

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“Mejora de la resistencia a la compresión y flexión de
concretos de alta resistencia con fibras de polipropileno en
pavimentos rígidos, Andahuaylas - 2024”**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Juan Carlos BJ. CASTILLO QUICO

ASESOR:

Dr. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN

AYACUCHO - PERÚ

2025

RESUMEN

La ciudad de Andahuaylas actualmente presenta deficiencias en sus pavimentos tanto nuevos como antiguos, se han tenido casos de reparaciones en pavimentos inaugurados a pocas semanas, lo que demuestra la falta de control y diseño de los mismos, también cabe mencionar la baja calidad de agregados que se tiene por la falta de canteras adecuadas y que garanticen una calidad mayor de estos. Otro punto importante que afecta al pavimento es las condiciones climáticas y atmosféricas de esta ciudad, debido a su ubicación y altura de casi 3000 m s.n.m, se tienen cambios de temperatura bruscos llegando hasta 0°C y precipitaciones intensas afectando el desarrollo de los pavimentos. Por tal razón en este estudio se utilizó las fibras de polipropileno (FPP) para incrementar las resistencias a compresión y flexión del concreto utilizado para la elaboración de pavimentos rígidos, para garantizar una mejor resistencia y obtener un pavimento con una calidad mayor.

Esta investigación se enfoca en el comportamiento de las FPP dentro de una mezcla de concreto buscando incrementar la resistencia a la compresión y flexión del mismo que será destinado en el uso de pavimentos rígidos, para ello se adicionó estas fibras en dosificaciones de 0, 0.5, 1, 1.5 y 2 % del volumen total de cada muestra elaborada, para ello se elaboró 180 probetas cilíndricas y 60 vigas las cuales fueron sometidas al ensayo de compresión y flexión respectivamente, además de que se trabajó con 4 resistencias distintas (300, 350, 380 y 400 Kg/cm^2) para una mejor recolección de datos y análisis del comportamiento de las fibras.

De las 180 probetas elaboradas, 60 se curaron por 7 días, 60 por 14 días y las 60 restantes por 28 días, mientras que las 60 vigas fueron curadas por 28 días, también para cada una de las resistencias y dosificaciones planteadas se utilizó 3 muestras de ambos especímenes elaborados, debido a que la Norma Peruana especifica tener un mínimo de 3 especímenes para los ensayos y así obtener resultados variables que ayuden al análisis final.

Siguiendo con todo el procedimiento mencionado anteriormente se obtuvo como resultados finales y principales un incremento de un 0.8 % en la resistencia a la compresión para el $f'c = 380 Kg/cm^2$, llegando hasta 383.5 Kg/cm^2 con una dosificación de 0.5 % de FPP. Mientras que para la flexión se logró un 10 % para el $f'c = 300 Kg/cm^2$ con la misma cantidad de fibras, concluyendo así que la dosificación más favorable y rentable económicamente fue la de 0.5 %, pues con esta dosificación se obtuvo los resultados más altos, mientras que para la proporción de 2 % se tuvo los valores más bajos en comparación a los demás.

PALABRAS CLAVES: Concreto, fibras de polipropileno, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Abstract

The city of Andahuaylas currently has deficiencies in both its new and old pavements. There have been cases of repairs to pavements that were inaugurated just a few weeks ago, which demonstrates the lack of control and design of these pavements. It is also worth mentioning the low quality of aggregates due to the lack of adequate quarries that guarantee higher quality. Another important factor affecting the pavement is the climatic and atmospheric conditions of this city. Due to its location and altitude of almost 3000 m above sea level, there are sudden changes in temperature reaching 0°C and intense rainfall affecting the development of the pavements. For this reason, polypropylene fibers (PPF) were used in this study to increase the compressive and flexural strength of the concrete used to make rigid pavements, in order to ensure better resistance and obtain a higher quality pavement.

This research focuses on the behavior of PPFs in concrete mixes, seeking to increase the compressive and flexural strength of concrete used in rigid pavements. To this end, these fibers were added in doses of 0, 0.5, 1, 1.5, and 2 % of the total volume of each sample prepared. To this end, 180 cylindrical test specimens and 60 beams were prepared, which were subjected to compression and flexural testing, respectively. In addition, four different resistances (300, 350, 380, and 400 kg/cm²) were used for better data collection and analysis of the behavior of the fibers.

Of the 180 test tubes produced, 60 were cured for 7 days, 60 for 14 days, and the remaining 60 for 28 days. while the 60 beams were cured for 28 days. Three samples of both specimens were used for each of the resistances and dosages proposed, as Peruvian standards specify a minimum of three specimens for testing in order to obtain variable results that aid in the final analysis.

Following the entire procedure mentioned above, the final and main results obtained were an increase of 0.8 % in compressive strength for $f'c = 380$ kg/cm², reaching 383.5 kg/cm² with a dosage of 0.5 % PPF. Meanwhile, for flexural strength, a 10 % increase was achieved for $f'c = 300$ kg/cm² with the same amount of fibers, thus concluding that the most favorable and economically profitable dosage was 0.5 %, as this dosage yielded the highest results, while the 2 % ratio had the lowest values compared to the others.

KEY WORDS: Concrete, polypropylene fibers, compressive strength, bending strength.

INTRODUCCIÓN

Como ya es de conocimiento en tema del concreto u hormigón la resistencia a la compresión es la capacidad de soportar cargas axiales o de empuje sin fallar, mientras que la resistencia a la flexión se encarga de resistir esfuerzos de tracción indirecta generados por doblamiento o flexión, lo que en pavimentos vendría a ser el soportar las cargas directas generadas por los pesos de los vehículos sin asentarse (hundirse) y el garantizar que los paños o losas sufran agrietamientos por los momentos generados por las cargas del tráfico vehicular, respectivamente. Entonces, por lo mencionado anteriormente podemos afirmar que ambas propiedades son fundamentales y críticas que deben tenerse en cuenta durante el diseño y elaboración del pavimento elaborado para garantizar su buen desempeño estructural.

Es en ese contexto que se pensó en el objeto del presente estudio, pues, a pesar que en nuestro país ya se cuenta con diseños establecidos o tradicionales para la elaboración de concretos para pavimentos rígidos con diferentes resistencias, según se requiera, como es la metodología ACI, y normativas que rijan, controlen y garanticen el correcto cumplimiento de estos. Es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas de diseño, sin alterar de manera considerable o perjudicial las proporciones tradicionales de una mezcla de concreto, en la elaboración del concreto para pavimentos rígidos con la finalidad de aumentar la capacidad de resistencia de ambas propiedades mencionadas al principio, o al menos una de ellas para obtener un producto mejorado.

El estudio se realizó en la ciudad de Andahuaylas de la región de Apurímac, esta ciudad que se encuentra a casi 3000m de altura se caracteriza por los cambios bruscos de temperatura durante todo el año, algo que aumenta incluso en las temporadas de helada, llegando incluso a 0°C o incluso aun menores, un factor que afecta directamente al pleno desarrollo del concreto pues genera una alteración en el gradiente térmico y también en el ciclo de hielo-deshielo en la superficie del pavimento, otro factor a considerar son las intensas lluvias y vientos que son una constante en Andahuaylas por su ubicación y topografía, además de que la escasez de canteras que ofrezcan agregados de alta calidad genera que la gran mayoría de obras públicas, como en el caso de los pavimentos, sean llevadas a cabo con áridos con propiedades bajas alterando y disminuyendo la calidad y resistencia del pavimento elaborado, lo que genera tanto a corto como a largo plazo reparaciones en estas estructuras que aun no cumplen con su ciclo de vida. Todos estos factores confirman que se debe tener un mejor control en la calidad del diseño de un pavimento y en lo posible buscar que estas estructuras sean reforzadas con algún aditivo o material que aumente sus propiedades y resistencia.

En la actualidad y con el avance de la tecnología se tienen diferentes materiales tanto naturales como sintéticos que podrían lograr este objetivo, siendo uno de ellos las fibras de polipropileno, un material sintético cuyas propiedades garantizan actuar como un refuerzo secundario aumentando en una proporción considerable la resistencia a la compresión y flexión del concreto, estas fibras se encuentran en diferentes tamaños teniendo así las macro y microfibras cuya diferencia más notoria es su geometría, pues la primera tiene una longitud que varía entre 30 y 60mm mientras que la longitud de la segunda solo está en un rango de 5 a 19mm. También se diferencian por su textura, es así que se tienen las de tipo Monofilamento, Fibrada, Rugosas e Híbridas. Diferentes autores han llevado a cabo el uso de fibras de polipropileno en sus estudios e investigaciones, llegando a la conclusión de que sí generan incrementos en las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto.

Por esta razón la realización de esta investigación toma relevancia al tener como resultado principal el aumento proporcional de las resistencias de compresión y flexión en pavimentos rígidos con concretos de alta resistencia a los que se le añadió fibras de polipropileno en proporciones manejables, de tal manera que se pueda contar con un nuevo diseño para la elaboración o preparación de un concreto más resistente. También se realizó un breve análisis en los costos totales en la elaboración del concreto mediante esta aplicación respecto a un diseño tradicional, es decir, sin adición alguna de fibras.

Para llevar a cabo todo este estudio se elaboraron 180 probetas cilíndricas y 60 vigas rectangulares (primásticas) que se ensayaron a compresión y flexión respectivamente, también se trabajó con 5 dosificaciones de fibras de polipropileno, siendo estas 0, 0.5, 1, 1.5 y 2 %, porcentajes del volumen total de cada espécimen elaborado, a su vez también se realizaron 4 mezclas de resistencias distintas ($f'c = 300, 350, 380$ y $400Kg/cm^2$). Mencionar también que en caso de las probetas estas fueron curadas durante 3 etapas distintas, que fueron durante 7, 14 y 28 días mientras que en las vigas solo fue por 28 días.

Teniendo así como resultados que la cantidad de fibras más efectiva fue la de 0.5 %, seguida muy de cerca por la de 1 %, pues en el ensayo de compresión se llegó a un incremento del 0.8 % para un $f'c = 380Kg/cm^2$, mientras que para la flexión se logró una mejora del 10 % para el $f'c = 300Kg/cm^2$, todo esto con un 0.5 % de fibras, aunque también se logró comprobar que a mayor cantidad de fibras estas no generan mejora alguna y hasta llega a reducir dichas resistencias como en el caso de la dosis del 2 %, que generó reducciones de 2, 0.2 y 0.1 % en las resistencias de 300, 380 y $400Kg/cm^2$ respectivamente en el ensayo de compresión. Con lo que se concluye que este tipo de fibras sí aumentan las resistencias de compresión y flexión pero dicho incremento dependerá directamente de la dosificación elegida.

Es así que todo este estudio se ve plasmado en los 4 capítulos que contiene el mismo,

siendo los 3 primeros dedicados al estudio del problema, búsqueda de información relevante que sirva como base a la investigación y el desarrollo de esta. Mientras que en el cuarto capítulo se muestran los resultados obtenidos que avalan y sustentan el trabajo realizado y finalmente se muestran las conclusiones a las que se llegó, además de presentar información adicional en el apartado de Anexos para complementar el estudio.

DEDICATORIA

A mi madre Belen ya que sin ella nada de esto sería posible, pues su confianza en mí, el amor y apoyo constante que solo una madre puede brindar a un hijo es único y capaz de lograr cosas inimaginables.

A mi padre Edison que también es una figura importante en este logro por su apoyo incondicional.

Poder contar con ellos es un privilegio.

A mi hermana Karen quien es otro pilar en este logro quien no dejó de animarme durante este camino y que siempre fue un ejemplo para mí.

A mi hermana Danna que a pesar de ser la menor también fue un gran apoyo para seguir adelante y no rendirme, ambas siempre estuvieron motivándome a ser mejor y superarme cada día.

Las quiero por siempre.

A mi pareja Brenda, quien me impulsó y confió en mí desde el principio impulsándome para no rendirme y continuar hasta poder concluir con esta parte de mi vida.

Sin duda alguna es una parte importante durante todo este proceso.

AGRADECIMIENTOS

- ☞ En primer lugar quiero agradecer a mi familia, quienes son y serán siempre mi pilar y guía en cualquier paso que dé para alcanzar las metas que me he trazado, es por ello que este al igual que cualquier otro logro que alcance será para ellos.
- ☞ A mi segunda casa, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, la que llevaré siempre en mi corazón pues acá fue donde inició todo y me dió la oportunidad de lograr mi tan anhelada profesión.
- ☞ Al decano de la facultad el Msc. Ing. Jose Ernesto Estrada Cardenas y al director de escuela el Ing. Javier Taipe Carbajal docentes, profesionales y ahora autoridades competentes que van a llevar a un nivel más alto nuestra prestigiosa Escuela Profesional de Ingenieria Civil.
- ☞ También al Msc. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón, quien aceptó ser mi asesor en esta investigación y que también fue mi docente en diferentes asignaturas dentro de la universidad donde mostró ser un profesional único.
- ☞ Así también darle un agradecimiento fraterno a los miembros del jurado calificador, quienes son el Ing. Luis Alfredo Vargas Moreno y el Ing Moisés Nico Barbarán Oriundo, que en su momento también fueron mis docentes en la EPIC, por su observaciones, recomendaciones y asistencias dentro del desarrollo de esta investigación.
- ☞ Finalmente, expreso mi profundo agradecimiento a todos los que hicieron posible este logro.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
AYACUCHO, AGOSTO DEL 2025

Juan Carlos B.J. Castillo Quico
jc.castillo.quico.16@gmail.com
jccastillq.wordpress.com

ÍNDICE GENERAL

	<i>Página</i>
Portada	I
Resumen	I
Introducción	III
Dedicatoria	VI
Agradecimientos	VII
Índice general	VIII
Lista de figuras	XII
Lista de tablas	XVI
Lista de siglas y símbolos	XVIII
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción del problema.	1
1.2. Delimitación del problema	3
1.2.1. Espacial (Geográfica)	3
1.2.2. Temporal	3
1.2.3. Temática y unidad de análisis	4
1.3. Formulación del problema.	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas específicos	4
1.4. Justificación e importancia.	5
1.5. Limitaciones de la investigación	5
1.6. Objetivos de la investigación.	6
1.6.1. Objetivos generales.	6
1.6.2. Objetivos específicos.	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Investigaciones internacionales	7

2.1.2.	Investigaciones nacionales	9
2.2.	Bases teóricas	10
2.2.1.	Definiciones	11
2.2.1.1.	Aditivo	11
2.2.1.2.	Agregados	11
2.2.1.3.	Curado	11
2.2.1.4.	Descascaramiento	11
2.2.1.5.	Dosificación	11
2.2.1.6.	Fibras	11
2.2.1.7.	Fibras naturales	12
2.2.1.8.	Fibras sintéticas	12
2.2.1.9.	Fraguado	12
2.2.1.10.	Laboratorio	12
2.2.1.11.	Losa de concreto	12
2.2.1.12.	Módulo de rotura	12
2.2.1.13.	Muestra	12
2.2.1.14.	Pavimento	13
2.2.1.15.	Pavimento flexible	13
2.2.1.16.	Pavimento semi flexibles	13
2.2.1.17.	Pavimento rígido	13
2.3.	Marco conceptual	14
2.3.1.	Pavimentos rígidos	14
2.3.2.	Concreto	14
2.3.2.1.	Cemento portland	14
2.3.2.2.	Agregado	15
2.3.3.	Fibras de polipropileno (FPP)	17
2.3.3.1.	Tipos	18
2.3.3.2.	Importancia	18
2.3.4.	Ensayos a los agregados	19
2.3.4.1.	Análisis granulométrico	20
2.3.4.2.	Contenido de humedad	24
2.3.4.3.	Peso unitario	25
2.3.4.4.	Peso específico y absorción	27
2.3.5.	Elaboración de las muestras	31
2.3.6.	Ensayo de resistencia a la compresión	34
2.3.7.	Ensayo de resistencia a la flexión	35

3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.1. Enfoque	38
3.2. Alcance	39
3.3. Diseño de investigación	39
3.4. Población y muestra	40
3.5. Hipótesis	41
3.5.1. Hipótesis generales	41
3.5.2. Hipótesis específicas	41
3.6. Operacionalización de variables	42
3.7. Técnicas e instrumentos	43
3.7.1. Técnicas	43
3.7.2. Instrumentos	43
3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de datos	44
3.9. Desarrollo del trabajo de tesis	44
3.9.1. Retroalimentación y recopilación de información necesaria	44
3.9.2. Búsqueda de un laboratorio especializado	45
3.9.3. Obtención de materiales y herramientas	45
3.9.4. Realización de los ensayos preliminares a los agregados	48
3.9.4.1. Análisis granulométrico	48
3.9.4.2. Contenido de humedad	52
3.9.4.3. Peso unitario	55
3.9.4.4. Peso específico y absorción	61
3.9.5. Elaboración del diseño de mezcla de concreto	67
3.9.6. Comprobación preliminar del diseño de mezcla elaborado	68
3.9.7. Análisis del comportamiento de las fibras de polipropileno	69
3.9.8. Comprobación final del diseño de mezcla de concreto elaborado	71
3.9.9. Elaboración de las muestras (probetas y vigas)	71
3.9.10. Desencofrado, codificación y curado de las muestras	75
3.9.11. Realización de los ensayos de compresión y flexión	76
4. RESULTADOS	78
4.1. Contrastación de hipótesis	91
4.1.1. Primera hipótesis	91
4.1.2. Segunda hipótesis	96
4.1.3. Tercera hipótesis	98
4.2. Análisis e interpretación	103
4.3. Defensa de resultados	105

Índice general

Conclusiones	109
Referencias Bibliográficas	111
Anexos	117

LISTA DE FIGURAS

1.1. <i>Situación actual de pavimentos en la ciudad de Andahuaylas</i>	2
1.2. <i>Desprendimiento de secciones del pavimento</i>	2
1.3. <i>Claro hundimiento en pavimento reciente</i>	3
2.1. <i>Diferentes tipos de cemento</i>	15
2.2. <i>Fibras de polipropileno</i>	17
2.3. <i>Balanza calibrada y bandeja tarada</i>	21
2.4. <i>Horno de laboratorio</i>	21
2.5. <i>Tamices con diferentes aberturas</i>	23
2.6. <i>Apilación de tamices según su tamaño</i>	23
2.7. <i>Tamizado mecánico de la muestra</i>	24
2.8. <i>Recipientes para el cálculo del peso unitario de diferentes tamaños</i>	26
2.9. <i>Varilla de apisonado</i>	27
2.10. <i>Equipo para sumergir y pesar simultáneamente el agregado</i>	29
2.11. <i>Cono y apisonador para agregado fino</i>	30
2.12. <i>Fiola y matraz, respectivamente</i>	30
2.13. <i>Moldes para probetas y vigas, respectivamente</i>	33
2.14. <i>Cono de Abrams y herramientas necesarias</i>	33
2.15. <i>Fraguado de las probetas y vigas elaboradas</i>	34
2.16. <i>Rotura de probeta durante ensayo de compresión</i>	34
2.17. <i>Ensayo de flexión en 3 y 4 puntos, respectivamente</i>	36
2.18. <i>Rotura de viga durante ensayo de flexión</i>	36
3.1. <i>Operacionalización de variables</i>	42
3.2. <i>Visita a la cantera Accoscca</i>	46
3.3. <i>Ubicación de la cantera Accoscca</i>	46
3.4. <i>Proceso de tamizado manual</i>	49
3.5. <i>Muestra del agregado grueso para el ensayo de granulometría</i>	49
3.6. <i>Realización del ensayo de granulometría en el agregado grueso</i>	50

3.7. Muestras retenidas en cada tamiz durante el ensayo de granulometría en el agregado grueso	50
3.8. Muestra del agregado fino para el ensayo de granulometría	51
3.9. Realización del ensayo de granulometría en el agregado fino	51
3.10. Muestras retenidas en cada tamiz durante el ensayo de granulometría en el agregado fino	52
3.11. Pesado de muestra del agregado grueso para el ensayo de contenido de humedad	52
3.12. Pesado de muestra del agregado grueso luego de su secado en el horno para el ensayo de contenido de humedad	53
3.13. Pesado de muestra del agregado fino para el ensayo de contenido de humedad	53
3.14. Pesado de muestra del agregado fino luego de su secado en el horno para el ensayo de contenido de humedad	54
3.15. Masas de recipientes utilizados	55
3.16. Llenado de recipiente con el material grueso suelto	56
3.17. Pesado del recipiente llenado con el material grueso suelto	56
3.18. Llenado de recipiente con el material fino suelto	57
3.19. Pesado del recipiente llenado con el material fino suelto	58
3.20. Pesado de recipiente luego de llenarlo con el material grueso compactado . .	59
3.21. Pesado de recipiente luego de llenarlo con el material fino compactado . . .	60
3.22. Secado parcial de la muestra previamente saturada	61
3.23. Pesado de muestra saturada superficialmente seca	61
3.24. Pesado de canastilla en dos distintas balanzas	62
3.25. Canastilla vacía sumergida	62
3.26. Pesado de la muestra sumergida	63
3.27. Pesado de la muestra secada en horno	63
3.28. Prueba del cono en el agregado fino, previo secado y tamizado en la malla N°4	64
3.29. Pesado de muestra superficialmente seca a ensayar	65
3.30. Masa de fiola calibrada	65
3.31. Masa de fiola luego de introducir la muestra y ser llenada con agua	66
3.32. Bombilla de jebe utilizada para la extracción minuciosa del agua	66
3.33. Pesado final del material fino secado en horno	67
3.34. Probetas de prueba	68

Lista de figuras

3.35. Ensayo en probetas de prueba	69
3.36. Preparado de mezcla adicionando fibras	69
3.37. Comportamiento del concreto ante la adición de fibras	70
3.38. Probetas de prueba de dimensiones 8"x 4"	70
3.39. Probetas de prueba (A, B y C) elegidas para ser ensayadas	71
3.40. Dosificación de materiales para una mezcladora de capacidad de 50Kg	72
3.41. Preparación (limpieza y engrasado) de moldes	72
3.42. Preparado de mezcla adicionando los agregados y fibras	72
3.43. Realización de la prueba del cono de Abrams	73
3.44. Llenado de vigas y probetas	74
3.45. Acabado final de los especímenes elaborados	74
3.46. Codificación de probetas elaboradas	75
3.47. Codificación de vigas elaboradas	76
3.48. Inicio de ensayo de resistencia a la compresión en las probetas P41-0 y P32-1.5 de 14 y 28 días de edad, respectivamente	76
3.49. Inicio de ensayo de resistencia a la flexión en la viga V33-1 de 28 días de edad	77
4.1. Curva granulométrica del agregado grueso - huso 7	79
4.2. Curva granulométrica del agregado fino	80
4.3. Gráfica de resultados obtenidos	81
4.4. Gráfica de resultados obtenidos	82
4.5. Gráfica de resultados obtenidos	82
4.6. Gráfica de resultados obtenidos	83
4.7. Gráfica de resultados obtenidos	84
4.8. Gráfica de resultados obtenidos	84
4.9. Gráfica de resultados obtenidos	85
4.10. Gráfica de resultados obtenidos	86
4.11. Gráfica de resultados obtenidos	86
4.12. Gráfica de resultados obtenidos	87
4.13. Gráfica de resultados obtenidos	88
4.14. Gráfica de resultados obtenidos	88
4.15. Gráfica de resultados obtenidos	89
4.16. Gráfica de resultados obtenidos	90

Lista de figuras

4.17. Gráfica de resultados obtenidos	90
4.18. Gráfica de resultados obtenidos	91
4.19. Curvas promedio de resultados de 7, 14 y 28 días de edad para $300\text{Kg}/\text{cm}^2$	92
4.20. Curvas promedio de resultados de 7, 14 y 28 días de edad para $350\text{Kg}/\text{cm}^2$	93
4.21. Curvas promedio de resultados de 7, 14 y 28 días de edad para $380\text{Kg}/\text{cm}^2$	94
4.22. Curvas promedio de resultados de 7, 14 y 28 días de edad para $400\text{Kg}/\text{cm}^2$	95
4.23. Curva promedio de resultados a flexión para $300\text{Kg}/\text{cm}^2$	96
4.24. Curva promedio de resultados a flexión para $350\text{Kg}/\text{cm}^2$	96
4.25. Curva promedio de resultados a flexión para $380\text{Kg}/\text{cm}^2$	97
4.26. Curva promedio de resultados a flexión para $400\text{Kg}/\text{cm}^2$	97
4.27. Precio de la elaboración de 1m^3 de concreto según expediente técnico	104

LISTA DE TABLAS

2.1. Relación del módulo de rotura y resistencia a la compresión	10
2.2. Tipos de cemento	15
2.3. Requisitos granulométricos del agregado grueso	16
2.4. Requisitos granulométricos del agregado fino	17
2.5. Cantidad mínima de la muestra de agregado	20
2.6. Requisitos granulométricos del agregado grueso	22
2.7. Requisitos granulométricos del agregado fino	22
2.8. Cantidad mínima de la muestra de agregado	25
2.9. Capacidad de los recipientes	26
2.10. Requisitos para los recipientes	26
2.11. Cantidad mínima de la muestra de agregado	28
2.12. Número de capas requeridas por espécimen	32
2.13. Diámetro de varilla y número de varillados usados al moldear especímenes de prueba	32
3.1. Diferencias entre un paradigma cuantitativo y cualitativo	38
3.2. Niveles de investigación según su enfoque	39
3.3. Cálculo de la población	40
3.4. Cálculo de la población total	40
3.5. Cálculo de la muestra	41
3.6. Cantidad de fibras por cada 1m^3 de concreto para cada dosificación	47
3.7. Cantidad total de fibras para la elaboración de probetas	47
3.8. Cantidad total de fibras para la elaboración de vigas	48
3.9. Proporciones en volumen de los materiales para el diseño respectivo	68
3.10. Datos para la codificación de especímenes	75
4.1. Granulometría del agregado grueso	78
4.2. Granulometría del agregado fino	79
4.3. Resultados de ensayos preliminares	80

4.4. Resultados de compresión para $300\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 7 días de curado	81
4.5. Resultados de compresión para $350\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 7 días de curado	81
4.6. Resultados de compresión para $380\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 7 días de curado	82
4.7. Resultados de compresión para $400\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 7 días de curado	83
4.8. Resultados de compresión para $300\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 14 días de curado	83
4.9. Resultados de compresión para $350\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 14 días de curado	84
4.10. Resultados de compresión para $380\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 14 días de curado	85
4.11. Resultados de compresión para $400\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 14 días de curado	85
4.12. Resultados de compresión para $300\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días de curado	86
4.13. Resultados de compresión para $350\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días de curado	87
4.14. Resultados de compresión para $380\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días de curado	87
4.15. Resultados de compresión para $400\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días de curado	88
4.16. Resultados de flexión para $300\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días de curado	89
4.17. Resultados de flexión para $350\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días de curado	89
4.18. Resultados de flexión para $380\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días de curado	90
4.19. Resultados de flexión para $400\text{Kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días de curado	91
4.20. Resistencia del concreto según su edad	91
4.21. Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto tradicional	98
4.22. Cantidad de fibras de polipropileno para 1m^3 de concreto	99
4.23. Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto con 0.5% de FPP . . .	99
4.24. Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto con 1% de FPP	100
4.25. Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto con 1.5% de FPP . . .	101
4.26. Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto con 2% de FPP	102

LISTA DE SIGLAS Y SÍMBOLOS

SIGLAS:

- ACI*: American Concrete Institute
(*Instituto Americano del Concreto*)
- ASTM*: American Society for Testing and Materials
(*Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales*)
- ECC*: Engineered Cementitious Composites
(*Compuestos Cementicios de Ingeniería*)
- PVA*: Polyvinyl Alcohol
(*Alcohol Polivinílico*)
- ACU*: Análisis de Costos Unitarios
- AF*: Agregado Fino
- AG*: Agregado Grueso
- CE*: Componentes Estructurales
- CG*: Contraloría General de la República
- EPIC*: Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- MF*: Módulo de Fineza
- MTC*: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
- NTP*: Norma Técnica Peruana
- PCs*: Concretos Poliméricos
- PP*: Polipropileno
- RNE*: Reglamento Nacional de Edificaciones
- TMN*: Tamaño Máximo Nominal
- UNSCH*: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

SÍMBOLOS:

[*cm*]: Centímetro.

[*cm*²]: Centímetro cuadrado.

[*cm*³]: Centímetro cúbico.

[*m*]: Metro.

[*m*³]: Metro cúbico.

[*p*³]: Pie cúbico.

[*L*]: Litro.

[*mm*]: Milímetro.

[*Kg*]: Kilogramo.

[*gr*]: Gramo.

[*Kg/cm*²]: Kilogramo por centímetro cuadrado.

[*Kg/m*²]: Kilogramo por metro cuadrado.

[*gr/cm*³]: Gramo por centímetro cúbico.

[*gr/m*³]: Gramo por metro cúbico.

[°*C*]: Grado Celsius o grado centígrado.

[%]: Porcentaje.

[*f'c*]: Resistencia a la compresión del concreto.

[*lb*]: Libra.

[*pulg*]: Pulgada.

[*pulg*²]: Pulgada cuadrada.

[*h*]: Hora.

[*MPa*]: Megapascal.

“Si vives cada día de tu vida como si fuera el último, algún día realmente tendrás razón.”

— Steve Jobs

Capítulo

1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema.

En la actualidad el concreto es un material indispensable para las diferentes obras de construcción, siendo el caso de los pavimentos rígidos, una estructura utilizada a nivel mundial por la propiedad de endurecimiento y ser resistente a los diferentes esfuerzos de carga producidos por los vehículos, pero se ha demostrado que llega a presentar fisuras finas que con el tiempo incrementan de tamaño ocasionando fallas en el pavimento, es por ello que la industria de la construcción enfrenta el desafío de mejorar la durabilidad y resistencia de los pavimentos de concreto.

Por otro lado, en nuestro País se ha visto que uno de los problemas más comunes es tener carreteras y pavimentos urbanos en malas condiciones dificultando cada vez más el flujo vehicular, a pesar de tener instituciones como la Contraloría General de la República (CG) o el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) encargadas de mantener un control y seguimiento en lo que a obras de pavimentación se refiere, aun se siguen presentando estas deficiencias en los pavimentos, tomando el caso de la ciudad de Andahuaylas, perteneciente a la región Apurímac, donde se tienen pavimentos urbanos con un deterioro muy notorio por la falta de mantenimiento e incluso pavimentos recién inaugurados a los pocos días presentan diferentes fallas, ocasionando gastos extras para su reparación. Esta ciudad, actualmente en crecimiento, presenta pavimentos rígidos en completo deterioro presentando fisuras prematuras, desprendimiento de agregados en diferentes secciones del pavimento ocasionando baches y desniveles, evidenciando las deficiencias tanto en su diseño como durante su ejecución.

También se ha notado que las características climatológicas propias de la zona afectan al

pleno desarrollo del concreto dentro del pavimento, pues al encontrarse a 2926 m s.n.m. se tienen cambios bruscos en la temperatura llegando desde los 4°C hasta los 0°C en los tiempos de heladas, además de las constantes precipitaciones e incluso ráfagas de viento, todo esto en conjunto altera la correcta contracción plástica del concreto que si no se toma en cuenta al momento del diseño del pavimento su rendimiento estará afectado ocasionando una disminución notable en la calidad de este. Otro factor que resalta negativamente en Andahuaylas es la escasa cantidad de canteras existentes que proporcionen agregados de calidad cumpliendo con los requisitos mínimos solicitados por la Norma Peruana, obteniendo así una cantidad considerable de agregados de baja calidad que son usados en las diferentes obras de pistas y veredas, afectando considerablemente la resistencia y durabilidad de los pavimentos construidos, ocasionando a corto y largo plazo mayores costos en la reparación y rehabilitación de esto.

Figura 1.1: *Situación actual de pavimentos en la ciudad de Andahuaylas*



Nota: Elaboración propia.

Figura 1.2: *Desprendimiento de secciones del pavimento*



Nota: Elaboración propia.

Figura 1.3: *Claro hundimiento en pavimento reciente*



Nota: Elaboración propia.

En ese sentido y ante la realidad actual de Andahuaylas, el realizar el presente estudio sobre el uso de las fibras de polipropileno en concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos supondrá una nueva alternativa para obtener pavimentos con una mayor resistencia a la compresión y flexión, y una solución al problema de los pavimentos deteriorados a corto plazo.

1.2 Delimitación del problema

1.2.1 Espacial (Geográfica)

Esta investigación se realizó en el distrito de Andahuaylas, la cual pertenece a la provincia de Andahuaylas de la región Apurímac, comprende básicamente el estudio de la mejora de la resistencia a la compresión y flexión de concretos de alta resistencia con fibras de polipropileno en pavimentos rígidos, lo cual será de gran ayuda para el desarrollo de este distrito ya que actualmente se tienen pavimentos tanto rígidos como flexibles en deterioro y a la vez los nuevos pavimentos ejecutados e inaugurados hace poco presentaron fallas al poco tiempo, lo que genera un gasto adicional y malestar en la población general.

1.2.2 Temporal

La presente investigación tuvo su inicio a mediados del año 2024 y su pleno desarrollo comprendió un aproximado de cinco meses contados desde inicios de julio del mismo año.

Teniendo en cuenta que durante ese tiempo se recopiló información necesaria y al mismo tiempo se fue desarrollando el tema de investigación.

1.2.3 Temática y unidad de análisis

La temática de la presente investigación comprendió el estudio de la mejora de la resistencia a la compresión y flexión de concretos de alta resistencia ($300Kg/cm^2$, $350Kg/cm^2$, $380Kg/cm^2$ y $400Kg/cm^2$) con fibras de polipropileno que se añadieron en cantidades de 0.5 %, 1.0 %, 1.5 % y 2.0 %, en pavimentos rígidos en Andahuaylas para el año 2024, las dosificaciones elegidas están en base a las diferentes normas y literaturas consultadas como el ASTM y ACI, las cuales se detallan en el capítulo 2, además que estas cantidades fueron calculadas respecto a $1m^3$ de volumen de concreto elaborado, luego se hizo una comparación mediante una regla de tres simple para conocer la cantidad en kilogramos (Kg) el total de fibras que corresponden a cada espécimen elaborado, sustituyendo parcialmente la cantidad de cemento requerido. Mientras que la unidad de análisis está dada por la elaboración de 180 probetas que fueron sometidas al ensayo de resistencia a la compresión, y la elaboración de 60 vigas las cuales pasaron por el ensayo de resistencia a la flexión, en ambos casos (probetas y vigas) fueron elaboradas con diferentes dosificaciones de fibras de polipropileno para estudiar y entender mejor la reacción del concreto ante la adición de este material.

1.3 Formulación del problema.

1.3.1 Problema general

¿Cuál es el impacto de la adición de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión y flexión de concretos de alta resistencia en pavimentos rígidos en Andahuaylas 2024?

1.3.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es la influencia de la adición de fibras de polipropileno para mejorar la resistencia a la compresión para concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos?
2. ¿Cuál es la influencia de la adición de fibras de polipropileno para mejorar la resistencia a la flexión para concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos?
3. ¿Cuánto es la reducción del costo en la elaboración de un concreto de alta resistencia con adición de fibras de polipropileno para pavimentos rígidos?

1.4 Justificación e importancia.

- ☞ Actualmente la ciudad de Andahuaylas cuenta con calles de pavimento rígido en estado crítico debido a la falta de mantenimiento y renovación de nuevos pavimentos afectando la transitabilidad vehicular, además, también que en las últimas obras ejecutadas e inauguradas de pavimentación que se han dado en esta ciudad al poco tiempo han presentado diferentes fallas.
- ☞ Esta ciudad tiene un clima con variaciones de temperatura muy notorios que llega a ser perjudicial para el desarrollo completo de un pavimento, pues a pesar de tener una temperatura promedio de entre 13 a 16°C es una zona fría debido al inmenso frío que hace, pues se han registrado temperaturas muy bajas de 4 a 0°C debido a las temporadas de helada, lo que produce una variación considerable en el gradiente térmico que afecta directamente al concreto contenido en cada paño llegando a perjudicar el pavimento elaborado.
- ☞ Otro punto desfavorable que presenta la ciudad de Andahuaylas es la calidad de los agregados que se tienen, pues debido a la falta de control por los entes responsables la distribución y uso de estos agregados, que en su mayoría no llegan a cumplir con los requisitos mínimos, afectan enormemente la calidad del pavimento construido.
- ☞ Por tal motivo, se eligió como tema de investigación para el presente estudio la *mejora de la resistencia a la compresión y flexión de concretos de alta resistencia con fibras de polipropileno en pavimentos rígidos*, para que sea empleada como alternativa para futuros proyectos de pavimentación en la ciudad de Andahuaylas y así se pueda garantizar que los pavimentos nuevos tengan una mayor resistencia a las diferentes cargas que deban soportar.
- ☞ Además, debemos tener en cuenta que a la actualidad el avance de la tecnología va en aumento cada vez más al igual que en el tema de la construcción, es por ello que buscar nuevos métodos de diseño sobretodo en las estructuras a base de concreto debe ser un tema de prioridad, por esta razón el presente estudio cobra importancia debido a que se analizó un método novedoso para el diseño y elaboración de concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.

1.5 Limitaciones de la investigación

Esta investigación se limita solo al estudio de la adición de fibras de polipropileno en concretos de alta resistencia para mejorar la resistencia a la compresión y flexión en pavimentos

rígidos en las dosificaciones y resistencias mencionadas en el apartado de temática, aunque actualmente se tienen estudios y avances de distintos materiales y geopolímeros que producen efectos positivos en el concreto, se eligió este material debido a su fácil adquisición en comparación a otros materiales existentes actualmente.

Otro de los limitantes dentro de esta investigación es el factor económico, como en muchas otras investigaciones de esta índole o similares, debido a que para el desarrollo pleno de la investigación se deben realizar diferentes ensayos en laboratorio para obtener los resultados y datos necesarios para completar es estudio.

1.6 **Objetivos de la investigación.**

1.6.1 **Objetivos generales.**

Determinar el impacto de la adición de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión y flexión de concretos de alta resistencia en pavimentos rígidos en Andahuaylas 2024.

1.6.2 **Objetivos específicos.**

1. Determinar la influencia de la adición de fibras de polipropileno para mejorar la resistencia a la compresión para concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.
2. Determinar la influencia de la adición de fibras de polipropileno para mejorar la resistencia a la flexión para concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.
3. Determinar la reducción del costo en la elaboración de un concreto de alta resistencia con adición de fibras de polipropileno para pavimentos rígidos.

“El futuro pertenece a los curiosos que nunca dejan de aprender.”

— Walt Disney

Capítulo

2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Investigaciones internacionales

Según Miranda Espitia (2021), en su tesis titulada *Comportamiento Mecánico del Concreto con Adición de Fibras Naturales (Bagazo de Caña) y Fibras Sintéticas (Polipropileno)* presentada como requisito para optar el título de magíster en ingeniería civil en la Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá, Colombia), se llevó a cabo una comparación del concreto reforzado con fibras naturales y fibras sintéticas en diferentes porcentajes y/o cantidades, llega a la conclusión que los elementos contruidos con concreto reforzado con fibras de polipropileno en una proporción de $1Kg/m^3$ (0.1 %), tienen un mejor comportamiento ante los esfuerzos de flexión que los especímenes fabricados con concreto reforzado con fibras naturales, e incluso que durante la ejecución del ensayo se apreció que luego de la falla inicial existe una recuperación mínima en la resistencia de los elementos de concreto con fibras de polipropileno lo cual no sucede con las vigas de concreto reforzado con fibras naturales.

Boada Marcano y Reyes Lizcano (2013), al realizar su investigación la cual fue publicada en la revista Ciencia e Ingeniería, demostraron que al agregar fibras de polipropileno al concreto este adquiere una mayor resistencia a la flexión para una dosificación óptima de 1 %. Para llegar a este resultado el procedimiento que siguieron fue la realización de 3 probetas cilíndricas y 3 vigas prismáticas, según las normas ASTM, para los respectivos ensayos y para cada uno de los 10 diseños de mezcla elaborados (3 diseños para la adición de caucho en proporciones de 0.7, 1.4 y 2.1 %; 6 para las fibras al 0.5, 1 y 1.5 % y el diseño restante fue la base de las comparaciones pues no contó con ningún material adicional). También al hacer la comparación económica entre estas propuestas (concreto con fibras,

caucho o solo) se encontró que el uso de fibras disminuye el costo en una quinta parte a comparación de un concreto solo y sin adición alguna.

Martinez et al. (2012), en el artículo publicado en la revista Iberoamericana de Polímeros, emplea la radiación gamma para estudiar los efectos de esta en los concretos poliméricos (PCs), elaborados en una proporción de 30 % de resinas de poliéster y un 70 % de mármol de diferentes tamaños (0.71, 1.40 y 2.36mm) el cual fue reemplazado parcialmente por fibras de polipropileno (PP) al 0.1, 0.2 y 0.3 % de su volumen, para ello se realizó la elaboración de muestras cúbicas con un volumen de 125cm^3 , es decir, cada una de dimensiones de $5\text{x}5\text{x}5\text{cm}$, para ser ensayadas a compresión y obtener su respectiva resistencia, además que estas muestras fueron irradiadas con los rayos gamma luego de su respectivo curado mediante el uso del irradiador Gammabeam 651PT, con una tasa promedio de dosis de 8.5KGy/h . Encontrando como uno de sus resultados que la adición de las PP en la proporción adecuada y coincidente con la resina logra que los PCs elaborados presenten un incremento considerable ante la resistencia a la compresión.

Mendoza et al. (2011), en su artículo científico para la revista científica Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo, llevan a cabo el estudio de la incorporación de fibras de polipropileno en la mezcla de concreto para entender el comportamiento de estas dentro de la mezcla en estado fresco y endurecido del concreto, para ello realizaron 8 tipos de mezcla para la elaboración de muestras con una cantidad diferente de fibras cada una y a su vez emplearon dos tipos de agregado grueso (9.5 y 19.0mm) para estos diseños, las cuales fueron ensayadas a compresión y flexión previamente curadas por 7 y 28 días para una mejor variabilidad de resultados. Realizando así la medición del revenimiento y agrietamiento por contracción plástica, parámetros medidos en estado fresco del concreto, mientras que para su estado endurecido se analizó la tenacidad, relación de Poisson, resistencia al impacto, entre otros, además de su resistencia a la compresión y tensión. Obteniendo como resultados y conclusiones que con una cantidad de $3\text{Kg}/\text{m}^3$ o mayor del volumen de concreto se reduce considerablemente el agrietamiento y que la resistencia a la flexión también se modifica de forma positiva en ciertos casos.

Garcez (2009), en su tesis doctoral, menciona también el uso de las fibras de polipropileno (PP) como alternativa para reforzar pavimentos mediante su adición a la tecnología ECC (Compuestos cementicios de ingeniería) en reemplazo de las fibras PVA (alcohol polivinílico), debido a que el uso de las PVA incrementan considerablemente el costo de los ECC, mientras que las PP tienen un menor costo en su país Brasil. Obteniendo como resultado principal que al usar las PP en el reforzamiento de pavimentos se obtuvo una apertura promedio de grietas de $10\mu\text{m}$ en comparación de los $60\mu\text{m}$ obtenidos al hacer uso de las PVA, así como también estudió el comportamiento a flexión y concluyó que con la

elaboración de compuestos con cemento Portland tipo I se obtienen resultados favorables.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Según Cruzado Fabian y Luna Aliaga (2024), en su estudio realizado en la ciudad de Trujillo que consistió en emplear fibras de polipropileno para incorporarlas a un concreto de $280Kg/cm^2$ destinado para su uso en un pavimento rígido, para ello adicionó dichas fibras en dosis de 0, 300, 600 y $900gr/m^3$. Elaborando así 12 muestras para el ensayo de compresión para cada dosis planteada pues se contempló 4 edades para el concreto (3, 7, 14 y 28 días), mientras que para el ensayo de flexión solo se emplearon 12 debido a que solo fueron curados por 28 días. Encontrando así que con la adición de estas fibras en la proporción de $900gr/m^3$ se logra obtener una mejor resistencia a la compresión, en cambio, para la flexión la de $300gr/m^3$ arroja el resultado más alto.

Achancaray Manotupa y Grajeda Roca (2019), hacen la comparación del uso de fibras de acero y polipropileno en la elaboración de concretos de 210 y $280Kg/cm^2$ destinados para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Cusco. Realizando adicionalmente a los estudios de compresión y flexión, los de resistencia a tracción indirecta, módulo de elasticidad y la variación de longitud por retracción del concreto. Obteniendo que al agregar $600gr/m^3$ de fibras de polipropileno se logran los resultados mayores que incluso cumplen con los parámetros establecidos por las diferentes normativas, además también que con el uso de estas fibras se garantiza un coste menor por cada losa elaborada para el pavimento.

Chapoñan Cueva y Quispe Cirilo (2017), en su tesis presentada realizan el análisis del comportamiento de un concreto de $280Kg/cm^2$ para pavimentos rígidos al incorporar fibras de polipropileno en dosis de 75, 100, 115 y 125 % del valor propuesto por el fabricante de la fibras que es $600gr/m^3$, para ello se realiza una mezcla para cada proporción incluyendo aquella que no llevará fibra alguna, teniendo así 5 mezclas distintas que son ensayadas a compresión y flexión según determina la norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Encontrando así para la resistencia a compresión que, tomando en cuenta todos los especímenes elaborados con las dosificaciones mencionadas, el promedio de la desviación estándar promedio fue de $3.2Kg/cm^2$, mientras que para la flexión con la incorporación del 100 % se obtuvo el mejor resultado. También se puede considerar la dosificación del 115 % como una segunda opción debido al mínimo margen de diferencia en los resultados obtenidos.

Armas Aguilar (2016), en su tesis titulada *Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico* para la obtención del título profesional de ingeniería civil en la Universidad Señor de Sipán (Lambayeque - Perú), en la que hace adiciones de fibra en cantidades de: 0, 200, 300 y $400gr/m^3$ para 3 tipos de

resistencia a compresión: 175, 210 y 280Kg/cm², obteniendo como resultado que con una dosis de polipropileno de 400gr/m³ logra reducir el potencial de fisuración en condiciones reales hasta en un 90 %, además se demuestra que reduce el asentamiento hasta en un 50 %.

Robles Saenz y Sanchez Medina (2015), desarrollan una tesis enfocada al entendimiento y cálculo de la resistencia a la compresión y flexión en pavimentos rígidos, además de encontrar una correlación entre estas propiedades. Para ello realizaron la elaboración de 64 probetas y 64 vigas, las cuales vienen a conformar la población para la respectiva investigación, estos especímenes, los cuales fueron curados por 7 y 28 días, fueron sometidos a los ensayos de compresión y flexión, logrando obtener una relación entre el módulo de rotura y compresión, resumida en la tabla siguiente:

Tabla 2.1: Relación del módulo de rotura y resistencia a la compresión

	Relación	Edad
Para el tipo: $Mr(f'c) = K * f'c$	$Mr = 0.120 * f'c$	07 días
	$Mr = 0.117 * f'c$	28 días
Para el tipo: $Mr(f'c) = K * \sqrt{f'c}$	$Mr = 2.091 * \sqrt{f'c}$	07 días
	$Mr = 2.168 * \sqrt{f'c}$	28 días

Nota: Obtenido y adecuado de Robles Saenz y Sanchez Medina (2015).

Como se puede apreciar, tanto actualmente como en años anteriores, el interés en buscar el reforzamiento del concreto siempre ha sido tema de estudio, buscando a su vez la innovación al utilizar diferentes tipos de materiales ya sean naturales o no, con el único objetivo de lograr incrementar la resistencia del concreto en sus diferentes propiedades sin alterar significativamente su composición básica y a la vez obtener una adecuada relación beneficio-costeo, reduciendo de esta manera el presupuesto básico que se tiene para un pavimento tradicional, caso contrario el uso de estas alternativas no serían rentables pues ocasionaría un gasto adicional tanto al estado como a la población en general.

Otro punto importante que se puede deducir de la información antes presentada, es que el uso de las fibras de polipropileno cumplen con las expectativas esperadas de esta investigación, pues se ha visto que incrementa tanto en la resistencia a la compresión como a la flexión del concreto para una diversidad de proporciones planteadas y para diferentes resistencias.

2.2 Bases teóricas

A continuación, se brindan definiciones básicas y concretas de los diferentes términos que son mencionados y otros que también guardan relación con el tema de la presente investigación, para un mejor entendimiento de la misma.

2.2.1 Definiciones

2.2.1.1 Aditivo

Material que no sea agua, agregado y cemento hidráulico, usado como ingrediente del concreto, mortero, grout o revoque y adicionando a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado, para ocasionar una mejora en esta. (Kosmatka et al., 2002, p. 397).

2.2.1.2 Agregados

Material mineral granular, tal como la arena natural, la arena manufacturada, la grava, la piedra triturada, la escoria granulada de alto horno enfriada al aire, perlita. (Kosmatka et al., 2002, p. 397).

2.2.1.3 Curado

Proceso, a través del cual se mantienen el concreto, mortero y otros, en la condición húmeda y a una temperatura favorable, por el periodo de tiempo de sus primeras etapas, a fin de que se desarrollen las propiedades deseadas del material. Este procedimiento garantiza la hidratación y el endurecimiento satisfactorios de los materiales cementantes. (Kosmatka et al., 2002, p. 400).

2.2.1.4 Descascaramiento

Disgregación de la superficie del concreto endurecido, frecuentemente resultante de ciclos de congelación-deshielo y de la aplicación de sales descongelantes. (Kosmatka et al., 2002, p. 400).

2.2.1.5 Dosificación

Proceso de medición, por peso o por volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto. (Kosmatka et al., 2002, p. 400).

2.2.1.6 Fibras

Hilo o material en forma de hilo con un diámetro que varía de 0.05 a 4mm (0.002 a 0.16pulg) y con una longitud entre 10 a 150mm (0.5 a 6pulg) y fabricado de acero, vidrio, carbono, material natural o sintético (plástico). (Kosmatka et al., 2002, p. 401).

2.2.1.7 Fibras naturales

Material que se obtiene de productos naturales y encontrados en la misma naturaleza. (Definición elaborada por el autor).

2.2.1.8 Fibras sintéticas

Son aquellas fabricadas por la mano del hombre debido al resultado arrojado por las investigaciones y desarrollo de las industrias tanto textiles como petroquímicas. Entre los tipos más comunes se tienen acrílicas, carbón, nylon, polipropileno, entre otras. (Kosmatka et al. (2002))

2.2.1.9 Fraguado

Grado en el cual el concreto fresco perdió su plasticidad y se endurece. (Kosmatka et al., 2002, p. 401).

2.2.1.10 Laboratorio

Es una organización que mide, examina, ejecuta los ensayos; o de otra forma, determina las características o el comportamiento de materiales o productos. (NTE CE 010 Pavimentos urbanos).

2.2.1.11 Losa de concreto

Llamado también como “paño”. Es la superficie de rodadura y principal elemento estructural del pavimento. (NTE CE 010 Pavimentos urbanos).

2.2.1.12 Módulo de rotura

Es una medida de la resistencia a la tracción por flexión del concreto. Se determina mediante el ensayo ASTM C78 de la viga cargada en los tercios. (NTE CE 010 Pavimentos urbanos).

2.2.1.13 Muestra

Es un segmento de una población seleccionado según la norma correspondiente o un procedimiento estadístico aceptado, para representar a toda la población. (NTE CE 010 Pavimentos urbanos).

2.2.1.14 Pavimento

Estructura compuesta por capas que se apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado periodo de diseño y dentro de un rango de serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías. (NTE CE 010 Pavimentos urbanos).

2.2.1.15 Pavimento flexible

Llamados también Pavimentos Asfálticos. Clasificación por comportamiento de los pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades (concreto asfáltico mezcla en caliente, concreto asfáltico mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micropavimento, etc.), compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. El pavimento asfáltico de espesor total (full-depth), es el nombre patentado por el Instituto del Asfalto, para referirse a los pavimentos de concreto asfáltico construidos directamente sobre la sub-rasante. (NTE CE 010 Pavimentos urbanos).

2.2.1.16 Pavimento semi flexibles

Llamados también Intertrabados o Mixtos. Pavimento cuya capa de rodadura estuvo tradicionalmente conformada por unidades de piedra, madera o arcilla cocida. En la actualidad se utilizan unidades de concreto colocadas sobre una capa de arena, rellenando los espacios entre ellas con arena, para proveerles de trabazón. De la misma manera que los pavimentos asfálticos tienen una base y además pueden tener una sub-base. Su comportamiento se puede considerar como semi-flexible. (NTE CE 010 Pavimentos urbanos).

2.2.1.17 Pavimento rígido

Clasificación por comportamiento de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc.). (NTE CE 010 Pavimentos urbanos).

2.3 Marco conceptual

En esta sección se definirán y detallarán todos los conceptos principales y procedimientos necesarios para asegurar el correcto desarrollo del estudio planteado.

2.3.1 Pavimentos rígidos

Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante. (Lizarbe Alarcón, 2020).

2.3.2 Concreto

Para la elaboración tradicional de todo pavimento rígido es necesario contar con los siguientes materiales: Cemento, Agua, Agregado grueso (piedra chancada) y Agregado fino (arena).

Actualmente, para garantizar las resistencias solicitadas, optimizar tiempos e incluso lograr obtener resistencias mayores (de alta resistencia) es común utilizar diferentes aditivos, como los Acelerantes cuya función es acelerar el tiempo de fraguado del concreto, optimizando así los tiempos dentro de una obra, y así se tienen diferentes aditivos con funciones distintas según lo requerido para el concreto. Por ello, también se han ido implementando diferentes productos entre naturales y sintéticos para lograr reforzar las características del concreto, como por ejemplo la caña de azúcar, fibras de vidrio, partículas de grafeno, entre otros. Tomando lo mencionado, para esta investigación se emplearon las fibras de polipropileno para aumentar la resistencia a la compresión y flexión del concreto. (Definición elaborada por el autor)

2.3.2.1 Cemento portland

El cemento Portland es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, incluso bajo el agua. En la superficie de cada partícula se forma una capa fibrosa que se propaga hasta que se enlaza con la otra partícula de cemento o se adhiere a las sustancias adyacentes. El crecimiento de las fibras resulta en rigidización, endurecimiento y desarrollo progresivo de resistencia. (NTP 334.009).

Existen diferentes tipos de cemento y su uso es según la estructura y zona donde se vaya a elaborar. Para este caso, de pavimentos rígidos, solo se empleará cemento Portland tipo I. El cual según sus propiedades cumple con los requerimientos necesarios para obtener un concreto resistente.

Tabla 2.2: *Tipos de cemento*

Cemento	Descripción
Tipo I	Para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo.
Tipo II	Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
Tipo III	Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales.
Tipo IV	Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
Tipo V	Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Nota: Obtenido y adecuado de Ana Torre (2004).

Figura 2.1: *Diferentes tipos de cemento*



Nota: cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland.

2.3.2.2 Agregado

La NTP 400.037 define como agregado, llamado también áridos, al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la misma.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan aproximadamente el 75 % del volumen de la unidad cúbica del concreto. (Torre Carrillo, 2004).

2.3.2.2 Agregado grueso

El agregado grueso, más conocido como piedra chancada, se define como aquel que queda retenido en el tamiz normalizado 4.75mm (Nº4) y proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca, puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava. (NTP 400.037).

Según lo establecido en la norma mencionada, el agregado grueso para ser empleado en la elaboración del concreto debe cumplir con la siguiente tabla:

Tabla 2.3: *Requisitos granulométricos del agregado grueso*

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37.5mm (1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12.5mm (1/2")	9.5mm (3/8")	4.75mm (Nº4)	2.36mm (Nº8)	1.18mm (Nº16)	300µm (Nº50)
1	90mm a 37.5mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
2	63mm a 37.5mm (2 1/2" a 1 1/2")	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	50mm a 25mm (2" a 1")	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	50mm a 4.75mm (2" a Nº4)	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	37.5mm a 19mm (1 1/2" a 3/4")	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---
467	37.5mm a 4.75mm (1 1/2" a Nº4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	25mm a 12.5mm (1" a 1/2")	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	---
56	25mm a 9.5mm (1" a 3/8")	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	25mm a 4.75mm (1" a Nº4)	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 65	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	19mm a 9.5mm (3/4" a 3/8")	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	19mm a 4.75mm (3/4" a Nº4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	12.5mm a 4.75mm (1/2" a Nº4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	9.5mm a 2.36mm (3/8" a Nº8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	12.75mm a 9.5mm (1/2" a 3/8")	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75mm a 1.18mm (Nº4 a Nº16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 400.037 (2018).

2.3.2.2 Agregado fino

El agregado fino, más conocido como arena, se define como aquel que proviene de la desintegración natural o artificial, que pasa por el tamiz normalizado de 9.5mm (3/8") y queda retenido en el tamiz normalizado Nº200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas. (NTP 400.037).

Según lo establecido en esta norma, el agregado fino para ser empleado en la elaboración del concreto debe cumplir con la siguiente tabla:

Tabla 2.4: Requisitos granulométricos del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8")	100
4.75mm (Nº4)	95 a 100
2.36mm (Nº8)	80 a 100
1.18mm (Nº16)	50 a 85
0.60mm (Nº30)	25 a 60
0.30mm (Nº50)	5 a 30
0.15mm (Nº100)	0 a 10
75µm (Nº200)	0 a 3

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 400.037 (2018).

2.3.3 Fibras de polipropileno (FPP)

Este material es un producto diseñado para reducir las grietas en el concreto, en el estado plástico y por temperatura en estado endurecido del mismo. Es un multifilamento que permite una distribución uniforme de la masa, manteniendo la homogeneidad de la mezcla durante más tiempo. (Concreto reforzado con fibras - per.sika.com).

En la sección de Anexos se encuentra la ficha técnica respectiva en donde se indican las propiedades de este material.

Figura 2.2: Fibras de polipropileno



Nota: Elaboración propia.

2.3.3.1 Tipos

A) Por su tamaño:

Actualmente, se tienen 2 tipos de FPP que son las Macro y Microfibras, cuya clasificación depende de sus dimensiones, sobretodo por su longitud, pues se consideran macrofibras aquellas que tienen una longitud entre 30 a 60mm y un diámetro de 0.3 a 1.2mm, mientras que las microfibras se caracterizan por tener una longitud entre 5 a 19mm y un diámetro de 10 a 50 μ m. El empleo de estas depende específicamente del usuario y del uso que se quiera darles ya que se pueden usar de manera individual o mixta.

B) Por su estructura

Se tienen 4 tipos, los Monofilamentos caracterizados por ser lisos y cilíndricos, Fibriladas que tienen un mejor anclaje pues consiste en una red de fibras entrelazadas tipo mallas, Rugosas que tienen una superficie texturizada lo que ayuda a una mejor adherencia y finalmente, Híbridas que vienen a ser la combinación de fibras de diferentes grosores.

2.3.3.2 Importancia

Las propiedades que presentan las FPP la hacen un material a considerar en temas de reforzamiento del concreto, entre sus principales propiedades se tienen:

- Pueden sustituir a la malla de temperatura e incluso al acero de refuerzo secundario (macrofibras).
- Incrementan la resistencia a flexión y compresión.
- Aumentan la tenacidad, energía absorbida y la tenacidad.
- Mejoran el comportamiento a la fatiga y resistencia al impacto.
- Controlan la fisuración plástica.
- Reducen la retracción temprana.
- Alargamiento a la rotura entre un 15 a 25 %.
- Distribución uniforme en la pasta.
- Reducción de juntas.
- Reducción de exudación y daño por ciclos de deshielo.

Características significativas de las FPP según diferentes normativas:

- ☞ La adición de FPP tiene un efecto significativo sobre el modo y mecanismo de fallo de los cilindros de concreto en el ensayo a compresión. Este concreto falla de un modo más dúctil, es decir, siguen soportando la carga y grandes deformaciones sin romperse a pedazos. Para un contenido de 0.1 % en volumen, se produce un aumento en la resistencia a la flexión de hasta 2.6 %, pero en un contenido entre 0.2 a 0.3 % se produjo una ligera disminución. (ACI, 1996)
- ☞ Kosmatka et al. (2002), en el capítulo 7 de su libro, menciona que el volumen mínimo de este tipo fibras es de un 0.1 % para conseguir reducir la fisuración, agrietamiento y el descascaramiento de concretos de alta resistencia.
- ☞ En ACI (2008), se menciona que las fibras microsintéticas se utilizan normalmente en un rango de 0.05 a 0.2 % en volumen, a comparación de las macrosintéticas y de acero cuyo rango va de 0.2 a 1 %. Además que la adición de fibras afecta a las propiedades plásticas y endurecidas del concreto, así pues, dependiendo de la dosificación y la geometría de estas, se logra una mejora en muchas de sus propiedades, en particular la fisuración por contracción plástica, resistencia a la flexión, impacto, compresión y al agrietamiento.
- ☞ En ASTM (2010), se menciona que la adición típica de fibras sintéticas para controlar la retracción plástica esta entre un 0.1 a 0.5 % en volumen, que sería aproximadamente 0.9 a 4.5Kg/m³, dando a entender que en cantidades mayores se afectaría a la trabajabilidad y cohesión del material.

2.3.4 Ensayos a los agregados

Como se vio en el apartado 2.3.2, la elaboración del concreto consta de la mezcla de cemento, agua, agregados (fino y grueso) y en algunos casos el empleo de aditivos según se requiera, además que los agregados conforman casi el 75 % del volumen total del concreto, entonces eso demuestra que son una parte importante, por no decir fundamental, para el pleno desarrollo del concreto elaborado y a su vez que este cumpla con la resistencia para la cual fue diseñado. Por todo ello, el contar con agregados de calidad es de suma importancia y para poder verificar esto se cuenta con las diferentes Normas Técnicas Peruanas (NTP) creadas a base de otras normas internacionales y acopladas a nuestra realidad y a las características de nuestro terreno nacional. A continuación, se detallan los ensayos que se requieren realizar a los agregados para tener conocimiento de sus características y así ver si cumplen con los requisitos mínimos que se solicitan en las normas mencionadas, para así posteriormente realizar el diseño de mezcla de concreto para las diferentes resistencias que

se han planteado en esta investigación.

También se debe tener en cuenta que cada ensayo requiere de diferentes equipos y herramientas totalmente adecuadas y calibradas para su correcto procedimiento, en ese sentido al final de cada ensayo se adjuntarán las imágenes ilustrativas de cada equipo y herramienta que se ha utilizado así como en el apartado de Anexos se adjuntarán los respectivos resultados obtenidos.

2.3.4.1 Análisis granulométrico

Este ensayo está normado por la NTP 400.012 (2001), en la cual se menciona lo siguiente: El objetivo de este ensayo es establecer el método para la determinación de la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado.

Para el presente caso, solo será necesario hacer este ensayo a los agregados fino y grueso, para lo cual el procedimiento viene a ser el siguiente:

1. **Muestreo:** Consiste en elegir una pequeña cantidad del agregado la cual será llamada muestra y esta será sometida al ensayo de análisis granulométrico, la cantidad mínima de muestra de cada agregado se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2.5: Cantidad mínima de la muestra de agregado

Agregado	Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas	Cantidad de la Muestra de Ensayo Mínimo
	mm (pulg)	Kg (lb)
Grueso	9.5 (3/8)	1 (2)
	12.5 (1/2)	2 (4)
	19.0 (3/4)	5 (11)
	25.0 (1)	10 (22)
	37.5 (1 ½)	15 (33)
	50 (2)	20 (44)
	63 (2 ½)	35 (77)
	75 (3)	60 (130)
	90 (3 ½)	100 (220)
	100 (4)	150 (330)
	125 (5)	300 (660)
Fino	La cantidad de la muestra será de 300g como mínimo.	

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 400.012 (2001).

Para el correcto pesado de la muestra elegida, se requiere el uso de una balanza calibrada, así como también un envase o bandeja en la que se colocará la muestra respectiva. Se recomienda “tarar” la masa de la bandeja utilizada para un mejor pesado de la muestra.

Figura 2.3: Balanza calibrada y bandeja tarada



Nota: Elaboración propia.

2. **Secado de la muestra:** La muestra elegida deberá secarse a peso constante con ayuda de un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Figura 2.4: Horno de laboratorio



Nota: Obtenido de la red (web: utest.com.tr).

3. **Elección de tamices:** Al tener tamices de diferentes tamaños, los cuales dependen del tipo y tamaño de agregado, se deben elegir los tamices adecuados según se indican en las siguientes tablas establecidas en la NTP 400.037:

Tabla 2.6: Requisitos granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37.5mm (1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12.5mm (1/2")	9.5mm (3/8")	4.75mm (Nº4)	2.36mm (Nº8)	1.18mm (Nº16)	300µm (Nº50)
1	90mm a 37.5mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
2	63mm a 37.5mm (2 1/2" a 1 1/2")	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	50mm a 25mm (2" a 1")	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	50mm a 4.75mm (2" a Nº4)	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	37.5mm a 19mm (1 1/2" a 3/4")	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---
467	37.5mm a 4.75mm (1 1/2" a Nº4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	25mm a 12.5mm (1" a 1/2")	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	---
56	25mm a 9.5mm (1" a 3/8")	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	25mm a 4.75mm (1" a Nº4)	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 65	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	19mm a 9.5mm (3/4" a 3/8")	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	19mm a 4.75mm (3/4" a Nº4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	12.5mm a 4.75mm (1/2" a Nº4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	9.5mm a 2.36mm (3/8" a Nº8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	12.75mm a 9.5mm (1/2" a 3/8")	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75mm a 1.18mm (Nº4 a Nº16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 400.037 (2018).

Tabla 2.7: Requisitos granulométricos del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8")	100
4.75mm (Nº4)	95 a 100
2.36mm (Nº8)	80 a 100
1.18mm (Nº16)	50 a 85
0.60mm (Nº30)	25 a 60
0.30mm (Nº50)	5 a 30
0.15mm (Nº100)	0 a 10
75µm (Nº200)	0 a 3

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 400.037 (2018).

Los tamices son elementos cilíndricos en la cual la base inferior consta de una malla calibrada cuyas aberturas son de diferente tamaño (lo que le da el nombre a cada tamiz) y de forma cuadrada.

Figura 2.5: *Tamices con diferentes aberturas*



Nota: Obtenido de la red (web: es.made-in-china.com).

4. **Colocación de tamices:** Consiste en apilar los tamices elegidos de mayor a menor abertura uno tras de otro formando una torre, de tal manera que el tamiz superior y de mayor abertura será el primer tamiz en contener y tamizar la muestra.

Figura 2.6: *Apilación de tamices según su tamaño*



Nota: Obtenido de la red (web: jmrequipos.com).

5. **Proceso de tamizado:** Luego de apilar los tamices, se coloca la muestra del agregado en el tamiz superior y luego de colocar la tapa respectiva se procede con el tamizado, el cual puede ser de forma manual que consiste en agarrar con una mano la base inferior y con la otra la base superior y comenzar a batir y menear ligeramente la torre de tamices formando círculos durante 1 a 2 minutos aproximadamente. O de forma mecánica en la que la torre de tamices se coloca en la máquina tamizadora o llamada también agitador mecánico de tamices, el tiempo dependerá del tipo de material pero la norma menciona que no se debe exceder los 10 minutos ya que esto ocasionaría la degradación del material.

Figura 2.7: Tamizado mecánico de la muestra



Nota: Obtenido de la red (web: medicalexpo.es).

6. **Pesado de muestras retenidas:** Terminado el tamizado se procede a pesar el material retenido en cada tamiz, para posteriormente hacer los cálculos respectivos con los pesos obtenidos para obtener la curva granulométrica de cada agregado con la ayuda de una hoja de cálculo, además para calcular el módulo de fineza (MF) de cada agregado se usa la fórmula siguiente:

$$MF = \frac{a + b + c + \dots + d}{100}$$

Donde:

MF = Módulo de fineza del agregado (adimensional).

$a + b + c + \dots + d$ = Porcentajes retenidos acumulados (%).

2.3.4.2 Contenido de humedad

Este ensayo está normado por la NTP 339.185 (2002), en la cual se menciona lo siguiente: El objetivo del ensayo es determinar el porcentaje total de humedad evaporable por secado en las muestras de agregado. Considerando que esta humedad incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado. Cuyo procedimiento se detalla a continuación:

1. **Muestreo:** Consiste en elegir una pequeña cantidad del agregado la cual será llamada muestra y esta será sometida al ensayo de contenido de humedad, la cual deberá ser pesada en una balanza calibrada para mayor precisión, la cantidad mínima de muestra se elegirá según la siguiente tabla:

Tabla 2.8: Cantidad mínima de la muestra de agregado

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal (Kg)
4.75 (Nº4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2
19.0 (3/4)	3
5.0 (1)	4
37.5 (1 1/2)	6
50.0 (2)	8
63.0 (2 1/2)	10
75.0 (3)	13
90.0 (3 1/2)	16
100.0 (4)	25
150 (6)	50

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 339.185 (2002).

- Secado de la muestra:** Luego de tener la masa de la muestra elegida deberá secarse a peso constante con ayuda de un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
- Pesado de la muestra seca:** Pasada las 24h se procede a extraer la muestra del horno y dejando secar por un breve tiempo se procede a volver a pesar la muestra, obteniendo así una segunda masa a la que se le llamará masa de la muestra seca.
- Cálculo de la humedad:** Para encontrar el contenido de humedad se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\omega = \left(\frac{m - m_s}{m_s} \right) \times 100$$

Donde:

ω = Contenido de humedad (%).

m = Masa inicial húmeda de la muestra (gr).

m_s = Masa de la muestra seca (gr).

2.3.4.3 Peso unitario

Este ensayo está normado por la NTP 400.017 (2011), en la cual se menciona lo siguiente: El peso unitario llamado también densidad de masa. Cuyo procedimiento se detalla a continuación:

1. **Muestreo:** Para este caso la muestra a utilizar dependerá del recipiente necesario para el ensayo, para ello se tiene que tener en cuenta las siguientes tablas establecidas en la norma:

Tabla 2.9: Capacidad de los recipientes

Tamaño nominal máximo del agregado		Capacidad del recipiente	
mm	pulg	m ³	p ³
12.5	1/2	0.0028 (2.8)	1/10
25.0	1	0.0093 (9.3)	1/3
37.5	1 1/2	0.0140 (14)	1/2
75	3	0.0280 (28)	1
100	4	0.0700 (70)	2 1/2
125	5	0.1000 (100)	3 1/2

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 400.017 (2011)).

Tabla 2.10: Requisitos para los recipientes

Capacidad del Recipiente	Espesor del metal mínimo		
	Base	Sobre 38mm de pared	Resto de pared
menor que 11L	5.0 mm	2.5 mm	2.5 mm
11L a 42L inc	5.0 mm	5.0 mm	3.0 mm
de 42L a 80L inc	10.0 mm	6.4 mm	3.8 mm
de 80L a 133L inc	13.0 mm	7.6 mm	5.0 mm
menos que 0.4 p3	0.20 pulg	0.10 pulg	0.10 pulg
de 0.4 a 1.5 p3	0.20 pulg	0.20 pulg	0.12 pulg
de 1.5 a 2.8 p3	0.40 pulg	0.25 pulg	0.15 pulg
de 2.8 a 4.0 p3	0.50 pulg	0.30 pulg	0.20 pulg

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 400.017 (2011).

En este sentido, como se muestra en las tablas anteriores la muestra a utilizar es variable y depende completamente del recipiente utilizado, siempre y cuando cumpla con los requerimientos mínimos solicitados en la norma.

Figura 2.8: Recipientes para el cálculo del peso unitario de diferentes tamaños



Nota: Obtenido de la red (web: hira.com.tr).

2. **Llenado del recipiente:** Se tienen dos formas para el llenado del recipiente, al primero se le llama suelto y al segundo compactado o varillado. Ambas formas son parte del ensayo y se deben realizar sin excepción para obtener los resultados requeridos.

También antes de iniciar con el ensayo se debe tener el peso y volumen del recipiente vacío, datos que serán necesarios para los cálculos respectivos.

- ☞ **Llenado suelto:** Consiste en llenar el recipiente con el agregado respectivo hasta llenarlo por completo y que quede al ras de su base superior.
- ☞ **Llenado compactado:** Se hace llenando el envase en 3 capas iguales (cada una de espesor igual a $1/3$ de la altura del recipiente) hasta el ras de su base superior y a su vez haciendo uso de una varilla de apisonado (varilla lisa y metálica con punta redondeada) la cual servirá para realizar las 25 incrustaciones o chuzeadas en cada una de las tres capas para compactar mejor el material y eliminar los vacíos.

Figura 2.9: Varilla de apisonado



Nota: Obtenido de la red (web: jmrequipos.com).

3. **Pesado del recipiente lleno:** Terminado ambos llenados, se procede a realizar el pesado para iniciar con los cálculos.
4. **Cálculo del peso unitario:** Para ello se harán uso de las siguientes fórmulas:

$$m = P_{(r+m)} - P_r \quad \quad \quad PU_S = \frac{m}{V_r} \quad \quad \quad PU_C = \frac{m}{V_r}$$

Donde:

m = Masa de la muestra (Kg).

$P_{(r+m)}$ = Masa del recipiente más la muestra (Kg).

P_r = Masa del recipiente vacío (Kg).

PU_S = Peso unitario suelto (Kg/m^3).

PU_C = Peso unitario compactado (Kg/m^3).

V_r = Volumen del recipiente vacío (m^3).

2.3.4.4 **Peso específico y absorción**

Este ensayo está normado por dos normas, las cuales son NTP 400.021 (2013) y NTP 400.022 (2013), las cuales especifican los objetivos y procedimientos para obtener el peso específico

del agregado grueso y fino respectivamente. Así mismo ambas normas dan el respectivo procedimiento para el cálculo de la absorción de cada agregado, dichos procedimientos se mencionan a continuación:

A) Agregado grueso

1. **Muestreo:** La muestra a utilizar será en base a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 2.11: Cantidad mínima de la muestra de agregado

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Masa mínima de muestra Kg (lb)
12.5 (1/2) o menor	2 (4.4)
19.0 (3/4)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1 1/2)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 1/2)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	75 (165)

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 400.021 (2013).

2. **Secado de muestra:** Se lleva el material al horno y se seca por 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ con el objetivo de eliminar toda humedad que pueda existir.
3. **Sumergido de muestra:** Luego de extraer la muestra del horno y esperar a que enfríe se procede a sumergirla en agua limpia y en un envase apropiado por un lapso de 24h, con el objetivo de saturarla completamente.
4. **Masa superficialmente seca:** Consiste en extraer la muestra saturada luego de haber sido sumergida para pesarla, previamente secada brevemente con un paño o franela eliminando así el agua superficial (partículas visibles de agua).
5. **Pesado de muestra sumergida:** La misma muestra secada superficialmente nuevamente se sumerge pero esta vez en una canastilla colgando de una balanza calibrada, para obtener la masa sumergida del material ensayado.

Figura 2.10: Equipo para sumergir y pesar simultáneamente el agregado



Nota: Obtenido de la red (web: utest.com.tr).

6. **Secado final:** Finalmente esta muestra sumergida se lleva nuevamente al horno por 24h para obtener su masa final seca, y así comenzar con los cálculos respectivos.
7. **Cálculos:** Para ello se harán uso de las siguientes fórmulas:

$$PE = \left(\frac{m_s}{m_{SSS} - m_{sum}} \right) \times 100$$

$$Abs (\%) = \left(\frac{m_{SSS} - m_s}{m_s} \right) \times 100$$

Donde:

PE = Peso específico del agregado grueso (Kg/m^3).

m_s = Masa final de la muestra secada en el horno (Kg).

m_{SSS} = Masa saturada superficialmente seca (Kg).

m_{sum} = Masa sumergida (sin considerar la masa de la canastilla) (Kg).

$Abs (\%)$ = Absorción el agregado grueso (%).

B) Agregado fino

1. **Muestreo:** En primer lugar se pone a secar un aproximado de 1000gr del agregado en el horno por unas 24h, luego de ese lapso se extrae la muestra y luego de ponerla a enfriar se procede a saturarla sumergiéndola en agua por también 24h. Pasado ese tiempo, la muestra debe secar a temperatura ambiente removiéndola con cierta frecuencia para asegurar un secado uniforme.

2. **Prueba del cono:** Se realiza esta prueba para comprobar si el material previamente saturado se encuentra superficialmente seco, el procedimiento a realizar es el siguiente: se llena el cono en 3 capas, cada una siendo un tercio de la altura del cono, con 25 golpes en cada capa con ayuda del apisonador, luego se procede a levantar el cono y si el material se desmorona, está listo para ser ensayado, caso contrario se sigue secando y se repite este proceso.

Figura 2.11: Cono y apisonador para agregado fino



Nota: Obtenido de la red (web: cemexsupply.com).

3. **Muestra a ensayar:** Luego de comprobar que el material está saturado superficialmente seco, se extrae y introduce 500gr en un recipiente que puede ser un matraz o fiola calibrada y limpia del cual se conozca su masa.

Figura 2.12: Fiola y matraz, respectivamente



Nota: Obtenido de la red (web: vctools.com.pe).

4. **Llenado de recipiente:** Se llena el frasco utilizado con agua a temperatura ambiente hasta llegar a la marca de 500cm^3 marcada en el recipiente calibrado, luego se agitada con cuidado con el objetivo de eliminar los vacíos existentes, finalmente se deja reposar para que las partículas del material se sedimenten.
5. **Pesado de recipiente llenado:** Pasado un tiempo prudente para lograr la sedimentación completa del agregado se procede a pesar el frasco llenado con agua y la

muestra.

6. **Extracción de la muestra:** Con sumo cuidado se extrae el agua evitando que se pierda alguna porción de la muestra, después se saca el agregado y se coloca en el horno para ser secado durante 24h y finalmente pasado ese tiempo ser pesado y obtener su masa seca para iniciar con los cálculos.
7. **Cálculos:** Para ello se harán uso de las siguientes fórmulas:

$$PE = \left(\frac{m_s}{V - V_a} \right) \times 100$$

$$Abs (\%) = \left(\frac{500 - m_s}{m_s} \right) \times 100$$

Donde:

PE = Peso específico del agregado fino.

m_s = Masa final de la muestra secada en el horno (gr).

V = Volumen del frasco (cm^3).

V_a = Volumen de agua añadida al frasco (cm^3).

Abs (%) = Absorción el agregado grueso (%).

2.3.5 Elaboración de las muestras

Consiste en elaborar las muestras o especímenes cilíndricos (probetas) y prismáticos (vigas) para el posterior ensayado de los mismos en los ensayos de resistencia a la compresión y flexión respectivamente. Para ello se hará uso de la NTP 339.183 (2013) la cual establece los requisitos mínimos que deben tener los moldes para elaborar los especímenes, además de las medidas, herramientas y otros equipos que se tengan que emplear en su elaboración. También menciona el tiempo de curado (edad) del concreto que se le debe aplicar a las muestras elaboradas para que, posterior a ello, puedan ser ensayadas en los ensayos mencionados previamente. Es así que se tiene lo siguiente:

1. **Elaboración de especímenes:** Se tendrán elementos cilíndricos a las cuales se les conoce como briquetas o probetas, comúnmente llamadas “testigos”, y los elementos prismáticos y rectangulares. Los cuales serán producidas a base de concreto elaborado con los agregados, cemento, agua y aditivos seleccionados y en la proporción calculada en el diseño de mezcla respectivo. Y a su vez con la ayuda de los moldes metálicos y de dimensiones establecidas según la norma, en su mayoría de 30cm de alto y 15cm de diámetro para los especímenes cilíndricos, mientras que para los prismáticos se

tienen dimensiones de 60cm de largo, 15cm de ancho y 15cm de alto.

La elaboración para ambos tipos consiste en introducir la mezcla utilizando una pala o cucharón en los moldes previamente engrasados (para un mejor desencofrado) en 3 capas de 1/3 de la altura y realizando 25 incrustaciones o chuzeadas con la varilla de apisonado, hasta cubrir por completo el molde, y enrasando la base superior para tener un acabado adecuado, nivelado y homogéneo.

Tabla 2.12: Número de capas requeridas por espécimen

Tipo y tamaño de espécimen mm (pulg)	Modo de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual
Cilindros		
Diámetro en mm (pulg)		
75 a 100 (3 o 4)	varillado	2
150 (6)	varillado	3
225 (9)	varillado	4
Hasta de 225 (9)	vibración	2
Prismas y cilindros horizontales para escurrimiento plástico		
Profundidad en mm (pulg)		
Hasta 200 (8)	varillado	2
Más de 200 (8)	varillado	3 o más
Hasta 200 (8)	vibración	1
Más de 200 (8)	vibración	2 o más

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 339.183 (2013).

Tabla 2.13: Diámetro de varilla y número de varillados usados al moldear especímenes de prueba

CILINDRO		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
75 (3) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Area superficial superior del espécimen cm ² (pulg ²)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	Una capa cada 7cm ² (1pulg ²) de superficie
319 (50) a más	16 (5/8)	Una capa cada 14cm ² (2pulg ²) de superficie
CILINDROS HORIZONTALES PARA ESCURRIMIENTO PLASTICO		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
150 (6)	16 (5/8)	50 total, 25 a lo largo de ambos lados del eje

Nota: Obtenido y adecuado de la NTP 339.183 (2013).

De ser el caso en el que las superficies superiores cuenten con algún desnivel se empleará el método de refrentado normado por la NTP 339.037 (2015), que consiste en nivelar dicha superficie con pasta de cemento, yeso de alta resistencia o morteros

de azufre y haciendo uso de los platos de refrentado y dispositivos de alineación (equipos a utilizar según lo establecido en la norma), con el único objetivo de nivelar la superficie superior del espécimen debido a que es un requisito necesario para realizar el ensayo de resistencia a la compresión y flexión respectivamente.

La cantidad o número de especímenes a elaborar según la norma deben ser 3 como mínimo para cada edad establecida.

Figura 2.13: *Moldes para probetas y vigas, respectivamente*



Nota: Obtenido de la red (web: arolab.pe).

2. **Prueba del cono de Abrams:** Esta prueba normada por la NTP 339.035 (1999) se realiza previamente al llenado de los moldes y consiste en introducir la mezcla de concreto preparada en el cono, sosteniendo firmemente con ambos pies la base de este, en 3 capas iguales a la tercera parte de la altura del cono y con sus 25 incrustaciones respectivas con la varilla, para luego de haberla llenado y enrasado retirar el cono y medir la altura que se ha deformado (asentado) la mezcla respecto a la altura del cono. El objetivo es verificar la plasticidad o consistencia de la mezcla y comprobar si el asentamiento (slump) cumple con el requerido.

Figura 2.14: *Cono de Abrams y herramientas necesarias*



Nota: Obtenido de la red (web: matest.com).

3. **Fraguado:** Luego de elaboradas las muestras, se dejan reposar por un lapso de un día para que el concreto complete su fraguado y así al momento de su desencofrado no se presenten inconvenientes como fisuraciones o desprendimientos de material.

Figura 2.15: *Fraguado de las probetas y vigas elaboradas*



Nota: Elaboración propia.

4. **Desencofrado y curado:** Consiste en retirar las probetas y vigas elaboradas de sus respectivos moldes para ser curadas inmediate por el tiempo que se requiera (7, 14 o 28 días). El curado (edad del concreto) consiste en proporcionar agua de manera constante a los especímenes de concreto elaborados para que estos puedan completar y desarrollar la resistencia para las que fueron calculadas y garantizar su durabilidad. Este proceso puede hacerse de diferentes maneras, siendo la más común el sumergir completamente el espécimen en agua a temperatura ambiente.

2.3.6 Ensayo de resistencia a la compresión

Ensayo normado por la NTP 339.034 (2015) en la cual se especifica los objetivos y procedimientos para realizar el correcto ensayo de resistencia a la compresión y estos se detallan a continuación:

1. **Ensayo:** Pasado el tiempo de curado respectivo, se da inicio al ensayo de resistencia a la compresión, colocando la probeta firmemente en la parte central de la prensa hidráulica a compresión para iniciar con la aplicación progresiva de la carga hasta la rotura de la probeta ensayada.

Figura 2.16: *Rotura de probeta durante ensayo de compresión*



Nota: Obtenido de la red (web: researchgate.net).

2. **Resultados:** Los resultados arrojados por el equipo dependen del mismo, debido a que cada equipo maneja una unidad diferente siendo el más común los MPa, de ser este el caso se debe hacer la conversión a Kg/cm^2 , para ello se puede hacer uso de la siguiente relación:

$$1MPa = 10,1972Kg/cm^2$$

En general, la resistencia a la compresión resulta de la división de la carga máxima de rotura entre el área promedio de la sección transversal del espécimen ensayado.

$$f'_c = \frac{q}{A}$$

Donde:

f'_c = Módulo de rotura (Kg/cm^2).

q = Carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo (Kg).

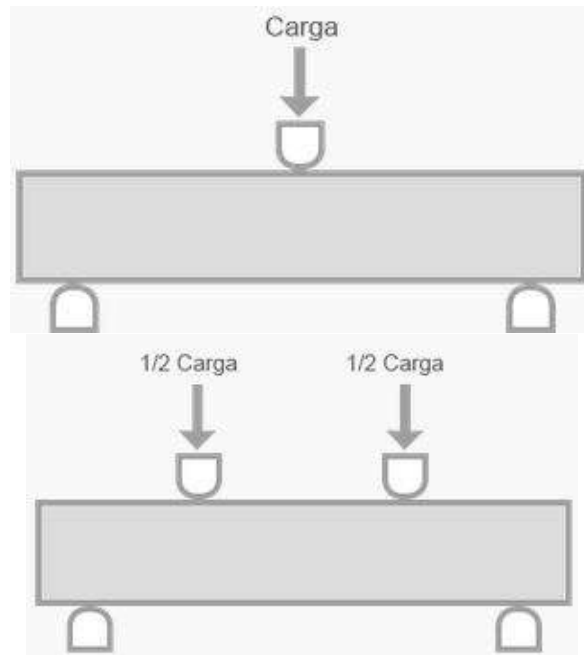
A = Área de la sección transversal del espécimen (cm^2).

2.3.7 **Ensayo de resistencia a la flexión**

Este ensayo se encuentra normado por las NTP 339.078 (2012) y NTP 339.079 (2012), siendo que cada una de estas normas establece un método distinto de la aplicación de la carga, el primero aplica la carga en 2 puntos de la luz de viga que están ubicadas a un tercio del tramo (conocida como 4 puntos), mientras que la segunda aplica la carga en la parte central del tramo de la viga (conocida como 3 puntos). El procedimiento a seguir para cada uno de ellos es similar con la única diferencia de la forma de aplicar la carga y están detallados en su norma respectiva.

1. **Ensayo:** Pasado el tiempo de curado respectivo, se da inicio al ensayo de resistencia a la flexión, colocando la viga firmemente sobre los apoyos respectivos y luego se coloca el apoyo superior según el tipo de aplicación de carga elegida (3 o 4 puntos) de la prensa a flexión para iniciar con la aplicación progresiva de la carga hasta la rotura de la viga ensayada.

Figura 2.17: Ensayo de flexión en 3 y 4 puntos, respectivamente



Nota: Obtenido de la red (web: macgingenieriacivil.com).

Figura 2.18: Rotura de viga durante ensayo de flexión



Nota: Obtenido de la red (web: researchgate.net).

2. **Resultados:** Los resultados arrojados por el equipo dependen del mismo, debido a que cada equipo maneja una unidad diferente siendo el más común los MPa, de ser este el caso se debe hacer la conversión a Kg/cm^2 , para ello se puede hacer uso de la siguiente relación:

$$1MPa = 10,1972Kg/cm^2$$

A) Módulo de rotura de ensayo en 3 puntos

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

B) Módulo de rotura de ensayo en 4 puntos

- a) Si la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz:

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

- b) Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia que esté no mayor del 5 % de la luz libre:

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

- c) Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia que esté mayor del 5 % de la luz libre, se rechaza el ensayo.

Donde:

M_r = Módulo de rotura (MPa).

P = Carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo (N).

L = Longitud del tramo (mm). **(para ensayo 3 puntos)**

L = Luz libre entre apoyos (mm). **(para ensayo 4 puntos)**

b = Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm).

h = Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm).

a = Distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga (mm).

“No es la tecnología lo que impulsa el éxito, sino cómo la utilizamos”

— Satya Nadella

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque

Abordado por Moisés Ríos (2018), como el Paradigma de Investigación, en el cual hace la división y comparación de la misma en Cuantitativo y Cualitativo, ambas con diferentes propósitos y características resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 3.1: *Diferencias entre un paradigma cuantitativo y cualitativo*

Criterio	Investigación	
	Cuantitativa	Cualitativa
Propósito	– Generalizar los resultados a través del establecimiento de patrones de comportamiento	– Conocer en profundidad un fenómeno
Variable	– Una o más variables	– Sin variables
Tamaño de muestra	– Grande – Pequeña	– Usualmente pequeña
Tipo de muestreo	– Probabilístico – No Probabilístico	– No probabilístico
Instrumento	– Estructurado – Semi-estructurado	– No estructurado.
Tratamiento de la información	– Estadístico	– No estadístico

Nota: Moisés Ríos (2018).

Entonces, la presente investigación tendrá un **Enfoque Cuantitativo**.

Debido a que este tipo utiliza “la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. (Hernández Sampieri, 2014).

3.2 Alcance

El cual Moisés Ríos (2018), denomina como Nivel de Investigación, pues viene a ser la profundidad con la que se abordará el estudio, para ello se hará el empleo de estudios anteriores como base fundamental.

Tabla 3.2: Niveles de investigación según su enfoque

Enfoque	Nivel
Cualitativo	Explorativo
Cuantitativo	Descriptivo
	Relacional
	Explicativo

Nota: Moisés Ríos (2018).

Es así que la presente investigación tiene un **Alcance Descriptivo**.

Debido a que en este nivel se “miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga”. (Hernández Sampieri, 2014).

3.3 Diseño de investigación

Para Moisés Ríos (2018), un diseño no experimental es aquel en el que la variable independiente no es manipulada, al contrario de la experimental en la que sí se realiza esta acción para observar la reacción de las variables dependientes ante este proceso.

El diseño que se elige para la presente investigación es **Experimental** de acuerdo a la técnica de contrastación, y **Transversal** de acuerdo con al evolución del fenómeno estudiado. En este tipo de diseño se “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. (Hernández Sampieri, 2014).

3.4 Población y muestra

La población estuvo conformada por 396 probetas y 132 vigas, mientras que la muestra para esta investigación fueron las 180 probetas y 60 vigas (según las dosificaciones elegidas para la adición de las fibras de polipropileno) elaboradas para los ensayos requeridos para el desarrollo de la presente investigación, el cálculo respectivo se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 3.3: *Cálculo de la población*

f'c	Fibras de Polipropileno	Cantidad de probetas según el tiempo de curado			Total de probetas	Cantidad de vigas según el tiempo de curado	Total de vigas
		7 días	14 días	28 días		28 días	
300 Kg/cm ²	0%	3	3	3	9	3	3
	0.5%	3	3	3	9	3	3
	1%	3	3	3	9	3	3
	1.5%	3	3	3	9	3	3
	2%	3	3	3	9	3	3
	2.5%	3	3	3	9	3	3
	3%	3	3	3	9	3	3
	3.5%	3	3	3	9	3	3
	4%	3	3	3	9	3	3
	4.5%	3	3	3	9	3	3
	5%	3	3	3	9	3	3
					99		33

Nota: Elaboración propia.

Al tener 4 tipos de resistencias para ser estudiadas, el cálculo mostrado en la tabla anterior se repite para cada una de estas, por ello la población total vendrá a estar dada por la suma total, la cual se resume con la siguiente tabla:

Tabla 3.4: *Cálculo de la población total*

f'c	Total probetas	Total vigas
300 Kg/cm ²	99	33
350 Kg/cm ²	99	33
380 Kg/cm ²	99	33
400 Kg/cm ²	99	33
	396	132

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3.5: Cálculo de la muestra

Fibras de Polipropileno	Resistencias elegidas				Total de probetas
	300 Kg/cm ²	350 Kg/cm ²	380 Kg/cm ²	400 Kg/cm ²	
0%	9	9	9	9	36
0.5%	9	9	9	9	36
1%	9	9	9	9	36
1.5%	9	9	9	9	36
2%	9	9	9	9	36
	45	45	45	45	180

Fibras de Polipropileno	Resistencias elegidas				Total de vigas
	300 Kg/cm ²	350 Kg/cm ²	380 Kg/cm ²	400 Kg/cm ²	
0%	3	3	3	3	12
0.5%	3	3	3	3	12
1%	3	3	3	3	12
1.5%	3	3	3	3	12
2%	3	3	3	3	12
	15	15	15	15	60

Nota: Elaboración propia.

3.5 Hipótesis

3.5.1 Hipótesis generales

Incorporando fibras de polipropileno se mejora la resistencia a la compresión y flexión en pavimentos rígidos.

3.5.2 Hipótesis específicas

- La adición de fibras de polipropileno mejora la resistencia a la compresión en concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.
- La adición de fibras de polipropileno mejora la resistencia a la flexión en concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.
- Incorporando fibras de polipropileno en concretos de alta resistencia se logra reducir el costo en la elaboración de pavimentos rígidos.

3.6 Operacionalización de variables

Figura 3.1: Operacionalización de variables

Operacionalización de las variables; caso: “Mejora de la resistencia a la compresión y flexión de concretos de alta resistencia con fibras de polipropileno en pavimentos rígidos, Andahuaylas - 2024”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	TIPO	NATURALEZA	MEDICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
Fibras de polipropileno	Las fibras de polipropileno es un material sintético diseñado para reducir las grietas del concreto, en el estado plástico y por temperatura en estado endurecido del mismo.	Variable independiente	Cuantitativa	Nominal	Dosificación (%)	Dosificación para la adición de fibras de polipropileno: 0% = 0 Kg/m ³ 0.5% = 4.55 Kg/m ³ 1% = 9.10 Kg/m ³ 1.5% = 13.65 Kg/m ³ 2% = 18.20 Kg/m ³	Kg/m ³	Normas técnicas peruanas. Artículos científicos. Tesis e informes. Arena. Piedra chancada. Cemento Portland. Fibras de polipropileno.
Resistencia a la compresión	Es la capacidad del concreto de soportar cargas o esfuerzos a compresión.	Variable dependiente 1	Cuantitativa	Serán medidas por ensayos.	-	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	Agua. Lapiceros. Equipos de laboratorio. Cámara Fotográfica/Celular. Formatos para toma de datos.
Resistencia a la flexión	Es la capacidad del concreto de soportar cargas o esfuerzos a flexión.	Variable dependiente 2	Cuantitativa	Serán medidas por ensayos.	-	Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	
Costo	Valor monetario.	Variable dependiente 3	-	-	-	Costo	Soles/m ³	

Nota: Elaboración propia.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Moisés Ríos (2018), la define como el procedimiento para acopiar información sobre las variables, y estas técnicas pueden ser generales como la observación, entrevistas o encuestas, como también específicas según la disciplina en la que se halle dicha variable.

Las técnicas que se usaron para la presente investigación vienen a ser: *Análisis Documental y la Observación*; debido a que el estudio en su mayoría se basa en la primera técnica, debido a que se revisó y consultó diferentes publicaciones de artículos y tesis relacionados al tema en mención para obtener un mayor conocimiento en el tema y así el desarrollo de la investigación se dé sin mayores problemas, por otra parte, la técnica de *Observación* también es muy importante en este estudio debido a que durante la incorporación de las FPP se pudo observar en primer lugar, la reacción de la mezcla de concreto a este nuevo material incorporado, y en un segundo lugar, al realizar los diferentes ensayos de laboratorio también la *Observación* es muy necesaria para ver los cambios producidos en el concreto y a la vez para tomar los datos necesarios.

3.7.2 Instrumentos

Los instrumentos requeridos y empleados para cumplir con los objetivos de esta investigación fueron:

1. Documentos:

- ☞ Normas técnicas peruanas.
- ☞ Artículos científicos, tesis e informes nacionales e internacionales.

2. Materiales:

- ☞ Arena.
- ☞ Piedra chancada.
- ☞ Cemento Portland.
- ☞ Fibras de polipropileno.
- ☞ Agua.
- ☞ Lapiceros.

- ☞ Formatos para tomar los datos.
- ☞ Equipos de laboratorio para los diferentes ensayos.
- ☞ Cámara fotográfica/celular.

3. Edición de informe de investigación en L^AT_EX:

- ☞ MiKteX 2.9
- ☞ T_EXmaker
- ☞ MathType
- ☞ MS Excel

3.8 Técnicas estadísticas para el procesamiento de datos

Para el análisis de los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión realizados sobre las probetas y vigas ensayadas, se emplearon las técnicas estadísticas de tipo descriptivo, con el fin de resumir y caracterizar los valores obtenidos en cada grupo de muestras (con y sin FPP). Para ello se calcularon medidas de tendencia central como la media aritmética para cada tipo de ensayo así como sus respectivos gráficos de barras para observar mejor la variación de los resultados.

3.9 Desarrollo del trabajo de tesis

3.9.1 Retroalimentación y recopilación de información necesaria

Para la correcta elaboración del presente estudio fue necesario revisar lo avanzado y aprendido durante el desarrollo del curso Tecnología de Concreto (IC-349 de la serie 300, plan 2004 - EPIC - UNSCH), específicamente el tema de Diseño de Mezcla según el Método ACI. Además de corroborar esta información en el libro de Diseño y Control de Mezclas de Concreto de Kosmatka et al. (2002).

Lo siguiente fue revisar diferentes tesis y artículos científicos, así como algunas páginas web que estén relacionadas o mencionen temas referentes al comportamiento del concreto, el diseño de mezcla de concreto y las fibras de polipropileno, para tener un mejor entendimiento del tema de investigación elegido y así poder desarrollar la investigación a plenitud y de una manera correcta para evitar, en lo posible, cometer errores en los diferentes procedimientos y que posteriormente afecten a los resultados obtenidos.

También fue necesario hacer uso de los libros “Diseño del proyecto de investigación científica”

de Moisés Ríos (2018) y “Metodología de la investigación” de Hernández Sampieri (2014) para comprender y entender mejor el proceso y desarrollo de una investigación científica. Y por último también se consultó las diferentes normativas, en específico las NTP relacionadas con los diferentes ensayos a los agregados fino y grueso, así como la CE.010 Pavimentos urbanos.

3.9.2 **Búsqueda de un laboratorio especializado**

Otro factor importante y fundamental para el completo desarrollo de la presente investigación fue la de contar con un laboratorio especializado en temas de ingeniería y en específico en la elaboración de concreto, además que se encuentre equipado con los diferentes equipos y herramientas que todo laboratorio de concreto requiere para llevar acabo los diferentes ensayos y/o pruebas que se tengan que realizar. Es así que se contrató los servicios del laboratorio LabSuelos S.A.C., laboratorio que se encuentra equipado con todo lo requerido y sobretodo con los equipos de Prensa hidráulica de comprensión y la Prensa de flexión, equipos necesarios para llevar acabo los ensayos de resistencia a comprensión y flexión respectivamente.

El uso de un laboratorio especializado es importante para esta investigación debido a que sería imposible realizar los ensayos requeridos sin los equipos adecuados, además que la normativa nos indica que es indispensable que los ensayos se hagan en un laboratorio especializado que cuenten con todos los equipos necesarios y calibrados para obtener resultados fidedignos y con un margen de error mínimo.

3.9.3 **Obtención de materiales y herramientas**

Luego de ya contar con un laboratorio donde desarrollar los ensayos, se procedió a ir en busca de los materiales necesarios, para este caso vendrían a ser: arena (agregado fino), piedra chancada (agregado grueso), fibras de polipropileno (aditivo) y cemento, el agua será proporcionada u obtenida del laboratorio mencionado. Para la elección de los agregados se tomó en cuenta las recomendaciones dadas por el ingeniero a cargo del laboratorio y así fue que luego de visitar diferentes canteras se eligió los agregados de la cantera Accoscca (con coordenadas UTM - E: 671985.79, N: 8491032.76, Z: 3064m), debido a que sus agregados fino y grueso cuentan con propiedades que garantizan ser un buen material para la elaboración de concretos de alta resistencia, tal como se muestra en su respectiva ficha técnica. (Ver la sección de Anexos).

Figura 3.2: *Visita a la cantera Accoscca*



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.3: *Ubicación de la cantera Accoscca*



Nota: Elaboración propia.

Sobre la adquisición del aditivo, se eligió a las fibras que proporciona la empresa peruana Sika Perú S.A.C., una empresa dedicada a la elaboración y venta de productos químicos para la construcción. Es por ello que las fibras se adquirieron de esta empresa por la garantía que proporciona su trayectoria en el rubro de la construcción. También se realizó los siguientes cálculos para conocer con exactitud la cantidad de fibras que se va a requerir para el estudio, para ello se hizo el cálculo respectivo para convertir de volumen a kilos para cada dosificación, luego se realiza la multiplicación de los valores obtenidos por la cantidad de especímenes que se han de elaborar.

Datos:

Dosificaciones: 0.5 %, 1.0 %, 1.5 % y 2.0 %

Densidad de fibra: $0.91\text{gr}/\text{cm}^3 = 910\text{Kg}/\text{m}^3$

Cálculos:

Para 0.5 % de 1m^3 :

$$\Rightarrow \frac{0,5}{100} \times 1\text{m}^3 = 0,005\text{m}^3$$

$$\Rightarrow 0,005\text{m}^3 \times 910\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 4,55\text{Kg}$$

Tabla 3.6: Cantidad de fibras por cada 1m^3 de concreto para cada dosificación

Dosificación	Volumen en m^3	Peso en Kg por 1m^3
0.5%	0.005	4.55
1.0%	0.010	9.10
1.5%	0.015	13.65
2.0%	0.020	18.20

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3.7: Cantidad total de fibras para la elaboración de probetas

Dosificación	Peso en Kg por 1m^3	Volumen de Probeta en m^3	Total de probetas para 7, 14 y 28 días de curado				Cantidad de Fibras en Kg
			300Kg/cm ²	350Kg/cm ²	380Kg/cm ²	400Kg/cm ²	
0.5%	4.55	0.005	9	9	9	9	0.819
1.0%	9.10	0.005	9	9	9	9	1.638
1.5%	13.65	0.005	9	9	9	9	2.457
2.0%	18.20	0.005	9	9	9	9	3.276
Total							8.19

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3.8: Cantidad total de fibras para la elaboración de vigas

Dosificación	Peso en Kg por 1m ³	Volumen de Viga en m ³	Total de vigas para 28 días de curado				Cantidad de Fibras en Kg
			300Kg/cm ²	350Kg/cm ²	380Kg/cm ²	400Kg/cm ²	
0.5%	4.55	0.014	3	3	3	3	0.764
1.0%	9.10	0.014	3	3	3	3	1.529
1.5%	13.65	0.014	3	3	3	3	2.293
2.0%	18.20	0.014	3	3	3	3	3.058
Total							7.64

Nota: Elaboración propia.

En caso del cemento, en nuestro país tenemos una gran variedad de cementos para diferentes tipos de aplicación o construcción, pero eso no quiere decir que se deba elegir un cemento cualquiera, al contrario, se debe elegir uno que cumpla con las características para el tipo de estructura, es por ello que en este caso se eligió el cemento Yura MAX, cemento de tipo I ideal para pavimentos.

También se tuvo que adquirir algunas herramientas adicionales como lo son los moldes para el encofrado de las vigas de concreto elaboradas para un avance más rápido, así también como envases para el respectivo curado de los especímenes (probetas y vigas).

3.9.4 Realización de los ensayos preliminares a los agregados

Luego de haber elegido y obtenido los agregados, se procede a realizar los ensayos a los agregados (fino y grueso) establecidos en las NTP que se mencionó en el apartado 2.3 de la presente investigación. Se optó por llamarlos “ensayos preliminares” debido a que los ensayos principales de este estudio vienen a ser los de resistencia a la compresión y a la flexión.

Mencionar también con excepción del ensayo granulométrico, los demás ensayos preliminares se realizaron 3 veces según lo recomendado por el especialista del laboratorio para la obtención de un mejor resultado de estos, pues el valor final será el promedio de los 3 valores obtenidos, todos estos valores se mostrarán en el apartado de Resultados, mientras que en esta sección solo se dará a conocer el primer cálculo.

3.9.4.1 Análisis granulométrico

Viene a ser el primer ensayo preliminar que se tuvo que realizar para poder conocer cuál es la distribución de las partículas que componen el agregado. Para ello haciendo uso de la NTP 400.012 en la cual nos indica cuál es el procedimiento a seguir, así como la cantidad

mínima de muestra que se debe utilizar de cada agregado (grueso y fino) para realizar el ensayo y obtener resultados óptimos.

En este caso el tipo de tamizado que se realizó fue de forma manual para ambos agregados.

Figura 3.4: *Proceso de tamizado manual*



Nota: Elaboración propia.

1. Agregado grueso:

Como se muestra en la tabla 2.5, la cantidad mínima de muestra depende del Tamaño máximo nominal (TMN) del agregado y a su vez este TMN es elegido según la estructura a construir, pues debe ser de un tamaño adecuado para que dicho agregado se pueda acomodar en toda la sección evitando así dejar vacíos que puedan afectar la resistencia de la estructura. Por tal motivo es que se eligió 1/2" como TMN del agregado grueso.

Figura 3.5: *Muestra del agregado grueso para el ensayo de granulometría*



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.6: Realización del ensayo de granulometría en el agregado grueso



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.7: Muestras retenidas en cada tamiz durante el ensayo de granulometría en el agregado grueso



Nota: Elaboración propia.

2. Agregado fino:

En la norma se menciona que para este tipo de material, la cantidad mínima de muestra es de 300gr.

Figura 3.8: Muestra del agregado fino para el ensayo de granulometría



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.9: Realización del ensayo de granulometría en el agregado fino



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.10: Muestras retenidas en cada tamiz durante el ensayo de granulometría en el agregado fino



Nota: Elaboración propia.

3.9.4.2 Contenido de humedad

Teniendo un mismo procedimiento a seguir para ambos agregados, el cual consiste en un doble pesado de las respectivas muestras, se pesaron ambas en su estado natural y luego de ser secadas por un periodo de 24 horas dentro de un horno, se llevó acabo el segundo pesado.

Se trabajó con la cantidad mínima solicitada por la norma para cada tipo de material en base a su TMN, siendo así el uso de 2000 y 500 gramos para el agregado grueso (AG) y fino (AF) respectivamente.

Figura 3.11: Pesado de muestra del agregado grueso para el ensayo de contenido de humedad



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.12: Pesado de muestra del agregado grueso luego de su secado en el horno para el ensayo de contenido de humedad



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.13: Pesado de muestra del agregado fino para el ensayo de contenido de humedad



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.14: Pesado de muestra del agregado fino luego de su secado en el horno para el ensayo de contenido de humedad



Nota: Elaboración propia.

En ambos agregados, luego del respectivo secado, se puede observar un incremento de sus respectivas masas en comparación a las muestras iniciales, esto es debido a que se usó el mismo recipiente al secarlos y al pesarlos nuevamente ya no se puede realizar el “tarado” respectivo, pues al hacerlo ya no se podrá obtener este resultado. Para ello previamente se pesó los recipientes (vacíos) usados para saber su masa y así restar esta cantidad a la masa final del agregado. Es decir, se hizo el siguiente cálculo adicional para luego usar la fórmula establecida para el cálculo de la humedad:

Teniendo en cuenta que m_{AG-4} y m_{R-2} , son las masas de los recipientes usados y cuyos valores son 152 y 118 gramos respectivamente. Además que m_s viene a ser la masa real del agregado seco.

AG:

$$m_s = 2148gr - 152gr$$

$$m_s = 1996gr$$

$$\omega = \left(\frac{2000 - 1996}{1996} \right) \times 100$$

$$\omega = 0,20\%$$

AF:

$$m_s = 601gr - 118gr$$

$$m_s = 483gr$$

$$\omega = \left(\frac{500 - 483}{483} \right) \times 100$$

$$\omega = 3,52 \%$$

3.9.4.3 Peso unitario

Para este ensayo no se cuenta con una cantidad mínima de muestra, debido a que esta depende del tamaño y volumen del equipo (recipiente) empleado, es así que previamente a su uso se realizó las mediciones necesarias para tener conocimiento de ambos valores.

Teniendo de esta manera que el valor de la masa del recipiente para el agregado grueso es 6078gr y su volumen de 9300cm^3 mientras que para el fino se tiene 2469gr y 2850cm^3 respectivamente.

Figura 3.15: Masas de recipientes utilizados



Nota: Elaboración propia.

1. Peso unitario suelto:

Para ambos agregados se procedió a realizar el llenado del recipiente completamente y con la ayuda de una varilla se procedió a enrasar la base superior, para luego llevarlo a la balanza y tener todos los datos necesarios para su cálculo.

a. AG:

Figura 3.16: *Llenado de recipiente con el material grueso suelto*



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.17: *Pesado del recipiente llenado con el material grueso suelto*



Nota: Elaboración propia.

$$\mapsto m = 19976gr - 6078gr$$

$$m = 13898gr$$

$$m = 13,898Kg$$

$$\mapsto V_r = 9300 \text{ cm}^3$$

$$V_r = 9,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\therefore PUS = \frac{13,898 \text{ Kg}}{9,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$PUS = 1494,409 \text{ Kg/m}^3$$

b. AF:

Figura 3.18: Llenado de recipiente con el material fino suelto



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.19: *Pesado del recipiente llenado con el material fino suelto*



Nota: Elaboración propia.

$$\mapsto m = 6548gr - 2469gr$$

$$m = 4079gr$$

$$m = 4,079Kg$$

$$\mapsto V_r = 2850cm^3$$

$$V_r = 2,85 \times 10^{-3}m^3$$

$$\therefore PU_S = \frac{4,079Kg}{2,85 \times 10^{-3}m^3}$$

$$PU_S = 1431,228Kg/m^3$$

2. Peso unitario compactado (varillado):

De igual manera, para este ensayo se llenó ambos recipientes con los agregados respectivos, pero en este caso haciéndolo en 3 capas iguales a un tercio de la altura del envase y compactándolas mediante 25 chuzadas y finalmente realizando el enrasado adecuado con el uso de la varilla. Posteriormente, se obtuvo las masas respectivas mediante el pesado en la balanza calibrada para realizar los cálculos finales.

a. AG:

Figura 3.20: *Pesado de recipiente luego de llenarlo con el material grueso compactado*



Nota: Elaboración propia.

$$\mapsto m = 20722gr - 6078gr$$

$$m = 14644gr$$

$$m = 14,644Kg$$

$$\mapsto V_r = 9300cm^3$$

$$V_r = 9,3 \times 10^{-3}m^3$$

$$\therefore PU_C = \frac{14,644Kg}{9,3 \times 10^{-3}m^3}$$

$$PU_C = 1574,624Kg/m^3$$

b. AF:

Figura 3.21: *Pesado de recipiente luego de llenarlo con el material fino compactado*



Nota: Elaboración propia.

$$\mapsto m = 7062gr - 2469gr$$

$$m = 4593gr$$

$$m = 4,593Kg$$

$$\mapsto V_r = 2850cm^3$$

$$V_r = 2,85 \times 10^{-3}m^3$$

$$\therefore PU_C = \frac{4,593Kg}{2,85 \times 10^{-3}m^3}$$

$$PU_C = 1611,579Kg/m^3$$

3.9.4.4 Peso específico y absorción

1. Agregado grueso:

Para este ensayo se decidió tener una muestra de 2500gr, la norma menciona un mínimo de 2Kg para el TMN elegido, la cual fue previamente sumergida durante un día completo, para luego de ese tiempo se lleve a secar parcialmente con ayuda de un paño o franela, teniendo así la masa del material superficialmente seco.

Figura 3.22: Secado parcial de la muestra previamente saturada



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.23: Pesado de muestra saturada superficialmente seca



Nota: Elaboración propia.

Luego se obtuvo la masa de la canastilla que se usó para el pesado de esta muestra pero en estado sumergido, para ello se realizó esta operación en las dos balanzas utilizadas, siendo una de ellas la balanza digital adecuada para este ensayo.

Figura 3.24: Pesado de canastilla en dos distintas balanzas



Nota: Elaboración propia.

Como se puede observar, en ambos equipos la masa marcada fue la misma, lo que garantiza el correcto calibrado y resultado de estos equipos. Posterior a esta acción se introduce la canastilla con la muestra para obtener la masa de esta en su estado sumergido.

Figura 3.25: Canastilla vacía sumergida



Nota: Elaboración propia.

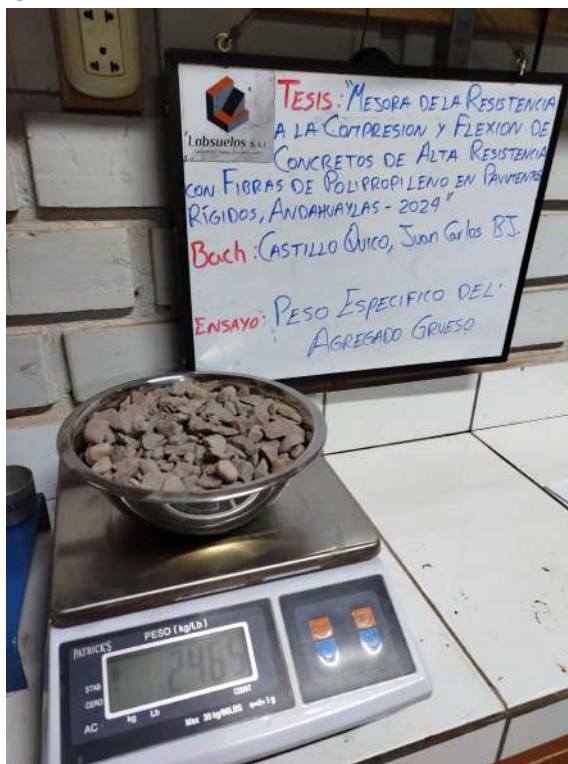
Figura 3.26: Pesado de la muestra sumergida



Nota: Elaboración propia.

Finalmente se extrae la muestra del agua para llevarla al horno por 24h para su secado, luego de ese tiempo se obtiene la última masa requerida para concretar los cálculos.

Figura 3.27: Pesado de la muestra secada en horno



Nota: Elaboración propia.

$$\mapsto PE = \left(\frac{2466gr}{2500gr - 1550gr} \right) \times 100$$

$$PE = 2,60$$

$$\mapsto Abs (\%) = \left(\frac{2500 - 2466}{2466} \right) \times 100$$

$$Abs (\%) = 1,38 \%$$

2. Agregado fino:

En esta ocasión se saturó y se dejó secar mediante la exposición al sol una cantidad no menor a 1Kg del agregado, siendo removida ocasionalmente para un mejor y rápido secado, confirmando este estado mediante la prueba del cono.

Figura 3.28: Prueba del cono en el agregado fino, previo secado y tamizado en la malla N° 4



Nota: Elaboración propia.

Luego de comprobar que el material está en un estado superficialmente seco, se extrajo 500gr de este para realizar el ensayo.

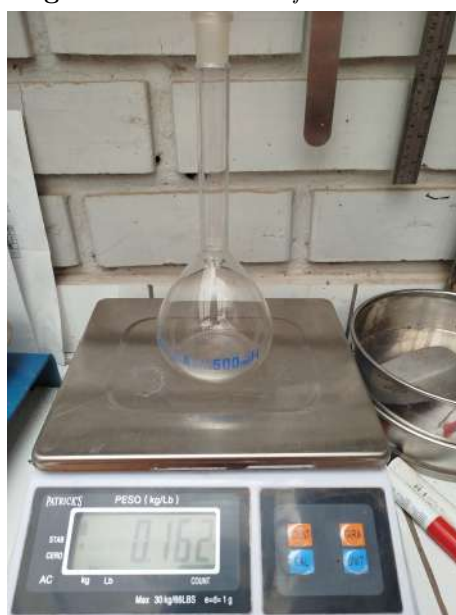
Figura 3.29: *Pesado de muestra superficialmente seca a ensayar*



Nota: Elaboración propia.

Como siguiente paso se introdujo con sumo cuidado de no desperdiciar alguna partícula de la muestra en una fiola calibrada, la cual fue llenada con agua hasta la marca de 500cm^3 .

Figura 3.30: *Masa de fiola calibrada*



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.31: Masa de fiola luego de introducir la muestra y ser llenada con agua



Nota: Elaboración propia.

De igual manera que al introducir la muestra inicialmente, se extrajo tanto el agua como el material evitando el desperdicio de este último para tener un resultado real y exacto. Luego se llevó a secar durante 24 horas en el horno para su posterior pesado y al tener todos los datos necesarios se inició con la realización de los cálculos respectivos.

Figura 3.32: Bombilla de jeringa utilizada para la extracción minuciosa del agua



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.33: Pesado final del material fino seco en horno



Nota: Elaboración propia.

$$\mapsto PE = \left(\frac{487gr}{1159gr - 963gr} \right) \times 100$$

$$PE = 2,48$$

$$\mapsto Abs (\%) = \left(\frac{500gr - 487gr}{487gr} \right) \times 100$$

$$Abs (\%) = 2,67 \%$$

3.9.5 Elaboración del diseño de mezcla de concreto

Después de realizados los ensayos preliminares a los agregados y teniendo los resultados respectivos, se procedió a elaborar el diseño de mezcla de concreto según el método ACI para cada una de las resistencias elegidas para esta investigación (300, 350, 380 y 400 Kg/cm^2), con ayuda del software microsoft excel para automatizar y dinamizar los cálculos, pues el método ACI consta de una secuencia de pasos establecidos y que a su vez hace uso de tablas normalizadas para obtener el diseño de mezcla requerido. En la tabla siguiente se

presentan las proporciones de diseño de cada resistencia de forma resumida y mientras que en la sección de anexos se proporciona toda la secuencia seguida de forma detallada.

Tabla 3.9: *Proporciones en volumen de los materiales para el diseño respectivo*

	Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Agua
$f'c = 300Kg/cm^2$	1.00	1.65	1.91	19.34
$f'c = 350Kg/cm^2$	1.00	1.36	1.70	17.20
$f'c = 380Kg/cm^2$	1.00	1.14	1.53	15.57
$f'c = 400Kg/cm^2$	1.00	1.05	1.46	14.89

Nota: Elaboración propia.

3.9.6 Comprobación preliminar del diseño de mezcla elaborado

Al tener el diseño de mezcla ya elaborado, lo correcto sería iniciar con la elaboración de las muestras pero en este caso se optó por poner primero a prueba el diseño de mezcla calculado, para ello se elaboró dos probetas tradicionales (30 y 15cm de altura y diámetro, respectivamente) que fueron curadas por 14 días sumergidas totalmente en agua potable y limpia. Al término de ese lapso de tiempo ambas fueron sometidas al ensayo de compresión.

Figura 3.34: *Probetas de prueba*



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.35: *Ensayo en probetas de prueba*

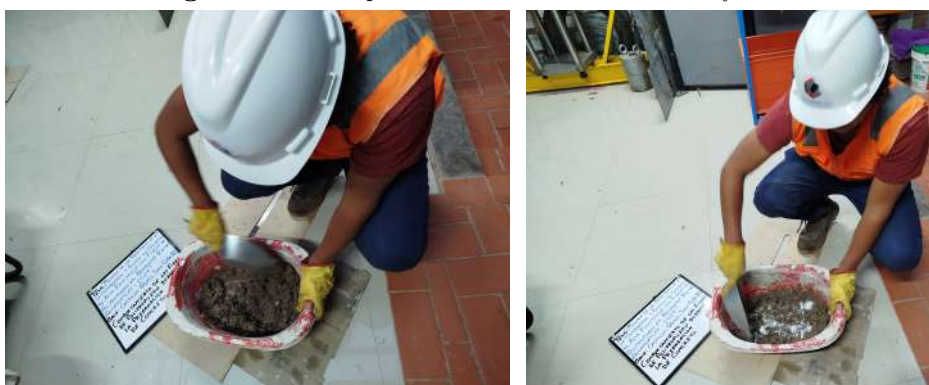


Nota: Elaboración propia.

3.9.7 Análisis del comportamiento de las fibras de polipropileno

También se hizo un estudio para analizar el comportamiento de las FPP al entrar en contacto con la mezcla de concreto elaborado, para ello se elaboró 6 probetas pequeñas (8" de altura y 4" de diámetro) con las dosificaciones planteadas, las cuales luego de también haber sido curadas por un lapso de 14 días, se eligió 3 de ellas (A, B y C) para ser ensayadas.

Figura 3.36: *Preparado de mezcla adicionando fibras*



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.37: Comportamiento del concreto ante la adición de fibras



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.38: Probetas de prueba de dimensiones 8"x 4"



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.39: Probetas de prueba (A, B y C) elegidas para ser ensayadas



Nota: Elaboración propia.

3.9.8 Comprobación final del diseño de mezcla de concreto elaborado

Habiendo realizado los pasos anteriores y teniendo el conocimiento pleno del comportamiento de las fibras al entrar en contacto con el concreto elaborado, se realizaron los últimos ajustes para que los diseños calculados funcionen correctamente, garantizando así una resistencia óptima en los especímenes a elaborar.

3.9.9 Elaboración de las muestras (probetas y vigas)

Para llevar a cabo la elaboración del conjunto de muestras, en primer lugar se dosificaron los materiales según la cantidad a usar y dependiendo de la capacidad de la mezcladora o trompo utilizado, además por su naturaleza el cemento reacciona casi de manera inmediata ante el agua y agregados, entonces no se debe perder mucho tiempo al momento de agregar dichos materiales así como también al momento de vaciar y llenar los moldes con dicha mezcla.

Figura 3.40: Dosificación de materiales para una mezcladora de capacidad de 50Kg



Nota: Elaboración propia.

En ese sentido también se tuvo listo los moldes y demás herramientas o equipos utilizados, por ello se hizo el lavado y engrasado previo de los moldes para no tener complicaciones al momento de desencofrar y así garantizar un mejor acabado.

Figura 3.41: Preparación (limpieza y engrasado) de moldes



Nota: Elaboración propia.

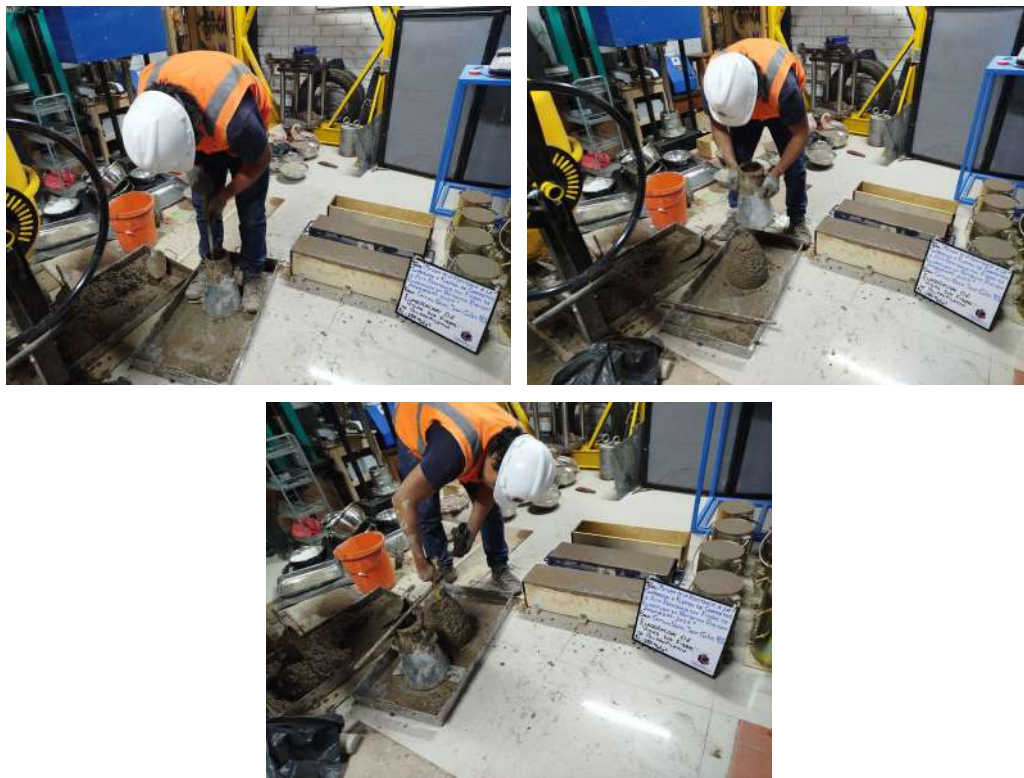
Figura 3.42: Preparado de mezcla adicionando los agregados y fibras



Nota: Elaboración propia.

También se realizó en cada tanda (preparación) la prueba del cono de Abrams para corroborar que se cumpla con el slump (asentamiento) permitido y así garantizar la efectividad del producto preparado.

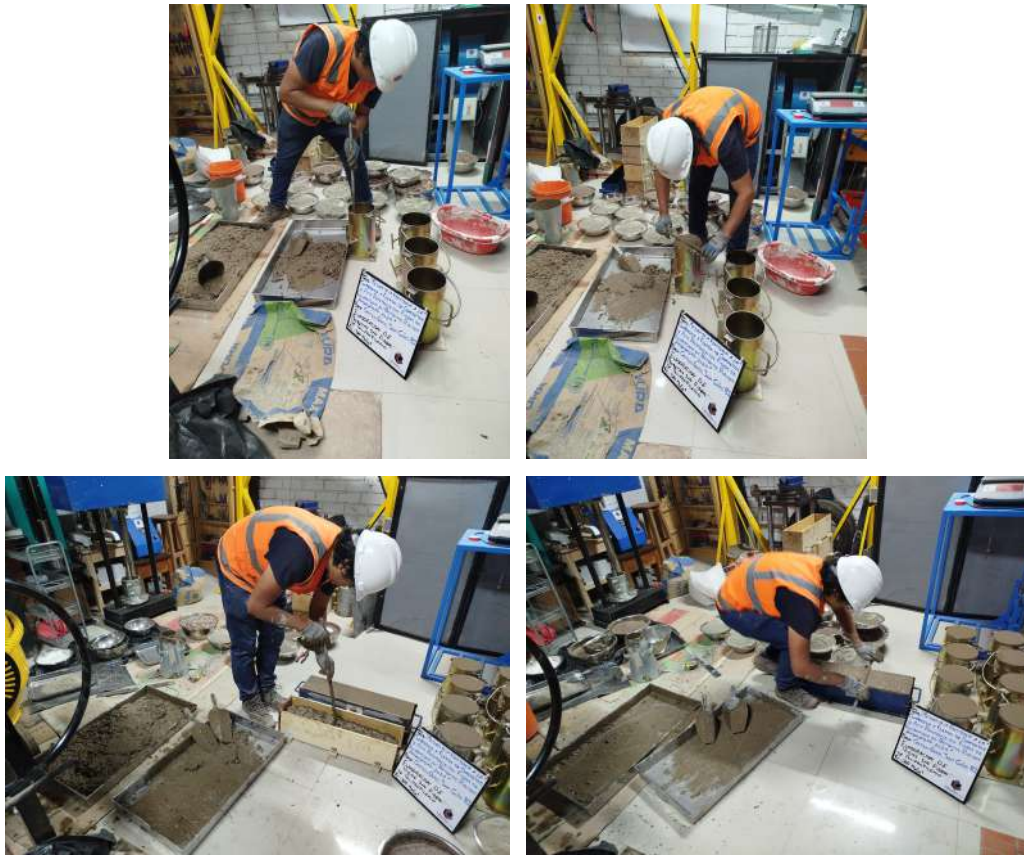
Figura 3.43: Realización de la prueba del cono de Abrams



Nota: Elaboración propia.

El llenado tanto de vigas y probetas se hizo acorde a lo establecido en la norma, es decir, llenado en 3 capas de “1/3” de la altura del molde aproximadamente compactando cada una con 25 chuzos distribuidos en toda su superficie, para finalmente enrasar la base superior para obtener una superficie plana y nivelada.

Figura 3.44: *Llenado de vigas y probetas*



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.45: *Acabado final de los especímenes elaborados*



Nota: Elaboración propia.

3.9.10 Desencofrado, codificación y curado de las muestras

Pasado el tiempo adecuado para que el concreto logre fraguar, se procedió a desencofrar con sumo cuidado para no dañar ninguna de las superficies de los elementos elaborados, para proceder a la etapa del curado. Pero antes de empezar con el curado respectivo de 7, 14 y 28 días para las probetas y 28 días para las vigas y al tener una alta cantidad de especímenes elaborados más la variabilidad de su composición por la adición de FPP en las dosificaciones establecidas, la probabilidad de confundir una con otra es alta, por ello se optó por la codificación de las muestras siguiendo el siguiente patrón:

A B C - D

El significado o valor de A, B, C y D se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3.10: Datos para la codificación de especímenes

				Código
A	Especímen	Probeta		P
		Viga		V
B	Resistencia Específica	300	Kg/cm ²	1
		350		2
		380		3
		400		4
C	Número de Muestra	Muestra 1		1
		Muestra 2		2
		Muestra 3		3
D	Fibras de Polipropileno	0	%	0
		0.5		0.5
		1		1
		1.5		1.5
		2		2

Nota: Elaboración propia.

Teniendo así lo siguiente:

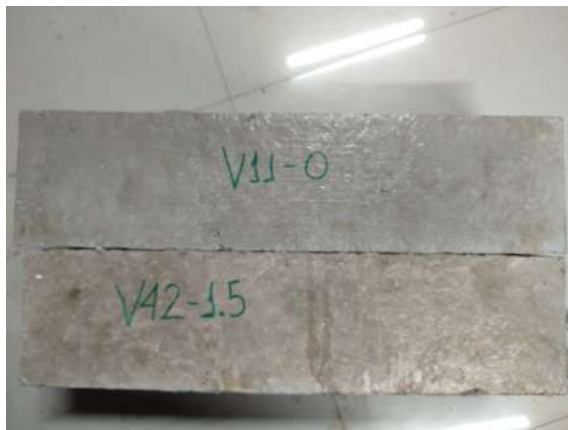
Figura 3.46: Codificación de probetas elaboradas



Nota: Elaboración propia.

De la imagen anterior, tomando como ejemplo el código **P11-2**, se tendría lo siguiente: Probeta con $300Kg/cm^2$ de resistencia, muestra 2 y con 2 % de fibras adicionadas.

Figura 3.47: Codificación de vigas elaboradas



Nota: Elaboración propia.

De la misma manera en este caso, el código **V11-0**, significa: Viga con $300Kg/cm^2$ de resistencia, muestra 1 y con 0 % de fibras adicionadas.

3.9.11 Realización de los ensayos de compresión y flexión

Finalmente, pasado el tiempo del curado respectivo, se procedió a realizar los ensayos de compresión y flexión (con carga en los tercios del tramo o luz de la viga) según corresponda a cada espécimen elaborado para obtener las resistencias obtenidas y así iniciar con el análisis y discusión de los resultados en el siguiente capítulo.

Figura 3.48: Inicio de ensayo de resistencia a la compresión en las probetas P41-0 y P32-1.5 de 14 y 28 días de edad, respectivamente



Nota: Elaboración propia.

Figura 3.49: Inicio de ensayo de resistencia a la flexión en la viga V33-1 de 28 días de edad



Nota: Elaboración propia.

RESULTADOS

Primeramente, se mostrarán los resultados obtenidos de cada ensayo realizado, para luego continuar con la contrastación, interpretación y discusión de los mismos.

1. Ensayos preliminares:

A) Granulometría:

Tabla 4.1: Granulometría del agregado grueso

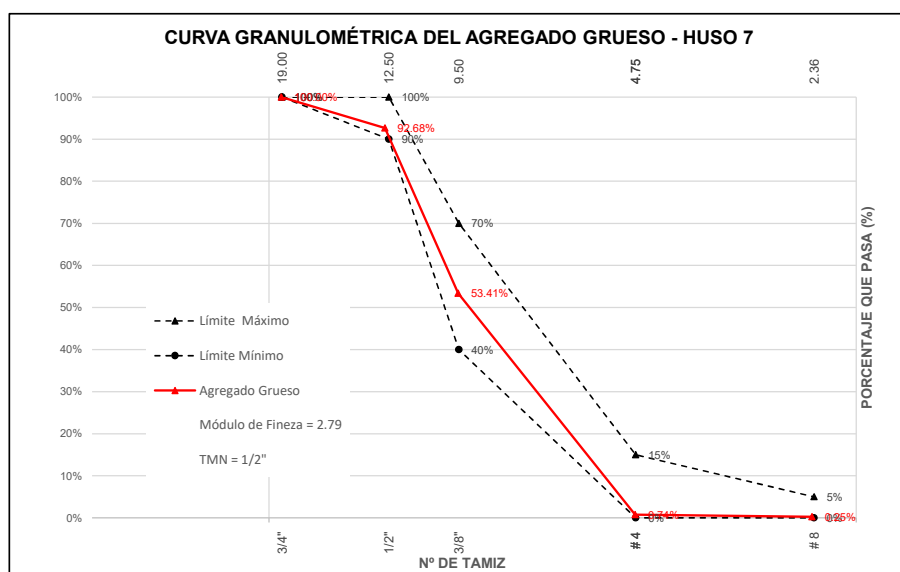
Tamiz (mm)	Tamiz (pulg)	Peso Retenido	% Retenido		% Que pasa
			% Retenido	% Retenido Acumulado	
19	3/4"	0.00 gr	0.00	0.00	100.00
12.5	1/2"	146.45 gr	7.32	7.32	92.68
9.5	3/8"	785.34 gr	39.27	46.59	53.41
4.75	Nº 4	1053.32 gr	52.67	99.26	0.74
2.36	Nº 8	9.89 gr	0.49	99.75	0.25
0	Base	5.00 gr	0.25	100.00	0.00

Total =	2000.00 gr
Muestra =	2000.00 gr
Diferencia =	0.00 gr

TMN =	1/2"
Módulo de Fineza =	2.79

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.1: Curva granulométrica del agregado grueso - huso 7



Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.2: Granulometría del agregado fino

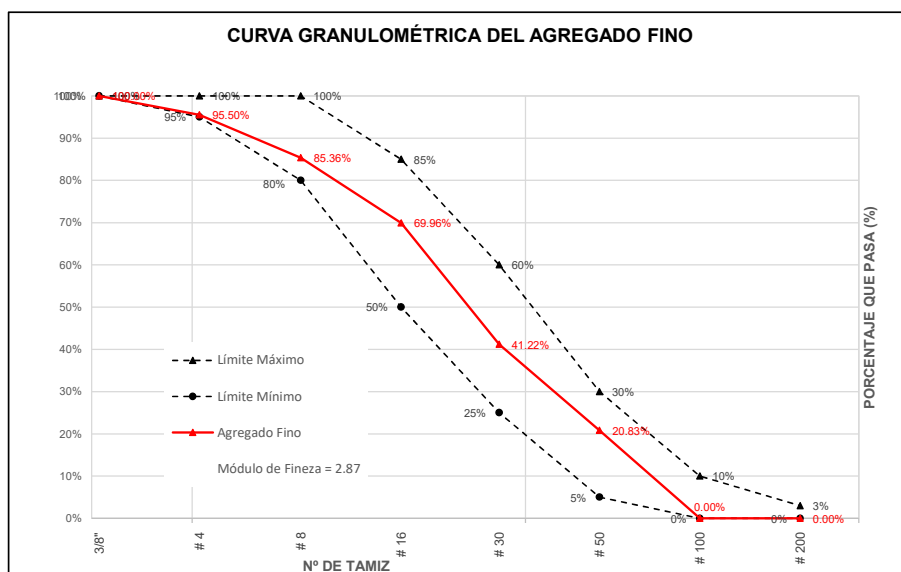
Tamiz (mm)	Tamiz (pulg)	Peso Retenido	% Retenido		% Que pasa
			% Retenido	% Retenido Acumulado	
9.5	3/8"	0 gr	0.00	0.00	100.00
4.75	Nº 4	45 gr	4.50	4.50	95.50
2.36	Nº 8	101.4 gr	10.14	14.64	85.36
1.18	Nº 16	154 gr	15.40	30.04	69.96
0.6	Nº 30	287.4 gr	28.74	58.78	41.22
0.3	Nº 50	203.9 gr	20.39	79.17	20.83
0.15	Nº 100	208.3 gr	20.83	100.00	0.00
0.075	Nº 200	0 gr	0.00	100.00	0.00
0	Base	0 gr	0.00	100.00	0.00

Total =	1000 gr
Muestra =	1000 gr
Diferencia =	0 gr

Módulo de Fineza =	2.87
---------------------------	------

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.2: Curva granulométrica del agregado fino



Nota: Elaboración propia.

B) Humedad, peso unitario y específico, absorción:

Tabla 4.3: Resultados de ensayos preliminares

	Agregado Grueso				Agregado Fino			
	Datos	M1	M2	M3	Datos	M1	M2	M3
Contenido de Humedad	Muestra (gr)	2000	2000	2000	Muestra (gr)	500	500	500
	Muestra Seca (gr)	1996	1998	1994	Muestra Seca (gr)	483	484	482
	Humedad (%)	0.20	0.10	0.30	Humedad (%)	3.52	3.31	3.73
	Promedio =	0.20			Promedio =	3.52		
Peso Unitario Suelto	Masa Recipiente (gr)	6078	6078	6078	Masa Recipiente (gr)	2469	2469	2469
	Recipiente + Muestra (gr)	19976	19980	19972	Recipiente + Muestra (gr)	6548	6540	6556
	Muestra (Kg)	13.898	13.902	13.894	Muestra (Kg)	4.079	4.071	4.087
	Volumen Recipiente (m ³)	0.0093	0.0093	0.0093	Volumen Recipiente (m ³)	0.00285	0.00285	0.00285
	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1494.409	1494.839	1493.978	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1431.228	1428.421	1434.035
	Promedio =	1494.409			Promedio =	1431.228		
Peso Unitario Compacto	Masa Recipiente (gr)	6078	6078	6078	Masa Recipiente (gr)	2469	2469	2469
	Recipiente + Muestra (gr)	20722	20753	20691	Recipiente + Muestra (gr)	7062	7062	7062
	Muestra (Kg)	14.644	14.675	14.613	Muestra (Kg)	4.593	4.593	4.593
	Volumen Recipiente (m ³)	0.0093	0.0093	0.0093	Volumen Recipiente (m ³)	0.00285	0.00285	0.00285
	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1574.624	1577.957	1571.29	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1611.579	1611.579	1611.579
	Promedio =	1574.624			Promedio =	1611.579		
Peso Específico	Muestra SSS (gr)	2500	2500	2500	Muestra SSS (gr)	500	500	500
	Muestra Sumergida (gr)	1550	1550	1550	Fiola + Muestra (gr)	963	963	963
	Muestra Seca (gr)	2466	2466	2466	Muestra Seca (gr)	487	488	486
	Peso Específico (gr/cm ³)	2.60	2.60	2.60	Peso Específico (gr/cm ³)	2.48	2.49	2.48
	Promedio =	2.60			Promedio =	2.48		
Absorción	Muestra (gr)	2500	2500	2500	Muestra (gr)	500	500	500
	Muestra Seca (gr)	2466	2466	2466	Muestra Seca (gr)	487	488	486
	Absorción (%)	1.38	1.38	1.38	Absorción (%)	2.67	2.46	2.88
	Promedio =	1.38			Promedio =	2.67		

Nota: Elaboración propia.

2. Ensayo de compresión:

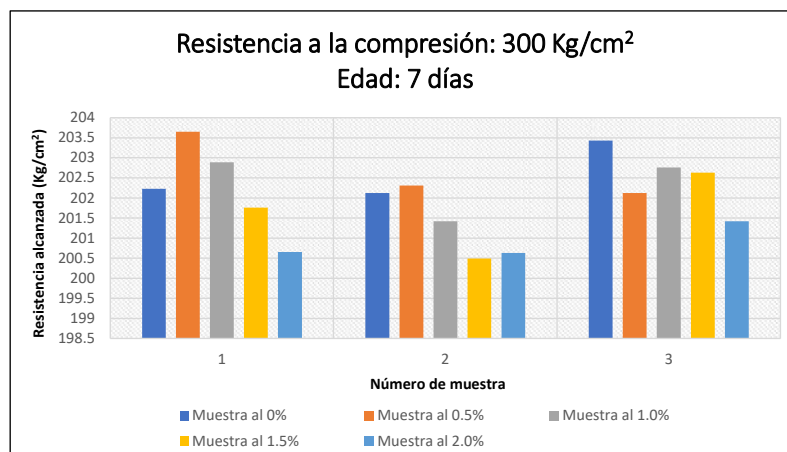
A) 7 días de edad:

Tabla 4.4: Resultados de compresión para 300Kg/cm² a los 7 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
1	P 1 1 - 0	7	300 Kg/cm ²	0 %	35738.09 Kg	176.72 cm ²	202.23	67.41	SÍ CUMPLE
2	P 1 2 - 0				35718.65 Kg		202.12	67.37	SÍ CUMPLE
3	P 1 3 - 0				35950.15 Kg		203.43	67.81	SÍ CUMPLE
4	P 1 1 - 0.5	7	300 Kg/cm ²	0.5 %	35989.03 Kg	176.72 cm ²	203.65	67.88	SÍ CUMPLE
5	P 1 2 - 0.5				35752.22 Kg		202.31	67.44	SÍ CUMPLE
6	P 1 3 - 0.5				35718.65 Kg		202.12	67.37	SÍ CUMPLE
7	P 1 1 - 1	7	300 Kg/cm ²	1.0 %	35854.72 Kg	176.72 cm ²	202.89	67.63	SÍ CUMPLE
8	P 1 2 - 1				35594.94 Kg		201.42	67.14	SÍ CUMPLE
9	P 1 3 - 1				35831.75 Kg		202.76	67.59	SÍ CUMPLE
10	P 1 1 - 1.5	7	300 Kg/cm ²	1.5 %	35655.03 Kg	176.72 cm ²	201.76	67.25	SÍ CUMPLE
11	P 1 2 - 1.5				35430.59 Kg		200.49	66.83	SÍ CUMPLE
12	P 1 3 - 1.5				35808.77 Kg		202.63	67.54	SÍ CUMPLE
13	P 1 1 - 2	7	300 Kg/cm ²	2.0 %	35458.87 Kg	176.72 cm ²	200.65	66.88	SÍ CUMPLE
14	P 1 2 - 2				35455.33 Kg		200.63	66.88	SÍ CUMPLE
15	P 1 3 - 2				35594.94 Kg		201.42	67.14	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.3: Gráfica de resultados obtenidos



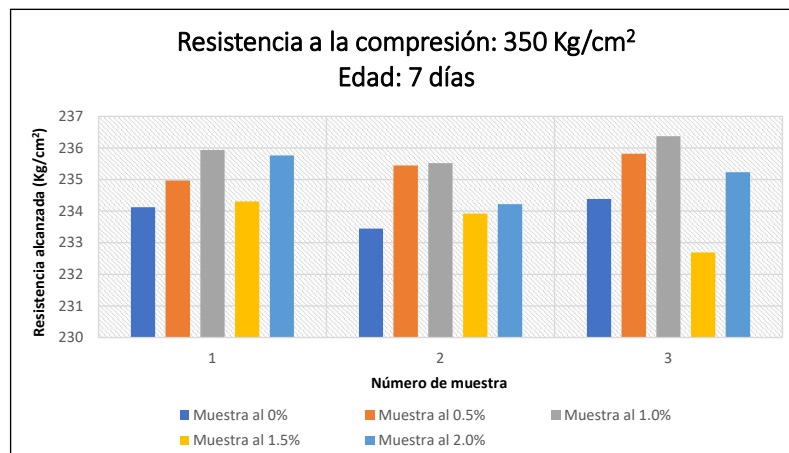
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.5: Resultados de compresión para 350Kg/cm² a los 7 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
16	P 2 1 - 0	7	350 Kg/cm ²	0 %	41373.69 Kg	176.72 cm ²	234.12	66.89	SÍ CUMPLE
17	P 2 2 - 0				41255.28 Kg		233.45	66.70	SÍ CUMPLE
18	P 2 3 - 0				41419.63 Kg		234.38	66.97	SÍ CUMPLE
19	P 2 1 - 0.5	7	350 Kg/cm ²	0.5 %	41523.90 Kg	176.72 cm ²	234.97	67.13	SÍ CUMPLE
20	P 2 2 - 0.5				41606.96 Kg		235.44	67.27	SÍ CUMPLE
21	P 2 3 - 0.5				41672.34 Kg		235.81	67.37	SÍ CUMPLE
22	P 2 1 - 1	7	350 Kg/cm ²	1.0 %	41693.55 Kg	176.72 cm ²	235.93	67.41	SÍ CUMPLE
23	P 2 2 - 1				41621.09 Kg		235.52	67.29	SÍ CUMPLE
24	P 2 3 - 1				41771.31 Kg		236.37	67.53	SÍ CUMPLE
25	P 2 1 - 1.5	7	350 Kg/cm ²	1.5 %	41407.26 Kg	176.72 cm ²	234.31	66.95	SÍ CUMPLE
26	P 2 2 - 1.5				41338.34 Kg		233.92	66.83	SÍ CUMPLE
27	P 2 3 - 1.5				41120.98 Kg		232.69	66.48	SÍ CUMPLE
28	P 2 1 - 2	7	350 Kg/cm ²	2.0 %	41663.51 Kg	176.72 cm ²	235.76	67.36	SÍ CUMPLE
29	P 2 2 - 2				41391.36 Kg		234.22	66.92	SÍ CUMPLE
30	P 2 3 - 2				41569.85 Kg		235.23	67.21	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.4: Gráfica de resultados obtenidos



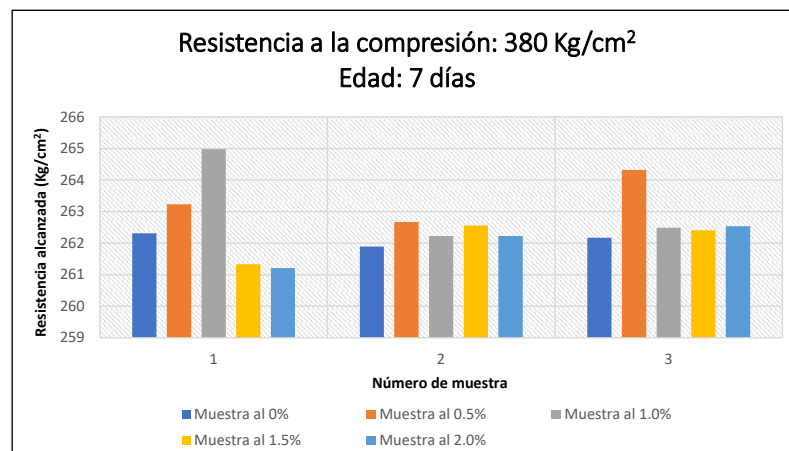
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.6: Resultados de compresión para 380Kg/cm² a los 7 días de curado

Nº	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
31	P 3 1 - 0	7	380 Kg/cm ²	0 %	46355.42 Kg	176.72 cm ²	262.31	69.03	SÍ CUMPLE
32	P 3 2 - 0				46281.20 Kg		261.89	68.92	SÍ CUMPLE
33	P 3 3 - 0				46330.68 Kg		262.17	68.99	SÍ CUMPLE
34	P 3 1 - 0.5	7	380 Kg/cm ²	0.5 %	46518.01 Kg	176.72 cm ²	263.23	69.27	SÍ CUMPLE
35	P 3 2 - 0.5				46419.04 Kg		262.67	69.12	SÍ CUMPLE
36	P 3 3 - 0.5				46710.63 Kg		264.32	69.56	SÍ CUMPLE
37	P 3 1 - 1	7	380 Kg/cm ²	1.0 %	46827.27 Kg	176.72 cm ²	264.98	69.73	SÍ CUMPLE
38	P 3 2 - 1				46341.29 Kg		262.23	69.01	SÍ CUMPLE
39	P 3 3 - 1				46387.23 Kg		262.49	69.08	SÍ CUMPLE
40	P 3 1 - 1.5	7	380 Kg/cm ²	1.5 %	46182.24 Kg	176.72 cm ²	261.33	68.77	SÍ CUMPLE
41	P 3 2 - 1.5				46399.60 Kg		262.56	69.09	SÍ CUMPLE
42	P 3 3 - 1.5				46373.10 Kg		262.41	69.06	SÍ CUMPLE
43	P 3 1 - 2	7	380 Kg/cm ²	2.0 %	46161.03 Kg	176.72 cm ²	261.21	68.74	SÍ CUMPLE
44	P 3 2 - 2				46341.29 Kg		262.23	69.01	SÍ CUMPLE
45	P 3 3 - 2				46396.07 Kg		262.54	69.09	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.5: Gráfica de resultados obtenidos



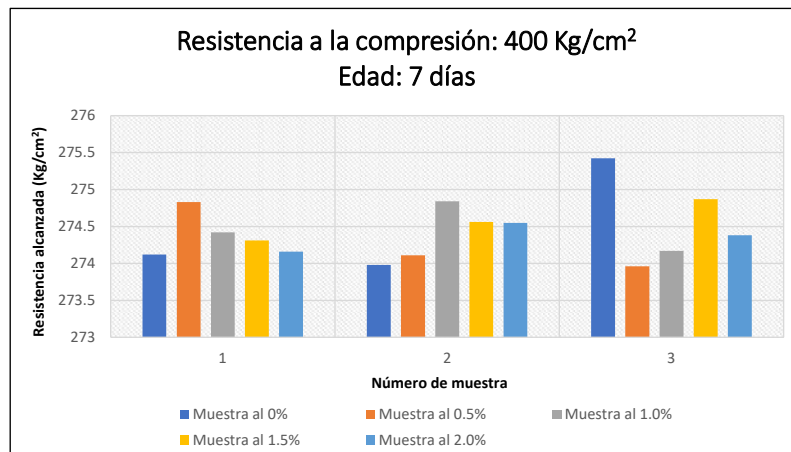
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.7: Resultados de compresión para 400Kg/cm² a los 7 días de curado

Nº	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?		
46	P 4 1 - 0	7	400 Kg/cm²	0 %	48442.49 Kg	176.72 cm²	274.12	Kg/cm²	68.53	%	SÍ CUMPLE
47	P 4 2 - 0				48417.75 Kg		273.98		68.50		SÍ CUMPLE
48	P 4 3 - 0				48672.22 Kg		275.42		68.86		SÍ CUMPLE
49	P 4 1 - 0.5	7	400 Kg/cm²	0.5 %	48567.96 Kg	176.72 cm²	274.83	Kg/cm²	68.71	%	SÍ CUMPLE
50	P 4 2 - 0.5				48440.72 Kg		274.11		68.53		SÍ CUMPLE
51	P 4 3 - 0.5				48414.21 Kg		273.96		68.49		SÍ CUMPLE
52	P 4 1 - 1	7	400 Kg/cm²	1.0 %	48495.50 Kg	176.72 cm²	274.42	Kg/cm²	68.61	%	SÍ CUMPLE
53	P 4 2 - 1				48569.72 Kg		274.84		68.71		SÍ CUMPLE
54	P 4 3 - 1				48451.32 Kg		274.17		68.54		SÍ CUMPLE
55	P 4 1 - 1.5	7	400 Kg/cm²	1.5 %	48476.06 Kg	176.72 cm²	274.31	Kg/cm²	68.58	%	SÍ CUMPLE
56	P 4 2 - 1.5				48520.24 Kg		274.56		68.64		SÍ CUMPLE
57	P 4 3 - 1.5				48575.03 Kg		274.87		68.72		SÍ CUMPLE
58	P 4 1 - 2	7	400 Kg/cm²	2.0 %	48449.56 Kg	176.72 cm²	274.16	Kg/cm²	68.54	%	SÍ CUMPLE
59	P 4 2 - 2				48518.48 Kg		274.55		68.64		SÍ CUMPLE
60	P 4 3 - 2				48488.43 Kg		274.38		68.60		SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.6: Gráfica de resultados obtenidos



Nota: Elaboración propia.

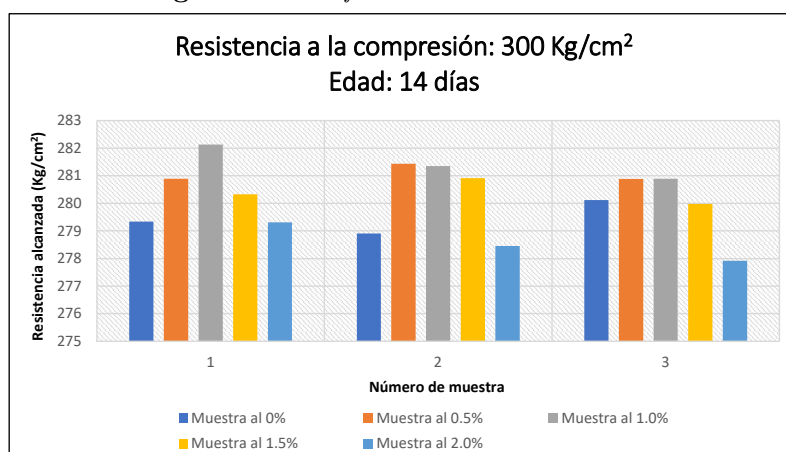
B) 14 días de edad:

Tabla 4.8: Resultados de compresión para 300Kg/cm² a los 14 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión		Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?	
61	P 1 1 - 0	14	300 Kg/cm²	0 %	49364.96 Kg	176.72 cm²	279.34	Kg/cm²	93.11	%	SÍ CUMPLE
62	P 1 2 - 0				49288.98 Kg		278.91		92.97		SÍ CUMPLE
63	P 1 3 - 0				49502.81 Kg		280.12		93.37		SÍ CUMPLE
64	P 1 1 - 0.5	14	300 Kg/cm²	0.5 %	49638.88 Kg	176.72 cm²	280.89	Kg/cm²	93.63	%	SÍ CUMPLE
65	P 1 2 - 0.5				49734.31 Kg		281.43		93.81		SÍ CUMPLE
66	P 1 3 - 0.5				49637.11 Kg		280.88		93.63		SÍ CUMPLE
67	P 1 1 - 1	14	300 Kg/cm²	1.0 %	49858.01 Kg	176.72 cm²	282.13	Kg/cm²	94.04	%	SÍ CUMPLE
68	P 1 2 - 1				49720.17 Kg		281.35		93.78		SÍ CUMPLE
69	P 1 3 - 1				49638.88 Kg		280.89		93.63		SÍ CUMPLE
70	P 1 1 - 1.5	14	300 Kg/cm²	1.5 %	49538.15 Kg	176.72 cm²	280.32	Kg/cm²	93.44	%	SÍ CUMPLE
71	P 1 2 - 1.5				49642.42 Kg		280.91		93.64		SÍ CUMPLE
72	P 1 3 - 1.5				49478.07 Kg		279.98		93.33		SÍ CUMPLE
73	P 1 1 - 2	14	300 Kg/cm²	2 %	49359.66 Kg	176.72 cm²	279.31	Kg/cm²	93.10	%	SÍ CUMPLE
74	P 1 2 - 2				49207.68 Kg		278.45		92.82		SÍ CUMPLE
75	P 1 3 - 2				49114.02 Kg		277.92		92.64		SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.7: Gráfica de resultados obtenidos



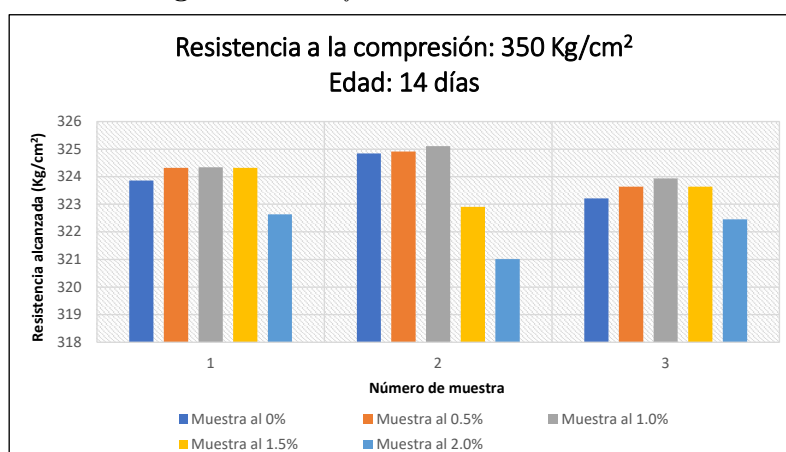
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.9: Resultados de compresión para 350Kg/cm² a los 14 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión		Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
76	P 2 1 - 0	14	350 Kg/cm ²	0 %	57232.54 Kg	176.72 cm ²	323.86	Kg/cm ²	92.53	SÍ CUMPLE
77	P 2 2 - 0				57405.72 Kg		324.84		92.81	SÍ CUMPLE
78	P 2 3 - 0				57117.67 Kg		323.21		92.35	SÍ CUMPLE
79	P 2 1 - 0.5	14	350 Kg/cm ²	0.5 %	57313.83 Kg	176.72 cm ²	324.32	Kg/cm ²	92.66	SÍ CUMPLE
80	P 2 2 - 0.5				57418.10 Kg		324.91		92.83	SÍ CUMPLE
81	P 2 3 - 0.5				57193.66 Kg		323.64		92.47	SÍ CUMPLE
82	P 2 1 - 1	14	350 Kg/cm ²	1.0 %	57317.36 Kg	176.72 cm ²	324.34	Kg/cm ²	92.67	SÍ CUMPLE
83	P 2 2 - 1				57453.44 Kg		325.11		92.89	SÍ CUMPLE
84	P 2 3 - 1				57246.68 Kg		323.94		92.55	SÍ CUMPLE
85	P 2 1 - 1.5	14	350 Kg/cm ²	1.5 %	57313.83 Kg	176.72 cm ²	324.32	Kg/cm ²	92.66	SÍ CUMPLE
86	P 2 2 - 1.5				57064.66 Kg		322.91		92.26	SÍ CUMPLE
87	P 2 3 - 1.5				57193.66 Kg		323.64		92.47	SÍ CUMPLE
88	P 2 1 - 2	14	350 Kg/cm ²	2.0 %	57015.17 Kg	176.72 cm ²	322.63	Kg/cm ²	92.18	SÍ CUMPLE
89	P 2 2 - 2				56728.89 Kg		321.01		91.72	SÍ CUMPLE
90	P 2 3 - 2				56983.36 Kg		322.45		92.13	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.8: Gráfica de resultados obtenidos



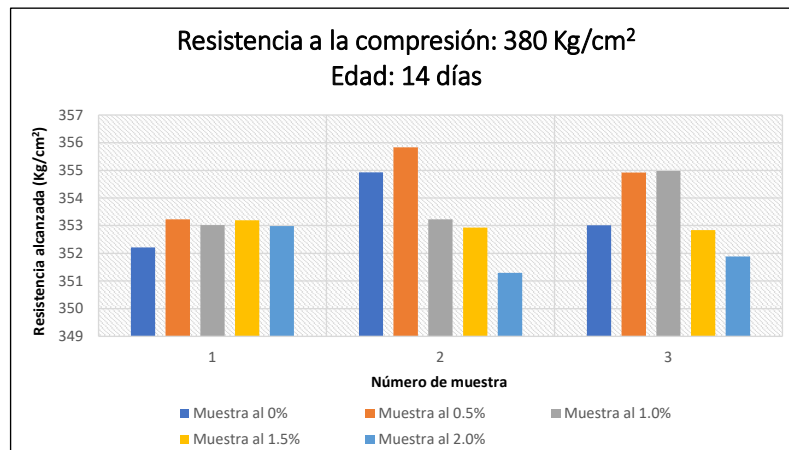
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.10: Resultados de compresión para 380Kg/cm² a los 14 días de curado

Nº	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión		Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?	
91	P 3 1 - 0	14	380 Kg/cm²	0 %	62242.55 Kg	176.72 cm²	352.21	Kg/cm²	92.69	%	SÍ CUMPLE
92	P 3 2 - 0				62723.23 Kg		354.93		93.40		SÍ CUMPLE
93	P 3 3 - 0				62383.93 Kg		353.01		92.90		SÍ CUMPLE
94	P 3 1 - 0.5	14	380 Kg/cm²	0.5 %	62422.81 Kg	176.72 cm²	353.23	Kg/cm²	92.96	%	SÍ CUMPLE
95	P 3 2 - 0.5				62882.28 Kg		355.83		93.64		SÍ CUMPLE
96	P 3 3 - 0.5				62721.46 Kg		354.92		93.40		SÍ CUMPLE
97	P 3 1 - 1	14	380 Kg/cm²	1.0 %	62385.69 Kg	176.72 cm²	353.02	Kg/cm²	92.90	%	SÍ CUMPLE
98	P 3 2 - 1				62422.81 Kg		353.23		92.96		SÍ CUMPLE
99	P 3 3 - 1				62732.07 Kg		354.98		93.42		SÍ CUMPLE
100	P 3 1 - 1.5	14	380 Kg/cm²	1.5 %	62415.74 Kg	176.72 cm²	353.19	Kg/cm²	92.94	%	SÍ CUMPLE
101	P 3 2 - 1.5				62369.79 Kg		352.93		92.88		SÍ CUMPLE
102	P 3 3 - 1.5				62353.88 Kg		352.84		92.85		SÍ CUMPLE
103	P 3 1 - 2	14	380 Kg/cm²	2.0 %	62380.39 Kg	176.72 cm²	352.99	Kg/cm²	92.89	%	SÍ CUMPLE
104	P 3 2 - 2				62079.97 Kg		351.29		92.44		SÍ CUMPLE
105	P 3 3 - 2				62186.00 Kg		351.89		92.60		SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.9: Gráfica de resultados obtenidos



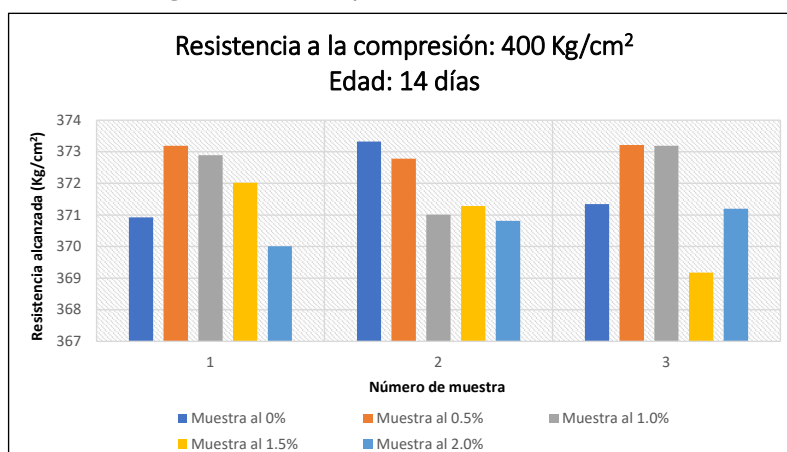
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.11: Resultados de compresión para 400Kg/cm² a los 14 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión		Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
106	P 4 1 - 0	14	400 Kg/cm ²	0 %	65548.98 Kg	176.72 cm ²	370.92	Kg/cm ²	92.73	SÍ CUMPLE
107	P 4 2 - 0				65973.11 Kg		373.32		93.33	SÍ CUMPLE
108	P 4 3 - 0				65623.20 Kg		371.34		92.84	SÍ CUMPLE
109	P 4 1 - 0.5	14	400 Kg/cm ²	0.5 %	65950.14 Kg	176.72 cm ²	373.19	Kg/cm ²	93.30	SÍ CUMPLE
110	P 4 2 - 0.5				65877.68 Kg		372.78		93.20	SÍ CUMPLE
111	P 4 3 - 0.5				65953.67 Kg		373.21		93.30	SÍ CUMPLE
112	P 4 1 - 1	14	400 Kg/cm ²	1.0 %	65897.12 Kg	176.72 cm ²	372.89	Kg/cm ²	93.22	SÍ CUMPLE
113	P 4 2 - 1				65564.89 Kg		371.01		92.75	SÍ CUMPLE
114	P 4 3 - 1				65950.14 Kg		373.19		93.30	SÍ CUMPLE
115	P 4 1 - 1.5	14	400 Kg/cm ²	1.5 %	65743.37 Kg	176.72 cm ²	372.02	Kg/cm ²	93.01	SÍ CUMPLE
116	P 4 2 - 1.5				65612.60 Kg		371.28		92.82	SÍ CUMPLE
117	P 4 3 - 1.5				65241.49 Kg		369.18		92.30	SÍ CUMPLE
118	P 4 1 - 2	14	400 Kg/cm ²	2.0 %	65388.17 Kg	176.72 cm ²	370.01	Kg/cm ²	92.50	SÍ CUMPLE
119	P 4 2 - 2				65529.54 Kg		370.81		92.70	SÍ CUMPLE
120	P 4 3 - 2				65598.46 Kg		371.20		92.80	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.10: Gráfica de resultados obtenidos



Nota: Elaboración propia.

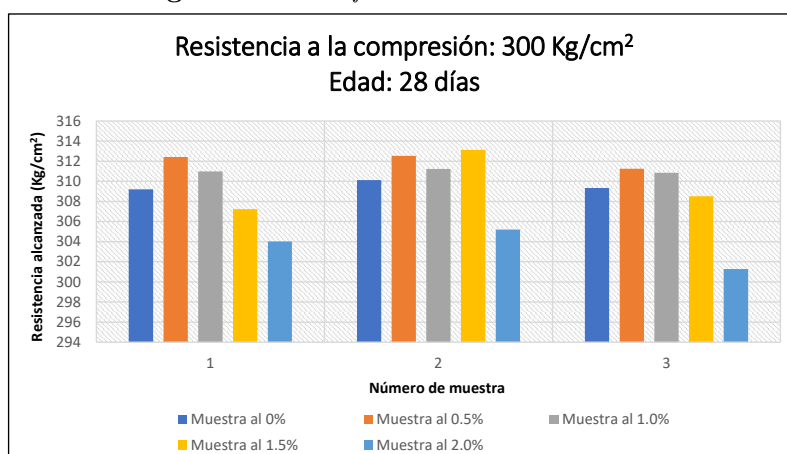
C) 28 días de edad:

Tabla 4.12: Resultados de compresión para 300Kg/cm² a los 28 días de curado

Nº	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
121	P 1 1 - 0	28	300 Kg/cm ²	0 %	54643.59 Kg	176.72 cm ²	309.21	103.07	SÍ CUMPLE
122	P 1 2 - 0				54802.64 Kg		310.11	103.37	SÍ CUMPLE
123	P 1 3 - 0				54666.56 Kg		309.34	103.11	SÍ CUMPLE
124	P 1 1 - 0.5	28	300 Kg/cm ²	0.5 %	55210.86 Kg	176.72 cm ²	312.42	104.14	SÍ CUMPLE
125	P 1 2 - 0.5				55230.30 Kg		312.53	104.18	SÍ CUMPLE
126	P 1 3 - 0.5				55005.87 Kg		311.26	103.75	SÍ CUMPLE
127	P 1 1 - 1	28	300 Kg/cm ²	1.0 %	54956.39 Kg	176.72 cm ²	310.98	103.66	SÍ CUMPLE
128	P 1 2 - 1				55000.57 Kg		311.23	103.74	SÍ CUMPLE
129	P 1 3 - 1				54933.41 Kg		310.85	103.62	SÍ CUMPLE
130	P 1 1 - 1.5	28	300 Kg/cm ²	1.5 %	54293.69 Kg	176.72 cm ²	307.23	102.41	SÍ CUMPLE
131	P 1 2 - 1.5				55334.57 Kg		313.12	104.37	SÍ CUMPLE
132	P 1 3 - 1.5				54519.89 Kg		308.51	102.84	SÍ CUMPLE
133	P 1 1 - 2	28	300 Kg/cm ²	2.0 %	53726.41 Kg	176.72 cm ²	304.02	101.34	SÍ CUMPLE
134	P 1 2 - 2				53936.71 Kg		305.21	101.74	SÍ CUMPLE
135	P 1 3 - 2				53242.20 Kg		301.28	100.43	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.11: Gráfica de resultados obtenidos



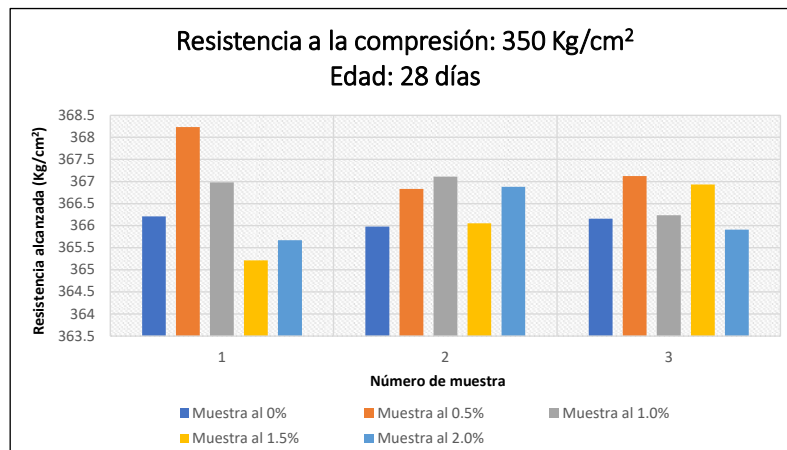
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.13: Resultados de compresión para 350Kg/cm² a los 28 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
136	P 2 1 - 0	28	350 Kg/cm ²	0 %	64716.63 Kg	176.72 cm ²	366.21	104.63	SÍ CUMPLE
137	P 2 2 - 0				64675.99 Kg		365.98	104.57	SÍ CUMPLE
138	P 2 3 - 0				64707.80 Kg		366.16	104.62	SÍ CUMPLE
139	P 2 1 - 0.5	28	350 Kg/cm ²	0.5 %	65073.61 Kg	176.72 cm ²	368.23	105.21	SÍ CUMPLE
140	P 2 2 - 0.5				64826.20 Kg		366.83	104.81	SÍ CUMPLE
141	P 2 3 - 0.5				64877.45 Kg		367.12	104.89	SÍ CUMPLE
142	P 2 1 - 1	28	350 Kg/cm ²	1.0 %	64852.71 Kg	176.72 cm ²	366.98	104.85	SÍ CUMPLE
143	P 2 2 - 1				64875.68 Kg		367.11	104.89	SÍ CUMPLE
144	P 2 3 - 1				64721.93 Kg		366.24	104.64	SÍ CUMPLE
145	P 2 1 - 1.5	28	350 Kg/cm ²	1.5 %	64539.91 Kg	176.72 cm ²	365.21	104.35	SÍ CUMPLE
146	P 2 2 - 1.5				64688.36 Kg		366.05	104.59	SÍ CUMPLE
147	P 2 3 - 1.5				64843.87 Kg		366.93	104.84	SÍ CUMPLE
148	P 2 1 - 2	28	350 Kg/cm ²	2.0 %	64621.20 Kg	176.72 cm ²	365.67	104.48	SÍ CUMPLE
149	P 2 2 - 2				64835.03 Kg		366.88	104.82	SÍ CUMPLE
150	P 2 3 - 2				64663.62 Kg		365.91	104.55	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.12: Gráfica de resultados obtenidos



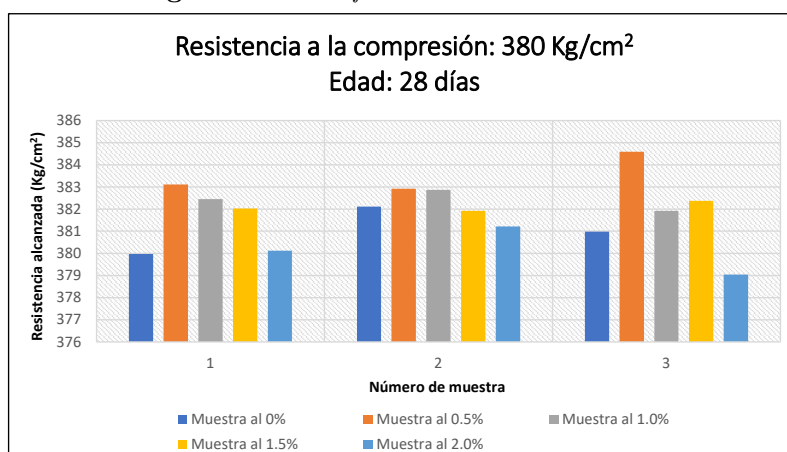
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.14: Resultados de compresión para 380Kg/cm² a los 28 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
151	P 3 1 - 0	28	380 Kg/cm ²	0 %	67148.30 Kg	176.72 cm ²	379.97	99.99	SÍ CUMPLE
152	P 3 2 - 0				67526.48 Kg		382.11	100.56	SÍ CUMPLE
153	P 3 3 - 0				67328.55 Kg		380.99	100.26	SÍ CUMPLE
154	P 3 1 - 0.5	28	380 Kg/cm ²	0.5 %	67704.97 Kg	176.72 cm ²	383.12	100.82	SÍ CUMPLE
155	P 3 2 - 0.5				67669.62 Kg		382.92	100.77	SÍ CUMPLE
156	P 3 3 - 0.5				67964.74 Kg		384.59	101.21	SÍ CUMPLE
157	P 3 1 - 1	28	380 Kg/cm ²	1.0 %	67586.56 Kg	176.72 cm ²	382.45	100.64	SÍ CUMPLE
158	P 3 2 - 1				67660.79 Kg		382.87	100.76	SÍ CUMPLE
159	P 3 3 - 1				67492.90 Kg		381.92	100.51	SÍ CUMPLE
160	P 3 1 - 1.5	28	380 Kg/cm ²	1.5 %	67512.34 Kg	176.72 cm ²	382.03	100.53	SÍ CUMPLE
161	P 3 2 - 1.5				67492.90 Kg		381.92	100.51	SÍ CUMPLE
162	P 3 3 - 1.5				67572.43 Kg		382.37	100.62	SÍ CUMPLE
163	P 3 1 - 2	28	380 Kg/cm ²	2.0 %	67174.81 Kg	176.72 cm ²	380.12	100.03	SÍ CUMPLE
164	P 3 2 - 2				67369.20 Kg		381.22	100.32	SÍ CUMPLE
165	P 3 3 - 2				66983.95 Kg		379.04	99.75	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.13: Gráfica de resultados obtenidos



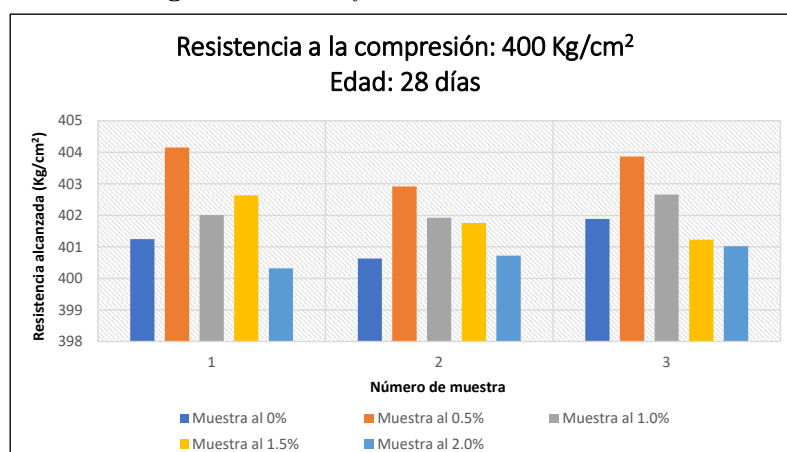
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.15: Resultados de compresión para 400Kg/cm² a los 28 días de curado

Nº	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Área de la Superficie	Resistencia a la Compresión		Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
166	P 4 1 - 0	28	400 Kg/cm ²	0 %	70908.90 Kg	176.72 cm ²	401.25	Kg/cm ²	100.31	SÍ CUMPLE
167	P 4 2 - 0				70799.33 Kg		400.63		100.16	SÍ CUMPLE
168	P 4 3 - 0				71022.00 Kg		401.89		100.47	SÍ CUMPLE
169	P 4 1 - 0.5	28	400 Kg/cm ²	0.5 %	71421.39 Kg	176.72 cm ²	404.15	Kg/cm ²	101.04	SÍ CUMPLE
170	P 4 2 - 0.5				71204.02 Kg		402.92		100.73	SÍ CUMPLE
171	P 4 3 - 0.5				71371.91 Kg		403.87		100.97	SÍ CUMPLE
172	P 4 1 - 1	28	400 Kg/cm ²	1.0 %	71043.21 Kg	176.72 cm ²	402.01	Kg/cm ²	100.50	SÍ CUMPLE
173	P 4 2 - 1				71027.30 Kg		401.92		100.48	SÍ CUMPLE
174	P 4 3 - 1				71158.08 Kg		402.66		100.67	SÍ CUMPLE
175	P 4 1 - 1.5	28	400 Kg/cm ²	1.5 %	71154.54 Kg	176.72 cm ²	402.64	Kg/cm ²	100.66	SÍ CUMPLE
176	P 4 2 - 1.5				70999.03 Kg		401.76		100.44	SÍ CUMPLE
177	P 4 3 - 1.5				70905.37 Kg		401.23		100.31	SÍ CUMPLE
178	P 4 1 - 2	28	400 Kg/cm ²	2.0 %	70744.55 Kg	176.72 cm ²	400.32	Kg/cm ²	100.08	SÍ CUMPLE
179	P 4 2 - 2				70817.01 Kg		400.73		100.18	SÍ CUMPLE
180	P 4 3 - 2				70868.25 Kg		401.02		100.26	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.14: Gráfica de resultados obtenidos



Nota: Elaboración propia.

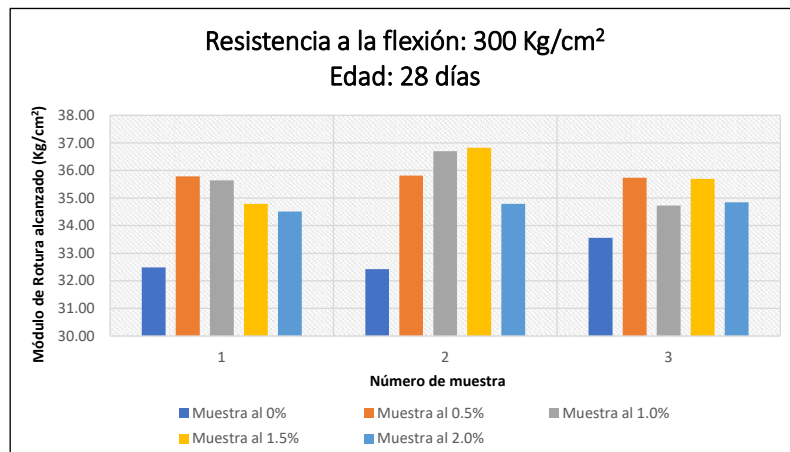
3. Ensayo de Flexión:

Tabla 4.16: Resultados de flexión para 300Kg/cm² a los 28 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Ancho Promedio	Largo Promedio	Alto Promedio	Módulo de Rotura	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
1	V 1 1 - 0	28	300 Kg/cm ²	0 %	1827.5 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	32.49	10.83	SÍ CUMPLE
2	V 1 2 - 0				1823.8 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	32.42	10.81	SÍ CUMPLE
3	V 1 3 - 0				1887.4 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	33.55	11.18	SÍ CUMPLE
4	V 1 1 - 0.5	28	300 Kg/cm ²	0.5 %	2013.1 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	35.79	11.93	SÍ CUMPLE
5	V 1 2 - 0.5				2014.5 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	35.81	11.94	SÍ CUMPLE
6	V 1 3 - 0.5				2010.5 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	35.74	11.91	SÍ CUMPLE
7	V 1 1 - 1	28	300 Kg/cm ²	1.0 %	2004.5 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	35.64	11.88	SÍ CUMPLE
8	V 1 2 - 1				2064.3 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	36.70	12.23	SÍ CUMPLE
9	V 1 3 - 1				1953.2 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	34.72	11.57	SÍ CUMPLE
10	V 1 1 - 1.5	28	300 Kg/cm ²	1.5 %	1957.1 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	34.79	11.60	SÍ CUMPLE
11	V 1 2 - 1.5				2071.2 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	36.82	12.27	SÍ CUMPLE
12	V 1 3 - 1.5				2007.6 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	35.69	11.90	SÍ CUMPLE
13	V 1 1 - 2	28	300 Kg/cm ²	2.0 %	1941.3 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	34.51	11.50	SÍ CUMPLE
14	V 1 2 - 2				1956.9 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	34.79	11.60	SÍ CUMPLE
15	V 1 3 - 2				1959.9 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	34.84	11.61	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.15: Gráfica de resultados obtenidos



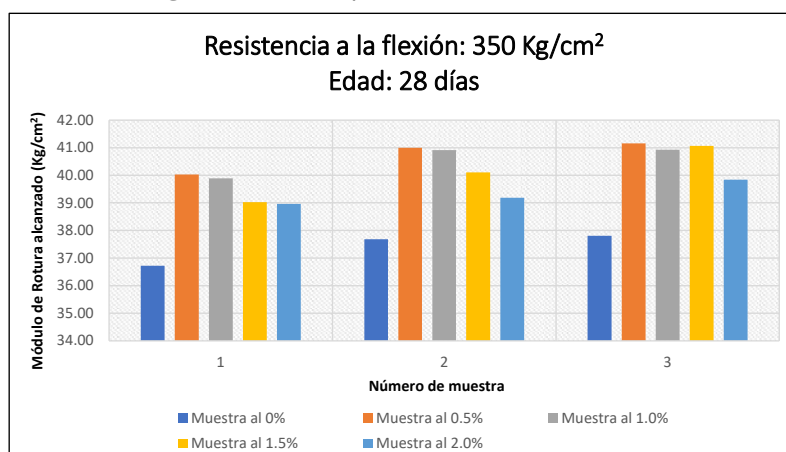
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.17: Resultados de flexión para 350Kg/cm² a los 28 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Ancho Promedio	Largo Promedio	Alto Promedio	Módulo de Rotura	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
16	V 2 1 - 0	28	350 Kg/cm ²	0 %	2065.7 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	36.72	10.49	SÍ CUMPLE
17	V 2 2 - 0				2119.6 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	37.68	10.77	SÍ CUMPLE
18	V 2 3 - 0				2126.5 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	37.80	10.80	SÍ CUMPLE
19	V 2 1 - 0.5	28	350 Kg/cm ²	0.5 %	2251.8 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	40.03	11.44	SÍ CUMPLE
20	V 2 2 - 0.5				2306.2 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	41.00	11.71	SÍ CUMPLE
21	V 2 3 - 0.5				2314.8 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	41.15	11.76	SÍ CUMPLE
22	V 2 1 - 1	28	350 Kg/cm ²	1.0 %	2243.9 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	39.89	11.40	SÍ CUMPLE
23	V 2 2 - 1				2301.2 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	40.91	11.69	SÍ CUMPLE
24	V 2 3 - 1				2302.3 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	40.93	11.69	SÍ CUMPLE
25	V 2 1 - 1.5	28	350 Kg/cm ²	1.5 %	2195.1 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	39.02	11.15	SÍ CUMPLE
26	V 2 2 - 1.5				2255.7 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	40.10	11.46	SÍ CUMPLE
27	V 2 3 - 1.5				2310.2 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	41.07	11.73	SÍ CUMPLE
28	V 2 1 - 2	28	350 Kg/cm ²	2.0 %	2191.7 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	38.96	11.13	SÍ CUMPLE
29	V 2 2 - 2				2204.1 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	39.18	11.20	SÍ CUMPLE
30	V 2 3 - 2				2241.1 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	39.84	11.38	SÍ CUMPLE

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.16: Gráfica de resultados obtenidos



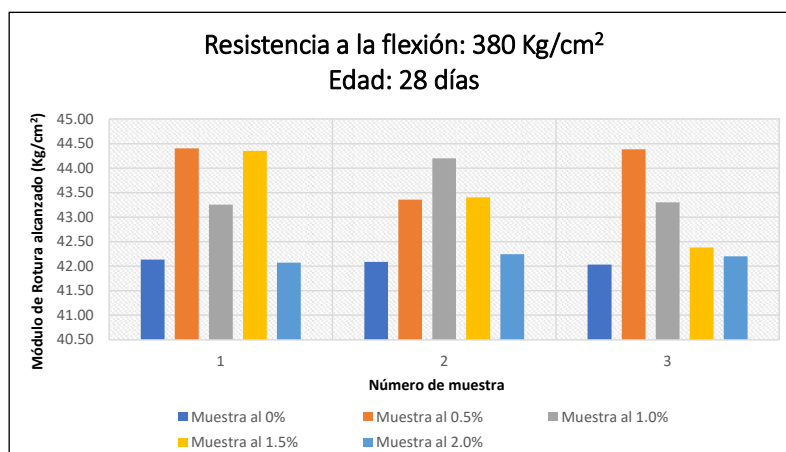
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.18: Resultados de flexión para 380Kg/cm² a los 28 días de curado

Nº	Código	Edad (días)	Resistencia Especifica	Fibras	Carga Soportada	Ancho Promedio	Largo Promedio	Alto Promedio	Módulo de Ruptura	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?
31	V 3 1 - 0	28	380 Kg/cm ²	0 %	2369.9 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	42.13	11.09	SÍ CUMPLE
32	V 3 2 - 0				2367.6 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	42.09	11.08	
33	V 3 3 - 0				2364.3 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	42.03	11.06	
34	V 3 1 - 0.5				2497.6 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.40	11.68	
35	V 3 2 - 0.5	28	380 Kg/cm ²	0.5 %	2438.9 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	43.36	11.41	SÍ CUMPLE
36	V 3 3 - 0.5				2496.5 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.38	11.68	
37	V 3 1 - 1				2433.0 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	43.25	11.38	
38	V 3 2 - 1				2486.2 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.20	11.63	
39	V 3 3 - 1	28	380 Kg/cm ²	1.0 %	2435.7 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	43.30	11.40	SÍ CUMPLE
40	V 3 1 - 1.5				2494.7 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.35	11.67	
41	V 3 2 - 1.5				2441.3 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	43.40	11.42	
42	V 3 3 - 1.5				2384.0 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	42.38	11.15	
43	V 3 1 - 2	28	380 Kg/cm ²	2.0 %	2366.6 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	42.07	11.07	SÍ CUMPLE
44	V 3 2 - 2				2376.1 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	42.24	11.12	
45	V 3 3 - 2				2373.6 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	42.20	11.10	

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.17: Gráfica de resultados obtenidos



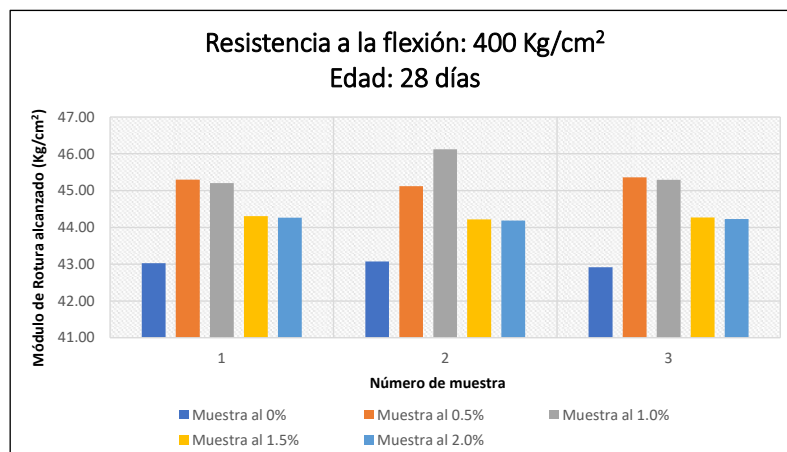
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.19: Resultados de flexión para 400Kg/cm² a los 28 días de curado

N°	Código	Edad (días)	Resistencia Específica	Fibras	Carga Soportada	Ancho Promedio	Largo Promedio	Alto Promedio	Módulo de Rotura	Porcentaje Alcanzado	¿Cumple con % esperado?			
46	V 4 1 - 0	28	400 Kg/cm ²	0 %	2420.1 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	43.02	Kg/cm ²	10.76	%	SÍ CUMPLE	
47	V 4 2 - 0				2423.0 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	43.08		10.77			SÍ CUMPLE
48	V 4 3 - 0				2414.3 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	42.92		10.73			
49	V 4 1 - 0.5	28	400 Kg/cm ²	0.5 %	2548.0 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	45.30	Kg/cm ²	11.32	%	SÍ CUMPLE	
50	V 4 2 - 0.5				2538.1 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	45.12		11.28			SÍ CUMPLE
51	V 4 3 - 0.5				2551.3 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	45.36		11.34			
52	V 4 1 - 1	28	400 Kg/cm ²	1.0 %	2542.7 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	45.20	Kg/cm ²	11.30	%	SÍ CUMPLE	
53	V 4 2 - 1				2594.5 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	46.12		11.53			SÍ CUMPLE
54	V 4 3 - 1				2547.8 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	45.29		11.32			
55	V 4 1 - 1.5	28	400 Kg/cm ²	1.5 %	2492.0 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.30	Kg/cm ²	11.08	%	SÍ CUMPLE	
56	V 4 2 - 1.5				2487.2 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.22		11.05			SÍ CUMPLE
57	V 4 3 - 1.5				2490.0 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.27		11.07			
58	V 4 1 - 2	28	400 Kg/cm ²	2.0 %	2489.9 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.26	Kg/cm ²	11.07	%	SÍ CUMPLE	
59	V 4 2 - 2				2485.4 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.19		11.05			SÍ CUMPLE
60	V 4 3 - 2				2487.7 Kg	15.00 cm	60.00 cm	15.00 cm	44.23		11.06			

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.18: Gráfica de resultados obtenidos



Nota: Elaboración propia.

4.1 Contrastación de hipótesis

4.1.1 Primera hipótesis

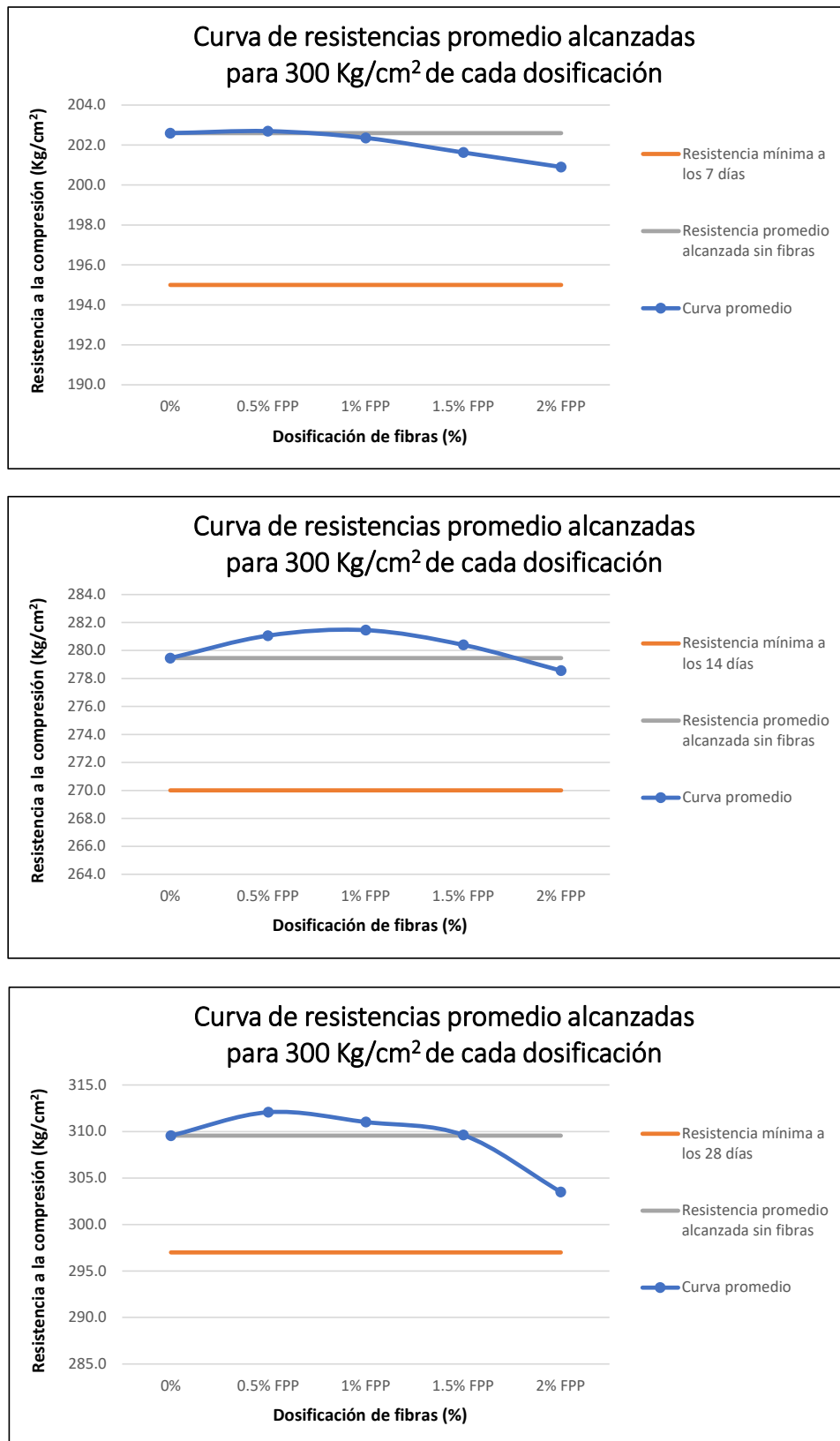
En primer lugar se presentan las gráficas de los promedios de los resultados obtenidos y agrupados por su edad, para así comenzar con la respectiva contrastación de la primera hipótesis específica planteada, que es: *La adición de fibras de polipropileno mejora la resistencia a la compresión en concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.*

Tabla 4.20: Resistencia del concreto según su edad

Edad	Porcentaje
7 días	65%
14 días	90%
28 días	99%

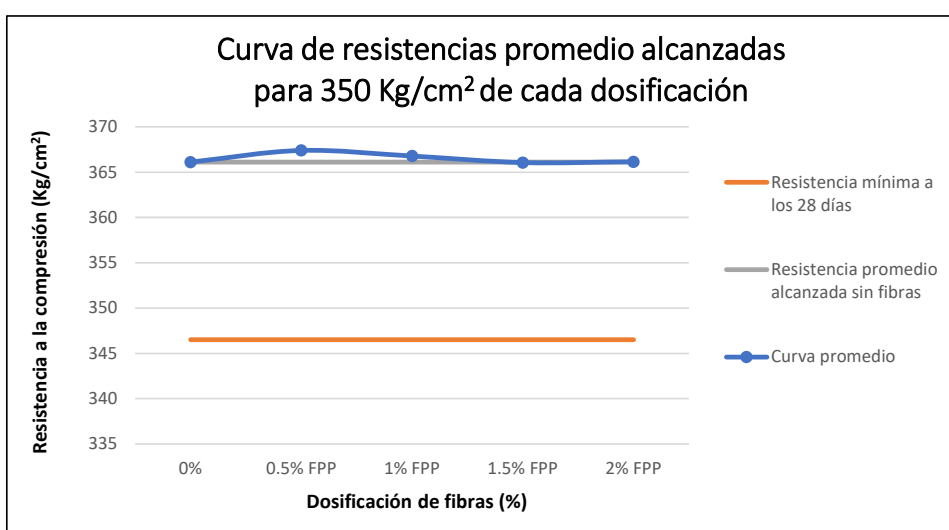
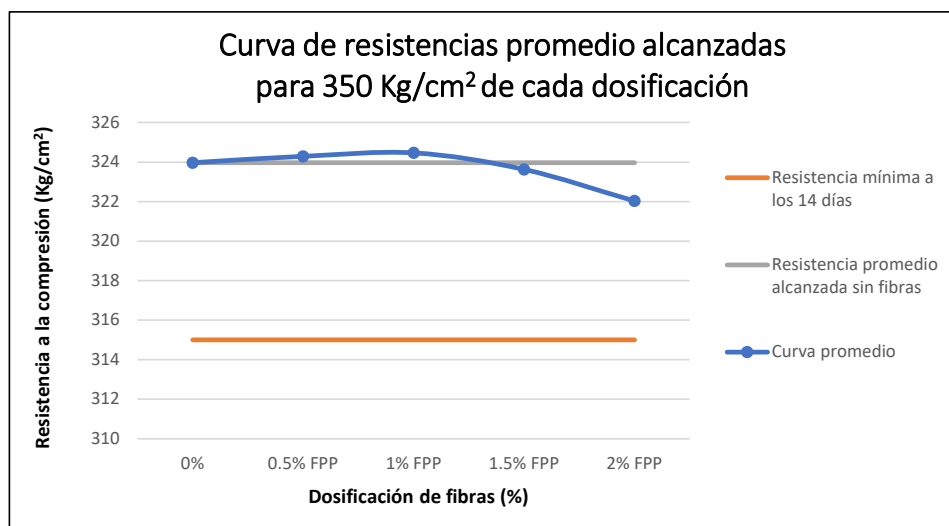
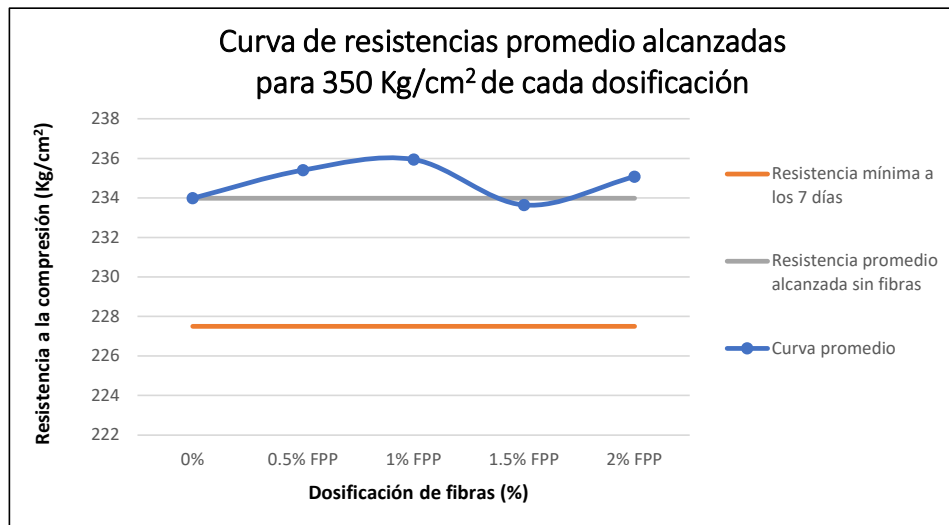
Nota: Elaboración propia.

Figura 4.19: Curvas promedio de resultados de 7, 14 y 28 días de edad para 300Kg/cm²



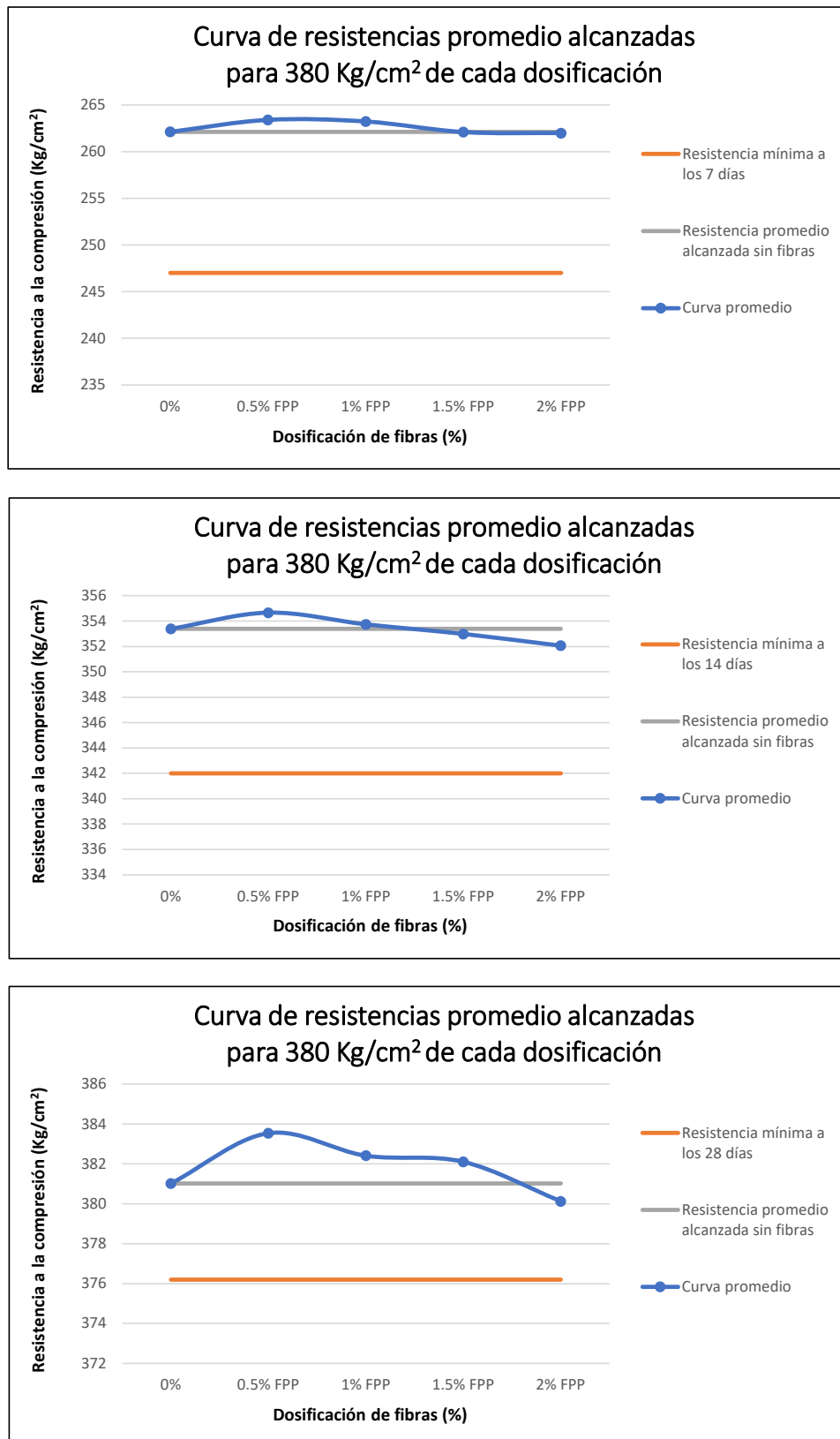
Nota: Elaboración propia.

Figura 4.20: Curvas promedio de resultados de 7, 14 y 28 días de edad para 350Kg/cm²



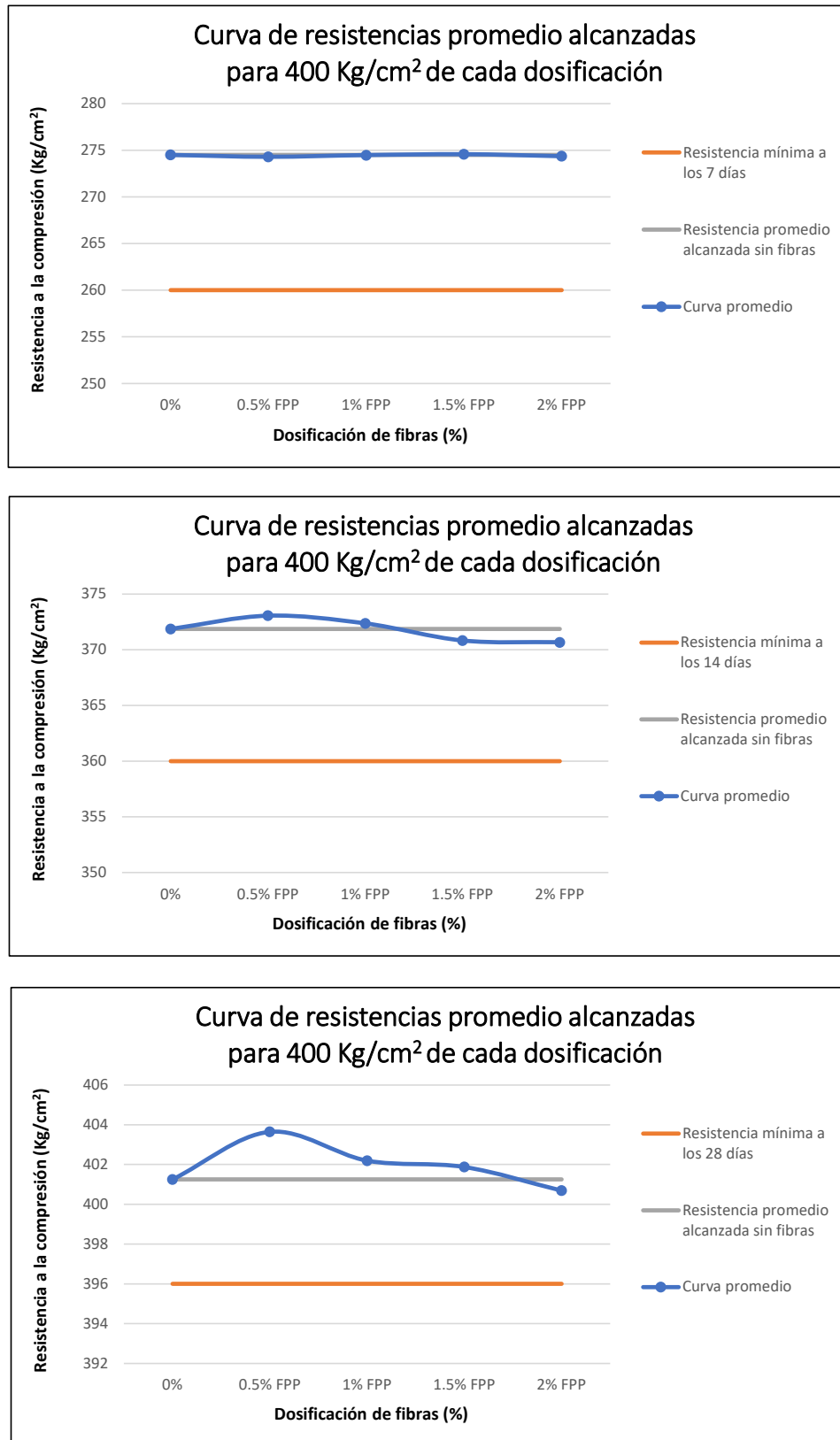
Nota: Elaboración propia.

Figura 4.21: Curvas promedio de resultados de 7, 14 y 28 días de edad para 380Kg/cm²



Nota: Elaboración propia.

Figura 4.22: Curvas promedio de resultados de 7, 14 y 28 días de edad para 400Kg/cm²



Nota: Elaboración propia.

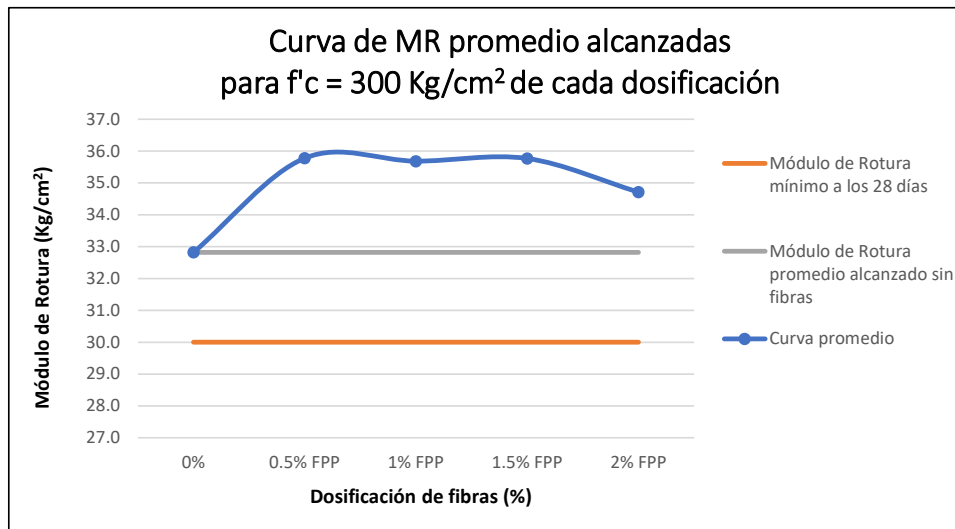
Como se muestran en los gráficos mostrados, para los 4 tipos de resistencia planteadas para la elaboración del concreto destinado a usarse en pavimentos rígidos, se ha logrado pasar

el porcentaje mínimo establecido según el tiempo de curado, además se puede comprobar que se ha logrado un notorio incremento en la resistencia a la compresión con respecto al concreto elaborado sin fibras, lo que confirma que el uso de fibras de polipropileno aumenta esta característica, validando así la hipótesis planteada.

4.1.2 Segunda hipótesis

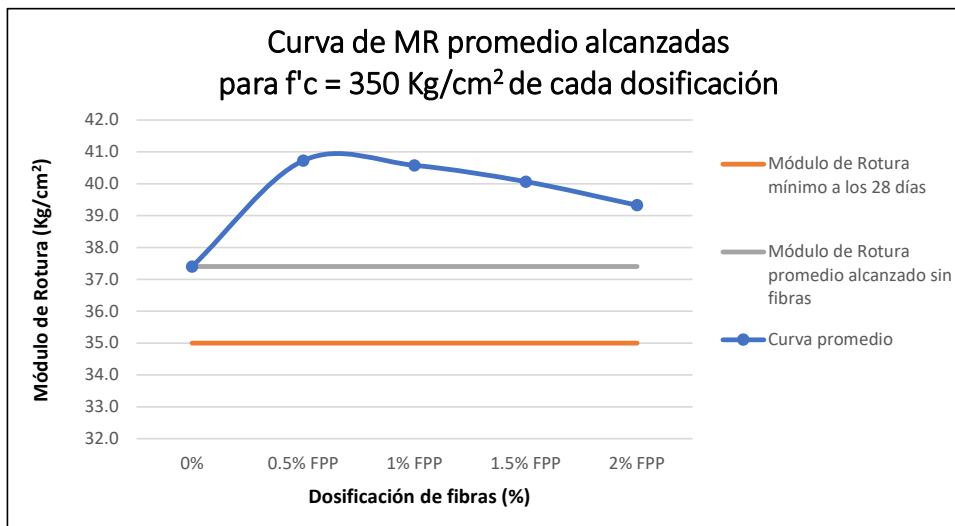
Para este caso, también se presentan primero los gráficos de las resistencias a flexión promedio obtenidas durante el ensayo correspondiente, para constatar la segunda hipótesis específica: *La adición de fibras de polipropileno mejora la resistencia a la flexión en concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.*

Figura 4.23: Curva promedio de resultados a flexión para 300Kg/cm²



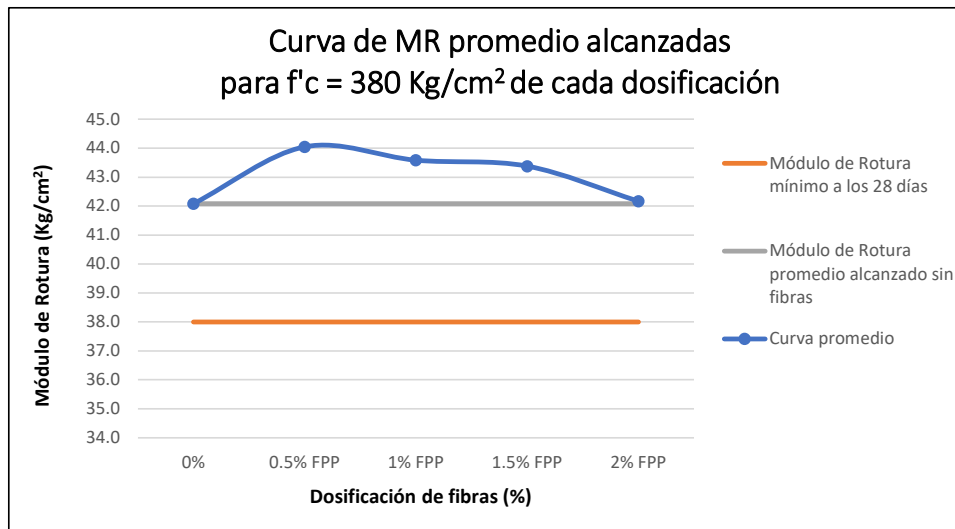
Nota: Elaboración propia.

Figura 4.24: Curva promedio de resultados a flexión para 350Kg/cm²



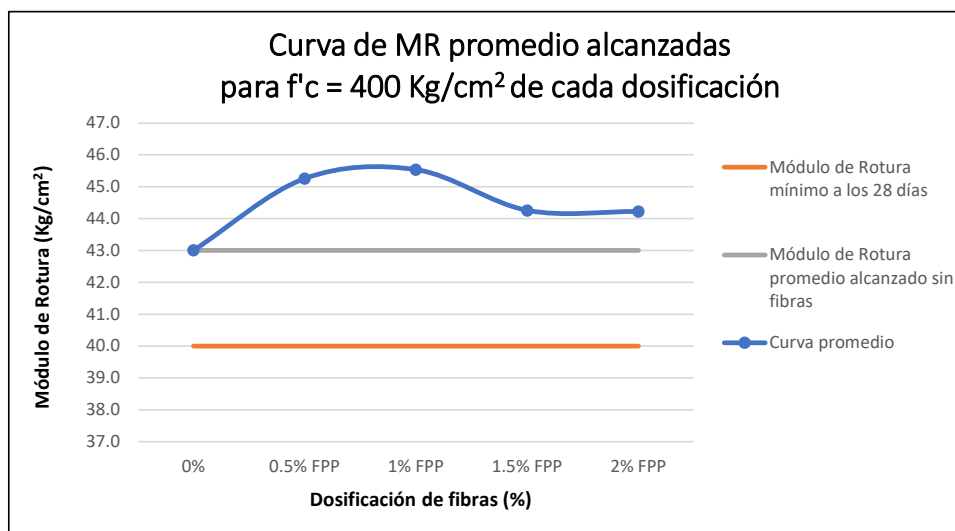
Nota: Elaboración propia.

Figura 4.25: Curva promedio de resultados a flexión para 380Kg/cm²



Nota: Elaboración propia.

Figura 4.26: Curva promedio de resultados a flexión para 400Kg/cm²



Nota: Elaboración propia.

De igual manera, queda validada esta segunda hipótesis debido a que las resistencias promedio a flexión obtenidas que están plasmadas en los gráficos, comprueban el incremento de la resistencia a la flexión superando tanto la resistencia mínima esperada y la resistencia que se obtuvo sin la adición de la fibras, por lo tanto se puede garantizar que las fibras de polipropileno también aumentan la resistencia a la flexión.

4.1.3 Tercera hipótesis

Para realizar la correcta contrastación de esta hipótesis se presentan los costos que se generan al elaborar las mezclas de concreto para las resistencias establecidas sin la adición de fibras:

Tabla 4.21: Costo total para la elaboración de $1m^3$ de concreto tradicional

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
300 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	10.50 Bls	293.97
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.30 m ³	17.81
Total =				331.44

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
350 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	11.82 Bls	331.06
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.28 m ³	16.54
Total =				367.26

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
380 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	13.09 Bls	366.64
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.26 m ³	15.32
Total =				401.61

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
400 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	13.71 Bls	383.83
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.25 m ³	14.73
Total =				418.22

Nota: Elaboración propia.

Ahora se presentan los costos generados al añadir las fibras para cada resistencia, tomando en cuenta el primer cuadro que viene a mostrar la masa en kilogramos (Kg) correspondiente para cada porcentaje de fibras para $1m^3$ de concreto y que las bolsas de FPP son de 0.6Kg:

Tabla 4.22: Cantidad de fibras de polipropileno para 1m^3 de concreto

Dosificación	Volumen en m^3	Peso en Kg por 1m^3
0.5%	0.005	4.55
1.0%	0.010	9.10
1.5%	0.015	13.65
2.0%	0.020	18.20

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.23: Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto con 0.5% de FPP

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
300 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	10.39 Bls	290.97
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.30 m ³	17.81
	FPP (0.5%)	25 Bls	7.58 Bls	189.58
Total =				518.02

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
350 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	11.72 Bls	328.06
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.28 m ³	16.54
	FPP (0.5%)	25 Bls	7.58 Bls	189.58
Total =				553.84

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
380 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	12.99 Bls	363.64
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.26 m ³	15.32
	FPP (0.5%)	25 Bls	7.58 Bls	189.58
Total =				588.20

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
400 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	13.60 Bls	380.83
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.25 m ³	14.73
	FPP (0.5%)	25 Bls	7.58 Bls	189.58
Total =				604.81

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.24: Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto con 1% de FPP

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
300 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	10.28 Bls	287.97
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.30 m ³	17.81
	FPP (1%)	25 Bls	15.17 Bls	379.17
Total =				704.61

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
350 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	11.61 Bls	325.06
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.28 m ³	16.54
	FPP (1%)	25 Bls	15.17 Bls	379.17
Total =				740.43

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
380 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	12.88 Bls	360.64
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.26 m ³	15.32
	FPP (1%)	25 Bls	15.17 Bls	379.17
Total =				774.79

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
400 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	13.49 Bls	377.84
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.25 m ³	14.73
	FPP (1%)	25 Bls	15.17 Bls	379.17
Total =				791.39

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.25: Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto con 1.5% de FPP

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
300 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	10.18 Bls	284.97
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.30 m ³	17.81
	FPP (1.5%)	25 Bls	22.75 Bls	568.75
Total =				891.19

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
350 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	11.50 Bls	322.07
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.28 m ³	16.54
	FPP (1.5%)	25 Bls	22.75 Bls	568.75
Total =				927.01

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
380 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	12.77 Bls	357.64
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.26 m ³	15.32
	FPP (1.5%)	25 Bls	22.75 Bls	568.75
Total =				961.37

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
400 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	13.39 Bls	374.84
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.25 m ³	14.73
	FPP (1.5%)	25 Bls	22.75 Bls	568.75
Total =				977.98

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.26: Costo total para la elaboración de 1m^3 de concreto con 2% de FPP

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
300 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	10.07 Bls	281.98
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.30 m ³	17.81
	FPP (2%)	25 Bls	30.33 Bls	758.33
Total =				1077.78

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
350 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	11.40 Bls	319.07
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.28 m ³	16.54
	FPP (2%)	25 Bls	30.33 Bls	758.33
Total =				1113.60

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
380 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	12.67 Bls	354.64
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.26 m ³	15.32
	FPP (2%)	25 Bls	30.33 Bls	758.33
Total =				1147.96

f'c	Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Precio total (S/.)
400 Kg/cm ²	Cemento	28 Bls	13.28 Bls	371.84
	Piedra chancada	60 m ³	0.33 m ³	19.66
	Arena	60 m ³	0.25 m ³	14.73
	FPP (2%)	25 Bls	30.33 Bls	758.33
Total =				1164.56

Nota: Elaboración propia.

Por lo mostrado en los cuadros anteriores, se puede afirmar que la implementación de las FPP a la mezcla de concreto eleva el costo total de elaboración de esta, por lo tanto la tercera hipótesis: *Incorporando fibras de polipropileno en concretos de alta resistencia se logra reducir el costo en la elaboración de pavimentos rígidos*, que se planteó queda descartada.

4.2 Análisis e interpretación

- ☞ A pesar de haberse presentado tanto los resultados unitarios y el promedio de estos, sobre los resultados obtenidos en los ensayos de compresión para las diferentes edades (7, 14 y 28 días), solo debe considerarse los valores correspondientes a la edad de 28 días, pues es en esta edad en la que el concreto alcanza su resistencia máxima, mientras que los valores obtenidos para las edades de 7 y 14 días solo nos sirven como un registro para un mejor control de los $f'c$ correspondientes.
- ☞ Para las 4 resistencias y las 5 dosificaciones (incluyendo la del 0 %) establecidas, se puede notar que para todos los casos se han superado tanto los valores mínimos como máximos según la edad de curado, lo que garantiza en primera instancia la calidad del concreto elaborado reafirmando que los diseños de mezcla elaborados fueron los correctos y en segundo lugar confirman las propiedades positivas que brindan las FPP al concreto tanto en compresión como en flexión.
- ☞ Tomando como referencia los cuadros correspondientes a las resistencias a la compresión promedio de las probetas a los 28 días (figuras del 4.19 al 4.22), se puede ver que para el 2 % de FPP, no se tienen un aumento en esta propiedad, al contrario hay una disminución respecto al valor del concreto tradicional, aunque para el $f'c = 350Kg/cm^2$ su resultado está cerca a este promedio, pasa lo mismo con la dosificación al 1.5 %, si bien no está por debajo del promedio del concreto sin FPP se nota un claro descenso respecto a las dosificaciones de 0.5 y 1 %, lo que podría resumirse en que para dosificaciones mayores al 1 % no se tiene un aumento considerable y/o rentable en la resistencia a la compresión.
- ☞ La dosificación más efectiva y rentable viene a ser la de 0.5 % que equivale a 4.55Kg por metro cúbico de concreto, pues es la que dio los resultados más altos, en lo que a resistencia a la compresión se refiere, y coincide con las normas y artículos mencionados en los capítulos anteriores, lo que confirma que el uso de estas fibras sí aumentan claramente la resistencia a la compresión del concreto.
- ☞ En temas de resistencia a la flexión también se tiene un incremento notorio y era de esperarse pues una de las características principales de las FPP es su gran aporte a la flexión y eso se puede ver en los gráficos presentados para la contrastación de la segunda hipótesis (figuras del 4.23 al 4.26) en la que solo para el $f'c = 380Kg/cm^2$ se tiene el valor más bajo de los valores obtenidos al añadir las FPP. Es así que para el caso de la flexión según los resultados presentados para el 0.5 y 1 % se obtienen los valores más altos a pesar que su cantidad en masa es de 4.55Kg y 9.10Kg respectivamente,

por cada metro cúbico, lo que sería de gran ayuda a los pavimentos de concreto pues estos trabajan más a flexión debido a que deben soportar los momentos y tensiones generados en la base inferior de la losa generados por las cargas vehiculares.

- ☞ Se debe tener en cuenta 2 puntos importantes en el caso de la resistencia a la flexión, el primero es que para este ensayo no se calcula un $f'c$ propiamente dicho, sino que se calcula el Módulo de Rotura (MR), aunque este MR puede compararse con el $f'c$ pues según el ACI 318 el valor del MR está entre el 10 y 15 % del $f'c$, además de proporcionar la siguiente fórmula empírica que relaciona estos valores $MR = 0,62\lambda\sqrt{f'c}$, donde $f'c$ debe estar en MPa, $\lambda = 1$ y el valor obtenido del MR también estará en MPa, que puede convertirse a Kg/cm^2 mediante la siguiente conversión $1MPa = 10,197Kg/cm^2$. Esta relación es de gran ayuda en el presente estudio para realizar la comparación de resultados pues las resistencias planteadas están en relación al $f'c$ del concreto. Por tal razón es que al presentar las tablas de los resultados de resistencia a flexión de las vigas, se muestran en Kg/cm^2 , además de su porcentaje que está en referencia al $f'c$ correspondiente.
- ☞ Otro de los resultados importantes vienen a ser los costos, los precios unitarios utilizados son los precios reales a la fecha en la ciudad de Andahuaylas, aunque también se tomó como referencia el ACU de un expediente técnico del año 2024 elaborado para la ciudad de Andahuaylas.

Figura 4.27: Precio de la elaboración de $1m^3$ de concreto según expediente técnico

Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO

: "MANTENIMIENTO DE LOS AMBIENTES DE INFRAESTRUCTURA DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGIÓN APURIMAC"

ETAPA 1.0

: PRESUPUESTO

PROPIETARIO

: NO IDENTIFICADO

UBICACION

: DPTO:APURIMAC PROV:ANDAHUAYLAS DIST:ANDAHUAYLAS

FECHA PROYECTO

: 4/10/2024

Partida: 1.3.3.1

CONCRETO PARA CIMENTOS CORRIDOS 1:10 + 30% P.G.

Rendimiento: 25 m³/Día

Costo unitario por m³

254.95

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						56.54
010020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	21.70	6.94
010020010	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	17.03	5.45
010020003	PEON	hh	9.0000	2.8800	15.33	44.15
MATERIALES						187.58
050020003	PIEDRA GRANDE (MAX. 8")	m³	-	0.5040	70.00	35.28
210020003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bcl	-	3.0450	30.00	91.35
380020002	HORMIGON	m³	-	0.8700	70.00	60.90
390020014	AGUA	m³	-	0.1050	0.50	0.05
EQUIPO						10.83
370020001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	56.54	2.83
480020214	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.0000	0.3200	25.00	8.00

Nota: Extraído de expediente técnico.

4.3 Defensa de resultados

- ☞ Linares et al. (2021), encontró que para trabajar con microfibras de PP la proporción adecuada debe estar entre 0.03 a 0.15 % del volumen total, obteniendo un mejoría de hasta un 14 % en resistencia a la flexión y un 3.6 % en compresión.
- ☞ Por otro lado Aguirre et al. (2021), trabajó con 0.9 % por cada $1m^3$ de concreto, empleando macrofibras del tipo Sika Fiber PP 48, logrando un incremento a la resistencia de compresión.
- ☞ Amaral y Moravia (2020), al trabajar con las microfibras de la marca FiberLOCK de la empresa Etruria, encontraron que añadiendo estas fibras en 1 % del volumen de la muestra y sometiendo esta a una exposición térmica de $200^{\circ}C$ por el lapso de 1h, el concreto elaborado con las fibras alcanzó una resistencia a la compresión de 25.1MPa aproximadamente, mientras que el concreto sin fibras llegó a 24.6MPa.
- ☞ Quintero et al. (2025), encontraron que reforzando las FPP con fibras cortas de bambú en una proporción de 50 % se logró obtener que las FPP generen compuestos con una mayor resistencia a la flexión e impacto.
- ☞ Da silva et al. (2022), en su estudio se utilizó tanto macrofibras como microfibras de 54 y 12mm de longitud respectivamente, para dosificaciones de 0.3, 0.4 y 0.5 % para las primeras y de 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 % para las segundas, encontrando que para la dosificación del 0.1 % se obtuvo un 19 % de aumento a la compresión, notando también que el concreto disminuye su resistencia para proporciones mayores al 0.2 %.
- ☞ Colombo et al. (2020), utilizaron FPP con una densidad de $0.91gr/cm^3$ y un módulo de elasticidad de 3GPa, las cuales fueron añadidas en dosis de 500, 900 y $1300gr/m^3$, llegando a la conclusión que la dosificación más efectiva y económica fue la de $500gr/m^3$, además que las FPP demostraron un módulo de elasticidad bajo, lo que representa una buena capacidad de deformación.
- ☞ Serrano et al. (2017), comprobó que al someter el concreto elaborado con FPP al 1 y 2 %, en peso del cemento, sometido directamente al fuego a una temperatura de $400^{\circ}C$, este soporta mayores resistencias además de mostrar un aumento en su elasticidad logrando que se tenga así una mejor cohesión de los materiales que conforman el concreto teniendo como resultado un mejor control a la fisuración.
- ☞ Abousnina et al. (2021), en su investigación trabajó con macrofibras de PP de tipo extruidas añadiendo dosis de 4 y $6Kg/m^3$ en busca del incremento de la resistencia a la tracción y ductilidad, obteniendo como resultado que las propiedades mecánicas

y a nivel microestructural aumentaron, pues se obtuvo un incremento un 19 % en la resistencia a la compresión, y un aumento de 41.9 y 17.8 % para la tracción y adherencia del concreto respectivamente, para la dosificación de $6Kg/m^3$.

- ☞ Chen et al. (2024), también utilizó las macrofibras de PP, de 30mm de longitud y 1.24mm de ancho, en proporciones de 0.5, 1 y 1.5 % de volumen, en 3 tipos de resistencias (25, 30 y 25MPa), llegando a la conclusión que este tipo de fibras aumenta el contenido de aire en el concreto, además de incrementar la resistencia ante los ataques de sulfatos y proporcionar una resistencia mayor a exposiciones severas de congelación y descongelación.
- ☞ Huang et al. (2024), realizaron un análisis con FPP de 12mm, hallando que estas fibras mitigan la caída de resistencia por ciclos de congelación aunque también encontraron que la presencia de agregados altamente reactivos reduce el desempeño de estas fibras.
- ☞ Chen et al. (2024), estudiaron el comportamiento de las macrofibras de PP para concreto de altas resistencias (40, 45 y 50MPa) al introducir estas fibras en dosis de 0.5, 1 y 1.5 % del volumen, obteniendo que el concreto elaborado tenga aumentos en la resistencia a la flexión y tenacidad, destacando también que en cuanto a la compresión no hubo ningún aumento significativo. También menciona que la geometría misma de la fibra es muy importante para los resultados deseados.
- ☞ Birol y Avcialp (2024), concluyen que para cantidades de macrofibras de PP mayores al 0.5 % del volumen, añadidas al concreto afecta a la trabajabilidad de este, reduciendo hasta en un 50 % su fluidez, también confirmaron el aumento en la resistencia a la compresión en un 13 %.
- ☞ Hrabová, Láník y Lehner (2025), realizaron un análisis del efecto de las FPP de diferentes longitudes en las propiedades mecánicas y de fractura en el concreto, para ello hicieron uso de tres distintos tamaños de fibras (54, 38 y 19mm) y de la marca Forta Ferro debido a su alto rendimiento, aunque aclaran que los resultados obtenidos no captura el comportamiento y desempeño para otras marcas. El procedimiento fue el de utilizar simultáneamente las tres fibras en la siguiente proporción 4:1:1, logrando que para una dosificación de $2/0.5/0.5Kg/m^3$, teniendo un total de 3Kg de fibra, se llegue a un incremento de un 28.7 % en la resistencia a la compresión.
- ☞ Ahmad et al. (2022), publicaron una revisión sobre los modos de falla y el tipo de agrietamiento del concreto reforzado con FPP, para lo cual hicieron uso de 5 tamaños de fibras (35, 6.2, 6, 12 y 50mm de longitud), teniendo como conclusión que en cantidades mayores al 2 % de fibras se obtienen disminuciones en la resistencia mecánica y la durabilidad del concreto, por ello para una mejora en la resistencia del

concreto la proporción óptima se encuentra entre el 1 y 2 % del volumen total, aunque especifican que esto también depende de la longitud y diámetro de la fibra empleada.

- ☞ Cui et al. (2021), estudiaron las FPP en dosis de 0.1, 0.15 y 0.2 % del volumen, obteniendo como resultado que para 0.15 % la resistencia a la fatiga se incrementó en un 28.1 % además de un notorio incremento ante la compresión, también resaltan la importancia de haber contado con agregados de calidad y bien gradados pues estas características optimizaron el efecto de las fibras.
- ☞ Liang et al. (2021), concluyen que para obtener reducciones en la retracción plástica y la permeabilidad superficial, propiedades que mejoran la resistencia a los ciclos de congelación-descongelación y la resistencia al impacto, se debe trabajar con FPP en cantidades de entre 0.5 a 2.5 Kg/m^3 , lo que vendría a ser un 0.1 a 0.5 % del volumen.
- ☞ Santhosh et al. (2022), en la búsqueda de entender el comportamiento a la fatiga en vigas, llegaron a obtener una resistencia alta tanto para la compresión y flexión utilizando FPP de longitudes de 12 y 20mm y añadiéndolas en la dosis de 0.4 % respecto a su volumen.
- ☞ Del Savio et al. (2022), emplean el ensayo no destructivo de Pulso Ultrasónico, para estudiar la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad, para ello utilizan FPP de 40, 50 y 60mm de longitud añadiéndolas en dosis de 0.4, 0.8 y 1.2 % en volumen, obteniendo que para ninguna de estas dosificaciones se tiene un aumento significativo, pues el módulo estático de elasticidad no sufre variación alguna.
- ☞ Al Marahla et al. (2025), trabajaron con FPP en dosificaciones de 0.25, 0.5, 0.75 y 1 %, para lo cual elaboraron 5 tipos de mezcla de igual resistencia, obteniendo que en el ensayo de flexión (3 puntos) para las dosificaciones de 0.5 y 1 % mostraron un comportamiento dúctil, es decir, no se partieron en 2 partes inmediatamente, lo que fue atribuido a la propiedad de las fibras de proporcionar una mejor adhesión de las partículas internas y la absorción de energía en las zonas de grietas.
- ☞ Reyad et al. (2024), trabajaron con diferentes tamaños de agregados, realizando un total de 26 mezclas cada una con un tamaño distinto de cada agregado y cantidades variadas de FPP, encontrando así que los mejores resultados tanto en permeabilidad y resistencia a la compresión fueron para la combinación de agregados cuyas dimensiones estaban entre 9.5 a 6.7mm y 6.7 a 4.75mm en la proporción de 3:1 y con una dosificación de 0.1 % de FPP.
- ☞ Bright y Murugan (2020), también mencionan la importancia del tamaño de los áridos o agregados utilizando así áridos de 12.5 y 20mm además de las FPP en dosis de 0.1 hasta 0.4 %, concluyendo que el tamaño de los áridos generan una mejora considerable

en las propiedades mecánicas y también que la presencia de las fibras mejoran la resistencia a flexión y tracción del concreto mientras que no se encontró una variación resaltante en la permeabilidad, porosidad y compresión.

- ☞ Liu et al (2024), realizaron una comparación de las propiedades mecánicas y microestructurales entre 3 tipos de concretos reforzados con FPP con distintos tipos de áridos gruesos: natural, reciclado y reciclado con fibras incrustadas. Para ello la dosificación de FPP estuvo entre 0.33 y 1 % del volumen, teniendo como resultados que la fibra afecta el comportamiento a flexión, incrementando su valor con un bajo contenido de fibra.

Las referencias antes mostradas, son artículos científicos cuya investigación se enfoca en la comprensión y conocimiento a cerca del comportamiento de las FPP dentro del concreto, como se puede observar no solo se centran en la resistencia a la compresión o flexión, también toman en cuenta los beneficios en la porosidad, tenacidad, tracción, impacto, comportamiento interno, entre otras propiedades tanto mecánicas como físicas, generando una variabilidad tanto en el comportamiento como en los resultados, también resaltan las diferentes variables a considerar como la temperatura, la geometría, tipo y dosificación de la fibra a utilizar y sobretodo la calidad de los áridos o agregados. Lo que se puede resumir en que el uso de las FPP no solo está ligado para la mejora a la compresión o flexión, sino, que de acuerdo a la necesidad requerida puede ser de gran ayuda al concreto en otras propiedades tan importantes como lo es la reducción de agrietamiento, entre otros. También cabe mencionar que las fibras tienen un costo accesible aunque el costo total dependerá directamente de la proporción elegida. Tomando en cuenta lo último, en este estudio se utilizó microfibras de polipropileno, de una longitud entre 12.7 a 19mm y con un diámetro entre 0.03 y 0.05mm, en dosificaciones desde 0.5 hasta un 2 %, dosificaciones elevadas en comparación a lo mostrado anteriormente, lo que generó un incremento en los costos aunque sí se logró obtener aumentos en las resistencias estudiadas, además se debe tener en cuenta que a pesar que los agregados utilizados están dentro del rango permitido por la norma, al tener agregados de una calidad mayor seguramente se tendría resultados aun más favorables, otro punto a resaltar también es que al momento de preparar las mezclas de concreto los agregados no fueron lavados como en otras investigaciones, el motivo fue tener los resultados más reales posibles. Con todo lo expuesto se puede afirmar que no se debe minimizar el efecto favorable que proporcionan las FPP al concreto, al contrario, esta investigación debe servir como un punto de partida para encontrar la dosificación ideal, efectiva y económica para un correcto desempeño y obtención de resultados mayores y más favorables en la búsqueda de reforzar el concreto mediante el uso de FPP.

CONCLUSIONES

Conclusiones

- ☞ La adición de fibras de polipropileno a la mezcla de concreto sí logró incrementar la resistencia a la compresión del concreto elaborado, pues para las proporciones de 0.5, 1, 1.5 y 2 % se han logrado incrementos, teniendo así un incremento de hasta un 0.8 % para un $f'c$ de $380Kg/cm^2$ con un 0.5 % de adición de fibras, un valor considerable que rectifica lo beneficioso que resulta el uso de este material en el concreto.
- ☞ La proporción de fibras ideal para obtener un aumento en la resistencia a la flexión que resulte eficiente y rentable económicamente es la de 0.5 %, pues se logró un aumento aproximado entre un 5 y 10 % respecto al concreto elaborado sin fibra alguna, siendo así que para el $f'c$ de $300Kg/cm^2$ se alcanzó el aumento del 10 % y para $350Kg/cm^2$ se logró el 9 %, aunque también se tuvo valores similares para la dosificación del 1 %, pero si tomamos en cuenta el valor económico no resulta rentable debido a que se obtendría el mismo resultado gastando de más.
- ☞ El uso de estas fibras ocasionan un gasto excesivo en comparación a la elaboración de un concreto sin fibras, aunque eso no desmerita el incremento en las resistencias a la compresión y flexión obtenido, lo que lleva a un nuevo análisis con una menor dosificación como también el tomar en cuenta el beneficio-costos a largo plazo haga que sea rentable emplear este material con las dosificaciones planteadas.

Recomendaciones

- ☞ Para el uso de las fibras de polipropileno se debe tener sumo cuidado y tomar en cuenta la dosificación a utilizar ya que por su propia consistencia y propiedades este material absorbe agua lo que ocasiona una reducción en la trabajabilidad de la mezcla elaborada, por eso se recomienda hacer pruebas preliminares como las mostradas en este estudio para analizar qué tanto de agua absorbe para poder aumentar dicha cantidad a la mezcla y así no alterar de forma significativa el resultado final.
- ☞ En la elección de la dosificación a utilizar es recomendable que no sobrepase los 0.5 % del volumen total, debido al incremento del costo que se generará para obtener los mismos resultados o incluso resultados menores como ocurrió para la proporción del 2 %.
- ☞ Elegir el tipo de fibra adecuado según los resultados que se requiera, ya que diferentes estudios trabajaron con las macrofibras y obtuvieron resultados mayores.
- ☞ Contar con agregados de gran calidad para optimizar aun más los resultados.

Trabajos futuros

- ☞ En esta ocasión se hizo el análisis para las dosificaciones de 0.5, 1, 1.5 y 2 %, llegando a la conclusión que la más rentable es la de 0.5 %, quedando pendiente los estudios y análisis para cantidades menores y los beneficios que estas traerían.
- ☞ Realizar estudios más detallados del comportamiento interno de las fibras de polipropileno dentro del concreto para un mejor entendimiento de este material y lo que sus propiedades pueden proporcionar al concreto y a la construcción en general.
- ☞ Repetir este estudio con las mismas dosificaciones pero para resistencias menores, para tener un análisis completo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abousnina, R., Premasiri, S., Anise, V., Lokuge, W., & Vimonsatit, V. (2021). *Mechanical properties of macro polypropylene fibre-reinforced concrete*. [Propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibra de macropolipropileno]. *Polymers*, 13(23), 4112. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym13234112>
- Achancaray Manotupa, J., & Grajeda Roca, L. E. (2019). *Análisis de la influencia de las fibras de polipropileno en el concreto usado en pavimentos rígidos con agregado de la cantera de Huambutio, Cusco, 2017*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4206>
- Aguirre Braggiant, H., Martínez Odalis, C., Pehovaz Álvarez, H., & Raymundo, C. (2021). *Modelo comparativo de las propiedades físico-mecánicas del shotcrete con contenido de fibras de acero y polipropileno empleado en el sostenimiento de trabajos mineros subterráneos del Perú*. Actas de la Conferencia Multinacional Internacional LACCEI sobre ingeniería, Educación y Tecnología. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. DOI: <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.583>
- Ahmad, J., Burduhos-Nergis, D. D., & Arbili, M. M. (2022). *A review on failure modes and cracking behaviors of polypropylene fibers reinforced concrete*. *Buildings*, 12(11), 1951. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12111951>
- Al Marahla, R. H., Shehzad, M. K., Albostami, A. S., Ghadi, M. Q., Aldmour, S. T., & Almarahlleh, N. H. (2025). *Influence of polypropylene fibres on the residual flexural strength of concrete: experiments and sensitivity analysis*. *KSCE Journal of Civil Engineering*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.kscej.2025.100390>
- Amaral, J. C., & Moravia, W. G. (2020). *Propiedades térmicas del concreto reforzadas con fibras de polipropileno y polietileno de alto módulo*. *Revista IBRACON de Estructuras e Materiais*, Perú. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952020000100004>
- American Concrete Institute. (2019). *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318)*. American Concrete Institute.

Referencias Bibliográficas

- American Concrete Institute. (2008). *Guide for specifying, proportioning, and production of fiber-reinforced concrete (ACI 544.3R-08)*. American Concrete Institute.
- American Concrete Institute. (1996). *State of the art report on fiber reinforced concrete (ACI 544.1R-96)*. American Concrete Institute.
- Armas, C. (2016). *Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/2712>
- ASTM International. (2010). *Standard specification for fiber-reinforced concrete and shotcrete (ASTM C1116/C1116M-10)*. ASTM International.
- Boada Marcano, M. de los Á., & Reyes Lizcano, F. A. (2013). *Fatigue behavior of a mixture concrete pavement MR-3.5MPa with the addition of plastic fibers*. [Comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto MR-3.5MPa para pavimento con adición de fibras plásticas]. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 34(1), 13-20. <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507550798002.pdf>
- Birol, T., & Avcialp, A. (2024). *Impact of macro-polypropylene fiber on the mechanical properties of ultra-high-performance concrete*. *Polymers*, 17(9), 1232. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym17091232>
- Bright Singh, S., & Murugan, M. (2020). *Effect of aggregate size on properties of polypropylene and glass fibre-reinforced pervious concrete*. [Efecto del tamaño del agregado sobre las propiedades del hormigón permeable reforzado con polipropileno y fibra de vidrio]. *Revista Internacional de Ingeniería de Pavimentos*, 23(6), 2034-2048. DOI: <https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1836562>
- Chapoñan Cueva, J. M., & Quispe Cirilo, J. (2017). *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaria – Nuevo Chimbote*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional UNS. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2724/42998.pdf?sequence=1>

- Cruzado Fabian, J. E., & Luna Aliaga, W. J. (2024). *Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo, 2023*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/39651>
- Colombo, F. S., Antunes, E. G. P., Jaramillo, L. J., Piva, J. H., & Wanderlind, A. (2020). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de morteros de revestimiento con incorporación de fibras de polipropileno y nailon*. Revista Materia. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200004.1204>
- Chen, Y., Haq, S. U., Iqbal, S., Khan, I., Room, S., & Khan, S. A. (2024). *Performance evaluation of indented macro synthetic polypropylene fibers in high strength self-compacting concrete (SCC)*. [Evaluación del desempeño de fibras macrosintéticas de polipropileno indentadas en hormigón autocompactante de alta resistencia (HAC)]. Scientific Reports, 14, 20844. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71875-5>
- Chen, Y., Waheed, M. S., Iqbal, S., Rizwan, M., & Room, S. (2024). *Durability properties of macro-polypropylene fiber reinforced self-compacting concrete*. [Propiedades de durabilidad del hormigón autocompactante reforzado con fibra de macropolipropileno]. Materials, 17(2), 284. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma17020284>
- Cui, K., Xu, L., Li, X., Hu, X., Huang, L., Deng, F., & Chi, Y. (2021). *Fatigue life analysis of polypropylene fiber reinforced concrete under axial constant-amplitude cyclic compression*. Journal of Cleaner Production, 319, 128610. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128610>
- Da silva, R., Cascudo, O., & Bacarji, E. (2022). *Compuestos cementosos con fibras de polipropileno: evaluaciones en estado fresco y endurecido*. Revista Materia. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620220002.1390>
- Del Savio, A. A., La Torre Esquivel, D., Carrillo, J., & Chi Yep, E. (2022). *Determination of polypropylene fiber-reinforced concrete compressive strength and elasticity modulus via ultrasonic pulse test*. Applied Sciences. DOI: <https://doi.org/10.3390/app122010375>
- Garcez, E. O. (2009). *Investigação do comportamento de Engineered Cementitious Composites reforçados com fibras de polipropileno como material para recapeamento de pavimentos*. [Investigación del comportamiento de composites cementicios reforzados con fibras de polipropileno como material para recapeo de pavimentos. Tesis doctoral, Universidad Federal do Rio Grande do Sul]. LUME - Repositorio

- Institucional da UFRGS. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/28642>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. 6a. México:McGRAW-HILL.
- Hrabová, K., Láník, J., & Lehner, P. (2025). *Study of mechanical and fracture properties of concrete with different lengths of polypropylene fibers*. *Buildings*, 15(17), 3041. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings15173041>
- Huang, Y., Ji, Y., Wang, J., Wang, Z., Yu, B., & Zhang, S. (2024). *Experimental and modeling analysis of polypropylene fiber reinforced concrete subjected to alkali attack and freeze–thaw cycling effect*. [Análisis experimental y de modelado del hormigón reforzado con fibra de polipropileno sometido al ataque alcalino y al efecto cíclico de congelación-descongelación]. *Materials*, 17(18), 4529. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma17184529>
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2002). *Design and control of concrete mixtures* (15th ed.). [Diseño y control de mezclas de concreto (15.ª ed.)]. Portland Cement Association.
- Liang, W., Liu, Y., Cao, K., & Sun, L. (2021). *Review on the durability of polypropylene fibre-reinforced concrete*. *Mathematical Problems in Engineering*. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6652077>
- Linares Durand, J., Linares Fonseca, D., Melgarejo Madueño, L., Campos Vásquez, N., & Manturano Chipana, R. (2021). *Influencia de adición de fibras de polipropileno al concreto*. *Actas de la Conferencia Multinacional Internacional LACCEI sobre ingeniería, Educación y Tecnología*. Universidad Privada del Norte. DOI: <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.211>
- Liu, G., Claramunt, J., Hunger, M., Tošić, N., & De la Fuente, A. (2024). *Effect of coarse recycled aggregate with embedded fibres on the mechanical properties and microstructure of polypropylene fibre-reinforced concrete*. [Efecto del agregado grueso reciclado con fibras incrustadas sobre las propiedades mecánicas y la microestructura del hormigón reforzado con fibras de polipropileno]. *Mater Struct*, 241(2024). DOI: <https://doi.org/10.1617/s11527-024-02527-3>
- Lizarbe Alarcón, H. (2020). *Diseño de pavimentos* (2.ª ed.). UNSCH.
- Martínez Barrera, G., Martínez Cruz, E., & Martínez López, M. (2012). *Concreto polimérico reforzado con fibras: efecto de la radiación gamma*. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 13(4).

- <https://www.observatorioplastico.com/ficheros/articulos/99992077707070728.pdf>
- Mendoza C., Aire C., & Dávila P. (2011). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades de concreto en estados plástico y endurecido*. *Revista Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*, 2(2), 35-47.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-30112011000100003&script=sci_abstract&tlng=en
- Miranda Espitia, A. N. (2021). *Comportamiento Mecánico del Concreto con Adición de Fibras Naturales (Bagazo de Caña) y Fibras Sintéticas (Polipropileno)*. [Tesis de maestría, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional UMNG.
<https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/3ce66d73-b16e-4a14-a6b5-9df997561496/content>
- Moisés Ríos, B. W. (2018). *Diseño del proyecto de investigación científica* (1.^a ed.). Editorial San Marcos.
- Normas Técnicas Peruanas (NTP)
- Quintero, L., García, A., Alcaraz, A., Fajardo, J., & Cruz, L. (2025). *Efecto de variables de proceso en el comportamiento mecánico y térmico de un compuesto de polipropileno reforzado con fibras cortas de bambú por compresión en caliente*. *Revista de Ciencia y Tecnología INGENIUS*. DOI: <https://doi.org/10.17163/ings.n34.2025.02>
- Reyad, M., Maher Eltair, A., El-Nemr, A., & Jato Espino, D. (2024). *Mechanical and permeability behavior of porous concrete when using different aggregate sizes and adding polypropylene fiber*. [Comportamiento mecánico y de permeabilidad del hormigón poroso al utilizar diferentes tamaños de agregados y agregar fibra de polipropileno]. ASCE/JMCEE. DOI: <https://doi.org/10.1061/JMCEE7.MTENG-16429>
- Robles Sáenz, R. J., & Sanchez Medina, L. L. (2015). *Evaluación de pavimentos rígidos mediante la determinación de correlaciones entre el módulo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el centro poblado San Cristóbal de Chupán - Huaraz*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional URP.
<https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/5a67a5cf-6cae-4f56-9948-de62689f9aee>
- Santhosh, J. C., Samal, S. R., Ganesh, V. N., Pavani, D., & Sridhar, R. S. (2022). *Experimental investigation on the effect of polypropylene fibers with respect to the fatigue behavior of rigid pavement*. *Recent Developments in Sustainable Infrastructure*

Referencias Bibliográficas

(ICRDSI-2020). DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-7509-6_31

Serrano Somolinos, R., Prieto Barrio, M., Martínez Pérez, I., & González Rodrigo, S. (2017). *Análisis del comportamiento del hormigón en masa con fibras de polipropileno adicionadas*. DYNA. DOI: <https://doi.org/10.6036/8197>

Torre Carrillo, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto para ingenieros civiles*. UNI.

A) Matriz de consistencia

"Mejora de la resistencia a la compresión y flexión de concretos de alta resistencia con fibras de polipropileno en pavimentos rígidos, Andahuaylas - 2024"

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	Metodología	Población y Muestra
¿Cuál es el impacto de la adición de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión y a la flexión de concretos de alta resistencia en pavimentos rígidos en Andahuaylas 2024?	Determinar el impacto de la adición de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión y flexión de concretos de alta resistencia en pavimentos rígidos en Andahuaylas 2024.	Incorporando fibras de polipropileno se mejora la resistencia a la compresión y flexión, y también se reduce los costos en pavimentos rígidos.	Variable independiente (VI): Fibras de polipropileno en dosificaciones: 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%	De acuerdo con el Enfoque: Cuantitativo. De acuerdo con el Alcance (Tipo o Nivel): Descriptivo. De acuerdo al Diseño y a la Técnica de Construcción: Experimental. De acuerdo con la Evolución del Fenómeno estudiado: Transversal. De acuerdo con la Recolección de Datos: Prolectivo.	Para la presente investigación se tendrá la siguiente población y muestra: Población: La población para la presente investigación estará dada por las 180 probetas y 60 Vigas (según las dosificaciones elegidas para la adición de las fibras de polipropileno) elaboradas para los ensayos requeridos para el desarrollo de la investigación. Muestra: La muestra en esta investigación estará dada por las 180 probetas y 60 vigas (según las dosificaciones elegidas para la adición de las fibras de polipropileno) elaboradas para los ensayos requeridos para el desarrollo de la investigación..
Problemas Específicos: ¿Cuál es la influencia de la adición de fibras de polipropileno para mejorar la resistencia a la compresión para concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos?	Objetivos Específicos: Determinar la influencia de la adición de fibras de polipropileno para mejorar la resistencia a la compresión para concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.	Hipótesis Específicas: La adición de fibras de polipropileno mejora la resistencia a la compresión en concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.	Variable dependiente 1 (VD1): Resistencia a la compresión		
¿Cuál es la influencia de la adición de fibras de polipropileno para mejorar la resistencia a la flexión para concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos?	Determinar la influencia de la adición de fibras de polipropileno para mejorar la resistencia a la flexión para concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.	La adición de fibras de polipropileno mejora la resistencia a la flexión en concretos de alta resistencia para pavimentos rígidos.	Variable dependiente 2 (VD2): Resistencia a la flexión		
¿Cuánto es la reducción del costo en la elaboración de un concreto de alta resistencia con adición de fibras de polipropileno para pavimentos rígidos?	Determinar la reducción del costo en la elaboración de un concreto de alta resistencia con adición de fibras de polipropileno para pavimentos rígidos.	Incorporando fibras de polipropileno en concretos de alta resistencia se logra reducir el costo en la elaboración de pavimentos rígidos.	Variable dependiente 3 (VD3): Costo	Fuente: Mosiés R., Billy W. (2018). <i>Diseño del Proyecto de Investigación Científica</i> . San Marcos.	

B) Ficha técnica de los materiales

<u>CORPORACION JPEL.</u>	<u>CELL: 959535434 - 959535145</u>
--------------------------	------------------------------------

FICHA TÉCNICA DE
AGREGADOS - 2025

SR. : Juan Carlos B.J. Castillo Quico

TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

De: "CORPORACION PERUANA JPEL S.A.C."

RUC N° 20538302181

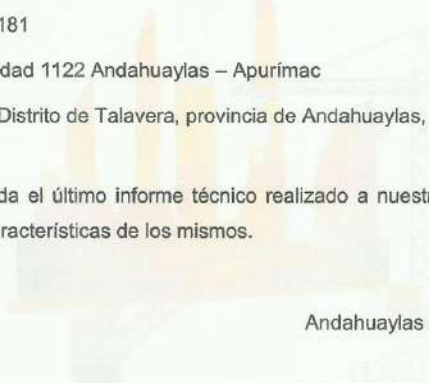
Dir.: Av Confraternidad 1122 Andahuaylas – Apurímac

Cantera Accoscca Distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, region Apurímac.

A petición, se brinda el último informe técnico realizado a nuestra cantera de agregados para obtener las características de los mismos.

Andahuaylas 05 de Junio de 2025

Atentamente:





Email: ajenciso@hotmail.com

**INFORME TECNICO
ESTUDIO DE CANTERA**

PROYECTO:

"CANTERA DE AGREGADO - JPEL"

UBICACIÓN:

DISTRITO: TALAVERA

PROVINCIA: ANDAHUAYLAS

REGION: APURIMAC

SOLICITANTE:

CORPORACION PERUANA JPEL SAC

**02 DE JUNIO 2025
APURIMAC – PERU**

CORPORACION PERUANA JPEL SAC
RUC: 20708302731

Juan Pablo Enciso Lidená
GERENTE GENERAL



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Contenido

1.0 GENERALIDADES.....	2
1.1 OBJETO DEL ESTUDIO:.....	2
1.2 ACCESIBILIDAD:.....	2
1.3 UBICACIÓN DEL ÁREAS DE ESTUDIO:.....	2
1.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA:.....	2
2.0 TRABAJO DE CAMPO:.....	3
3.0 TRABAJO DE LABORATORIO:.....	3
3.1 ANÁLISIS Y ENSAYOS DE LABORATORIO:.....	4
3.2 PARAMETROS FISICO MECANICOS AGREGADOS.....	4
3.4 VERIFICACION DE AGREGADOS.....	5
4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	6
4.1. CONCLUSIONES:.....	6
4.2 RECOMENDACIONES:.....	6

CORPORACIÓN PERSONA S.R.L.
RUC: 2056300161
Juan Pedro Enciso
Juan Pedro Enciso Ludeña
GERENTE GENERAL

Página 1 | 6



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc.), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Computación y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

1.0 GENERALIDADES.

1.1 OBJETO DEL ESTUDIO:

El presente documento corresponde al estudio de suelos para agregado del sector denominado "ACCOSCCA" Distrito de Talavera, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac. El estudio de suelos comprende el análisis de los parámetros físico químicos de la piedra chancada y arena gruesa a fin de evaluar si cumple con la Norma NTP 400.037 del 2018 Agregados para concreto.

1.2 ACCESIBILIDAD:

El acceso se realiza por la carretera Andahuaylas – Talavera luego por trocha carrozable a la altura del sector denominado Accoscca hasta el sector de Accoraccra.

1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:

La zona del presente estudio se encuentra ubicada en el distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, región Apurímac.

1.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA:

En la zona de estudio el clima es variado a lo largo las estaciones del año y entre el día y la noche. Durante el día la temperatura asciende hasta un máximo de 21°C, mientras que en la noche la temperatura descende drásticamente llegando a alcanzar hasta los 2.4°C de temperatura, notándose de este modo la gran diferencia de temperaturas que se pueden dar entre el día y la noche.

Las temperaturas más altas se dan entre noviembre y enero, siendo enero el mes con mayor temperatura alcanzando hasta los 15°C en promedio.

Los meses más fríos del año están entre Mayo y Julio, con temperaturas que pueden llegar a - 2.4°C.

La forma como se distribuye la precipitación pluvial a lo largo del año está dada por tres periodos, dos periodos bien definidos y un periodo de transición.

- Una lluviosa (> a 100mm.), de Noviembre a Marzo.
- Una de secano (< a 20mm.), de Mayo a Agosto.
- Otra de transición (10 – 100mm.), Abril y Setiembre-Octubre.
- La precipitación media anual acumulada es de 716.3mm.
- El mes más lluvioso es enero con 147.1mm.
- El mes más seco es junio con 6.24mm.

La zona de estudio está considerada como "Bosque Seco Montano Bajo" comprendido entre los 2200 y 3300 msnm. corresponde a la zona de mayor densidad de población estando los principales centros poblados recibe de 500 a 1000 mm de precipitación anuales, debido a las temperaturas muy bajas y la poca evapotranspiración el clima es relativamente "Húmedo" por razones de sobrepastoreo y la explotación excesiva de la leña, la vegetación natural ha desaparecido. La vegetación actual que se tiene consiste en gramíneas, arbustos y árboles (Molle, Sauce, Eucalipto, Álamo) se nota gran abundancia de retama, nopal, y maguey.

Los suelos delgados en las laderas y de relativa profundidad en las zonas planas presentan buenas características para el cultivo de granos como son el maíz, trigo, cebada, así como también las hortalizas y alfalfa con una protección de los suelos contra la erosión.



CORPORACIÓN PERUANA S.P.A.
RUC: 2015030214

Juan Pablo Enciso Cordero
GERENTE GENERAL

Página 2 | 6



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Por todas estas condiciones la zona de estudio es muy favorable para la actividad agrícola.

2.0 TRABAJO DE CAMPO:

El solicitante se constituyó en la zona de estudio a fin de realizar la toma de muestras representativas los cuales fueron trasladados al laboratorio para el análisis de ensayos correspondiente.

3.0 TRABAJO DE LABORATORIO:

Con toda la información entrega por los interesados referido a la descripción y ubicación de la cantera con los resultados que se vienen obteniendo en el laboratorio se podrá obtener las características físicas y mecánicas de las canteras para agregado.



CORPORACIÓN PERUANA JPE S.A.C.
RUC: 20468302161

Juan Pablo Enciso Ludeña
GERENTE GENERAL

Página 3 | 6



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

3.1 ANÁLISIS Y ENSAYOS DE LABORATORIO:

Se ejecutaron los ensayos de laboratorio para determinar las características físico-mecánicas. El programa de ensayos comprende de las siguientes pruebas de laboratorio:

- Determinación del contenido de humedad MTC E 108 (ASTM-D-2216)
- Análisis Granulométrico por tamizado MTC E 204 (ASTM-D-422)
- Abrasión MTC E 207 (ASTM C-131)
- Terrones de Arcilla y Partículas friables MTC E 212 (ASTM C- 40)
- Peso Específico. Gravedad Específica MTC E 206 (ASTM C-127)
- Impurezas Orgánicas MTC E 213 (ASTM C-33)
- Sales Solubles MTC E 219

Los resultados resumidos de los ensayos de suelos para canteras se presentan en el anexo correspondiente.

3.2 PARAMETROS FISICO MECANICOS AGREGADO

ENSAYO	GRUESO	FINO
Humedad natural	0.83%	6.42%
Pasa N° 200	0%	5.0%
Peso específico	2.99 gr/cm ³	2.96 gr/cm ³
Abrasión	29.6%	--
Terrones de arcilla y partículas friables	0.98 Kg/ Cm ³	2.16Kg/ Cm ³
Materia orgánica	Color N° 8	Color N° 8
Sulfatos	0.225%	15.65%
Cloruros	0.035%	35.8%



INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Portón Quispe
CIP 19018
GERENTE

CORPORACION PERUANA J.P.A. S.A.
RUC: 20938302/31

Juan Pablo Enciso Ludeña
GERENTE GENERAL



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

4 VERIFICACION DE CANTERAS.

Se realizó el ensayo de agregado grueso y fino el cual fue proporcionado en laboratorio.

Cuadro: Parámetros de especificación y propiedades agregado

CUADRO 4 PARÁMETROS DE ESPECIFICACION CANTERA AGREGADO GRUESO 1/2"

ENSAYO	CANTERA	ESPECIFICACION	OBSERVACION
Granulometría		Huso granulométrico	Dentro del Uso
Pasa malla 200	0%	5% Max.	Cumple
Terrones de arcilla y Partículas friables	0.98%	3.0 Max.	Cumple
Abrasión	29.6%	50% Max.	Cumple
Materia Orgánica	Color N° 8	N°11 Standar.	Cumple
Sulfatos	0.196	1.0 %	Cumple
Cloruros	0.019	0.1 %	Cumple

Observación: para que las canteras cumplan en huso granulométrico tienen que ser zarandeados por la malla 2"

CUADRO 4 PARÁMETROS DE ESPECIFICACION CANTERA AGREGADO FINO

ENSAYO	CANTERA	ESPECIFICACION	OBSERVACION
Granulometría		Huso granulométrico	Dentro del Uso
Pasa malla 200	5%	5% Max.	Cumple
Terrones de arcilla y Partículas friables	2.16%	3.0 Max.	Cumple
Materia orgánica	Color N°8	N°11 Standar.	Cumple
Sulfatos	0.225%	1.2 %	Cumple
Cloruros	0.035%	0.1 %	Cumple

Observación: para que las canteras cumplan en huso granulométrico tienen que ser zarandeados por la malla 1/2".

CORPORACIÓN PERUANA JUEL S.A.C.
RUC: 20530302181
Juan Pablo Enciso LUGO
GERENTE GENERAL

INGEOLAB S.R.L.
Ing. Gildardo Enciso LUGO
GERENTE

Página 5 | 6



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc.), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES:

A nivel de ensayos de cantera para agregado

- La muestra fue proporcionada por los interesados.
- El cuadro resumen nos indica los materiales ensayados.

ITEM	DESCRIPCION	UBICACIÓN		MATERIAL
1	CANtera AGREGADO	SECTOR ACCOSCCA	cumple	PIEDRA CHANCADA
2	CANtera AGREGADO	SECTOR ACCOSCCA	cumple	ARENA GRUESA

- las canteras deberán ser preparadas y zarandeadas en la malla 1/2", por medio de la cual las canteras cumplirán para ser material agregado.
- El material deberá ser lavado a fin de cumplir la especificación ASTM C-40.

4.2 RECOMENDACIONES:

- Usar las canteras previo zarandeo de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- las canteras deberán ser limpiados en su capa superior siendo estos eliminados y escarificados en su totalidad.
- En el proceso de explotación de las canteras serán explotadas de acuerdo a los volúmenes requeridos



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.
Ing. Guido Faján (Ingeniero)
CP. 18318
GERENTE

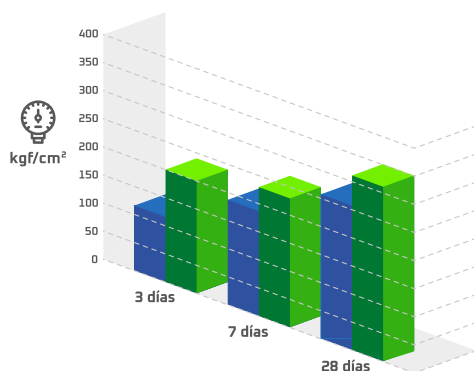
CORPORACIÓN PERUANA S.A.
RUC: 20538342181

Juan Pablo Enciso Ludeña
GERENTE GENERAL

Página 6 | 6

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS		Requisitos	CEMENTO YURA MAX TIPO HS
REQUISITOS FÍSICOS		Norma Técnica Peruana 334.082:2020 Norma Americana ASTM C 1157/C 1157M-20 CEMENTO TIPO HS	
Densidad	g/cm ³	-	2.70 a 2.8
Expansión en Autoclave	%	máximo 0.80	-0.09 a 0.03
Tiempo de fraguado inicial Vicat	minutos	45 a 420	170 a 280
Contenido de aire	%	máximo 12	3 a 8
Expansión de la barra de mortero a 14 días	%	máximo 0.020	<0.020
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
3 días	kgf/cm ²	mínimo 112	150 a 200
7 días	kgf/cm ²	mínimo 184	190 a 230
28 días	kgf/cm ²	mínimo 255	270 a 310
RESISTENCIA A LOS SULFATOS			
Expansión a 6 meses	%	máximo 0.05	0.03 a 0.05
Expansión a 12 meses	%	máximo 0.10	0.04 a 0.05
Expansión a 18 meses	%	-	0.04 a 0.06



COMPARACIÓN RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

CEMENTO YURA MAX TIPO HS VS
REQUISITOS NORMAS TECNICAS NTP 334.082

- Cemento Tipo HS
Norma técnica
NTP 334.082 (ASTM C1157)
- Cemento Yura MAX
Tipo HS



FACTOR R

El factor R, contrarresta las reacciones nocivas de los agregados de mala calidad, contribuyendo junto a la resistencia a los sulfatos y su mayor impermeabilidad, a alcanzar una máxima durabilidad.

OTRAS PROPIEDADES



01
ALTA RESISTENCIA



Gracias a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, el cemento YURA MAX desarrolla con el tiempo resistencias a la compresión superiores a otros tipos de cemento. Los silicatos presentes en la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento, formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos. Estos proporcionan al cemento una resistencia adicional, superando a otros tipos que no contienen puzolana.



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® Fibermesh®-150

MICROFIBRA SINTÉTICA DE MONOFILAMENTO.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fibermesh®-150 es una fibra de polipropileno de monofilamento (fabricada con 100% de resina de polipropileno virgen) diseñada específicamente para su uso en hormigón como refuerzo secundario, para controlar la retracción plástica y el agrietamiento por asentamiento.

USOS

Sika® Fibermesh®-150 se puede utilizar en todo tipo de concreto. Las aplicaciones típicas incluyen:

- Losas
- Aceras
- Calzadas
- Cubiertas
- Bordillos
- Elementos prefabricados
- Revestimientos, etc.

Sika® Fibermesh®-150 actúa físicamente reforzando al concreto con una red de fibra multidimensional. Sika® Fibermesh®-150 puede disminuir el agrietamiento por retracción plástica y por secado y aumenta la resistencia al impacto. En caso de que el concreto (ya endurecido) esté expuesto al fuego, la presencia de Sika® Fibermesh®-150 reduce el desprendimiento explosivo del concreto (spalling).

No afecta químicamente el proceso de curado y no absorbe agua.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Manejo simple, facilidad de trabajo.
- Reduce el agrietamiento por retracción plástica.
- Proporciona refuerzo multidimensional.
- Mejora la resistencia al impacto, rotura y abrasión del concreto.
- Reduce la exudación.
- Reduce el daño por ciclos hielo - deshielo.
- Excelente terminación a la vista.
- Mayor durabilidad.
- Reducción de desprendimiento en caso de incendio.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma europea EN 14889-2 fibras para concreto.

Cumple con ASTM C1116 / C1116M, concreto reforzado con fibra tipo III.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Polipropileno
Empaques	▪ Bolsas hidrosolubles de 0.6 kg, 20 bolsas por caja. ▪ Bolsas hidrosolubles de 0.75 kg, 18 bolsas por caja.
Vida Útil	Por la naturaleza del empaque (hidrosoluble) se recomienda darle uso dentro de los 5 años a partir de la fecha de fabricación.
Condiciones de Almacenamiento	Sika® Fibermesh®-150 se debe almacenar en un ambiente seco, en su envase original y cerrado. Evitar contacto directo con la intemperie.
Apariencia / Color	Microfibra sintética monofilamento de color blanco.
Dimensiones	▪ Longitud: Entre 12.7 mm y 19 mm ▪ Diámetro: entre 0,03 - 0,05 mm.
Densidad	0.91 g/cm³
Punto de Fusión	~ 162°C

INFORMACIÓN TÉCNICA

Specific tensile strength	165 MPa
Módulo de Elasticidad	1.4 GPa
Elongación de Rotura	> 250%
Absorción de Agua	No tiene absorción.
Resistencia a la Alcalinidad	Alta

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada	La dosis de Sika® Fibermesh®-150 varía según el tipo de aplicación y los requisitos de rendimiento y desempeño. La proporción de dosis recomendada estándar está entre 0,5 - 0,9 kg/m³ para reducir la fisuración por contracciones plásticas. Al menos 0.9kg/m³ para mejorar la resistencia al impacto y entre 1 - 2 kg/m³ para mejorar la resistencia al fuego.
---------------------------------	---

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 solici-

Hoja De Datos Del Producto
Sika® Fibermesh®-150
Agosto 2023, Versión 01.02
021408021010000056



C) Resultados de ensayos a los agregados en laboratorio

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN:

Pag. 1/1

FECHA: 21/05/2025

DISTRITO: ANDAHUAYLAS
PROVINCIA: ANDAHUAYLAS
REGION: APURIMAC

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO NTP 400.037 MTC E-204

MUESTRA: ARENA
CANTERA: ACCOSCCA

ANALISIS GRANULOMETRICO

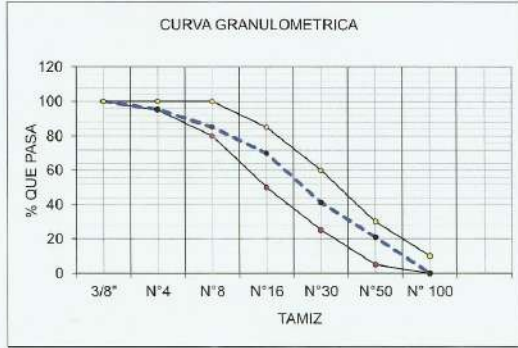
MALLA	mm	PESO C/MALLA	RET. % gr.	RETENIDO % C/MALLA	RETENIDO ACUM. %	% QUE PASA
3/8"	9.525		0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.750		45	4.50	4.50	95.50
N°8	2.360		101.4	10.14	14.64	85.36
N°16	1.180		154	15.40	30.04	69.96
N°30	0.600		287.4	28.74	58.78	41.22
N°50	0.355		203.9	20.39	79.17	20.83
N°100	0.150		208.3	20.83	100.00	0.00
FONDO			0	0.00	100.00	0.00
TOTAL			1000	100.00	287.13	

LIMITES GRANUL. AG. FINO
SEGUN LA NTP 400.037

MALLA	mm	% QUE PASA
3/8"	9.525	100
N°4	4.750	95
N°8	2.360	85
N°16	1.180	50
N°30	0.600	25
N°50	0.355	5
N°100	0.150	0

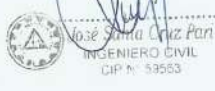
MODULO DE FINEZA 2.87
GRAFICO DE GRANULOMETRIA CORREGIDA

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACION: En el análisis granulométrico del agregado fino se determinó que la granulometría de este material cumple con la normatividad vigente, por lo que es un material que puede ser usado en la elaboración de concreto.

NOTA
MUESTREO IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA ALTA- SANTIAGO - CUSCO
www.labsuelosac.com

CEL 974675021
RUC: 20606713691

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 1/1

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico
PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"
UBICACIÓN: DISTRITO: ANDAHUAYLAS
PROVINCIA: ANDAHUAYLAS
REGION: APURIMAC
FECHA: 21/05/2025

GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO NTP 400.012 MTC E-204

MUESTRA: PIEDRA CHANCADA
CANTERA: ACCOSCCA

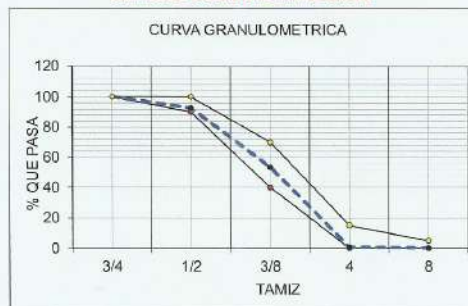
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1/2"

Tamaño Máximo Nominal: 1/2"
Huso 7
LÍMITES GRANUL. AG. GRUESO
SEGÚN LA ASTM

MALLA Pulg	Malla mm	PESO C/MALLA	RET. % C/MALLA	RETENIDO % ACUM.	% QUE PASA
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	12.500	146.45	7.32	7.32	92.68
3/8	9.500	785.34	39.27	46.59	53.41
4	4.750	1053.32	52.67	99.26	0.74
#	2.360	9.89	0.49	99.75	0.25
FONDO		5.00	0.25	100.00	0.00
TOTAL		2000	100.00	352.92	

MALLA	% QUE PASA
3/4	100
1/2	90
3/8	40
4	0
8	0
FONDO	0

GRAFICO DE GRANULOMETRIA DE ORIGEN



OBSERVACION: En el análisis granulométrico del agregado grueso se determinó que la granulometría de este material cumple con la normalidad vigente, por lo que es un material que puede ser usado en la elaboración de concreto.

NOTA:
MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO

José Santa Cruz Pan
INGENIERO CIVIL
CIP N° 59563

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 1/1

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

PROYECTO:

TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN: 21/05/2025

CANTERA : ACCOSCCA
MATERIAL: ARENA

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
MTC E 215

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN: ARENA
MUESTRA: ACCOSCCA

PRESENTACIÓN: COSTALILLO BLANCO
CANTIDAD: 500 gr

Item	Agregados	Masa de la Muestra Humeda (gr)	Masa de la Muestra Seca (gr)	Contenido de Humedad (gr)
1	Agregado fino	500	483	3.52
2	Agregado fino	500	484	3.31
3	Agregado fino	500	482	3.73

NOTA:

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADO POR EL PETICIONARIO


JOSÉ MARÍA CÁRDENAS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 59563

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO

www.labsuelosac.com
TLP: 974075021 EMAIL: josemaria@labsuelosac.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 1/1

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

PROYECTO:
TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 21/05/2025

CANTERA : ACCOSCCA
MATERIAL: PIEDRA CHANCADA

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 215

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: ACCOSCCA

PRESENTACION COSTALILLO BLANCO
CANTIDAD: 2000 gr

Item	Agregados	Masa de la Muestra Humeda (gr)	Masa de la Muestra Seca (gr)	Contenido de Humedad (gr)
1	Agregado grueso	2000	1996	0.20
2	Agregado grueso	2000	1998	0.10
3	Agregado grueso	2000	1994	0.30

NOTA:
MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO


JOSÉ ANTONIO CRUZ RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 53563

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 419 ZARZUELA - SANTIAGO

www.labsuelosaac.com
TLF: 974675021 EMAIL: joseantonio@hotmmail.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 1/1

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

PROYECTO:
TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN: 21/05/2025

CANTERA: ACCOSCCA
MUESTRA: ARENA

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO MTC E 203

Item	Agregados	Peso Recipiente (gr).	Volumen recipiente (cm3)	Peso Agreg. Suelto + recip.(gr)	Peso Agreg. Compacto + recip.(gr)	P.U. Suelto (gr/cm3)	P.U. Compacto (gr/cm3)
1	Agregado fino	2469	2850	6548.0	7062.0	1.431	1.612
2	Agregado fino	2469	2850	6540.0	7062.0	1.428	1.612
3	Agregado fino	2469	2850	6556.0	7062.0	1.434	1.612

NOTA:
MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO



José Santa Cruz Pati
INGENIERO CIVIL
CIP N° 99593

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 419 ZARZUELA - SANTIAGO

www.labsuelosac.com
TLP: 974975021 EMAIL: jose@labsuelosac.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 1/1

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

PROYECTO:
TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 21/05/2025

CANTERA : ACCOSCCA
MUESTRA: PIEDRA CHANCADA

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO MTC E 203

Item	Agregados	Peso Recipiente (gr).	Volumen recipiente (cm3)	Peso Agreg. Suelto + recip.(gr)	Peso Agreg. Compacto + recip.(gr)	P.U. Suelto (gr/cm3)	P.U. Compacto (gr/cm3)
1	Agregado grueso	6078	9300	19976.0	20722.0	1.494	1.575
2	Agregado grueso	6078	9300	19980.0	20753.0	1.495	1.578
3	Agregado grueso	6078	9300	19972.0	20691.0	1.494	1.571

NOTA:
MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO



José Santa Cruz Pani
INGENIERO CIVIL
CIP 53583

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 416 ZARZUELA - SANTIAGO

www.labsuelosac.com
TLF. 974675021 EMAIL: jose.santacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 1/3

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

SOLICITANTE: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN: 21/05/2025

CANTERA AGREG.: ACCOSCCA

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO
MTC E - 205

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION: ARENA PRESENTACION: COSTALILLO BLANCO
MUESTRA: ACCOSCCA CANTIDAD: 500 gr

Peso en el aire de la Muestra secada al Horno (gr)	A	487	gr.
Peso del Picnometro lleno con agua (gr):	B	659	gr.
Peso del Picnometro con la muestra y el agua hasta la marca de calibracion (gr)	C	963	gr.
Peso de la muestra saturada y superficialmente seca (gr).	S	500	gr.

Peso Especifico de la masa $Pem = \frac{A}{B + S - C} = 2.48$

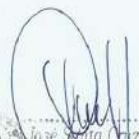
Peso Especifico saturado superficialmente seco. $PeSSS = \frac{S}{B + S - C} = 2.55$

Peso Especifico Aparente. $Pea = \frac{A}{B + A - C} = 2.66$

Absorción. $Ab(\%) = \frac{S - A}{A} \times 100 = 2.67$

NOTA:

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO


Jose Santa Cruz Pani
INGENIERO CIVIL
CIP N° 53553

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosac.com
T.F.: 974675021 EMAIL: josevancocco@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 2/3

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

SOLICITANTE: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN: 21/05/2025

CANTERA AGREG. : ACCOSCCA

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO
MTC E - 205

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN: ARENA PRESENTACIÓN: COSTALILLO BLANCO

MUESTRA: ACCOSCCA CANTIDAD: 500 gr

Peso en el aire de la Muestra secada al Horno (gr)	A	488	gr.
Peso del Picnometro lleno con agua (gr):	B	659	gr.
Peso del Picnometro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)	C	963	gr.
Peso de la muestra saturada y superficialmente seca (gr).	S	500	gr.

Peso Especifico de la masa $Pem = \frac{A}{B + S - C} = 2.49$

Peso Especifico saturado superficialmente seco. $PeSSS = \frac{S}{B + S - C} = 2.55$

Peso Especifico Aparente. $Pea = \frac{A}{B + A - C} = 2.65$

Absorción. $Ab(\%) = \frac{S - A}{A} \times 100 = 2.46$

NOTA:

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO


José Santa Cruz Peña
INGENIERO CIVIL
CIP N° 59563

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosasac.com
T.L.F. 974675021 EMAIL: jose.santacruz@hcmail.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 3/3

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

SOLICITANTE: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN: 21/05/2025

CANTERA AGREG. : ACCOSCCA

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO
MTC E - 205

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN: ARENA **PRESENTACIÓN:** COSTALILLO BLANCO

MUESTRA: ACCOSCCA **CANTIDAD:** 500 gr

Peso en el aire de la Muestra secada al Horno (gr)	A	486	gr.
Peso del Picnómetro lleno con agua (gr):	B	659	gr.
Peso del Picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)	C	963	gr.
Peso de la muestra saturada y superficialmente seca (gr).	S	500	gr.

Peso Especifico de la masa $Pem = \frac{A}{B + S - C} =$ **2.48**

Peso Especifico saturado superficialmente seco. $PeSSS = \frac{S}{B + S - C} =$ **2.55**

Peso Especifico Aparente. $Pea = \frac{A}{B + A - C} =$ **2.67**

Absorción. $Ab(\%) = \frac{S - A}{A} \times 100 =$ **2.88**

NOTA:

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO

JOSÉ SANTOS CRUZ PEÑA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 52553

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 101

www.labsuelos.com
TLP: 974875021 EMAIL: jmsantos@hotm.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 1/3

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

SOLICITANTE: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 21/05/2025

CANTERA AGREGADO: ACCOSCCA

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
MTC E - 206

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION: PIEDRA CHANCADA **PRESENTACION:** COSTALILLO BLANCO

MUESTRA: ACCOSCCA **CANTIDAD:** 2500 gr

Peso de la Muestra seca, gr.

A	2466
B	2500
C	1550

 gr.

Peso de la muestra saturada sup. Seca en el aire, gr. gr.

Peso en el agua de la muestra saturada, gr. gr.

Peso Especifico Aparente. $P_{ea} = \frac{A}{A - C} =$ **2.69**

Peso Especifico sat. Superf. Seco. $P_{eSS} = \frac{B}{B - C} =$ **2.63**

Peso Especifico de la masa. $P_{em} = \frac{A}{B - C} =$ **2.60**

Absorción. $Ab(\%) = \frac{B - A}{A} \times 100 =$ **1.38**

NOTA:

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO


Jose Santa Cruz Pan
INGENIERO CIVIL
CIP N° 54963

LABORATORIO: AV. ALFONSO LIGARTE 419, ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos-sac.com
T.L.F. 974875021 EMAIL: josesantacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 2/3

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

SOLICITANTE: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 21/05/2025

CANTERA AGREGADO: ACCOSCCA

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
MTC E - 206

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION: PIEDRA CHANCADA **PRESENTACION:** COSTALILLO BLANCO

MUESTRA: ACCOSCCA **CANTIDAD:** 2500 gr

Peso de la Muestra seca, gr.	A	2466	gr.
Peso de la muestra saturada sup. Seca en el aire, gr.	B	2500	gr.
Peso en el agua de la muestra saturada, gr.	C	1550	gr.

Peso Especifico Aparente. $P_{ea} = \frac{A}{A - C} = 2.69$

Peso Especifico sat. Superf. Seco. $P_{eSS} = \frac{B}{B - C} = 2.63$

Peso Especifico de la masa. $P_{em} = \frac{A}{B - C} = 2.60$

Absorción. $Ab(\%) = \frac{B - A}{A} \times 100 = 1.38$

NOTA:

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO


José Santa Cruz Pani
INGENIERO CIVIL

LABORATORIO: AV. ALFONSO LIGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
ORDEN: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos.sac.com
T.L.F. 974575021 EMAIL: jcsantaccc@gmail.com

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE AGREGADOS

Pag. 3/3

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

SOLICITANTE: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 21/05/2025

CANTERA AGREGADO: ACCOSCCA

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
MTC E - 206

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION: PIEDRA CHANCADA PRESENTACION: COSTALILLO BLANCO
MUESTRA: ACCOSCCA CANTIDAD: 2500 gr

Peso de la Muestra seca, gr.

A	2466	gr.
B	2500	gr.
C	1550	gr.

Peso de la muestra saturada sup. Seca en el aire, gr.

Peso en el agua de la muestra saturada, gr.

Peso Especifico Aparente. $P_{ea} = \frac{A}{A - C} = 2.69$

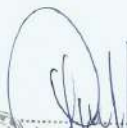
Peso Especifico sat. Superf. Seco. $P_{eSSS} = \frac{B}{B - C} = 2.63$

Peso Especifico de la masa. $P_{em} = \frac{A}{B - C} = 2.60$

Absorción. $Ab(\%) = \frac{B - A}{A} \times 100 = 1.38$

NOTA

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO


José Santa Cruz Pari
INGENIERO CIVIL
DIPLOMADO

LABORATORIO: AV. ALFONSO LIGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos.sac.com
TUF: 974675021 EMAIL: jose.santacruz@hotmail.com

D) Diseños de mezcla elaborados

LABSUELOS
S.A.C.



Labsuelos S.A.C.
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 07/06/2025

CANtera AGREG. GRUESO: ACCOSCCA

CANtera AGREG. FINO: ACCOSCCA

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI.
f'c= 300 Kg/cm2

DATOS:

Cemento: Cemento PORTLAND Tipo IP

P.E. 2.75 gr/cm3

f'c= 300 Kg/cm2

slump: 1-3 Pulg.

Pe agua: 1000 Kg/m3

AGREGADOS

PARAMETROS	FINO	GRUESO
Perfil		Angular
Peso Unitario suelto (Kg/m3)	1431.228	1494.409
Peso Unitario compacto (Kg/m3)	1611.579	1574.624
Peso Especifico (Kg/m3)	2480	2600
Modulo de fineza	2.87	
TMN (Pulg.)		1/2"
% Absorción.	2.67	1.38
% Humedad.	3.52	0.20





Juan Carlos B.J. Castillo Quico
INGENIERO CIVIL
CIP N° 53653

Pag. 1/5

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO

OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



1. CALCULO F'cr

F'cr: 384 Kg/cm²

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra			
Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$	$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$	$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$	$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5$

2. CONTENIDO DE AIRE. 2.5 %

Contenido de Aire Atrapado	
Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

3. CONTENIDO DE AGUA

a: 199 Litros.

Volumen Unitario de Agua
Agua en 1/m³ para el Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso y consistencia indicada

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Pag. 2/5

José Santa Cruz Parí
INGENIERO CIVIL
CIP 1159583

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



4. RELACION AGUA CEMENTO a/c:

RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días) kg/cm ²	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

350	0.48
384	X
400	0.43

a/c: 0.45

5. CONTENIDO DE CEMENTO

CEMENTO: 446.19 Kg

Factor cemento: 10.50 Bls.

Pag. 3/5



José María Cruz Parí
INGENIERO CIVIL
CIP 41583

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



6. PESO AGREGADO GRUESO

Vol. Ag. Grueso: 0.54

Peso A. Grueso: 850.29696 Kg.

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

7. VOLUMEN ABSOLUTO.

Cemento: 0.16 m3
 Agua: 0.20 m3
 Aire: 0.03 m3
 Vol. Agreg. Grueso: 0.33 m3
 Total: 0.71 m3

Vol. Agreg. Fino: 0.29 m3

8. PESO DEL AGREGADO FINO.

Peso Agreg. Fino: 711.05 Kg

9. PRESENTACION DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento: 446.19 Kg
 Agregado Fino: 711.05 Kg
 Agregado Grueso: 850.30 Kg
 Agua: 199 Lt

10. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.

Agregado Fino: 736.08 Kg
 Agregado Grueso: 852.00 Kg

Pag. 4/5



José María Cruz Páez
INGENIERO CIVIL
CIP 117 47583

LABSUELOS
S.A.C.



11. APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA.

Agregado Fino: 6.04 Lt
Agregado Grueso: -10.03 Lt
Total: -3.99 Lt

12. AGUA EFECTIVA.

Agua: 202.99 Lt.

13. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO EN PESO

CEMENTO (Kg.)	A. FINO (Kg.)	A. GRUESO (Kg.)	AGUA.
446.2	736.1	852.0	202.99

PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt.)
1.00	1.65	1.91	19.34

NOTA:
MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO

Pag. 5/5

José Soria Chua Pan
INGENIERO CIVIL
CIP 52553

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 07/06/2025

CANTERA AGREG. GRUESO: ACCOSCCA
CANTERA AGREG. FINO: ACCOSCCA

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI.

$f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$

DATOS:

Cemento: Cemento PORTLAND Tipo IP

P.E. 2.75 gr/cm³

$f'c$ 350 Kg/cm²

slump: 1-3 Pulg.

Pe agua: 1000 Kg/m³

AGREGADOS

PARAMETROS	FINO	GRUESO
Perfil		Angular
Peso Unitario suelto (Kg/m ³)	1431.228	1494.409
Peso Unitario compacto (Kg/m ³)	1611.579	1574.624
Peso Especifico (Kg/m ³)	2480	2600
Modulo de fineza	2.87	
TMN (Pulg.)		1/2"
% Absorción.	2.67	1.38
% Humedad.	3.52	0.20

Pag. 1/5


José Sotelo Cruz Ruiz
INGENIERO CIVIL
CIP 115850

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



1. CALCULO F'cr

F'cr: Kg/cm²

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra			
Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$	$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$	$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$	$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5$

2. CONTENIDO DE AIRE. %

Contenido de Aire Atrapado	
Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

3. CONTENIDO DE AGUA

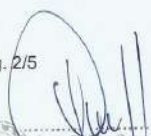
a: Litros.

Volumen Unitario de Agua

Agua en 1/m³ para el Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso y consistencia indicada

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Pag. 2/5


 José Smith Cruz Pan
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 52563

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
 OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



4. RELACION AGUA CEMENTO a/c:

f' cr (28 días) kg/cm ²	RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA	
	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

420	0.41
434	X
450	0.38

a/c: 0.40

5. CONTENIDO DE CEMENTO

CEMENTO: 502.53 Kg

Factor cemento: 11.82 Bls.

Pag. 3/5

038 Santa Cruz, Parí
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53553

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
 OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC, 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



6. PESO AGREGADO GRUESO

Vol. Ag. Grueso: 0.54

Peso A. Grueso: 850.29696 Kg.

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

7. VOLUMEN ABSOLUTO.

Cemento: 0.18 m3
 Agua: 0.20 m3
 Aire: 0.03 m3
 Vol. Agreg. Grueso: 0.33 m3
 Total: 0.73 m3

Vol. Agreg. Fino: 0.27 m3

8. PESO DEL AGREGADO FINO.

Peso Agreg. Fino: 660.24 Kg

9. PRESENTACION DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento: 502.53 Kg
 Agregado Fino: 660.24 Kg
 Agregado Grueso: 850.30 Kg
 Agua: 199 Lt

10. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.

Agregado Fino: 683.48 Kg
 Agregado Grueso: 852.00 Kg

Pag. 4/5

 José Santa Cruz Par
INGENIERO CIVIL
CIP N° 59955

LABSUELOS
S.A.C.



11. APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA.

Agregado Fino: 5.61 Lt
Agregado Grueso: -10.03 Lt
Total: -4.42 Lt

12. AGUA EFECTIVA.

Agua: 203.42 Lt.

13. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO EN PESO

CEMENTO (Kg.)	A. FINO (Kg.)	A. GRUESO (Kg.)	AGUA.
502.5	683.5	852.0	203.42

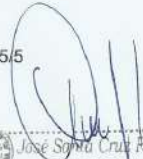
PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt.)
1.00	1.36	1.70	17.20

NOTA:

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO

Pag. 5/5


José Soria Cruz
INGENIERO CIVIL
CIP 111 4555

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 07/06/2025

CANTERA AGREG. GRUESO: ACCOSCCA
CANTERA AGREG. FINO: ACCOSCCA

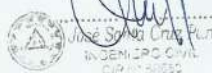
DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI. $f'c = 380 \text{ Kg/cm}^2$

DATOS:
Cemento: Cemento PORTLAND Tipo IP
P.E. 2.75 gr/cm³
 $f'c$ 380 Kg/cm²
slump: 1-3 Pulg.
Pe agua: 1000 Kg/m³

AGREGADOS

PARAMETROS	FINO	GRUESO
Perfil		Angular
Peso Unitario suelto (Kg/m ³)	1431.228	1494.409
Peso Unitario compacto (Kg/m ³)	1611.579	1574.624
Peso Especifico (Kg/m ³)	2480	2600
Modulo de fineza	2.87	
TMN (Pulg.)		1/2"
% Absorción.	2.67	1.38
% Humedad.	3.52	0.20

Pag. 1/5



AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS S.A.C.



1. CALCULO F'cr

F'cr: Kg/cm²

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra			
Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$	$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$	$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$	$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5$

2. CONTENIDO DE AIRE. %

Contenido de Aire Atrapado	
Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

3. CONTENIDO DE AGUA

a: Litros.

Volumen Unitario de Agua
Agua en 1 m³ para el Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso y consistencia indicada

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Pag. 2/5



José Santa Cruz Pari
INGENIERO CIVIL
CIP 45583

LABSUELOS
S.A.C.



4. RELACION AGUA CEMENTO a/c:

RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días) kg/cm ²	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

450	0.38
478	X
500	0.34

a/c: 0.36

5. CONTENIDO DE CEMENTO

CEMENTO: 556.49 Kg

Factor cemento: 13.09 Bls.

Pag. 3/5

 José María Cruz Peres
INGENIERO CIVIL
C.R. 44583

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



6. PESO AGREGADO GRUESO

Vol. Ag. Grueso: 0.54

Peso A. Grueso: 850.29696 Kg.

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

7. VOLUMEN ABSOLUTO.

Cemento: 0.20 m3
 Agua: 0.20 m3
 Aire: 0.03 m3
 Vol. Agreg. Grueso: 0.33 m3
 Total: 0.75 m3

Vol. Agreg. Fino: 0.25 m3

8. PESO DEL AGREGADO FINO.

Peso Agreg. Fino: 611.58 Kg

9. PRESENTACION DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento: 556.49 Kg
 Agregado Fino: 611.58 Kg
 Agregado Grueso: 850.30 Kg
 Agua: 199 Lt

10. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.

Agregado Fino: 633.10 Kg
 Agregado Grueso: 852.00 Kg

Pag. 4/5



Jose Santa Cruz
INGENIERO CIVIL
CIP N° 59593

LABSUELOS
S.A.C.



11. APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA.

Agregado Fino: 5.20 Lt
Agregado Grueso: -10.03 Lt
Total: -4.84 Lt

12. AGUA EFECTIVA.

Agua: 203.84 Lt.

13. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO EN PESO

CEMENTO (Kg.)	A. FINO (Kg.)	A. GRUESO (Kg.)	AGUA.
556.5	633.1	852.0	203.84

PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt.)
1.00	1.14	1.53	15.57

NOTA:
MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO

Pag. 5/5

José Santa Cruz Parí
INGENIERO CIVIL
C.R. 14770593

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



LABORATORIO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 07/06/2025

CANTERA AGREG. GRUESO: ACCOSCCA
CANTERA AGREG. FINO: ACCOSCCA

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI.

f'c= 400 Kg/cm²

DATOS:

Cemento: Cemento PORTLAND Tipo IP

P.E. **2.75** gr/cm³

f'c= **400** Kg/cm²

slump: **1-3** Pulg.

Pe agua: **1000** Kg/m³

AGREGADOS

PARAMETROS	FINO	GRUESO
Perfil		Angular
Peso Unitario suelto (Kg/m ³)	1431.228	1494.409
Peso Unitario compacto (Kg/m ³)	1611.579	1574.624
Peso Especifico (Kg/m ³)	2480	2600
Modulo de fineza	2.87	
TMN (Pulg.)		1/2"
% Absorcion.	2.67	1.38
% Humedad.	3.52	0.20

Pag. 1/5


José Santo Cruz Ruiz
INGENIERO CIVIL
COP 11002

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20806713891 TLF. 974675021

LABSUELOS S.A.C.



1. CALCULO F'cr

F'cr: 498 Kg/cm²

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra			
Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$	$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$	$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$	$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5$

2. CONTENIDO DE AIRE. 2.5 %

Contenido de Aire Atrapado	
Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

3. CONTENIDO DE AGUA

a: 199 Litros.

Volumen Unitario de Agua

Agua en 1/m³ para el Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso y consistencia indicada

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Pag. 2/5



José Santos Cruz Ruiz
INGENIERO CIVIL
CIP 59563

LABSUELOS
S.A.C.



4. RELACION AGUA CEMENTO a/c:

RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días) kg/cm ²	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

450	0.38
498	X
500	0.34

a/c: **0.34**

5. CONTENIDO DE CEMENTO

CEMENTO: 582.55 Kg

Factor cemento: 13.71 Bls.

Pag. 3/5



José María Cruz Parí
INGENIERO CIVIL
CIP 115992

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

LABSUELOS
S.A.C.



6. PESO AGREGADO GRUESO

Vol. Ag. Grueso: 0.54

Peso A. Grueso: 850.29696 Kg.

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

7. VOLUMEN ABSOLUTO.

Cemento: 0.21 m3
 Agua: 0.20 m3
 Aire: 0.03 m3
 Vol. Agreg. Grueso: 0.33 m3
 Total: 0.76 m3

Vol. Agreg. Fino: 0.24 m3

8. PESO DEL AGREGADO FINO.

Peso Agreg. Fino: 588.07 Kg

9. PRESENTACION DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento: 582.55 Kg
 Agregado Fino: 588.07 Kg
 Agregado Grueso: 850.30 Kg
 Agua: 199 Lt

10. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.

Agregado Fino: 608.77 Kg
 Agregado Grueso: 852.00 Kg

Pag. 4/5


 José Santa Cruz Peña
 INGENIERO CIVIL
 CIP 116553

LABSUELOS
S.A.C.



11. APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA.

Agregado Fino: 5.00 Lt
Agregado Grueso: -10.03 Lt
Total: -5.03 Lt

12. AGUA EFECTIVA.

Agua: 204.03 Lt.

13. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO EN PESO

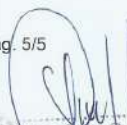
CEMENTO (Kg.)	A. FINO (Kg.)	A. GRUESO (Kg.)	AGUA.
582.6	608.8	852.0	204.03

PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (Lt.)
1.00	1.05	1.46	14.89

NOTA:
MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADO POR EL PETICIONARIO

Pag. 5/5



Jose Santa Cruz
INGENIERO CIVIL
CIP N° 59563

AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFIC. 701

RUC. 20606713691 TLF. 974675021

E) Resultados de ensayos a compresión

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



Labsuelos S.A.C.
Laboratorio: Suelos, concreto y asfalto

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico Pag. 1/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS MTC E 704

DATOS DE LA MUESTRA

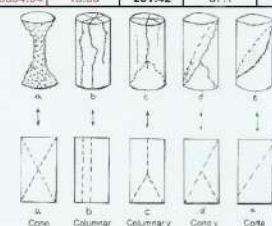
DESCRIPCION: TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm **PRESENTACION:** Suelos

MUESTRA: Diversas. **CANTIDAD:** 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	Fc (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P11-0	23/06/2025	01/07/2025	7	300	35738.09	15.00	202.23	67.4	c
2	P12-0	23/06/2025	01/07/2025	7	300	35718.85	15.00	202.12	67.4	d
3	P13-0	23/06/2025	01/07/2025	7	300	35950.15	15.00	203.43	67.8	b
4	P11-0.5	23/06/2025	01/07/2025	7	300	35989.03	15.00	203.65	67.9	d
5	P12-0.5	23/06/2025	01/07/2025	7	300	35752.22	15.00	202.31	67.4	b
6	P13-0.5	23/06/2025	01/07/2025	7	300	35718.85	15.00	202.12	67.4	b
7	P11-1	23/06/2025	01/07/2025	7	300	35854.72	15.00	202.89	67.6	d
8	P12-1	23/06/2025	01/07/2025	7	300	35594.94	15.00	201.42	67.1	c
9	P13-1	24/06/2025	02/07/2025	7	300	35831.75	15.00	202.76	67.6	c
10	P11-1.5	24/06/2025	02/07/2025	7	300	35855.03	15.00	201.76	67.3	b
11	P12-1.5	24/06/2025	02/07/2025	7	300	35430.59	15.00	200.49	66.8	d
12	P13-1.5	24/06/2025	02/07/2025	7	300	35808.77	15.00	202.63	67.5	d
13	P11-2	24/06/2025	02/07/2025	7	300	35458.87	15.00	200.65	66.9	b
14	P12-2	24/06/2025	02/07/2025	7	300	35455.33	15.00	200.63	66.9	d
15	P13-2	24/06/2025	02/07/2025	7	300	35594.94	15.00	201.42	67.1	d



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO


JOSE SANTA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53553

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
ORIGEN: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosac.com
T.L.F. 974675021 EMAIL: josesantacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 2/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Sueltos

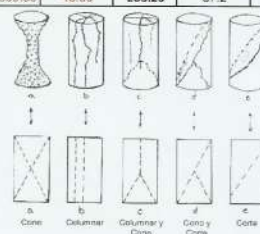
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	f _c (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P21-0	25/06/2025	03/07/2025	7	350	41373.69	15.00	234.12	66.9	c
2	P22-0	25/06/2025	03/07/2025	7	350	41255.26	15.00	233.45	66.7	b
3	P23-0	25/06/2025	03/07/2025	7	350	41419.63	15.00	234.38	67.0	c
4	P21-0.5	25/06/2025	03/07/2025	7	350	41523.90	15.00	234.97	67.1	c
5	P22-0.5	25/06/2025	03/07/2025	7	350	41606.96	15.00	235.44	67.3	c
6	P23-0.5	25/06/2025	03/07/2025	7	350	41672.34	15.00	235.81	67.4	d
7	P21-1	25/06/2025	03/07/2025	7	350	41693.55	15.00	235.93	67.4	c
8	P22-1	25/06/2025	03/07/2025	7	350	41621.09	15.00	235.52	67.3	b
9	P23-1	25/06/2025	04/07/2025	7	350	41771.31	15.00	236.37	67.5	c
10	P21-1.5	25/06/2025	04/07/2025	7	350	41407.26	15.00	234.31	66.9	c
11	P22-1.5	25/06/2025	04/07/2025	7	350	41338.34	15.00	233.92	66.8	b
12	P23-1.5	25/06/2025	04/07/2025	7	350	41120.98	15.00	232.69	66.5	d
13	P21-2	25/06/2025	04/07/2025	7	350	41663.51	15.00	235.76	67.4	d
14	P22-2	25/06/2025	04/07/2025	7	350	41391.36	15.00	234.22	66.9	c
15	P23-2	25/06/2025	04/07/2025	7	350	41569.85	15.00	235.23	67.2	c



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO


José Santa Cruz Fari
INGENIERO CIVIL
CIP N° 49553

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos.sac.com
TLF. 974675021 EMAIL: josasantacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 3/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Suelos

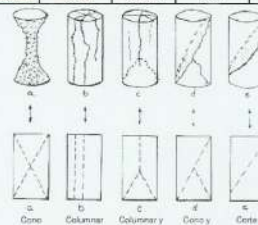
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	f _c (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P31-0	27/06/2025	05/07/2025	7	380	46355.42	15.00	262.31	69.0	b
2	P32-0	27/06/2025	05/07/2025	7	380	46281.20	15.00	261.89	68.9	c
3	P33-0	27/06/2025	05/07/2025	7	380	46330.68	15.00	262.17	69.0	b
4	P31-0.5	27/06/2025	05/07/2025	7	380	46518.01	15.00	263.23	69.3	c
5	P32-0.5	27/06/2025	05/07/2025	7	380	46419.04	15.00	262.67	69.1	d
6	P33-0.5	27/06/2025	05/07/2025	7	380	46710.83	15.00	264.32	69.6	e
7	P31-1	27/06/2025	05/07/2025	7	380	46827.27	15.00	264.98	69.7	c
8	P32-1	27/06/2025	05/07/2025	7	380	46341.29	15.00	262.23	69.0	d
9	P33-1	28/06/2025	06/07/2025	7	380	46387.23	15.00	262.49	69.1	b
10	P31-1.5	28/06/2025	06/07/2025	7	380	48182.24	15.00	261.33	68.8	b
11	P32-1.5	28/06/2025	06/07/2025	7	380	46399.60	15.00	262.56	69.1	d
12	P33-1.5	28/06/2025	06/07/2025	7	380	46373.10	15.00	262.41	69.1	b
13	P31-2	28/06/2025	06/07/2025	7	380	48161.03	15.00	261.21	68.7	b
14	P32-2	28/06/2025	06/07/2025	7	380	48341.29	15.00	262.23	69.0	d
15	P33-2	28/06/2025	06/07/2025	7	380	46396.07	15.00	262.54	69.1	c



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
INGENIERO CIVIL
C.P. 111-51523

LABORATORIO: AV. ALFONSO LIGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosac.com
T.F.: 974875021 EMAIL: jesusantecco@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 4/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN:

ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Sueltos

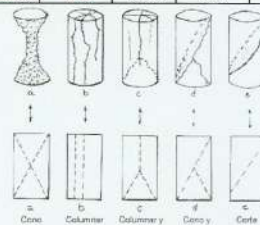
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moideo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	f _c (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P41-0	29/06/2025	07/07/2025	7	400	48442.49	15.00	274.12	68.5	c
2	P42-0	29/06/2025	07/07/2025	7	400	48417.75	15.00	273.98	68.5	d
3	P43-0	29/06/2025	07/07/2025	7	400	48672.22	15.00	275.42	68.9	c
4	P41-0.5	29/06/2025	07/07/2025	7	400	48567.96	15.00	274.83	68.7	b
5	P42-0.5	29/06/2025	07/07/2025	7	400	48440.72	15.00	274.11	68.5	c
6	P43-0.5	29/06/2025	07/07/2025	7	400	48414.21	15.00	273.96	68.5	c
7	P41-1	29/06/2025	07/07/2025	7	400	48495.50	15.00	274.42	68.6	c
8	P42-1	29/06/2025	07/07/2025	7	400	48569.72	15.00	274.84	68.7	d
9	P43-1	30/06/2025	08/07/2025	7	400	48451.32	15.00	274.17	68.5	d
10	P41-1.5	30/06/2025	08/07/2025	7	400	48476.06	15.00	274.31	68.6	c
11	P42-1.5	30/06/2025	08/07/2025	7	400	48520.24	15.00	274.56	68.6	d
12	P43-1.5	30/06/2025	08/07/2025	7	400	48575.03	15.00	274.87	68.7	c
13	P41-2	30/06/2025	08/07/2025	7	400	48449.56	15.00	274.16	68.5	c
14	P42-2	30/06/2025	08/07/2025	7	400	48518.48	15.00	274.55	68.6	c
15	P43-2	30/06/2025	08/07/2025	7	400	48488.43	15.00	274.38	68.6	d



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
José Santa Cruz Pán
INGENIERO CIVIL
CIP 11111111

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
ORIGINAL: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. T01

www.labsuelos.sac.com
T.L.F.: 974975021 EMAIL: jose.santacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 1/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN:

ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISION: 23/07/2025

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

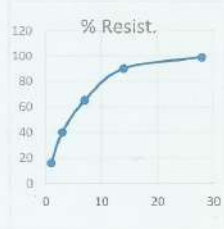
TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Sueltos

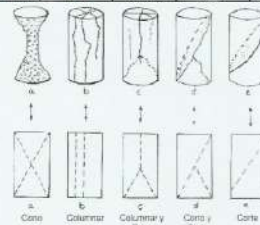
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm2)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	Fc (Kg/cm2)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P11-0	15/06/2025	30/06/2025	14	300	49384.96	15.00	279.34	93.1	d
2	P12-0	15/06/2025	30/06/2025	14	300	49286.88	15.00	278.91	93.0	d
3	P13-0	15/06/2025	30/06/2025	14	300	49502.81	15.00	280.12	93.4	b
4	P11-0.5	15/06/2025	30/06/2025	14	300	49638.88	15.00	280.89	93.6	c
5	P12-0.5	15/06/2025	30/06/2025	14	300	49734.31	15.00	281.43	93.8	c
6	P13-0.5	15/06/2025	30/06/2025	14	300	49637.11	15.00	280.88	93.6	c
7	P11-1	15/06/2025	30/06/2025	14	300	49858.01	15.00	282.13	94.0	d
8	P12-1	15/06/2025	30/06/2025	14	300	49720.17	15.00	281.35	93.8	d
9	P13-1	16/06/2025	01/07/2025	14	300	49638.88	15.00	280.89	93.6	d
10	P11-1.5	16/06/2025	01/07/2025	14	300	49538.15	15.00	280.32	93.4	b
11	P12-1.5	16/06/2025	01/07/2025	14	300	49642.42	15.00	280.91	93.6	c
12	P13-1.5	16/06/2025	01/07/2025	14	300	49478.07	15.00	279.98	93.3	c
13	P11-2	16/06/2025	01/07/2025	14	300	49559.66	15.00	279.31	93.1	b
14	P12-2	16/06/2025	01/07/2025	14	300	49207.68	15.00	278.45	92.8	c
15	P13-2	16/06/2025	01/07/2025	14	300	49114.02	15.00	277.92	92.6	d



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
José Santa Cruz Pata
Ingeniero Civil

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosac.com
T.F.: 974675021 EMAIL: jose.santacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 2/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

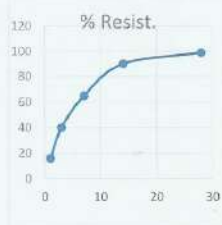
TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Suelos

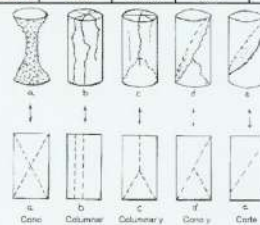
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	f _c (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P21-0	17/06/2025	02/07/2025	14	350	57232.54	15.00	323.86	92.5	b
2	P22-0	17/06/2025	02/07/2025	14	350	57405.72	15.00	324.84	92.8	c
3	P23-0	17/06/2025	02/07/2025	14	350	57117.67	15.00	323.21	92.3	b
4	P21-0.5	17/06/2025	02/07/2025	14	350	57313.83	15.00	324.32	92.7	d
5	P22-0.5	17/06/2025	02/07/2025	14	350	57418.10	15.00	324.91	92.8	c
6	P23-0.5	17/06/2025	02/07/2025	14	350	57193.66	15.00	323.64	92.5	d
7	P21-1	17/06/2025	02/07/2025	14	350	57317.36	15.00	324.34	92.7	c
8	P22-1	17/06/2025	02/07/2025	14	350	57453.44	15.00	325.11	92.9	c
9	P23-1	18/06/2025	03/07/2025	14	350	57246.68	15.00	323.94	92.6	d
10	P21-1.5	18/06/2025	03/07/2025	14	350	57313.83	15.00	324.32	92.7	c
11	P22-1.5	18/06/2025	03/07/2025	14	350	57064.66	15.00	322.91	92.3	c
12	P23-1.5	18/06/2025	03/07/2025	14	350	57193.66	15.00	323.64	92.5	d
13	P21-2	18/06/2025	03/07/2025	14	350	57015.17	15.00	322.63	92.2	c
14	P22-2	18/06/2025	03/07/2025	14	350	56728.89	15.00	321.01	91.7	d
15	P23-2	18/06/2025	03/07/2025	14	350	56583.36	15.00	322.45	92.1	c



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
JOSE SANCHEZ PUL
INGENIERO CIVIL
C.P. 12 42553

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
ORIGEN: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosac.com
TLP. 974875021 EMAIL: jose.santec@hcm.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 3/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN:

ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN:

23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN:

TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACIÓN: Suelos

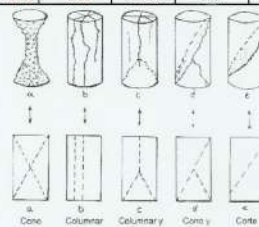
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Díametro promedio (cm)	f _c (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P31-0	19/06/2025	04/07/2025	14	380	62242.55	15.00	352.21	92.7	c
2	P32-0	19/06/2025	04/07/2025	14	380	62723.23	15.00	354.93	93.4	b
3	P33-0	19/06/2025	04/07/2025	14	380	62383.93	15.00	353.01	92.9	c
4	P31-0.5	19/06/2025	04/07/2025	14	380	62422.81	15.00	353.23	93.0	d
5	P32-0.5	19/06/2025	04/07/2025	14	380	62882.28	15.00	355.83	93.6	d
6	P33-0.5	19/06/2025	04/07/2025	14	380	62721.46	15.00	354.92	93.4	c
7	P31-1	19/06/2025	04/07/2025	14	380	62385.89	15.00	353.02	92.9	b
8	P32-1	19/06/2025	04/07/2025	14	380	62422.81	15.00	353.23	93.0	b
9	P33-1	20/06/2025	05/07/2025	14	380	62732.07	15.00	354.98	93.4	d
10	P31-1.5	20/06/2025	05/07/2025	14	380	62415.74	15.00	353.19	92.9	d
11	P32-1.5	20/06/2025	05/07/2025	14	380	62389.79	15.00	352.93	92.9	d
12	P33-1.5	20/06/2025	05/07/2025	14	380	62353.88	15.00	352.84	92.9	b
13	P31-2	20/06/2025	05/07/2025	14	380	62380.39	15.00	352.99	92.9	d
14	P32-2	20/06/2025	05/07/2025	14	380	62079.97	15.00	351.29	92.4	b
15	P33-2	20/06/2025	05/07/2025	14	380	62186.00	15.00	351.89	92.6	d



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:

MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
JOSÉ SANCHEZ CRUZ PINT
INGENIERO CIVIL
CIP. 117 50583

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
ORIGINAL: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosac.com
T.L.F. 974675021 EMAIL: josewantaosco@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 4/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RIGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN:

ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURIMAC

FECHA DE EMISION:

23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Sueltos

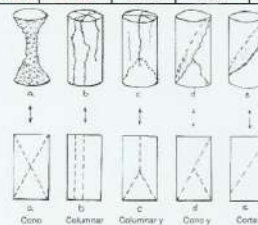
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (dias)	Diseño (Kg/cm2)	Lectura (Kg)	Diametro promedio (Kg/cm2)	f'c (Kg/cm2)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P41-0	21/09/2025	06/07/2025	14	400	65548.98	15.00	370.92	92.7	b
2	P42-0	21/09/2025	06/07/2025	14	400	65973.11	15.00	373.32	93.3	d
3	P43-0	21/09/2025	06/07/2025	14	400	65623.20	15.00	371.34	92.8	c
4	P41-0.5	21/09/2025	06/07/2025	14	400	65950.14	15.00	373.19	93.3	d
5	P42-0.5	21/09/2025	06/07/2025	14	400	65877.68	15.00	372.78	93.2	c
6	P43-0.5	21/09/2025	06/07/2025	14	400	65953.67	15.00	373.21	93.3	e
7	P41-1	21/09/2025	06/07/2025	14	400	65897.12	15.00	372.89	93.2	b
8	P42-1	21/09/2025	06/07/2025	14	400	65564.89	15.00	371.01	92.8	d
9	P43-1	22/09/2025	07/07/2025	14	400	65950.14	15.00	373.19	93.3	d
10	P41-1.5	22/09/2025	07/07/2025	14	400	65743.37	15.00	372.02	93.0	c
11	P42-1.5	22/09/2025	07/07/2025	14	400	65612.90	15.00	371.28	92.8	d
12	P43-1.5	22/09/2025	07/07/2025	14	400	65241.49	15.00	369.18	92.3	c
13	P41-2	22/09/2025	07/07/2025	14	400	65388.17	15.00	370.01	92.5	c
14	P42-2	22/09/2025	07/07/2025	14	400	65529.54	15.00	370.81	92.7	d
15	P43-2	22/09/2025	07/07/2025	14	400	65598.46	15.00	371.20	92.8	b



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
JOSE SANTA CRUZ PARRA
INGENIERO CIVIL
S.P., 44593

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos.sac.com
T.L.F. 974875021 EMAIL: josasantacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 1/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Suelos

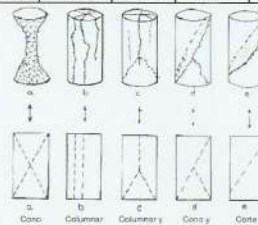
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	f'c (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P11-0	07/06/2025	06/07/2025	28	300	54643.59	15.00	309.21	103.1	d
2	P12-0	07/06/2025	06/07/2025	28	300	54802.64	15.00	310.11	103.4	c
3	P13-0	07/06/2025	06/07/2025	28	300	54666.56	15.00	309.34	103.1	b
4	P11-0.5	07/06/2025	06/07/2025	28	300	55210.96	15.00	312.42	104.1	b
5	P12-0.5	07/06/2025	06/07/2025	28	300	55230.30	15.00	312.53	104.2	c
6	P13-0.5	07/06/2025	06/07/2025	28	300	55006.87	15.00	311.26	103.6	e
7	P11-1	07/06/2025	06/07/2025	28	300	54956.39	15.00	310.98	103.7	e
8	P12-1	07/06/2025	06/07/2025	28	300	55000.57	15.00	311.23	103.7	b
9	P13-1	08/06/2025	07/07/2025	28	300	54933.41	15.00	310.85	103.6	d
10	P11-1.5	08/06/2025	07/07/2025	28	300	54293.69	15.00	307.23	102.4	d
11	P12-1.5	08/06/2025	07/07/2025	28	300	55334.57	15.00	313.12	104.4	d
12	P13-1.5	08/06/2025	07/07/2025	28	300	54519.89	15.00	308.51	102.8	b
13	P11-2	08/06/2025	07/07/2025	28	300	53726.41	15.00	304.02	101.3	b
14	P12-2	08/06/2025	07/07/2025	28	300	53936.71	15.00	305.21	101.7	c
15	P13-2	08/06/2025	07/07/2025	28	300	53242.20	15.00	301.28	100.4	b



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
Jorge Santos Cruz Puri
INGENIERO CIVIL
CIP: 176663

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 201

www.labsuelosac.com
TLF. 974675021 EMAIL: jcsantosac@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 2/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Suelos

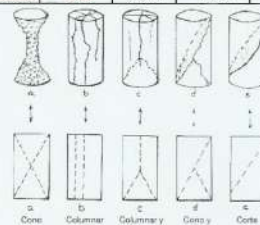
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moidee	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm2)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	f'c (Kg/cm2)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P21-0	09/06/2025	08/07/2025	28	350	64716.83	15.00	366.21	104.6	c
2	P22-0	09/06/2025	08/07/2025	28	350	64675.99	15.00	365.98	104.6	d
3	P23-0	09/06/2025	08/07/2025	28	350	64707.80	15.00	366.16	104.6	d
4	P21-0.5	09/06/2025	08/07/2025	28	350	65073.61	15.00	368.23	105.2	b
5	P22-0.5	09/06/2025	08/07/2025	28	350	64826.20	15.00	366.83	104.8	c
6	P23-0.5	09/06/2025	08/07/2025	28	350	64877.45	15.00	367.12	104.9	b
7	P21-1	09/06/2025	08/07/2025	28	350	64852.71	15.00	366.98	104.9	c
8	P22-1	09/06/2025	08/07/2025	28	350	64875.68	15.00	367.11	104.9	c
9	P23-1	10/06/2025	09/07/2025	28	350	64721.93	15.00	366.24	104.6	b
10	P21-1.5	10/06/2025	09/07/2025	28	350	64539.91	15.00	365.21	104.3	c
11	P22-1.5	10/06/2025	09/07/2025	28	350	64688.36	15.00	366.05	104.6	d
12	P23-1.5	10/06/2025	09/07/2025	28	350	64843.87	15.00	366.93	104.8	b
13	P21-2	10/06/2025	09/07/2025	28	350	64621.20	15.00	365.67	104.5	d
14	P22-2	10/06/2025	09/07/2025	28	350	64835.03	15.00	366.88	104.8	c
15	P23-2	10/06/2025	09/07/2025	28	350	64663.62	15.00	365.91	104.5	d



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
JOSE SANTA CRUZ FURTADO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 64589

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE #10 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos.sao.com
T.L.F: 974875021 EMAIL: jose.santacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 3/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Suelos

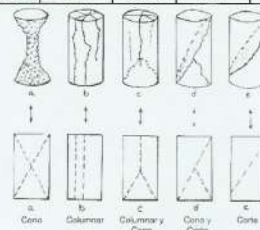
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moledo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Diametro promedio	f _c (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P31-0	11/06/2025	10/07/2025	28	380	67148.30	15.00	379.97	100.0	c
2	P32-0	11/06/2025	10/07/2025	28	380	67526.48	15.00	382.11	100.6	c
3	P33-0	11/06/2025	10/07/2025	28	380	67328.55	15.00	380.99	100.3	b
4	P31-0.5	11/06/2025	10/07/2025	28	380	67704.97	15.00	383.12	100.8	b
5	P32-0.5	11/06/2025	10/07/2025	28	380	67669.62	15.00	382.92	100.8	c
6	P33-0.5	11/06/2025	10/07/2025	28	380	67964.74	15.00	384.59	101.2	c
7	P31-1	11/06/2025	10/07/2025	28	380	67586.56	15.00	382.45	100.6	b
8	P32-1	11/06/2025	10/07/2025	28	380	67660.79	15.00	382.87	100.8	b
9	P33-1	12/06/2025	11/07/2025	28	380	67492.90	15.00	381.92	100.5	d
10	P31-1.5	12/06/2025	11/07/2025	28	380	67512.34	15.00	382.03	100.5	b
11	P32-1.5	12/06/2025	11/07/2025	28	380	67492.90	15.00	381.92	100.5	c
12	P33-1.5	12/06/2025	11/07/2025	28	380	67572.43	15.00	382.37	100.6	d
13	P31-2	12/06/2025	11/07/2025	28	380	67174.81	15.00	380.12	100.0	c
14	P32-2	12/06/2025	11/07/2025	28	380	67369.20	15.00	381.22	100.3	d
15	P33-2	12/06/2025	11/07/2025	28	380	66983.95	15.00	379.04	99.7	c



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

[Signature]
JOSÉ SANCHEZ CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 14563

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosac.com
TUF: 974875021 EMAIL: joesantiaac@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 4/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS MTC E 704**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

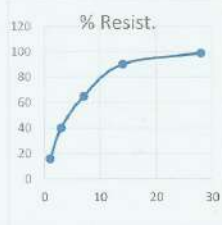
TESTIGOS DE CONCRETO: D=15 cm x Alt.=30 cm

PRESENTACION: Suelos

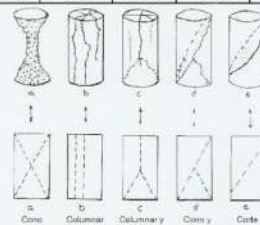
MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Diametro promedio (cm)	f _c (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	P41-0	13/06/2025	12/07/2025	28	400	70908.90	15.00	401.25	100.3	b
2	P42-0	13/06/2025	12/07/2025	28	400	70799.33	15.00	400.63	100.2	b
3	P43-0	13/06/2025	12/07/2025	28	400	71022.00	15.00	401.89	100.5	d
4	P41-0.5	13/06/2025	12/07/2025	28	400	71421.39	15.00	404.15	101.0	b
5	P42-0.5	13/06/2025	12/07/2025	28	400	71204.02	15.00	402.92	100.7	c
6	P43-0.5	13/06/2025	12/07/2025	28	400	71371.91	15.00	403.87	101.0	c
7	P41-1	13/06/2025	12/07/2025	28	400	71043.21	15.00	402.01	100.5	c
8	P42-1	13/06/2025	12/07/2025	28	400	71027.30	15.00	401.92	100.5	b
9	P43-1	14/06/2025	13/07/2025	28	400	71158.08	15.00	402.66	100.7	b
10	P41-1.5	14/06/2025	13/07/2025	28	400	71154.54	15.00	402.64	100.7	b
11	P42-1.5	14/06/2025	13/07/2025	28	400	70989.03	15.00	401.76	100.4	c
12	P43-1.5	14/06/2025	13/07/2025	28	400	70905.37	15.00	401.23	100.3	b
13	P41-2	14/06/2025	13/07/2025	28	400	70744.55	15.00	400.32	100.1	c
14	P42-2	14/06/2025	13/07/2025	28	400	70817.01	15.00	400.73	100.2	b
15	P43-2	14/06/2025	13/07/2025	28	400	70868.25	15.00	401.02	100.3	b



Dias	% Resist.
1	16
3	40
7	65
14	90
28	99



NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

José María Cruz Ruiz
INGENIERO CIVIL
CIP 114553

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelosac.com
T.L.F. 974675021 EMAIL: josemariacru@hotmmail.com

F) Resultados de ensayos a flexión

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



Labsuelos S.A.C.
Laboratorio: Suelos, concreto y asfalto

PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico Pag. 1/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC

FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

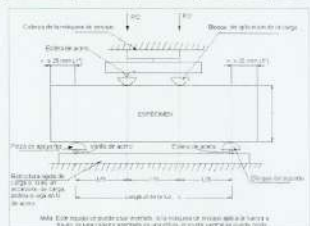
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN LOS TERCIOS DEL TRAMO MTC E 709

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION: VIGAS DE CONCRETO: Anch.=15 cm x Alt.=30 cm x Luz=60 cm PRESENTACION: Suelos

MUESTRA: Diversas. CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm2)	Lectura (Kg)	Ancho promedio (cm)	Largo promedio (cm)	Altura promedio (cm)	MR (Kg/cm2)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	V11-0	07/06/2025	06/07/2025	28	300	1827,5	15,00	60,00	15,00	32,49	10,8	Tercio central
2	V12-0	07/06/2025	06/07/2025	28	300	1823,8	15,00	60,00	15,00	32,42	10,8	Tercio central
3	V13-0	07/06/2025	06/07/2025	28	300	1887,4	15,00	60,00	15,00	33,55	11,2	Tercio central
4	V11-0.5	07/06/2025	06/07/2025	28	300	2013,1	15,00	60,00	15,00	35,79	11,9	Tercio central
5	V12-0.5	07/06/2025	06/07/2025	28	300	2014,5	15,00	60,00	15,00	35,81	11,9	Tercio central
6	V13-0.5	08/06/2025	07/07/2025	28	300	2010,5	15,00	60,00	15,00	35,74	11,9	Tercio central
7	V11-1	08/06/2025	07/07/2025	28	300	2004,5	15,00	60,00	15,00	35,64	11,9	Tercio central
8	V12-1	08/06/2025	07/07/2025	28	300	2064,3	15,00	60,00	15,00	36,70	12,2	Tercio central
9	V13-1	08/06/2025	07/07/2025	28	300	1953,2	15,00	60,00	15,00	34,72	11,6	Tercio central
10	V11-1.5	08/06/2025	07/07/2025	28	300	1957,1	15,00	60,00	15,00	34,79	11,6	Tercio central
11	V12-1.5	09/06/2025	08/07/2025	28	300	2071,2	15,00	60,00	15,00	36,82	12,3	Tercio central
12	V13-1.5	09/06/2025	08/07/2025	28	300	2007,6	15,00	60,00	15,00	35,69	11,9	Tercio central
13	V11-2	09/06/2025	08/07/2025	28	300	1941,3	15,00	60,00	15,00	34,51	11,5	Tercio central
14	V12-2	09/06/2025	08/07/2025	28	300	1956,9	15,00	60,00	15,00	34,79	11,6	Tercio central
15	V13-2	09/06/2025	08/07/2025	28	300	1959,9	15,00	60,00	15,00	34,84	11,6	Tercio central





Jose Santa Cruz Ruiz
INGENIERO CIVIL
CIP 11-18090

NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos.sac.com
TEL: 974573021 EMAIL: josasantacruz@hotmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 2/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISION: 23/07/2025

**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE
APOYADAS CON CARGAS EN LOS TERCIOS DEL TRAMO MTC E 709**

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

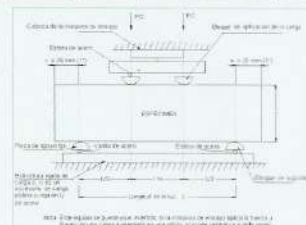
VIGAS DE CONCRETO: Anch.=15 cm x Alt.=30 cm x Luz=60 cm

PRESENTACION: Suelos

MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm2)	Lectura (Kg)	Ancho promedio (cm)	Largo promedio (cm)	Altura promedio (cm)	MR (Kg/cm2)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	V21-0	10/06/2025	09/07/2025	28	350	2065.7	15.00	60.00	15.00	36.72	10.5	Tercio central
2	V22-0	10/06/2025	09/07/2025	28	350	2119.6	15.00	60.00	15.00	37.68	10.8	Tercio central
3	V23-0	10/06/2025	09/07/2025	28	350	2126.5	15.00	60.00	15.00	37.80	10.8	Tercio central
4	V21-0.5	10/06/2025	09/07/2025	28	350	2251.8	15.00	60.00	15.00	40.03	11.4	Tercio central
5	V22-0.5	10/06/2025	09/07/2025	28	350	2306.2	15.00	60.00	15.00	41.00	11.7	Tercio central
6	V23-0.5	11/07/2025	10/07/2025	28	350	2314.8	15.00	60.00	15.00	41.15	11.8	Tercio central
7	V21-1	11/07/2025	10/07/2025	28	350	2243.9	15.00	60.00	15.00	39.89	11.4	Tercio central
8	V22-1	11/07/2025	10/07/2025	28	350	2301.2	15.00	60.00	15.00	40.91	11.7	Tercio central
9	V23-1	11/07/2025	10/07/2025	28	350	2302.3	15.00	60.00	15.00	40.93	11.7	Tercio central
10	V21-1.5	11/07/2025	10/07/2025	28	350	2195.1	15.00	60.00	15.00	39.02	11.1	Tercio central
11	V22-1.5	12/07/2025	11/07/2025	28	350	2255.7	15.00	60.00	15.00	40.10	11.5	Tercio central
12	V23-1.5	12/07/2025	11/07/2025	28	350	2310.2	15.00	60.00	15.00	41.07	11.7	Tercio central
13	V21-2	12/07/2025	11/07/2025	28	350	2191.7	15.00	60.00	15.00	38.96	11.1	Tercio central
14	V22-2	12/07/2025	11/07/2025	28	350	2204.1	15.00	60.00	15.00	39.18	11.2	Tercio central
15	V23-2	12/07/2025	11/07/2025	28	350	2241.1	15.00	60.00	15.00	39.84	11.4	Tercio central



[Firma manuscrita]
Ing. Juan Carlos B.J. Castillo Quico
Ingeniero Civil
C.O.P.C. 12345

NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 418 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos.com
TEL: 974875021 EMAIL: jcastillo@labsuelos.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 3/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2025

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN LOS TERCIOS DEL TRAMO MTC E 709

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

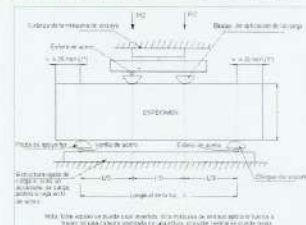
VIGAS DE CONCRETO: Anch.=15 cm x Alt.=30 cm x Luz=60 cm

PRESENTACION: Suelos

MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Diseño (Kg/cm ²)	Lectura (Kg)	Ancho promedio (cm)	Largo promedio (cm)	Altura promedio (cm)	MR (Kg/cm ²)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	V31-0	13/06/2025	12/07/2025	28	380	2369.9	15.00	60.00	15.00	42.13	11.1	Tercio central
2	V32-0	13/06/2025	12/07/2025	28	380	2367.6	15.00	60.00	15.00	42.09	11.1	Tercio central
3	V33-0	13/06/2025	12/07/2025	28	380	2364.3	15.00	60.00	15.00	42.03	11.1	Tercio central
4	V31-0.5	13/06/2025	12/07/2025	28	380	2497.6	15.00	60.00	15.00	44.40	11.7	Tercio central
5	V32-0.5	13/06/2025	12/07/2025	28	380	2438.9	15.00	60.00	15.00	43.36	11.4	Tercio central
6	V33-0.5	14/06/2025	13/07/2025	28	380	2496.5	15.00	60.00	15.00	44.38	11.7	Tercio central
7	V31-1	14/06/2025	13/07/2025	28	380	2433.0	15.00	60.00	15.00	43.25	11.4	Tercio central
8	V32-1	14/06/2025	13/07/2025	28	380	2486.2	15.00	60.00	15.00	44.20	11.6	Tercio central
9	V33-1	14/06/2025	13/07/2025	28	380	2435.7	15.00	60.00	15.00	43.30	11.4	Tercio central
10	V31-1.5	14/06/2025	13/07/2025	28	380	2494.7	15.00	60.00	15.00	44.35	11.7	Tercio central
11	V32-1.5	15/06/2025	14/07/2025	28	380	2441.3	15.00	60.00	15.00	43.40	11.4	Tercio central
12	V33-1.5	15/06/2025	14/07/2025	28	380	2384.0	15.00	60.00	15.00	42.38	11.2	Tercio central
13	V31-2	15/06/2025	14/07/2025	28	380	2366.6	15.00	60.00	15.00	42.07	11.1	Tercio central
14	V32-2	15/06/2025	14/07/2025	28	380	2376.1	15.00	60.00	15.00	42.24	11.1	Tercio central
15	V33-2	15/06/2025	14/07/2025	28	380	2373.6	15.00	60.00	15.00	42.20	11.1	Tercio central



Nota: Este ensayo se realizó con el propósito de determinar la resistencia a la flexión de las vigas de concreto reforzado con fibras de polipropileno.

[Firma manuscrita]
José Santos Cruz
 Ingeniero Civil

NOTA:
 MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

LABORATORIO: AV. ALFONSO LIGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
 OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 701

www.labsuelos.sac.com
 TLF. 974575021 EMAIL: jousantos@bolmail.com

LABSUELOS
S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
AREA DE CONCRETOS



PETICIONARIO: Bach. Juan Carlos B.J. Castillo Quico

Pag. 4/4

PROYECTO: TESIS "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024"

UBICACIÓN: ANDAHUAYLAS, ANDAHUAYLAS, APURÍMAC
FECHA DE EMISION: 23/07/2025

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN LOS TERCIOS DEL TRAMO MTC E 709

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION:

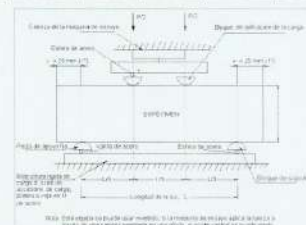
VIGAS DE CONCRETO: Anch.=15 cm x Alt.=30 cm x Luz=60 cm

PRESENTACION: Suelos

MUESTRA: Diversas.

CANTIDAD: 15 Unidades.

Nro	Cod.	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (dias)	Diseño (Kg/cm2)	Lectura (Kg)	Ancho promedio (cm)	Largo promedio (cm)	Altura promedio (cm)	MR (Kg/cm2)	% Alcanzado	Tipo de falla
1	V41-0	16/06/2025	15/07/2025	28	400	2420.1	15.00	60.00	15.00	43.02	10.8	Tercio central
2	V42-0	16/06/2025	15/07/2025	28	400	2423.0	15.00	60.00	15.00	43.08	10.8	Tercio central
3	V43-0	16/06/2025	15/07/2025	28	400	2414.3	15.00	60.00	15.00	42.92	10.7	Tercio central
4	V41-0.5	16/06/2025	15/07/2025	28	400	2548.0	15.00	60.00	15.00	45.30	11.3	Tercio central
5	V42-0.5	16/06/2025	15/07/2025	28	400	2538.1	15.00	60.00	15.00	45.12	11.3	Tercio central
6	V43-0.5	17/06/2025	16/07/2025	28	400	2551.3	15.00	60.00	15.00	45.36	11.3	Tercio central
7	V41-1	17/06/2025	16/07/2025	28	400	2542.7	15.00	60.00	15.00	45.20	11.3	Tercio central
8	V42-1	17/06/2025	16/07/2025	28	400	2594.5	15.00	60.00	15.00	46.12	11.5	Tercio central
9	V43-1	17/06/2025	16/07/2025	28	400	2547.8	15.00	60.00	15.00	45.29	11.3	Tercio central
10	V41-1.5	17/06/2025	16/07/2025	28	400	2492.0	15.00	60.00	15.00	44.30	11.1	Tercio central
11	V42-1.5	18/06/2025	17/07/2025	28	400	2487.2	15.00	60.00	15.00	44.22	11.1	Tercio central
12	V43-1.5	18/06/2025	17/07/2025	28	400	2490.0	15.00	60.00	15.00	44.27	11.1	Tercio central
13	V41-2	18/06/2025	17/07/2025	28	400	2489.9	15.00	60.00	15.00	44.26	11.1	Tercio central
14	V42-2	18/06/2025	17/07/2025	28	400	2485.4	15.00	60.00	15.00	44.19	11.0	Tercio central
15	V43-2	18/06/2025	17/07/2025	28	400	2487.7	15.00	60.00	15.00	44.23	11.1	Tercio central



[Handwritten signature]
Jose Santa Cruz Ruiz
INGENIERO CIVIL
C.P. 10593

NOTA:
MUESTREO REALIZADO POR EL PETICIONARIO

LABORATORIO: AV. ALFONSO UGARTE 410 ZARZUELA - SANTIAGO
OFICINA: AV. DE LA CULTURA EDIFICIO LAS TORRES DE SAN ANTONIO OFC. 791

www.labsuelosas.com
TLF. 914875021 EMAIL: josesantacruz@hotmail.com

G) Certificados de calibración



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD

ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

Objeto de Prueba <i>Test Object</i>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo. <i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i> <i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i> <i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i>
Instrumento <i>Instrument</i>	MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO	
Fabricante <i>Manufacturer</i>	HIWEIGH (INDICADOR) // ZEMIC (TRANSDUCTOR) // NO INDICA (MARCO)	
Modelo <i>Model</i>	X8 (INDICADOR) // YB15 (TRANSDUCTOR) // NO INDICA (MARCO)	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	NO INDICA (INDICADOR) // 4454 (TRANSDUCTOR) // 005 (MARCO)	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	100000 kgf	
División de Escala <i>Scale Division</i>	10 kgf	
Solicitante <i>Customer</i>	LABSUELOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	AV. ALFONSO UGARTE NRO. 410 URB. ZARZUELA BAJA CUSCO - CUSCO - SANTIAGO	
Ciudad <i>City</i>	CUSCO	
Fecha de calibración <i>Date of calibration</i>	2024-11-29	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2024-11-29	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

6

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología G&L Laboratorio no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the G&L Laboratorio Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



G&L LABORATORIO S.A.C.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

John Yopla Villanueva

Jefe Departamento de Metrología de G&L Laboratorio S.A.C.



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:

certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com

laboratorio.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono

(01) 622 - 58 - 14

Celular

992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

177



LABORATORIO S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

3FH4-2024 GLF

Page / Pág. 2 de 6

DATOS TÉCNICOS

Instrumento Bajo Calibración (IBC)

Clase según ISO 7500-1 1
Clase según ISO 376 No Identificable
Dirección de Carga Compresión
Tipo de Indicación Digital
División de Escala 10 kgf
Resolución 10 kgf
Intervalo de Medición Del 10% al 100% de la carga máxima
Calibrado
Límite Superior de Calibración 100000 kgf

Instrumento(s) de Referencia

Instrumento Celda de Carga Tipo Botella 150T
Marca OHAUS // KELI
Modelo T71P // ZSC
Clase ISO 7500-1 1
Número de Serie B504530209 // 5M56609
Certificado de Calibración CC - 3613 - 2024
Fecha Calibración 2024-08-08
Termohigrómetro EUROTECH // GL-THD02
CT-1022-2024 // CT-1024-2024

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ABNT NBR 8197:2021 "Materiais Metálicos - Calibração de Instrumentos de Medição de Força de Uso Geral", en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 3°C durante cada serie de medición.

Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general del equipo y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación.

Tabla 1.

Indicaciones como se encuentra el equipo previo al ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Patrón			Promedio S _{1, 2 y 3} kgf	Errores Relativos	
		S ₁ Ascendente kgf	S ₂ Ascendente kgf	S ₃ Ascendente kgf		Indicación q %	Repetibilidad b %
20	20000	19858,0	19885,8	19866,4	19870,1	0,65	0,14
60	60000	59390,1	59391,9	59391,4	59391,1	1,03	0,00
100	100000	98148,6	98213,0	98182,8	98181,5	1,85	0,07

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega el equipo posterior al ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kgf
		S ₁ Ascendente kgf	S ₂ Ascendente kgf	S _{2'} No Aplica ---	S ₃ Ascendente kgf	S ₄ No Aplica ---	
10	10000	9873,2	9892,2	---	9888,1	---	9884,5
20	20000	19863,2	19891,0	---	19871,6	---	19875,3
30	30000	29978,3	29981,0	---	29980,9	---	29980,1
40	40000	39779,9	39801,0	---	39798,1	---	39793,0
50	50000	49855,3	49872,0	---	49870,2	---	49865,8
60	60000	59989,4	59991,2	---	59990,7	---	59990,4
70	70000	69841,4	69876,2	---	69850,9	---	69856,2
80	80000	79853,2	79892,2	---	79863,3	---	79869,6
90	90000	89741,1	89821,2	---	89799,2	---	89787,2
100	100000	99811,0	99875,4	---	99845,2	---	99843,9
Ind. después de Carga		0,0	0,0	---	0,0	---	---

Técnico de Calibración: Luis Villanueva Chappa

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Correos:

certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com



Teléfono

(01) 622 - 58 - 14



Celular

992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

3FH4-2024 GLF

Page / Pág. 3 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 3.

Error relativo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual.

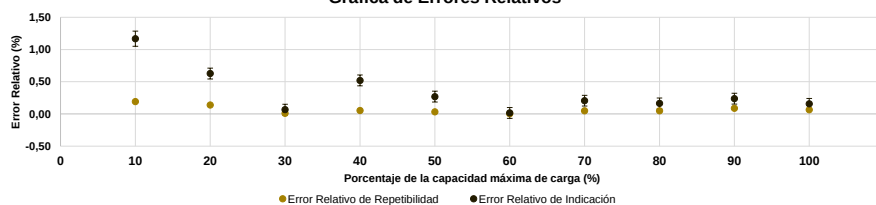
$f_{0,51}$ %	$f_{0,52}$ %	$f_{0,52}$ %	$f_{0,53}$ %	$f_{0,54}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 4.

Resultados de la Calibración del instrumento para medición de fuerza.

Indicación del IBC		Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida	
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios		U	
%	kgf	q %	b %	V %	Acces. %	a %	kgf	%
10	10000	1,168	0,192	----	----	0,020	11,737	0,117
20	20000	0,628	0,140	----	----	0,010	16,800	0,084
30	30000	0,066	0,009	----	----	0,007	25,200	0,084
40	40000	0,520	0,053	----	----	0,005	33,600	0,084
50	50000	0,269	0,033	----	----	0,004	42,000	0,084
60	60000	0,016	0,003	----	----	0,003	50,400	0,084
70	70000	0,206	0,050	----	----	0,003	58,800	0,084
80	80000	0,163	0,049	----	----	0,003	67,200	0,084
90	90000	0,237	0,089	----	----	0,002	75,600	0,084
100	100000	0,156	0,065	----	----	0,002	84,000	0,084

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETOS DE LABSUELOS S.A.C. ubicado en la ciudad de CUSCO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 17,3°C
Humedad Relativa Máxima: 48% HR

Temperatura Ambiente Mínima: 17,2°C
Humedad Relativa Mínima: 48% HR

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14 **Celular** 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

3FH4-2024 GLF

Page / Pág. 4 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2 , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-1,2766E+02	1,0014E+00	-1,8074E-08	-1,1474E-14		1,0000E+00

Ecuación 1: donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de deformación evaluado.

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kgf)

Indicación kgf	0	1000	2000	3000	4000
10000	9884,2	10885,2	11886,1	12887,1	13887,9
15000	14888,8	15889,6	16890,3	17891,1	18891,7
20000	19892,4	20893,0	21893,6	22894,1	23894,6
25000	24895,1	25895,5	26895,9	27896,3	28896,6
30000	29896,8	30897,1	31897,3	32897,4	33897,5
35000	34897,6	35897,7	36897,7	37897,6	38897,6
40000	39897,5	40897,3	41897,1	42896,9	43896,6
45000	44896,3	45896,0	46895,6	47895,1	48894,7
50000	49894,2	50893,6	51893,0	52892,4	53891,8
55000	54891,1	55890,3	56889,5	57888,7	58887,8
60000	59886,9	60886,0	61885,0	62884,0	63882,9
65000	64881,8	65880,7	66879,5	67878,3	68877,0
70000	69875,7	70874,3	71872,9	72871,5	73870,0
75000	74868,5	75867,0	76865,4	77863,7	78862,0
80000	79860,3	80858,6	81856,8	82854,9	83853,0
85000	84851,1	85849,1	86847,1	87845,0	88842,9
90000	89840,8	90838,6	91836,4	92834,1	93831,8
95000	94829,5	95827,1	96824,6	97822,1	98819,6
100000	99817,0				

Tabla 7.

Valores Residuales

Indicación del IBC kgf	Promedio $S_{1,2 y 3}$ kgf	Por Interpolación kgf	Residuales kgf
10000	9884,5	9884,2	-0,3
20000	19875,3	19892,4	17,1
30000	29980,1	29896,8	-83,2
40000	39793,0	39897,5	104,5
50000	49865,8	49894,2	28,3
60000	59990,4	59886,9	-103,5
70000	69856,2	69875,7	19,5
80000	79869,6	79860,3	-9,2
90000	89787,2	89840,8	53,6
100000	99843,9	99817,0	-26,8

Firmas que Autorizan el Certificado.

Signatures Authorizing the Certificate



Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14 **Celular** 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

3FH4-2024 GLF

Page / Pág. 5 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 8 y Tabla 9 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 2 y Tabla 4 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (kN) = 0,00980665, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 8.

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kN.

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1,2 y 3} kN
		S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S ₂ No Aplica ----	S ₃ Ascendente kN	S ₄ No Aplica ----	
%	kN						
10	98,07	96,82	97,01	----	96,97	----	96,93
20	196,13	194,79	195,06	----	194,87	----	194,91
30	294,20	293,99	294,01	----	294,01	----	294,00
40	392,27	390,11	390,31	----	390,29	----	390,24
50	490,33	488,91	489,08	----	489,06	----	489,02
60	588,40	588,30	588,31	----	588,31	----	588,31
70	686,47	684,91	685,25	----	685,00	----	685,05
80	784,53	783,09	783,47	----	783,19	----	783,25
90	882,60	880,06	880,85	----	880,63	----	880,51
100	980,67	978,81	979,44	----	979,15	----	979,13
Ind. después de Carga		0,00	0,00	----	0,00	----	----

Tabla 9.

Resultados de la Calibración del instrumento para medición de fuerza.

Indicación del IBC		Errores Relativos				Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U kN %	
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	Accesorios Acces. %			
%	kN							
10	98,07	1,168	0,192	----	----	0,020	0,12	0,117
20	196,13	0,628	0,140	----	----	0,010	0,16	0,084
30	294,20	0,066	0,009	----	----	0,007	0,25	0,084
40	392,27	0,520	0,053	----	----	0,005	0,33	0,084
50	490,33	0,269	0,033	----	----	0,004	0,41	0,084
60	588,40	0,016	0,003	----	----	0,003	0,49	0,084
70	686,47	0,206	0,050	----	----	0,003	0,58	0,084
80	784,53	0,163	0,049	----	----	0,003	0,66	0,084
90	882,60	0,237	0,089	----	----	0,002	0,74	0,084
100	980,67	0,156	0,065	----	----	0,002	0,82	0,084

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14 **Celular** 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

3FH4-2024 GLF

Page / Pág. 6 de 6

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una clase de instrumento de medición de fuerza de acuerdo con la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 y la sección 8 de la Norma ISO 376:2011.

ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 7500-1:2018					
Clase	Indicación	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad	Resolución Relativa
0,5	0,50	0,50	0,05	0,75	0,25
1	1,00	1,00	0,10	1,50	0,50
2	2,00	2,00	0,20	3,00	1,00
3	3,00	3,00	0,30	4,50	1,50

ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 376:2011				
Clase	Reproducibilidad	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad
0	0,05	0,025	0,012	0,07
0,5	0,10	0,050	0,025	0,15
1	0,20	0,100	0,050	0,30
2	0,40	0,200	0,100	0,50

OBSERVACIONES

- Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento.
- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "En circunstancias normales, la calibración debe realizarse a intervalos de no más de 12 meses. Este rango puede variar según el tipo de instrumento de medición de fuerza de propósito general, el mantenimiento y la severidad del uso." (ABNT NBR 8197:2021)
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración

No. 3FH4-2024 GLF

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14 **Celular** 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



Arsou Group

Página 1/3

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Nº 123-020-24

Solicitante : SANTA CRUZ PARI JOSE. (Labsuelos S.A.C.)
Dirección : Mza. EE lote 18 Coop. De Vivienda Zarzuela Alta
 SANTIAGO - CUSCO

Instrumento de Medición : BALANZA DIGITAL
Marca : OHAUS
Modelo : R21PE30
Serie : 8340110337
Identificación : NO INDICA
Procedencia : USA
Alcance Máximo : 30 kg.
División Mínima : 1 gr.
Tipo de Indicación : Digital
Lugar de Calibración : Laboratorio de Labsuelos SAC
 Santiago – Cusco – Perú
Fecha de Calibración : 23 noviembre 2024
Fecha de Emisión : 23 noviembre 2024
Método de Calibración Empleado

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION.

La calibración se ha realizado por medición directa con los patrones utilizados según el procedimiento PC 011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de funcionamiento No automatico Clase I y II" Cuarta edición – Abril 2010. SNM.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
 METROLOGIA



ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú.
 Tlf +51 301 1680/ Cel: +51 928 196 793/ Cel: +51 925 151 437
Ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group

Página 2/3

TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados tienen garantizada su trazabilidad a través de laboratorios nacionales reconocidos por INACAL.

INCERTIDUMBRE DE CALIBRACION

La incertidumbre típica de medida se ha calculado considerando las contribuciones de los

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patron de Trabajo	Certificado de Calibracion
Patrones de Referencia	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg	PE21A-C-1070 Agosto 2021
KOSSOMET	Clase de exactitud F1	2021
Patrones de Referencia	Juego de Pesas 1 mg a 5 kg	E107-I-1209-2021-1 Agosto 2021
LOJUSTOSAC	Clase de exactitud F1	2021
Patrones de Referencia DM	Juego de Pesas 1 mg a 10 kg	LM-C222-2021 Agosto 2021
INACAL	kg Clase de exactitud F1	2021
Patrones de Referencia DM	Juego de Pesas 1 mg a 20 kg	LM-C223-2021 Agosto 2021
INACAL	kg Clase de exactitud F1	2021

RESULTADOS DE MEDICION

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene
Oscilacion Libre	Tiene
Plataforma	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene

Escala	No tiene
Cursor	No tiene
Nivelacion	Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19.2 °C	19.2 °C
Humedad Relativa	54%	54%



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Aguayo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Peru.
Tlf +51 301 1680/ Cel: +51 928 196 793/ Cel: +51 925 151 437
Ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group

Página 3/3

Medicion N°	Carga (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	Medicion N°	Carga (g)	I (g)	AL (g)	E (g)
1	17000,00	16999.9	0.02	-0.07	1	17000,00	34999.9	0.04	-0.09
2		16999.9	0.02	-0.07	2		34999.9	0.04	-0.09
3		16999.9	0.02	-0.07	3		34999.9	0.04	-0.09
4		16999.9	0.02	-0.07	4		34999.9	0.04	-0.09
5		16999.9	0.02	-0.07	5		34999.9	0.04	-0.09
6		16999.9	0.02	-0.07	6		34999.9	0.04	-0.09
7		16999.9	0.02	-0.07	7		34999.9	0.04	-0.09
8		16999.9	0.02	-0.07	8		34999.9	0.04	-0.09
9		16999.9	0.02	-0.07	9		34999.9	0.04	-0.09
10		16999.9	0.02	-0.07	10		34999.9	0.04	-0.09
I Emax - Emin I (g)			0.00		I Emax - Emin I (g)			0.00	
error maximo permitido (+g)			2.00		error maximo permitido (+g)			3.00	

Tomando como referencia los procedimientos de INDECOPI

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por ARSOU GROUP S.A.C.
- El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST EIRL no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la re calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Camica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Peru.
Tlf +51 301 1680/ Cel: +51 928 196 793/ Cel: +51 925 151 437
Ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group

Página 1/2

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Nº LMI- 698-2024

Solicitante : SANTA CRUZ PARI JOSE. (Labsuelos S.A.C.)

Dirección : Mza. EE lote 18 Cóp. De Vivienda Zarzuela Aita

SANTIAGO - CUSCO

Instrumento de Medición : ESTUFA PARA SECADO DE MUESTRAS.

Marca : METROTEST

Modelo : MS - H1

Serie : 811

Identificación : NO INDICA

Procedencia : PERU

Alcance Máximo : 200 °C

División Mínima : 0 °C

Tipo de Indicación : Digital

Lugar de Calibración : Laboratorio de Labsuelos SAC

Santiago – Cusco – Perú

Fecha de Calibración : 22 agosto 2024

Fecha de Emisión : 22 agosto 2024

Método de Calibración Empleado

Se realizo mediante el método de comparación "Procedimiento para la calibración de o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático"

Instrumento de Medición del Equipo.

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	NO INDICA	0,1°C
Selector	DIGITAL	NO INDICA	0,1°C

Condiciones de Calibración.

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	25.1°C	59 %hr	221V
Final	25.0°C	59 %hr	220V

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Peru.

Tlf +51 301 1680/ Cel: +51 928 196 799/ Cel: +51 925 151 437

Ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Cernica

METROLOGIA



Arsou Group

Página 2/2

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por
- El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

ARSOU GROUP SAC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la re calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Peru.
Tlf +51 301 1680/ Cel: +51 928 196 793/ Cel: +51 925 151 437

Ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 053-2025-FIMGC

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 417-2025-FIMGC-D**, a los **siete días del mes de noviembre de 2025**, siendo las **04:00 p.m.**, reunidos en el **Auditorio del Colegio de Ingenieros CIP - Ayacucho**, bajo la presidencia del **MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CARDENAS**, y los miembros: **MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN** y **Mg. Ing. Moisés Nico BARBARÁN ORIUNDO**, actuando como secretario docente el **Ing. Saul Walter RETAMOZO FERNÁNDEZ**, para proceder a la sustentación de tesis para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**, del bachiller:

JUAN CARLOS BJ. CASTILLO QUICO

Quien presentó la tesis denominada:

“MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS - 2024”

Los señores miembros del jurado, luego de expuesta la tesis y absueltas las preguntas, deliberaron y declararon:

Aprobado con Dieciséis (16)

Siendo las **06:00 p.m.** del día **07 de noviembre de 2025**, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad con lo actuado, los miembros del jurado firman al pie del presente.

MSc. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Presidente

MSc. Hemerson LIZARBE ALARCÓN
Miembro - Asesor

Mg. Moisés Nico BARBARÁN ORIUNDO
Miembro

Ing. Saul Walter RETAMOZO FERNÁNDEZ
Secretario docente de la FIMGC

FACULTAD DE INGENIERÍA
DE MINAS Y CIVIL
Av. Independencia S/N
Ciudad Universitaria
Central Tel. 066 312510
Anexo 151



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 028-2025-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 697-2024-FIMGC-UNSH-D**, dejo constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : Juan Carlos BJ. CASTILLO QUICO
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : "MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS – 2024"
Evaluación de la Originalidad : 16 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2846790554

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 15 de diciembre del 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Mg. Ing. Alex Sander IRCANAUPA HUAMANTI
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

“MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS – 2024”

por Juan Carlos BJ. CASTILLO QUICO

Fecha de entrega: 15-dic-2025 09:09a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2846790554

Nombre del archivo: Te_Juan_Carlos_BJ_Castillo_Quico.pdf (9.32M)

Total de palabras: 40457

Total de caracteres: 191469

“MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, ANDAHUAYLAS – 2024”

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	3%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	Trabajo del estudiante	2%
3	es.slideshare.net	Fuente de Internet	2%
4	tesis.usat.edu.pe	Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego	Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.unsch.edu.pe	Fuente de Internet	<1%

8	Submitted to Universidad Católica de Santa María	<1 %
	Trabajo del estudiante	
9	repositorio.upn.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
10	repositorio.unc.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
11	repositorio.urp.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
12	repositorio.uns.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
13	vsip.info	<1 %
	Fuente de Internet	
14	www.coursehero.com	<1 %
	Fuente de Internet	
15	repository.unimilitar.edu.co	<1 %
	Fuente de Internet	
16	ri.ues.edu.sv	<1 %
	Fuente de Internet	
17	vdocumento.com	<1 %
	Fuente de Internet	
18	repositorio.continental.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	

Submitted to Universidad Andina del Cusco

19

Trabajo del estudiante

<1 %

20

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

21

Submitted to Universidad Nacional de Ingenieria

Trabajo del estudiante

<1 %

22

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1 %

23

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

24

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

repository.ucc.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

repositorio.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

29

fibrasymallas.com

Fuente de Internet

<1 %

30

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

axces.info

Fuente de Internet

<1 %

32

repositorio.uni.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

33

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Facultad de Nutrición y Alimentación

Trabajo del estudiante

<1 %

35

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo