



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de las propiedades mecánicas para un mejoramiento  
del pavimento rígido con adición de microsílíce, Distrito de  
Antauta, Puno, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Mamani Mamani, Edwin Alejandro (ORCID: 0000–0002–1485–1207)  
Trujillo Yujra, Vladimir Moises Watson (ORCID: 0000–0003–4780–6012)

**ASESOR:**

Mg. Sagastegui Vasquez, German (ORCID: 0000-0003-3182-3352)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**HUARAZ – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Este presente trabajo es dedicado a mi familia; en especial a mis padres. Que gracias a su constante incondicional apoyo me motivaron a seguir adelante.  
(Edwin)

En primer lugar, a Dios quién me enseñó a navegar por el sendero correcto, proporcionarme fuerzas para continuar delante y no caer en el sendero, y enseñarme a desafiar la adversidad sin perder la dignidad ni decaer al intentarlo. Dedicado a mi padre quien siempre confió en mí me dio las fuerzas necesarias y todo su apoyo la persona más importante para la conclusión de este proyecto en mi vida. Todas las personas que no creyeron que fuera posible y sobre todo a ti que lo estás leyendo esto es por ti. (Vladimir)

## **Agradecimiento**

En primer lugar, gracias a Dios, gracias por amarme tanto y regalarme la vida y salud, esto se refleja hoy la intención original de muchas personas en el futuro, es la cristalización de nuestra constancia y perseverancia.

A mis padres y mis hermanos me dieron el derecho a crecer y estar conmigo en ello, deben saber que son mi motivación.

Con inmenso respeto expreso mi agradecimiento a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería civil de nuestra Universidad César Vallejo, por compartir sus conocimientos que hoy dan frutos, para el mejor desempeño de los ingenieros formados para el desarrollo de nuestro país. (Edwin)

Agradecer el apoyo y orientación de mis asesores, que con sus instrucciones y práctica me guiaron en la producción del presente estudio.

Agradecer también a mis amistades y familiares que me animaron y guiaron durante el proceso de producción del presente estudio. (Vladimir)

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variable y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos .....	17
3.7. Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN.....	62
VI. CONCLUSIONES.....	66
VII. RECOMENDACIONES .....	68
REFERENCIAS .....	69
ANEXOS.....	74

## Índice de tablas

Tabla 1. Muestras necesarias para las pruebas de compresión.....	14
Tabla 2. Muestras necesarias para las pruebas de flexión .....	14
Tabla 3. Muestras necesarias para las pruebas de tracción.....	15
Tabla 4. “Caracterización de los agregados de la cantera Rosario.....	19
Tabla 5. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón a los 7 días” ....	21
Tabla 6. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón a los 14 días” ..	21
Tabla 7. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón a los 28 días” ..	21
Tabla 8. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 7 días” .....	22
Tabla 9. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 14 días” .....	22
Tabla 10. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 28 días” .....	23
Tabla 11. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 7 días” .....	23
Tabla 12. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 14 días” .....	24
Tabla 13. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 28 días” .....	24
Tabla 14. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 7 días” .....	25
Tabla 15. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 14 días” .....	25
Tabla 16. “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 28 días” .....	26
Tabla 17. “Resumen de los registros de las roturas de los testigos a compresión” .....	26
Tabla 18. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón a los 7 días” .....	31
Tabla 19. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón a los 14 días” .....	31
Tabla 20. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón a los 28 días” .....	32
Tabla 21. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 7 días” .....	32
Tabla 22. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 14 días” .....	33

Tabla 23. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 28 días” .....	33
Tabla 24. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 7 días” .....	34
Tabla 25. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 14 días” .....	34
Tabla 26. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 28 días” .....	35
Tabla 27. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 7 días” .....	35
Tabla 28. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 14 días” .....	36
Tabla 29. “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 28 días” .....	36
Tabla 30. "Resumen de los registros de las roturas de los testigos a flexión" .....	37
Tabla 31. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón a los 7 días” .....	41
Tabla 32. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón a los 14 días” .....	41
Tabla 33. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón a los 28 días” .....	42
Tabla 34. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 7 días” .....	42
Tabla 35. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 14 días” .....	43
Tabla 36. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 28 días” .....	43
Tabla 37. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 7 días” .....	44
Tabla 38. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 14 días” .....	44
Tabla 39. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 28 días” .....	44
Tabla 40. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 7 días” .....	45
Tabla 41. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 14 días” .....	45
Tabla 42. “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 28 días” .....	46

Tabla 43. "Resumen de los registros de las roturas de los testigos a tracción" .....	46
Tabla 44. "Comparación de la resistencia a compresión de la mezcla Patrón y la mezcla Patrón de diseño" .....	53
Tabla 45. "Valor crítico de la distribución t student para la hipótesis" .....	54
Tabla 46. "Comparación de la resistencia a compresión de la mezcla Patrón y la mezcla patrón añadida un 4% de microsílíce" .....	55
Tabla 47. "Comparación de la resistencia a flexión de la mezcla Patrón y la mezcla patrón añadida un 4% de microsílíce" .....	57
Tabla 48. "Comparación de la resistencia a tracción de la mezcla Patrón y la mezcla patrón añadida un 4% de microsílíce" .....	59

## Índice de figuras

Figura 1. "Resistencia a compresión de la muestra Patrón" .....	27
Figura 2. "Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 4% de microsílíce" .....	28
Figura 3. "Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 8% de microsílíce" .....	28
Figura 4. "Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 12% de microsílíce" .....	29
Figura 5. "Comparación de las resistencias a compresión de los testigos" .....	30
Figura 6. "Resistencia a flexión de la muestra Patrón" .....	37
Figura 7. "Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 4% de microsílíce" .....	38
Figura 8. "Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 8% de microsílíce" .....	39
Figura 9. "Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 12% de microsílíce" .....	39
Figura 10. "Comparación de las resistencias a flexión de los testigos" .....	40
Figura 11. "Resistencia a tracción de la muestra Patrón" .....	47
Figura 12. "Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 4% de microsílíce" .....	48
Figura 13. "Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 8% de microsílíce" .....	48
Figura 14. "Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 12% de microsílíce" .....	49
Figura 15. "Comparación de las resistencias a tracción de los testigos" .....	50
Figura 16. "Área de aceptación" .....	51
Figura 17. "Ubicación de la prueba t en la distribución normal para el objetivo 1" .....	54
Figura 18. "Ubicación de la prueba t en la distribución normal para el objetivo 2" .....	56
Figura 19. "Ubicación de la prueba t en la distribución normal para el objetivo 3" .....	58
Figura 20. "Ubicación de la prueba t en la distribución normal para el objetivo 4" .....	60

## Resumen

En la presente tesis, cuyo objetivo general es evaluar las propiedades mecánicas con adición de microsílíce para un mejoramiento del pavimento rígido, Distrito de Antauta, Puno, 2021; la metodología que se desarrolló en el presente estudio es de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo, consta de variable independiente (pavimento rígido con adición de microsílíce) y variable dependiente (evaluación de las propiedades mecánicas del concreto).

Los resultados obtenidos señalan que con la incorporación de 0%, 4%, 8% y 12% de microsílíce se obtuvieron valores a la compresión promedio a los 28 días de 288.66kg/cm<sup>2</sup>, 327.52kg/cm<sup>2</sup>, 354.47kg/cm<sup>2</sup> y 382.85kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en tanto al efectuar el ensayo a flexión se generaron los siguientes valores promedio 32.03kg/cm<sup>2</sup>, 33.65kg/cm<sup>2</sup>, 34.92kg/cm<sup>2</sup> y 36.37kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, finalmente al someter las muestras al ensayo de tracción se generaron lo siguientes valores promedio 32.44kg/cm<sup>2</sup>, 33.25kg/cm<sup>2</sup>, 34.98kg/cm<sup>2</sup> y 36.65kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Concluyendo que la aplicación del microsílíce en una cantidad del 12%, mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto, aumentando en un 32.63% la resistencia a compresión, 13.55% la resistencia a flexión y 12.98% la resistencia a tracción.

**Palabras clave:** Propiedades mecánicas, pavimento rígido, microsílíce.

## Abstract

In the present thesis, whose general objective is to evaluate the mechanical properties with the addition of microsilica for an improvement of the rigid pavement, Antauta District, Puno, 2021; the methodology that was developed in the present study is of applied type, explanatory level, design experimental and quantitative approach, consists of an independent variable (rigid pavement with addition of microsilica) and a dependent variable (evaluation of the mechanical properties of concrete).

The results obtained indicate that with the incorporation of 0%, 4%, 8% and 12% of microsilica, average compression values were obtained at 28 days of 288.66kg / cm<sup>2</sup>, 327.52kg / cm<sup>2</sup>, 354.47kg / cm<sup>2</sup> and 382.85 kg / cm<sup>2</sup> respectively, while the following average values were generated 32.03kg / cm<sup>2</sup>, 33.65kg / cm<sup>2</sup>, 34.92kg / cm<sup>2</sup> and 36.37kg / cm<sup>2</sup> respectively, when the samples were subjected to the tensile test, generated the following average values 32.44kg / cm<sup>2</sup>, 33.25kg / cm<sup>2</sup>, 34.98kg / cm<sup>2</sup> and 36.65kg / cm<sup>2</sup> respectively.

Concluding that the application of microsilica in an amount of 12% significantly improves the mechanical properties of concrete, increasing the compressive strength by 32.63%, the flexural strength 13.55% and the tensile strength 12.98%.

**Keywords:** Mechanical properties, rigid pavement, microsilice.

## I. INTRODUCCIÓN

En Chile, el concreto es el material más utilizado en la construcción por el ser humano en todo el mundo, además estudios realizados a este material determinaron que en la última década se duplicó su producción, para realizar su fabricación se utilizan materias primas así como arena, rocas, agua, material cementante y aditivo, lo cual resulta en una demanda de millones de toneladas anualmente, a pesar de la importancia de este material muchas veces el procedimiento de su elaboración, colocación o curado no son adecuados lo que afectan directamente en su calidad, los factores que influyen pueden ser la calidad de los materiales, mano de obra, metodología, maquinaria y climático. Orozco M. [et al] (2018 pág. 161). Así como en muchos lugares del mundo, en Latinoamérica se encuentra en constante innovación de los materiales de la industria de la construcción, lo cual provoca que surja la búsqueda de nuevas alternativa y/o productos que tengan características óptimas para que cumplan los diferentes requisitos que se necesitan para su finalidad, así mismo muchas investigaciones evidencian que es indispensable el uso de materiales que puedan conformar parte de la composición del concreto, tales como residuos u otros, ya sea con la intención de reducir la contaminación del medio ambiente así como mejorar las propiedades del concreto. Correa Andy [et al] (2021 pág. 4). México, la eficacia del mortero es dependiente de la masa de productos de hidratación producidos por interacciones químicas de los compuestos del cemento y el agua; dicho volumen, es dependiente de la proporción de agua y cemento utilizada en la mezcla y cuánto tiempo permanece húmedo el material. Solís, Moreno y Arjona (2007)

El Perú fue experimentando un exponencial crecimiento económico en las últimas dos décadas, lo cual ha permitido el incremento en el desarrollo de la construcción por la demanda por parte del sector minero e industrial, donde nace la necesidad de optimizar los procesos y la renovación de materiales para así adaptarse a las nuevas necesidades, del mismo modo sucede en la industria concretera del país ya que en el mercado actual se requiere una variedad de diseño de mezcla. Por lo que una de las soluciones ha sido el concreto de alta resistencia (HSC), el cual se caracteriza por lograr una mayor resistencia a la compresión, garantizando una mayor durabilidad pues reduce la porosidad del concreto, alargando la vida útil y reduciendo el costo de mantenimiento, así mismo es necesario los diseños de

mezclas optimizadas para utilizar una menor cantidad de cemento incorporando residuos procesados como adiciones de minerales, lo que además aporta a la disminución de su impacto ambiental que ocasionan estos residuos. Vega (2019 pág. 7). La NTP E.060 especifica que el cemento es una sustancia en polvo que, mediante la incorporación de una cantidad adecuada de agua, forma un aglutinante capaz de solidificarse. También se refieren al cemento Portland como un producto obtenido por aspersion de Clinker. Farfán, Pinedo, Araujo y Orbegoso (2019) Asimismo, en Lima, la eficacia de los aditivos reductores de agua y los superplastificantes varia, dentro de estos materiales se halla la micro sílice, ya que al ser un subproducto de las fábricas de silicio metálico las cuales se producen en hornos a altas temperaturas por el contenido puzolánico y su finura, podría ser utilizado como un elemento para obtener concretos de gran resistencia con el fin de optimizar su resistencia y así presente mejores características mecánicas. Amez, Enrico y Chavarría (2020 pág. 1).

En la presente investigación se utilizará microsílíce para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Por tal motivo esta, entiende que existe la necesidad de desarrollar alternativas que aporten y satisfagan la necesidad eminente de los pavimentos. Con lo expuesto anteriormente, identificamos la pregunta del **problema general**: **PG**. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas con adición de microsílíce para un mejoramiento del pavimento rígido, Distrito de Antauta, Puno, 2021? y los problemas específicos son: **PE<sub>1</sub>**¿Cómo será la mezcla patrón típico de un pavimento rígido en el distrito de Antauta, Puno, 2021?, **PE<sub>2</sub>**¿Cuál será la proporción óptima de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021?, **PE<sub>3</sub>**¿Cuál será la proporción óptima de microsílíce para mejorar la resistencia a la flexión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021? y **PE<sub>4</sub>**¿Cuál será la proporción óptima de microsílíce para mejorar la resistencia a la tracción del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021?

Así mismo la justificación **social** que tiene esta investigación es generar una mejor calidad de vida a la población generando mejores infraestructuras viales de alta resistencia, que generen el confort que necesita la población. De igual manera se justifica **técnicamente** porque tiene el propósito de incrementar las propiedades del concreto y estudiar su comportamiento mecánico tanto la resistencia como la

durabilidad mediante los ensayos de compresión, flexión y tracción, esto servirá de base para los investigadores para la elaboración de nuevos estudios. **Económicamente** se justifica debido a que los pavimentos rígidos no presentaran fisuras, lo cual evitara generar mantenimientos sobre la carpeta de rodadura, finalmente **ambientalmente** se justifica ya que esta investigación se motiva en reducir los desechos de microsílíce producido por las grandes industrias, así mismo se incentiva a los interesados en optar por incorporar al concreto, materiales que se consideran como desechos y que además incrementen las propiedades del concreto.

Además, se propone como **objetivo general: OG**. Evaluar las propiedades mecánicas con adición de microsílíce para un mejoramiento del pavimento rígido, Distrito de Antauta, Puno, 2021; así mismo los **objetivos específicos** son: **OE<sub>1</sub>**. Diseñar una mezcla patrón típica de un pavimento rígido en el distrito de Antauta, Puno, 2021; **OE<sub>2</sub>**. Determinar la proporción óptima de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021; **OE<sub>3</sub>**. Determinar la proporción óptima de microsílíce para mejorar la resistencia a la flexión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021; y **OE<sub>4</sub>**. Determinar la proporción óptima de microsílíce para mejorar la resistencia a la tracción del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.

Por lo que, la presente investigación formula la siguiente **hipótesis general: OG**. La evaluación es significativa para la incorporación de las proporciones de microsílíce en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021. Además, se formula las **hipótesis específicas** las cuales son: **HE<sub>1</sub>**. La mezcla patrón típica de un pavimento rígido en el distrito de Antauta, Puno, 2021 será de f'c de 210kg/cm<sup>2</sup>; **HE<sub>2</sub>**. La proporción óptima de microsílíce mejorará la resistencia a la compresión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021; **HE<sub>3</sub>**. La proporción óptima de microsílíce mejorará la resistencia a la flexión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021 y **HE<sub>4</sub>**. La proporción óptima de microsílíce mejorará la resistencia a la tracción del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

A fin de comprender de forma óptima el tema de estudio, se tuvo en consideración las investigaciones siguientes:

Ecuador – Quito: **Cajilema y Morales** (2020), tiene por objetivo analizar la ocurrencia del microsílíce en el proyecto de hormigones de alta resistencia, en reemplazo parcial del peso total de cemento. La metodología de estudio utilizado para caracterizar la investigación es de ámbito experimental – cuantitativo, la población es la elaboración de probetas de hormigón por lo que no se puede cuantificar un conjunto universo y su muestra estuvo conformada por una mezcla patrón de  $f'c = 45$  MPa y  $f'c = 60$  MPa, teniendo así: 12 probetas cilíndricas, 3 vigas prismáticas rectangulares y 3 cubos prismáticos cuadrados, donde de la misma manera se realizó para probetas con adición de microsílíce de 3%, 6%, 9% y 12%. Las pruebas dicen que para un hormigón modelo, a la edad de los 7 días de  $436.01\text{kg/cm}^2$ ,  $383.66\text{kg/cm}^2$  y  $314.75\text{kg/cm}^2$ , a la edad de los 14 días se presentaron los siguientes valores  $433.43\text{ kg/cm}^2$ ,  $466.22\text{ kg/cm}^2$  y  $468.35\text{ kg/cm}^2$ , en tanto a la edad de los 28 días se presentaron los siguientes valores  $547.41\text{kg/cm}^2$ ,  $501.01\text{kg/cm}^2$  y  $502.37\text{kg/cm}^2$ . Al aplicar la cantidad del 3% de microsílíce se generaron los siguientes valores a la edad de los 7 días:  $459.41\text{kg/cm}^2$ ,  $454.76\text{kg/cm}^2$  y  $450.54\text{kg/cm}^2$ , durante el periodo de los 14 días se presentaron los siguientes valores  $518.12\text{kg/cm}^2$ ,  $512.87\text{kg/cm}^2$  y  $528.33\text{kg/cm}^2$  y a la edad de los 28 días se presentaron los siguientes valores  $586.44\text{ kg/cm}^2$ ,  $592.06\text{kg/cm}^2$  y  $586.44\text{kg/cm}^2$ , al efectuar el ensayo de tracción indirecta se presentaron los siguientes valores a la edad de los 28 días:  $44.61\text{kg/cm}^2$ ,  $46.88\text{kg/cm}^2$  y  $46.64\text{kg/cm}^2$ , al incorporar el 3% de microsílíce se efectuaron los siguientes resultados tras someter los especímenes a los ensayos de tracción:  $66.86\text{kg/cm}^2$ ,  $62.97\text{kg/cm}^2$  y  $61.50\text{kg/cm}^2$ , tras efectuar el ensayo de flexión se observaron los resultados siguientes, a la edad de los 28 días:  $77.75\text{kg/cm}^2$ ,  $80.56\text{kg/cm}^2$  y  $82.19\text{kg/cm}^2$ , al aplicar el 3% de microsílíce en los especímenes se determinaron los siguientes valores:  $87.67\text{kg/cm}^2$ ,  $90.64\text{ kg/cm}^2$  y  $89.95\text{kg/cm}^2$  dados a la edad de los 28 días. Concluyendo que en todos los casos la incorporación del microsílíce optimiza las particularidades de resistencia a la compresión, de flexión y tracción, siendo este un aditamento óptimo para mejorar las particularidades mecánicas del concreto.

Ecuador – Guayaquil: **Arellano y Fierro** (2018), en su tesis, realizado para la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Tiene por objetivo elaborar un hormigón de resistencia alta; con aditivo nanosílice. La técnica de investigación para caracterizar la tesis aludida es de orden cuantitativo, la población quedo conformada por todos los diseños de mezclas sin incorporación de microsílice, la muestra fue la elaboración de 6 mezclas tanto para el patrón y así como para la adición de nanosílice y microsílice. Los resultados demostraron que a los 3 días se presentaron resistencias a la compresión para un concreto patrón de 25.45 Mpa, para el caso del nanosílice se presentaron valores promedio de 28.20 Mpa y 27.70 Mpa debido a la dotación del 1% y 3% de este aditamento, en tanto al incorporar el microsílice se pudo determinar que los valores ascendió a una cuantificación de 21 Mpa y tras la incorporación de superplastificante y microsílice se obtuvieron valores de 35 Mpa, en tanto al caracterizar las resistencias a la edad de los 7 días se pudieron denotar que la muestra patrón alcanzo un valor de 30.50 Mpa, al aplicar la cantidad del 1% y 3% de nanosílice se apreció que la resistencias alcanzaron valores de 34.80 Mpa y 36.50 Mpa respectivamente, al aplicar el microsílice se apreció un valor promedio de 27.00 Mpa y al aplicar el superplastificante combinado con el microsílice se llegó a un valor de 39 Mpa, a la edad de los 14 días el concreto patrón alcanzo un valor promedio de 37.12 Mpa, al aplicar el 1% y 3% de nanosílice se generaron valores de 40.30 Mpa y 44.96 Mpa, al aplicar el compuesto de microsílice se llegó a un valor de 32.31 Mpa y al combinar el humo de sílice y superplastificante se llegó a un valor de 47.70 Mpa, finalmente durante el periodo de evaluacion de los 28 se pudieron denotar que las muestras evaluadas como la patrón alcanzo un valor máximo de 40.40 Mpa, al incorporar el 1% y 3% de nanosílice se obtuvieron resistencias de 43.50 Mpa y 46.60 Mpa respectivamente, al emplear el microsílice con una cantidad de agua se llegó a cuantificar una resistencia de 36.33 Mpa y al aplicar el microsílice con superplastificante se obtuvo una resistencia máxima de 50.71 Mpa. Concluyendo que dentro de la investigación la mezcla que mejor se comporto fue la del microsílice con incorporación de superplastificante debido a que las características de estos dos componentes se rigen en la resistencia y en la elasticidad siendo una gran combinación para incorporarla dentro del concreto.

Ecuador – Quito: **Bombón y Rosero** (2021), en su tesis, realizado para la Universidad Central del Ecuador. Tiene por finalidad comprobar de manera experimental las características mecánicas de la mezcla de alto rendimiento con el aditamento de las nano-partículas del sílice. La metodología de estudio aplicado para caracterizar la tesis aludida fue de forma experimental – aplicada, para las adiciones de 0.75%, 1.5% y 3% de polvo de nanosílice. Las observaciones indicaron que a la edad de los 3 días se caracterizaron resistencia para la compresión de un concreto patrón de 34.77 Mpa, a la edad de los 7 días se caracterizó una resistencia de 45.36 Mpa, a la edad de los 28 días se caracterizó una resistencia de 61.16 Mpa, a la edad de los 56 días se caracterizó una resistencia de 69.08 Mpa, al aplicar la cantidad del 5% de microsílice a la muestra patrón se obtuvo un valor de 21.87 Mpa a la edad de los 3 días, en tanto a la edad de los 7 días se obtuvo un valor de 36.03 Mpa, a la edad de los 28 días se obtuvo un valor de 61.51 Mpa, a la edad de los 56 días se obtuvo un valor de 69.50 Mpa, al incorporar la cantidad del 10% de microsílice a la muestra patrón se obtuvo un valor de 21.41 Mpa dado a la edad de los 3 días, en tanto a la edad de los 7 días se caracterizó una resistencia de 36.72 Mpa, a la edad de los 28 días se obtuvo un valor promedio de 61.68 Mpa, a la edad de los 56 días se obtuvo un valor de 69.99 Mpa, mientras que al aplicar el nanosílice en una dosificación de 0.75% se vio reflejada en la resistencia dada a los 3 días de 35.13 Mpa, a los 7 días se caracterizó una resistencia de 46.04 Mpa, a la edad de los 28 días se caracterizó una resistencia de 63.22 Mpa, a la edad de los 56 días se caracterizó una resistencia de 71.18 Mpa, al aplicar la cantidad del 1.50% de nanosílice se obtuvo una resistencia de 36.36 Mpa dado a la edad de los 3 días, en tanto a los 7 días se obtuvo una resistencia de 46.97 Mpa, a los 28 días se obtuvo una resistencia de 66.32 Mpa, a los 56 días se obtuvo una resistencia de 74.01 Mpa, finalmente al aplicar la cantidad del 3.0% de nanosílice se obtuvo una resistencia de 35.28 Mpa dada a la edad de los 3 días, a los 7 días se apreció una resistencia de 46.63 Mpa, a los 28 días se apreció una resistencia de 65.21 y a los 56 días se apreció una resistencia de 71.05 Mpa. Concluyendo que los dos aditamentos mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto, pero el que más repercutió fue el nanosílice debido a que dentro de su composición cuenta con propiedades muy relevantes para mejorar al hormigón.

Trujillo: **Fernández y Ramos** (2019), en su tesis de pregrado. Tiene como fin, establecer la influencia del microsílíce en hormigones, agua/cemento 0.30, 0.50 y 0.40 a períodos de 7, 28 y 63 días. Los resultados demostraron que al efectuar la identificación de los agregados para el esquema de mezclas, se vio reflejada en un incumplimiento dentro de los parámetros registrados en la NTP 400.037 para el árido fino, mientras que en el agregado grueso se pudo apreciar que la caracterización que se reflejó dentro de este árido cumple con los parámetros estipulados dentro de la normativa peruana, dentro de la resistencia a compresión de los testigos se pudo caracterizar que las briquetas sin incorporación del microsílíce y una relación a/c en 0.30 caracterizo una firmeza de 498kg/cm<sup>2</sup> a la edad de los 7 días, en tanto a la edad de los 28 días se contó con una resistencia de 616 kg/cm<sup>2</sup> y a los 63 días se contó con una firmeza de 644kg/cm<sup>2</sup>, al aplicar la cantidad indicada del 5% y una relación a/c en 0.30 se pudo observar valores de 523 kg/cm<sup>2</sup> dada a la edad de los 7 días, en tanto a la edad de los 28 días se pudo apreciar una resistencia característica de 660 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 63 días se apreció un aguante de 659 kg/cm<sup>2</sup>, tras incorporar el 7.5% de microsílíce y una relación agua cemento en 0.30, se caracterizaron aguantes de 551kg/cm<sup>2</sup>, 701kg/cm<sup>2</sup> y 686kg/cm<sup>2</sup> a las edades de los 7, 28 y 63 días, finalmente tras incorporar una dosificación indicada del 10% de microsílíce se apreciaron las siguientes resistencias 558kg/cm<sup>2</sup>, 704 kg/cm<sup>2</sup> y 693 kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 28 y 63 días. Concluyendo que la resistencia característica del concreto con incorporación de microsílíce se vio afecta en un incremento a comparación de la muestra patrón, mejorando dicha propiedad mecánica hasta en un 7.60%.

Piura: **Vega** (2019), en su tesis. Tiene por finalidad, evaluar empíricamente el uso de una adición de microsílíce en diversas cantidades para conseguir un concreto de alta resistencia. La metodología empleada para caracterizar la presente tesis, fue de orden experimental – aplicada, dentro de la población se consideró a todos los concretos en general y su muestra está conformada por briquetas realizadas para el concreto patrón y adiciones de 10%, 15% y 20% de microsílíce Los resultados demostraron que la muestra patrón inalterada con una relación a/c de 0.36 caracterizo el siguiente valor 358kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de vida del espécimen, en tanto emplear una relación a/c de 0.30 se pudo apreciar que la resistencia sufrió un aumento mínimo sobre la propiedad mecánica evaluada generando un valor de

388kg/cm<sup>2</sup>, al emplear una relación a/c de 0.25 se apreció que el valor mecánico efectuado fue de 395 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto al aplicar microsílíce en una cantidad del 10%, se pudo apreciar que la resistencia sufrió un cambio positivo alcanzando un valor de 502 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de los 28 días, en tanto al aplicar una cantidad del 15% se pudo apreciar un valor máximo de 475 kg/cm<sup>2</sup> y al aplicar una cantidad indica del 20% se pudo apreciar un valor efectivo de 442 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que la aplicación del microsílíce sobre un ámbito experimental en el concreto afecta de manera positiva presentado un cambio del 40.22% al aplicar la cantidad del 10% de este aditamento.

Tacna: **Zúñiga y Condori** (2019), en su tesis, con la finalidad de comprobar el efecto de la adición de microsílíce sobre las particularidades mecánicas de resistencia de compresión. El método de estudio aplicado para caracterizar la presente tesis mencionada es de carácter aplicada – experimental, la población está conformada por los testigos de hormigón con la agregación de sílice que se fabriquen en el estudio y la muestra está formada por 3 clases de intervención del hormigón: probeta MP, MMS-4, MMS-8, cuyas pruebas de resistencia se efectuaron a los 3, 7, 14, 28 días. Los resultados demostraron que los valores efectuados a la edad de los 3 días para la compresión del concreto patrón se dio en un valor promedio de 170.86kg/cm<sup>2</sup>, a la edad de los 7 días se presencié un valor promedio de 201.19kg/cm<sup>2</sup>, a la de los 14 días se presentó un valor de 234.38kg/cm<sup>2</sup>, a la edad de los 28 días se presentó un valor de 307.29kg/cm<sup>2</sup>, al aplicar la cantidad del 4% de microsílíce se generaron valores de compresión a la edad de los 3 días de 169.88 kg/cm<sup>2</sup>, 7 días 205.68 kg/cm<sup>2</sup>, 14 días 256.57kg/cm<sup>2</sup> y 28 días 328.12kg/cm<sup>2</sup>, aplicando la dosificación indica del 8% se pudieron caracterizar los siguientes valores 202.48kg/cm<sup>2</sup> dado a la edad de los 3 días, en tanto a los 7 días se presentó un valor de 257.59kg/cm<sup>2</sup>, a la edad de los 14 días se presentó un valor de 312.49kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a la edad de los 28 días se presentó un valor de 387.55kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que la incorporación del microsílíce en pequeñas dosificaciones altera significativamente las propiedades mecánicas del concreto durante un transcurso de tiempo largo, en tanto a temprana edad no se denotan cambios significativos de este aditamento sobre el concreto.

Huaraz: **Bedon** (2017) en su artículo científico, tiene el objetivo de proponer una clase de hormigón de resistencia alta, tal que se acomode a las demandas de las

obras. Cuya metodología empleada engloba el diseño de un concreto patrón, para que sea la base para conseguir concretos de resistencia superior a través del manejo de agregados, aditivos y microsílíce. Los resultados obtenidos fueron que el CAR (91.5 Mpa a los 90 días), es realizable de ser conseguido con la proporción: cemento, agregados, aditivo en un 2.3% y sílice en un 12%.

Con respecto a las **Teorías relacionadas al tema**, Giraldo y Ramos (2017) explican que el diseño de concreto tiene varios factores como el de los agregados que se tiene, ya que estas definen el desarrollo de la mezcla de concreto; Caiza (2017). Donde el concreto es prácticamente la adición de agua, cemento y agregados; también es recurrente insertar aditivos que logran que esta tenga propiedades beneficiosas acorde a las necesidades de la obra. Constantinides, Ulm y Van (2003). Las características físicas del hormigón incluyen condiciones reconocibles a vista y/o de medidas simples, que son inherentes, en otras palabras, no dependen del volumen de la pasta, sino que se tienen cuidado al usar. Ruiz & Vasallo (2018) Se deben entender las definiciones de; **Pavimento rígido**: Están formadas por una lápida de hormigón, la cual está colocada sobre una base o en algunos casos se colocan directamente sobre la subrasante. Así mismo los esfuerzos que padece los transmite de manera directa hacia los suelos. Ospina (2018 pág. 13)

El **Concreto**; este es un material compuesto de agua grava arena y cemento, este material es mundialmente utilizado en las construcciones debido a sus características de versatilidad y bajo costo, su demanda incrementa a medida que la población lo hace. Pastrana Jhonny (2019 pág. 175). Según Vangeem, Holm, & Ries (2013) la densidad del hormigón está relacionada principalmente con el tipo y la densidad del agregado incorporado. Vu et al (2020). Se sabe también que las propiedades mecánicas están directamente influenciadas por el curado, ya que, si esta no está adecuadamente curado, puede alterar negativamente a su resistencia. Safiuddin, Raman y Zain (2007)

El **Cemento** es de medio inorgánico, donde su fabricación a partir de industrias, comenzó a mediados del siglo XIX, actualmente es un material esencial para el uso de la construcción. Hughes y Trtik (2004). Además, este concierne a la clase de conglomerantes hidráulicos ya que, al hacer contacto con el agua, se llega a producir pastas que poseen la capacidad de conectarse a materias rocosas y se endurece gradualmente. Villegas (2017). Inclusive al entrar en contacto con la

ventilación, dando resultado elementos compactos que son resistentes al agua. Yanay Rosa (2017 pág. 78). El módulo de elasticidad del cemento; oscila entre 125 y 145 GPa, donde la dureza del aluminato cálcico esta por los 10GPa. Vélez et al (2000). Se sabe que la pasta de cemento puede llegar a mejorarse con aditivos de origen diminuto. Richardson (2004)

Los **agregados** ocupan el mayor volumen de un concreto en las obras civiles, aproximadamente son el 75% al 90% en caso de pavimentos así mismo. Mondal et al (2008). Este generalmente se divide en dos tipos de agregados, el grueso y el fino, donde el grueso es el árido raptado por el tamiz N<sup>o</sup> 4 y el fino es el árido pasante por la malla N<sup>o</sup>4 y detenido por la malla N<sup>o</sup> 200. Muñoz, Torres y Guzmán (2019 pág. 26). También puede ser definida como un grupo de partículas de naturales, que logran ser procesadas o modificadas, donde sus superficies quedan internamente en los límites señalados por la NTP 400.037.

El **agua** es una sustancia en la que una molécula consta de 2 átomos de hidrógeno; y 1 de oxígeno (H<sub>2</sub>O); y opera como deslizante para ayudar a humedecer el cemento, y aumentar la trabajabilidad. Carrasco (2019 pág. 39).

El **Microsílice** es el desperdicio que genera los hornos de arco eléctrico las cuales se utilizan en la industria de los metales sílico ferrosos y también sus amalgamas. Gaitero et al (2008); al someter el cuarzo a calenturas de 2000 °C, se provocan vapores de SiO y por este proceso se le denomina micro sílice, las cuales son menor a los granos del cemento. Giménez, Olavarrieta, Silva y Gallegos (2018) así mismo esta se considera un aditivo que se altera en un entorno acuoso con el hidróxido de calcio. Howland y Acevedo (2016 pág. 27). Además Mondal, Shan y Marcas (2010) explican que los aditivos de origen mineral mejora la durabilidad del hormigón por su naturaleza. Oliver y Pharr (1992) y Sanes (2015)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación:

Según Hernández (2019) el tipo de estudio está dado por las acciones que se rigen de un conjunto de procedimientos establecidos para ser usados en investigaciones e identificar dificultades que surgen de una problemática, de acuerdo a su tipo, con el objetivo de tener nuevas informaciones en el espacio aplicado.

La actual investigación, es de clase **aplicado**, ya que se emplearán proposiciones e instrucciones conocidas para la aplicación de los mismos en la elaboración de nuevos conocimientos, siendo este el caso de evaluar un concreto con adición de microsílíce.

##### Diseño de investigación:

Según Córdova (2018), el diseño del proceso de investigación y/o plan en el sistema para conseguir la información necesaria para la investigación, responder las preguntas en la investigación y realizar pruebas de hipótesis para comprender su autenticidad. (p. 34)

El diseño para la actual investigación es de carácter **experimental**, donde se tendrá que realizar la experimentación con el concreto, el mismo que será sometido a diferentes porcentajes de adición de microsílíce (4%, 8% y 12%), el cual será comparado con las propiedades mecánicas del concreto convencional.

##### Enfoque de investigación

Según Vargas (2009) indica que el enfoque de investigación es definir un proceso sistemático de acuerdo con el nivel cuantitativo del enfoque de investigación, si también incluye aspectos de disciplina y control.

En la presente investigación, el enfoque de estudio es el **cuantitativo**, debido a que el nivel de investigación es explicativo.

## Nivel de investigación

Vargas (2009) dice que el nivel de investigación es la profundidad de inspección de ciertos fenómenos o eventos en el contexto social, así como todo el contenido incluido en la investigación.

El presente estudio, caracteriza un nivel **explicativo** ya que se expone establecer las causas que origina la añadidura de microsílíce dentro las particularidades mecánicas del pavimento rígido.

### 3.2. Variable y operacionalización

**Variable independiente:** Adición de microsílíce

- a) **Definición Conceptual:** Es microsílíce es un polvo de color gris que agregado al hormigón le concede ventajas de alta resistencia mecánica y química, generalmente es producida en hornos de arco eléctrico siendo un derivado del sílice. Vega (2019).
- b) **Definición Operacional:** El microsílíce es un derivado del sílice, generalmente es extraído de los hornos de arco eléctrico, este aditamento mayormente es empleado en el hormigón, dentro de la presente investigación se pretende adicionar el 4%, 8% y 12% de este material para determinar el porcentaje óptimo de adición, para lo cual emplearemos dosificadores según la unidad del m<sup>3</sup>.
- c) **Dimensiones:** Diseño de mezclas en pavimentos rígidos, Diseño de mezclas añadiendo microsílíce.
- d) **Indicadores:** Granulometría, factor de resistencia ( $f_c$ ), relación agua cemento, resistencia del concreto.
- e) **Instrumento:** Fichas de observación
- f) **Escala de Medición:** Intervalo

**Variable dependiente:** Las propiedades mecánicas del pavimento

- a) **Definición Conceptual:** Las particularidades mecánicas del hormigón son afines con su actitud bajo tensión mecánica en estado sólido, y las

particularidades mecánicas son las cuantificaciones más trascendentales en el diseño de estructuras de hormigón. Ruiz y Barrios (2018 pág. 27).

- b) Definición Operacional:** Se emplea el ensayo físico al concreto en estado fresco. Para luego realizar 72 probetas y 36 prismas, donde 36 probetas son ensayos de compresión, 36 probetas son ensayos de tracción y por último 36 prismas son ensayos a flexión. Se realiza ensayos de compresión, flexión y tracción, a las probetas y prismas elaborados.
- c) Dimensiones:** Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción.
- d) Indicadores:** Esfuerzo a compresión, esfuerzo a flexión y esfuerzo a tracción.
- e) Instrumento:** Fichas de observación.
- f) Escala de Medición:** Intervalo.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Díaz (2018) explica que, la población está dado como un ámbito global y genérico de individuos con las mismas características en donde se realizará el estudio.

Para la actual investigación; la población estará constituida por pavimentos rígidos con adición de microsílíce en el departamento de Puno.

#### **Criterios de inclusión**

Los criterios de inclusión son normas generales específicas de características demográficas. (Vara-Horna, 2012)

Para la presente propuesta de investigación se consideran solo concretos con adición de microsílíce y similares en la experimentación del concreto y mejoras del mismo.

#### **Criterios de exclusión**

Son restricciones impuestas en las relaciones de población, en las que se excluirán los rasgos o regiones a intervenir. (Vara-Horna, 2012)

Para la presente propuesta de investigación se excluirán concretos con adición de otros aditivos y la adición de porcentajes bastante mayores o menores referidas a este estudio.

## Muestra

Según Gotuzzo (2018) señala que la muestra es un fragmento de la población cuya representatividad se considera a toda la población.

La actual investigación caracteriza la muestra por los pavimentos rígidos con adición de microsilíce en el distrito de Antauta, así mismo se plantean los siguientes ensayos y cantidad de muestras las cuales quedan contempladas dentro de las tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. *Muestras necesarias para las pruebas de compresión*

Tiempo de vida	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto convencional	Adición de microsilíce		
		4%	8%	12%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
<b>Sub total</b>				<b>36</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 1, se realizará un total de 36 probetas de un  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$  para ponerlas a pruebas de compresión, donde 9, serán para el concreto convencional, y para concretos donde se le añadirán 4%, 8% y 12% de microsilíce; donde 3 de cada uno se llevará a la rotura en los 7, 14 y 28 días de curado; utilizando así las 36 probetas elaboradas

Tabla 2. *Muestras necesarias para las pruebas de flexión*

Tiempo de vida	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto convencional	Adición de microsilíce		
		4%	8%	12%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
<b>Sub total</b>				<b>36</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 2, se realizará un total de 36 prismas de concreto con un  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup> para ponerlas a pruebas de flexión, donde 9, serán para el concreto convencional, y para concretos donde se le añadirán 4%, 8% y 12% de microsílíce; donde 3 de cada uno se llevará a la prueba de flexión en los 7, 14 y 28 días de curado; utilizando así las 36 prismas o vigas elaboradas.

**Tabla 3.** Muestras necesarias para las pruebas de tracción

Tiempo de vida	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto convencional	Adición de microsílíce		
		4%	8%	12%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
<b>Sub total</b>				<b>36</b>

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 3, también se realizará un total de 36 probetas de concreto de  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup> para ponerlas a pruebas de tracción, donde 9, serán para el concreto convencional, y para concretos donde se le añadirán 4%, 8% y 12% de microsílíce; donde 3 de cada uno se llevará a la prueba de tracción en los 7, 14 y 28 días de curado; utilizando así los 36 testigos elaborados.

## Muestreo

Según Gotuzzo (2018) el muestreo pasa a ser un grupo más específico a investigar, lo que dependerá de la fórmula que determine si se realiza después del proceso de análisis probabilístico o del proceso de análisis no probabilístico.

El estudio actual, utilizará **muestras no probabilístico, por conveniencia.**

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas de recolección de datos

Fidias (2012), explica que las técnicas son métodos que ayudan a cuantificar por valor de manera integral y pueden resolver el problema

En el estudio actual, la técnica que se utilizo fue la **técnica de observación**, donde se elaboró briquetas, prismas y se sometieron a ensayos de compresión, flexión y

tracción, según las normativas en vigencia, donde se registró todos los valores de resistencia y esfuerzo.

### **Instrumentos de recolección datos**

García, Rodríguez y Gil, (1996) exponen que, los instrumentos se definen como todas las herramientas que se utilizan en forma física y virtual para obtener o recopilar los datos necesarios para la investigación.

En la actual investigación; los instrumentos que se emplearán son: las **fichas de observación**, que vienen a ser los formatos de relleno para los registros de los ensayos en laboratorio.

### **3.5. Procedimientos**

Los procedimientos que se efectuarán dentro de la presente investigación se ejecutarán en dos partes:

Procedimiento de campo:

PRIMERO. Se recopilarán los agregados de las canteras de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP 339.89, 1998) ubicadas dentro del distrito de Antauta, las cuales serán transportadas hacia el laboratorio donde se efectuarán los ensayos correspondientes para caracterizar las propiedades con las que cuentan.

SEGUNDO. Se procederá a secar las muestras y continuar con el ensayo de granulometría de acuerdo a la NTP 400 (2018) para ver la gradación con la que cuentan los áridos finos y gruesos, así mismo se efectuarán las pruebas de peso específico seco y unitario de acuerdo a la ASTM C 29-97, entre otros.

TERCERO. Una vez que se cuenten con los ensayos correspondientes, se procederá a realizar el diseño de mezclas, esto por el método de ACI 211. Fu (2020); para cuantificar las dosificaciones óptimas de cemento, hormigón y agua, para lograr llegar a la resistencia indicada.

CUARTO. Se procederá a realizar las briquetas y prismas correspondientes, para someterlas a pruebas de compresión, tracción y flexión, basada en la norma ASTM C39; la norma ASTM C78 y con la norma ASTM C496, respectivamente.

QUINTO. Se procederá a evaluar los resultados dados por los ensayos de laboratorio, los cuales serán comparados con la muestra patrón.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método aplicado para el correspondiente análisis de datos, está basado en el inductivo, debido a que la solución o respuesta del problema general depende de la búsqueda de resultados de los problemas específicos, esto se lograra al desarrollo de los mismos. Dávila (2006)

### **3.7. Aspectos éticos**

El derecho de autoría del estudio, es inalienable y de titularidad permanente del autor. Su importancia se refleja en el reconocimiento del derecho de autor escrita en la Declaración Universal de Derechos Humanos. Donde esta protege los derechos de posesión intelectual. En nuestro país, se protege por medio del INDECOPÍ; los autores de esta investigación, se comprometen a respetar la autenticidad de los conceptos, teorías, resultados y otros contenidos específicos del autor, y promete presentar los resultados con toda autenticidad. Cumpliendo con realizar las citas acorde a la información brindada por la universidad Cesar Vallejo, donde estas se encuentran apropiadamente detalladas en la bibliografía, conforme al estilo ISO – 690 séptima edición (UCV, s.f)

#### IV. RESULTADOS

En el proceso de preparación de esta investigación; para determinar el aguante a la compresión, flexión y tracción, aplicando micosílice a 4%, 8% y 12%, se realizó las pruebas en el laboratorio, donde los resultados observados son presentados en el presente capítulo de acuerdo a los objetivos planteados inicialmente.

De acuerdo al **objetivo general: Evaluar las propiedades mecánicas con adición de microsílice para un mejoramiento del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.**

Para lograr el objetivo general, se plantearon los objetivos específicos, realizando un diseño de mezclas típico para pavimentos, que es un concreto  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>; luego se procedió a realizar los ensayos de resistencia, en donde el concreto patrón diseñada, logro a los 28 días una resistencia de 288.66 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra añadida de 4% de microsílice logró una resistencia a compresión de 327.52 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra añadida de 8% de microsílice logró una resistencia a compresión de 354.47 kg/cm; la muestra añadida de 12% de microsílice logró una resistencia a compresión de 382.85 kg/cm<sup>2</sup>, cabe resaltar que la muestra con 4% de microsílice aumento su resistencia en un 13.46%, la muestra con 8% de microsílice aumento su resistencia un 22.80% y la muestra con 12% de microsílice aumento en un 32.63% la resistencia a compresión.

Asimismo se realizó ensayos a flexión, donde la muestra patrón diseñada a los 28 días alcanzó una resistencia a flexión de 32.03 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra añadida de 4% de microsílice logró una resistencia a flexión de 33.65 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra añadida de 8% de microsílice logró una resistencia a flexión de 34.92 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra añadida de 12% de microsílice logró una resistencia a flexión de 36.37 kg/cm<sup>2</sup>; cabe resaltar que la muestra con 4% de microsílice aumento su resistencia en un 5.06%, la muestra con 8% de microsílice aumento su resistencia un 9.02% y la muestra con 12% de microsílice aumento en un 13.55% la resistencia a flexión.

También se realizó ensayos a tracción, donde la muestra patrón, logró a los 28 días una resistencia a tracción de 32.44 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra añadida de 4% de microsílice logró una resistencia a tracción de 33.25 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra añadida de 8% de microsílice logró una resistencia a tracción de 34.98 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra

añadida de 12% de microsílíce llego a una resistencia a tracción de 36.65 kg/cm<sup>2</sup>; cabe resaltar que la muestra con 4% de microsílíce aumento su resistencia en un 2.50%, la muestra con 8% de microsílíce aumento su resistencia un 7.83% y la muestra con 12% de microsílíce aumento en un 12.98% la resistencia a tracción.

## DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN

Como se describe en el **objetivo específico N° 1, Diseñar una mezcla patrón típica de un pavimento rígido en el distrito de Antauta, Puno, 2021**. Se realizó lo siguiente:

Primeramente, para el cumplimiento del objetivo específico N° 1, se realizó una inspección de la cantera Rosario, esto para el diseño de mezclas patrón en vías urbanas, para pavimentos rígidos, lo común es un f'c de 210kg/cm<sup>2</sup> donde también se llevó el material a laboratorio para obtener los siguientes resultados:

**Tabla 4.** “Caracterización de los agregados de la cantera Rosario

Características	unidades	Árido Fino	Árido Grueso
Tamaño Máximo Nominal	-	-	1"
Módulo de fineza	-	3.68	6.75
Peso unitario suelto	gr/cc	1.576	1.473
Peso unitario compacto	gr/cc	1.664	1.647
Porcentaje de humedad	%	2.94	4.30
Peso específico	gr/cc	2.518	2.513
Absorción	%	2.90	2.50

Fuente: Elaboración propia

En tabla 4, se muestra los resultados de las pruebas de los agregados de la cantera Rosario, donde el tamaño máximo nominal es de 1”; el módulo de fineza del agregado fino es 3.68 y del agregado grueso es 6.75; así también se determinó los pesos unitarios tanto sueltos como compactados; además de la cantidad de humedad que estas tenían y la absorción que presentan, estos datos son necesarios para realizar las correcciones de las cantidades de agua para la mezcla de concreto.

Seguidamente se procede a realizar el diseño de mezclas, uno para el concreto con un f'c de 210kg/cm<sup>2</sup>; de acuerdo a la metodología del ACI del comité 211.2; donde primero se determina la resistencia media, que si el f'c diseñado esta entre 210 y

350kg/cm<sup>2</sup> se le aumenta 84kg/cm<sup>2</sup> si no se data de diseños anteriores. Donde para nuestro caso sería de una resistencia media ( $f'_{cr}$ ) de 294kg/cm<sup>2</sup>; luego se define la consistencia de la mezcla en estado fresco, esto de acuerdo al uso del concreto, luego se procede a determinar la relación agua – cemento de acuerdo a la tabla A1.5.3.4.(a) del ACI 211.2, tomando el  $f'_{c}$  de 29.4 Mpa y sin aire incorporado, se asume la relación a/c de 0.54; donde también se define la cantidad de agua que necesita la mezcla de acuerdo a la consistencia y al tamaño máximo nominal de los áridos; del mismo modo de la cantidad de aire que queda atrapado y la cantidad de grava que necesita la mezcla según al módulo de fineza; por último se realizan las correcciones por absorción y humedad; y luego se define las proporciones, ya sea por peso y volumen. Estos procesos se encuentran en el Anexo (Informe de resultados de laboratorio) donde se encuentran también los diseños de las mezclas del concreto convencional  $f'_{c}$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, y de la incorporación de 4, 8 y 12% de microsilíce.

## **RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

Como se describe en el **objetivo específico N° 2, Determinar la proporción óptima de microsilíce para mejorar la resistencia a la compresión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021**. Se realizó lo siguiente:

Primeramente, se diseñó y se elaboró una muestra patrón con un  $f'_{c}$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, ya que este es una resistencia típica utilizados en los pavimentos rígidos. Luego se le incorporo 4%, 8% y 12% de microsilíce, construyendo probetas de 15.28 cm de diámetro y 30.65 cm de longitud y posteriormente se hizo la rotura con una prensa a las 7, 14 y 28 días para obtener los valores de la resistencia a compresión de cada uno de los testigos.

Por lo que a continuación se muestran los registros de las roturas de briquetas a compresión.

### **Resistencia a compresión del concreto Patrón:**

**Tabla 5.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	1	223.71
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	5	229.89
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	5	227.42
				<b>Promedio</b>	<b>227.01</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 5; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 primeros días de curado, donde la resistencia promedio fue de 227.01kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que 1 probeta presento un tipo de falla 1 (falla tipo cono) y las otras 2 presentaron una falla 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 6.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	5	264.89
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	5	265.17
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	5	265.97
				<b>Promedio</b>	<b>265.34</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 6; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 265.34kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar las 3 probetas presentaron una falla tipo 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 7.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	3	287.40
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	3	289.89
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	3	288.70
				<b>Promedio</b>	<b>288.66</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 7; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional  $f_c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 288.66kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar las 3 probetas presentaron una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

**Resistencia a compresión del concreto Patrón añadiéndole 4% de microsílíce:**

**Tabla 8.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	5	245.13
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	3	233.36
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	5	241.13
<b>Promedio</b>					<b>239.87</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 8; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 4% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 239.87kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que una probeta presentó una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales), y las otras 2, presentaron una falla tipo 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 9.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	3	304.62
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	3	304.54
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	3	304.56
<b>Promedio</b>					<b>304.58</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 9; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 4% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 304.58kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 3 probetas presentaron una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

**Tabla 10.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 4% de microsíllice a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	3	326.31
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	3	328.76
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	3	327.49
<b>Promedio</b>					<b>327.52</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 4% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 327.52kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 3 probetas presentaron una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

### **Resistencia a compresión del concreto Patrón añadiéndole 8% de microsíllice:**

**Tabla 11.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 8% de microsíllice a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	3	250.97
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	3	246.29
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	5	249.87
<b>Promedio</b>					<b>249.04</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 11; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 8% de

microsílice, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 249.04kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 2 probetas presentaron una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales), y una probeta presentó una falla tipo 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 12.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 8% de microsíllice a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	6	331.84
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	5	333.17
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	5	332.35
<b>Promedio</b>					<b>332.45</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 12; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 8% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 332.45kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 2 probetas presentaron una falla tipo 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta), y una probeta presentó una falla tipo 6 (falla o rotura en 2 de los lados de la probeta).

**Tabla 13.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 8% de microsíllice a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	2	354.23
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	3	354.23
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	2	354.95
<b>Promedio</b>					<b>354.47</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 13; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 8% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 354.47kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 2 probetas

presentaron una falla tipo 2 (falla o rotura en forma de cono en el inferior de las probetas y fisuras verticales encima del cono), y una probeta presentó una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

**Resistencia a compresión del concreto Patrón añadiéndole 12% de microsílíce:**

**Tabla 14.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	5	273.30
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	5	270.25
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	3	275.09
				<b>Promedio</b>	<b>272.88</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 14; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 12% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 272.88kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que una probeta presentó una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales), y las otras 2, presentaron una falla tipo 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 15.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	3	350.81
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	5	369.09
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	5	358.96
				<b>Promedio</b>	<b>359.62</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 15; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 12% de

microsílice, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 359.62kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que una probeta presentó una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales), y las otras 2, presentaron una falla tipo 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 16.** “Registros de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 12% de microsílice a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	2	382.86
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	3	382.51
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	2	383.18
<b>Promedio</b>					<b>382.85</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 16; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a compresión de las 3 probetas de concreto convencional añadiendo un 12% de microsílice, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia promedio fue de 382.85kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 2 probetas presentaron una falla tipo 2 (falla o rotura en forma de cono en el inferior de las probetas y fisuras verticales encima del cono), y una probeta presentó una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

**Tabla 17.** "Resumen de los registros de las roturas de los testigos a compresión"

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
TIEMPO	7 días	14 días	28 días
PATRÓN	227.01	265.34	288.66
P + 4%	239.87	304.58	327.52
P + 8%	249.04	332.45	354.47
P + 12%	272.88	359.62	382.85

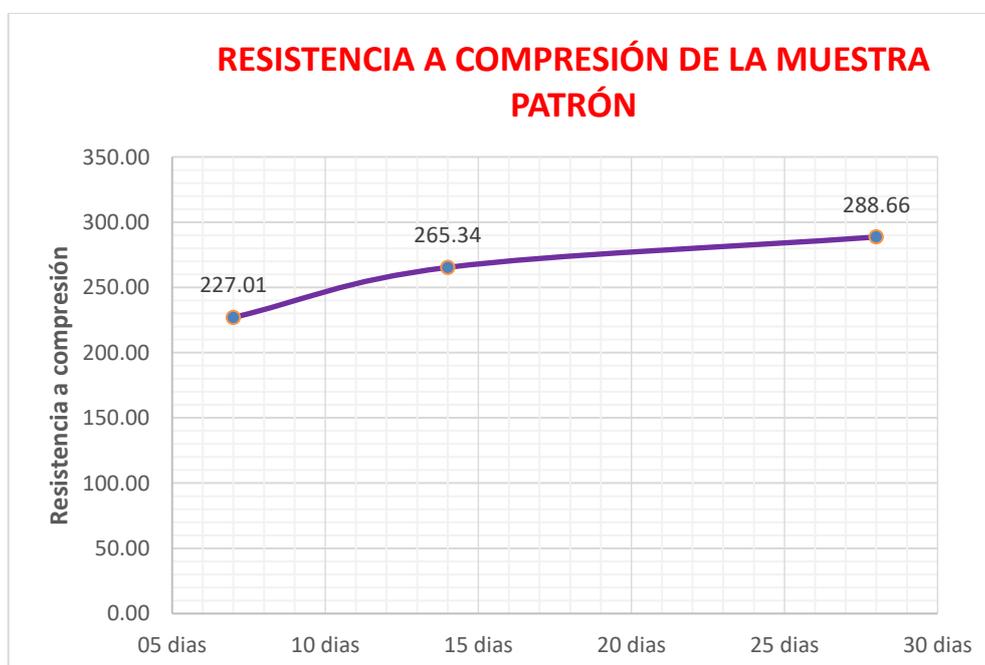
Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se observa que la muestra patrón a los 28 días, alcanza una resistencia a compresión de 288.66kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra donde se añadió un 4% de microsílice logra una resistencia de 327.52kg/cm<sup>2</sup>, logrando

incrementar la resistencia en un 13.46% respecto a la muestra patrón; y a la que se añadió un 8% de microsílíce alcanzó una resistencia de 354.74 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 22.80% respecto a la muestra patrón y al que se añadió un 12% de microsílíce alcanzó una resistencia máxima de 382.85 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 32.63% respecto a la muestra patrón; observando que este último alcanzó una resistencia superior de compresión a comparación con los otros testigos.

### Resistencia a compresión de la muestra Patrón

A continuación, se presenta la resistencia alcanzada a los 7, 14 y 28 días de la muestra patrón.



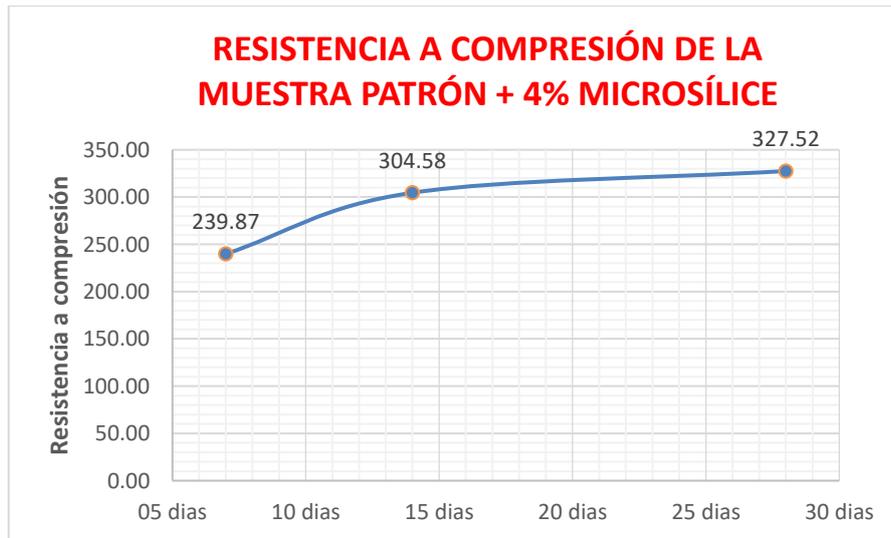
**Figura 1.** "Resistencia a compresión de la muestra Patrón"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se observa que la muestra Patrón a los 7 días tiene un aguante de 227.01kg/cm<sup>2</sup>; a los 14 días alcanza una resistencia de 265.34kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra un aguante a compresión de 288.66kg/cm<sup>2</sup>.

### Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 4% de microsílíce

A continuación, se presenta la resistencia alcanzada a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 4% de microsílíce.



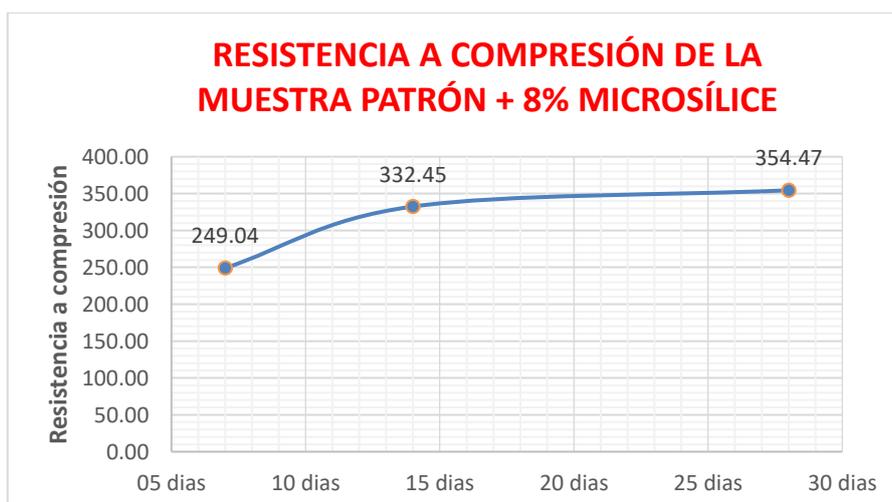
**Figura 2.** "Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 4% de microsilíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia de 239.87kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza una resistencia de 304.58kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra una resistencia a la compresión de 327.52kg/cm<sup>2</sup>.

### Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 8% de microsilíce

A continuación, se presenta la resistencia alcanzada a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 8% de microsilíce.



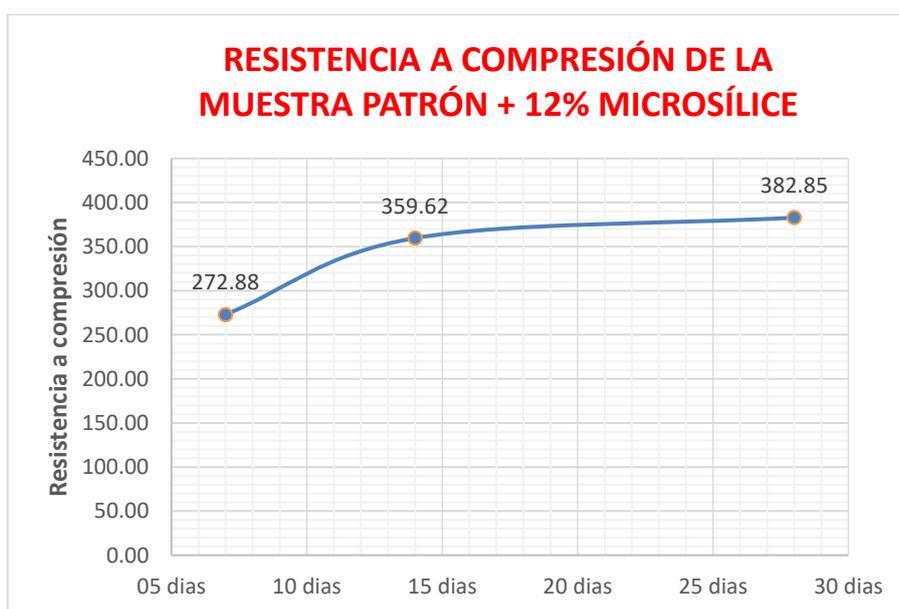
**Figura 3.** "Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 8% de microsilíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia de 294.04kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza una resistencia de 332.45kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra una resistencia a la compresión de 354.47kg/cm<sup>2</sup>.

### Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 12% de microsílíce

A continuación, se presenta la resistencia alcanzada a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 12% de microsílíce.



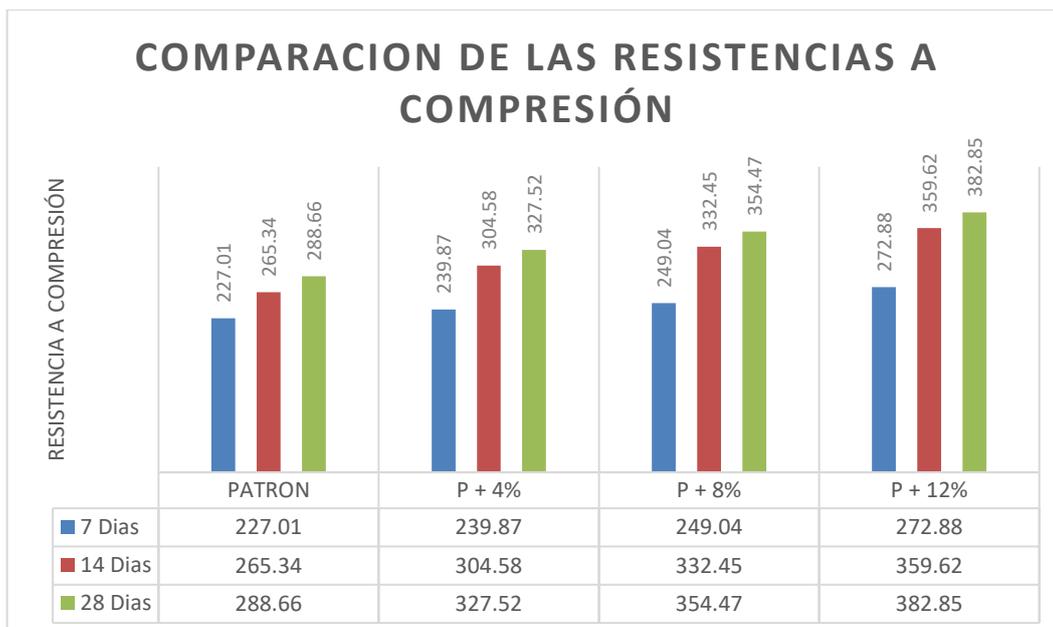
**Figura 4.** "Resistencia a compresión de la muestra Patrón + 12% de microsílíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia de 272.88kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza una resistencia de 359.62kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra una resistencia a la compresión de 382.85kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparación de las resistencias a compresión de las muestras

A continuación, se presenta la resistencia alcanzada a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 4, 8 y 12% de microsílíce.



**Figura 5.** "Comparación de las resistencias a comprensión de los testigos"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se puede observar que el aumento de resistencia añadiéndole 12% de microsílíce a los 7 días es de 45.87kg/cm<sup>2</sup> a razón de la muestra patrón; el aumento de resistencia añadiéndole 12% de microsílíce a los 14 días es de 94.28kg/cm<sup>2</sup> en correspondencia a la muestra patrón; el aumento de resistencia añadiéndole 12% de microsílíce a los 28 días es de 94.19kg/cm<sup>2</sup> a razón de la muestra patrón.

## RESISTENCIA A FLEXIÓN

Como se describe en el **objetivo específico N° 3, Determinar la proporción óptima de microsílíce para mejorar la resistencia a la flexión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.** Se realizó lo siguiente:

Primeramente, se diseñó y se elaboró una muestra patrón con un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, ya que este es una resistencia típica utilizados en los pavimentos rígidos. Luego se le incorporo 4%, 8% y 12% de microsílíce, construyendo prismas de concreto de 15cm de profundidad y ancho; y 45 cm de longitud y posteriormente se hizo la rotura con una prensa a los 7, 14 y 28 días para obtener los valores de la resistencia a flexión de cada uno de los testigos.

Por lo que a continuación se muestran los registros de las roturas de prismas a flexión.

Resistencia a flexión del concreto Patrón:

**Tabla 18.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	26.53
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	27.19
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	26.82
				<b>Promedio</b>	<b>26.84</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 18; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional,  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 26.84kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 19.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	29.09
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	29.21
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	29.14
				<b>Promedio</b>	<b>29.15</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 19; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional,  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 29.15kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 20.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	32.48
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	31.48
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	32.14
<b>Promedio</b>					<b>32.03</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 20; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, f'c de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 32.03kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

#### **Resistencia a flexión del concreto Patrón añadiéndole 4% de microsílíce:**

**Tabla 21.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	28.53
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	28.34
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	28.69
<b>Promedio</b>					<b>28.52</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 21; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 4% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 28.52kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 22.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 4% de microsíllice a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	31.16
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	31.03
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	31.19
<b>Promedio</b>					<b>31.13</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 22; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 4% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 31.13kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 23.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 4% de microsíllice a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	33.65
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	33.57
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	33.73
<b>Promedio</b>					<b>33.65</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 23; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 4% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 33.65kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

## Resistencia a flexión del concreto Patrón añadiéndole 8% de microsílíce:

**Tabla 24.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	30.11
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	29.92
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	29.50
<b>Promedio</b>					<b>29.84</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 24; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 8% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 29.84kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 25.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	32.70
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	32.60
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	32.75
<b>Promedio</b>					<b>32.68</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 25; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 8% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 32.68kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 26.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 8% de microsíllice a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	35.32
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	34.21
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	35.23
<b>Promedio</b>					<b>34.92</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 26; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 8% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 34.92kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Resistencia a flexión del concreto Patrón añadiéndole 12% de microsíllice:**

**Tabla 27.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 12% de microsíllice a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	31.97
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	31.34
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	Tercio central	31.52
<b>Promedio</b>					<b>31.61</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 27; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 12% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 31.61kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 28.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	34.59
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	34.53
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	Tercio central	34.59
<b>Promedio</b>					<b>34.57</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 28; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 12% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 34.57kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 29.** “Registros de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	36.38
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	36.56
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	Tercio central	36.18
<b>Promedio</b>					<b>36.37</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 29; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 12% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia a flexión promedio fue de 36.37kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 30.** "Resumen de los registros de las roturas de los testigos a flexión"

<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>			
<b>TIEMPO</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
<b>PATRÓN</b>	26.84	29.15	32.03
<b>P + 4%</b>	28.52	31.13	33.65
<b>P + 8%</b>	29.84	32.68	34.92
<b>P + 12%</b>	31.61	34.57	36.37

Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se entiende que la muestra patrón a los 28 días, logra una resistencia a flexión de 32.03 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra donde se añadió un 4% de microsilíce logra una resistencia de 33.65 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 5.06% respecto a la muestra patrón; y a la que se añadió un 8% de microsilíce alcanzó una resistencia de 34.92 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 9.02% respecto a la muestra patrón y al que se añadió un 12% de microsilíce alcanzó una resistencia máxima de 36.37 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 13.55% en razón a la muestra patrón; observando que este último alcanzo una resistencia superior de flexión a comparación con los otros testigos.

### **Resistencia a flexión de la muestra Patrón**

A continuación, se presenta la resistencia a flexión lograda a los 7, 14 y 28 días de la muestra patrón.



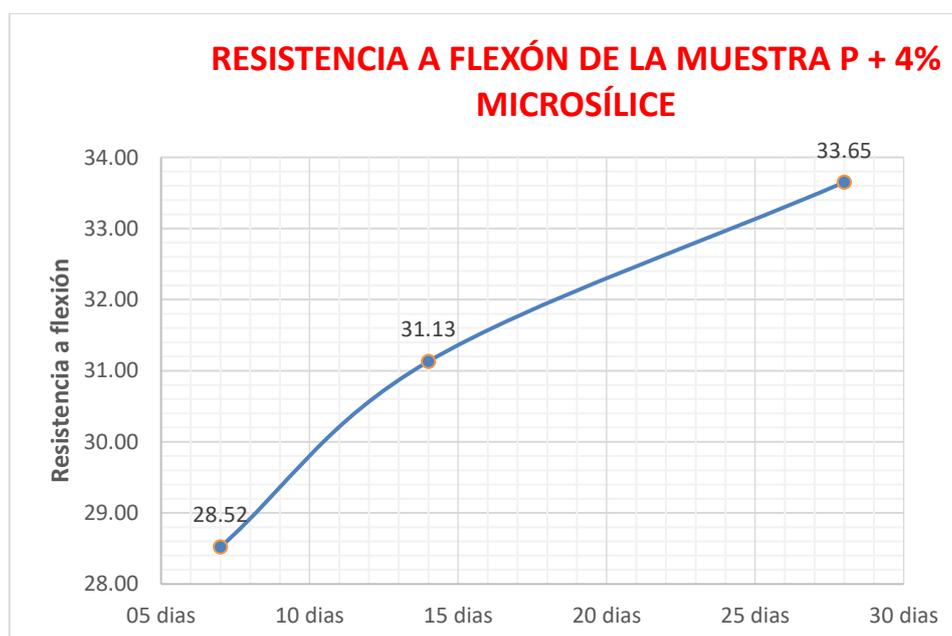
**Figura 6.** "Resistencia a flexión de la muestra Patrón"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia a flexión de 26.84kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza una resistencia a flexión de 29.15kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra una resistencia a la flexión de 32.03kg/cm<sup>2</sup>.

### **Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 4% de microsílíce**

A continuación, se presenta la resistencia a flexión lograda a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 4% de microsílíce.



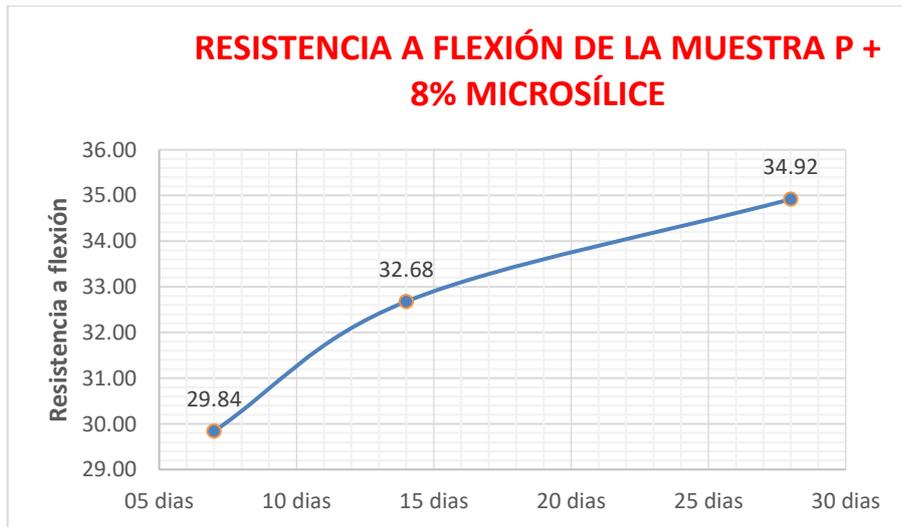
**Figura 7.** "Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 4% de microsílíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia a flexión de 28.52kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza una resistencia a flexión de 31.13 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra una resistencia a la flexión de 33.65 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 8% de microsílíce**

A continuación, se presenta la resistencia a flexión alcanzada a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 8% de microsílíce.



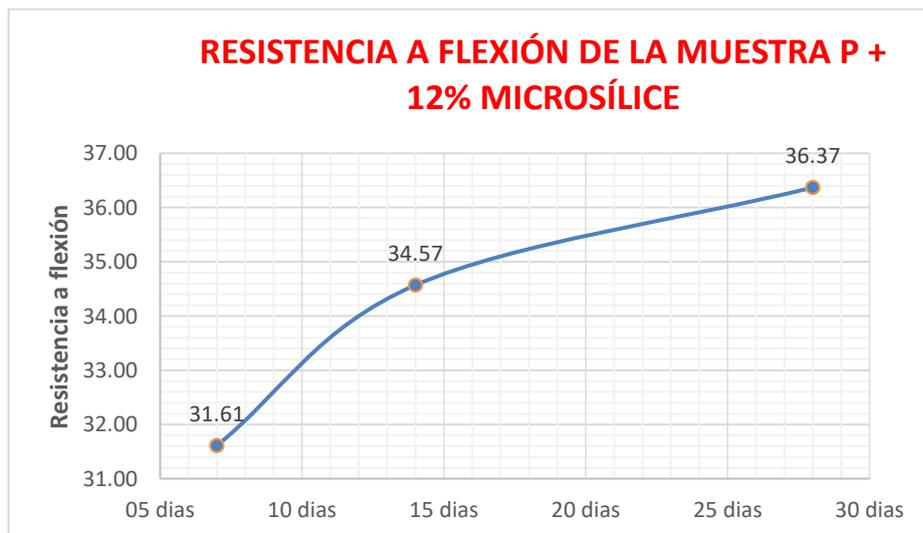
**Figura 8.** "Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 8% de microsilíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia a flexión de 29.84kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza una resistencia a flexión de 32.68kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra una resistencia a la flexión de 34.92kg/cm<sup>2</sup>.

### Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 12% de microsilíce

A continuación, se presenta la resistencia a flexión lograda a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 12% de microsilíce.



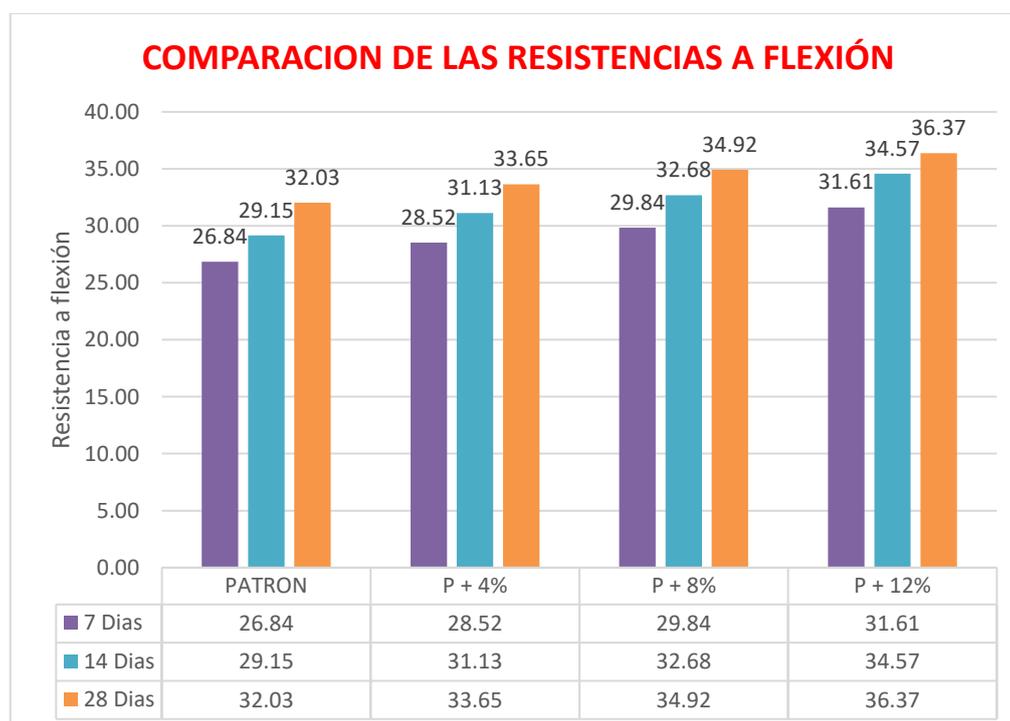
**Figura 9.** "Resistencia a flexión de la muestra Patrón + 12% de microsilíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia a flexión de 31.61 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza una resistencia a flexión de 34.57kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra un aguante a la flexión de 36.37kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparación de las resistencias a flexión de las muestras

A continuación, se presenta la resistencia a flexión lograda a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 4, 8 y 12% de microsílíce.



**Figura 10.** "Comparación de las resistencias a flexión de los testigos"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se puede observar que el aumento de la resistencia a flexión añadiéndole 12% de microsílíce a los 7 días es de 4.77kg/cm<sup>2</sup> a razón de la muestra patrón; el aumento de resistencia a flexión añadiéndole 12% de microsílíce a los 14 días es de 5.42kg/cm<sup>2</sup> en relación a la muestra patrón; el aumento de resistencia a flexión añadiéndole 12% de microsílíce a los 28 días es de 4.34kg/cm<sup>2</sup> a razón de la muestra patrón.

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Como se describe en el **objetivo específico N° 4, Determinar la proporción óptima de microsílíce para mejorar la resistencia a la tracción del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.** Se realizó lo siguiente:

Primeramente, se diseñó y se elaboró una muestra patrón con un  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, ya que este es una resistencia típica utilizados en los pavimentos rígidos. Luego se le incorporo 4%, 8% y 12% de microsílíce, construyendo testigos de hormigón de 15.28 cm de diámetro; y 30.65 cm de longitud y posteriormente se hizo la rotura con una prensa a las 7, 14 y 28 días para obtener los valores de la resistencia a tracción de cada uno de los testigos.

Por lo que a continuación se muestran los registros de las roturas de briquetas a tracción.

Resistencia a tracción del concreto Patrón:

**Tabla 31.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	169530	23.50
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	171300	23.78
PATRÓN	16/10/2021	23/10/2021	7	170480	23.65
				<b>Promedio</b>	<b>23.64</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 31; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, con un  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 23.64kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 32.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	173220	24.05
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	173060	24.02
PATRÓN	16/10/2021	30/10/2021	14	173430	24.04
				<b>Promedio</b>	<b>24.04</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 32; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, con un  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 24.04kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 33.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	234160	32.32
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	234600	32.57
PATRÓN	16/10/2021	13/11/2021	28	234150	32.41
				<b>Promedio</b>	<b>32.44</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 33; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, con un  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 32.44kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Resistencia a tracción del concreto Patrón añadiéndole 4% de microsílíce:**

**Tabla 34.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	175600	24.34
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	175570	24.36
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	175380	24.35
				<b>Promedio</b>	<b>24.35</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 34; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 4% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 24.35kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 35.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	177340	24.59
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	176830	24.56
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	177250	24.57
				<b>Promedio</b>	<b>24.57</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 35; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 4% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 24.57kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 36.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 4% de microsílíce a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	239870	33.14
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	240410	33.15
PATRÓN + 4% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	240960	33.44
				<b>Promedio</b>	<b>33.25</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 36; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 4% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 33.25kg/cm<sup>2</sup>.

**Resistencia a tracción del concreto Patrón añadiéndole 8% de microsílíce:**

**Tabla 37.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	188910	26.22
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	188360	26.16
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	188550	26.17
				<b>Promedio</b>	<b>26.18</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 37; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 8% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 26.18kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 38.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	182830	25.33
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	195850	27.32
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	189450	26.37
				<b>Promedio</b>	<b>26.34</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 38; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 8% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 26.34kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 39.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 8% de microsílíce a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	254540	35.27

PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	251080	34.75
PATRÓN + 8% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	252650	34.93
				<b>Promedio</b>	<b>34.98</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 39; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 8% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 34.98kg/cm<sup>2</sup>.

**Resistencia a tracción del concreto Patrón añadiéndole 12% de microsíllice:**

**Tabla 40.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 12% de microsíllice a los 7 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	203530	28.21
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	198020	27.42
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	200490	27.81
				<b>Promedio</b>	<b>27.81</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 40; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 12% de microsíllice, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 27.81kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 41.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 12% de microsíllice a los 14 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	207060	28.73
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	206350	28.64
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	206830	28.67
				<b>Promedio</b>	<b>28.68</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 41; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 12% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 26.68kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 42.** “Registros de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 12% de microsílíce a los 28 días”

Testigo	Fecha		Edad	Fuerza máxima (N)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	261240	36.01
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	267180	37.13
PATRÓN + 12% MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	265740	36.80
				<b>Promedio</b>	<b>36.65</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 42; se muestran los valores alcanzados a la resistencia a tracción de las 3 probetas de concreto convencional, añadiéndole un 12% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días de curado, donde la resistencia a tracción promedio fue de 36.65kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 43.** "Resumen de los registros de las roturas de los testigos a tracción"

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			
TIEMPO	7 días	14 días	28 días
PATRÓN	23.64	24.04	32.44
P + 4%	24.35	24.57	33.25
P + 8%	26.18	26.34	34.98
P + 12%	27.81	28.68	36.65

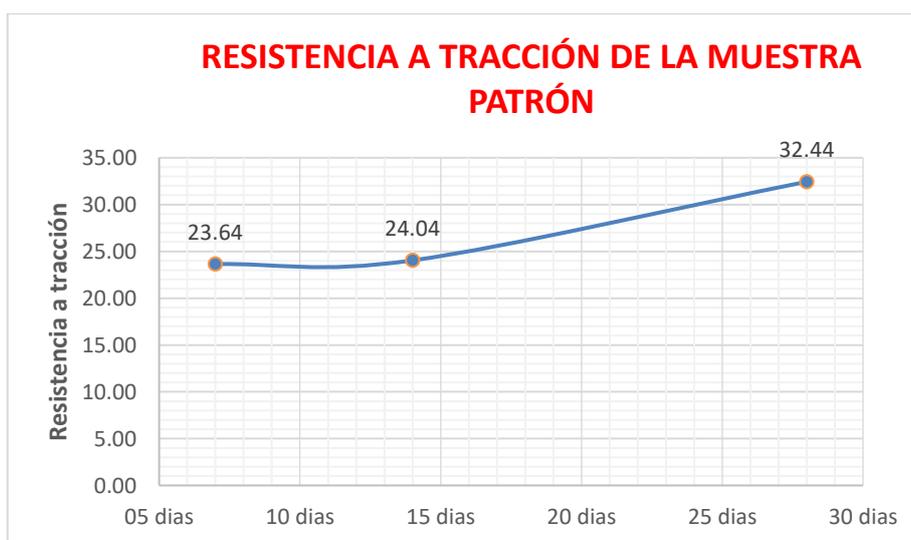
Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se entiende que la muestra patrón a los 28 días, logra una resistencia a tracción de 32.44 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra donde se añadió un 4% de microsílíce alcanza una resistencia a tracción de 33.25 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar el aguante en un 2.50% respecto a la muestra patrón; y a la que se añadió un 8% de microsílíce alcanzó una resistencia a tracción de 34.98 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 7.83% respecto a la muestra patrón y al

que se añadió un 12% de microsilíce alcanzó una resistencia a tracción de 36.65 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 12.98% a razón de la muestra patrón; observando que este último alcanzó una resistencia superior de tracción a comparación con los otros testigos.

### Resistencia a tracción de la muestra Patrón

A continuación, se presenta la resistencia a tracción lograda a los 7, 14 y 28 días de la muestra patrón.



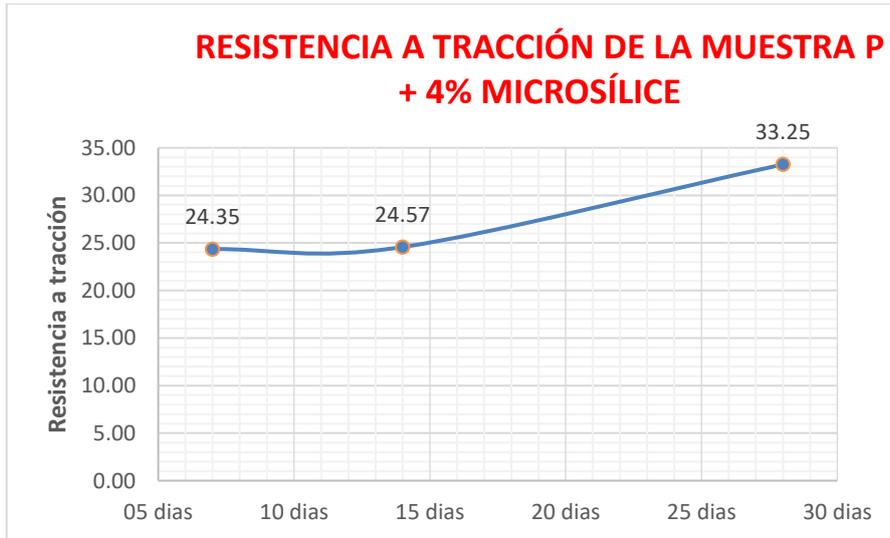
**Figura 11.** "Resistencia a tracción de la muestra Patrón"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia a tracción de 23.64kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza una resistencia a tracción de 24.04kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra un aguante a la tracción de 32.44kg/cm<sup>2</sup>.

### Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 4% de microsilíce

A continuación, se presenta la resistencia a tracción lograda a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 4% de microsilíce.



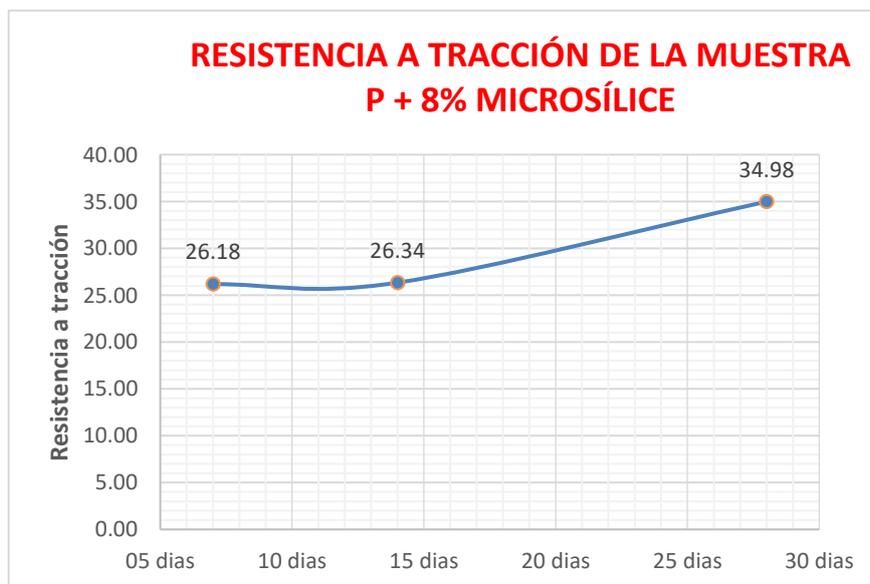
**Figura 12.** "Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 4% de microsílíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una resistencia a tracción de 24.35kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza un aguante a tracción de 24.57kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra un aguante a la tracción de 33.25kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 8% de microsílíce**

A continuación, se presenta la resistencia a tracción lograda a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 8% de microsílíce.



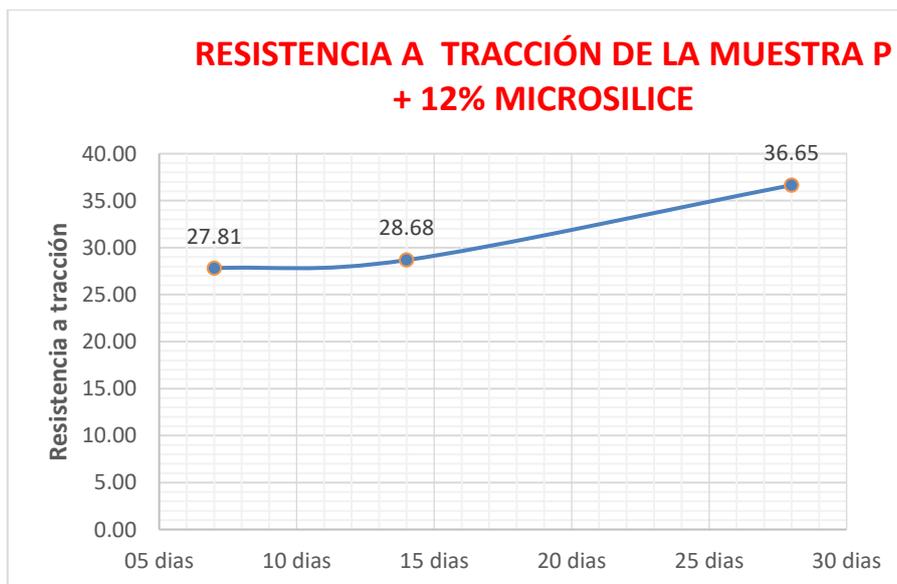
**Figura 13.** "Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 8% de microsílíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene un aguante a tracción de 26.18kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza un aguante a tracción de 26.34kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra un aguante a la tracción de 34.98kg/cm<sup>2</sup>.

### Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 12% de microsílíce

A continuación, se presenta la resistencia a tracción alcanzada a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 12% de microsílíce.



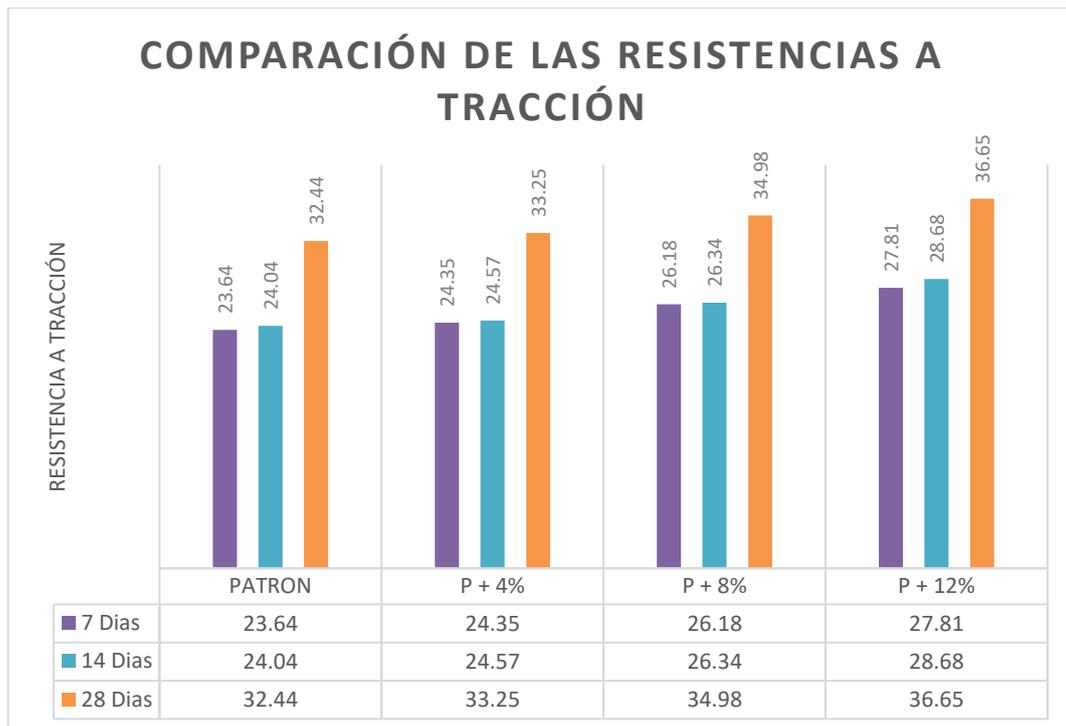
**Figura 14.** "Resistencia a tracción de la muestra Patrón + 12% de microsílíce"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se entiende que la muestra Patrón a los 7 días tiene una firmeza a tracción de 27.81kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanza un aguante a tracción de 28.68kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logra una firmeza a la tracción de 36.65kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparación de las resistencias a tracción de las muestras

A continuación, se presenta la resistencia a tracción lograda a los 7, 14 y 28 días de la muestra Patrón añadiéndole 4, 8 y 12% de microsílíce.



**Figura 15.** "Comparación de las resistencias a tracción de los testigos"

Fuente: Elaboración propia

Donde en la figura anterior se puede observar que el aumento de resistencia a tracción añadiéndole 12% de microsilíce a los 7 días es de 4.17 kg/cm<sup>2</sup> a razón de la muestra patrón; el aumento de resistencia a tracción añadiéndole 12% de microsilíce a los 14 días es de 4.64kg/cm<sup>2</sup> a razón de la muestra patrón; el aumento de resistencia a tracción añadiéndole 12% de microsilíce a los 28 días es de 4.21kg/cm<sup>2</sup> en relación a la muestra patrón.

### Contrastación de hipótesis

En este estudio para la contratación se utilizará el método de medias del T estudent, para muestras independientes, ya que esta técnica estadística paramétrica se recomienda para la comparación de muestras pequeñas y cumplen con el sustento de normalidad. Donde el propósito de esta prueba es el de precisar si el valor hipotético se debe aceptar como verosímil basada a certidumbre muestral.

Primeramente, se inicia con el **planteamiento de la hipótesis** nula y alterna, se considera la siguiente situación.

$$H_0: X = u$$

$$H_1: X \neq u$$

En el presente trabajo se plantean 2 hipótesis para cada contrastación, donde deben ser excluyentes, como se representa a continuación.

- Hipótesis Nula:  $H_0$
- Hipótesis alterna:  $H_1$

Seguidamente se elige el **nivel de significancia** ( $\alpha = 0.05$  es decir un 95% de probabilidad); ya que dicho valor se utiliza habitualmente para estudios de investigación.

Luego se precisa el **área de aceptación y rechazo** de la hipótesis nula.

Por la estructura considerada en las hipótesis, se utilizará una distribución normal de 2 colas donde:



**Figura 16.** "Área de aceptación"

Fuente: Elaboración propia

Utilizaremos la siguiente función Pivotal donde:  $t$  es el parámetro que indica los límites de aceptación.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}}$$

Donde:

$X_1$  y  $X_2$  son las medias de las muestras.

$S_c^2$  es la varianza común.

$n_1$  y  $n_2$  es la numero de muestras registros.

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$S_1^2$ : varianza de la muestra 1.

$S_2^2$ : varianza de la muestra 2.

$$S_n^2 = \frac{\sum(X - X')^2}{n - 1}$$

$X'$  es la media

$X$  es el registro de la muestra

$n$  es la cantidad de la muestra

### Prueba estadística para la hipótesis del objetivo específico N° 1

Se hará la comprobación de la hipótesis de t student considerando la media de la muestra patrón a los 28 días comparándolos con la media de la muestra patrón de diseño que es 210 kg/cm<sup>2</sup>. Esto para demostrar si la varianza es significativa.

- **H<sub>0</sub>**: El promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón es igual al promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón de diseño.
- **H<sub>1</sub>**: El promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón **NO** es igual a la resistencia a compresión de la muestra patrón de diseño.

Nivel de significancia: es  $\alpha = 0.05$ , con una confiabilidad del 95%.

- Nivel de confianza: 95% = 0.95
- Nivel de significancia: 5% = 0.05

Donde se muestra el cuadro de los datos siguientes:

**Tabla 44.** "Comparación de la resistencia a compresión de la mezcla Patrón y la mezcla Patrón de diseño"

Nro.	Patrón	Patrón de diseño
1	287.40	210
2	289.89	210
3	288.70	210

Fuente: Elaboración propia

Donde el promedio de la muestra 1 (Mezcla patrón a los 28 días) es  $X_1$  es 288.66; y el promedio de la muestra 2 (Mezcla patrón de diseño) es  $X_2$  es 210.00; además  $n_1 = n_2 = 3$ ; y la varianza de la muestra 1,  $S_1^2 = 1.551$  y la varianza muestral 2,  $S_2^2 = 0.00$  (obtenidos de la ecuación de la varianza muestral) ; teniendo estos datos se procede a reemplazar en la ecuación de la varianza común:

$$S_c^2 = \frac{(3 - 1) * 1.551 + (3 - 1) * 0.00}{3 + 3 - 2}$$

$$S_c^2 = 0.776$$

Por consiguiente, se reemplaza en la relación de la prueba t:

$$t = \frac{288.66 - 210.00}{\sqrt{\left(\frac{0.776}{3} + \frac{0.776}{3}\right)}}$$

$$t(\text{prueba}) = 109.40$$

Por último, se halla los valores críticos de la distribución t student de su tabla, considerando que el grado de libertad es  $n_1 + n_2 - 2 = 4$ ; y el nivel de confianza es de 0.05 a 2 colas.

Tabla 45. “Valor crítico de la distribución t student para la hipótesis”



		Niveles de Significancia DOS COLA								
		0.500	0.250	0.200	0.100	0.050	0.025	0.020	0.010	0.005
1		1.00	2.41	3.08	6.31	12.71	25.45	31.82	63.66	127.32
2		0.82	1.60	1.89	2.92	4.30	6.21	6.96	9.92	14.09
3		0.76	1.42	1.64	2.35	3.18	4.18	4.54	5.84	7.45
4		0.74	1.39	1.53	2.13	2.78	3.50	3.75	4.60	5.60
5		0.73	1.38	1.48	2.02	2.57	3.16	3.36	4.03	4.77
6		0.72	1.27	1.44	1.94	2.45	2.97	3.14	3.71	4.32
7		0.71	1.25	1.41	1.89	2.36	2.84	3.00	3.50	4.03
8		0.71	1.24	1.40	1.86	2.31	2.75	2.90	3.36	3.83
9		0.70	1.23	1.38	1.83	2.26	2.69	2.82	3.25	3.69
10		0.70	1.22	1.37	1.81	2.23	2.63	2.76	3.17	3.58
11		0.70	1.21	1.36	1.80	2.20	2.59	2.72	3.11	3.50
12		0.70	1.21	1.36	1.78	2.18	2.56	2.68	3.05	3.43
13		0.69	1.20	1.35	1.77	2.16	2.53	2.65	3.01	3.37
14		0.69	1.20	1.35	1.76	2.14	2.51	2.62	2.98	3.33
15		0.69	1.20	1.34	1.75	2.13	2.49	2.60	2.95	3.29
16		0.69	1.19	1.34	1.75	2.12	2.47	2.58	2.92	3.25
17		0.69	1.19	1.33	1.74	2.11	2.46	2.57	2.90	3.22
18		0.69	1.19	1.33	1.73	2.10	2.45	2.55	2.88	3.20
19		0.69	1.19	1.33	1.73	2.09	2.43	2.54	2.86	3.17
20		0.69	1.18	1.33	1.72	2.09	2.42	2.53	2.85	3.15
21		0.69	1.18	1.32	1.72	2.08	2.41	2.52	2.83	3.14
22		0.69	1.18	1.32	1.72	2.07	2.41	2.51	2.82	3.12
23		0.69	1.18	1.32	1.71	2.07	2.40	2.50	2.81	3.10
24		0.68	1.18	1.32	1.71	2.06	2.39	2.49	2.80	3.09
25		0.68	1.18	1.32	1.71	2.06	2.38	2.49	2.79	3.08
26		0.68	1.18	1.31	1.71	2.06	2.38	2.48	2.78	3.07
27		0.68	1.18	1.31	1.70	2.05	2.37	2.47	2.77	3.06
28		0.68	1.17	1.31	1.70	2.05	2.37	2.47	2.76	3.05
29		0.68	1.17	1.31	1.70	2.05	2.36	2.46	2.76	3.04
30		0.68	1.17	1.31	1.70	2.04	2.36	2.46	2.75	3.03
31		0.68	1.17	1.31	1.70	2.04	2.36	2.45	2.74	3.02
32		0.68	1.17	1.31	1.69	2.04	2.35	2.45	2.74	3.01
33		0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.35	2.44	2.73	3.01
34		0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.35	2.44	2.73	3.00
35		0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.34	2.44	2.72	3.00
36		0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.34	2.43	2.72	2.99
37		0.68	1.17	1.30	1.69	2.03	2.34	2.43	2.72	2.99
38		0.68	1.17	1.30	1.69	2.02	2.33	2.43	2.71	2.98
39		0.68	1.17	1.30	1.68	2.02	2.33	2.43	2.71	2.98
40		0.68	1.17	1.30	1.68	2.02	2.33	2.42	2.70	2.97
		0.250	0.125	0.100	0.050	0.025	0.013	0.010	0.005	0.003



Fuente: Elaboración propia

Donde se puede observar que los valores críticos de la distribución t es  $-2.78$  y  $+2.78$ ; donde en ese rango es la zona de aceptación, y la zona fuera de esa es la zona de rechazo.

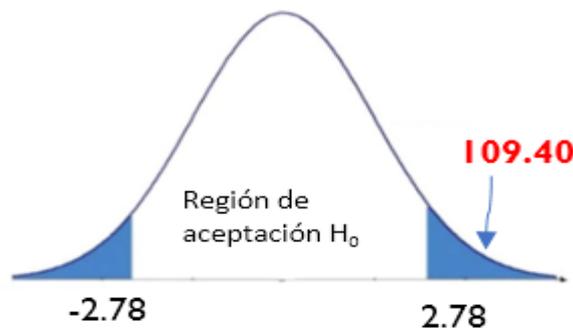


Figura 17 “Ubicación de la prueba t en la distribución normal para el objetivo 1”

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el estadístico  $t = 109.40$  está fuera del rango de aceptación; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Llegando a la conclusión de que el promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón **NO** es igual a la muestra patrón de diseño. A una confianza del 95%; deduciendo que la muestra patrón es **significativamente** mayor al de la muestra patrón de diseño.

### Prueba estadística para la hipótesis del objetivo específico N° 2

Se hará la comprobación de la hipótesis de t student considerando la media de la muestra patrón a los 28 días comparándolos con la media de la muestra patrón añadido 4% de microsílíce, ya que este es el valor más bajo que se le puso a la mezcla patrón de microsílíce. Esto para demostrar si la varianza es significativa.

- **H<sub>0</sub>**: El promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón es igual al promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 4% de microsílíce.
- **H<sub>1</sub>**: El promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón **NO** es igual al promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón + 4% de microsílíce

Nivel de significancia: es  $\alpha = 0.05$ , con una confiabilidad del 95%.

- Nivel de confianza: 95% = 0.95
- Nivel de significancia: 5% = 0.05

Donde se muestra el cuadro de los datos siguientes:

**Tabla 46.** "Comparación de la resistencia a compresión de la mezcla Patrón y la mezcla patrón añadida un 4% de microsílíce"

Nro.	Patrón	Patrón + 4% microsílíce
1	287.4	326.31
2	289.89	328.76
3	288.7	327.49

Fuente: Elaboración propia

Donde el promedio de la muestra 1 (Mezcla patrón a los 28 días) es  $X_1$  es 288.66; y el promedio de la muestra 2 (Mezcla patrón + 4% de microsílíce) es  $X_2$  es 327.52; además  $n_1 = n_2 = 3$ ; y además la varianza de la muestra 1,  $S_1^2 = 1.551$  y la varianza muestral 2,  $S_2^2 = 1.501$  (obtenidos de la ecuación de la varianza muestral); teniendo estos datos se procede a reemplazar en la ecuación de la varianza común:

$$S_c^2 = \frac{(3 - 1) * 1.551 + (3 - 1) * 1.501}{3 + 3 - 2}$$

$$S_c^2 = 1.526$$

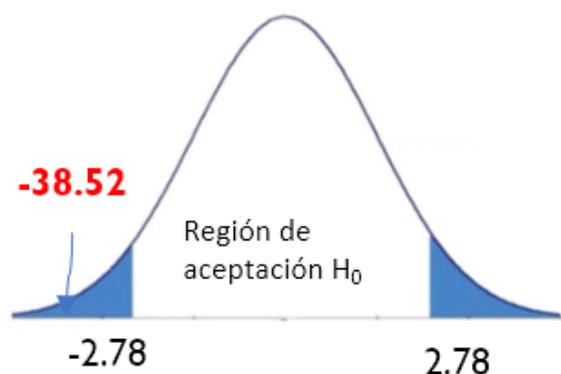
Por consiguiente, se reemplaza en la relación de la prueba t:

$$t = \frac{288.66 - 327.52}{\sqrt{\left(\frac{1.526}{3} + \frac{1.526}{3}\right)}}$$

$$t(\text{prueba}) = -38.52$$

Por último, se halla los valores críticos de la distribución t student de su tabla, considerando que el grado de libertad es  $n_1 + n_2 - 2 = 4$ ; y el nivel de confianza es de 0.05 a 2 colas, en la tabla 45.

Donde se puede observar que los valores críticos de la distribución t es -2.78 y +2.78; donde en ese rango es la zona de aceptación, y la zona fuera de esa es la zona de rechazo.



**Figura 18.** “Ubicación de la prueba t en la distribución normal para el objetivo 2”

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el estadístico  $t = -38.52$  está fuera del rango de aceptación; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Llegando a la conclusión de que el promedio de la resistencia a compresión de la muestra patrón **NO** es igual al promedio de la muestra patrón añadiéndole 4% de microsilíce. A una confianza del 95%; deduciendo que la muestra añadida de 4% de microsilíce es **significativamente** mayor al de la muestra patrón.

### Prueba estadística para la hipótesis del objetivo específico N° 3

Se hará la comprobación de la hipótesis de t student considerando la media de la muestra patrón a los 28 días comparándolos con la media de la muestra patrón añadido 4% de microsilíce, ya que este es el valor más bajo que se le puso a la mezcla patrón de microsilíce. Esto para demostrar si la varianza es significativa.

- **H<sub>0</sub>**: El promedio de la resistencia a flexión de la muestra patrón es igual al promedio de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 4% de microsilíce.
- **H<sub>1</sub>**: El promedio de la resistencia a flexión de la muestra patrón **NO** es igual al promedio de la resistencia a flexión de la muestra patrón + 4% de microsilíce.

Nivel de significancia: es  $\alpha = 0.05$ , con una confiabilidad del 95%.

- Nivel de confianza: 95% = 0.95
- Nivel de significancia: 5% = 0.05

Donde se muestra el cuadro de los datos siguientes:

**Tabla 47.** "Comparación de la resistencia a flexión de la mezcla Patrón y la mezcla patrón añadida un 4% de microsilíce"

Nro.	Patrón	Patrón + 4% microsilíce
1	32.48	33.65
2	31.48	33.57
3	32.14	33.73

Fuente: Elaboración propia

Donde el promedio de la muestra 1 (Mezcla patrón a los 28 días) es  $X_1$  es 32.03; y el promedio de la muestra 2 (Mezcla patrón + 4% de microsílíce) es  $X_2$  es 33.65; además  $n_1 = n_2 = 3$ ; y además la varianza de la muestra 1,  $S_1^2 = 0.259$  y la varianza muestral 2,  $S_2^2 = 0.006$  (obtenidos de la ecuación de la varianza muestral); teniendo estos datos se procede a reemplazar en la ecuación de la varianza común:

$$S_c^2 = \frac{(3 - 1) * 0.259 + (3 - 1) * 0.006}{3 + 3 - 2}$$

$$S_c^2 = 0.132$$

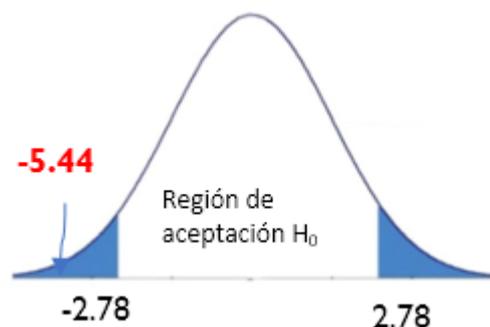
Por consiguiente, se reemplaza en la relación de la prueba t:

$$t = \frac{32.03 - 33.65}{\sqrt{\left(\frac{0.132}{3} + \frac{0.132}{3}\right)}}$$

$$t(\text{prueba}) = -5.44$$

Por último, se halla los valores críticos de la distribución t student de su tabla, considerando que el grado de libertad es  $n_1 + n_2 - 2 = 4$ ; y el nivel de confianza es de 0.05 a 2 colas. Donde se busca el valor t, en la tabla 45.

Donde se puede observar que los valores críticos de la distribución t es -2.78 y +2.78; donde en ese rango es la zona de aceptación, y la zona fuera de esa es la zona de rechazo.



**Figura 19.** “Ubicación de la prueba t en la distribución normal para el objetivo 3”

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el estadístico  $t = -5.44$  está fuera del rango de aceptación; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Llegando a la

conclusión de que el promedio de la resistencia a flexión de la muestra patrón **NO** es igual al promedio de la muestra patrón añadiéndole 4% de microsílíce. A una confianza del 95%; deduciendo que la muestra añadida de 4% de microsílíce es **significativamente** mayor al de la muestra patrón.

#### **Prueba estadística para la hipótesis del objetivo específico N° 4**

Se hará la comprobación de la hipótesis de t student considerando la media de la muestra patrón a los 28 días comparándolos con la media de la muestra patrón añadido 4% de microsílíce, ya que este es el valor más bajo que se le puso a la mezcla patrón de microsílíce. Esto para demostrar si la varianza es significativa.

- **H<sub>0</sub>**: El promedio de la resistencia a tracción de la muestra patrón es igual al promedio de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 4% de microsílíce.
- **H<sub>1</sub>**: El promedio de la resistencia a tracción de la muestra patrón **NO** es igual al promedio de la resistencia a tracción de la muestra patrón + 4% de microsílíce.

Nivel de significancia: es  $\alpha = 0.05$ , con una confiabilidad del 95%.

- Nivel de confianza: 95% = 0.95
- Nivel de significancia: 5% = 0.05

Donde se muestra el cuadro de los datos siguientes:

**Tabla 48.** "Comparación de la resistencia a tracción de la mezcla Patrón y la mezcla patrón añadida un 4% de microsílíce"

<b>Nro.</b>	<b>Patrón</b>	<b>Patrón + 4% microsílíce</b>
<b>1</b>	32.32	33.14
<b>2</b>	32.57	33.15
<b>3</b>	32.41	33.44

Fuente: Elaboración propia

Donde el promedio de la muestra 1 (Mezcla patrón a los 28 días) es  $X_1$  es 32.44; y el promedio de la muestra 2 (Mezcla patrón + 4% de microsílíce) es  $X_2$  es 33.25;

además  $n_1 = n_2 = 3$ ; y además la varianza de la muestra 1,  $S_1^2 = 0.016$  y la varianza muestral 2,  $S_2^2 = 0.029$  (obtenidos de la ecuación de la varianza muestral); teniendo estos datos se procede a reemplazar en la ecuación de la varianza común:

$$S_c^2 = \frac{(3 - 1) * 0.016 + (3 - 1) * 0.029}{3 + 3 - 2}$$

$$S_c^2 = 0.023$$

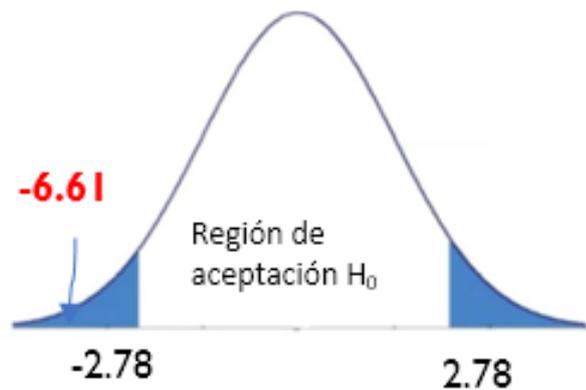
Por consiguiente, se reemplaza en la relación de la prueba t:

$$t = \frac{32.43 - 33.24}{\sqrt{\left(\frac{0.023}{3} + \frac{0.023}{3}\right)}}$$

$$t(\text{prueba}) = -6.61$$

Por último, se halla los valores críticos de la distribución t student de su tabla, considerando que el grado de libertad es  $n_1 + n_2 - 2 = 4$ ; y el nivel de confianza es de 0.05 a 2 colas. Donde se busca el valor t, en la tabla 45.

Donde se puede observar que los valores críticos de la distribución t es -2.78 y +2.78; donde en ese rango es la zona de aceptación, y la zona fuera de esa es la zona de rechazo.



**Figura 20.** “Ubicación de la prueba t en la distribución normal para el objetivo 4”

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el estadístico  $t = -6.61$  está fuera del rango de aceptación; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Llegando a la conclusión de que el promedio de la resistencia a tracción de la muestra patrón **NO**

es igual al promedio de la muestra patrón añadiéndole 4% de microsílíce. A una confianza del 95%; deduciendo que la muestra añadida de 4% de microsílíce es **significativamente** mayor al de la muestra patrón.

## V. DISCUSIÓN

En presente estudio tiene la finalidad de evaluar las propiedades mecánicas con adición de microsílíce para un mejoramiento del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021; encontrando que, con la adición del microsílíce, el concreto mejora de manera significativa sus propiedades mecánicas, que fueron analizadas mediante estudios a compresión basada en la norma ASTM C39; estudios a flexión, basada en la norma ASTM C78 y ensayos a tracción, cumpliendo con la norma ASTM C496.

Existiendo estudios similares que también añaden microsílíce al concreto y comparando sus propiedades como el de Cajilema y Morales (2020) que su estudio lo realizó en la ciudad de Quito, en el país de Ecuador, donde se observa en su estudio que encontró que en una mezcla patrón de  $f'c = 45MP$ , donde el concreto patrón a la edad de los 28 días presentó una resistencia de  $516.93kg/cm^2$ , al aplicar la cantidad del 3% de microsílíce a la edad de 28 días se encontró una resistencia a compresión de  $588.31 kg/cm^2$ , al efectuar la prueba de tracción indirecta a la edad de los 28 días: dio como resistencia a tracción el valor de  $46.04 kg/cm^2$ , y para un concreto patrón de  $60MPa$ , al incorporar el 3% de microsílíce se sometió a los ensayos de tracción, presentando una resistencia de  $63.78 kg/cm^2$ , tras efectuar el ensayo de flexión se encontró que a los 28 días presenta una resistencia de  $80.17 kg/cm^2$ .

Acorde a nuestro estudio donde encontramos que en las pruebas de compresión a los 28 días de la muestra patrón diseñado a  $f'c$  de  $210 kg/cm^2$ ; fue de  $288.66kg/cm^2$ , y añadiéndole microsílíce al 4%, se encontró que la compresión a los 28 días fue de  $327.52kg/cm^2$ , y para la resistencia a flexión, la muestra patrón presentó una resistencia a flexión a los 28 días de  $32.03kg/cm^2$  y añadiéndole microsílíce al 4%, se encontró que la resistencia a flexión a los 28 días de  $33.65kg/cm^2$ , asimismo para la resistencia a tracción, la muestra patrón presentó una resistencia a tracción a los 28 días de  $32.44kg/cm^2$  y añadiéndole microsílíce al 4%, se encontró que la resistencia a tracción a los 28 días de  $33.25kg/cm^2$ ; también añadiéndole microsílíce al 8%, se encontró que la resistencia a compresión a los 28 días fue de  $354.47kg/cm^2$ , y para la resistencia a flexión, la muestra patrón presentó una resistencia a flexión a los 28 días de  $32.03kg/cm^2$  y añadiéndole microsílíce al 8%,

se encontró que la resistencia a flexión a los 28 días de  $34.92\text{kg/cm}^2$ , asimismo para la resistencia a tracción, la muestra patrón presento una resistencia a tracción a los 28 días de  $32.44\text{kg/cm}^2$  y añadiéndole microsilíce al 8%, se encontró que la resistencia a tracción a los 28 días de  $34.98\text{kg/cm}^2$ . Mostrando conjuntamente en ambos estudios que en todos los casos el microsilíce en un 4% aumenta las propiedades mecánicas del concreto, notándose aún más en la adición del 8% de microsilíce considerando a nuestro estudio; realizado en el distrito de Antauta, ubicada en la ciudad de Puno, habiendo concordancias con la investigación anterior.

Por otro lado, Bombón y Rosero (2021) también hizo pruebas de concreto adicionándoles un 0.75%, 1.5% y 3% de partículas de nano sílice. Donde encontró que a la edad de los 28 días de un concreto patrón tuvo una resistencia de 61.16 Mpa, al aplicar la cantidad del 0.5% de microsilíce a la muestra patrón, a la edad de los 28 se obtuvo un valor días de 61.51 Mpa, al incorporar la cantidad del 10% de microsilíce a la muestra patrón se obtuvo un valor de 61.68 Mpa a la edad de los 28 días, mientras que al aplicar el nanosilíce en una dosificación de 0.75% se vio reflejada en la resistencia dada a los 28 días de 63.22 Mpa, al aplicar la cantidad del 1.50% de nanosilíce se obtuvo a los 28 días una resistencia de 66.32 Mpa, finalmente al aplicar la cantidad del 3.0% de nanosilíce se obtuvo una resistencia de 65.21 Mpa dada a la edad de los 28 días. Acorde a nuestro estudio, realizado en el distrito de Antauta, ubicada en la ciudad de Puno. mostrando que los dos aditamentos de microsilíce mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto, pero también se puede observar que en el estudio de Bombón y Rosero (2021) el nanosilíce tuvo mejores resultados, esto debido a que dentro de su composición cuenta con propiedades muy relevantes para mejorar al hormigón, deduciendo que el nanosilíce puede ser aún más efectivo que el microsilíce, donde es recomendable también realizar estudios que contengan nanosilíce en la región de Puno, así poder comparar los resultados de esta investigación y verificar si la investigación de Bombón y Rosero (2021) tiene resultados similares con los factores ambientales características de esta región.

Asimismo, está el trabajo de investigación de Vega (2019), que a un concreto patrón adicionó un 10%, 15% y 20% de microsílíce, donde encontró que los resultados demostraron que la muestra patrón inalterada con una relación a/c de 0.36 caracterizo el siguiente valor  $358\text{kg/cm}^2$  a los 28 días de vida del testigo, en tanto emplear una relación a/c de 0.30 se pudo apreciar que la resistencia sufrió un aumento mínimo sobre la propiedad mecánica evaluada generando un valor de  $388\text{kg/cm}^2$ , al emplear una relación a/c de 0.25 se apreció que el valor mecánico efectuado fue de  $395\text{kg/cm}^2$ , en tanto al aplicar microsílíce en una cantidad del 10%, se pudo apreciar que la resistencia sufrió un cambio positivo alcanzando un valor de  $502\text{kg/cm}^2$  a la edad de los 28 días, en tanto al aplicar una cantidad del 15% se pudo apreciar un valor máximo de  $475\text{kg/cm}^2$ ; acorde a nuestro estudio donde encontramos que en las pruebas de aguante a compresión a los 28 días de la muestra patrón diseñado a  $f'c$  de  $210\text{kg/cm}^2$ ; fue de  $288.66\text{kg/cm}^2$ , y añadiéndole microsílíce al 12%, se encontró que la resistencia a compresión a los 28 días fue de  $382.85\text{kg/cm}^2$ , y para la resistencia a flexión, la muestra patrón presento una resistencia a flexión a los 28 días de  $32.03\text{kg/cm}^2$  y añadiéndole microsílíce al 12%, se encontró que la resistencia a flexión a los 28 días de  $33.37\text{kg/cm}^2$ , asimismo para la resistencia a tracción, la muestra patrón presento una resistencia a tracción a los 28 días de  $32.44\text{kg/cm}^2$  y añadiéndole microsílíce al 12%, se encontró que la resistencia a tracción a los 28 días de  $36.65\text{kg/cm}^2$ ; mostrando en ambos estudios que, en todos los casos el microsílíce en un 12% aumenta las particularidades mecánicas del concreto incluso en el estudio de Vega (2019), encontró que añadiéndolo un 15% de microsílíce las propiedades mecánicas aumentan positivamente pero el concreto se vuelve menos trabajable.

Acorde a nuestro estudio donde encontramos que en las pruebas de resistencia a compresión a los 28 días de la muestra patrón diseñado a  $f'c$  de  $210\text{kg/cm}^2$ ; fue de  $288.66\text{kg/cm}^2$ , y añadiéndole microsílíce al 4%, se encontró que la resistencia a compresión a los 28 días fue de  $327.52\text{kg/cm}^2$ , y para la resistencia a flexión, la muestra patrón presento una resistencia a flexión a los 28 días de  $32.03\text{kg/cm}^2$  y añadiéndole microsílíce al 4%, se encontró que la resistencia a flexión a los 28 días de  $33.65\text{kg/cm}^2$ , asimismo para la resistencia a tracción, la muestra patrón presento una resistencia a tracción a los 28 días de  $32.44\text{kg/cm}^2$  y añadiéndole microsílíce al 4%, se encontró que la resistencia a tracción a los 28 días de  $33.25\text{kg/cm}^2$ ;

también añadiéndole microsilíce al 8%, se encontró que la resistencia a compresión a los 28 días fue de 354.47kg/cm<sup>2</sup>, y para la resistencia a flexión, la muestra patrón presento una resistencia a flexión a los 28 días de 32.03kg/cm<sup>2</sup> y añadiéndole microsilíce al 8%, se encontró que la resistencia a flexión a los 28 días de 34.92kg/cm<sup>2</sup>, asimismo para la resistencia a tracción, la muestra patrón presento una resistencia a tracción a los 28 días de 32.44kg/cm<sup>2</sup> y añadiéndole microsilíce al 8%, se encontró que la resistencia a tracción a los 28 días de 34.98kg/cm<sup>2</sup>. Mostrando conjuntamente en ambos estudios que en todos los casos el microsilíce en un 4% aumenta las particularidades mecánicas del concreto, notándose aún más en la adición del 8% de microsilíce considerando a nuestro estudio; realizado en el distrito de Antauta, ubicada en la ciudad de Puno, habiendo concordancias con la investigación anterior. También notándose en la elaboración y pruebas slump, que el concreto cuando mayor microsilíce se le incorporaba, el slump era menor; es decir que cuanto mayor microsilíce se le introducía a la mezcla, la trabajabilidad se reducía; ya que como el microsilíce es una sal, esta al momento de absorber agua, reduce la humedad, haciendo que la mezcla se vuelva más compacta y por ende la trabajabilidad empeore; pero a cambio da una beneficiosa ventaja, el de aumentar la resistencia del concreto, ya sea a compresión, flexión y tracción, beneficiando a largo plazo la dureza y optimizandando la duración de los pavimentos rígidos con esta técnica, ya que se puede llegar a mitigar el deterioro si se tiene una resistencia alta.

## VI. CONCLUSIONES

En Antauta, Puno, se examinó las propiedades mecánicas del concreto convencional utilizada en pavimentos rígidos ( $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>) esto con la incorporación de microsilíce donde se observó el comportamiento a pruebas de compresión, flexión y tracción.

**Objetivo específico 1.** El diseño de un concreto para el pavimento, es el de  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, donde también se deduce que también es un concreto típico para las vías urbanas de dicho distrito, y que la cantera Rosario, cumple con las especificaciones para la elaboración de dicho concreto.

**Objetivo específico 2.** Las resistencia a la compresión de la muestra patrón diseñada a  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, logro a los 28 días una resistencia de 288.66 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra añadida de 4% de microsilíce logró una resistencia a compresión de 327.52 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 13.46% en comparación de la muestra patrón; la muestra añadida de 8% de microsilíce logró una resistencia a compresión de 354.47 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 22.80% en comparación de la muestra patrón, la muestra añadida de 12% de microsilíce logró una resistencia a compresión de 382.85 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 32.63% en comparación de la muestra patrón, este último aumentando significativamente la resistencia a compresión de la mezcla.

**Objetivo específico 3.** Las resistencia a la flexión de la muestra patrón diseñada a  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, logro a los 28 días una resistencia a flexión de 32.03 kg/cm<sup>2</sup>; la muestra añadida de 4% de microsilíce logró una resistencia a flexión de 33.65 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 5.06% en comparación de la muestra patrón; la muestra añadida de 8% de microsilíce logró una resistencia a flexión de 34.92 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 9.02% en comparación de la muestra patrón, la muestra añadida de 12% de microsilíce logró una resistencia a flexión de 36.37 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 13.55% en comparación de la muestra patrón, este último aumentando significativamente la resistencia a flexión de la mezcla

**Objetivo específico 4.** Las resistencia a la tracción de la muestra patrón diseñada a  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, logro a los 28 días una resistencia a tracción de 32.44 kg/cm<sup>2</sup>;

la muestra añadida de 4% de microsílíce logró una resistencia a tracción de 33.25 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 2.50% en comparación de la muestra patrón; la muestra añadida de 8% de microsílíce logró una resistencia a tracción de 34.98 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 7.83% en comparación de la muestra patrón, la muestra añadida de 12% de microsílíce llegó a una resistencia a tracción de 36.65 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 12.98% en comparación de la muestra patrón, este último aumentando significativamente la resistencia a tracción de la mezcla

## VII. RECOMENDACIONES

En relación al **objetivo específico 1**. Se recomienda también realizar extracciones de testigos de pavimentos existentes, esto para ver si el concreto aún conserva la resistencia de diseño, también antes de elaborar la muestra patrón, se realice un diseño de dosificación del concreto cumpliendo con todos los pasos del método ACI para el diseño de mezclas. Además, se recomienda que, al momento de elaborar los testigos, se cumpla estrictamente con la dosificación planteada en un inicio y que lo realicen de la mejor forma, es decir, teniendo en cuenta la limpieza del lugar del ensayo, la calibración de las balanzas y equipos de los diversos ensayos, esto para tener una mejor precisión al momento de registrar los resultados, ya que estos factores pueden alterar los valores obtenidos de los ensayos.

En relación al **objetivo específico 2**. Se recomienda que se cumpla todo lo establecido en la norma ASTM C39 para la rotura de testigos de concreto a compresión, además de llevar un registro de los esfuerzos a cada momento del ensayo.

En relación al **objetivo específico 3**. Se recomienda que todos los prismas de concreto tengan la misma dimensión para realizar la prueba; además también se recomienda que todas las muestras se conserven en un solo ambiente, ya que a una temperatura y humedad distinta puede ocasionar fallas diferentes, ya que también influye la retracción por temperaturas en las losas de concreto.

En relación al **objetivo específico 4**. Se recomienda que, al momento de la rotura de briquetas, se utilicen los equipos de protección necesarios a fin de evitar accidentes que pueden ocurrir en dicho momento.

## REFERENCIAS

- AMEZ, Raul, ENRICO, Bruce y CHAVARRIA, Liliana. 2020.** *Influencia de los aditivos de cadena corta y cadena larga en las propiedades mecánicas del concreto con incorporación de microsílíce.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2020.
- An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments.* **Oliver, W. y Pharr, G. 1992.** 6, s.l.: Journal of Materials Research, 1992, Vol. 7. <https://doi.org/10.1557/JMR.1992.1564>.
- Análisis de ecoeficiencia de la producción de cementos de bajo carbono mediante la sustitución de clínker.* **YANAY, Rosa, y otros. 2017.** 2, Mexico : Revista Centro Azucar, 2017, Vol. 44. ISSN: 2223- 4861.
- ARELLANO, Marlon y FIERRO, Juber. 2018.** *Hormigón de alta resistencia con nanosílíce.* Guayaquil : Escuela superior politecnica del litoral, 2018.
- Bedon, J. 2017.** *Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas altoandinas del Perú .* Huaraz : Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. ISSN: 2070-836X.
- BOMBON, Pantoja. 2021.** *Estudio de la incorporación de nanosílíce en concreto de alto desempeño (HPC).* Quito : Universidad Central del Ecuador, 2021.
- CAIZA, Klever. 2017.** *Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ( $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ), hormigón con adición de microsílíce y hormigón con adición de ceniza de casaca de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración "Jaime Vaca" del.* Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- CAJILEMA, Jairo y MORALES, Jerson. 2020.** *Incidencia del microsílíce en el diseño de hormigón de alta resistencia.* Quito : Universidad Central del Ecuador, 2020.
- Carrasco Díaz, Sergio. 2018.** *"Metodología de la investigación científica".* Lima : San Marcos de Anibal Jesús Paredes Galván, 2018. pág. 427.
- CARRASCO, Robert. 2019.** *Para optar el Grado Académico en Maestro en Ingeniería vial con Mención en carreteras, puentes y túneles.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.
- Comparative Study of the Effects of Microsilica and Nanosilica in Concrete.* **Mondal, P., Shan, S. y Marcas, L. 2010.** 1, s.l. : Transportation Research Board, 2010, Vol. 2141. <https://doi.org/10.3141/2141-02>.
- Córdova Baldeón, Isaac. 2018.** *"Instrumentos de investigación".* Lima : San Marcos de Anibal Jesús Paredes Galván, 2018. pág. 253.

- Determination by nanoindentation of elastic modulus and hardness of pure constituents of Portland cement clinker.* **Vélez, K, y otros. 2000.** 4, s.l. : Cement and Concrete, 2000, Vol. 31. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00505-6](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00505-6).
- Diseño de mezcla y caracterización físico-mecánico de un concreto de alta resistencia fabricado con cemento.* **Giraldo, L. y Ramos, Y. 2017.** 1, Cali - Colombia : Pontificia Universidad Javeriana, 2017, Vol. 1.
- Effect of Different Curing Methods on the Properties of Microsilica Concrete.* **Safiuddin, M., Raman, S. y Zain, M. 2007.** 2, s.l. : Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2007, Vol. 1. ISSN: 1991-8178.
- El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y.* **Dávila, G. 2006.** Ext, Caracas, Venezuela : Laurus, 2006, Vol. 12. 1315-883X.
- Estudio de las proporciones óptimas de microsilíce y nanosilíce en hormigones de alto desempeño por durabilidad, mediante un diseño de experimento de tipo hexagonal.* **HOWLAND, Juan y ACEVEDO, Jorge. 2016.** 2, Cuba : Universidad Tecnológica de la Habana, 2016, Vol. 7. ISSN 2223 -1781.
- Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación:Una mirada a la construcción sustentable.* **MUÑOZ, A., TORRES, N. y GUZMAN, A. 2019.** 01, Santiago : Revista ingeniería de construcción, 2019, Vol. 34. ISSN 0718-5073.
- Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón.* **OROZCO, M., y otros. 2018.** 2, Santiago : Revista ingeniería de construcción, 2018, Vol. 33. ISSN 0718-5073.
- FERNANDEZ, Denis y RAMOS, Hector. 2019.** *Influencia de la microsilíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con realaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019.* Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2019.
- Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto.* **Farfán, M., y otros. 2019.** 2, Barquisimetro - Venezuela : Gaceta Técnica, 2019, Vol. 20. ISSN: 2477-9539.
- Fidias, G. 2012.** *El proyecto de investigación.* Caracas - Venezuela : EDITORIAL EPISTEME, C.A., 2012. ISBN: 980-07-8529-9.
- Fu, Yuchen. 2020.** *NANOHARDNESS OF VITREOUS SILICA: EFFECTS OF ENVIRONMENTAL HUMIDITY, INTERNAL WATER CONTENT AND INDENTATION SIZE.* s.l. : Cornell University, 2020.
- García, E., Rodríguez, G. y Gil, J. 1996.** *Metodología de la investigación cualitativa.* Sevilla - España : Editorial Aljibe, 1996.

**GARCIA, Luis. 2018.** *Concreto de alto desempeño utilizando hormigon con adiccion de microsíllice y superplastificante en la ciudad de Huancayo.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Peru, 2018.

**Giménez, A., y otros. 2018.** *MECHANICAL PHYSICAL STUDY OF CONCRETE SUBSTITUTES WITH SILICA POWDER EXPOSED IN SIMULATED AGGRESSIVE ENVIRONMENT.* s.l. : Gaceta Técnica, 2018. ISSN: 2477-9539.

**HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. 2019.** *Metodologia de la investigacion.* Mexico : McGRAW-HILL, 2019.

*La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* **Vargas , Zoila Rosa. 2009.** 1, Montes de Oca - Costa Rica : Revista Educacion, 2009, Vol. 33. 0379-7082.

*Micro-mechanical properties of cement paste measured by depth-sensing nanoindentation: a preliminary correlation of physical properties with phase type.* **Hughes, J. y Trtik, P. 2004.** 1, s.l. : Materials Characterization, 2004, Vol. 53. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2004.08.014>.

*Nanoscale Characterization of Cementitious Materials.* **Mondal, P., Shah, S. y Marks, L. 2008.** 2, s.l. : ACI MATERIALS JOURNAL, 2008, Vol. 105.

**NTP 339.89. 1998.** *Suelos. Obtencion en laboratorio de muestras representativas (cuarteo).* Lima : INDECOPI, 1998. I.C.S.: 93.020.

**NTP 400. 2018.** *Agregados. Analisis granulometrico del agregado fino, grueso y global.* Lima : INACAL, 2018. ICS: 91.100.30.

**NTP 400.037. 2014.** *Agregados. Epecificaciones normalizadas para agregados en concreto.* Lima : INDECOPI, 2014. I.C.S.: 91.100.30.

*On the use of nanoindentation for cementitious materials.* **Constantinides, G., Ulm, F. y Van, K. 2003.** 1, s.l. : Materials and Structures, 2003, Vol. 36. <https://doi.org/10.1007/BF02479557>.

*ÓPTIMAL THERMAL MASS AND R-VALUE IN CONCRETE .* **Vangeem, Martha, Holm, Thomas y Ries, John. 2013.** 2013, First International Conference on Concrete Sustainability, págs. 411-418.

**OSPINA, Janette. 2018.** *Diseño estructural de pavimento rigido de las vias urbanas en el Municipio del Espinal - Departamento del Tolima.* Colombia : Universidad cooperativa de Colombia, 2018.

**PACHACUTEC, Yehude y VILCA, Ninger. 2018.** *Estudio compatativo de la determinacion de propiedades de resistencia en el concreto utilizando micro y nano silice con agregados de la cantera Cutimbo - Puno.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.

**PEREZ, Angel. 2019.** *Optimización de la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nanosilice y fibra de polipropileno para pavimento rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2019.

**Pino Gotuzzo, Raúl. 2018.** *"Metodología de la investigación"*. Lima : San Marcos, 2018. pág. 461.

*Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto.* **PASTRANA, Jhonny, y otros. 2019.** 2, Colombia : Revista Informador Técnico, 2019, Vol. 83. e-ISSN 2256-5035.

*Reduction of the calcium leaching rate of cement paste by addition of silica nanoparticles.* **Gaitero, J., Campillo, I. y Guerrero, A. 2008.** 8, s.l. : Cement and Concrete Research, 2008, Vol. 38. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.03.021>.

*Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c.* **Solis, R., Moreno, E. y Arjona, E. 2007.** 1, Mérida - México : Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, A. C., 2007, Vol. 2. ISSN: 2007-6835.

*Revisiting the concept of characteristic compressive strength of concrete.* **Vu, Chi-Cong, y otros. 2020.** 2020, Construction and Building Materials, págs. 1-55.

**RUIZ, Renzo y BARRIOS, Vasalio. 2018.** *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cemento ICO, MS y UG, Trujillo 2018°.* Trujillo : Universidad Pricada del Norte, 2018.

**SANES, Daniel. 2015.** *Influencia de microfibras de polipropileno y microsílíce en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 PSI.* Colombia : Universidad Tecnológica de Bolívar, 2015.

*Tobermorite/jennite- and tobermorite/calcium hydroxide-based models for the structure of C-S-H: applicability to hardened pastes of tricalcium silicate,  $\beta$ -dicalcium silicate, Portland cement, and blends of Portland cement with blast-furnace slag, metakaol.* **Richardson, I. 2004.** 9, s.l. : Cement and Concrete, 2004, Vol. 34. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.05.034>.

**UCV. s.f.** *Referencias estilo ISO 690 y 690-2, Adaptación de la norma International Organization for Standardization (ISO).* Lima : Fonfdo Editorial Universidad Cesar Vallejo, s.f.

*Uso de concretos utilizando acero fundido como agregados: Una revision de literatura.* **CORREA, Andy, y otros. 2021.** 2, Lima : Universidad Señor de Sipan, 2021, Vol. 11.

**Vara-Horna, A. 2012.** *Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales.* Lima : Universidad de San Martín de Porres, 2012.

- VEGA, Alexander. 2019.** *Evaluacion experimental del uso de microsilíce para la elaboracion de concreto de alta resistencia.* Piura : Universidad de Piura, 2019.
- Villegas, V. 2017.** *Grado de presencia del sulfato con la resistencia a la compresión del concreto, en la ciudad de Huaraz, 2016-2017.* Huaraz : Universidad Nacional de Ancash "Santiago Antúnez De Mayolo" , 2017.
- ZUÑIGA, Mariela y CONDORI, Yudit. 2019.** *Influencia de adiciones de microsilíce en la resistencia a la compresion del concreto producido con agregados de la cantera de arunta de la ciudad de Tacna.* Tacna : Universidad Privada de Tacna, 2019.

# ANEXOS

# **Operacionalización de Variables**

“Evaluación de las propiedades mecánicas para un mejoramiento del pavimento rígido con adición de microsílíce, Distrito de Antauta, Puno, 2021”

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
<b>Adición de microsílíce</b>	Es microsílíce es un polvo de color gris que agregado al hormigón le concede ventajas de alta resistencia mecánica y química, generalmente es producida en hornos de arco eléctrico siendo un derivado del sílice (Vega, 2019, p. 36).	El microsílíce es un derivado del sílice, generalmente extraído de los hornos de arco eléctrico, este aditamento mayormente es empleado en el hormigón. Fernández (2019). Dentro de la presente investigación se pretende adicionar el 4%. 8% y 12% de este material para determinar el porcentaje óptimo de adición, para lo cual emplearemos dosificadores según la unidad del m <sup>3</sup> .	Diseño de mezclas en pavimentos rígidos	Granulometría (%), factor de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ).	Ficha de observación	Intervalo
			Diseño de mezcla de concreto añadiendo microsílíce	Relación agua/cemento (a/c), Resistencia del concreto (f'c).	Ficha de observación	
<b>Propiedades mecánicas del pavimento</b>	Las propiedades mecánicas del hormigón son afines con su comportamiento bajo tensión mecánica en estado sólido, y las propiedades mecánicas son las cuantificaciones más trascendentales en el diseño de estructuras de hormigón. (Ruiz y Barrios, 2018, p. 27).	Se emplea el ensayo físico al concreto en estado físico. Para luego realizar 72 probetas y 36 prismas, donde 36 probetas son ensayos de compresión, 36 probetas son ensayos de tracción y por último de 36 prismas son ensayos de flexión. Se realiza ensayos de flexión, compresión y tracción indirecta, a las probetas elaboradas.	Resistencia a compresión	Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> ).	Ficha de observación	Intervalo
			Resistencia a flexión	Esfuerzo a flexión (kg/cm <sup>2</sup> ).	Ficha de observación	
			Resistencia a la tracción	Esfuerzo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> ).	Ficha de observación	

Fuente: Elaboración propia

# **Tabla de matriz de consistencia**

**“Evaluación de las propiedades mecánicas para un mejoramiento del pavimento rígido con adición de microsilíce, Distrito de Antauta, Puno, 2021”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p align="center"><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuáles son las propiedades mecánicas con adición de microsilíce para un mejoramiento del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021?</p>	<p align="center"><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar las propiedades mecánicas con adición de microsilíce para un mejoramiento del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>Hipótesis General</b></p> <p>La evaluación es significativa para la incorporación de las proporciones de microsilíce en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>V. I.</b> Microsilíce.</p> <p align="center"><b>V. D.</b> Propiedades mecánicas del pavimento</p>	<p align="center">Diseño de mezcla de concreto añadiendo microsilíce</p>	<p align="center"><b>Enfoque de Investigación</b> Cuantitativo</p> <p align="center"><b>Diseño de Investigación</b> Experimental</p> <p align="center"><b>Nivel de Investigación</b> Explicativo</p> <p align="center"><b>Tipo de Investigación</b> Aplicada</p> <p align="center"><b>Población</b> Pavimentos rígidos con adición de microsilíce en el departamento de Puno.</p> <p align="center"><b>Muestra</b> 06 probetas y 03 prismas de concreto patrón, 3 a los 7, 14, 28 días. 06 probetas y 03 prismas de concreto con aplicación del 4% de Microsilíce, 3 a los 7, 14, 28 días. 06 probetas y 03 prismas de concreto con aplicación del 8% de Microsilíce, 3 a los 7, 14, 28 días. 06 probetas y 03 prismas de concreto con aplicación del 12% de Microsilíce, 3 a los 7, 14, 28 días.</p> <p align="center"><b>Técnicas</b> Técnica de observación</p> <p align="center"><b>Instrumentos</b> Fichas de observación</p>
<p align="center"><b>Problema Secundario N.º 1</b></p> <p>¿Cómo será la mezcla patrón típico de un pavimento rígido en el distrito de Antauta, Puno, 2021?</p>	<p align="center"><b>Objetivo Secundario N.º 1</b></p> <p>Diseñar una mezcla patrón típica de un pavimento rígido en el distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>Hipótesis Secundario N.º 1</b></p> <p>La mezcla patrón típica de un pavimento rígido en el distrito de Antauta, Puno, será de f'c de 210kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p align="center"><b>V. I.</b> Microsilíce.</p> <p align="center"><b>V. D.</b> Propiedades mecánicas del pavimento</p>	<p align="center">Diseño de mezclas en pavimentos rígidos</p>	
<p align="center"><b>Problema Secundario N.º 2</b></p> <p>¿Cuál será la proporción óptima de microsilíce para mejorar la resistencia a la compresión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021?</p>	<p align="center"><b>Objetivo Secundario N.º 2</b></p> <p>Determinar la proporción óptima de microsilíce para mejorar la resistencia a la compresión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>Hipótesis Secundario N.º 2</b></p> <p>La proporción óptima de microsilíce mejorará la resistencia a la compresión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>V. I.</b> Microsilíce</p> <p align="center"><b>V. D.</b> Comportamiento mecánico del pavimento rígido</p>	<p align="center">Resistencia a la compresión</p>	
<p align="center"><b>Problema Secundario N.º 3</b></p> <p>¿Cuál será la proporción óptima de microsilíce para mejorar la resistencia a la flexión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021?</p>	<p align="center"><b>Objetivo Secundario N.º 3</b></p> <p>Determinar la proporción óptima de microsilíce para mejorar la resistencia a la flexión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>Hipótesis Secundario N.º 3</b></p> <p>La proporción óptima de microsilíce mejorará la resistencia a la flexión del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>V. I.</b> Microsilíce.</p> <p align="center"><b>V. D.</b> Comportamiento mecánico del pavimento rígido</p>	<p align="center">Resistencia a la Flexión</p>	
<p align="center"><b>Problema Secundario N.º 4</b></p> <p>¿Cuál será la proporción óptima de microsilíce para mejorar la resistencia a la tracción del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021?</p>	<p align="center"><b>Objetivo Secundario N.º 4</b></p> <p>Establecer la proporción óptima de microsilíce para mejorar la resistencia a la tracción del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>Hipótesis Secundario N.º 4</b></p> <p>La proporción óptima de microsilíce mejorará la resistencia a la tracción del pavimento rígido, distrito de Antauta, Puno, 2021.</p>	<p align="center"><b>V. I.</b> Microsilíce.</p> <p align="center"><b>V. D.</b> Comportamiento mecánico del pavimento rígido.</p>	<p align="center">Resistencia a la tracción</p>	

Fuente: Elaboración propia

# Ficha de validación

**CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS**  
**ASTM C566-19**

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021 **REGISTRO N°:**

**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI **MUESTREADO POR :** Testistas  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA **ENSAYADO POR :** Testistas  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO **FECHA DE ENSAYO :**  
**TURNO :**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANERA
1	Peso del Recipiente	g		CANTERA ROSARIO
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g		
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g		
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%		

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANERA
1	Peso del Recipiente	g		CANTERA ROSARIO
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g		
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g		
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%		



Ronald Huarocaya Comapaza  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376



Freddy Aquise Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727



Alexander Apaza Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 138142

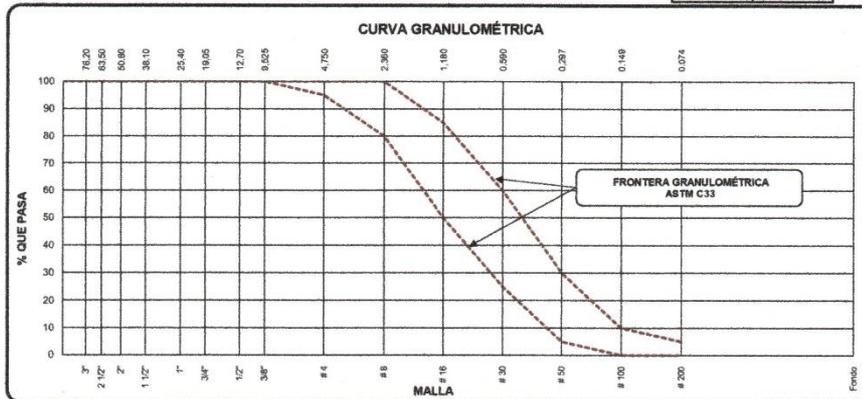
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

ASTM C136 / C136M - 19

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>Registro N°:</b>
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>Muestreado por :</b> Tesistas <b>Ensayado por :</b> Tesistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>Fecha de Ensayo:</b>
<b>Material</b>	: Agregado Fino	<b>Turno:</b>
<b>Código de Muestra</b>	: ---	<b>Peso Inicial :</b>
<b>Procedencia</b>	: CANTERA ROSARIO	<b>Peso Lavado :</b>
<b>N° de Muestra</b>	: ---	
<b>Progresiva</b>	: ---	

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Minimo	Máximo
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm					100.00	100.00
No. 4	4.75 mm					95.00	100.00
No. 8	2.36 mm					80.00	100.00
No. 16	1.18 mm					50.00	85.00
No. 30	600 µm					25.00	60.00
No. 50	300 µm					5.00	30.00
No. 100	150 µm						10.00
No. 200	75 µm						5.00
< No. 200							
						MF	
						TMN	



  
**Ronald Huitraco Cerampaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376

  
**Fredy Aquise Mendoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727

  
**Alexander Apaza Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 135142

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

ASTM C136 / C136M - 19

**Proyecto** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021

**Registro N°:**

**Solicitante** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**Ubicación de Proyecto** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**Material** : Agregado Grueso

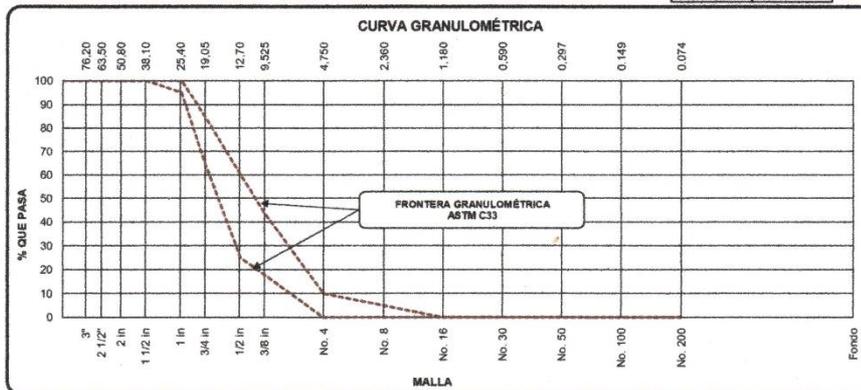
**Muestreado por** : Tesistas  
**Ensayado por** : Tesistas  
**Fecha de Ensayo** :  
**Turno** :

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : CANTERA ROSARIO  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

**Peso Inicial** :  
**Peso Lavado** :

### AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 57

ABERTURA DE TÁMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm					100.00	100.00
3 in	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm					100.00	100.00
2 in	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm					100.00	100.00
1 in	25.00 mm					95.00	100.00
3/4 in	19.00 mm					65.00	85.00
1/2 in	12.50 mm					25.00	60.00
3/8 in	9.50 mm					18.00	44.00
No. 4	4.75 mm						10.00
No. 8	2.36 mm						5.00
No. 16	1.18 mm						
No. 30	600 µm						
No. 50	300 µm						
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
< No. 200	-						
						MF	
						TMN	



  
**Ronald Huarcaya Cerna**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376

  
**Alexander Apaza Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 135142

  
**Fredy Aquise Mendoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727

**DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

**ASTM C128-15**

**Proyecto** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021

**Registro N°:**

**Solicitante** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**Ubicación de Proyecto** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**Material** : Agregado Fino

**Muestreado por** : Tesistas  
**Ensayado por** : Tesistas  
**Fecha de Ensayo:**  
**Turno:**

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : CANTERA ROSARIO  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)			
B	Peso Frasco + agua			
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS			
D	Peso del Mat. Seco			
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$			
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$			
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$			
	% Absorción = $100*((A-D)/D)$			

  
  
 Ronald Huarcaya Camapozza  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376

  
  
 Freddy Aquise Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727

  
  
 Alexander Apaza Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 135142

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS**

**ASTM C127-15**

**Proyecto** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021

**Registro N°:**

**Solicitante** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**Ubicación de Proyecto** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**Material** : Agregado Grueso

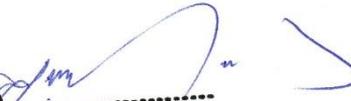
**Muestreado por** : Tesistas  
**Ensayado por** : Tesistas  
**Fecha de Ensayo:**  
**Turno:**

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : CANTERA ROSARIO  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss		
2	Peso de la muestra sss sumergida		
3	Peso de la muestra secada al horno		

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA			
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S			
PESO ESPECIFICO APARENTE			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)			

  
  
**Ronald Huarezo Comapaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376

  
  
**Freddy Aquise Mendoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727

  
  
**Alexander Apaza Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 135142

## DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

**ASTM C29 / C29M - 17a**

**Proyecto** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021

**Registro N°:**

**Solicitante** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**Ubicación de Proyecto** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**Material** : Agregado Fino

**Muestreado por** : Tesistas  
**Ensayado por** : Tesistas  
**Fecha de Ensayo:**  
**Turno:**

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : CANTERA ROSARIO  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

### PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (g)			
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )			
Peso de molde + muestra suelta (g)			
Peso de muestra suelta (g)			
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			

### PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (g)			
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )			
Peso de molde + muestra consolidada (g)			
Peso de muestra suelta (g)			
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )			



**Ronald Huarcaya Comapaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376



**Fredy Aquise Mendoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727



**Alexander Apaza Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 135142

**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS**

ASTM C29 / C29M - 17a

**Proyecto** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021

**Registro N°:**

**Solicitante** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**Ubicación de Proyecto** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**Material** : Agregado Grueso

**Muestreado por** : Tesisistas  
**Ensayado por** : Tesisistas  
**Fecha de Ensayo:**  
**Turno:**

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : CANTERA ROSARIO  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (g)			
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )			
Peso de molde + muestra suelta (g)			
Peso de muestra suelta (g)			
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>			

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (g)			
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )			
Peso de molde + muestra consolidada (g)			
Peso de muestra suelta (g)			
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>			

  
  
**Ronald Huarezu Comapaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376

  
  
**Freddy Aquise Mendoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727

  
  
**Alexander Apaza Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 135142

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**   
ACI 211.2

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREADO POR :</b>	Tesistas
	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b>	Tesistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ELABORACIÓN :</b>	
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b>	
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b>	
<b>Cemento</b>	:	<b>Código de mezcla:</b>	

**1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA**

$F'_{cr} =$

**5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO**

Cemento

Bolsas x  $m^3$

**2. RELACIÓN AGUA CEMENTO**

$R_{a/c} =$

$R_{a/c} =$

**6. ADICIONES**

Adición mineral (Microsilice)

**7. FIBRAS**

Fibras Natural No aplica

**8. ADITIVOS**

Aditivo No aplica

**3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA**

Agua =

**4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO**

Aire =

**9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO							
Cemento RUMI IP Clasico									
Agua									
Aire atrapado									
Adición mineral (Microsilice)									
Aditivo									
Agregado Grueso			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN	
Agregado Fino									

Volumen de pasta  
Volumen de agregados

**10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS**

Agregado Grueso

Agregado Fino

**14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO**

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	CORR. RENDIMIENTO
Cemento RUMI IP Clasico			
Agua			
Aire atrapado = 0%			
Adición mineral (Microsilice) = 0%			
Aditivo			
Agregado Grueso			
Agregado Fino			
PUT			

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

Agregado Grueso

Agregado Fino

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

Agua

**13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA**

Cemento RUMI IP Clasico	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición mineral (Microsilice)	Aditivo

**15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA**

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento RUMI IP Clasico	
Agua	
Aire atrapado = 0%	
Adición mineral (Microsilice) = 0%	
Aditivo	
Agregado Grueso	
Agregado Fino	
Agregado Adicional	
Fibra Natural	
Slump obtenido	
Apariencia	
Rendimiento	

**CANTIDADES DE PROBETAS PARA PRUEBA**

PROBETAS 6"X12"

VIGAS

SLUMP

PUC



Ronald Huarcayo Compañaza  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 236376



Alexander Apaza Valero  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 135142



Freddy Aquise Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
REG CIP 161727

## ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 210 kg/cm<sup>2</sup>

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREADO POR :</b> Tesistas
	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b> Tesistas
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>
		<b>TURNO :</b>

---

<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b>
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b>
<b>Cemento</b>		<b>Código de mezcla:</b>

### 1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Temperatura Ambiente (°C)	°C
Temperatura del Concreto (°C)	°C

Según ACI 211.1  
Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C

### 2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Slump o Revenimiento	Pulg.
----------------------	-------

Asentamiento de Diseño = 3" a 4"

### 3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Molde	Kg.
Volumen del Molde	m <sup>3</sup>
Peso de Molde + Concreto Compactado	Kg.
Peso del Concreto	Kg.
Peso Unitario del Concreto ( PUC )	Kg/m <sup>3</sup>

### 4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Unitario del Concreto ( PUC )	Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Teorico ( PUT )	Kg/m <sup>3</sup>
Rendimiento del concreto	

### 5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de Aire Atrapado de Diseño	%
Contenido de Aire (Olla Whashington)	%

Según ACI 211.1

### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio



Ronald Huarcaya Coamapaza  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 236376



Freddy Aquise Mendoza  
INGENIERO CIVIL  
REG CIP 161727



Alexander Apaza Valero  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 135142

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

ASTM C39/C39M-20

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
 SOLICITANTE : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
 FECHA DE EMISIÓN : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO

REGISTRO N°:

REALIZADO POR :  
 REVISADO POR :  
 FECHA DE ENSAYO :  
 TURNO :

Tipo de muestra :  
 Presentación :  
 F'c de diseño :

## Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
DESVIACION ESTANDAR :										
PROMEDIO (Mpa) :										
% RESISTENCIA PROMEDIO :										
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :										
RANGO DE VARIACION :										

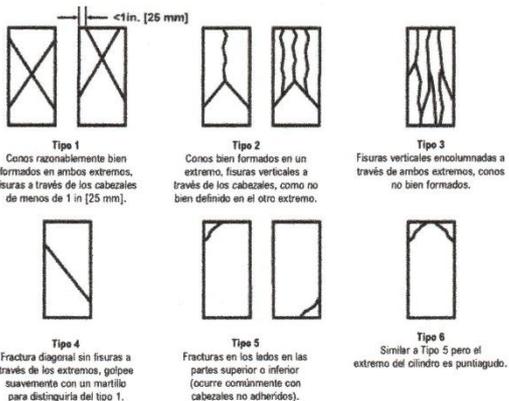


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
0 a 12 Pulgadas [100 a 300 mm]		
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %
Condiciones de Campa	2.9 %	8.0 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]		
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %

Fuente: ASTM C39

### OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo



Ronald Huaracaya Comapaza  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376



Freddy Aquisé Mendoza  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727



Alexander Apaza Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 135142

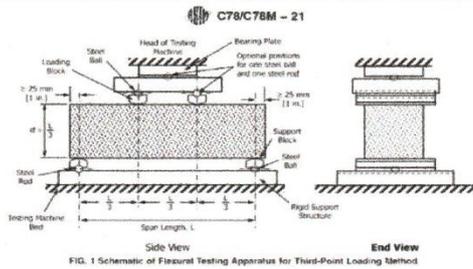
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

ASTM C78/C78M-21

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	REGISTRO N°:
SOLICITANTE	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	REALIZADO POR :
UBICACIÓN DE PROYECTO	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	REVISADO POR :
FECHA DE EMISIÓN	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	FECHA DE ENSAYO :
		TURNO :
Tipo de muestra	:	
Presentación	:	
F'c de diseño	:	

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )



DESVIACION ESTANDAR :	
PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm <sup>2</sup> ) :	
% RESISTENCIA PROMEDIO :	
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :	
RANGO DE VARIACION :	

Fuente: ASTM C78

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Ronald Huaracaya Cernaopaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376

  
**Freddy Aquise Mendoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727

  
**Alexander Apaza Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 135142

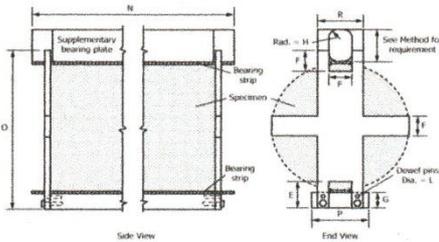
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	REGISTRO N°:
SOLICITANTE	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	REALIZADO POR :
UBICACIÓN DE PROYECTO	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	REVISADO POR :
FECHA DE EMISIÓN	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	FECHA DE ENSAYO :
		TURNO :
Tipo de muestra	:	
Presentación	:	
F'c de diseño	:	

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
DESVIACION ESTANDAR :								
PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm <sup>2</sup> ) :								
% RESISTENCIA PROMEDIO :								
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :								
RANGO DE VARIACION :								



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s%) y (2s%) como se define en la Práctica C670.

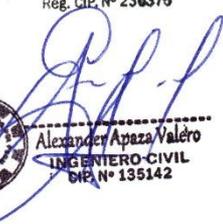
**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

*Fuente: ASTM C496*

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
  
**Ronald Huarcaya Comasapaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 236376

  
  
**Alexander Apaza Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N° 135142

  
  
**Freddy Aquise Mendoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 161727

# **Ficha técnica.**



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaFume®

### Adición mineral - Microsilíce

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFume® es un aditivo para concreto en forma de polvo, basado en tecnología de humo de sílice.

#### USOS

SikaFume® se utiliza en hormigón proyectado, hormigón estructural, hormigón prefabricado y otros campos de construcción de hormigón en los que se imponen altas exigencias a la calidad del hormigón fresco y endurecido.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

SikaFume® contiene dióxido de silicio reactivo latente extremadamente fino. La presencia de esta sustancia imparte una gran cohesión interna y retención de agua en el concreto fresco. El concreto se vuelve extremadamente flexible y la capacidad de bombeo se mejora sustancialmente. En el concreto endurecido, el humo de sílice reactivo latente forma un enlace químico con la cal libre (CaOH<sub>2</sub>). La formación adicional de productos de hidratación da como resultado una matriz de cemento significativamente más densa.

Con el uso de SikaFume®, el concreto mostrará las siguientes propiedades:

- Alta estabilidad del hormigón verde.
- Mayor durabilidad.
- Excelente resistencia a la congelación y la sal de deshielo si se usa un agente de arrastre de aire al mismo tiempo.
- Mayores fortalezas finales.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Mayor estanqueidad al agua.
- Mayor estanqueidad al gas.
- Penetración reducida del cloruro.

SikaFume® no contiene cloruros ni otras sustancias que promueven la corrosión del acero y, por lo tanto, se puede usar sin ninguna restricción para la construcción de concreto reforzado y pretensado.

#### CERTIFICADOS / NORMAS

SikaFume® confirma a EN 13263-1: 2005 tabla 4.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Base Química</b>	Una mezcla de ingredientes reactivos latentes.
<b>Empaques</b>	Bolsa de 25 kg Bolsa de 20 kg
<b>Apariencia / Color</b>	polvo gris o crema
<b>Vida Útil</b>	36 meses de vida útil a partir de la fecha de producción si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir.
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	Almacenamiento en un ambiente seco, no sensible a las heladas.
<b>Densidad</b>	~0.65 kg/l
<b>Contenido Total de Iones de Cloruro</b>	< 0.3 M-%

## INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Guía de Vaciado de Concreto</b>	Se deben seguir las reglas estándar de buenas prácticas de hormigonado, relativas a la producción y la colocación. Las pruebas de laboratorio deben llevarse a cabo antes del hormigonado en el sitio, especialmente cuando se usa un nuevo diseño de mezcla o se producen nuevos componentes de concreto. El concreto fresco se debe curar adecuadamente y el curado debe aplicarse lo antes posible.
<b>Diseño de la Mezcla de Concreto</b>	Cuando se usa SikaFume®, se debe tener en cuenta un diseño de mezcla adecuado y se deben probar las fuentes de material locales.
<b>Tiempo de Mezclado del Concreto</b>	SikaFume® se agrega con el cemento y los agregados en la planta de procesamiento por lotes antes del medidor de agua. Tiempo óptimo de mezclado en húmedo: 60 segundos.

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Dosificación Recomendada</b>	5 - 10% en peso de cemento.
---------------------------------	-----------------------------

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reem-



# IP CEMENTO RUMI

## Alta Durabilidad

### DESCRIPCIÓN

#### EL CEMENTO CLÁSICO DE ALTA DURABILIDAD

**RUMI IP** es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

*Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.*

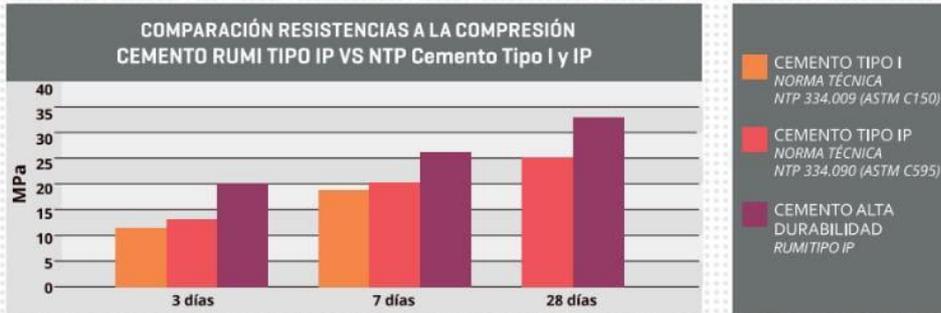
### DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO RUMI TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
<b>REQUISITOS QUÍMICOS</b>						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO <sub>3</sub> (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
<b>REQUISITOS FÍSICOS</b>						
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat Inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
<b>Resistencia a la compresión</b>						
	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	-	-
<b>Resistencia a los sulfatos</b>						
	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			

**COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS**



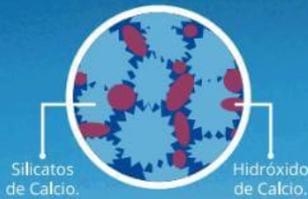
**OTRAS PROPIEDADES**

**1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

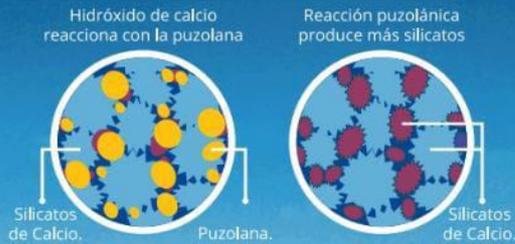
Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

CON CEMENTO TIPO I

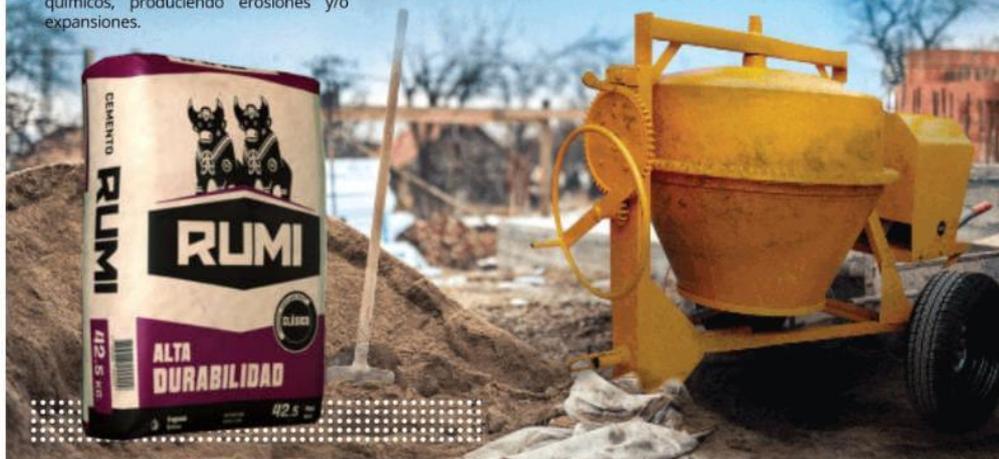


El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25% es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

CON CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI IP



La puzolana que contiene el cemento ALTA DURABILIDAD RUMI IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



# **Informe de resultados de ensayos de laboratorio.**

# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(ENSAYOS DE LOS AGREGADOS)**

**MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA**

## CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19

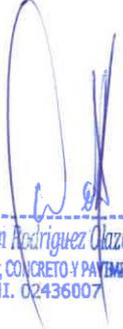
<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-287
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>MUESTREADO POR :</b>	Tesistas
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>ENSAYADO POR :</b>	Tesistas
		<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	12/10/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	95.3	CANTERA ROSARIO
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	866.7	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	844.7	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.94	

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	96.1	CANTERA ROSARIO
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	488.8	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	472.6	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.30	

  
**Washington Rodriguez Olazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

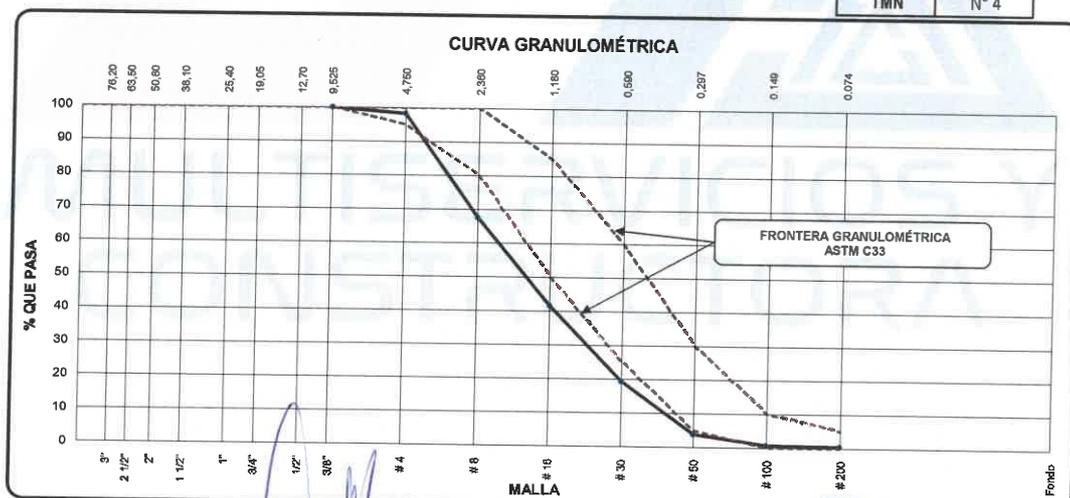
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

### ASTM C136 / C136M - 19

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>Registro N°:</b>	LH21-CERT-287
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>Muestreado por :</b>	Tesistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>Ensayado por :</b>	Tesistas
<b>Material</b>	: Agregado Fino	<b>Fecha de Ensayo:</b>	12/10/2021
		<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Código de Muestra</b>	: ---	<b>Peso Inicial :</b>	500.00
<b>Procedencia</b>	: CANTERA ROSARIO	<b>Peso Lavado :</b>	496.10
<b>N° de Muestra</b>	: ---		
<b>Progresiva</b>	: ---		

### AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	8.4	1.68	1.68	98.32	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	153.7	30.74	32.42	67.58	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	129.8	25.96	58.38	41.62	50.00	85.00
No. 30	600 µm	111.2	22.24	80.62	19.38	25.00	60.00
No. 50	300 µm	77.7	15.54	96.16	3.84	5.00	30.00
No. 100	150 µm	15.3	3.06	99.22	0.78		10.00
No. 200	75 µm	1.6	0.32	99.54	0.46		5.00
< No. 200	-	2.3	0.46	100.00			
						MF	3.68
						TMN	N° 4



*Washington Rodríguez Chazabal*  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

*Juan Manuel Frizanco Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

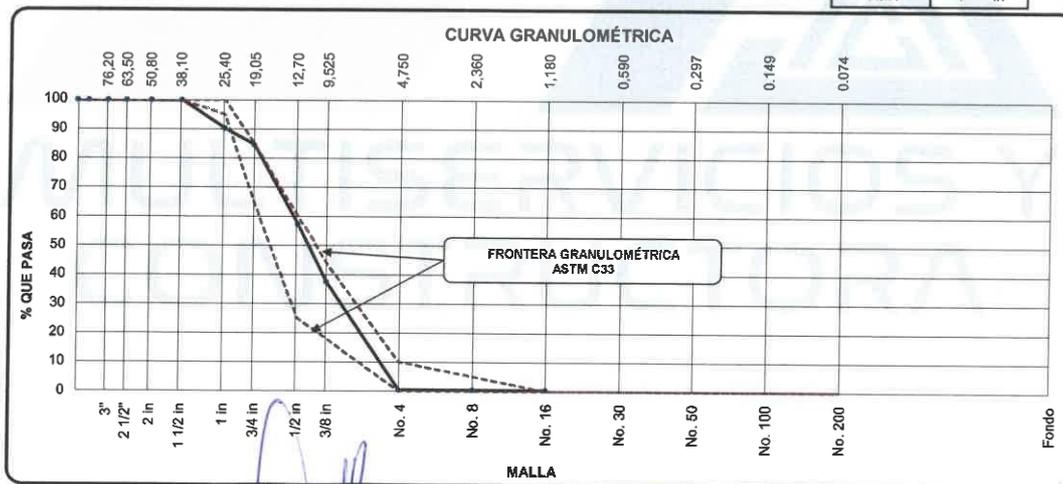
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

ASTM C136 / C136M - 19

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>Registro N°:</b>	LH21-CERT-287
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>Muestreado por :</b>	Tesistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>Ensayado por :</b>	Tesistas
<b>Material</b>	: Agregado Grueso	<b>Fecha de Ensayo:</b>	12/10/2021
		<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Código de Muestra</b>	: ---	<b>Peso Inicial :</b>	3500.00
<b>Procedencia</b>	: CANTERA ROSARIO	<b>Peso Lavado :</b>	3484.50
<b>N° de Muestra</b>	: ---		
<b>Progresiva</b>	: ---		

### AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 57

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in	100.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm	343.3	9.81	9.81	90.19	95.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	194.5	5.56	15.37	84.63	65.00	85.00
1/2 in	12.50 mm	959.1	27.40	42.77	57.23	25.00	60.00
3/8 in	9.50 mm	689.8	19.71	62.48	37.52	18.00	44.00
No. 4	4.75 mm	1297.8	37.08	99.56	0.44		10.00
No. 8	2.36 mm			99.56	0.44		5.00
No. 16	1.18 mm			99.56	0.44		
No. 30	600 µm			99.56	0.44		
No. 50	300 µm			99.56	0.44		
No. 100	150 µm			99.56	0.44		
No. 200	75 µm			99.56	0.44		
< No. 200	-	15.5	0.44	100.00			
						MF	6.75
						TMN	1 in



*Washington Rodríguez Olazabal*  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007

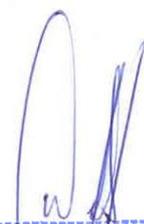


*Juan Manuel Frizancho Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>Registro N°:</b> LH21-CERT-287
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>Muestreado por :</b> Tesistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>Ensayado por :</b> Tesistas
<b>Material</b>	: Agregado Fino	<b>Fecha de Ensayo:</b> 12/10/2021
		<b>Turno:</b> Diurno
<b>Código de Muestra</b>	: ---	
<b>Procedencia</b>	: CANTERA ROSARIO	
<b>N° de Muestra</b>	: ---	
<b>Progresiva</b>	: ---	

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	520.0	
B	Peso Frasco + agua	689.2	689.2	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	990.6	1002.7	
D	Peso del Mat. Seco	485.7	505.1	
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)	2.45	2.45	2.446
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)	2.52	2.52	2.518
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)	2.64	2.64	2.635
	% Absorción = 100*((A-D)/D)	2.9	2.9	2.9



**Washington Rodríguez Olazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007




**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

### ASTM C127-15

**Proyecto** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIŁICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021 **Registro N°:** LH21-CERT-287

**Solicitante** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI **Muestreado por :** Tesistas  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA **Ensayado por :** Tesistas  
**Ubicación de Proyecto** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO **Fecha de Ensayo:** 12/10/2021  
**Material** : Agregado Grueso **Turno:** Diurno

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : CANTERA ROSARIO  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	1500.0	1324.8
2	Peso de la muestra sss sumergida	903.0	797.5
3	Peso de la muestra secada al horno	1462.8	1291.9

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.450	2.450	<b>2.450</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.513	2.513	<b>2.513</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.613	2.613	<b>2.613</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	2.5	2.5	<b>2.5</b>

  
 **Washington Rodriguez Olazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

## DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

### ASTM C29 / C29M - 17a

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>Registro N°:</b> LH21-CERT-287
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>Muestreado por :</b> Tesistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>Ensayado por :</b> Tesistas
<b>Material</b>	: Agregado Fino	<b>Fecha de Ensayo:</b> 12/10/2021
		<b>Turno:</b> Diurno
<b>Código de Muestra</b>	: ---	
<b>Procedencia</b>	: CANTERA ROSARIO	
<b>N° de Muestra</b>	: ---	
<b>Progresiva</b>	: ---	

### PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (g)	8005	8005	
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	3054	3054	
Peso de molde + muestra suelta (g)	12848	12788	
Peso de muestra suelta (g)	4843	4783	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1586	1566	<b>1576</b>

### PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (g)	8005	8005	
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	3054	3054	
Peso de molde + muestra consolidada (g)	13093	13082	
Peso de muestra suelta (g)	5088	5077	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	1666	1662	<b>1664</b>

  
**Washington Rodríguez Okazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNE. 02436007



**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
RUC: 20602295533

## DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

ASTM C29 / C29M - 17a

**Proyecto** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021 **Registro N°:** LH21-CERT-287

**Solicitante** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA **Muestreado por :** Tesistas

**Ubicación de Proyecto** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO **Ensayado por :** Tesistas

**Material** : Agregado Grueso **Fecha de Ensayo:** 12/10/2021  
**Turno:** Diurno

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : CANTERA ROSARIO  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

### PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (g)	9441	9441	
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	4197	4197	
Peso de molde + muestra suelta (g)	15581	15665	
Peso de muestra suelta (g)	6140	6224	
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1463</b>	<b>1483</b>	<b>1473</b>

### PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (g)	9441	9441	
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	4197	4197	
Peso de molde + muestra consolidada (g)	16396	16313	
Peso de muestra suelta (g)	6955	6872	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1657</b>	<b>1637</b>	<b>1647</b>

  
**Washington Rodríguez Okazabal**  
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
CIP. 45130  
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS

# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA**

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ACI 211.2

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIlice, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-287
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREADO POR :</b>	Tesistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b>	Tesistas
	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ELABORACIÓN :</b>	14/10/2021
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b>	3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento RUMI IP Clasico	<b>Código de mezcla:</b>	P + 0% MS

### 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'cr = 294$

### 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R a/c = 0.54$

$R a/cte = \text{No aplica}$

### 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

### 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

### 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 356 kg = 8.1 Bolsas x m<sup>3</sup>

### 6. ADICIONES

Adición mineral (Microsilice) No aplica

### 7. FIBRAS

Fibras Natural No aplica

### 8. ADITIVOS

Aditivo No aplica

### 9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento RUMI IP Clasico	2800 kg/m <sup>3</sup>	0.1272 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	---	0.0150 m <sup>3</sup>
Adición mineral (Microsilice)	No aplica	
Aditivo	No aplica	
Agregado Grueso	2513 kg/m <sup>3</sup>	0.3812 m <sup>3</sup>
Agregado Fino	2518 kg/m <sup>3</sup>	0.2836 m <sup>3</sup>
Volumen de pasta		0.3352 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados		0.6648 m <sup>3</sup>

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Agregado Grueso	4.3%	2.5%	6.75	1473	1647	1
Agregado Fino	2.9%	2.9%	3.68	1576	1664	N° 4

### 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado Grueso	57.3%	≈ 0.3812 m <sup>3</sup>	≈ 958 kg
Agregado Fino	42.7%	≈ 0.2836 m <sup>3</sup>	≈ 714 kg

### 14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	CORR. RENDIMIENTO
Cemento RUMI IP Clasico	356 kg	356 kg	346 kg
Agua	193 L	176 L	171 kg
Aire atrapado ≈ 1.5%			
Adición mineral (Microsilice) ≈ 0%			
Aditivo			
Agregado Grueso	958 kg	999 kg	971 kg
Agregado Fino	714 kg	735 kg	714 kg
PUT	2221 kg	2266 kg	2202 kg

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

Agregado Grueso	999 kg
Agregado Fino	735 kg

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

Agua 176 L

### 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

Cemento RUMI IP Clasico	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición mineral (Microsilice)	Aditivo
1	2.0	2.9	21.0 L		

### CANTIDADES DE PROBETAS PARA PRUEBA

PROBETAS 6"x12"	: 18
VIGAS	: 9
SLUMP	: 1
PUC	: 1

### 15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.249 m<sup>3</sup>

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento RUMI IP Clasico	88.654 kg
Agua	48.057 L
Aire atrapado ≈ 1.5%	0 kg
Adición mineral (Microsilice) ≈ 0%	0 kg
Aditivo	0 g
Agregado Grueso	238.519 kg
Agregado Fino	177.782 kg
Agregado Adicional	0 kg
Fibra Natural	0 kg
Slump obtenido	4
Apariencia	Cohesiva
Rendimiento	1.03

  
 Washington Rodriguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ACI 211.2

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSILICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-287
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREO POR :</b> Testistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b> Testistas
	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ELABORACIÓN :</b> 14/10/2021
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b> 210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b> 3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento RUMI IP Clasico	<b>Código de mezcla:</b> P + 4% MS

### 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'_{cr} = 294$

### 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0.54$

$R_{a/c} = 0.52$

### 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

### 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

### 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 356 kg = 8.3 Bolsas x m<sup>3</sup>

### 6. ADICIONES

Adición mineral (Microsilice) = 14.2 kg

### 7. FIBRAS

Fibras Natural No aplica

### 8. ADITIVOS

Aditivo No aplica

### 9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Cemento RUMI IP Clasico	2800 kg/m <sup>3</sup>	0.1272 m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>						
Aire atrapado	---	0.0150 m <sup>3</sup>						
Adición mineral (Microsilice) 4.00%	650 kg/m <sup>3</sup>	0.0219 m <sup>3</sup>						
Aditivo	No aplica							
Agregado Grueso	2513 kg/m <sup>3</sup>	0.3812 m <sup>3</sup>	4.3%	2.5%	6.75	1473	1647	1
Agregado Fino	2518 kg/m <sup>3</sup>	0.2617 m <sup>3</sup>	2.9%	2.9%	3.68	1576	1664	N° 4
Volumen de pasta		0.3571 m <sup>3</sup>						
Volumen de agregados		0.6429 m <sup>3</sup>						

### 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado Grueso	59.3%	≈ 0.3812 m <sup>3</sup>	≈ 958 kg
Agregado Fino	40.7%	≈ 0.2617 m <sup>3</sup>	≈ 659 kg

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

Agregado Grueso	999 kg
Agregado Fino	678 kg

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

Agua	176 L
------	-------

### 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

Cemento RUMI IP Clasico	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición mineral (Microsilice)	Aditivo
1	1.8	2.9	21.0 L	1.7 kg	

### CANTIDADES DE PROBETAS PARA PRUEBA

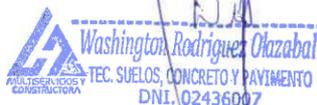
PROBETAS 6"X12"	: 18
VIGAS	: 9
SLUMP	: 1
PUC	: 1

### 14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	CORR. RENDIMIENTO
Cemento RUMI IP Clasico	356 kg	356 kg	351 kg
Agua	193 L	176 L	174 kg
Aire atrapado ≈ 1.5%	No aplica	No aplica	No aplica
Adición mineral (Microsilice) ≈ 4%	14.2 kg	14.2 kg	14 kg
Aditivo			
Agregado Grueso	958 kg	999 kg	986 kg
Agregado Fino	659 kg	678 kg	669 kg
PUT	2180 kg	2224 kg	2194 kg

### 15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento RUMI IP Clasico	88.654 kg
Agua	48.057 L
Aire atrapado ≈ 1.5%	No aplica kg
Adición mineral (Microsilice) ≈ 4%	3.546 kg
Aditivo	0 g
Agregado Grueso	238.519 kg
Agregado Fino	164.047 kg
Agregado Adicional	0 kg
Fibra Natural	0 kg
Slump obtenido	3 1/2
Apariencia	Cohesiva
Rendimiento	1.01

  
 Washington Rodriguez Okazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ACI 211.2

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSILICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-287
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREO POR :</b>	Tesistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>ENSAYADO POR :</b>	Tesistas
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>FECHA DE ELABORACIÓN :</b>	14/10/2021
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>F'c de diseño:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Cemento</b>	: Cemento RUMI IP Clásico	<b>Asentamiento:</b>	3" - 4"
		<b>Código de mezcla:</b>	P + 8% MS

### 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$f_{cr} = 294$

### 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R a/c = 0.54$

$R a/cte = 0.50$

### 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

### 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

### 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 356 kg = 8.4 Bolsas x m<sup>3</sup>

### 6. ADICIONES

Adición mineral (Microsilice) = 28.5 kg

### 7. FIBRAS

Fibras Natural No aplica

### 8. ADITIVOS

Aditivo No aplica

### 9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento RUMI IP Clásico	2800 kg/m <sup>3</sup>	0.1272 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	---	0.0150 m <sup>3</sup>
Adición mineral (Microsilice) 8.00%	650 kg/m <sup>3</sup>	0.0438 m <sup>3</sup>
Aditivo	No aplica	

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Agregado Grueso	4.3%	2.5%	6.75	1473	1647	1
Agregado Fino	2.9%	2.9%	3.68	1576	1664	N° 4

Volumen de pasta = 0.3790 m<sup>3</sup>  
 Volumen de agregados = 0.6210 m<sup>3</sup>

### 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado Grueso 61.4% ≈ 0.3812 m<sup>3</sup> ≈ 958 kg  
 Agregado Fino 38.6% ≈ 0.2398 m<sup>3</sup> ≈ 604 kg

### 14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	CORR. RENDIMIENTO
Cemento RUMI IP Clásico	356 kg	356 kg	356 kg
Agua	193 L	176 L	176 kg
Aire atrapado ≈ 1.5%	No aplica	No aplica	No aplica
Adición mineral (Microsilice) ≈ 8%	28.5 kg	28.5 kg	28 kg
Aditivo			
Agregado Grueso	958 kg	999 kg	999 kg
Agregado Fino	604 kg	621 kg	621 kg
PUT	2139 kg	2181 kg	2181 kg

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

Agregado Grueso 999 kg  
 Agregado Fino 621 kg

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

Agua 176 L

### 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

Cemento RUMI IP Clásico	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición mineral (Microsilice)	Aditivo
1	1.7	2.9	21.0 L	3.4 kg	

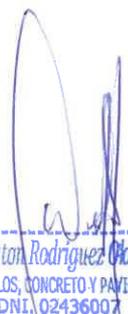
### CANTIDADES DE PROBETAS PARA PRUEBA

PROBETAS 6"x12" : 18  
 VIGAS : 9  
 SLUMP : 1  
 PUC : 1

### 15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.249 m<sup>3</sup>

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento RUMI IP Clásico	88.654 kg
Agua	48.057 L
Aire atrapado ≈ 1.5%	No aplica kg
Adición mineral (Microsilice) ≈ 8%	7.092 kg
Aditivo	0 g
Agregado Grueso	238.519 kg
Agregado Fino	150.312 kg
Agregado Adicional	0 kg
Fibra Natural	0 kg
Slump obtenido	2 3/5
Apariencia	Cohesiva
Rendimiento	1.00

  
 Washington Rodriguez Mazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> ACI 211.2

<b>Proyecto</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSILICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-287
<b>Solicitante</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREO POR :</b> Testistas
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b> Testistas
	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ELABORACIÓN :</b> 14/10/2021
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b> 210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b> 3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento RUMI IP Clasico	<b>Código de mezcla:</b> P + 12% MS

### 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

f'cr = 294

### 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.54

R a/cte = 0.48

### 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

### 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

### 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 356 kg = 8.4 Bolsas x m<sup>3</sup>

### 6. ADICIONES

Adición mineral (Microsilice) = 42.7 kg

### 7. FIBRAS

Fibras Natural No aplica

### 8. ADITIVOS

Aditivo No aplica

### 9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Cemento RUMI IP Clasico	2800 kg/m <sup>3</sup>	0.1272 m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>						
Aire atrapado	--	0.0150 m <sup>3</sup>						
Adición mineral (Microsilice) 12.00%	650 kg/m <sup>3</sup>	0.0657 m <sup>3</sup>						
Aditivo	No aplica							
Agregado Grueso	2513 kg/m <sup>3</sup>	0.3812 m <sup>3</sup>	4.3%	2.5%	6.75	1473	1647	1
Agregado Fino	2518 kg/m <sup>3</sup>	0.2179 m <sup>3</sup>	2.9%	2.9%	3.68	1576	1664	N° 4
Volumen de pasta		0.4009 m <sup>3</sup>						
Volumen de agregados		0.5991 m <sup>3</sup>						

### 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado Grueso 63.6% ≈ 0.3812 m<sup>3</sup> ≈ 958 kg  
 Agregado Fino 36.4% ≈ 0.2179 m<sup>3</sup> ≈ 549 kg

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

Agregado Grueso 999 kg  
 Agregado Fino 565 kg

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

Agua 176 L

### 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

: Cemento RUMI IP Clasico	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Adición mineral (Microsilice)	Aditivo
1	1.5	2.9	21.0 L	5.1 kg	

### CANTIDADES DE PROBETAS PARA PRUEBA

PROBETAS 6"X12" : 18  
 VIGAS : 9  
 SLUMP : 1  
 PUC : 1

### 14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	CORR. RENDIMIENTO
Cemento RUMI IP Clasico	356 kg	356 kg	356 kg
Agua	193 L	176 L	176 kg
Aire atrapado ≈ 1.5%	No aplica	No aplica	No aplica
Adición mineral (Microsilice) ≈ 12%	42.7 kg	42.7 kg	43 kg
Aditivo			
Agregado Grueso	958 kg	999 kg	999 kg
Agregado Fino	549 kg	565 kg	565 kg
PUT	2098 kg	2139 kg	2139 kg

### 15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.249 m<sup>3</sup>

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento RUMI IP Clasico	88.654 kg
Agua	48.057 L
Aire atrapado ≈ 1.5%	No aplica kg
Adición mineral (Microsilice) ≈ 12%	10.639 kg
Aditivo	0 g
Agregado Grueso	238.519 kg
Agregado Fino	136.577 kg
Agregado Adicional	0 kg
Fibra Natural	0 kg
Slump obtenido	1 1/2
Apariencia	Cohesiva
Rendimiento	1.00

*Washington Rodriguez Chazabal*  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



*Juan Manuel Frizanco Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(ENSAYOS DE CONTROL EN CONCRETO  
FRESCO)**

**MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA**

## ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 210 kg/cm<sup>2</sup>

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-287
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREADO POR :</b> Tesistas
	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b> Tesistas
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 16/10/2021
		<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b> 210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b> 3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento RUMI IP Clasico	<b>Código de mezcla:</b> P + 0% MS

### 1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

#### ASTM C1064 / C1064M - 17

Temperatura Ambiente (°C)	: 10.20	°C
Temperatura del Concreto (°C)	: 22.50	°C

Según ACI 211.1

Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C

**Cumple... !**

### 2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

#### ASTM C143 / C143M - 20

Slump o Revenimiento	: 4	Pulg.
----------------------	-----	-------

Asentamiento de Diseño = 3" a 4"

**Cumple... !**

### 3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

#### ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Molde	: 0.282	Kg.
Volumen del Molde	: 0.006	m <sup>3</sup>
Peso de Molde + Concreto Compactado	: 12.944	Kg.
Peso del Concreto	: 12.662	Kg.
Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2158.246	Kg/m <sup>3</sup>

### 4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

#### ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2158.246	Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Teorico ( PUT )	: 2220.935	Kg/m <sup>3</sup>
Rendimiento del concreto	: 1.03	

**Cumple... !**

### 5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

#### ASTM C231 / C231M - 17a

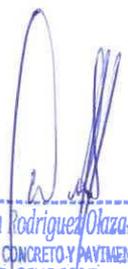
Contenido de Aire Atrapado de Diseño	: 1.5	%
Contenido de Aire (Olla Whashington)	: 1.8	%

Según ACI 211.1

**Cumple... !**

### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio

  
 Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizancho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 210 kg/cm<sup>2</sup>

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-287
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREADO POR :</b> Tesistas
	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b> Tesistas
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 16/10/2021
		<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b> 210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b> 3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento RUMI IP Clasico	<b>Código de mezcla:</b> P + 4% MS

### 1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

#### ASTM C1064 / C1064M - 17

Temperatura Ambiente (°C)	: 10.60	°C
Temperatura del Concreto (°C)	: 27.60	°C

Según ACI 211.1

Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C

Cumple... !

### 2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

#### ASTM C143 / C143M - 20

Slump o Revenimiento	: 3 1/2	Pulg.
----------------------	---------	-------

Asentamiento de Diseño = 3" a 4"

Cumple... !

### 3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

#### ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Molde	: 0.282	Kg.
Volumen del Molde	: 0.006	m <sup>3</sup>
Peso de Molde + Concreto Compactado	: 12.899	Kg.
Peso del Concreto	: 12.617	Kg.
Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2150.576	Kg/m <sup>3</sup>

### 4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

#### ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2150.576	Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Teorico ( PUT )	: 2180.015	Kg/m <sup>3</sup>
Rendimiento del concreto	: 1.01	

Cumple... !

### 5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

#### ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de Aire Atrapado de Diseño	: 1.5	%
Contenido de Aire (Olla Whashington)	: 2.0	%

Según ACI 211.1

Cumple... !

### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio

  
 Washington Rodriguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizancho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

## ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 210 kg/cm<sup>2</sup>

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-287
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREADO POR :</b> Tesistas
	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b> Tesistas
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 16/10/2021
		<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b> 210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b> 3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento RUMI IP Clasico	<b>Código de mezcla:</b> P + 8% MS

### 1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1064 / C1064M - 17

Temperatura Ambiente (°C)	: 11.20	°C
Temperatura del Concreto (°C)	: 23.70	°C

Según ACI 211.1

Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C

**Cumple... !**

### 2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

ASTM C143 / C143M - 20

Slump o Revenimiento	: 2 3/5	Pulg.
----------------------	---------	-------

Asentamiento de Diseño = 3" a 4"

**No Cumple... !**

### 3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Molde	: 0.282	Kg.
Volumen del Molde	: 0.006	m <sup>3</sup>
Peso de Molde + Concreto Compactado	: 12.842	Kg.
Peso del Concreto	: 12.560	Kg.
Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2140.860	Kg/m <sup>3</sup>

### 4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2140.860	Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Teorico ( PUT )	: 2139.095	Kg/m <sup>3</sup>
Rendimiento del concreto	: 1.00	

**Cumple... !**

### 5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de Aire Atrapado de Diseño	: 1.5	%
Contenido de Aire (Olla Whashington)	: 2.2	%

Según ACI 211.1

**Cumple... !**

### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio

  
 Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

## ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 210 kg/cm<sup>2</sup>

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-287
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>MUESTREO POR :</b> Tesistas
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>ENSAYADO POR :</b> Tesistas
	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 16/10/2021
		<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b> 210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: Agregado Adicional: CANTERA ROSARIO / Agregado Fino: CANTERA ROSARIO	<b>Asentamiento:</b> 3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento RUMI IP Clasico	<b>Código de mezcla:</b> P + 12% MS

### 1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

#### ASTM C1064 / C1064M - 17

Temperatura Ambiente (°C)	: 11.90	°C
Temperatura del Concreto (°C)	: 25.80	°C

Según ACI 211.1

Temperatura del Concreto = 0 °C a 50 °C

**Cumple... !**

### 2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

#### ASTM C143 / C143M - 20

Slump o Revenimiento	: 1 1/2	Pulg.
----------------------	---------	-------

Asentamiento de Diseño = 3" a 4"

**No Cumple... !**

### 3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

#### ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Molde	: 0.282	Kg.
Volumen del Molde	: 0.006	m <sup>3</sup>
Peso de Molde + Concreto Compactado	: 12.650	Kg.
Peso del Concreto	: 12.368	Kg.
Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2108.134	Kg/m <sup>3</sup>

### 4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

#### ASTM C138 / C138M - 17a

Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2108.134	Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Teorico ( PUT )	: 2098.175	Kg/m <sup>3</sup>
Rendimiento del concreto	: 1.00	

**Cumple... !**

### 5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

#### ASTM C231 / C231M - 17a

Contenido de Aire Atrapado de Diseño	: 1.5	%
Contenido de Aire (Olla Whashington)	: 2.5	%

Según ACI 211.1

**Cumple... !**

### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Los valores presentados en el presente informe son tal cual se obtuvieron en el Laboratorio

  
 Washington Rodriguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS



# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(ENSAYO A LA COMPRESIÓN)**

**MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA**

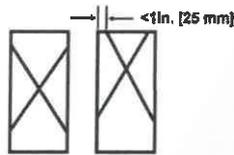
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

ASTM C39/C39M-20

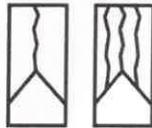
<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>REALIZADO POR:</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REVISADO POR:</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	23/10/2021
	: 13/11/2021	<b>TURNO:</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.8	306.5	18337.4	1	402.29	21.94	223.71
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.9	306.5	18361.4	5	413.95	22.54	229.89
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.7	306.5	18313.4	5	408.42	22.30	227.42
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.31</b>	<b>3.11</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>22.26</b>	<b>227.01</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>108.10</b>	<b>108.10</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>1.37</b>	<b>1.37</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>2.72</b>	<b>2.72</b>



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



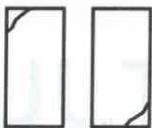
**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]		
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]		
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Nazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°:** LH21-CERT-306

**REALIZADO POR :** W. Rodriguez  
**REVISADO POR :** ---  
**FECHA DE ENSAYO :** 23/10/2021  
**TURNO :** Diurno

**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**F'c de diseño** : f'c = 210 kg/cm2

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm2
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.7	300.0	18313.4	5	440.24	24.04	245.13
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.8	306.5	18337.4	3	419.64	22.88	233.36
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.6	306.5	18289.4	5	432.48	23.65	241.13
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.59</b>	<b>5.99</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>23.52</b>	<b>239.87</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>114.23</b>	<b>114.23</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>2.50</b>	<b>2.50</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>4.91</b>	<b>4.91</b>

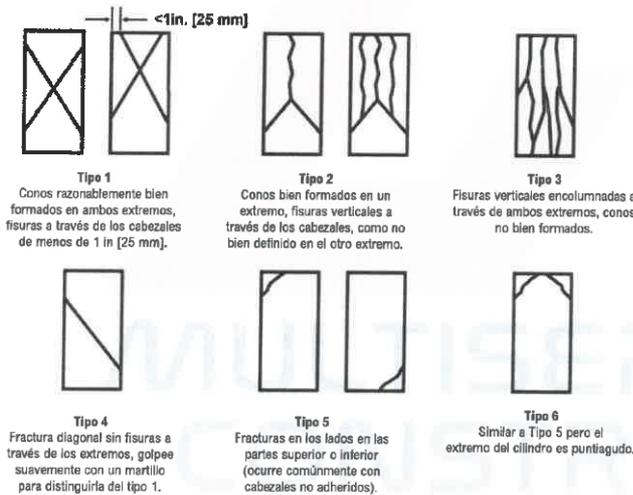


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]		
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]		
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

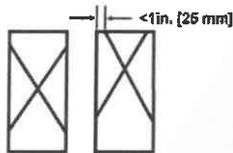
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°** : LH21-CERT-306  
**REALIZADO POR** : W. Rodriguez  
**REVISADO POR** : ---  
**FECHA DE ENSAYO** : 23/10/2021  
**TURNO** : Diurno

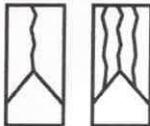
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**F'c de diseño** : f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.7	306.5	18313.4	3	450.72	24.61	250.97
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.8	306.5	18337.4	3	442.90	24.15	246.29
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.6	306.5	18289.4	5	448.16	24.50	249.87
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.24</b>	<b>2.45</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>24.42</b>	<b>249.04</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>118.59</b>	<b>118.59</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.98</b>	<b>0.98</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>1.88</b>	<b>1.88</b>



**Tipo 1**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



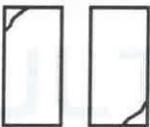
**Tipo 2**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]		
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]		
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Okazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

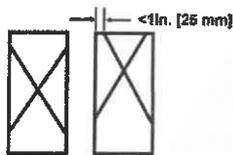
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°:** LH21-CERT-306  
**REALIZADO POR:** W. Rodriguez  
**REVISADO POR:** ---  
**FECHA DE ENSAYO:** 23/10/2021  
**TURNO:** Diurno

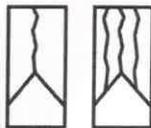
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**F'c de diseño** : f'c = 210 kg/cm2

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm2
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.6	306.5	18289.4	5	490.18	26.80	273.30
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.7	306.5	18313.4	5	485.35	26.50	270.25
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7	152.5	306.4	18265.4	3	492.74	26.98	275.09
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.24</b>	<b>2.44</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>26.76</b>	<b>272.88</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>129.94</b>	<b>129.94</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.90</b>	<b>0.90</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>1.77</b>	<b>1.77</b>



**Tipo 1**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



**Tipo 2**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
 Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpe suave con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

6 x 12 Pulgadas [150 a 300 mm]	Coeficiente de Variacion	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
		2 Cilindros	3 Cilindros
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 x 8 Pulgadas [100 a 200 mm]			
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodriguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

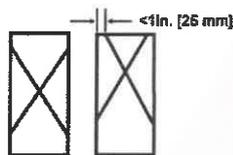
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°:** LH21-CERT-306  
**REALIZADO POR :** W. Rodriguez  
**REVISADO POR :** ---  
**FECHA DE ENSAYO :** 30/10/2021  
**TURNO :** Diurno

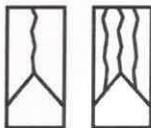
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**F'c de diseño** : f'c = 210 kg/cm2

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm2
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.7	306.5	18313.4	5	475.72	25.98	264.89
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.8	306.3	18337.4	5	476.84	26.00	265.17
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.8	306.5	18337.4	5	478.29	26.08	265.97
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.06</b>	<b>0.56</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>26.02</b>	<b>265.34</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>126.35</b>	<b>126.35</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.21</b>	<b>0.21</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>0.41</b>	<b>0.41</b>



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]		
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]		
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizancho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

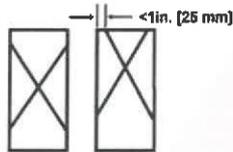
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°:** LH21-CERT-306  
**REALIZADO POR :** W. Rodriguez  
**REVISADO POR :** ---  
**FECHA DE ENSAYO :** 30/10/2021  
**TURNO :** Diurno

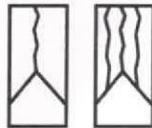
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**Fc de diseño** :  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.7	306.5	18313.4	3	547.08	29.87	304.62
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.6	306.4	18289.4	3	546.22	29.87	304.54
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.8	306.6	18337.4	3	547.69	29.87	304.56
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.00</b>	<b>0.04</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>29.87</b>	<b>304.58</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>145.04</b>	<b>145.04</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.01</b>	<b>0.01</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>0.03</b>	<b>0.03</b>



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpeado suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]		
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]		
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

  
 Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Friznacho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

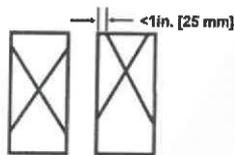
REGISTRO N°: LH21-CERT-306

REALIZADO POR : W. Rodríguez  
 REVISADO POR : ---  
 FECHA DE ENSAYO : 30/10/2021  
 TURNO : Diurno

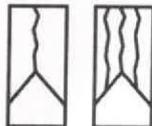
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
 F'c de diseño : f'c = 210 kg/cm2

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm2
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.9	306.3	18361.4	6	597.52	32.54	331.84
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.7	306.5	18313.4	5	598.34	32.67	333.17
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.9	306.4	18361.4	5	598.43	32.59	332.35
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.07</b>	<b>0.67</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>32.60</b>	<b>332.45</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>158.31</b>	<b>158.31</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.20</b>	<b>0.20</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>0.40</b>	<b>0.40</b>



**Tipo 1**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



**Tipo 2**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
 Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]	Coeficiente de Variacion	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
		2 Cilindros	3 Cilindros
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]			
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI: 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP: 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

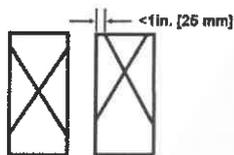
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°**: LH21-CERT-306  
**REALIZADO POR** : W. Rodriguez  
**REVISADO POR** : ---  
**FECHA DE ENSAYO** : 30/10/2021  
**TURNO** : Diurno

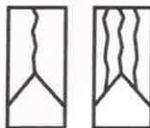
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**F'c de diseño** : f'c = 210 kg/cm2

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm2
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.7	306.4	18313.4	3	630.03	34.40	350.81
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.6	306.4	18289.4	5	661.98	36.19	369.09
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14	152.8	306.5	18337.4	5	645.50	35.20	358.96
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.90</b>	<b>9.15</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>35.27</b>	<b>359.62</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>171.25</b>	<b>171.25</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>2.55</b>	<b>2.55</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>5.08</b>	<b>5.08</b>



**Tipo 1**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



**Tipo 2**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
 Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

	Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
		2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]			
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 a 6 Pulgadas [100 a 200 mm]			
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizancho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021

**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA

**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO

**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°:** LH21-CERT-306

**REALIZADO POR :** W. Rodriguez

**REVISADO POR :** —

**FECHA DE ENSAYO :** 13/11/2021

**TURNO :** Diurno

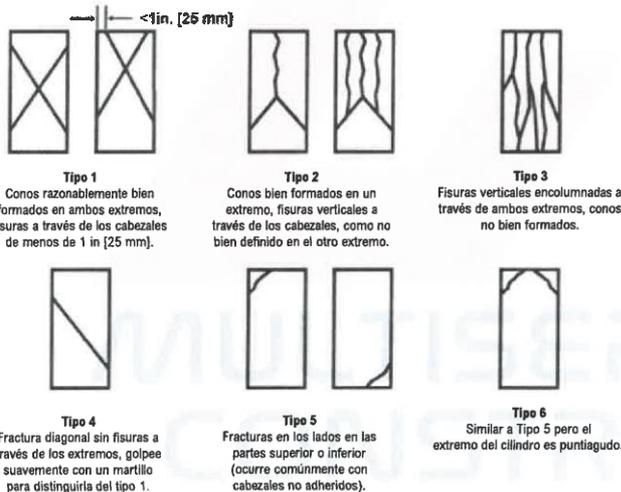
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido

**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"

**F'c de diseño** : f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.5	308.6	18265.4	3	514.79	28.18	287.40
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.6	308.4	18289.4	3	519.93	28.43	289.89
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.4	308.6	18241.5	3	516.45	28.31	288.70
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.12</b>	<b>1.25</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>28.31</b>	<b>288.66</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>137.46</b>	<b>137.46</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.43</b>	<b>0.43</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>0.86</b>	<b>0.86</b>



Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

	Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
		2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]			
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]			
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodriguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

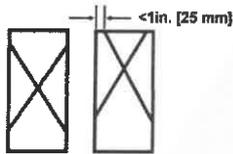
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°:** LH21-CERT-306  
**REALIZADO POR :** W. Rodriguez  
**REVISADO POR :** ---  
**FECHA DE ENSAYO :** 13/11/2021  
**TURNO :** Diurno

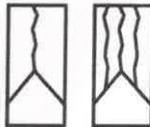
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**F'c de diseño** : f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.7	308.6	18313.4	3	586.03	32.00	326.31
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.5	308.5	18265.4	3	588.89	32.24	328.76
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.6	308.5	18289.4	3	587.37	32.12	327.49
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.12</b>	<b>1.23</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>32.12</b>	<b>327.52</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>155.96</b>	<b>155.96</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.37</b>	<b>0.37</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>0.75</b>	<b>0.75</b>



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variacion	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales			
	2 Cilindros	3 Cilindros		
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]	Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %	7.8 %
	Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]	Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro) por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizancho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

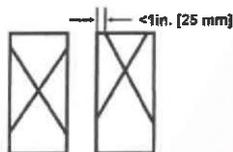
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

ASTM C39/C39M-20

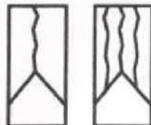
<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	13/11/2021
	: 13/11/2021	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm2		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm2
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.6	308.4	18289.4	2	635.34	34.74	354.23
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.4	308.6	18241.5	3	633.68	34.74	354.23
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.4	308.5	18241.5	2	634.96	34.81	354.95
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.04</b>	<b>0.41</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>34.76</b>	<b>354.47</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>168.80</b>	<b>168.80</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.12</b>	<b>0.12</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>0.20</b>	<b>0.20</b>



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



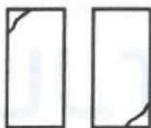
**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipicos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]		
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]		
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodriguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02434007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Friznacho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

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

ASTM C39/C39M-20

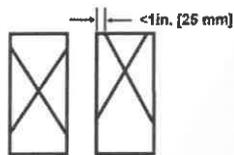
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI  
 : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/11/2021

**REGISTRO N°:** LH21-CERT-306  
**REALIZADO POR :** W. Rodriguez  
**REVISADO POR :** ---  
**FECHA DE ENSAYO :** 13/11/2021  
**TURNO :** Diurno

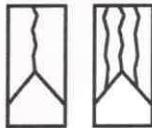
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**F'c de diseño** : f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.5	308.4	18265.4	2	685.78	37.55	382.86
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.4	308.6	18241.5	3	684.26	37.51	382.51
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28	152.6	308.7	18289.4	2	687.26	37.58	383.18
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.03</b>	<b>0.34</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>37.54</b>	<b>382.85</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>									<b>182.31</b>	<b>182.31</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.09</b>	<b>0.09</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>0.18</b>	<b>0.18</b>



**Tipo 1**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm].



**Tipo 2**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



**Tipo 3**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



**Tipo 4**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.



**Tipo 5**  
 Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).



**Tipo 6**  
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L / D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros Individuales		
	2 Cilindros	3 Cilindros	
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]	Condiciones de Laboratorio	6.6 %	7.8 %
	Condiciones de Campo	8.0 %	9.5 %
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]	Condiciones de Laboratorio	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

  
 Washington Rodríguez Mazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(ENSAYO A LA FLEXIÓN)**

**MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA**

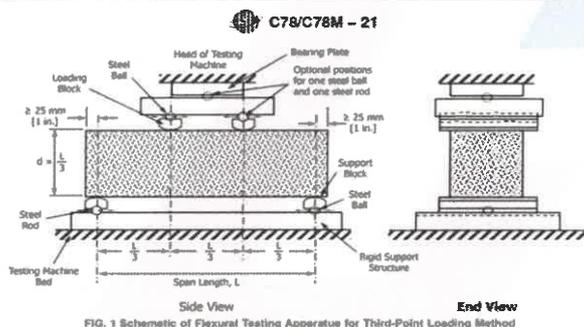
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

### ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b> W. Rodriguez <b>REVISADO POR :</b> ---
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 23/10/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido	
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm	
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	

#### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 0.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	19509.41	2.60 MPa	26.53 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	19996.87	2.67 MPa	27.19 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	19722.56	2.63 MPa	26.82 kg/cm <sup>2</sup>

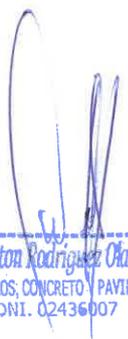


<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.03</b>	<b>0.33</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>2.63</b>	<b>26.84</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>106.52</b>	<b>106.52</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>1.24</b>	<b>1.24</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>2.47</b>	<b>2.47</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
 Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

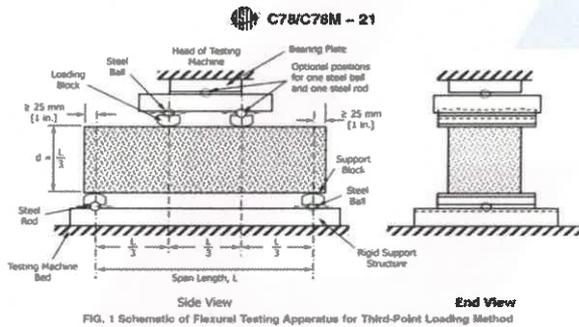
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b> W. Rodriguez <b>REVISADO POR :</b> ---
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 23/10/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido	
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm	
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA ( Mpa )	MODULO DE ROTURA ( kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	20986.61	2.80 MPa	28.53 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	20843.90	2.78 MPa	28.34 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	21101.53	2.81 MPa	28.69 kg/cm <sup>2</sup>



<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.02</b>	<b>0.18</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>2.80</b>	<b>28.52</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>113.18</b>	<b>113.18</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>0.62</b>	<b>0.62</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>1.23</b>	<b>1.23</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

**Washington Rodriguez Okazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 102436007



**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

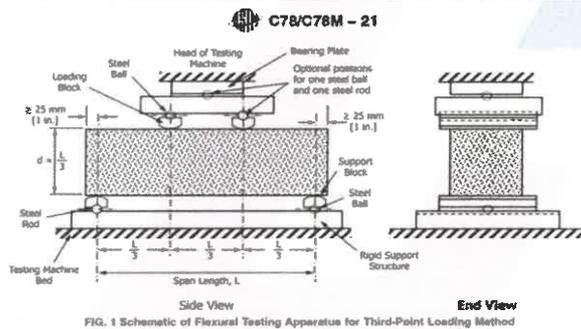
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b> W. Rodriguez <b>REVISADO POR :</b> ---
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 23/10/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido	
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm	
<b>f'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA ( Mpa )	MODULO DE ROTURA ( kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	22145.02	2.95 MPa	30.11 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	22007.86	2.93 MPa	29.92 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	21696.49	2.89 MPa	29.50 kg/cm <sup>2</sup>

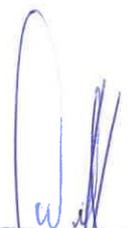


<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.03</b>	<b>0.31</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	<b>2.93</b>	<b>29.84</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>118.43</b>	<b>118.43</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>1.05</b>	<b>1.05</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>2.04</b>	<b>2.04</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodriguez Chazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

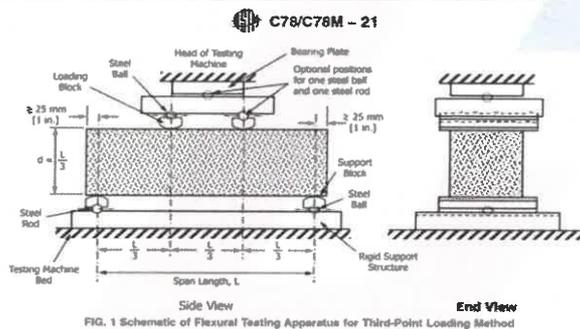
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b> W. Rodriguez <b>REVISADO POR :</b> ---
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 23/10/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido	
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm	
<b>f'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	23511.01	3.13 MPa	31.97 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	23051.36	3.07 MPa	31.34 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	TERCIO CENTRAL	7	150	150	450	23179.25	3.09 MPa	31.52 kg/cm <sup>2</sup>



<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.03</b>	<b>0.32</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>3.10</b>	<b>31.61</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>125.43</b>	<b>125.43</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>1.02</b>	<b>1.02</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>1.98</b>	<b>1.98</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

*Washington Rodriguez Olazabal*  
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
*Juan Manuel Frizanco Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	30/10/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno

<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA ( Mpa )	MODULO DE ROTURA ( kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	21394.37	2.85 MPa	29.09 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	21485.19	2.86 MPa	29.21 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	21435.15	2.86 MPa	29.14 kg/cm <sup>2</sup>

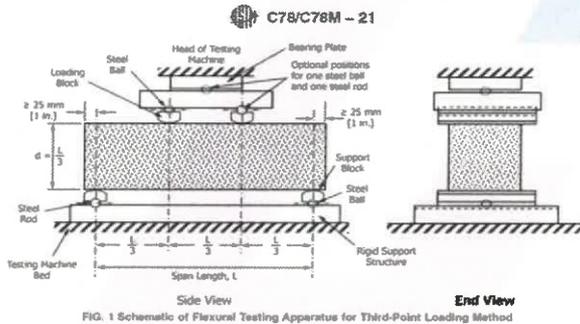


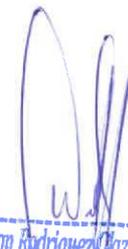
FIG. 1 Schematic of Flexural Testing Apparatus for Third-Point Loading Method

<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	<b>2.86</b>	<b>29.15</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>115.67</b>	<b>115.67</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>0.21</b>	<b>0.21</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>0.42</b>	<b>0.42</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
 Washington Rodriguez Chazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

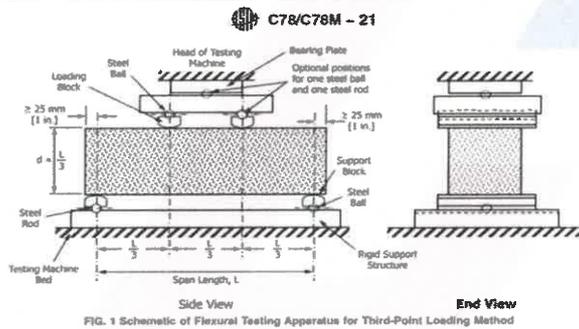
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

### ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	30/10/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	22917.91	3.06 MPa	31.16 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	22825.24	3.04 MPa	31.03 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	22936.44	3.06 MPa	31.19 kg/cm <sup>2</sup>

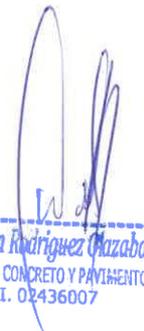


<b>DESVIACIÓN ESTANDAR :</b>	<b>0.01</b>	<b>0.08</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	<b>3.05</b>	<b>31.13</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>123.52</b>	<b>123.52</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>0.49</b>	<b>0.49</b>

Fuente: ASTM C78

### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodriguez Chazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

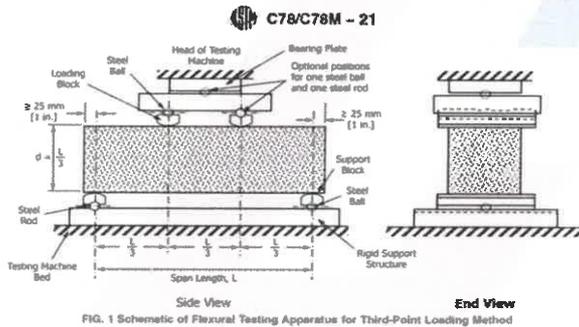
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	30/10/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	24048.51	3.21 MPa	32.70 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	23976.23	3.20 MPa	32.60 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	24085.58	3.21 MPa	32.75 kg/cm <sup>2</sup>

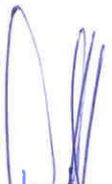


<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.01</b>	<b>0.08</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	<b>3.20</b>	<b>32.68</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>129.69</b>	<b>129.69</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>0.23</b>	<b>0.23</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>0.45</b>	<b>0.45</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
 Washington Rodríguez Okazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

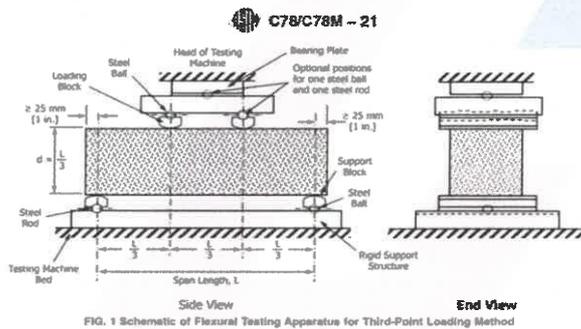
### ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b> W. Rodríguez <b>REVISADO POR :</b> ---
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 30/10/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>TURNO :</b> Diurno

<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>

#### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	25440.45	3.39 MPa	34.59 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	25397.82	3.39 MPa	34.53 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	TERCIO CENTRAL	14	150	150	450	25440.45	3.39 MPa	34.59 kg/cm <sup>2</sup>



<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	<b>3.39</b>	<b>34.57</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>137.18</b>	<b>137.18</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

**Washington Rodríguez Olazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b> W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b> ---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 13/11/2021
		<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido	
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm	
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA ( Mpa )	MODULO DE ROTURA ( kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	23890.00	3.19 MPa	32.48 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	23150.00	3.09 MPa	31.48 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	23640.00	3.15 MPa	32.14 kg/cm <sup>2</sup>

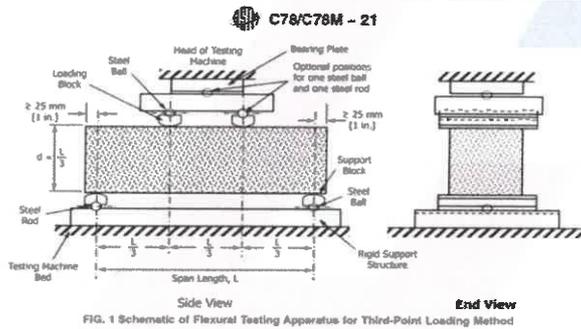


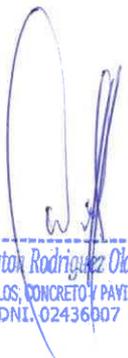
FIG. 1 Schematic of Flexural Testing Apparatus for Third-Point Loading Method

<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.05</b>	<b>0.51</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>3.14</b>	<b>32.03</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>127.11</b>	<b>127.11</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>1.60</b>	<b>1.60</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>3.14</b>	<b>3.14</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodríguez Olazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436907



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CTP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

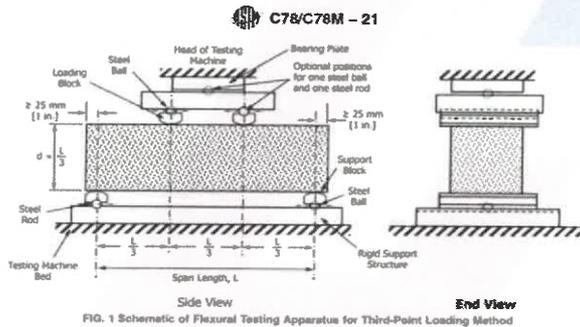
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b> W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b> ---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 13/11/2021
		<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido	
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm	
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA ( Mpa )	MODULO DE ROTURA ( kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	24750.00	3.30 MPa	33.65 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	24690.00	3.29 MPa	33.57 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	24810.00	3.31 MPa	33.73 kg/cm <sup>2</sup>



<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.01</b>	<b>0.08</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>3.30</b>	<b>33.65</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>133.53</b>	<b>133.53</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>0.24</b>	<b>0.24</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>0.48</b>	<b>0.48</b>

Fuente: ASTM C78

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

*Washington Rodríguez Olazabal*  
 TECNICO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 03436007



*Juan Manuel Frizanco Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

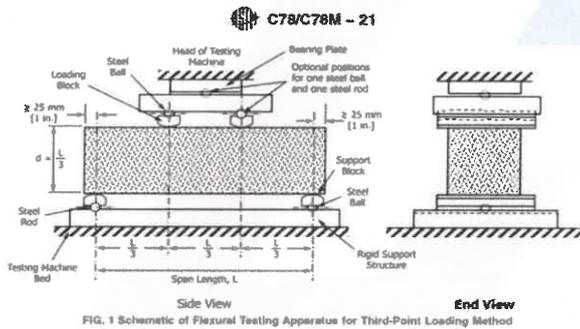
ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	—
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	13/11/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno

<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA ( Mpa )	MODULO DE ROTURA ( kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	25980.00	3.46 MPa	35.32 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	25160.00	3.35 MPa	34.21 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	25910.00	3.45 MPa	35.23 kg/cm <sup>2</sup>



<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.06</b>	<b>0.62</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>3.42</b>	<b>34.92</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>138.57</b>	<b>138.57</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>1.77</b>	<b>1.77</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>3.19</b>	<b>3.19</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

*Washington Rodríguez Olazabal*  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



*Juan Manuel Frizanco Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

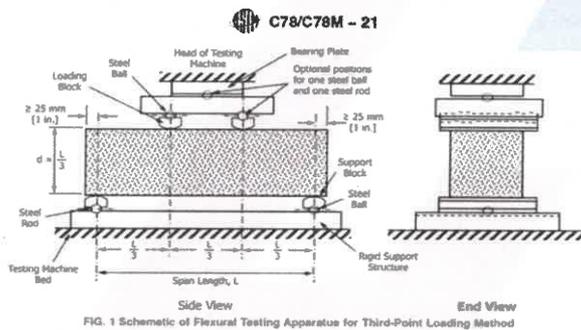
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - MEDIANTE ESFUERZO A FLEXIÓN

### ASTM C78/C78M-21

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-289
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	13/11/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes Prismáticos 150x150x450 mm		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	ANCHO (mm)	PROF. (mm)	LONGITUD (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	MODULO DE ROTURA ( Mpa )	MODULO DE ROTURA ( kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	26760.00	3.57 MPa	36.38 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	26890.00	3.59 MPa	36.56 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	TERCIO CENTRAL	28	150	150	450	26610.00	3.55 MPa	36.18 kg/cm <sup>2</sup>



<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>	<b>0.02</b>	<b>0.19</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>	<b>3.57</b>	<b>36.37</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>	<b>144.34</b>	<b>144.34</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>	<b>0.52</b>	<b>0.52</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>	<b>1.05</b>	<b>1.05</b>

Fuente: ASTM C78

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodríguez Obazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizancho Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(ENSAYO A LA TRACCIÓN)**

Evaluación De Las Propiedades Mecánicas Para Un Mejoramiento Del Pavimento Rígido Con  
Adición De Microsílice, Distrito De Antauta, Puno, 2021

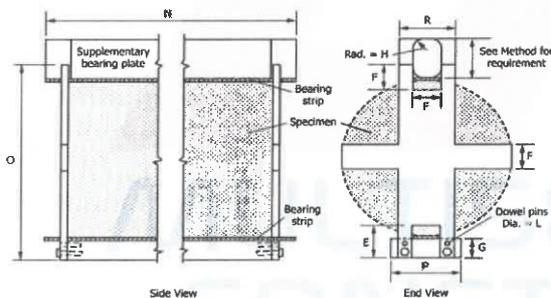
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	23/10/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.5	152.8	169530	2.30 MPa	23.50 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.5	152.6	171300	2.33 MPa	23.78 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.3	152.8	170480	2.32 MPa	23.65 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.01</b>	<b>0.14</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>2.32</b>	<b>23.64</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>112.57</b>	<b>112.57</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.59</b>	<b>0.59</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>1.17</b>	<b>1.17</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

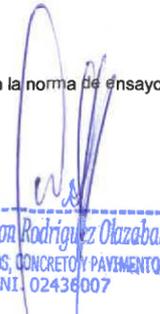
**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s%) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodriguez Olazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02438007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizoncho Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

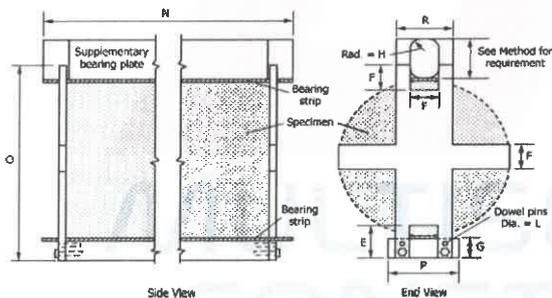
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	REGISTRO N°:	LH21-CERT-306
SOLICITANTE	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	REALIZADO POR :	W. Rodriguez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	REVISADO POR :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 13/11/2021	FECHA DE ENSAYO :	23/10/2021
		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F'c de diseño	: f'c = 210 kg/cm2		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.5	152.8	175600	2.39 MPa	24.34 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.6	152.6	175570	2.39 MPa	24.36 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.4	152.6	175380	2.39 MPa	24.35 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.00</b>	<b>0.01</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>2.39</b>	<b>24.35</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>115.95</b>	<b>115.95</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>0.08</b>	<b>0.08</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

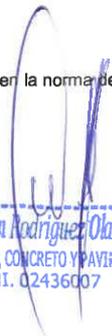
**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s%) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
 Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 Juan Manuel Frazancho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

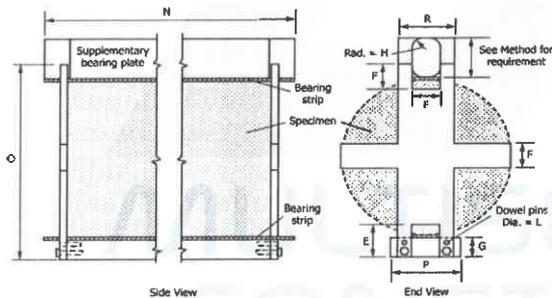
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	REGISTRO N°:	LH21-CERT-306
SOLICITANTE	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	REALIZADO POR :	W. Rodriguez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	REVISADO POR :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 13/11/2021	FECHA DE ENSAYO :	23/10/2021
Tipo de muestra	: Concreto endurecido	TURNO :	Diurno
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F'c de diseño	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 8.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.5	152.6	188910	2.57 MPa	26.22 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	305.9	152.8	188360	2.57 MPa	26.16 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.1	152.8	188550	2.57 MPa	26.17 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.00</b>	<b>0.03</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>2.57</b>	<b>26.18</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>124.68</b>	<b>124.68</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.12</b>	<b>0.12</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>0.23</b>	<b>0.23</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s%) y (2s%) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodríguez Obazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

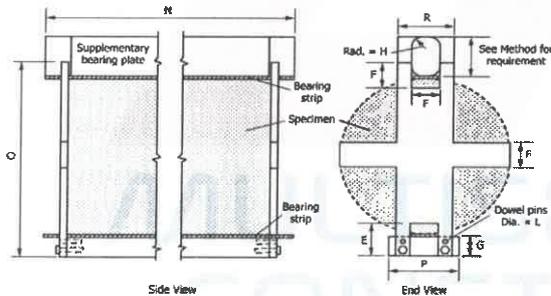
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b> LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b> W. Rodriguez <b>REVISADO POR :</b> ---
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 23/10/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido	
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"	
<b>f'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm2	

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.5	152.8	203530	2.77 MPa	28.21 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.8	152.8	198020	2.69 MPa	27.42 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	23/10/2021	7 días	306.7	152.6	200490	2.73 MPa	27.81 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.04</b>	<b>0.40</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>2.73</b>	<b>27.81</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>132.45</b>	<b>132.45</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>1.42</b>	<b>1.42</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>2.84</b>	<b>2.84</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodriguez Diazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizancho Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

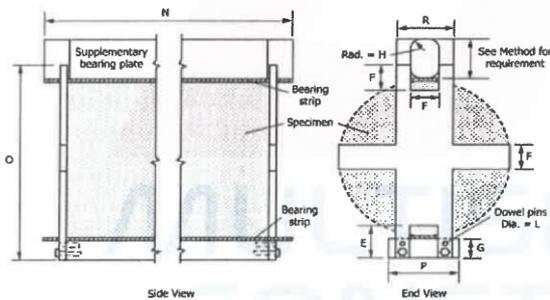
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	REGISTRO N°:	LH21-CERT-306
SOLICITANTE	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	REALIZADO POR :	W. Rodríguez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	REVISADO POR :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 13/11/2021	FECHA DE ENSAYO :	30/10/2021
Tipo de muestra	: Concreto endurecido	TURNO :	Diurno
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F'c de diseño	: f'c = 210 kg/cm2		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 0.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.4	152.6	173220	2.36 MPa	24.05 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.5	152.6	173060	2.36 MPa	24.02 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.5	152.8	173430	2.36 MPa	24.04 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.00</b>	<b>0.02</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>2.36</b>	<b>24.04</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>114.46</b>	<b>114.46</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.06</b>	<b>0.06</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>0.13</b>	<b>0.13</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (2s) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodríguez Plaza**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizancho Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

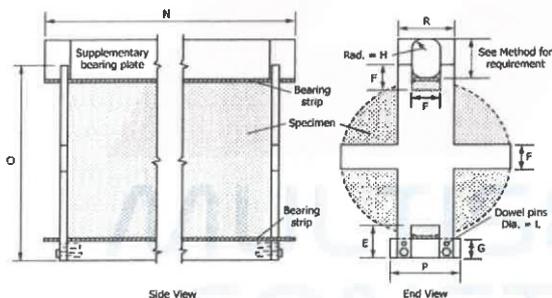
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	30/10/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm2		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm2)
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.6	152.7	177340	2.41 MPa	24.59 kg/cm2
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.5	152.5	176830	2.41 MPa	24.56 kg/cm2
PATRON + 4.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.5	152.8	177250	2.41 MPa	24.57 kg/cm2
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.00</b>	<b>0.02</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm2) :</b>							<b>2.41</b>	<b>24.57</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>117.01</b>	<b>117.01</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.06</b>	<b>0.06</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>0.12</b>	<b>0.12</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s%) y (d2s%) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodríguez Díazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45139  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

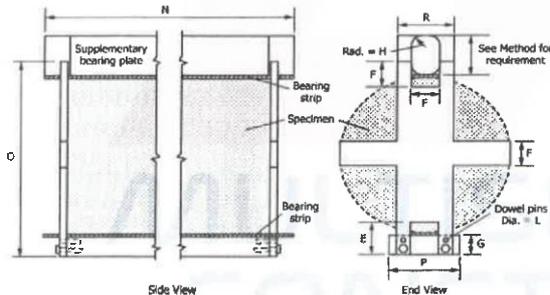
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	REGISTRO N°:	LH21-CERT-306
SOLICITANTE	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	REALIZADO POR :	W. Rodriguez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	REVISADO POR :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 13/11/2021	FECHA DE ENSAYO :	30/10/2021
Tipo de muestra	: Concreto endurecido	TURNO :	Diurno
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F'c de diseño	: f'c = 210 kg/cm2		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.5	152.9	182830	2.48 MPa	25.33 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	305.6	152.3	195850	2.68 MPa	27.32 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	305.8	152.5	189450	2.59 MPa	26.37 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.10</b>	<b>1.00</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>2.58</b>	<b>26.34</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>125.42</b>	<b>125.42</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>3.78</b>	<b>3.78</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>7.56</b>	<b>7.56</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

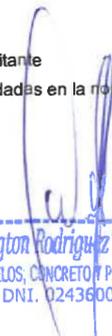
**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s%) y (d2s%) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodriguez Olazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Frizanco Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

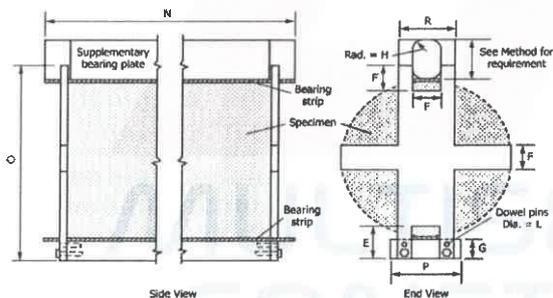
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSIÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	30/10/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.4	152.7	207060	2.82 MPa	28.73 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.1	152.8	206350	2.81 MPa	28.64 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 12.0 % MICROSIÍLICE	16/10/2021	30/10/2021	14 días	306.5	152.8	206830	2.81 MPa	28.67 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.00</b>	<b>0.05</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>2.81</b>	<b>28.68</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>136.57</b>	<b>136.57</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.16</b>	<b>0.16</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>0.31</b>	<b>0.31</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (2s) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
 Washington Rodríguez Mazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

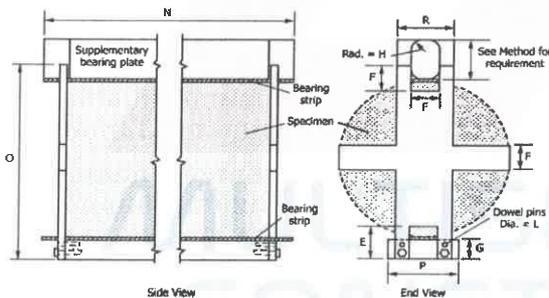
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodriguez
	: BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	13/11/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm2		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	308.6	152.4	234160	3.17 MPa	32.32 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	306.4	152.6	234600	3.19 MPa	32.57 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 0.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	307.5	152.5	234150	3.18 MPa	32.41 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.01</b>	<b>0.13</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>3.18</b>	<b>32.44</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>154.46</b>	<b>154.46</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.39</b>	<b>0.39</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>0.77</b>	<b>0.77</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s%) y (d2s%) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
 Washington Rodriguez Okazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanecho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

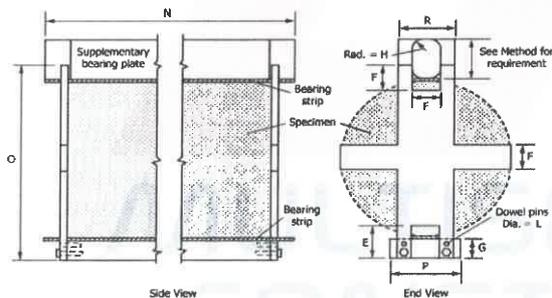
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

<b>PROYECTO</b>	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	LH21-CERT-306
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	<b>REALIZADO POR :</b>	W. Rodríguez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	<b>REVISADO POR :</b>	---
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 13/11/2021	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	13/11/2021
		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>F'c de diseño</b>	: f'c = 210 kg/cm2		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	308.3	152.4	239870	3.25 MPa	33.14 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	308.5	152.6	240410	3.25 MPa	33.15 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 4.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	306.9	152.4	240960	3.28 MPa	33.44 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.02</b>	<b>0.17</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>3.26</b>	<b>33.25</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>158.31</b>	<b>158.31</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.52</b>	<b>0.52</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>0.91</b>	<b>0.91</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

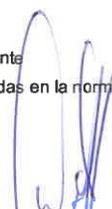
**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (2s) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Washington Rodríguez Olazabal**  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



  
**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
 Juan Manuel Frizancho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

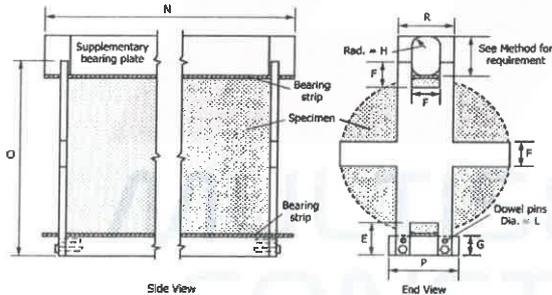
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	REGISTRO N°:	LH21-CERT-306
SOLICITANTE	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	REALIZADO POR :	W. Rodriguez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	REVISADO POR :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 13/11/2021	FECHA DE ENSAYO :	13/11/2021
Tipo de muestra	: Concreto endurecido	TURNO :	Diurno
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F'c de diseño	: f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	306.8	152.7	254540	3.46 MPa	35.27 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	307.4	152.6	251080	3.41 MPa	34.75 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	308.1	152.4	252650	3.43 MPa	34.93 kg/cm <sup>2</sup>
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>							<b>0.03</b>	<b>0.27</b>
<b>PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm<sup>2</sup>) :</b>							<b>3.43</b>	<b>34.98</b>
<b>% RESISTENCIA PROMEDIO :</b>							<b>166.59</b>	<b>166.59</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>							<b>0.76</b>	<b>0.76</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>							<b>1.50</b>	<b>1.50</b>



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s%) y (d2s%) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
 Washington Rodríguez Chazabal  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

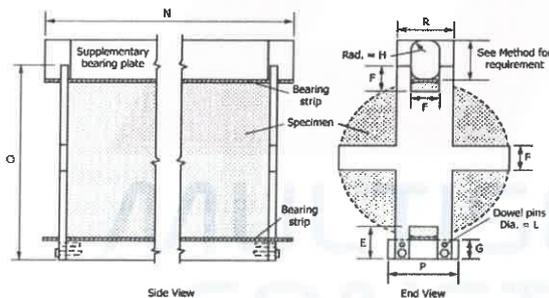
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

ASTM C496/C496M-17

PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE, DISTRITO DE ANTAUTA, PUNO, 2021	REGISTRO N°:	LH21-CERT-306
SOLICITANTE	: BACH. EDWIN ALEJANDRO, MAMANI MAMANI : BACH. VLADIMIR MOISES WATSON, TRUJILLO YUJRA	REALIZADO POR :	W. Rodriguez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: DISTRITO: ANTAUTA, PROVINCIA: MELGAR, DEPARTAMENTO: PUNO	REVISADO POR :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 13/11/2021	FECHA DE ENSAYO :	13/11/2021
		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F'c de diseño	: f'c = 210 kg/cm2		

### Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	TRACCIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (kg/cm2)
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	308.2	152.8	261240	3.53 MPa	36.01 kg/cm2
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	306.5	152.4	267180	3.64 MPa	37.13 kg/cm2
PATRON + 12.0 % MICROSÍLICE	16/10/2021	13/11/2021	28 días	306.8	152.8	265740	3.61 MPa	36.80 kg/cm2
DESVIACION ESTANDAR :							0.06	0.58
PROMEDIO (Mpa)   (kg/cm2) :							3.59	36.65
% RESISTENCIA PROMEDIO :							174.51	174.51
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :							1.57	1.57
RANGO DE VARIACION :							3.06	3.06



#### 11. Precisión y sesgo

**11.1 Precisión:** no se ha realizado un estudio entre laboratorios de este método de prueba. Sin embargo, los datos de investigación disponibles sugieren que el coeficiente de variación dentro del lote es del 5% (ver la Nota 4) para muestras cilíndricas de 150 x 300 mm [6 x 12 pulgadas].

**NOTA 4** — Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (2s) como se define en la Práctica C670.

**11.2 Sesgo:** el método de prueba no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por división se puede definir solo en términos de este método de prueba.

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
 Washington Rodriguez Chazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



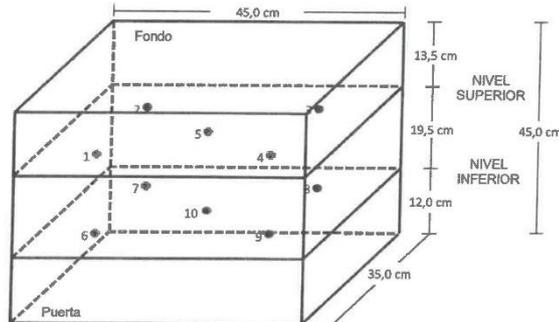
  
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

# **Certificados de calibración de Equipos.**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 115 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 6

**DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES**

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

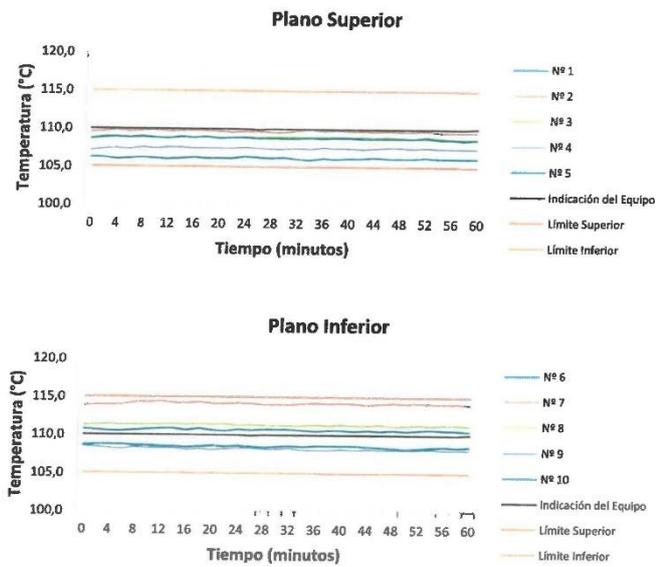
Fin del documento

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LT - 115 - 2021**

Página 5 de 6

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO**  
**TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 115 - 2021**

*Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,5	0,2
Mínima Temperatura Medida	105,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,6	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,0	0,1
Estabilidad Medida ( ± )	0,3	0,04
Uniformidad Medida	8,4	0,1

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,03 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 115 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

### 11. Resultados de Medición

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	máx-T <sub>m</sub>
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	106,2	109,6	108,8	107,2	108,6	110,7	113,9	111,3	108,5	108,6	109,3	7,6
02	110,0	106,2	109,7	109,0	107,4	108,8	110,6	114,0	111,4	108,4	108,7	109,4	7,7
04	110,0	106,0	109,9	109,0	107,5	108,9	110,5	114,0	111,5	108,3	108,7	109,4	7,9
06	110,0	106,1	109,7	108,9	107,4	108,8	110,5	114,1	111,4	108,2	108,7	109,4	7,9
08	110,0	106,2	109,8	109,1	107,6	108,9	110,6	114,4	111,4	108,4	108,6	109,5	8,1
10	110,0	106,1	109,9	108,9	107,5	108,8	110,7	114,4	111,4	108,3	108,6	109,5	8,2
12	110,0	106,0	109,7	108,9	107,6	108,7	110,8	114,5	111,4	108,3	108,5	109,4	8,4
14	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,9	110,8	114,3	111,5	108,3	108,5	109,5	8,1
16	110,0	106,2	109,8	108,9	107,5	108,8	110,6	114,3	111,4	108,1	108,4	109,4	8,0
18	110,0	106,1	109,8	109,0	107,5	108,9	110,8	114,4	111,5	108,2	108,5	109,5	8,2
20	110,0	106,1	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,2	111,4	108,1	108,6	109,4	8,0
22	110,0	106,1	109,6	108,9	107,5	108,8	110,5	114,2	111,5	108,2	108,5	109,4	8,0
24	110,0	106,3	109,7	109,0	107,6	108,8	110,7	114,3	111,3	108,3	108,6	109,5	7,9
26	109,9	106,2	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,2	111,4	108,3	108,5	109,4	7,9
28	110,0	106,1	109,6	109,0	107,4	108,7	110,7	114,1	111,3	108,2	108,4	109,3	7,9
30	110,0	106,2	109,6	109,0	107,4	108,7	110,7	114,1	111,3	108,2	108,5	109,4	7,8
32	110,0	106,0	109,8	109,0	107,5	108,7	110,7	114,1	111,3	108,3	108,6	109,4	8,0
34	110,0	105,9	110,0	108,9	107,4	108,8	110,6	114,2	111,3	108,1	108,5	109,4	8,2
36	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,7	110,5	114,3	111,4	108,1	108,6	109,4	8,1
38	110,0	106,0	109,9	109,0	107,5	108,8	110,6	114,2	111,3	108,1	108,6	109,4	8,1
40	110,0	106,1	109,8	108,9	107,5	108,8	110,6	114,3	111,4	108,2	108,6	109,4	8,1
42	110,0	106,1	109,8	109,0	107,4	108,7	110,5	114,2	111,3	108,1	108,6	109,4	8,0
44	110,0	106,2	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,1	111,3	108,2	108,5	109,4	7,8
46	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,7	110,5	114,2	111,4	108,1	108,4	109,4	8,0
48	110,0	106,1	109,7	108,9	107,6	108,7	110,6	114,3	111,2	108,1	108,3	109,3	8,1
50	110,0	106,1	109,7	108,8	107,5	108,7	110,5	114,2	111,3	108,1	108,2	109,3	8,0
52	110,0	106,2	109,8	109,0	107,6	108,8	110,6	114,3	111,4	108,1	108,3	109,4	8,0
54	110,0	106,1	109,6	108,9	107,5	108,6	110,7	114,2	111,3	108,2	108,4	109,3	8,0
56	110,0	106,1	109,6	108,8	107,5	108,6	110,6	114,2	111,4	108,1	108,5	109,3	8,0
58	110,0	106,1	109,6	108,8	107,5	108,5	110,6	114,2	111,4	108,1	108,4	109,3	8,0
60	110,1	106,1	109,6	108,8	107,5	108,6	110,5	114,1	111,3	108,1	108,5	109,3	7,9
T.PRON	110,0	106,1	109,7	108,9	107,5	108,8	110,6	114,2	111,3	108,2	108,5	109,4	
T.MAX	110,1	106,3	110,0	109,1	107,6	108,9	110,8	114,5	111,5	108,5	108,7		
T.MIN	109,9	105,9	109,6	108,8	107,2	108,5	110,5	113,9	111,2	108,1	108,2		
DTT	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,5		

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 115 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

**6. Método de Calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
Calle Santa Luisa 106, Ate - Lima - LIMA

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	16,5 °C	17,1 °C
Humedad Relativa	55 %	56 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.  
El controlador se seteo en 110 ° C

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0083 - 2021
Fluke Corporation C0721069		

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 115 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

<b>1. Expediente</b>	210373
<b>2. Solicitante</b>	<b>MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C</b>
<b>3. Dirección</b>	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO
<b>4. Equipo</b>	<b>HORNO</b>
<b>Alcance Máximo</b>	De 0 °C a 300 °C
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS
<b>Modelo</b>	STHX-1A
<b>Número de Serie</b>	190548
<b>Procedencia</b>	CHINA
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH</b>

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. Fecha de Calibración 2021-07-09**

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.10 11:43:53  
-05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 299 - 2021**Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	Final
	16,3 °C	16,5 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE			Ec (g)	CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)		l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
20,0	20	0,8	-0,3	0,0	20	0,5	0,0	0,3	10,0
100,0	100	0,7	-0,2	0,1	100	0,5	0,0	0,3	10,0
500,0	500	0,7	-0,2	0,1	500	0,5	0,0	0,3	10,0
1 000,0	1 000	0,6	-0,1	0,2	1 000	0,4	0,1	0,4	10,0
5 000,1	5 000	0,6	-0,2	0,1	5 000	0,4	0,0	0,3	10,0
10 000,2	10 000	0,5	-0,2	0,1	10 001	0,8	0,5	0,8	20,0
15 000,3	15 000	0,4	-0,2	0,1	15 001	0,8	0,4	0,7	20,0
20 000,4	20 000	0,4	-0,3	0,0	20 001	0,9	0,2	0,5	20,0
25 000,5	25 000	0,4	-0,4	-0,1	25 001	0,8	0,2	0,5	30,0
30 000,6	30 000	0,3	-0,4	-0,1	30 000	0,3	-0,4	-0,1	30,0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontradoE<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.LECTURA CORREGIDA :  $R_{CORREGIDA} = R - 1,48 \times 10^{-8} \times R$ INCERTIDUMBRE :  $U = 2 \times \sqrt{2,21 \times 10^{-1} g^2 + 8,49 \times 10^{-10} \times R^2}$ **12. Incertidumbre**

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 299 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	16 °C	16,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
2	15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1
3	15 000	0,2	0,3	30 000	0,7	-0,2
4	15 000	0,3	0,2	30 000	0,7	-0,2
5	15 000	0,3	0,2	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1
7	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
10	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
	Diferencia Máxima		0,4	Diferencia Máxima		0,2
	Error Máximo Permisible		± 20,0	Error Máximo Permisible		± 30,0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	16 °C	16,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10	0,6	-0,1	10 000,0 g	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,6	-0,1		10 001	0,8	0,7	0,8
3		10	0,6	-0,1		9 999	0,3	-0,8	-0,7
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1
5		10	0,6	-0,1		10 000	0,4	0,1	0,2
						Error máximo permisible			± 20,0

\* Valor entre 0 y 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 299 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Masa*

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16,0	16,5
Humedad Relativa (%)	58	60

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-2362-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 299 - 2021**

Página 1 de 4

1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8339530197	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.10 11:37:57  
-05'00'



Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 300 - 2021**

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temperatura	16,0 °C	16,5 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (mg)**
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50	0						
5,0	5,0	50	0	0	5,0	50	0	0	100
10,0	10,0	50	0	0	10,0	50	0	0	100
20,0	20,0	50	0	0	20,0	50	0	0	100
50,0	50,0	50	0	0	50,0	50	0	0	100
100,0	100,0	50	0	0	100,0	50	0	0	100
1 000,0	1 000,0	50	0	0	1 000,0	50	0	0	200
2 000,0	2 000,0	50	0	0	2 000,0	50	0	0	200
4 000,0	4 000,0	50	0	0	4 000,0	50	0	0	300
5 000,0	5 000,0	50	0	0	5 000,0	50	0	0	300
6 200,0	6 200,0	50	0	0	6 200,0	50	0	0	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

Ec: Error en cero.  
Ec: Error corregido.

**LECTURA CORREGIDA** :  $R_{CORREGIDA} = R + 0,00000494 \times R$

**INCERTIDUMBRE** :  $U = 2 \times \sqrt{0,00450 \text{ g}^2 + 0,0000000092 \times R^2}$

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 300 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	18,0 °C	19,5 °C

Medición nNº	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 6 000,0 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3 000	50	0	6 000	50	0	
2	3 000	50	0	6 000	50	0	
3	3 001	60	90	6 001	60	90	
4	3 000	50	0	6 000	50	0	
5	3 000	50	0	6 000	50	0	
6	3 000	50	0	6 001	60	90	
7	3 001	60	90	6 000	50	0	
8	3 000	50	0	6 000	50	0	
9	3 000	50	0	6 000	50	0	
10	3 000	50	0	6 001	60	90	
Diferencia Máxima			90	Diferencia Máxima			90
Error Máximo Permissible			± 300	Error Máximo Permissible			± 300

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	16 °C	16,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (L)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	1,0 g	1,0	50	0	2 000,0 g	2 000	50	0	0	
2		1,0	50	0		2 000	50	0	0	
3		1,0	50	0		2 000	50	0	0	
4		1,0	50	0		2 000	50	0	0	
5		1,0	50	0		2 000	50	0	0	
* Valor entre 0 y 10e								Error máximo permisible		± 200

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 300 - 2021***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masa*

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 2da Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INACAL-DM.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18,0	19,5
Humedad Relativa (%)	59	63

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-2362-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 300 - 2021**

Página 1 de 4

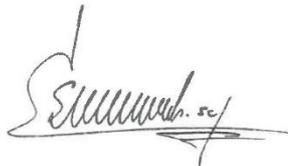
1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	6 200 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	SJX6201/E	
Número de Serie	B835336209	
Capacidad mínima	5 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez  
Raraz  
Fecha: 2021.07.11  
23:31:33 -05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 142 - 2021**Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kN)	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	100,2	100,2	100,4	100,3
20	200,0	200,5	200,4	200,6	200,5
30	300,0	301,1	301,2	301,4	301,2
40	400,0	400,6	400,3	400,8	400,6
50	500,0	502,1	502,0	501,9	502,0
60	600,0	603,5	603,7	603,5	603,6
70	700,0	704,4	704,6	704,7	704,6
80	800,0	803,7	803,8	804,5	804,0
90	900,0	901,5	901,4	901,6	901,5
100	1000,0	1002,4	1001,8	1002,5	1002,2
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	-0,28	0,20	---	0,01	0,52
200,0	-0,25	0,12	---	0,01	0,52
300,0	-0,40	0,10	---	0,00	0,52
400,0	-0,14	0,11	---	0,00	0,52
500,0	-0,40	0,03	---	0,00	0,52
600,0	-0,59	0,04	---	0,00	0,52
700,0	-0,65	0,03	---	0,00	0,52
800,0	-0,50	0,09	---	0,00	0,52
900,0	-0,16	0,03	---	0,00	0,52
1000,0	-0,22	0,07	---	0,00	0,52

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
-----------------------------------------	--------

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 142 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B Urb. Taparachi 1 Sector, Juliaca - San Roman - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 142 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>210373</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B Urb. Taparachi 1 Sector, Juliaca - San Roman - PUNO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	2000 kN	
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	STYE-2000	
<b>Número de Serie</b>	190997	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Marca</b>	MC	
<b>Modelo</b>	LM-02	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,01 / 0,1 kN (*)	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10



Firmado digitalmente por

Eleazar Cesar Chavez Raraz

Fecha: 2021.07.10 11:45:28

-05'00'

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

## FICHA TECNICA CANASTA PARA DENSIDAD

MANUFACTURADO POR  
**TECNICAS CP S.A.C.**  
EQUIPOS DE LABORATORIO

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:**

Accesorio para la determinación de gravedad específica de concreto fresco y endurecido y agregados.

**ESTÁNDARES:** EN 1097-6, 12390-7

**DIMENSIONES:**

Todas las dimensiones están en milímetros:



<b>MODELO</b>	TCP-008
<b>Diámetro</b>	200 mm
<b>Diámetro Malla</b>	3.5 mm
<b>Profundidad</b>	200 mm
<b>Serie</b>	AA01

*Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.*

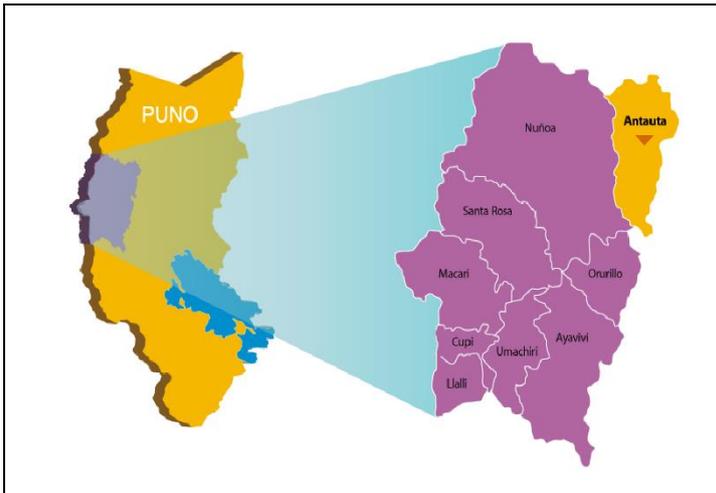



ANGEL ROBLES ORELLANA  
INGENIERO ADMINISTRATIVO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 2004

Ing. Angel Robles Orellana



# Fotografías.



Ubicación del Distrito de Antauta, Provincia de Melgar, Departamento de Puno.



Ubicación Satelital de la zona de estudio para la presente tesis, fuente google earth.



Ubicación Satelital de la cantera Rosario para la extracción de agregados, fuente google earth.



Imagen de la zona donde se realizará la elaboración de la tesis.



Identificación de la Cantera Rosario para la toma de agregados.



Toma de coordenadas de la Cantera Rosario – Antauta.



Coordenadas UTM de la  
Cantera Rosario – Antauta.



Extracción de agregados para  
realizar el traslado.



Cuardeo de los agregados  
tomados de la cantera  
Rosario - Antauta.



Toma de agregados para realizar el traslado y realizar los respectivos análisis.



Traslado de agregados hacia el distrito de Antauta y al laboratorio.



Secado de agregados para su respectivo análisis.



Clasificación de agregados, mediante el tamizado.



Secado en horno de los agregados para determinar el CONTENIDO DE HUMEDAD.



Tamizaje de los agregados para determinar la GRANULOMETRIA.



Ensayo de PESO UNITARIO del agregado fino.



Ensayo de PESO UNITARIO del agregado grueso.



Ensayo de PESO ESPECÍFICO del agregado fino.



Ensayo de PESO ESPECÍFICO del agregado grueso.



Pesaje del microsílíce a utilizar para la elaboración de probetas y prisma de concreto.



Elaboración de las probetas de concreto.



Probetas de concreto para su respectivo ensayo.



Elaboración del Prisma de concreto.



Equipo y herramientas para la determinación del SLUMP.



Determinación del SLUMP de concreto.



Equipos y herramientas para la toma del peso unitario del concreto fresco.



Toma del peso unitario del concreto fresco.



Medición de la temperatura del concreto fresco.



Temperatura del concreto fresco.



Determinación de la resistencia a la COMPRESIÓN del concreto con adición de 4% del microsílíce, ensayo realizado a los 28 días, de acuerdo a la ASTM C39/C39M-20



Determinación de la resistencia a la COMPRESIÓN del concreto con adición de 8% del microsílíce, ensayo realizado a los 28 días, de acuerdo a la ASTM C39/C39M-20



Determinación de la resistencia a la FLEXIÓN del concreto con adición de 4% del microsílíce, ensayo realizado a los 28 días, de acuerdo a la ASTM C78/C78M-21.



Ubicación de la rotura de prisma en el tercio central.



Verificación de la rotura de probeta.



Determinación de la resistencia a la TRACCIÓN del concreto con adición de 12% del microsíllice, ensayo realizado a los 28 días, de acuerdo a la ASTM C496/C496M-17.



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL ANTAUTA - MELGAR

"Trabajando por el Desarrollo y la Igualdad Social"



## CONSTANCIA DE AUTORIZACION

### **EL GERENTE DE INFRAESTRUCTURA DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANTAUTA**

Mediante el presente documento se le acredita y al mismo tiempo se le autoriza a los Bachilleres en Ingeniería civil, MAMANI MAMANI EDWIN ALEJANDRO con DNI N° 75202141 y TRUJILLO YUJRA VLADIMIR MOISES WATSON con DNI N° 46553103, de la Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL, realizar su TESIS (INFORME DE INVESTIGACION), en el Distrito de Antauta, Provincia de Melgar, Departamento de Puno; título de Tesis: **"Evaluación de las propiedades mecánicas para un mejoramiento del pavimento rígido con adición de microsílíce, Distrito de Antauta, Puno, 2021"**, de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Por consiguiente, se le faculta y autoriza para los fines de estudio e investigación que realice.

ANTAUTA, 07 de marzo del 2022.



Anq. *Edwin Alejandro Mamani Mamani*  
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
CAP. 18072