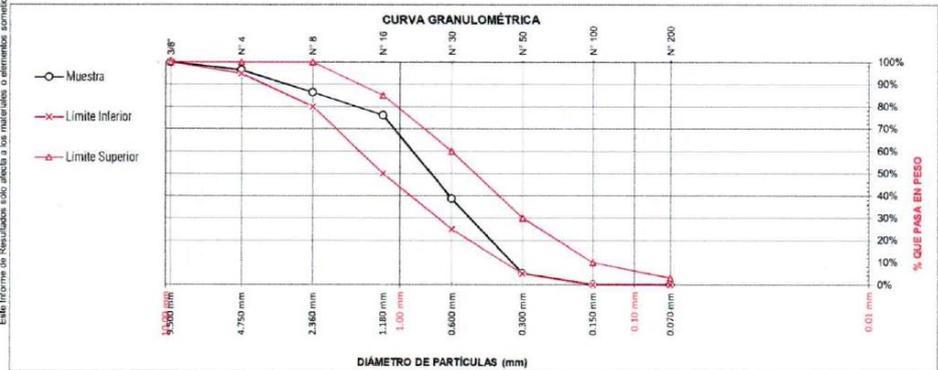
**Humedad evaporable según ASTM C566-13**

Variable	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 02
(A) Peso de Tara Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	210.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	526.00
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	518.90
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>4</sub>	(g)	308.90
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	7.10
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	2.3%

Segun ASTM C136 el modulo de fineza corresponde al valor de 2.97

**Límites Granulométricos agregado fino ASTM C33/C33M-18**

Ítem	Tamaño máximo nominal		Porcentaje que pasa
	Medida en, mm	Medida en, pulg.	
1	9.5 mm	[7/8, pulg]	100
2	4.75 mm	[N° 4]	95 a 100
3	2.36 mm	[N° 8]	80 a 100
4	1.18 mm	[N° 16]	50 a 85
5	600 µm	[N° 30]	25 a 60
6	300 µm	[N° 50]	5 a 30
7	150 µm	[N° 100]	0 a 10
8	75 µm	[N° 200]	0 a 3



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 Ing. Civil Johnny R. RAYRUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352 RUC: 20601685524

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



H. Angel Fernández Quezoc N° 3809 Int. 104 Urb. Elia, Lima  
 Pje. Nuevos N° 122 152 Chica, Huancayo  
 Telef: 964046688 / 955505584  
 Correo: silvergeosac@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-03-21	16-03-21	M-01	SG. N°056/2021

SOLICITANTE: BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO TESIS: "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACION DEL PROYECTO: BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO ENSAYOS REALIZADOS: ESPECIFICACION PARA AGREGADOS SEGUN ASTM C33/C33M-18

UBICACION : CANTERA RIO MANTARO ESPECIFICACION PARA AGREGADOS SEGUN ASTM C33/C33M-18  
 DISTRITO : HUAYUCACHI ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS SEGUN ASTM C136/C136M-19  
 PROVINCIA : HUANCAYO HUMEDAD EVAPORABLE SEGUN ASTM C566-13  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el Cliente Profundidad : 0.90 m. Altitud (Cota) : 583.00 m.s.n.m.  
 Método de Muestreo : Excavación Manual Lugar de Muestreo : Cantera rio mantaro Coordenadas UTM : E.542863 N.8756182

**Análisis Granulométrico agregado grueso ASTM C136/C136M-18**

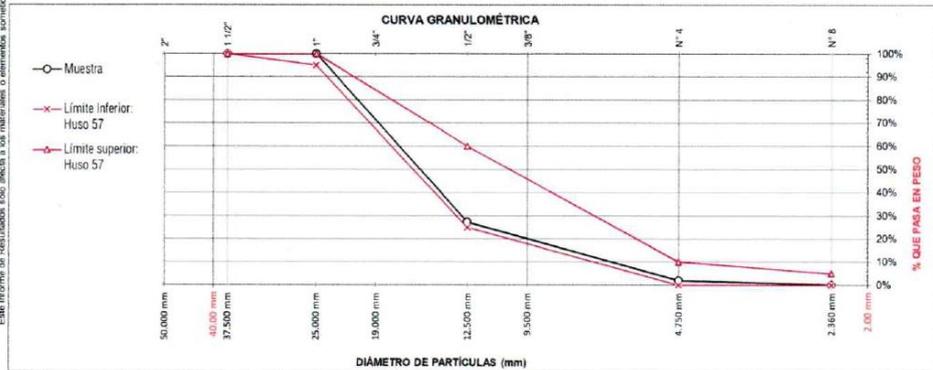
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	201.50 g	4.0%	4.0%	96.0%
1/2"	12.50 mm	3502.50 g	68.7%	72.7%	27.3%
3/8"	9.50 mm	1123.50 g	22.0%	94.7%	5.3%
N° 4	4.75 mm	171.50 g	3.4%	98.1%	1.9%
N° 8	2.36 mm	96.50 g	1.9%	100.0%	0.0%
PASA		0.00 g	0.0%	100.0%	0.0%
		5095.50 g			

**Humedad evaporable según ASTM C566-13**

Variable	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 03
(A) Peso de Tara Vacío	M <sub>0</sub>	(g)	476.20
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M <sub>0+MS</sub>	(g)	1474.40
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M <sub>0+SS</sub>	(g)	1472.30
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	996.10
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	2.10
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	0.2%
Tamaño máximo, tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado			25 mm [1"]
Tamaño máximo nominal, corresponde al primer retenido			19 mm [3/4"]
Según ASTM C33 la granulometría de la muestra corresponde al			Huso 57

**Límites Granulométricos en agregado grueso según ASTM C33/C33M-18**

Huso	Tamaño máximo nominal		Porcentaje que pasa por los tamices normalizados ASTM E11							
	Medida en, mm	Medida en, pulg.	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm
			[2 pulg]	[1 1/2 pulg]	[1 pulg]	[3/4 pulg]	[1/2 pulg]	[3/8 pulg]	[N° 4]	[N° 8]
4	37.5 mm a 19 mm	[1 1/2" a 3/4"]	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---
467	37.5 mm a 4.75 mm	[1 1/2" a N° 4]	100	90 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---
5	25 mm a 12.5 mm	[1" a 1/2"]	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
56	25 mm a 9.5 mm	[1" a 3/8"]	---	100	90 a 100	40 a 85	0 a 40	0 a 15	0 a 5	---
57	25 mm a 4.75 mm	[1" a N° 4]	---	---	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5
6	19 mm a 9.5 mm	[3/4" a 1/2"]	---	---	---	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---
67	19 mm a 4 mm	[3/4" a N° 4]	---	---	---	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5
7	12.5 mm a 4.75 mm	[1/2" a N° 4]	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 5	0 a 5



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204852 RUC: 20601685524

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

## **Resultados de Proctor modificado**



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío  
Lima  
Pje. Nuñez N° 132-152 Chilca, Huancayo  
Telf: 954046688 / 955505584  
Correo: silvergeosac@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
19-03-21	19-03-21	M-01	SG N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**TESIS:** "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

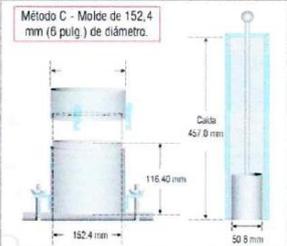
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Identificación muestra: CCR al 10%  
 Procedimiento Utilizado: C - Malla 3/8" > 20% y Malla 3/4" < 30%

Altitud (Cota):  
 Coordenadas UTM:

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

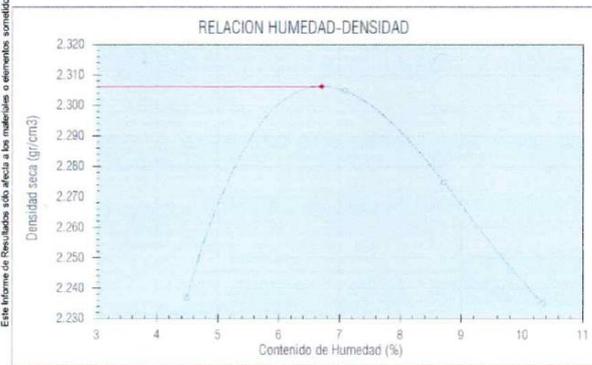
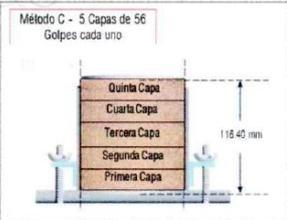
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelos hamedo & Molde	M <sub>MOL</sub>	(g)	11327.00	11594.00	11604.00	11590.00
(B) Peso del Molde	M <sub>MOL</sub>	(g)	6559.00	6559.00	6559.00	6559.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	4768.00	5035.00	5045.00	5031.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	2040.00	2040.00	2040.00	2040.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm <sup>3</sup>	2.337	2.468	2.473	2.466



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 02	N° 01	N° 05	N° 377
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	28.30	27.30	27.70	28.40
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	81.90	83.20	85.10	96.70
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	79.60	79.50	80.50	90.30
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>4</sub>	(g)	51.30	52.20	52.80	61.90
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	2.30	3.70	4.60	6.40
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	4.48	7.09	8.71	10.34
(G) Densidad Seca		gr/cm <sup>3</sup>	2.237	2.305	2.275	2.235



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.31  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.70

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Bach. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 01]



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elia  
Lima  
Pje. Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo  
Teléfono: 954046688 / 955505584  
Correo: silvergeosac@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
19-03-21	19-03-21	M-02	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**TESIS:** "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12a1  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

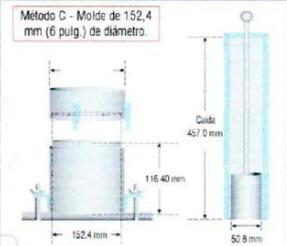
Modalidad: Muestreo por el cliente  
 Identificación muestra: CCR al 12%  
 Procedimiento Utilizado: C - Malla 3/8" > 20% y Malla 3/4" < 30%

Altitud (Cota):  
 Coordenadas UTM:

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

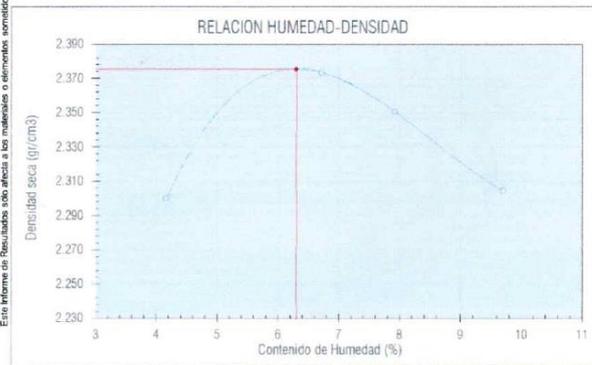
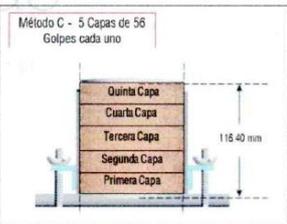
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>100</sub>	(g)	11447.00	11726.00	11734.00	11716.00
(B) Peso del Molde	M <sub>100</sub>	(g)	6559.00	6559.00	6559.00	6559.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	4888.00	5167.00	5175.00	5157.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	2040.00	2040.00	2040.00	2040.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm <sup>3</sup>	2.396	2.533	2.537	2.528



**Contenido de Humedad según ASTM D2216-10**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 40	N° 41	N° 42	N° 43
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	26.10	27.50	27.50	28.30
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	80.60	84.70	86.10	117.70
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	(g)	78.50	81.10	81.80	109.80
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	50.40	53.60	54.30	81.50
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	2.10	3.60	4.30	7.90
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	4.17	6.72	7.92	9.69
(G) Densidad Seca		gr/cm <sup>3</sup>	2.300	2.373	2.351	2.305



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.36  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.30

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Bach. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío  
Lima  
Pje. Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo  
Teléfono: 954046688 / 955505564  
Correo: silvergeosac@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
19-03-21	19-03-21	M-03	SG. N°056/2021

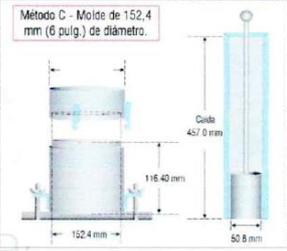
<b>SOLICITANTE:</b>	<b>TESIS:</b>
BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO	"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS:</b>
UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152 DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12a1 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

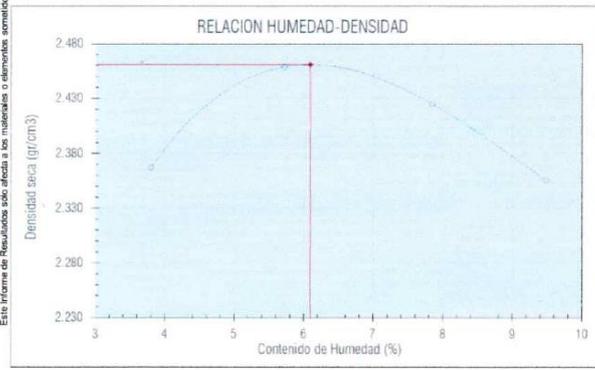
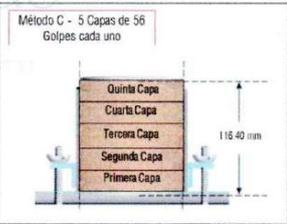
<b>TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:</b>	Altitud (Cota):
Modalidad: Muestreo por el cliente	Coordenadas UTM:
Identificación muestra: CCR al 14%	
Procedimiento Utilizado: C - Malla 3/8" > 20% y Malla 3/4" < 30%	

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)**

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelos húmedo & Molde	M <sub>100</sub>	(g)	11572.00	11862.00	11894.00	11820.00
(B) Peso del Molde	M <sub>100</sub>	(g)	6559.00	6559.00	6559.00	6559.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	5013.00	5303.00	5335.00	5261.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	2040.00	2040.00	2040.00	2040.00
(E) Peso Volumétrico Húmedo	(C / D)	gr/cm <sup>3</sup>	2.457	2.600	2.615	2.579



Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 22	N° 23	N° 24	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	27.40	27.40	27.00	28.40
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	84.70	88.40	90.20	96.50
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	(g)	82.60	85.10	85.60	90.60
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	55.20	57.70	58.60	62.20
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	2.10	3.30	4.60	5.90
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	3.80	5.72	7.85	9.49
(G) Densidad Seca		gr/cm <sup>3</sup>	2.367	2.459	2.425	2.355



<b>Resultados Ensayos de Compactación</b>
Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) : 2.46
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.09

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Bach. Denis L.R.  
Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
Geotecnia Geofísica  
Laboratorio de Suelos Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
[Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Resultados del contenido de aire, temperatura y asentamiento de los concreto evaluados**

ASTM C231/C231M - 17ª Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión

Ítem	% Cemento respecto al peso de la mezcla	Incrementos	Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire incorporado, porcentaje		
1	18%	Patrón 18%	2.3 %	2.2 %	2.3 %
2	14%	CCR 14%	2.1 %	2.1 %	2.0 %
3	12%	CCR 12%	2.0 %	2.0 %	2.1 %
4	10%	CCR 10%	2.0 %	2.1 %	2.1 %

ASTM C1064 / C1064M - 17 Método de prueba estándar para la temperatura de concreto de cemento hidráulico recién mezclado

Ítem	% Cemento respecto al peso de la mezcla	Incrementos	Temperatura 01	Temperatura 02	Temperatura 03
1	18%	Patrón 18%	14.8 °C	14.9 °C	15.2 °C
2	14%	CCR 14%	15.0 °C	15.3 °C	15.1 °C
3	12%	CCR 12%	14.6 °C	15.0 °C	14.8 °C
4	10%	CCR 10%	15.4 °C	15.1 °C	15.1 °C

ASTM C143 / C143M - 20 Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento hidráulico

Ítem	% Cemento respecto al peso de la mezcla	Incrementos	Depresión, mm [in] - 01	Depresión, mm [in] - 02	Depresión, mm [in] - 03	Consistencia
1	18%	Patrón 18%	76 mm [3.0"]	79 mm [3.1"]	76 mm [3.0"]	Plástica
2	14%	CCR 14%	50 mm [2"]	45 mm [1.8"]	48 mm [1.9"]	Semiseca
3	12%	CCR 12%	25 mm [1"]	25 mm [1"]	25 mm [3/4"]	Seca
4	10%	CCR 10%	25 mm [1"]	19 mm [3/4"]	25 mm [1"]	Seca

**SILVER GEO SAC.**  
Geotécnica Geofisica  
Laboratorio de Estudios Geotécnicos y Pavimento  
.....  
Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
C.I.P. N° 204352

**Diseño de mezcla del concreto patrón según el método ACI 211**



Jr. Angel Fernandez Quiroz N°2809 Interior N°104 Urb. Elío - Lima - Lima  
 Pasaje Nuñez N°152-122 Chica Huancayo Junín  
 Teléfono 084212021 / 984046898 / 955055884  
 Correo Electronico: silvergtec12@gmail.com

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	CODIGO DE MUESTRAS O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
15-03-21	16-03-21	C-01	SG N° 56/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYNN LUZ ESCANDON HIDALGO

**UBICACION DEL PROYECTO:** UBICACION : PASAJE NUÑEZ N° 162 DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN

**ENSAYO REALIZADO:** DISEÑO DE MEZCLA USANDO EL METODO ACI (American Concrete Institute)

**Modalidad :** Muestreo por el Laboratorio **Profundidad :** 2.00 m **Altitud (Cota) :** 3,196.00 m.s.n.m.  
**Metodo de Muestreo :** Manual **Cantera :** Rio Mantaro **Coordenadas UTM :** 473413.48E 9688125.96N

**CALIDAD DEL CONCRETO NORMA E060**  
**DISEÑO DE MEZCLAS SEGÚN ACI 211.1-91**

**CAPITULO III DOSIFICACION DE LOS MATERIALES DE MEZCLAS**

**1 PARAMETROS DE DISEÑO DEL CONCRETO**

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

RESISTENCIA DE DISEÑO (K/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA REQUERIDO (K/cm <sup>2</sup> )
$f'c = 210$	$f'cr = 280$

**2 MATERIALES**  
**2.1 CEMENTOS**

CEMENTO	TIPO	PESO ESPECIFICO	SUPERFICIE ESPECIFICA
PORTLAND ANDINO	I	3.12	3,300

**2.2 AGREGADOS**

AGREGADO	FORMA	TAMAÑO MAX. NOM	CANTERA	PROVINCIA
FINO	ANGULAR		RIO MANTARO	Huaycachi
GRUESO	ANGULAR	3/4"	RIO MANTARO	Huaycachi

No	DESCRIPCION	UNIDAD	Agregado Fino	Agregado Grueso
1	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	Kg/m <sup>3</sup>	1,692	1,525
2	PESO UNITARIO SUELTO SECO	Kg/m <sup>3</sup>	1,455	1,337
3	PESO ESPECIFICO DE MASA	gr/cm <sup>3</sup>	2.75	2.65
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.30	0.20
5	ABSORCION	%	1.20	0.80
6	MODULO DE FINEZA	.....	2.98	.....

**3 ASENTAMIENTO O SLUMP**

TRABAJABILIDAD	COMPACTACION	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO SLUMP
TRABAJABLE	VIBRACION LIGERA	PLASTICA	3" ± 4"

**4 CONDICIONES DE OBRA**

TIPO DE OBRA	TAMAÑO AGREGADO	EXPOSICION DE OBRA	AIRE TOTAL ATRAPADO
LOSAS, VIGUETAS,	3/4"	NORMAL	2.0%

Efectos de exposicion	Condiciones especiales de Exposicion
Mejorar trabajabilidad y cohesividad	Concreto a condiciones normales

**5 ADITIVOS**

REQUERIMIENTO ADITIVOS	TIPOS DE ADITIVOS	(%) DOSIFICACION	LTMS TOTAL
MEJORAR PLASTICIDAD	SIN ADITIVOS	0.00	-

**6 SELECCIÓN DE AGUA DE MEZCLADO**

AGUA DE MEZCLA l / m <sup>3</sup>	RELACION (A/C) AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA	RELACION (A/C) AGUA CEMENTO POR DURABILIDAD	MAXIMA RELACION AGUA CEMENTO A/C
205	0.58	solo casos severos	0.58

**7 CALCULO DE FACTOR CEMENTO**

FACTOR CEMENTO	FACTOR CEMENTO
K/m <sup>3</sup>	BOLSAS / m <sup>3</sup>
354.70	8.35

Realizado: Bach. Denis L.R.  
 Revisado : Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352  
 RUC N° 20601685524

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolucion N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernandez Quiroz N°200 Interior N°104 Urb. Elio - Lima - Lima  
 Pasaje Nuñez N°152-122 Chica Huancayo Junin  
 Teléfono 084212021 / 984048888 / 95505584  
 Correo Electronico: silvergeo122@gmail.com

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	CODIGO DE MUESTRAS O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
15-03-21	16-03-21	C-01	SG N° 56/2021

SOLICITANTE:

TESIS:

RACHILLER KATHEREYN LUZ ESCANDON HIDALGO

\*PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO\*

UBICACION DEL PROYECTO:

ENSAYO REALIZADO:

UBICACION : PARAJE NUÑEZ N° 162  
 DISTRITO : CHILCA

PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

DISEÑO DE MEZCLA USANDO EL METODO ACI (American Concrete Institute)

Modalidad : Muestreo por el Laboratorio  
 Método de Muestreo : Manual

Profundidad : 2.00 m.  
 Cantera : Rio Mantaro

Altitud (Cota) : 3,195.00 m.s.n.m.  
 Coordenadas UTM : 473413.48E 8668125.96N

8.1 DOSIFICACION DE MATERIALES, EN PESOS SECOS COMPACTO

ESPECIFICACIONES	Unidad	CEMENTO	AGREGADOS		Aditivo	AGUA l/m3	AIRE ATRAPADO	TOTAL ABSOLUTO
			GRUESO	FINO				
PESO UNITARIO SECO COMPACTO	m3		0.6					
PESO SECO COMPACTO	K/m3	354.70	915.00	868.09	-	205.00	0	2,343.79
VOLUMEN ABSOLUTO	m3	0.114	0.345	0.316	-	0.205	0.020	1.00
PROPORCION EN PESO SECO	EN PESO	1	2.6	2.5	-	-	-	-

8.2 PROPORCIÓN ACTUAL DE AGREGADOS

Volumen de agregados :	0.661
Volumen de Piedra :	52.21
Volumen de Arena :	47.79

CORRECCIÓN DE PROPORCION DE AGREGADOS

Volumen de agregados :	0.6613
Volumen de Piedra :	53.50
Volumen de Arena :	

8.3 DOSIFICACION DE MATERIALES, EN PESOS SECOS CORREGIDO POR PROPORCIÓN DE AGREGADOS

ESPECIFICACIONES	Unidad	CEMENTO	AGREGADOS		Aditivo	AGUA l/m3	AIRE ATRAPADO	TOTAL ABSOLUTO
			GRUESO	FINO				
PESO SECO COMPACTO	K/m3	354.70	937.58	845.66	-	205.00	0.25	2,343.18
VOLUMEN ABSOLUTO	m3	0.114	0.354	0.308	-	0.205	0.020	1.00
PROPORCION EN PESO SECO	EN PESO	1	2.6	2.4	-	-	-	-
					R a/c =	0.58		

9 DOSIFICACION EN PESO HUMEDO

ESPECIFICACIONES	Unidad	CEMENTO	AGREGADOS		Aditivo	AGUA l/m3	AIRE ATRAPADO	TOTAL ABSOLUTO
			GRUESO	FINO				
PESO HUMEDO COMPACTO	K/m3	354.70	939.45	865.11	-	201	0	2,360.83
PROPORCION EN PESO HUMEDO	EN PESO	1	2.6	2.4	-	-	-	-

10 DOSIFICACION PARA TANDA DE 1.000 M<sup>3</sup>

ESPECIFICACIONES	Unidad	CEMENTO	AGREGADOS		Aditivo	AGUA l/m3
			GRUESO	FINO		
PESO HUMEDO COMPACTO	Kg	354.70	939.45	865.11	-	201.32
UNIDAD		Kg	Kg	Kg		Lt

11 DOSIFICACION PARA UNA TANDA DE BOLSA DE CEMENTO EN PESO

ESPECIFICACIONES	Unidad	CEMENTO	AGREGADOS		Aditivo	AGUA l/m3	AIRE ATRAPADO	TOTAL ABSOLUTO
			GRUESO	FINO				
PROPORCION EN PESO HUMEDO	KG	42.50	112.56	103.66	-	24	0.25	283.09

12 DOSIFICACION EN VOLUMEN SUELTO SECO

ESPECIFICACIONES	Unidad	CEMENTO	AGREGADOS		Aditivo	AGUA l/m3	AIRE ATRAPADO	TOTAL ABSOLUTO
			GRUESO	FINO				
PESO UNITARIO SECO SUELTO	K/M3	354.70	937.58	845.66	-	205	0.25	
DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO	SACO	1	2.97	2.46	-	25	0.02	

13 DOSIFICACION EN VOLUMEN SUELTO HUMEDO

ESPECIFICACIONES	Unidad	CEMENTO	AGREGADOS		Aditivo	AGUA l/m3	AIRE ATRAPADO	TOTAL ABSOLUTO
			GRUESO	FINO				
PESO UNITARIO HUMEDO SUELTO	K/M3	354.70	939.45	865.11	-	201	0.25	
DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO	SACO	1	2.6	2.4	-	24	0.02	
PROPORCION DE MATERIAL	M3	8.35	0.62	0.51	-	0.201	0.00	

**SILVER GEO S.A.C.**  
 Geotécnica Geográfica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 304352

Realizado: Bach. Denis L.R.  
 Revisado : Ing. Johnny R. O.

RUC N° 20601685524

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD

**Resistencia a compresión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días**



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122 152 Chilca, Huancayo  
 Telef: 054212021 / 964046688 / 955505584  
 Correo: administrador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20/03/2021	27/03/2021	TE-01	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**TESIS:** "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 7 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-01_01	20/03/2021	27/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm <sup>2</sup>	358.00 kN	358000	207	TIPO 5	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
2	TE-01_02	20/03/2021	27/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm <sup>2</sup>	342.00 kN	342000	197	TIPO 3	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
3	TE-01_03	20/03/2021	27/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm <sup>2</sup>	349.00 kN	349000	201	TIPO 2	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
							349.67 kN	349667	202		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

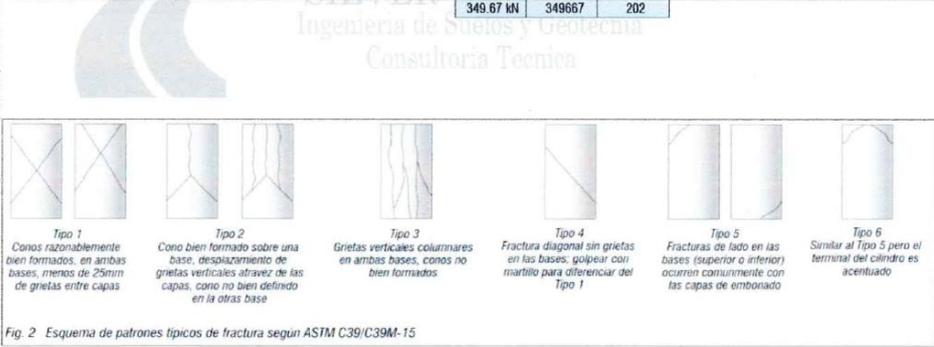


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA. modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos Cuarcosos y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352  
 RUC: 20601685524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2859 Int. 104 Urb. Elio, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122 152 Chilca, Huancayo  
 Telef. 054212021 / 964046698 / 955505554  
 Correo: administrador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20/03/2021	03/04/2021	TE-02	SG. N°056/2021

SOLICITANTE:

TESIS

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

REFERENCIAS NORMATIVAS:

UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mmØ x 300 mm de longitud a los 14 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-02_01	20/03/2021	03/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	382.00 kN	392000	220	TIPO 5	Patrón 18% de cemento f'c = 210 kg/cm²
2	TE-02_02	20/03/2021	03/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	373.00 kN	373000	215	TIPO 2	Patrón 18% de cemento f'c = 210 kg/cm²
3	TE-02_03	20/03/2021	03/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	380.00 kN	380000	219	TIPO 3	Patrón 18% de cemento f'c = 210 kg/cm²
							<b>378.33 kN</b>	<b>378333</b>	<b>218</b>		

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

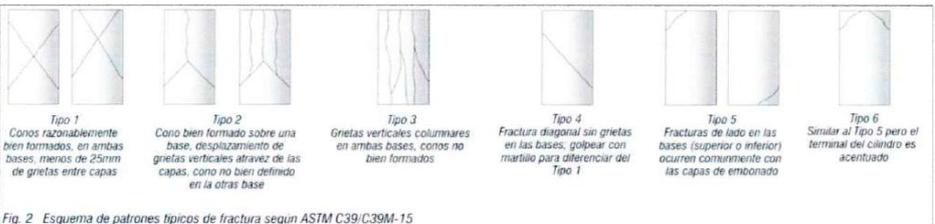


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

NOTAS:

- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
- 4) Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 2060168524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Dr. Angel Fernández Quirós N° 2899 Int. 104 Urb. Elio, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 152 Chica, Huancayo  
 Telef. 064213021 / 964046688 / 955505584  
 Correo: administrador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20/03/2021	17/04/2021	TE-03	SG. N°056/2021

SOLICITANTE:

TESIS:

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

REFERENCIAS NORMATIVAS:

UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 28 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-03_01	20/03/2021	17/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	410.00 kN	410000	237	TIPO 2	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
2	TE-03_02	20/03/2021	17/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	422.00 kN	422000	244	TIPO 3	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
3	TE-03_03	20/03/2021	17/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	415.00 kN	415000	239	TIPO 2	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
							<b>415.67 kN</b>	<b>415667</b>	<b>240</b>		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos al ensayo y no deben reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

NOTAS:

- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
- 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Ensayos de Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Resistencia a compresión del concreto compactado con 14 % de cemento a los  
7, 14 y 28 días**



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 132 Chica, Huancaayo  
 Telef. 054212021 / 964046688 / 955305584  
 Correo: administrados@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
22/03/2021	29/03/2021	TE-04	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:**

**TESIS**

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 7 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Dímetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-04_01	22/03/2021	29/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm²	453.00 kN	453000	261	TIPO 5	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	TE-04_02	22/03/2021	29/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm²	449.00 kN	449000	259	TIPO 3	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	TE-04_03	22/03/2021	29/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm²	456.00 kN	456000	263	TIPO 3	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>452.67 kN</b>	<b>452667</b>	<b>261</b>		

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

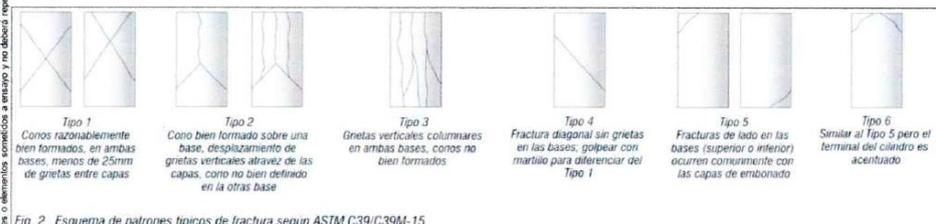


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

**NOTAS**

- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
- 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pag. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 152 Chita, Huancayo  
 Telef. 064212021 y 964046688 / 955505584  
 Correo: administrador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
22/03/2021	05/04/2021	TE-05	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 14 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Dímetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-05_01	22/03/2021	05/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	488.00 kN	488000	282	TIPO 2	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	TE-05_02	22/03/2021	05/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	476.00 kN	476000	275	TIPO 3	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	TE-05_03	22/03/2021	05/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	491.00 kN	491000	283	TIPO 3	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							485.00 kN	485000	280		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

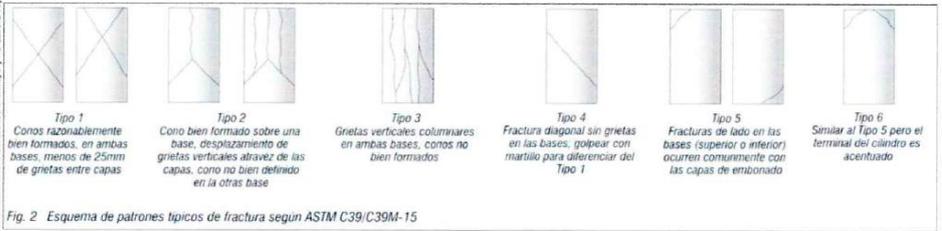


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitada
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Consultoría Geotécnica  
 Laboratorio de Ensayos de Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 2043352  
 RUC: 20601585524 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2859 Int. 104 Urb. Elío, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo  
 Telef: 064212021 / 964046688 / 955505584  
 Correo: administrador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
22/03/2021	19/04/2021	TE-06	SG. N°056/2021

<b>SOLICITANTE:</b>  <b>BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO</b>	<b>TESIS</b>  "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"
<b>UBICACION DEL PROYECTO:</b>  UBICACION : PASAJE NUÑEZ N° 152 DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	<b>REFERENCIAS NORMATIVAS:</b>  ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresion concreto de muestras cilindricas ASTM C192/C192M-15 Elaboracion y curado / especimenes concreto (Laboratorio) ASTM C1231/C1231M-15 Utilizacion de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Compresion de muestras cilindricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 28 dias  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboracion y curado de especimenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO SEGUN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (dias)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-06_01	22/03/2021	19/04/2021	28 dias	150 mm Ø	17671 mm²	522.00 kN	522000	301	TIPO 2	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	TE-06_02	22/03/2021	19/04/2021	28 dias	150 mm Ø	17671 mm²	538.00 kN	538000	310	TIPO 3	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	TE-06_03	22/03/2021	19/04/2021	28 dias	150 mm Ø	17671 mm²	524.00 kN	524000	302	TIPO 2	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>528.00 kN</b>	<b>528000</b>	<b>305</b>		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

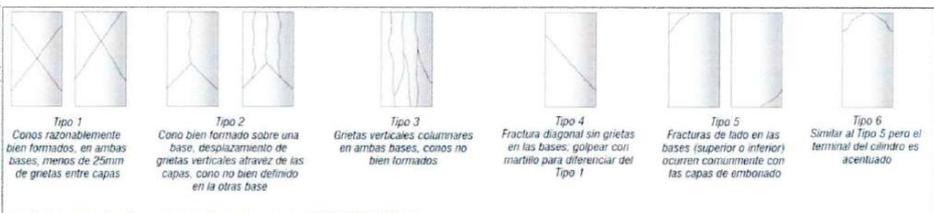
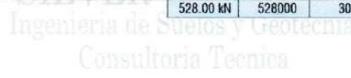


Fig. 2 Esquema de patrones tipicos de fractura segun ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidraulica del fabricante PINZUAR LTDA. modelo PC-42, serie 457 con carga maxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todos los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acapite 7.3 de la ASTM C39-39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC**  
 Geotecnia Geofisica  
 Laboratorio de Suelos Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Jehny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352  
 RUC: 20601685524 [Pag. 06]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Resistencia a compresión del concreto compactado con 12 % de cemento a los  
7, 14 y 28 días**



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
Pasaje Nuñez N° 122, 152 Chica, Huancaayo  
Telef. 064212021 / 94046698 / 955305584  
Correo: [administrador@silvergeosac.com](mailto:administrador@silvergeosac.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
23/03/2021	30/03/2021	TE-07	SG. N°056/2021

SOLICITANTE:

TESIS

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

REFERENCIAS NORMATIVAS:

UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
DISTRITO : CHILCA  
PROVINCIA : HUANCAYO  
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezas con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 7 días  
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Dímetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-07_01	23/03/2021	30/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm²	390.00 kN	390000	225	TIPO 2	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	TE-07_02	23/03/2021	30/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm²	380.00 kN	380000	219	TIPO 3	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	TE-07_03	23/03/2021	30/03/2021	7 días	150 mm Ø	17671 mm²	387.00 kN	387000	223	TIPO 5	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>385.67 kN</b>	<b>385667</b>	<b>223</b>		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
Consultoría Técnica



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

NOTAS

- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
- 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Denis L.R.  
Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
Geotecnia Geofísica  
Laboratorio de Suelos Concreto y Pavimento  
Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
C.I.P. N° 204362

RUC: 20601685524  
[Pag. 07]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
23/03/2021	06/04/2021	TE-08	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**TESIS:** "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 14 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-08_01	23/03/2021	06/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	420.00 kN	420000	242	TIPO 2	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	TE-08_02	23/03/2021	06/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	415.00 kN	415000	239	TIPO 5	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	TE-08_03	23/03/2021	06/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	425.00 kN	425000	245	TIPO 3	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							420.00 kN	420000	242		

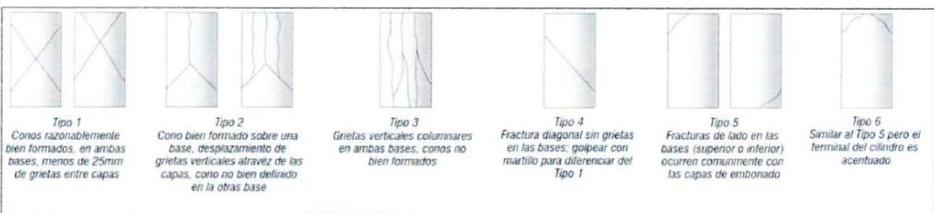


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA. modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

  
**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia-Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352  
 RUC: 20601685524  
 [Pag. 08]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elio, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122 152 Chica, Huancaayo  
 Telef. 054212021 / 964046698 / 955505554  
 Correo: [administrador@silvergeosac.com](mailto:administrador@silvergeosac.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
23/03/2021	20/04/2021	TE-09	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**TESIS:** "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 28 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Dímetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-09_01	23/03/2021	20/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	488.00 kN	488000	282	TIPO 4	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	TE-09_02	23/03/2021	20/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	484.00 kN	484000	279	TIPO 2	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	TE-09_03	23/03/2021	20/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	491.00 kN	491000	283	TIPO 4	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>487.67 kN</b>	<b>487667</b>	<b>281</b>		

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de relleno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Confiable  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204852

RUC: 20601685524  
 [Pág. 09]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Resistencia a compresión del concreto compactado con 10 % de cemento a los  
7, 14 y 28 días**



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Eko, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 152 Chila, Huancayo  
 Telf: 0441 1001 / 84046688 / 85593584  
 Correo: [administrador@silvergeosac.com](mailto:administrador@silvergeosac.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
24/03/2021	31/03/2021	TE-10	SG. N°058/2021

SOLICITANTE:

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

TESIS

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

UBICACION DEL PROYECTO:

UBICACION : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresion concreto de muestras cilindricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboracion y curado / especimenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilizacion de cabezales con almohadillas de neopreno

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Compresion de muestras cilindricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 7 dias  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboracion y curado de especimenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no labora, reproducirse parcialmente en la aprobación por escrito del

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (dias)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-10_01	24/03/2021	31/03/2021	7 dias	150 mm Ø	17671 mm²	321.00 kN	321000	185	TIPO 3	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	TE-10_02	24/03/2021	31/03/2021	7 dias	150 mm Ø	17671 mm²	312.00 kN	312000	180	TIPO 2	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	TE-10_03	24/03/2021	31/03/2021	7 dias	150 mm Ø	17671 mm²	316.00 kN	316000	182	TIPO 3	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>316.33 kN</b>	<b>316333</b>	<b>183</b>		

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

NOTAS:

- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
- 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 10]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
24/03/2021	07/04/2021	TE-11	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 14 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Díámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-11_01	24/03/2021	07/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	336.00 kN	338000	195	TIPO 2	CCR 10% de cemento f'c = 210 kg/cm²
2	TE-11_02	24/03/2021	07/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	335.00 kN	335000	193	TIPO 3	CCR 10% de cemento f'c = 210 kg/cm²
3	TE-11_03	24/03/2021	07/04/2021	14 días	150 mm Ø	17671 mm²	330.00 kN	330000	190	TIPO 5	CCR 10% de cemento f'c = 210 kg/cm²
							<b>334.33 kN</b>	<b>334333</b>	<b>193</b>		

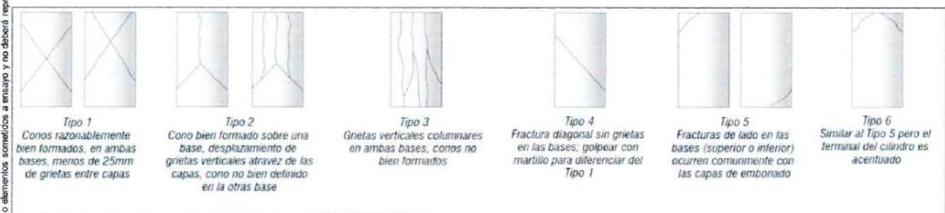


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15



- NOTAS**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZLAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

  
**SILVER GEO SAC.**  
 Colección Geotécnica  
 Laboratorio de Ensayos de Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685624  
[Pág. 11]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. Elko, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 132, Chilca, Huancayo  
 Telef: 05412021 / 964046688 / 955055584  
 Correo: administrador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
24/03/2021	21/04/2021	TE-12	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**TESIS:** "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C39/C39M-15 Resistencia a la compresión concreto de muestras cilíndricas  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)  
 ASTM C1231/C1231M-15 Utilización de cabezales con almohadillas de neopreno

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Compresión de muestras cilíndricas de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a los 28 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-15**

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (mm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Tipo de Estructura
1	TE-12_01	24/03/2021	21/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	363.00 kN	363000	209	TIPO 2	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	TE-12_02	24/03/2021	21/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	354.00 kN	354000	204	TIPO 3	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	TE-12_03	24/03/2021	21/04/2021	28 días	150 mm Ø	17671 mm²	357.00 kN	357000	206	TIPO 5	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
							358.00 kN	358000	207		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

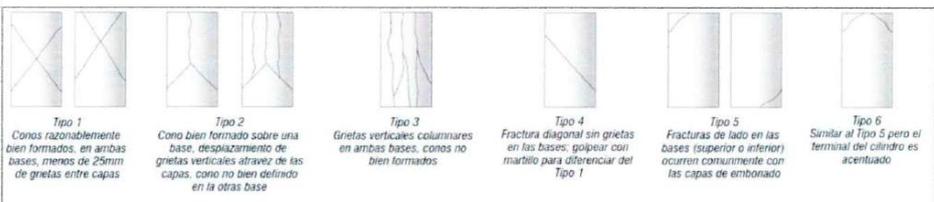


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Los testigos han sido moldeados en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15
  - 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-15
  - 4) Todo los cilindros de ensayos para una determinada edad de ensayo han sido fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas, como se detalla en el acápite 7.3 de la ASTM C39-39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
[Pág. 12]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Resistencia a flexión del concreto patrón a los 14 y 28 días**



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 152 Chica, Huancayo  
 Telef. 0542 1021 / 94046698 / 95539554  
 Correo: [administradores@silvergeosac.com](mailto:administradores@silvergeosac.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20/03/2021	03/04/2021	VI-13	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:**

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**TESIS:**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 14 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18**

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura
1	VI-13_01	20/03/2021	03/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	10.46 kN	1.49	15.17	Tercio medio	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
2	VI-13_02	20/03/2021	03/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	13.32 kN	1.89	19.32	Tercio medio	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
3	VI-13_03	20/03/2021	03/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	17.18 kN	2.44	24.92	Tercio medio	Patrón 18% de cemento f <sub>c</sub> = 210 kg/cm²
							13.65 kN	1.94	19.80		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

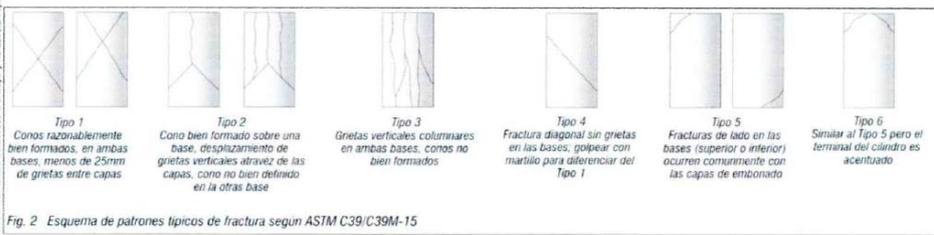


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

**NOTAS:**

- 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Gerencia Geotécnica  
 Laboratorio de Ensayos de Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RIVERA OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pág. 13]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 152 Chilca, Huancayo  
 Telef: 054212021 / 940466888 / 955395584  
 Correo: administradores@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20/03/2021	17/04/2021	VI-14	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:**

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**TESIS**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18**

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura
1	VI-14_01	20/03/2021	17/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	29.32 kN	4.17	42.52	Tercio medio	Patrón 18% de cemento f'c=210 kg/cm²
2	VI-14_02	20/03/2021	17/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	32.51 kN	4.62	47.15	Tercio medio	Patrón 18% de cemento f'c=210 kg/cm²
3	VI-14_03	20/03/2021	17/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	30.14 kN	4.29	43.71	Tercio medio	Patrón 18% de cemento f'c=210 kg/cm²
							<b>30.66 kN</b>	<b>4.36</b>	<b>44.46</b>		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

**NOTAS**

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Región Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA  
 C.I.P. N° 204652

RUC: 20601685524  
 [Pág. 14]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Resistencia a flexión del concreto compactado con 14 % de cemento a los 14 y  
28 días**



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. Elko, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122 152 Chica, Huancayo  
 Telef. 054212021 / 964046688 / 955505584  
 Correo: adm@gestador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
22/03/2021	05/04/2021	VI-15	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 14 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18**

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura
1	VI-15_01	22/03/2021	05/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	29.14 kN	4.14	42.26	Tercio medio	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	VI-15_02	22/03/2021	05/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	27.87 kN	3.96	40.42	Tercio medio	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	VI-15_03	22/03/2021	05/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	30.24 kN	4.30	43.86	Tercio medio	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>29.08 kN</b>	<b>4.14</b>	<b>42.18</b>		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

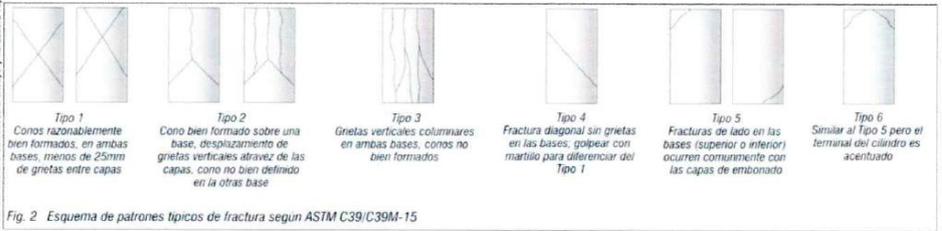


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

  
**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 2060188524  
 [Pág. 15]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2859 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122 152 Chilca, Huancayo  
 Telef. 054212021 / 964046688 / 955505554  
 Correo: adm@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
22/03/2021	19/04/2021	VI-16	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:**

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**TESIS**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18**

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura
1	VI-16_01	22/03/2021	19/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	37.75 kN	5.37	54.75	Tercio medio	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	VI-16_02	22/03/2021	19/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	38.14 kN	5.42	55.31	Tercio medio	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	VI-16_03	22/03/2021	19/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	35.25 kN	5.01	51.12	Tercio medio	CCR 14% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>37.05 kN</b>	<b>5.27</b>	<b>53.73</b>		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

**NOTAS:**

- 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pag. 16]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Resistencia a flexión del concreto compactado con 12 % de cemento a los 14 y  
28 días**



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 123 152 Chica, Huancayo  
 Telef. 054212021 / 964046688 / 955505584  
 Correo: adm@laboratorio@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
23/03/2021	06/04/2021	VI-17	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**TESIS:** "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 14 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18**

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura
1	VI-17_01	23/03/2021	06/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	25.00 kN	3.56	36.26	Tercio medio	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	VI-17_02	23/03/2021	06/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	22.17 kN	3.15	32.15	Tercio medio	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	VI-17_03	23/03/2021	06/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	23.53 kN	3.35	34.12	Tercio medio	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>23.57 kN</b>	<b>3.35</b>	<b>34.18</b>		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

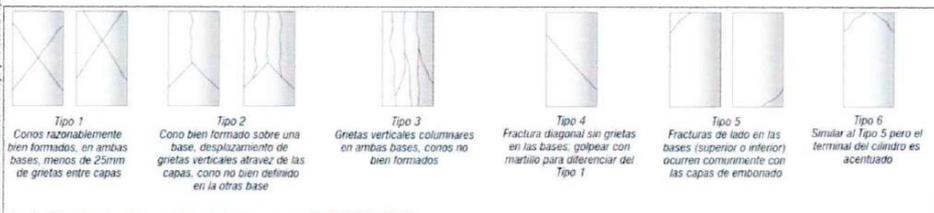


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA. modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. FAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
[Pág. 17]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2895 Int. 104 Urb. Ello, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 152 Chila, Huancayo  
 Telef. 064212021 / 940466888 / 955395584  
 Correo: administrador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
23/03/2021	20/04/2021	VI-18	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO

**TESIS:** "PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**  
 ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18**

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura
1	VI-18_01	23/03/2021	20/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	33.93 kN	4.83	49.21	Tercio medio	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	VI-18_02	23/03/2021	20/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	36.75 kN	5.23	53.30	Tercio medio	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	VI-18_03	23/03/2021	20/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	35.43 kN	5.04	51.38	Tercio medio	CCR 12% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							35.37 kN	5.03	51.30		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente en la aprobación por escrito del



Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
  - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA. modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204392

RUC: 20601685524  
[Pág. 18]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

**Resistencia a flexión del concreto compactado con 10 % de cemento a los 14 y  
28 días**



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 3809 Int. 104 Urb. Elio, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122 152 Chilca, Huancayo  
 Telf: 064212021 / 964046658 / 953105584  
 Correo: administrador@silvergeosac.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
24/03/2021	07/04/2021	VI-19	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:**

**BACHILLER KATHERYNN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**TESIS**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

UBICACIÓN : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 14 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18**

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura
1	VI-19_01	24/03/2021	07/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	15.35 kN	2.18	22.26	Tercio medio	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	VI-19_02	24/03/2021	07/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	17.75 kN	2.52	25.74	Tercio medio	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	VI-19_03	24/03/2021	07/04/2021	14 días	150 mm	480 mm	19.35 kN	2.75	28.06	Tercio medio	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							<b>17.48 kN</b>	<b>2.49</b>	<b>25.36</b>		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

Ingeniería de Suelos y Geotecnia  
 Consultoría Técnica

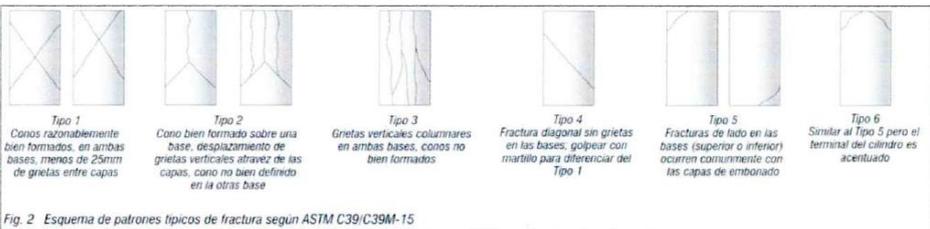


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

**NOTAS**

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEO SAC.**  
 Geotecnia Geofísica  
 Laboratorio de Ensayos de Concreto y Pavimento  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524  
 [Pag. 19]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. Elio, Lima  
 Pasaje Nuñez N° 122, 152, Chila, Huancayo  
 Telf: 0541 30021 / 864046888 / 855105384  
 Correo: [administrador@silvergeosac.com](mailto:administrador@silvergeosac.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
24/03/2021	21/04/2021	VI-20	SG. N°056/2021

**SOLICITANTE:**

**BACHILLER KATHERYN LUZ ESCANDON HIDALGO**

**TESIS**

**"PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO BAJO VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CEMENTO PARA LOZA DE PAVIMENTO RIGIDO"**

**UBICACION DEL PROYECTO:**

UBICACION : PASAJE NUÑEZ N° 152  
 DISTRITO : CHILCA  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO : JUNIN

**REFERENCIAS NORMATIVAS:**

ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo  
 ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Tipo de Ensayo : Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días  
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio  
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18**

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura
1	VI-20_01	24/03/2021	21/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	29.24 kN	4.16	42.41	Tercio medio	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
2	VI-20_02	24/03/2021	21/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	28.12 kN	4.00	40.78	Tercio medio	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
3	VI-20_03	24/03/2021	21/04/2021	28 días	150 mm	480 mm	27.35 kN	3.89	38.66	Tercio medio	CCR 10% de cemento f <sub>c</sub> =210 kg/cm²
							28.24 kN	4.02	40.95		

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del

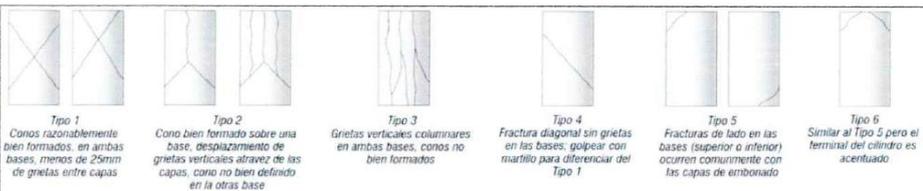


Fig. 2 Esquema de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

**NOTAS:**

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Denis L.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524  
 [Fág. 20]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

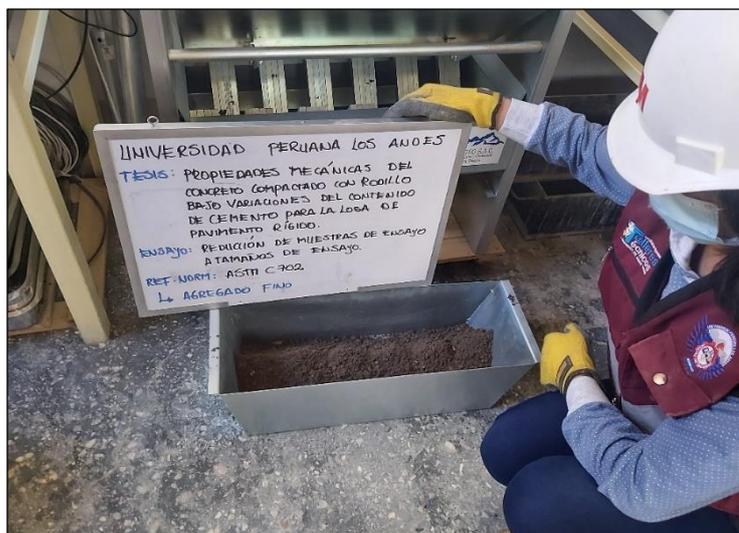
## **Panel fotográfico**



Fotografía 1. Obtención de los agregados grueso en la cantera ubicada en el distrito de Pilcomayo.



Fotografía 2. Muestreo en cantera del agregado fino.



Fotografía 3. Cuarteo en laboratorio del agregado fino, según la NTP 400.043.



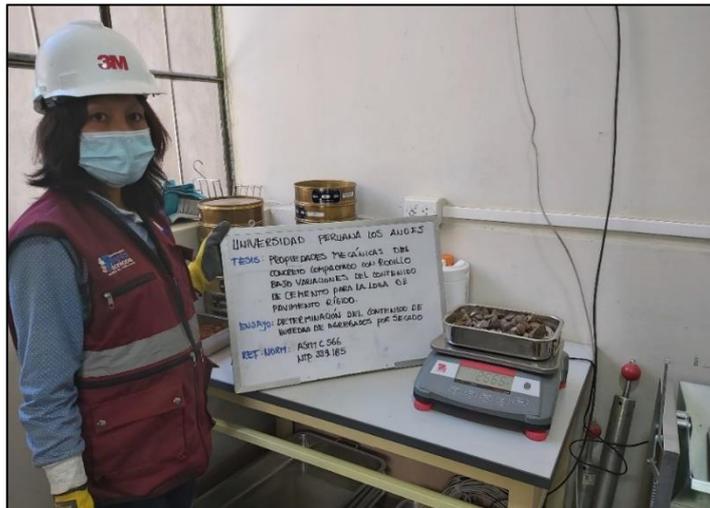
Fotografía 4. Cuarteo en laboratorio del agregado grueso, según la NTP 400.043.



Fotografía 5. Vista de la extracción del agregado fino para la determinación del contenido de humedad.



Fotografía 6. Vista de la extracción del agregado grueso para la determinación del contenido de humedad.



Fotografía 7. Vista del pesado de la muestra de agregado grueso para la determinación del contenido de humedad.



Fotografía 8. Muestras de agregados al horno para determinar el contenido de humedad.



Fotografía 9. Análisis granulométrico del agregado fino de acuerdo a la NTP 400.012.



Fotografía 10. Análisis granulométrico del agregado grueso de acuerdo a la NTP 400.012.



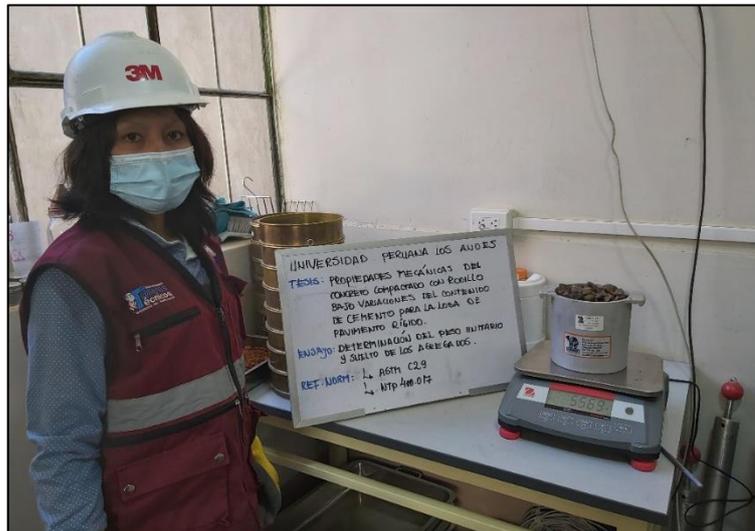
Fotografía 11. Vista de la determinación de los pesos unitarios suelto y compactado del agregado fino, de acuerdo a la NTP 400.017.



Fotografía 12. Vista del registro del peso del agregado fino.



Fotografía 13. Vista de la determinación de los pesos unitarios suelto y compactado del agregado grueso, de acuerdo a la NTP 400.017.



Fotografía 14. Vista del registro del peso del agregado grueso.



Fotografía 15. Vista de la inmersión del agregado fino por 24 horas para la obtención de la gravedad específica del mismo, de acuerdo a la NTP 400.022.



Fotografía 16. Vista de la determinación de la condición de saturado superficialmente del agregado fino.



Fotografía 17. Vista de la eliminación de las burbujas de aire en el picnómetro.



Fotografía 18. Vista del registro del peso del picnómetro.



Fotografía 19. Vista de la inmersión por 24 horas del agregado grueso para la determinación de la gravedad específica del mismo, de acuerdo a la NTP 400.021.



Fotografía 20. Vista del secado superficialmente de los agregados grueso para alcanzar la condición de saturado superficialmente.



Fotografía 21. Vista del registro del peso sumergido del agregado sumergido.



Fotografía 22. Vista de la puesta en el horno de los agregados.



Fotografía 23. Vista del mezclado del agregado con cemento para la compactación del mismo, según la NTP 339.141.



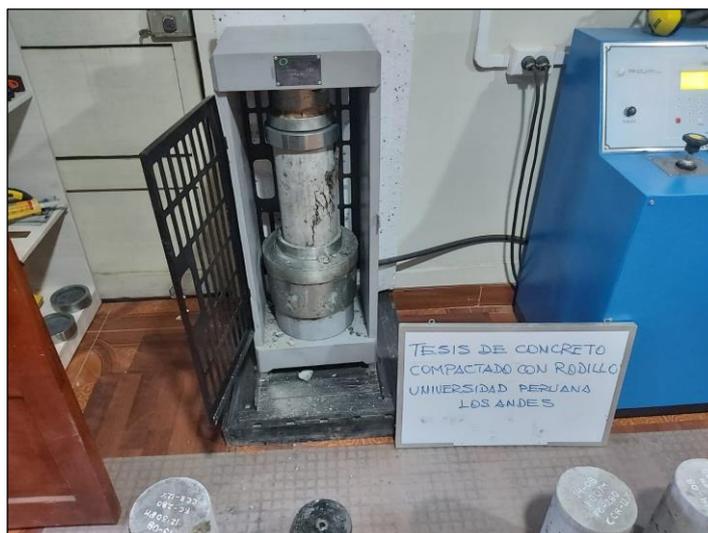
Fotografía 24. Vista del compactado de la mezcla de agregados y cemento por medio de un martillo de compactación.



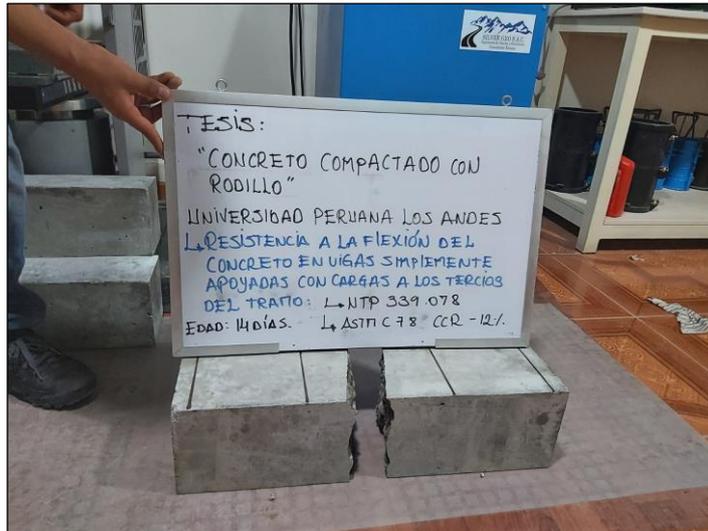
Fotografía 25. Vista de la determinación del contenido de humedad de cada una de las muestras.



Fotografía 26. Vista del curado de las probetas compactadas con rodillo.



Fotografía 27. Rotura de las probetas de concreto.



Fotografía 28. Vista de viga rotura del concreto compactado con 12 % de cemento.



Fotografía 29. Vista de las vigas roturadas.