

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Estudio de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polopropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Por:

Diana Estefanny Caxi Paredes
Abel Gian Carlos Mamani Sullca

Asesor:

Ing. Percy Armando Cota Mayorga

Juliaca, noviembre de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS


Percy Armando Cota Mayorga, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente Informe de Investigación titulado: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TEREFALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLOPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS." constituye la memoria que presenta los Bachilleres Abel Gian Carlos Mamani Sulca y Diana Estefanny Caxi Paredes, para obtener el título de Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este Informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la Institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Jullaca, a los 21 días del mes de octubre del año 2021


Percy Armando Cota Mayorga
Ingeniero Civil
Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chulucani, a 30 día(s) del mes de Septiembre, del año 2021, siendo las 17:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Herson Dukedy Pani Buzi el secretario: Mg. Edwin Velazquez Mamani y los demás miembros: Mg. Edwin Bloy Vargas Uchamarca - Ing. José Pacori Pacori y el asesor: Ing. Percy Armando Sola Mayorga

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Estudio de la influencia cristalina de polietileno (PE) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos"

de el/la(s) bachiller(es): a) Diana Estefanny Gazi Paredes
 b) Abel Gian Carlos Mamani Sullca
 conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil
 (Nombre del Título Profesional)

con mención en:

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los/a/la/los) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el/los/la/los) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Diana Estefanny Gazi Paredes

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Buena	Muy bueno

Candidato (b): Abel Gian Carlos Mamani Sullca

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Buena	Muy bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al/la/la/los) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivos.

 Presidente

 Secretario

 Asesor

 Miembro

 Miembro

 Candidato/a (a)

 Candidato/a (b)

Dedicatoria

Agradecido con Dios por la oportunidad de seguir con muy buena salud y proteger a mis seres queridos en estos tiempos difíciles que estamos pasando, y darme vida para culminar con una de mis metas, Gracias por todas sus bendiciones.

A mi Madre, Alejandrina Sullca Gamarra y mi Padre, Rolando Mamani Puma, por todo su apoyo y motivación, que a través de los años me enseñaron a nunca rendirme a pesar que sea imposible todo es posible con esfuerzo y ganas, este logro se lo dedico con todo corazón y espero ser el hijo que siempre quisieron que sea muchas gracias por todo.

A mis herman@s, gracias por las propinas.

Abel Gian Carlos Mamani Sullca

A Dios en primer lugar por el conocimiento brindado y la oportunidad de concluir esta etapa.

A mis padres Ricardo Caxi Flores y Olga Paredes Maquera, por todo su amor incondicional, trabajo y sacrificio en todos estos años, por la confianza depositada hacia mi persona y creer siempre en mí.

A mis hermanos, quienes fueron el motivo para culminar esta etapa.

Diana Estefanny Caxi Paredes

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por su infinito amor, por permitirme culminar este trabajo de investigación, porque tengo la convicción de que la sabiduría e inteligencia proviene de Él.

A la Universidad Peruana Unión, por todo el aprendizaje impartido y sobre todo por formarnos día a día para ser mejores profesionales de excelente calidad y ética reflejando el amor de Cristo en el lugar donde nos encontremos.

El agradecimiento al apoyo a mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños, por sus palabras de motivación, e inculcarme siempre, esfuerzo, respeto, disciplina y exigiendo la pronta culminación de esta tesis.

Agradecer a la escuela profesional de Ingeniería Civil y a todos sus docentes que ayudaron en nuestra formación como personas de bien y como profesionales, por el apoyo de mi asesor de tesis Ing. Percy Cota Mayorga, por las observaciones, sugerencias, y el apoyo constante hacia mi persona en todo momento.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE IMAGEN.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA.....	17
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. Objetivos Generales	18
1.3.2. Objetivos Específicos	19
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	19
CAPÍTULO II.....	22
REVISIÓN DE LITERATURA.....	22
2.1. INTRODUCCIÓN	22
2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.2.1. Antecedente Internacional	22
2.2.2. Antecedente Nacional	23
2.2.3. Antecedente Local.....	25
2.3. MARCO CONCEPTUAL	26
2.3.1. Concreto	26
2.3.2. Clasificación general de los agregados.....	30
2.3.3. Propiedades físicas de los agregados.....	30
2.3.4. Propiedades del concreto	32
2.3.5. Clasificación y uso del plástico.....	35
2.3.6. Pavimento Rígido.....	39
CAPÍTULO III.....	41
MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1.1. Metodología de Investigación	41

3.1.2. Alcance de la Investigación	41
3.1.3. Diseño de Investigación.....	42
3.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.2.1. Hipótesis general	43
3.2.2. Hipótesis específicas	44
3.3. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	45
3.4.1. Población.....	45
3.4.2. Muestra	46
3.5. MATERIALES	47
3.5.1. Cemento	47
3.5.2. Agua.....	48
3.5.3. Agregados.....	48
3.5.4. Uso del tereftalano de polietileno (PET).....	56
3.5.5. Uso de fibras de polipropileno (PP)	58
3.6. DISEÑO DE MEZCLA.....	59
3.6.1. Materiales para la elaboración de concreto y diseño de mezcla.....	59
3.6.2. Diseño del concreto patrón.....	59
3.6.3. Diseño del CP- PET con respecto al A. F y A.G.....	66
3.6.4. Diseño del CP -PP con respecto al A. F y A.G	66
3.6.5. Diseño del CP- PP -PET con respecto al A. F y A.G	67
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	68
3.8. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	68
3.8.1. Fabricación de probetas cilíndricas y prismáticas para ensayos de resistencia a la compresión y flexión	68
3.8.2. Elaboración de probetas cilíndricas.....	69
3.8.3. Elaboración de viguetas	70
3.8.4. Curado de especímenes	72
3.9. PRUEBAS.....	73
3.9.1. Pruebas en estado fresco	73
3.10. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA	74
3.10.1. PRUEBA DE ANOVA.....	74
3.10.2. PRUEBA DE TUKEY.....	74
CAPÍTULO IV.....	76
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN OBJETIVOS.....	76

4.1.1 Comportamiento de la trabajabilidad del concreto patrón, mediante la prueba de cono de Abrams.....	76
4.1.2 Variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm ² con respecto al concreto incorporando 2%, 4%, y 6% de tereftalano de polietileno (PET), sobre el peso del agregado fino y grueso.	78
4.1.3 Variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm ² con respecto al concreto incorporando 0.5%, 1% y 1.5% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y fino.	98
4.1.4 Variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm ² con respecto al concreto incorporando ambos polímeros 2%, 4%, 6% de tereftalano de polietileno (PET) y 0.05%, 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP), sobre el peso del agregado grueso y fino.	113
CAPÍTULO V	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
5.1. CONCLUSIONES	131
5.1.1. Conclusión general.....	131
5.1.2. Conclusión específica.....	131
5.2. RECOMENDACIONES	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Compuestos principales en el cemento Portland.....	27
Tabla 2. Límites granulométricos para agregados finos.	28
Tabla 3. Requisitos que debe cumplir el agua en la preparación del concreto	29
Tabla 4. Diseño de la investigación.....	43
Tabla 5. Cuadro de operacionalización de variables	45
Tabla 6. Características técnicas	48
Tabla 7. Cuadro de procedencia y tamaños de agregados	48
Tabla 8. Límites de granulometría según ASTM	50
Tabla 9. Límites granulométricos para el agregado grueso.....	54
Tabla 10. Características del PET.....	57
Tabla 11. Características del PP.....	59
Tabla 12. Resumen de propiedades de los agregados para el diseño me mezcla	60
Tabla 13. Datos para la elaboración del diseño me mezcla	60
Tabla 14. Resistencia a la compresión promedio.....	61
Tabla 15. Contenido de aire atrapado.....	61
Tabla 16. Volumen unitario de agua	62
Tabla 17. Relación agua - cemento por resistencia	62
Tabla 18. Relación agua - cemento por resistencia	63
Tabla 19. Volúmenes absoluto por metro cúbico	64
Tabla 20. Volúmenes absolutos por metro cúbico.....	64
Tabla 21. Proporciones de diseño para 1 m ³	65
Tabla 22. Proporciones de diseño para 1 bolsa de cemento.....	65
Tabla 23. Proporciones de diseño de concreto patrón con incorporación de PET con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico.	66
Tabla 24. Proporciones de diseño de concreto patrón con incorporación de PET con respecto al agregado grueso para 1 bolsa de cemento	66
Tabla 25. Proporciones de diseño de concreto patrón con incorporación de PP con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico.....	66
Tabla 26. Proporciones de diseño de concreto patrón con incorporación de PP con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico.....	67
Tabla 27. Proporciones de diseño de concreto patrón con la incorporación de PET y PP con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico.....	67
Tabla 28. Proporciones de diseño de concreto patrón con la incorporación de PET y PP con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico.....	67
Tabla 29. Cuadro, técnicas instrumentos de recolección de datos.....	68

Tabla 30. Cantidad total de probetas con adición de PET y PP fabricadas para el ensayo de compresión y flexión.....	71
Tabla 31. Resumen de resultados de los ensayos de trabajabilidad	76
Tabla 32. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón a edades de 7,14 y 28 días.	79
Tabla 33. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de PET 2%, en remplazo del agregado fino y grueso	80
Tabla 34. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 4% de PET en remplazo del agregado fino y grueso	81
Tabla 35. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 6% de PET en remplazo del agregado fino y grueso	82
Tabla 36. Análisis de Varianza.....	84
Tabla 37. Análisis comparativo utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%..	86
Tabla 38. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón en remplazo del agregado fino y grueso.....	89
Tabla 39. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de PET 2%, en remplazo del agregado fino y grueso	90
Tabla 40. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de PET 4%, en remplazo del agregado fino y grueso	91
Tabla 41. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de PET 6%, en remplazo del agregado fino y grueso	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del concreto endurecido.....	27
Figura 2. Límites granulométricos para agregados gruesos.....	29
Figura 3. Factores que influencias en la resistencia del concreto	33
Figura 4. Clasificación y aplicación del plástico.....	35
Figura 5. Símbolos de reciclaje de envases de plástico	36
Figura 6. Usos de la fibra de PET reciclado	37
Figura 7. Proceso de un trabajo cuantitativo (Hernandez, Ferandez, & Baptista, 2006)..	42
Figura 8. División de los diseños no experimentales.....	43
Figura 9. Procedimiento para determinar la muestra Fuente (Vara Horna, 2012)	46
Figura 10. Fotografía de la cantera Unocollo.....	49
Figura 11. Cono de Abrams.	74
Figura 12. Comparativa de asentamiento en porcentajes concreto patrón y concreto patrón con adiciones de polímeros remplazo del agregado fino	77
Figura 13. Comparativa de asentamiento en porcentajes concreto patrón y concreto patrón con adiciones de polímeros remplazo del agregado grueso.	78
Figura 14. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto patrón.....	79
Figura 15. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto patrón con adición al 2% de PET.	80
Figura 16. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto patrón con adición al 4% de PET.	81
Figura 17. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto patrón con adición al 6% de PET.	82
Figura 18. Gráfica de intervalos de Resistencias a la compresión vs. Tratamientos	87
Figura 19. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos.....	88
Figura 20. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto patrón.....	89
Figura 21. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto patrón con adición al 2% de PET.	91
Figura 22. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto patrón con adición al 4% de PET.	92
Figura 23. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto patrón con adición al 6% de PET.	93
Figura 24. Gráfica de intervalos de Resistencias a la compresión vs. Tratamientos	97
Figura 25. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos.....	97
Figura 26. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición al 0,05% de PP	99

Figura 27. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición al 1% de PP	100
Figura 28. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición al 1.5 % de PP	101
Figura 29. Gráfica de intervalos de Resistencias a la compresión vs. Tratamientos	105
Figura 30. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos	105
Figura 31. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición al 0.5 % de PP ...	106
Figura 32. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición al 1% de PP	107
Figura 33. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición al 1.5 % de PP ...	108
Figura 34. Grafica de Intervalos de Resistencia a la Compresión Vs Tratamientos	112
Figura 35. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos	113
Figura 36. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición 0,5%PP Y 2%PET	114
Figura 37. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición 1%PP Y 4%PET	116
Figura 38. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición 1,5%PP Y 6%PET	117
Figura 39. Comparativa de resultados del ensayo a compresión	117
Figura 40. Grafica de intervalos de resistencia a la compresión vs tratamientos.....	122
Figura 41. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos	122
Figura 42. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición 0,5%PP Y 2%PET	124
Figura 43. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición 1%PP Y 4%PET	125
Figura 44. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición 1,5%PP Y 6%PET	126
Figura 45. Grafica de intervalos de resistencia a la compresión vs tratamientos.....	130
Figura 46. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos	130

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Lavado de los polímeros para eliminación de impurezas	57
Imagen 2 Lavado de las hojuelas de PET Fuente: Elaboración propia	58
Imagen 3. Secado al sol de hojuelas PET Fuente: Elaboración propia	58
Imagen 4 Tiras de polipropileno de 50 x 60mm Fuente: Elaboración propia	59
Imagen 5. Moldes cilíndricos y prismáticos para ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión	69
Imagen 6. Vaciado de probetas cilíndricas Fuente: Elaboración propia	70
Imagen 7. Vaciado de las vigas Fuente: Elaboración propia	70
Imagen 8 Curado de muestras cilíndricas de concreto Fuente: Elaboración propia	72
Imagen 9. Curado de vigas de concreto Fuente: Elaboración propia	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Propiedades de los componentes del concreto	138
Anexo B. Diseño de mezcla	144
Anexo C. Datos de los ensayos de compresión y flexión	149
Anexo D. resultados de ensayos de laboratorio	163
Anexo E. Panel fotográfico	177

SÍMBOLOS USADOS

%	: Porcentaje
ACI	: American Concrete Institute
AF	: Agregado fino
AG	: Agregado grueso
ANOVA	: Análisis de varianza
ASTM	: American Society for Testing and Materials
CP	: Concreto patrón
CP- PET	: Concreto patrón con Tereftalato de polietileno
CP- PP	Concreto patrón con Polipropileno
CP- PET-PP	Concreto patrón con Tereftalato de polietileno y Polipropileno
$F'c$: Resistencia a la compresión
$F'cr$: Resistencia promedio a la compresión del concreto requerida
Kg/cm ²	: Kilogramos por centímetro cuadrado
N°	: Número
NTP	: Norma técnica peruana
PET	: Tereftalato de polietileno
PP	: Polipropileno
α	: Nivel de significancia

RESUMEN

La presente investigación parte un de un problema a desarrollarse de ¿Cómo influye la incorporación de tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) reciclado, en la resistencia a la compresión y flexión del concreto?, es por lo cual se plantea como objetivo general de realizar un estudio comparativo de la influencia del tereftalano de polietileno (PET), polipropileno (PP) y una combinación de ambos polímeros, y analizar dicho comportamiento en un concreto convencional para un FC´210 kg / cm², con polímeros reciclados, donde los resultados se muestra que al incorporar de PET sobre el concreto patrón 210 kg/cm² disminuyen su trabajabilidad en los porcentajes 2% 4% y 6% con respecto al remplazo del agregado fino se observó aún más la dificultad para trabajar la muestra en cuanto se aumentaba de porcentajes iniciando con una consistencia plástica y concluyendo con un concreto consistente, mientras que en el remplazo del agregado grueso fue menos la dificultad. Así mismo se observó en la combinación de concreto patrón con PP, y por último en la combinación de ambos polímeros fue aún más de un concreto consistente dificultando su trabajabilidad mientras se aumentaban los porcentajes y la incorporación de ambos polímeros (PET-PP) en sus porcentajes de 2%, 4%, 6% y 0.5%, 1.0%, 1.5%, disminuye su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días no superando el concreto patrón. Con respecto a la resistencia a la flexión se obtuvo un incremento a los 7 días de edad con respecto al remplazo del agregado fino en los porcentajes 0.5% 1.0% - 2% 4% siendo los siguientes; 46.94 kg/cm² 71.09 kg/cm², con respecto al agregado grueso en el porcentaje de 6%- 1.5 47.33 kg/cm², de igual modo en la edad de 14 días 68.39 kg/cm², 78.77 kg/cm² y 56.89, resistencia a los 28 días 89.92 kg/cm² 91.70 kg/cm², 66.29 kg/cm² respectivamente, concluyendo que la incorporación de PET, PP y ambos polímeros juntos en un concreto convencional dio un efecto positivo en la mayor parte como también negativo en sus combinaciones 2% 4% 6% y 0.5% 1.0% 1.5% respectivamente.

Palabras clave: Concreto, Influencia, Incorporación, Polipropileno Homopolímero, patrón, tereftalano de polietileno (PET), tereftalano de polietileno+polipropileno (PET+PP), polipropileno (PP) Resistencia a la compresión y flexión.

ABSTRACT

This research is part of a problem to be developed on How does the incorporation of recycled polyethylene terephthalane (PET) and polypropylene (PP) influence the compressive and flexural strength of concrete? general study of carrying out a comparative study of the influence of terephthalane on polyethylene (PET), polypropylene (PP) and a combination of both polymers, and analyze said behavior in a conventional concrete for a FC'210 kg / cm², with recycled polymers, where The results show that by incorporating PET on the 210 kg / cm² standard concrete, its workability decreases in the percentages 2%, 4% and 6% with respect to the replacement of the fine aggregate, the difficulty of working the sample was observed even more as soon as it was it increased in percentages starting with a plastic consistency and ending with a consistent concrete, while in the replacement of coarse aggregate the difficulty was less. Likewise, it was observed in the combination of standard concrete with PP, and finally in the combination of both polymers there was even more of a consistent concrete, hindering its workability while increasing the percentages and the incorporation of both polymers (PET-PP) in their percentages of 2%, 4%, 6% and 0.5%, 1.0%, 1.5%, decreases its compressive strength at 7, 14 and 28 days not exceeding the standard concrete. Regarding the flexural strength, an increase was obtained at 7 days of age with respect to the replacement of the fine aggregate in the percentages 0.5% 1.0% - 2% 4% being the following; 46.94 kg / cm² 71.09 kg / cm², with respect to the coarse aggregate in the percentage of 6% - 1.5 47.33 kg / cm², in the same way in the age of 14 days 68.39 kg / cm², 78.77 kg / cm² and 56.89, resistance at 28 days 89.92 kg / cm² 91.70 kg / cm², 66.29 kg / cm² respectively, concluding that the incorporation of PET, PP and both polymers together in a conventional concrete gave a positive effect for the most part as well as a negative effect in their combinations 2 % 4% 6% and 0.5% 1.0% 1.5% respectively

Keywords: Influence, Incorporation, Polypropylene Homopolymer, Pattern concrete, polyethylene terephthalane (PET), polyethylene terephthalane + polypropylene (PET + PP), polypropylene (PP) Compressive and flexural strength.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

En un mundo en el que los problemas ambientales son cada vez mayores y más perjudiciales, se tiene que buscar soluciones aprovechando el reciclaje y la reutilización de los desechos sólidos urbanos, actualmente reciclar es un tema que preocupa tanto a las personas como a las instituciones gubernamentales por la importancia que tiene el proporcionar una mejor calidad de vida en el presente y posteriormente a las futuras generaciones. (Romero & Ahumada, 2014)

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2014) la contaminación está relacionado con el crecimiento poblacional, ya que el incremento de la humanidad conlleva un aumento al consumo, lo cual genera grandes acopios de residuos sólidos sin tratar incrementa los grados de contaminación ambiental actual. Actualmente, es un problema ambiental latente la mala colocación de residuos sólidos domésticas a nivel nacional. Según la evaluación realizada. Respecto al manejo de los residuos sólidos, se concluye deficiente, ya que a nivel nacional (municipalidades provinciales) existen solo 12 rellenos sanitarios para una población que supera los treinta y tres millones de habitantes, lo que demuestra que existe un alarmante déficit de infraestructuras. Asimismo, el 95% de EFA supervisadas no cuenta con una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

Por lo expuesto, se evidencia el deterioro ambiental en el Perú y del resto del mundo, han hecho que se empiece a tomar conciencia de las consecuencias que podemos llegar a tener si seguimos contaminando como lo hemos hecho hasta ahora, por lo que buscamos alternativas para contrarrestar y remediar este daño; alternativas como el reciclaje, surge como proyecto la reutilización del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) utilizado como adición en una mezcla de concreto convencional, siendo remplazado parcialmente el agregado fino, con el propósito de darle un uso adecuado al material de reciclaje, donde posiblemente actué de forma positiva, considerando que podría llegar a disminuir el costo o al mismo tiempo la densidad del concreto, por el contrario sería una alternativa como solución para resolver los problemas del medio ambiente teniendo como resultado un concreto óptimo para su uso en pavimentos rígidos.

Los polímeros derivados del petróleo o metales pueden durar en descomponer cientos de años y miles de años. Los polímeros en general se descomponen entre 100 a 500 años debido a su degradación lenta. Consiste principalmente en la desintegración de moléculas más pequeñas, mismas que se dispersan en los mares, ríos, sedimentos y suelos. (Sanchez Anguiano, Rosales Jaso, & Textle Maldonado, 2011) .

En el Perú, casi 950 mil toneladas de plástico se consumen al año; del cual el 56 % de los residuos plásticos que se generan terminan en un relleno sanitario, mientras que el 43 % acaban en ríos y océanos. Solo el 0.3 % es reinsertado en la cadena productiva a través del reciclaje de acuerdo a las cifras del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018).

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la incorporación de tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) reciclado, en la resistencia a la compresión y flexión del concreto?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Como es el comportamiento de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² con respecto al concreto incorporando tereftalano de polietileno (PET), sobre el peso del agregado fino y agregado grueso.?
- ✓ ¿Como es el comportamiento de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² con respecto al concreto incorporando polipropileno (PP) sobre el peso del agregado fino y agregado grueso.
- ✓ ¿Cuál es el comportamiento de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² incluyendo ambos polímeros 2%, 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET) y 0.05%, 0.10% y 1.5% de polipropileno (PP), sobre el peso del agregado fino y agregado grueso.
- ✓ ¿Cómo influye la incorporación de “PET”, “PP” y “PET+PP” en cuanto a la trabajabilidad del concreto?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos Generales

- ✓ Realizar un estudio comparativo de la influencia del tereftalano de polietileno (PET), polipropileno (PP) y una combinación de ambos polímeros, analizar dicho comportamiento en un concreto convencional para un FC´210 kg / cm², con polímeros reciclados.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el comportamiento de la trabajabilidad del concreto patrón, mediante la prueba de cono de Abrams y comparar con los diseños incluyendo los polímeros reciclados como el PET y PP
- ✓ Determinar la variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² con respecto al concreto incorporando 2%, 4%, y 6% de tereftalano de polietileno (PET), sobre el peso del agregado fino y grueso.
- ✓ Determinar la variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² con respecto al concreto incorporando 0.05%, 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y fino.
- ✓ Determinar la variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² con respecto al concreto incorporando ambos polímeros 2%, 4%, 6% de tereftalano de polietileno (PET) y 0.05%, 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP), sobre el peso del agregado grueso y fino.

1.4. Justificación

El presente estudio se realizó porque en la actualidad existe la problemática la excesiva producción de residuos sólidos generando problemas ambientales que son cada vez mayores y perjudiciales, considerados como contaminantes por ser no biodegradables, este hecho hizo empezar a tomar conciencia de las consecuencias que trae consigo, siendo este un tema que preocupa a las instituciones y entidades gubernamentales a pesar que se pretende utilizar materiales reciclables además de su deficiente gestión este problema persiste convirtiéndose en un problema crítico. Según estudio de Generación de residuos sólidos en el plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la ciudad de Puno del año 2013, nos indica que solamente en la ciudad de Puno se logra recolectar 93.406 ton/día de residuos sólidos. De los cuales el 1.84% es PET, haciendo un análisis del tiempo, tendríamos 1.72 ton/día, 52 ton/mes y 624 ton/año. Lo que nos lleva a concluir que se genera cantidades exorbitantes de residuos de PET, lo que podría ser utilizado para el objetivo de presente investigación. (Zenteno, 2018)

Por lo expuesto en lo anterior, este estudio se realizó mediante la comparación de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje, ya que se busca elaborar un nuevo concreto ecológico, que nos ayude a generar un entorno más limpio y crear una nueva cultura de reciclaje, reduciendo la contaminación ambiental generada por los plásticos polietileno (PET) y polipropileno (PP) que tardan más de 500

años en descomponerse, teniendo en cuenta que el tereftalato de polietileno (PET) es una materia prima que, derivada del petróleo, este funciona como barrera de gases y líquidos, debido a que esta materia tiene baja absorción de líquidos. (Aquino, 2019).

Además, el presente estudio se realizó porque se considera como una alternativa de solución a la implementación del tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP) ya que posee propiedades que son altamente compatibles con el concreto, de este modo se hallaría una posible mejora en los parámetros físicos-mecánicos del concreto.

Por otro lado, el tereftalato de polietileno tiene propiedades físico mecánicas excelentes con duraciones largas, además el PET es recolectado de los desechos generados por los ciudadanos, razón por la cual llegan a ser económicos y de fácil uso, no requiriendo mano calificada para su proceso de reciclado y para su uso en la estabilización de suelos para la construcción de carreteras, teniendo resultados muy favorables con el medio ambiente, de igual manera este estudio tiene impacto económico debido que con la aplicación del tereftalato de polietileno se ayuda a la economía del país, con la reutilización de residuos sólidos como son las grandes cantidades de botellas de plástico desechadas. Por consiguiente, las personas podrán reciclar sus botellas desechadas y venderlas, obteniendo así ganancias de sus propios residuos sólidos, asimismo este estudio posee impacto social ya que la aplicación del tereftalato de polietileno en obras civiles, dará el surgimiento indirecto de la cultura de reciclaje, esto beneficiará a la sociedad por el simple hecho de reducir el impacto ambiental y mejorar nuestra calidad de vida y finalmente este estudio aporta en el ámbito académico porque la aplicación de tereftalato de polietileno, es un tema muy amplio, pues existen diferentes tipos de plásticos los cuales pueden ser reutilizados para diferentes usos, no solo en el sector de la construcción. El PET es motivo de investigación para las diferentes ciencias existentes.

Es, por lo tanto, que este estudio aporta como base para posteriores estudios e investigaciones, considerando que el concreto es un material primordial en la construcción, es necesario hacer investigaciones respecto al tema, materiales que favorezcan en su resistencia al concreto en este caso el plástico, y que esto permita mezclas de concreto más adecuadas, eficientes, livianas, ecológicas y económicas, que se puedan utilizar sin ningún inconveniente.

Los porcentajes utilizados en esta investigación, fue a raíz de la tesis “Estudio comparativo de la Influencia de plástico (PET) en la resistencia a la compresión y

durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional”, donde concluyen que la única combinación que cumple con los parámetros mínimos de calidad es el concreto realizado con agregados naturales más plástico con solo 1 %de reemplazo, con el cual se llegó a obtener una resistencia de 223 kg/cm². e investigaciones realizadas referente al tema, concluyendo en la mayor parte que en porcentajes moderados no mayores al 8%, se observó una mayor resistencia del concreto, es por ello que en la presente investigación se asume para el PET los porcentajes de (2%, 4% y 6%) y considerando que el PP tiene menor densidad y mayor volumen se asume estos porcentajes (0.5%, 1.0% y 1.5%). El diseño de mezcla del concreto fue realizado en base al comité 211 del American Concrete Institute (ACI), diseñando un concreto patrón de 210 kg/cm² y concreto con incorporación de tereftalato de polietileno respecto al peso de los agregados fino y grueso.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Introducción

En este capítulo, se da a conocer los antecedentes de los estudios ya realizados y las bases teóricas que corresponden al tema de investigación, en primer lugar, se muestra las generalidades del concreto estructural, tales como sus propiedades físicas y mecánicas, en el cual se encuentra incluido la resistencia a la compresión y flexión, en segundo lugar, se muestra la definición propiedades y características del tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP), y finalmente se muestra las normas empleadas en esta investigación.

2.2. Antecedentes de la Investigación

2.2.1. Antecedente Internacional

(Celi, 2021) en su tesis titulada “Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE)” cuyo objetivo fue “analizar la capacidad de soporte (CBR) de suelos de subrasante mediante la adición de finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE) para conseguir una mayor estabilidad” donde concluye que al añadir finos de Tereftalato de Polietileno (PET), Polipropileno (PP) y Polietileno (PE) a la subrasante natural el valor de CBR incrementa hasta un 6.9%, consiguiendo de esta manera una estabilización de la subrasante de hasta el 57%.

(Ortíz Mazariegos, 2017). En su tesis denominada “Mezclas asfálticas en caliente adicionando tereftalato de polietileno como agregado por el método de Marshall”, donde determino que las características físicas y propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas evaluadas son muy distintas, debido a que la mezcla asfáltica con tereftalato de polietileno (PET) tiene deficiencias notables, comparándolos con un diseño de mezcla propuesto normal que cumple los parámetros mínimos como adherencia de los agregados, carga, deformación y porcentaje de vacíos, estos son fundamentales en la realización de una mezcla asfáltica normal; por otra parte, al realizar un diseño de mezcla asfáltica que tenga los parámetros sugeridos en el rango granulométrico en la sección 401 del “Libro Azul”, no significa que cumplirá lo sugerido y que esté en condiciones óptimas. Por esta razón se emplean pruebas con diferentes diseños granulométricos para optimizar la calidad de las mezclas asfálticas.

(Maila Paucar , 2013). En su tesis titulada: “Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (EVA).” Se entiende que haber realizado los ensayos en los laboratorios se determinó que tiene un valioso progreso en las propiedades mecánicas tales como modulo dinámico elástico, resistencia a la tensión indirecta, resistencia a la perdida por desgaste, estabilidad, flujo y suspicacia térmica de la mezcla transformada con relación a la mezcla convencional cuya mezcla optima de la investigación quedo constituida por el 60 por ciento de agregado grueso, 40 por ciento de agregado fino, 6.3 por ciento de asfalto y 3 por ciento de polímero EVA (en peso de asfalto). Donde la mejora significativa es el módulo dinámico elástico ya que aumenta hasta un 40 por ciento con relación a la mezcla convencional.

(Berrio Alzate, 2017). En su tesis titulada: “Diseño y evacuación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo”. Se llego a la conclusión de la caracterización de la materia prima usados en la elaboración de las composiciones asfálticas, las mezclas semidensas son muy manipuladas en la construcción de carreteras en Colombia, donde la contextura es macro textual que posibilita una mejor adherencia a las llantas. Se evaluaron 9 tipos de mezclas, siendo combinaciones de 3 tamaños de PET (5,0 mm; 2,0 mm; 0,5-2,0 mm) y 3 dosificaciones distintas (0.5%, 1,0%; 2,0%). La conclusión más importante es que el PET triturado, reacciona positivamente en el desempeño de la mezcla asfáltica, dando respuesta al testimonio de la investigación desde el punto de vista microestructural de la mezcla, donde se utilizaron dos técnicas conocidas como el análisis de microscopia electrónica de barrido (SEM) y el análisis de espectrometría por dispersión de rayos X (EDS)

2.2.2. Antecedente Nacional

(Puente Ganz, 2020) en su tesis denominado “Análisis técnico, económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas” donde analizo técnica y económicamente las mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas concluyendo que del análisis técnico – económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado, se tiene que éste mejora el desempeño estructural y durabilidad, además no varía significativamente el costo para la construcción de carreteras asfaltadas bajo un contenido óptimo de 1 % de PET en relación al agregado fino. Las escamas de tereftalato de polietileno reciclado inciden positivamente en el desempeño estructural de la mezcla asfáltica para la construcción de carreteras, donde según el porcentaje óptimo de 1 % de

PET en relación al agregado fino, con un contenido de asfalto de 6 %, la mezcla asfáltica presenta una estabilidad de 905.00 kg (4.86 % más respecto a la MAC convencional), flujo de 4.20 mm (6.06 % más respecto a la MAC convencional) y rigidez de 2279.00 kg/cm (4.95 % menos respecto a la MAC convencional); además de cumplir con los requerimientos de la norma MTC E-504 del Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG-2013.

(Corbacho, 2019) en su estudio denominado “Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de Rueda Cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco - 2018” donde concluye que la influencia de la sustitución parcial de agregado fino en la estabilidad Marshall de mezcla asfáltica modificada con fibras PET disminuye un 9.6% en comparación a la mezcla asfáltica convencional, mientras el flujo de mezcla asfáltica modificada con fibras PET se incrementa en 6.52% en comparación a la mezcla asfáltica convencional, también se encontró que la mezcla asfáltica modificada con fibras PET, presentó un incremento de la resistencia a la susceptibilidad a la deformación permanente en 24% respecto a la mezcla asfáltica convencional.

(Reyes Montoya, 2018) en su estudio titulada “Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta -Ate -Lima Este (2018)” donde concluye que al incrementar la dosificación del polietileno tereftalato (PET) reciclado en forma de fibras de 0,5% a 1,5% se observa la disminución de la resistencia a compresión y del asentamiento, en el ensayo a tracción por compresión diametral no se ve una influencia alguna; mientras que en el ensayo a flexión se optimiza la resistencia aumentando un 5% respecto a los resultados del diseño patrón. Finalmente, con la adición del aditivo plastificante Visco Crete se mejora el asentamiento de los diferentes diseños, aumentando la resistencia a compresión, flexión y tracción por compresión diametral.

(Pablo, 2018) en su tesis titulada “Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco - 2017” trata sobre el análisis de la adición de fibras de polietileno en el concreto hidráulico y con ello, presentar una nueva alternativa para el diseño de pavimentos de concreto en la ciudad, donde concluye que las fibras de polietileno inciden en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto, mediante la incremento de fibras obtenidas de botellas plásticas recicladas, donde realizo diversas proporciones que

son de 0.00 Kg, 0.50 Kg, 1.00 Kg, 1.50 Kg y 2.00 Kg por metro cubico de concreto alcanzando un aumento del Mr en un 114% en relación al concreto patrón, Con la adición de fibras recicladas, obtenidas de botellas de polietileno en forma de fibras, en dosis diferentes se observa que añadiendo 1.50 Kg/m³ de concreto obtenemos la dosis optima de fibra dotando de mayor capacidad a flexión en relación al concreto patrón.

(Navarro Jimenez, 2017). Se entiende en la siguiente investigación de tesis “Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET”. En la siguiente tesis nos detalla datos porcentuales tratados en Kg, donde se define las dimensiones y granulometría las partículas de polímeros PET para el diseño de mezclas. Donde el POLIESTER PET es un material que puede reducir en el calor cuyas características el punto de fusión es de 260 °C, donde nos permite reducir a la su forma líquida y poder combinar con el PET, se solidifica mostrando un color marrón oscuro y una contextura semi gelatinosa”.

(Aquino Castro, 2019). En su tesis: “Estudio comparativo de la Influencia de plástico (PET) en la asistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional”. Concluyen que la única combinación que cumple con los parámetros mínimos de calidad es el concreto realizado con agregados naturales más plástico con solo 1 %de reemplazo, con el cual se llegó a obtener una resistencia de 223 kg/cm². Este concreto podría ser usado en la elaboración de concretos simples como pavimentos, veredas, etc. No se recomienda su uso en concretos estructurales.

(Fernandez Diaz & Gonzales Moncada, 2017). En su tesis nos menciona que la incorporación de la fibra de polipropileno en las propiedades estructurales mecánicas del concreto (flexión). Se determino que para una dosis de 4kg/m³ de fibra alcanzo un módulo de rotura de 83.51kg/cm², puesto que a los 7, 14 y 21 días se comportó de manera favorable aumentando el módulo de rotura en un 17% con respecto al diseño patrón que alcanzo un módulo de rotura de 71 kg/cm² de 28 días.

2.2.3. Antecedente Local

(Luque, 2019) en su tesis denominada “Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marsahl del concreto asfáltico - Juliaca, 2018” cuyo objetivo fue analizar la influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico, concluyendo que la incorporación del tereftalato de polietileno en el concreto asfáltico en un porcentaje del 6.70% , como parte del asfalto y utilizando el método

seco para su incorporación, permite alcanzar un ligero mejoramiento en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall, por lo que se le puede considerar como apropiado para ser usado como material conformante del concreto asfáltico, sin embargo esto no implica correlación entre el porcentaje de PET y los parámetros Marshall.

(Zenteno S. , 2018) en su estudio titulado “efectos de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno” cuyo objetivo fue evaluar el efecto de estabilización de suelo fino con tereftalato de polietileno, con la incorporación de 2, 4, 6, 8 y 10% en peso del agente estabilizador mencionado con relación al peso seco del suelo en estudio, todo ello para conformar la estructura de un pavimento flexible de acuerdo a la normativa peruana vigente, concluyendo que al adicionar 2% de PET el suelo en estudio, mejora considerablemente su capacidad de soporte al esfuerzo cortante (CBR), haciéndolo apto para su uso en la capa de Sub rasante y Sub base a nivel de pavimentos flexibles, todo ello de acuerdo a lo requerido por la norma peruana (EG 2013).

(Quispe Soncco & Ticona Cutipa, 2017). En su tesis titulada: “Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c=210$ kg/cm²”. Concluye que la adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla del concreto permeable con $f'c=210$ kg/cm² mejora la propiedad de resistencia a la compresión y el desgaste de abrasión e impacto, en cambio en las propiedades del contenido de vacío y permeabilidad presentan tendencias a la reducción a medida que se incrementa la cantidad de fibras de polipropileno.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Concreto

Según Catillo (1995), menciona que “el concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en medidas adecuadas para que de ese modo se obtenga propiedades ya establecidas como la resistencia” de igual forma Sánchez (2001), sostiene que “el concreto es considerado una mezcla de un material aglutinante (cemento Portland Hidráulico), a su vez este debe contener un material de relleno (conocido como agregados o áridos), agua y en ciertas ocasiones se pueda añadirse aditivos y/o fibras”.

El concreto es un uno de los materiales más utilizados y más adquiridos debido a su composición y diferentes propiedades físicas y químicas, donde la calidad final del concreto

aporta en gran manera en la industria de la construcción, así mismo garantiza una óptima resistencia en estado duro y una sencilla manejabilidad del material.

Al respecto, Rivva (2010), señala que el concreto es un material hasta en día de hoy desconocido en sus distintos aspectos como: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, procesos de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales.



Figura 1. Estructura del concreto endurecido
Fuente: Civilgeeks.com

2.3.1.1. Componentes

2.3.1.1.1. Cemento

La elección del tipo de cemento Portland a usarse es muy importante para los concretos, estos deben cumplir con las normas como la ASTM C 150 o C 595, por ser el cemento el componente más activo del concreto, y teniendo en cuenta todas las propiedades del concreto. (Barriga, 2007)

Al respecto, Felipe y Felipe (2014) afirma “que el cemento es donde podemos aplicar el Cemento Portland Puzolánico IP es el más utilizado, el mismo que tiene propiedades de adhesión y cohesión por lo que es un buen ligante.”

Tabla 1: Compuestos principales en el cemento Portland

Compuesto	Fórmula	Notación	Porcentaje (%)
Silicato tricálcico (Alita)	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S	30 – 50
Silicato dicálcico (Belita)	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S	15 – 30
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	4 – 12
Ferro aluminato	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF	8 – 13
Tetracálcico			
Cal libre	CaO		
Magnesia libre (Periclasa)	MgO		

Fuentes: High-Strength Concrete: A practical guide

2.3.1.1.2. Agregado fino

Los agregados finos se obtienen a partir de la desintegración de las rocas, este material fino pasa por el tamiz 3/8" siendo retenido por el tamiz N°200, de este modo cumple con los parámetros establecidos en la NTP 400.037. En donde deberá estar graduado dentro de los límites y parámetros que indica la norma. (Rivva, 2010)

Tabla 2. Límites granulométricos para agregados finos.

MALLA	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
3/8"	100 a 100
N.º 4	95 a 100
N.º 8	80 a 100
N.º 16	50 a 85
N.º 30	25 a 60
N.º 50	10 a 30
N.º 100	2 a 10

Fuente: ASTM

2.3.1.1.3. Agregado grueso

Los agregados gruesos son retenidos en el tamiz NTP 4.75 mm (N°4), son aquellos forados por rocas o también por gravas trituradas que se obtienen de canteras previamente analizadas en laboratorios que certifiquen su calidad, este debe ser resistente, limpio y sin recubrimiento de polvo, para evitar estos problemas deberá ser previamente lavado y descartar todo tipo de partícula que impregnada. (Rivva, 2010)

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites y parámetros que establece la norma ITINTEC 400.037 o en la norma ASTM C33, los cuales están indicados en el siguiente cuadro.

N° ASTM	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100mm (4 Pulg)	90mm (3 1/2 pulg)	75mm (3 Pulg)	63 mm (2 1/2 Pulg)	50 mm (2 Pulg)	37.5mm (1 1/2 Pulg)	25mm (1 Pulg)	19mm (3/4 Pulg)	12.5mm (1/2 Pulg)	9.5mm (3/8 Pulg)	4.75 mm (N° 4)	2.36m m (N° 8)	1.18mm (N° 16)	4.75um (N° 50)
1	90mm a 37.5mm (3 1/2 Pulg a 1 1/2 Pulg)	100	90 a 100	0	25 a 50	0	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
2	63mm a 37.5mm (2 1/2 Pulg a 1 1/2 Pulg)	0	0	100	9 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
3	50mm a 25mm (2 Pulg a 1 Pulg)	0	0	0	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0
357	50mm a 4.75mm (2 pulg a N° 4)	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0	0 a 5	0	0	0
4	37.5mm a 19mm (1 1/2 pulg a 3/4 Pulg)	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0
467	37.5mm a 4.75mm (1 1/2 pulg a N° 4)	0	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0 a 5	0	0	0
5	25mm a 12.5mm (1 Pulg a 1/2 Pulg)	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0	0	0
56	25mm a 9.5mm (1 Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	0	0	0
57	25mm a 4.75mm (1 Pulg a N° 4)	0	0	0	0	0	100	95 a 100	0	25 a 60	0	0 a 10	0 a 5	0	0
6	19mm a 9.5mm (3/4 Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	0	0	0
67	19mm a 4.75mm (3/4 Pulg a N° 4)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	0	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0
7	12.5mm a 4.75mm (1/2 Pulg a N° 4)	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	0	0
8	9.5mm a 2.36mm (3/8 pulg a N° 8)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	0
89	9.5mm a 1.18mm (3/8 pulg a N° 16)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75mm a 1.18mm (N° 4 a N° 16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Figura 2. Límites granulométricos para agregados gruesos

Fuente: (Rivva, 2010)

2.3.1.1.4. Agua

El agua es un componente importante en el diseño, debido a que depende de ella la reacción de la hidratación (Fernandez, 2013).

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP339.088, de preferencia agua potable (Rivva, 2010),

La calidad del agua, determinada mediante análisis de laboratorio, debe cumplir con los valores de la tabla N°3, si hubiera una excepción tendrá que ser aprobada por la inspección.

Tabla 3. Requisitos que debe cumplir el agua en la preparación del concreto

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible (ppm)
Cloruros	300
Sulfatos	300
Sales de magnesio	150
Sales solubles totales	500
PH	mayor a 7
Sólidos en suspensión	1500
Materia orgánica	10

Fuente: (Rivva, 2010)

2.3.2. Clasificación general de los agregados

2.3.2.1. Agregados naturales

Los agregados naturales proceden de explotaciones de fuentes naturales como: depósitos de arrastres fluviales, glaciares, canteras de diversas rocas y piedras naturales.

Al respecto Rivera (2011) menciona que todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión o mediante trituración realizada por el hombre, por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen.

2.3.2.2. Agregados artificiales

Los agregados artificiales provienen de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, la micro sílice etc. (Carbajal, 1999)

2.3.3. Propiedades físicas de los agregados

Según Fernández (2013), define como aquellos materiales, sólidos e inertes agrupados por división de tipos: tamaños y formas subdivididos en elementos con características determinadas en función de su composición y posibles usos.

Usualmente son extraídos de las canteras, que son afloramientos rocosos de los que se extrae un material específico, que puede ser piedra, grava, suelo, etc. Si este material es usado con fines de constructivos, debe pasar un riguroso control de calidad tanto físico, químico y mecánico para garantizar su eficiencia en obra.

En el caso de la tecnología del concreto, su importancia aumenta considerando que el agregado ocupa entre el 65 a 80% del volumen total del concreto, por lo tanto, su influencia en las propiedades del concreto fresco y endurecido, es esencial para obtener un concreto de calidad.

2.3.3.1. Granulometría

Es la determinación de la cantidad en porciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen un material, se refiere también al tamaño máximo y mínimo de agregados. Este es un estudio de gran importancia para una buena trabajabilidad del

concreto de igual modo una mala graduación de los agregados provocaría huecos o deficiencia en el tamaño, al mismo tiempo se obtendría un concreto sumamente caro por el alto contenido de cemento; por consiguiente, el elemento estructural resultaría antieconómico también, la cantidad excesiva de arena en un concreto ocasionaría que se eleve el costo.

2.3.3.2. Módulo de fineza

Permite estimar que tan fino o grueso es un material, para su cálculo el módulo de fineza de un agregado se estima haciendo la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N° 50, N°100 y posteriormente es dividida entre 100".

2.3.3.3. Tamaño máximo

Definido como la menor abertura del tamiz que permite el paso de la totalidad del agregado, presentando el tamaño de la partícula más grande. (Rivera L., 2011)

Además, el tamaño máximo de agregado esta dado en relación a la abertura de la malla superior inmediata en la que es retenida el 15% del material o más.

2.3.3.4. Tamaño máximo nominal

Este es considerado como el menor tamaño de una malla por la que pasa la máxima cantidad de agregado que deberá de retener de un 5% a un 15%.

Es más útil que el tamaño máximo porque indica de mejor manera el promedio de la fracción gruesa, mientras que el tamaño máximo solo indica el tamaño de la partícula más grande de la masa de agregados, el cual puede ser único. (Rivera L., 2011)

2.3.3.5. Absorción

La absorción es el poder de saturar con agua los vacíos que presentan en su interior. Dicho evento se denomina capilaridad, que no termina de llenar totalmente los vacíos debido a que en estos siempre quedara aire atrapado.

2.3.3.6. Peso específico

El peso específico del agregado denominado también densidad. Se define como una relación entre la masa de una unidad volumétrica del material referente a la masa del agua.

2.3.3.7. Humedad

El agua también puede ser retenida en la superficie de los agregados en un momento dado, debido a ello es importante conocer el estado de humedad de los agregados empleados en el concreto. Si el agregado es capaz de absorber agua, disminuirá la relación agua cemento efectiva y por el contrario si tiene agua presente en su superficie aumentara esta relación.

2.3.4. Propiedades del concreto

2.3.4.1. Diseño de mezcla

Las propiedades del concreto se estudian básicamente con el propósito de seleccionar los ingredientes apropiados de mezcla, y es así como se considerarán las diversas propiedades del concreto. El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y practica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material optimo que cumpla los requerimientos particulares del proyecto.

2.3.4.2. Concreto en Estado Fresco

Es un estado del concreto en él se puede realizar diferentes ensayos, con el propósito de ver como se comportará el concreto posteriormente. Si bien el concreto fresco tiene solamente interés pasajero, debemos notar que el grado de compactación afecta, y seriamente, la resistencia del concreto de proporciones de mezcla dadas. Por lo tanto, es vital que la consistencia de la mezcla, sea tal que el concreto se pueda transportar colocar, compactar acabar con suficiente facilidad y sin segregación (Neville, 1999)

2.3.4.2.1. Trabajabilidad

Es aquella propiedad del concreto en estado no endurecido, la cual determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado, con un minio de trabajo y un máximo de homogeneidad, así como para ser acabado sin que presente segregación, en la tabla 4 se muestra la relación que hay en la trabajabilidad y el slump.

La trabajabilidad está influenciada principalmente por el contenido de agua, pasta y el equilibrio adecuado entre el agregado grueso y agregado fino, el cual produce en un caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento de la masa (Pasquel Carbjal, 1998)

El equipo para realizar este ensayo es importante mediante un cono, que consta de dos círculos sus bases paralelos entre ellos midiendo 10 cm y 20 cm los diámetros la altura

del equipo es de 30 cm., el molde deberá constituir una base de acero galvanizado, que deberá tener un espesor mínimo de 1.5mm. Para poder realizar el compactado del material se deberá contar también con una barra de acero de longitud de 60 cm y de 5/8” de diámetro y la punta de esta deberá ser semiesférica (Abanto, 2013).

2.3.4.3. Concreto en estado endurecido

2.3.4.3.1. Resistencia

Es considerada como la propiedad más valiosa del concreto, sin embargo, posee otras características tales como la durabilidad o la permeabilidad que pueden ser más importantes. No obstante, la resistencia en general nos muestra la calidad del concreto por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento hidratada. (Barriga, 2007)

2.3.4.3.2. Resistencia a la compresión

Este ensayo está normalizado según la NTP 339.034 y en el ASTM C-39, es definida como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto.

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso. (Pasquel Carbjal, 1998)

Para cada edad se deben ensayar como mínimo 2 cilindros y trabajar con el valor promedio. Se deben aceitar las paredes del molde; al llenar éste se debe lograr una buena compactación, la cual puede realizarse con varilla. (Rivera L., 2011)

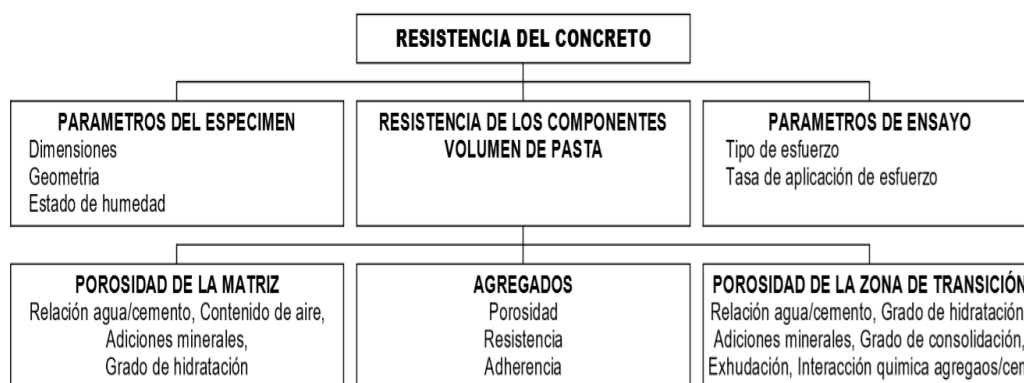


Figura 3. Factores que influencias en la resistencia del concreto

2.3.4.3.3. Efecto de la edad en la resistencia del concreto

La resistencia del concreto es caracterizada normalmente por su valor de 28 días, la elección de la edad de 28 días no tiene importancia científica, es simplemente que los primeros cementos ganaban resistencia lentamente y fue necesario basar la descripción de resistencia en el concreto en el cual ya había ocurrido una importante hidratación del cemento. Al parecer fue de ese modo que la edad de 28 días adquirió una posición inmutable. (Neville, 1999)

2.3.4.3.4. Resistencia a la Flexión

Este ensayo esta normalizado por la ASTM C-293-02 La resistencia a la flexión de un concreto es baja en comparación con su resistencia a la compresión, pero muy superior a su resistencia en tracción pura. (Rivera L., 2011)

Este parámetro es aplicado en estructuras tales como pavimentos rígidos; debido a que los esfuerzos de compresión que resultan en la superficie de contacto entre las llantas de un vehículo y el pavimento son aproximadamente iguales a la presión de inflado de las mismas, la cual en el peor de los casos puede llegar a ser de 5 o 6 kg/cm²; este esfuerzo de compresión sobre un pavimento de concreto hidráulico resulta sumamente bajo con relación a la resistencia a la compresión del concreto que normalmente varía entre 150 y 350 kg/cm² en nuestro medio.

Por lo tanto, no es la resistencia a la compresión el factor determinante de la calidad del concreto para pavimentos, sino la resistencia a la flexión, por el paso de los vehículos y por diferencias de temperatura un lado de la losa estará sometida a tensión y el otro lado a compresión, siendo cambiables estos esfuerzos. Es claro entonces que para el diseño de pavimentos de concreto la característica importante es la resistencia a la flexión del concreto o también llamada "módulo de rotura". (Rivera L., 2011)

2.3.4.4. Concreto Reforzado con Fibras

Según la definición del Instituto Americano del Concreto (ACI,1996) citado por Lopez (2015), el concreto reforzado con fibras no es más que concreto preparado con cementos hidráulicos, conteniendo agregados finos y gruesos, agua y fibras discretas discontinuas cuya misión es contribuir a la mejora de determinadas características de los concretos.

A diferencia del concreto reforzado de forma convencional, las propiedades mecánicas tienen un carácter isótropo, que no es dependiente de la orientación y concentración del refuerzo en determinada zona (Lopez,2015)

En el caso específico de las fibras, éstas al bajar el porcentaje de grietas que usualmente se forma, causa un aumento de la resistencia a la fisuración y la ductilidad del material, así como en grado pequeño, la resistencia a tensión. Las ventajas principales de los concretos reforzados con fibras, son su resistencia al impacto, a esfuerzos térmicos, al desgaste, al astillamiento y su elevada capacidad de absorción de energía. (Sánchez, 1978) citado por (López, 2015).

2.3.4.5. Concreto con Fibras de Polipropileno

Se ha demostrado que el uso de fibras sintéticas de polipropileno (PP) pueden emplearse para complementar al concreto convencional con ciertas propiedades como; minimizar la fisuración por contracción plástica, otorga al hormigón una mayor capacidad de resistencia a tracción. Si se forman las fisuras por retracción, las fibras unen estas fisuras. (Barreda, Iaiani & Sota, 2000).

En 1952 se inició a optar láminas delgadas, sin embargo, la principal aplicación que significó su entrada al mercado fue en envases rígidos, en la década del 70, cuya fabricación fue envases de bebidas poco sensibles al oxígeno como el agua mineral (Brent Strong, 2006)

2.3.5. Clasificación y uso del plástico

Se tiene la clasificación de los plásticos más comúnmente reciclados y sus aplicaciones.

En el Cuadro N°02 se muestra la clasificación de este tipo de plásticos reciclados a nivel mundial según la SPI (Society of the plastics industry)

Sigla	Nombre	Código de reciclaje	Usos y aplicaciones
PET	Poliétileno tereftalato	1	Botellas para bebidas, aceite y otros alimentos.
PEAD/HDPE	Poliétileno de alta densidad	2	Envases y botellas para productos de limpieza. Membranas impermeabilizantes.
PVC	Policloruro de vinilo	3	Cañerías, electrónica.
PEBD/LDPE	Poliétileno de baja densidad	4	Bolsas, separadores, guantes.
PP	Polipropileno	5	Tapas de botellas,
PS	Poliestireno	6	Vasos y recipientes para alimentos, aislantes.
-	Otros	7	Comprende: policarbonato (PC), nailon, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), entre otros.

Figura 4. Clasificación y aplicación del plástico
Fuente: Generación de residuos de plástico

2.3.5.1. Polietileno de Tereftalano

El polietileno de tereftalano en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia y resistencia química (Silva, 2015)

Gracias a las diferentes cualidades como ligereza, transparencia, brillo, fuerza y reciclable, el PET es muy apreciada con muchos consumidores, en donde se puede identificar las ventajas y calidad en donde empresas, negocios, etc., pueden depositar su confianza con un material como este. Para hacer visible la recuperación de este material de diferentes moldes la “American Society of Plastics Industry” ha desarrollado un logo que a través del tiempo se ha convertido en símbolo: las flechas tres Inter direccionadas. (Silva, 2015)



Figura 5. Símbolos de reciclaje de envases de plástico

Fuente: <https://www.ue2002.es/significado-simbolos-reciclaje-envases-plastico/>

2.3.5.1.1. Reciclaje del PET

(Elias, 2009) Afirma que “En la actualidad existen muchos problemas acerca del plástico debido a su composición y la desintegración del mismo, el cual la industria del plástico realizó el estudio acerca “RECICLAR” ya que la mayoría del PET se recicla mecánicamente, con los desfavorables inconvenientes con el material con impurezas como las botellas”.

El PET de desecho es seleccionado de acuerdo a su transparencia, color y grado de limpieza; posteriormente se efectúa el lavado para deshacerse de abrasivos, residuos de material biodegradable, papel, adhesivos y etiquetas. El siguiente paso en el reciclaje, es el secado, el PET limpio pasa por una secadora y se almacena en un silo donde se homogeneiza. (Goodship, 2007)

Cabe recalcar que se consumen 120 billones de botellas de PET anualmente y teniendo en cuenta la eficiencia del 85 – 95 % en la separación efectiva de las botellas de PET en las plantas de selección y el 86 – 90 % de eficiencia en el reciclado mecánico de las botellas a escama de PET, la eficiencia global sería del 73 – 86 %, es decir bastante elevada. (Elias, 2009), las cuales mostraremos a continuación:

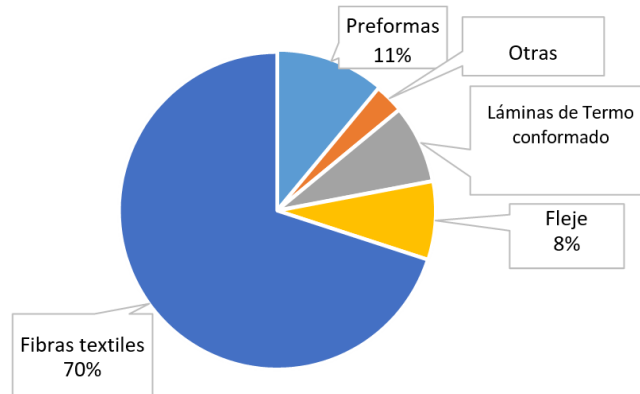


Figura 6. Usos de la fibra de PET reciclado

Fuente: Reciclaje de residuos industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. (Elias, 2009)

2.3.5.1.2. Propiedades y características químicas

Los polímeros sintéticos que son los plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado plástico, esto es cuando el material se encuentra viscoso o fluido, y no posee propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos. (Silva, 2015)

El PET se comercializa en 4 diferentes líneas de producción:

1. PET textil (filamento continuo y/o fibras cortadas) en donde se utiliza para la fabricación de prendas de vestir, cuerdas, telas tejidas, correas de seguridad, hilos, mangueras. Su alta resistencia nos ayuda a fabricar brochas y cepillos industriales.
2. PET grado película: es mayormente utilizado en la industria del cine, también es utilizado en rayos X, audio, capacitores, contactos en manera industrial y artes gráficas (estampado en caliente).
3. PET para envases: en una línea favorable características en cuanto a resistencia a agente químicos, es ligera, su costo es muy bajo, es cristalino (transparente) y es fácil de manejo.
4. PET para lamina: podemos encontrarlo en grado cristalino, amorfo, espumado. En donde el grado amorfo provee claridad, resistencia y alta pureza en bajas temperaturas como a hidrocarburos clorados y su capacidad de esterilización

por óxido de etileno y el grado espumado posee resistencia a las temperaturas simultáneas de congelación y horneado.

Otros grados de PET y que en la actualidad están cobrando relevancia, son los reciclados (denominados RPET), que se recomienda su utilización para elaborar envases de productos no alimenticios, fibras no tejidas, láminas, feje y madera plástica o bien para el moldeo de otros productos. (Avila, Martinez, Barrera, Ureña, & Loza, 2013)

2.3.5.2. Polipropileno

El polipropileno es un producto sintético que se añade al concreto para dar un refuerzo adicional, lo que se espera de esta adición al concreto es la reducción del agrietamiento, aumento importante de tenacidad, mejora de la resistencia al impacto, tracción y compresión. (Huang, Wu, Shu, & Burdette, 2010)

Las fibras del polipropileno son químicamente inertes y, por lo tanto, cualquier químico que destruya al concreto no tiene ningún efecto sobre la fibra, cuanto más agresivo es el producto químico como: ácido sulfúrico y ácido clorhídrico, que entran en contacto con el material compuesto, el concreto se deteriorara antes que las fibras.

2.3.5.2.1. Estructura del Polipropileno

El polipropileno es un material fabricado de manera industrial, el cual deriva de la familia de los polímeros, donde está compuesto de hidrocarburos saturados. En donde encontramos 2 átomos de carbono el cual compone la principal cadena, y se encuentra ramificado en la familia del metilo (CH₃).

2.3.5.2.2. Propiedades Físicas

- La densidad del PP, está percibida entre 0.90 y 0.93 gr/cm³. Por su mínima densidad permite fabricar un producto muy ligero.
- Material muy rígido lo suficiente como para aguantar una carga de 25.5 kg/cm², difícil de sufrir deformaciones y resistentes a temperaturas a los 70° C.
- Posee capacidad de restauración (regresa a su estado normal).
- Excelentes propiedades de uso y aspecto muy alegre y limpio.
- Material con mayor porcentaje de reutilizar en diferentes aspectos
- Tiene una elevada resistencia a la compresión y tracción.

2.3.5.2.3. Aplicación del Polipropileno

La buena acogida que ha tenido se debe básicamente a su versatilidad, como también sus buenas propiedades físicas, es un material demasiado bueno para aplicaciones como:

- Baja densidad.
- Alta dureza y resistente a la abrasión.
- Alta rigidez.
- Buena resistencia al calor.
- Excelente resistencia química.
- Excelente versatilidad.

El polipropileno ha sustituido gradualmente a materiales como el vidrio, los metales o la madera, así como polímeros de amplio uso general (ABS y PVC), pudiendo usarse en:

- Fabricación de Sacos (Polipropileno tejido) – Rafia.
- Fabricación de Bolsas.
- Utensilios domésticos.
- Botellas de diferentes tipos.
- Embalajes.
- Fibras.
- Tubos, etc.

2.3.5.3. Proceso de reciclado

El reciclaje de los plásticos es sinónimo de recuperación y la reprocesamiento de los mismos, cuando su vida útil termino, para usarlo en nuevos proyectos y aplicaciones.

2.3.6. Pavimento Rígido

Según el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MSGGP, 2013) establece que los pavimentos llamados rígidos, son nombrados con aquel apelativo debido la capa de rodadura es de una losa de concreto.

Debido a su naturaleza, la capa de concreto absorbe casi el total de los esfuerzos producidos por la cargas de tránsito; dando menos intensidad de absorción de cargas a la capa base y la subrasante (MSGGP, 2013).

Según lo estipula el presente manual citado, en nuestra realidad existen tres tipos de pavimentos rígidos:

- Pavimentos de concreto simple con juntas
- Pavimentos de concreto reforzado con juntas
- Pavimentos de concreto continuamente reforzados

2.3.6.1. Diseño de Pavimentos

La metodología de diseño está basada en la AASHTO 93, estimando ésta, que con el transcurrir del tiempo y las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método estipula un servicio final, que se mantiene al terminar el periodo de diseño (MSGGP,2013).

El método consiste en un proceso iterativo, donde se tantean espesores de losa "D" hasta llegar al equilibrio de la ecuación AASHTO 93.

$$\text{LOG}(W_{18}) = Z_R * S_0 + 7.35 * \text{LOG}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{LOG}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \left(\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}\right)} + (4.22 - 0.32 * P_t) * \text{LOG}\left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right]}\right]$$

Donde:

W8.2 = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas.

ZR = desviación normal estándar

SO = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

ΔPSI= diferencia entre los índices de servicio inicial y final

Pt = índice de serviciabilidad o servicio final

Mr = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

Cd = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

Ec = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Metodología de Investigación y tipo de la Investigación

3.1.1. Metodología de Investigación

Esta investigación es una investigación pura ya que buscar dar soluciones a los problemas ambientales que son cada vez mayores y más perjudiciales, se tiene que buscar soluciones aprovechando el reciclaje y la reutilización de los desechos sólidos urbanos, la siguiente investigación busca aumentar la teoría, al mismo tiempo es de tipo CUANTITATIVO porque una de las características es que mide los fenómenos, utiliza estadísticas, emplea experimentación y por último análisis de causa- efecto, tiene un proceso secuencial, deductivo y analiza la realidad objetiva.

Por lo tanto esta investigación es de tipo CUANTITATIVO, ya que se uso la recolección de datos para probar una hipótesis, además de tener un diseño y medir variables, de acuerdo a la definición de enfoques de la investigación dada por (Hernandez, Ferandez, & Baptista, 2006)

El método de la investigación es EMPIRICO: OBSERVACION tiene como propósito la observación de la situación del pavimento rígido, realizar un estudio comparativo de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en el concreto.

(Hernandez, Ferandez, & Baptista, 2006) Conceptualiza que, “en el proceso puede verse por qué en la investigación de tipo cuantitativa se aplica la lógica deductiva, que va de la teoría generada por investigaciones antecedentes a la recolección de los datos en casos particulares de una muestra”

3.1.2. Alcance de la Investigación

Para la elaboración de la presente tesis se tiene un enfoque cuantitativo y un nivel CORRELACIONAL EXPLICATIVO, debido a que se desarrollaran los estudios de causa y efecto, ya que el propósito del estudio es ver en qué porcentaje aumenta o disminuye la resistencia del concreto, debido a ello realizaremos la adición del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en el concreto.

(Hernandez, Ferandez, & Baptista, 2006) Conceptualiza que el interés de los estudios explicativos, es básicamente explicar el porqué de un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.”

Por lo tanto, esta investigación corresponde al nivel CORRELACIONAL, ya que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre do o mas conceptos, categorías o variables en un contexto específico; además que permite hacer predicciones.

Según (Hernandez, Ferandez, & Baptista, 2006) mencionan que el enfoque cuantitativo es el encargado de recolectar datos para que posteriormente se pruebe hipótesis.

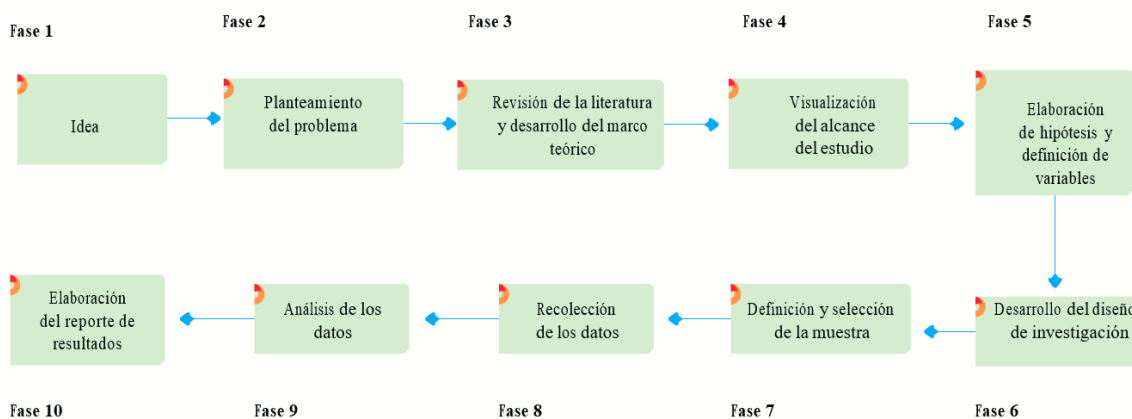


Figura 7. Proceso de un trabajo cuantitativo (Hernandez, Ferandez, & Baptista, 2006)

Fuente: (Hernandez, Ferandez, & Baptista, 2006)

3.1.3. Diseño de Investigación

“Los diseños son planes y estrategias de investigación que nacen para posteriormente obtener respuestas confiables a las preguntas de investigación que se hace en un inicio, tiene el enfoque de plantear una serie de actividades sucesivas que deben adaptarse a las particularidades de cada tesis y que indica los pasos y pruebas a efectuar. (Vara Horna, 2012)

Un diseño es una estrategia metodológica y estadística puntual para el desarrollo de un trabajo de investigación; sin embargo, para el caso de la presente investigación es de diseño EXPERIMENTAL porque se manipulan las variables de investigación de forma deliberadamente.

Tabla 4. Diseño de la investigación

Descripción	Asignación	Modificación	Tipo
Concreto Patrón	CP	No	C
Concreto con adición del PET	-	Si	E
Concreto con adición del PP	CP-PP	Si	E
Concreto con adición de PET y PP	CP-PET-PP	Si	E

Nota: E = Grupo experimental, C = Grupo control, No/Si = Observación,

Las muestras que se realizaran para demostrar el análisis de 3 formas: la primera que vendría ser el Concreto patrón (CP) el cual se llevara a cabo sin ningún tipo de adición por el cual tendrá que reflejar datos según Norma con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en el segundo análisis optaremos por el PET (Tereftalato de Polietileno) el cual se añadirá como fibras de forma irregular obtenidas a partir de botellas recicladas de bebidas o refrescos como ejemplo: botellas de gaseosas, la cual las obtendremos en diferentes puntos de recolección de botellas establecido en la ciudad de Juliaca. Donde obtendremos piezas de tamaño 13-25 mm (1/2" – 1").

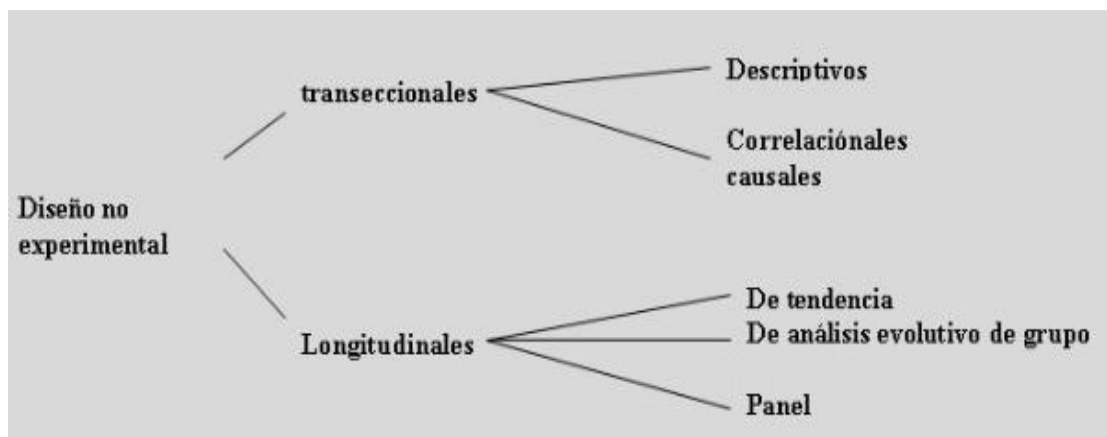


Figura 8. División de los diseños no experimentales

Fuente: (Hernandez, Ferandez, & Baptista, 2006)

3.2. Hipótesis de la investigación

3.2.1. Hipótesis general

La incorporación de materiales reciclados como el tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) tendrá influencia positiva en cuanto a las resistencias a flexión y

negativo a la resistencia a compresión en el concreto convencional, para pavimentos rígidos.

3.2.2. Hipótesis específicas

- a) La incorporación de 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET) respecto al peso del agregado fino y agregado grueso, DISMINUYE la resistencia a la compresión y AUMENTA la resistencia a la flexión en base al incremento de dicho polímero respecto al concreto patrón de 210 kg/cm².
- b) La incorporación de 0.05% 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y agregado fino, DISMINUYE la resistencia a la compresión y AUMENTA la resistencia a la flexión en base al porcentaje que resultara con mayor satisfacción respecto concreto patrón de 210 kg/cm².
- c) La incorporación de ambos materiales de reciclaje como son el PET y PP en los porcentajes 2% 4% y 6% y 0.05% 0.10% 0.15% respectivamente sobre el agregado grueso y agregado fino DISMINUYE la resistencia a la compresión y AUMENTA la resistencia a la flexión, respecto al concreto patrón de 210 kg/cm²
- d) La incorporación del PET y PP sobre el concreto patrón de 210 kg/cm² respecto al peso de los agregados, disminuye la trabajabilidad a medida que se le va incorporando mas porcentajes.

3.3. Variables de la investigación

Sampieri (2006) menciona que los experimentos son aquellos donde se manipula tratamientos, influencia, estímulos o intervenciones a las variables independientes para poder ver los efectos que causa sobre otras variables que vienen a ser estas las variables dependientes, en una situación controlada.

Las variables que se consideró en esta investigación están divididas en 2 grupos las dependientes y las independientes con las cuales se consideró en la siguiente tabla.

Tabla 5. Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Valores finales	Tipo de variable
<i>Independiente</i>			
Fibras de Tereftalato de Polietileno PET	Dosificación de mezcla con fibras de PET	% de hojuelas PET	Ordinal
Fibras de Polipropileno PP	Dosificación de mezcla con fibras de PP	% de fibras de PP ^b	Ordinal
Combinación de fibras de PET y PP	Dosificación de mezcla con fibras de PET y PP	Comportamiento de ambas fibras ^c	Ordinal
<i>Dependiente</i>			
Asentamiento	Cono de Abrams	pulg	Continua
Resistencia a la compresion	Máquina de ensayo de compresión	kg/cm ²	Continua
Resistencia a la flexión	Máquina de ensayo de Resistencia a la flexión	%	Continua

Fuente: Elaboración propia; kg/cm = kilogramos/centímetros cuadrados; % = porcentaje, los equipos que se utilizaron fueron la máquina de ensayo a compresión y flexión, balanza

^a Las hojuelas de PET añadidas al diseño de mezcla fue de 2, 4, y 6% respecto al peso del agregado grueso y fino

^b Las fibras de PP añadidas al diseño de mezcla fue de 0.5, 1.0 y 1.5% respecto al peso del agregado grueso y fino

^c Para ver el comportamiento de ambos polímeros se añadió 2, 3, 4% y 0.5, 1.0 y 1.5% de PET y PP respectivamente sobre el peso de ambos agregados

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

“En una investigación se puede tener más de una población, todo depende de la complejidad y variedad de tus objetivos”. (Vara Horna, 2012)

La población está constituida de testigos circulares también denominados probetas y vigas, que lo conforman el concreto patrón y el concreto experimental, se consideró estos dos tipos de muestra para estudiar el comportamiento de ambos concretos mediante los ensayos a realizar.

3.4.2. Muestra

“El muestreo es el proceso de extraer una muestra a partir de una población. El muestreo tiene etapas muy bien definidas; cada una requiere que tomes decisiones.” (Vara Horna, 2012).

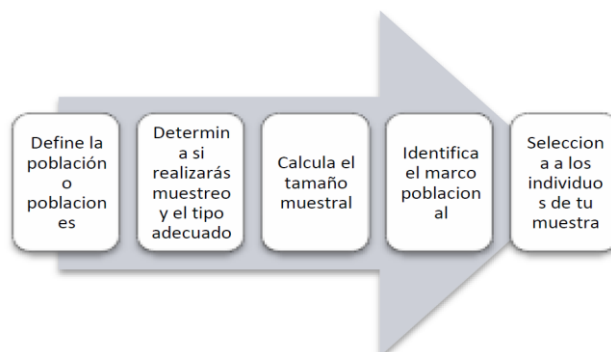


Figura 9. Procedimiento para determinar la muestra Fuente (Vara Horna, 2012)

Fuente (Vara Horna, 2012)

La muestra está conformada por 10 tipos de concreto, porque de este modo se analizó y halló una combinación, cuyo resultado aumente la resistencia en un concreto convencional, estos son los siguientes: Concreto patrón, concreto patrón adicionado con PET al 2% 4% y 6%; concreto adicionado con PP al 0.5% 1.0% y 1.5%, concreto adicionado con PET y PP en los porcentajes 2% 4% y 6% y 0.5% 1.0% y 1.5%, con respecto al peso del agregado fino y grueso.

La totalidad de las unidades de análisis para las variables dependientes: Asentamiento, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

3.4.2.1. Resistencia a la compresión

Se realizó 9 muestras por cada alternativa de diseño, una alternativa consta del concreto patrón, las otras 3 alternativas son: el concreto patrón con la adición de PET, PP y ambos polímeros juntos.

Para la adición del PET se consideraron los siguientes porcentajes 2% 4% 6%. Para la adición del PP se consideraron los siguientes porcentajes 0.5% 1.0% 1.5%. Para la adición de ambos polímeros PET y PP se consideró porcentajes diferentes 2% 4% 6% y 0.5% 1.0% 1.5%, en base al peso del agregado fino y grueso, siendo un total de 6 alternativas de diseño sin considerar el diseño del concreto patrón.

Todas las muestras se evaluaron a los 7, 14 y 28 días, es decir que a los 7 días se sometió a la prueba de resistencia a la compresión 3 muestras a los 14 días otras 3 muestras y por último a los 28 días los 3 restantes.

Para el ensayo de resistencia a la compresión se realizaron 171 probetas de 10*20 cm.

3.4.2.2. Resistencia a la flexión

Se realizó 9 muestras por cada alternativa de diseño, una alternativa consta del concreto patrón, las otras 3 alternativas son: el concreto patrón con la adición de PET, PP y ambos polímeros juntos.

Para la adición del PET se consideraron los siguientes porcentajes 2% 4% 6%. Para la adición del PP se consideraron los siguientes porcentajes 0.5% 1.0% 1.5%. Para la adición de ambos polímeros PET y PP se consideró porcentajes diferentes 2% 4% 6% y 0.5% 1.0% 1.5%, en base al peso del agregado fino y grueso, siendo un total de 6 alternativas de diseño sin considerar el diseño del concreto patrón.

Todas las muestras se evaluaron a los 7, 14 y 28 días, es decir que a los 7 días se sometió a la prueba de resistencia a la compresión 3 muestras a los 14 días otras 3 muestras y por último a los 28 días los 3 restantes.

Para el ensayo de resistencia a la flexión se realizaron 171 vigas de 50*15*15 cm.

3.5. Materiales

3.5.1. Cemento

Se utilizó el cemento Wari PREMIUN Portland Tipo I para uso general es un cemento ideal para todo tipo de estructuras en edificaciones y obras de infraestructura, que demanden altas resistencias iniciales y finales logrando construcciones sólidas de calidad sísmo-resistente, que cumplen con las exigencias de las normas NTP 334.009; ASTM C-150.

Tabla 6. Características técnicas

Descripción	Cemento Wari tipo I	Tipo I NTP 334.009; ASTM C-150
Requisitos químicos		
MgO (%)	1.78	Máximo 6.0
SO ₃ (%)	2.74	Máximo 3.0
Perdida por ignición (%)	2.5	Máximo 3.5
Residuo insoluble	0.64	Máximo 1.5
Requisitos físicos		
Pesos específicos (g/ml)	3.14	No especificada
Expansión en autoclave (máx. %)	0.08	Máximo 1.5
Fraguado vicat inicial (min)	130	Máximo 45
Fraguado vicat final (min)	215	Máximo 375

Nota: Fuente: Ficha técnica cemento wari.

3.5.2. Agua

El agua empelada en los diseños de mezcla de la presente investigación fue agua potable de la red pública que es subministrada por la empresa prestadora de servicios SEDAJULIACA S.A. No se realizó pruebas de calidad adicionales, debido a que cumplen con las exigencias de la ASTM C1602/C1602M (2012) y NTP 399.088 (2014).

3.5.3. Agregados

En la presente investigación se utilizó el agregado artificial que proviene de la Planta chancadora SURUPANA el mismo que provee agregado artificial (angular, chancado) y el agregado natural de la Cantera Unocolla siendo un agregado natural (redondeado).

Tabla 7. Cuadro de procedencia y tamaños de agregados

Procedencia de agregados	Tamaño de agregados		
	A. G	A. F	Forma
Planta Chancadora Surupana	Huso 6 ^a		Artificial
Cantera Unocolla		N° 8 - N° 200	Natural

Nota: Fuente: Elaboración propia; A. G= Agregado grueso; A.F= Agregado fino
^a Según la ASTM C33/C33M El Huso 6 se compone de tamaños de agregado grueso (3/4" - 3/8")

3.5.3.1. Cantera

Los agregados fueron obtenidos de la cantera Unocollo, para la ubicación geográfica se muestra en la Figura 5. De la cantera Unocollo se procedió a usar solo el agregado fino.



Figura 10. Fotografía de la cantera Unocollo

Fuente: (Google Maps)

Para el uso del agregado grueso en tamaños de $\frac{1}{2}$ " $\frac{3}{4}$ " y $\frac{3}{8}$ " se tomó en cuenta la cantera Surupana S.A.C oficina ubicada en AV. Circunvalación 567 urb. San José I etapa. Para la ubicación geográfica se muestra en la Figura 5.

3.5.3.2. Agregado fino

El agregado fino que se uso fue el de la cantera Unocolla, previo al diseño de mezcla se realizó ensayos para determinar las propiedades físicas del agregado fino en el laboratorio de tecnología del concreto de la Universidad Peruana Unión.

Encontrándose dentro del rango mostrado de aceptación según la NTP 400.012. Su respectivo módulo de fineza es 2.99 que de acuerdo a la norma está dentro del rango permisible.

3.5.3.2.1. Análisis granulométrico para el agregado fino

Para su análisis granulométrico se consideró las normas NTP 400.012 y ASTM C136, siendo su procedimiento el siguiente:

- Una vez obtenida la muestra se procede a cuartearla para luego secarlo al aire libre, el peso no debe ser menor de 500 gr.

- Limpiar los tamices y ponerlos en el siguiente orden decreciente, según el tamaño de sus aberturas
- Con la muestra limpia se procede a realizar el tamizado dando movimientos circulares entre 1 a 3 minutos, lo cual hará que el material descienda y sea retenido en la malla correspondiente
- Seguidamente se procede a retirar cada tamiz y pesar el material retenido en cada una de ellas.
- Se hace los cálculos correspondientes y verificar que cumpla los límites establecidos.

Tabla 8. Límites de granulometría según ASTM

Malla		Porcentaje que pasa
3/8 "	9.8 mm	100
N°4	4.75 mm	95- 100
N°8	2.36 mm	80-100
N°16	1.15 mm	50- 85
N°30	600 um	25- 60
N°50	300 um	10- 30
N°100	150 um	2 – 10

Fuente: tecnología del concreto/ diseño de mezcla p.25

El resultado final de nuestro agregado fino se encuentra dentro de los límites permitidos por la NTP 400.037, tales datos al igual que su curva granulométrica se encuentran en las tablas del Anexo A.

3.5.3.2.2. Contenido de humedad del agregado fino

Para el análisis de contenido de humedad se consideró las normas NTP 339.185 y ASTM C556, siendo su procedimiento el siguiente

- Seleccionar una muestra de aproximadamente 500gr después de haber realizado el cuarteo.
- Pesar la muestra húmeda más el recipiente, registrar los datos
- Colocar la muestra a una temperatura constante de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ por un periodo de 24 horas, sacar del horno y dejar enfriar para después pesarlo.
- Después de tener los datos anotados se procede a realizar su cálculo de contenido de humedad con la siguiente ecuación 1.

$$H\% = \left[\frac{W_{mh} - W_{ms}}{W_{ms}} \right] \times 100 \quad \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

H% = Porcentaje de humedad (%)

Wmh = Peso de muestra húmeda (gr)

Wms = Peso de muestra seca (gr)

3.5.3.2.3. Peso específico y absorción del agregado fino

Para el cálculo del peso específico y absorción del agregado fino se consideró las normas NTP 400.022 y ASTM C127- C128, siendo su procedimiento el siguiente:

- Cuartear la muestra teniendo aproximadamente un peso seco de 1500gr, sumergirlo al agua o saturar la muestra por 24 horas.
- Transcurrido el tiempo retirar el agua y ponerlo en una bandeja y dejar secarlo al aire libre
- Para comprobar si la muestra esta superficialmente seca (SSS), se usa el cono de absorción apisonando con 25 golpes sin compactar, si al retirar la muestra se desmorona parcialmente indica que la muestra esta superficialmente seca y si de lo contrario mantiene la forma del cono eso indica que falta secar.
- Tomar la muestra SSS en una cantidad de 500gr y ponerlo en un frasco de vidrio.
- Teniendo la muestra dentro del frasco, la llenamos de agua hasta que nos permita agitarla sin derramar agua.
- Con el fin de eliminar burbujas agitamos el frasco de 15 a 20 minutos
- Se dejo la muestra a temperatura ambiente para que enfrié el frasco con la muestra, luego se pesó la fiola más la muestra y el agua.
- Sacamos el agregado fino del frasco para llevarlo a una cocina a temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Llenamos el frasco hasta su máxima capacidad con agua, para pesarlo. Y luego pesar el frasco vacío.
- Finalmente, para el cálculo del peso específico de la masa, peso específico de la masa superficialmente seca, peso específico aparente y absorción, se calculará usando las siguientes ecuaciones.

$$P. E. Masa = \frac{D}{E} \dots \dots \dots (2)$$

$$P. E. Masa sss = \frac{500}{E - C} \dots \dots \dots (3)$$

$$P. E. Aparente = \frac{D}{(E - C) - (500 - D)} \dots \dots \dots (4)$$

$$\% de absorcion = \frac{(500 - D)}{D} \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

A = Peso de la muestra SSS + peso del frasco + peso del agua

B = Peso de la muestra SSS + peso del frasco

C = Peso del agua: B-A

D = Peso del agregado fino secada al horno

E = Volumen del frasco.

3.5.3.2.4. Peso unitario del agregado fino

Para el cálculo del peso unitario del agregado fino se consideró las normas NTP 400.017 y ASTM C-29, siendo su procedimiento el siguiente:

- La muestra de ensayo debe ser aproximadamente del 125 al 200% con respecto al recipiente, tomar sus datos como son el peso y el volumen.
- Para el Peso Unitario Suelto, llena el recipiente hasta que rebose, ese procedimiento se realiza dejando caer el agregado a una altura no mayor de 50 mm o 2" por encima de la parte superior del recipiente.
- Para el Peso Unitario Compactado, se llena el recipiente en tres capas, dando leves golpes en cada capa con el martillo de goma y apisonando cada capa con 25 golpes con una varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud con punta redondeada.
- Enrasamos cuidadosamente el agregado y limpiamos con una brocha, para pesar el recipiente con el agregado en su interior.
- Finalmente calculamos el peso unitario suelto y compactado usando las siguientes ecuaciones:

$$P.U.Suelto = \frac{W\ suelto}{V\ recipiente} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$P.U. Compactado = \frac{W\ compactado}{V\ recipiente} \quad \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

W suelto = Peso de muestra suelta (kg/m³)

W compactado = Peso de muestra compactada (kg/m³)

P.U.S. = Peso unitario suelto

P.U.C = Peso unitario compactado.

3.5.3.2.5. Contenido de material que pasa la malla N° 200

Para el cálculo del peso unitario del agregado fino se consideró las normas NTP 400.018 y ASTM C-117, siendo su procedimiento el siguiente:

- Obtener una muestra mínima de 300 gr

- Colocar la muestra en el tamiz N°200 y lavarla hasta que el agua se aclare
- Retirar la muestra en un recipiente, dejar que la muestra seque a una temperatura de 110°C ± 5°C posteriormente pesar la muestra.
- Finalmente, para el cálculo del porcentaje se usa la siguiente ecuación.

$$N^{\circ}200\% = \frac{(MSMO - MSML) \times 100}{MSMO} \quad \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

N°200% = Porcentaje de muestra que pasa el tamiz numero 200

MSMO = Masa seca de la muestra original

MSML = Mesa seca de la muestra lavada

El resultado final se encuentra en el anexo A, el mismo que cumple con los parámetros de la norma ASTM C-33, donde nos indica que el porcentaje de finos debe ser inferior a 5 %.

3.5.3.3. Agregado grueso

Para el agregado grueso se usó agregado artificial, y que está dentro del rango admitido según la NTP 400.037, la granulometría fue tomada de la muestra del agregado grueso, dando su comodidad con el Huso 6, para su conformidad de este Huso se tomó en cada tamiz de acuerdo al Huso 6, siendo su tamaño máximo 1" y el tamaño máximo nominal ¾".

3.5.3.3.1. Análisis de granulométrico del agregado grueso

Se cuartea la muestra obteniendo la cantidad de 5 kg, debido a que según la norma para un TMN de ¾" indica que es la Para el cálculo del peso unitario del agregado fino se consideró las normas NTP 400.012 y ASTM C136, siendo su procedimiento el siguiente:

- cantidad mínima a considerar.
- Se ordena los tamices de acuerdo al uso.
- Se procede a introducir el material en los tamices en el siguiente orden 1", ¾", ½", 3/8" ¼" y N° 4 dando movimientos circulares continuamente el cual hará descender el material reteniéndose en cada malla de acuerdo a su tamaño.
- Separamos los tamices y tomamos datos de los materiales retenidos en cada malla para luego pesarlo y realizar su cálculo.

Tabla 9. Límites granulométricos para el agregado grueso

N° ASTM	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100mm (4 Pulg)	90mm (3 1/2 pulg)	75mm (3 Pulg)	63 mm (2 1/2 Pulg)	50 mm (2 Pulg)	37.5mm (1 1/2 Pulg)	25mm (1 Pulg)	19mm (3/4 Pulg)	12.5mm (1/2 Pulg)	9.5mm (3/8 Pulg)	4.75 mm (N° 4)	2.36mm (N° 8)	1.18mm (N° 16)	4.75mm (N° 50)
1	90mm a 37.5mm (3 1/2 Pulg a 1 1/2 Pulg)	100	90 a 100	0	25 a 50	0	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
2	63mm a 37.5mm (2 1/2 Pulg a 1 1/2 Pulg)	0	0	100	9 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
3	50mm a 25mm (2 Pulg a 1 Pulg)	0	0	0	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0
357	50mm a 4.75mm (2 pulg a N° 4)	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0	0 a 5	0	0	0
4	37.5mm a 19mm (1 1/2 pulg a 3/4 Pulg)	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0
467	37.5mm a 4.75mm (1 1/2 pulg a N° 4)	0	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0 a 5	0	0	0
5	25mm a 12.5mm (1 Pulg a 1/2 Pulg)	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0	0	0
56	25mm a 9.5mm (1 Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	0	0	0
57	25mm a 4.75mm (1 Pulg a N° 4)	0	0	0	0	0	100	95 a 100	0	25 a 60	0	0 a 10	0 a 5	0	0
6	19mm a 9.5mm (3/4 Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	0	0	0
67	19mm a 4.75mm (3/4 Pulg a N° 4)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	0	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0
7	12.5mm a 4.75mm (1/2 Pulg a N° 4)	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	0	0
8	9.5mm a 2.36mm (3/8 pulg a N° 8)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	0
89	9.5mm a 1.18mm (3/8 pulg a N° 16)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75mm a 1.18mm (N° 4 a N° 16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037

El resultado obtenido del análisis granulométrico del agregado grueso en el anexo B se observa que el porcentaje que pasa por los Tamices Normalizados cumplen con los límites establecidos en el huso 6.

3.5.3.3.2. Contenido de humedad

Para el cálculo del contenido de humedad del agregado fino se consideró las normas NTP 339.185 y ASTM C-556, siendo su procedimiento similar al agregado fino:

- Seleccionar una muestra de aproximadamente 500gr después de haber realizado el cuarteo.
- Pesar la muestra húmeda más el recipiente, registrar los datos
- Colocar la muestra a una temperatura constante de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ por un periodo de 24 horas, sacar del horno y dejar enfriar para después pesarlo.
- Después de tener los datos anotados se procede a realizar su cálculo de contenido de humedad con la siguiente ecuación 1.

3.5.3.3.3. Peso específico y absorción del agregado grueso

Para el cálculo del contenido de humedad del agregado fino se consideró las normas NTP 400.021 y ASTM C-127, siendo su procedimiento el siguiente:

- Se tomo una muestra representativa de 3 kg aproximadamente
- Se lavo la muestra y luego se sumergió al agua durante 24 horas.

- Terminado las 24 horas se sacó la muestra sobre franelas para secarlas y así tener su peso de la muestra superficialmente seca.
- Se calibro la balanza con una canastilla sumergida en el agua, seguidamente se introdujo el material en la canastilla sumergida y se tomó dato del peso.
- Seguidamente se sacó el material y se colocó en una bandeja para llevarlo al horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C+- 5°C.
- Finalmente se calculará usando las ecuaciones 2, 3, 4, 5 mostrados anteriormente, el peso específico de la masa, peso específico de la masa superficialmente seca, peso específico aparente y absorción.

3.5.3.3.4. Peso Unitario

Para el cálculo del contenido de humedad del agregado fino se consideró las normas NTP 400.017 y ASTM C-29, siendo su procedimiento el siguiente:

- La muestra de ensayo será 150% o 200% de la muestra requerida con respecto al recipiente, los mismos que se mantendrán limpios y secos.
- Se tomo datos del recipiente como son el peso y su volumen de capacidad.
- Para el peso unitario suelto, se llenó el recipiente hasta q rebose se realizó dejando caer el agregado por encima de la parte superior del recipiente a una altura no mayor de 50 mm.
- Para el peso unitario compactado, se llenó el recipiente en tres capas cada una siendo golpeada levemente con el martillo de goma y siendo apisonada cada capa con 25 golpes con una varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud. Se enraso el agregado sobrante.
- Finalmente se pesó el recipiente con el agregado en su interior, se procedió a calcular el peso unitario suelto y compactado con las siguientes ecuaciones.

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100 \quad \dots \dots (j)$$

$$P_{e\ SSS} = \frac{B}{(B - C)} \times 100 \quad \dots \dots (j)$$

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \times 100 \quad \dots \dots (j)$$

$$\% \text{ abs} = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad \dots \dots (j)$$

Donde:

P_{em} = Peso específico de la masa

$P_{e\ SSS}$ = Peso específico de la masa superficialmente seca

P_{ea} = Peso específico aparente

%abs = Porcentaje de absorción

A: Peso de la muestra seca al aire/ gr

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire/gr

C: Peso del agua de la muestra.

3.5.3.3.5. Contenido de material que pasa la malla N° 200

Para el cálculo del contenido de humedad del agregado fino se consideró las normas NTP 400.018 y ASTM C-117, siendo su procedimiento el siguiente:

- Se obtuvo una muestra representativa de 2500 gr
- Se colocó la muestra en el tamiz N°200 se lavó hasta obtener el material limpio
- Sacar la muestra en un recipiente y dejar que la muestra seque a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Sacar la muestra del horno y pesarla, con la finalidad de poder calcular el porcentaje requerido con la ecuación 8.

En donde nuestro resultado salió 0.3% el mismo que si cumple con el límite que pone la norma ASTM C33, en donde indica que el porcentaje de finos para el agregado grueso debe ser inferior a 1% (ver Anexo A)

3.5.4. Uso del tereftalano de polietileno (PET)

El tereftalano de polietileno (PET) que se usó para la incorporación al diseño del concreto patrón con respecto al agregado fino y grueso, fue material de reciclaje. Se hizo según el siguiente procedimiento:

- ✓ En primer lugar, se buscó una planta recicladora para obtener el PET reciclado
- ✓ En segundo lugar, habiendo realizado los cálculos previamente se compró una cantidad alternativa.
- ✓ En tercer lugar, habiendo obtenido el PET reciclado sumergiendo todas las botellas ya trituradas se procedió al lavado de las hojuelas de PET para desprender la suciedad y etiquetas adheridas a ellas, el lavado se realizó en un balde lleno de agua en el cual se pudo observar que salían a la superficie las partículas menos densas, se extrajo la mayor cantidad posible repitiendo varias veces este procedimiento hasta que quedase completamente limpio.

- ✓ En último lugar después del lavado se procedió al secado en la superficie libre, extendiendo todas las hojuelas de PET al sol



Imagen 1. Lavado de los polímeros para eliminación de impurezas

Tabla 10. Características del PET

Características de la fibra de PET	
Envase de procedencia	- Botellas de Gaseosas - Botellas de Aguas Minerales
Tipo de reciclado	Mecánico
Tipo de Fibra	Forma irregular
Diámetro	13 – 25 mm (1/2"-1")
Espesor	0.36 - 0.43 mm
Color	Transparente

Fuente: Elaboración Propia



Imagen 2 Lavado de las hojuelas de PET
Fuente: Elaboración propia



Imagen 3. Secado al sol de hojuelas PET
Fuente: Elaboración propia

3.5.5. Uso de fibras de polipropileno (PP)

Las fibras de polipropileno (PP) que se usó para la incorporación al diseño del concreto patrón con respecto al agregado fino y grueso, fue material de reciclaje. Con las siguientes medidas. Se hizo según el siguiente procedimiento:

- ✓ Se procedió a juntar toda la rafia que se había recolectado en diferentes lugares.
- ✓ Se lavo en un recipiente grande para desprender las impurezas de ellas.
- ✓ Se dejo que seicara a la luz del sol

- ✓ Se corto todo manualmente en un promedio de 50 a 60 mm, listo para ser remplazado en porcentaje del agregado fino y grueso.



Imagen 4 Tiras de polipropileno de 50 x 60mm
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Características del PP

Características de la fibra de PP	
Envase de procedencia	Rafia
Tipo de reciclado	Manual
Tipo de Fibra	Forma rectangular
Dimensiones	8 mm x 50 a 60 mm
Color	Blanco

Fuente: Elaboración propia

3.6. Diseño de mezcla

Después de haber concluido con los ensayos para determinar las características de los materiales, se procede a realizar el diseño de mezcla. Se realizó el diseño de concreto por el método del comité 211 del American Concrete Institute (ACI), un método basado en tablas, el cual nos permitió obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica de concreto.

3.6.1. Materiales para la elaboración de concreto y diseño de mezcla

3.6.2. Diseño del concreto patrón

El proporciónamiento de mezcla es el proceso el cual consiste en calcular las cantidades de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores

resultados como se observan en la tabla 12 y 13, cabe resaltar que se definirá el diseño de mezcla del concreto patrón sin considerar polímeros.

Tabla 12. Resumen de propiedades de los agregados para el diseño me mezcla

Descripción	Und	Agregado fino	Agregado grueso
Peso específico de masa seca	gr/cm ³	2.404	2.535
Peso unitario suelto	kg/m ³	1667.52	1526.05
Peso unitario compactado	kg/m ³	1754.761	1641.322
Tamaño máximo	Pulg	N° 4	1"
Tamaño máximo nominal	Pulg	N° 8	¾"
Módulo de fineza		2.76	
Absorción	%	3.166	1.89
Contenido de humedad	%	5.183	1.20

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Datos para la elaboración del diseño me mezcla

DATOS PARA EL DISEÑO			
Tipo de cemento		Wari	Tipo I
Peso específico del cemento		3.14	gr/cm ³
Resistencia a la compresión de Diseño		210	kg/cm ²
Slump		3 a 4	pulg
Peso específico del agua		1000	kg/m ³
Aire incorporado con aire/sin aire		Sin aire	
Agua		Potable	
Consistencia		Plástica	

Nota: Fuente: Elaboración propia

En esta ocasión se realizó el proporcionamiento mediante el método del comité 211 del ACI, siguiendo el siguiente procedimiento.

a) Determinar la resistencia promedio (F'_{cr})

Al hacer uso de la tabla 14 nos indica la sumatoria a realizar para el cálculo del F'_{cr} en el caso de no tener datos registrados en cuanto a la resistencia a la compresión, así mismo no se puede usar la desviación estándar.

Una vez ubicada nuestra resistencia de la compresión especificada f'_c , 210 kg/cm², se realiza la operación $F'_{cr}+84$, obteniendo como resultado la resistencia promedio $F'_{cr} = 294$ kg/cm²

Tabla 14. Resistencia a la compresión promedio

F'c	F'cr
Menos que 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
Mayor que 350	F'c + 98

Nota: Tomado de "Diseño de mezclas" por Riva E.;2015, p.63

b) Cálculo del contenido de aire atrapado

En los concretos siempre hay un pequeño porcentaje de aire atrapado, lo cual depende del aporte de los materiales, la operación y la granulometría. Ya que en el diseño de concreto no se ha considerado la incorporación de aire, se obtiene mediante la Tabla 16.

Dado a que se tiene el tamaño máximo nominal de 3/4 "el porcentaje de aire atrapado según la tabla será de 2%, el mismo que se empleará en el diseño.

Tabla 15. Contenido de aire atrapado

TMN Tamaño Máximo Nominal		Aire atrapado %
3/8"	9.5 mm	3.0
1/2"	12.5 mm	2.5
3/4"	19.0 mm	2.0
1"	25.0 mm	1.5
1 1/2"	37.5 mm	1.0
2"	50.0 mm	0.5
3"	75.0 mm	0.3
6"	150.0 mm	0.2

Nota: Tomado de "Diseño de mezclas" por Rivva E.;2015, p.89

c) Cálculo del volumen de agua de diseño

Considerando los datos para la elaboración del diseño me mezcla tenemos el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso de 3/4" y el Slump requerido es de 3" a 4" nos guiamos de la tabla 14 elaborado por el comité 211 del ACI y obtenemos el volumen unitario de agua que es de 205 lt para nuestro diseño.

Tabla 16. Volumen unitario de agua

Asentamiento	Volumen de Agua por m ³ , Agua en litros/m ³ para TMN de agregados y consistencia indicada							
	Tamaño Máximo del Agregado Grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto 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	-
Concreto 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	-

Nota: Tomado de "Diseño de mezclas" por Rivva E.;2015, p.82

d) Relación agua – cemento

La relación agua – cemento se refiere a la cantidad de agua que intervendrá en la mezcla cuando el agregado este en condición de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua.

Habiendo ya obtenido la resistencia promedio requerida de 294 kg/cm², al no encontrarse en la tabla 17 se procede a interpolar para calcular la relación a/c considerando la tabla 14, obteniendo como resultado 0.56

Tabla 17. Relación agua - cemento por resistencia

F'cr (28 días)	Relación agua/cemento por resistencia		
	Concreto incorporado	sin aire	Concreto con aire incorporado
150	0.80		0.71
200	0.70		0.61
250	0.62		0.53
300	0.55		0.46
350	0.48		0.40
400	0.43		-
450	0.38		-

Nota: Tomado de "Diseño de mezclas" por Rivva E.;2015, p.95

e) Cálculo del contenido de cemento

La cantidad de cemento se va a calcular para $a/c = 0.56$
Cantidad de cemento = agua/ (a/c) = 205 lt/ 0.56 = 366.071 kg/m³ o 8.613 bolsas/m³ de cemento.

f) Cálculo del peso del agregado grueso

Para el cálculo del peso del agregado grueso se empleará la tabla 17 teniendo como datos previos el módulo de fineza del agregado fino y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el cual nos permitirá obtener un coeficiente b/bo resultante de la división del peso seco de agregado grueso requerido por la unidad cubica en concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso expresado en kg/m³.

Teniendo un módulo de fineza 2.8, tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4 y el peso unitario compactado del agregado grueso de 1641.322 kg/m³ se calculó el valor de la relación b/bo, que sería:

$$\text{Peso del agregado grueso} = (0.60 \text{ m}^3) \times (1641.322 \text{ kg/m}^3) = 1017.62 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 18. Relación agua - cemento por resistencia

TMN	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco 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 mm	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5 mm	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19.0 mm	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	25.0 mm	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5 mm	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	50.0 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75.0 mm	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150.0 mm	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Tomado de "Diseño de mezclas" por Rivva E.;2015, p.120

g) Cálculo de volumen absoluto

Teniendo en consideración los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos:

Dividiendo la cantidad entre el peso específico teniendo como resultado la unidad por m^3 1017.621641.322.

Tabla 19. Volúmenes absoluto por metro cúbico

Descripción	Cantidad	Peso específico	Unidad por m^3
Cemento	366.071 kg	3140 kg/ m^3	0.117
Agua	205 lt	1000 lt/ m^3	0.205
Aire	2%		0.02
Agregado grueso	1017.62 kg	2535 kg/ m^3	0.401
Sumatoria de volúmenes			0.743

Nota: Elaboración propia.

h) Cálculo del contenido de agregado fino

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por el peso sólido.

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 1 - 0.743 = 0.257 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino seco} = 2404 \text{ m}^3 \times 0.257 \text{ kg/m}^3 = 617.828 \text{ kg}$$

i) Presentación de valores de diseño

Las cantidades de materiales para ser empleadas como valores de diseño se encuentran en la tabla 14

Tabla 20. Volúmenes absolutos por metro cúbico

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	366.071	kg/ m^3
Agua de diseño	205	lt/ m^3
Agregado grueso seco	1017.62	kg/ m^3
Agregado fino seco	617.828	kg/ m^3

Nota: Elaboración propia

j) Corrección por humedad de los agregados

Para el cálculo de la corrección de humedad de los agregados se considerará la siguiente ecuación 13.

$$\text{Corrección} = \text{peso seco} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right) \quad (13)$$

Donde:

W% = Porcentaje de contenido de humedad del agregado

$$\text{Agregado fino} = 617.828 \text{ kg} \times \left(\frac{5.183}{100} + 1 \right) = 649.850 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1017.62 \text{ kg} \times \left(\frac{1.20}{100} + 1 \right) = 1029.831 \text{ kg}$$

k) Cálculo del aporte de agua de los agregados a la mezcla y agua efectiva

Se calculará usando la siguiente ecuación:

$$\text{Aporte de agua} = \frac{(W\% - \text{abs \%}) \times \text{peso del agregado seco}}{100} \quad (14)$$

Donde:

W% = Porcentaje de contenido de humedad del agregado.

Abs% = Porcentaje de absorción del agregado.

$$\text{Agregado fino} = \frac{(5.183 - 3.166) \times 617.828}{100} = + 12.462 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{(1.20 - 1.89) \times 1017.62}{100} = -7.032 \text{ lt/m}^3$$

Por tanto, el agua efectiva viene a ser la diferencia entre el agua calculada y la diferencia del contenido de agua inicial, teniendo como resultado 199.56 lt.

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ lt} - (12.462 + (-7.032)) = 199.56 \text{ lt/m}^3$$

l) Proporciones corregidas de la mezcla de concreto

Tabla 21. Proporciones de diseño para 1 m³

Descripción	Und	Cantidad
Cemento	kg	365.05
Agua	lt	199.348
Agregado grueso húmedo	kg	1027.098
Agregado fino húmedo	kg	643.28

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Proporciones de diseño para 1 bolsa de cemento

Descripción	Und	Cantidad
Cemento	kg	42.5
Agua	lt	23.18
Agregado grueso	kg	119.43

Agregado fino	kg	74.8
---------------	----	------

Nota: Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Diseño del CP- PET con respecto al A. F y A.G

Para realizar el diseño CP-PET se tomarán los datos del concreto patrón, tales como las cantidades de cemento y agua. Se incorporo porcentajes de hojuelas de PET reciclado con respecto al peso del agregado fino y grueso, sustituyendo parcialmente su peso en 2% 4% y 6% por las hojuelas de PET.

Tabla 23. Proporciones de diseño de concreto patrón con incorporación de PET con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico.

Descripción	Und	PET respecto al A. F			PET respecto al A. G		
		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Pet	%	2%	4%	6%	2%	4%	6%
Cemento	kg	365.50	365.5	365.50	365.50	365.50	365.5
Agua	lt	199.35	199.348	199.35	199.35	199.35	199.348
Agregado grueso húmedo	kg	1027.10	1027.1	1027.10	1006.56	986.01	965.47
Agregado fino húmedo	kg	630.41	617.55	604.68	643.28	643.28	643.28
Pet	kg	12.87	25.73	38.60	20.54	41.08	61.63

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Proporciones de diseño de concreto patrón con incorporación de PET con respecto al agregado grueso para 1 bolsa de cemento

Descripción	Und	PET respecto al A. F			PET respecto al A. G		
		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Pet	%	2%	4%	6%	2%	4%	6%
Cemento	bls	1	1	1	1	1	1
Agua	lt	23.18	23.18	23.18	23.18	23.18	23.18
Agregado grueso húmedo	kg	119.43	119.43	119.43	117.04	114.65	112.26
Agregado fino húmedo	kg	73.30	71.81	70.31	74.80	74.80	74.80
Pet	kg	1.50	2.99	4.49	2.39	4.78	7.17

Nota: Fuente: Elaboración propia.

3.6.4. Diseño del CP -PP con respecto al A. F y A.G

Para el diseño CP-PP se hará del mismo modo con las fibras de PP incorporando porcentajes con respecto al peso del agregado fino y grueso, sustituyendo parcialmente su peso en 0.5%, 1.0% y 1.5% por las fibras de PP.

Tabla 25. Proporciones de diseño de concreto patrón con incorporación de PP con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico.

Descripción	Und	PET respecto al A. F			PET respecto al A. G		
		0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
PP	%	0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%

Cemento	kg	365.500	365.500	365.500	365.500	365.500	365.500
Agua	lt	199.348	199.348	199.348	199.348	199.348	199.348
Agregado grueso húmedo	kg	1027.0	1027.09	1027.098	1021.963	1016.827	1011.692
Agregado fino húmedo	kg	640.064	636.847	633.631	643.280	643.280	643.280
PP	kg	3.216	6.433	9.649	5.135	10.271	15.406

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Proporciones de diseño de concreto patrón con incorporación de PP con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico

Descripción	Und	PET respecto al A. F			PET respecto al A. G		
		0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
PP	%	0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
Cemento	kg	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Agua	lt	23.180	23.180	23.180	23.180	23.180	23.180
Agregado grueso húmedo	kg	119.430	119.430	119.430	118.833	118.236	117.639
Agregado fino húmedo	kg	74.426	74.052	73.678	74.800	74.800	74.800
PP	kg	0.374	0.748	1.122	0.597	1.194	1.791

Nota: Fuente: Elaboración propia.

3.6.5. Diseño del CP- PP -PET con respecto al A. F y A.G

Para el diseño PP-PET teniendo en consideración los datos de agua y cemento del concreto patrón se incorporará PP y PET en los porcentajes 0.5%, 1.0% y 1.5% y 2%, 3%, 4% respectivamente.

Tabla 27. Proporciones de diseño de concreto patrón con la incorporación de PET y PP con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico.

Descripción	Und	Remplazo al A. F			Remplazo al A. G		
		2%	3%	6%	2%	3%	6%
PET	%	2%	3%	6%	2%	3%	6%
	kg	12.866	19.298	38.597	20.542	30.813	61.626
PP	%	0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
	kg	3.216	6.433	9.649	5.13549	10.271	15.40647
Cemento	kg	365.500	365.500	365.500	365.500	365.500	365.500
Agua	lt	199.348	199.348	199.348	199.348	199.348	199.348
Agregado grueso húmedo	kg	1027.098	1027.098	1027.098	1001.421	986.014	950.066
Agregado fino húmedo	kg	627.198	617.549	595.034	643.280	643.280	643.280

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Proporciones de diseño de concreto patrón con la incorporación de PET y PP con respecto al agregado fino y agregado grueso para un metro cubico

Descripción	Und	Remplazo al A. F			Remplazo al A. G		
		2%	3%	6%	2%	3%	6%
PET	%	2%	3%	6%	2%	3%	6%
	kg	1.496	2.244	4.488	2.389	3.583	7.166

PP	%	0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
	kg	0.374	0.748	1.122	0.59715	1.1943	1.79145
Cemento	bls	1	1	1	1	1	1
Agua	lt	23.180	23.180	23.180	23.180	23.180	23.180
Agregado grueso húmedo	kg	119.430	119.430	119.430	116.444	114.653	111.264
Agregado fino húmedo	kg	72.930	71.808	69.190	74.800	74.800	74.800

Nota: Fuente: Elaboración propia.

3.7. Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos que se emplearon en la siguiente investigación para la recolección de datos se muestran en la Tabla 29

Tabla 29. Cuadro, técnicas instrumentos de recolección de datos

Variables	Fuente	Técnica	Instrumento
Resistencia a la compresión	Primaria	Observación	Máquina de ensayo de compresión
Resistencia a la flexión	Primaria	Observación	Máquina de ensayo de flexión
Asentamiento	Primaria	Observación	Cono de Abraham

Nota: Fuente: Elaboración propia. Los datos se recolectaron con fuente primaria y con la técnica de observación.

3.8. Procedimiento de la investigación

3.8.1. Fabricación de probetas cilíndricas y prismáticas para ensayos de resistencia a la compresión y flexión

El procedimiento para la fabricación de los moldes de cilindros y viguetas se hizo de acuerdo a la norma ASTM C31 2008, se fabricó 18 unidades de moldes cilíndricos de PVC para el ensayo de resistencia a la compresión y 18 unidades de moldes prismáticos de madera para el ensayo de resistencia a flexión



Imagen 5. Moldes cilíndricos y prismáticos para ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión

3.8.2. Elaboración de probetas cilíndricas

La fabricación del concreto patrón se realizó según el orden de agregado grueso luego el agregado fino seguidamente se le añadió el cemento y concluyendo con la adición del agua haciendo un total de 60 segundos, se dejó durante 90 segundos más, después de que todos los materiales estuvieran dentro del trompo, con la mezcla obtenida se procedió a sacar su Slump mediante el ensayo de cono de Abrams.

A continuación, la mezcla fue colocada en moldes no absorbentes y que no reaccionasen con el cemento, antes de usarse los moldes fueron cubiertos ligeramente con petróleo para facilitar el desmoldado. Para el llenado de las probetas cilíndricas se realizó en tres capas con 25 golpes y en la última capa se procedió a enrasar al ras del molde y se dejó fraguar.

Teniendo en consideración el reglamento nacional de edificaciones (RNE) de la norma E.0.60 inciso 5.8.4

El mismo procedimiento es el que se realizó para incorporar el material de reciclaje con la diferencia de que en algunos diseños se descontó el material de agregado fino y agregado grueso para completarlo con (PP o PET) para luego realizar el proceso de mezclado. Ambos polímeros fueron agregados antes de que se añadiera el agua en el diseño de mezcla.



Imagen 6. Vaciado de probetas cilíndricas
Fuente: Elaboración propia

3.8.3. Elaboración de vigetas

Una vez teniendo la mezcla a disposición se procedió nuevamente a recubrir internamente los moldes madera, para evitar que la mezcla se adhiriera a las paredes de estos al momento del fraguado del concreto. Para los moldes prismáticos se llenaron en dos capas de igual volumen, por cada capa se aplicaron 25 golpes apisonados con una varilla de acero de punta redondeada posteriormente se golpearon 15 veces los moldes externamente con un martillo de goma para cerrar cualquier orificio dejado durante el apisonado liberar el aire atrapado en la mezcla y lograr un asentamiento de la misma. Después de la compactación, se enrasó la superficie retirando el exceso de concreto con la varilla.



Imagen 7. Vaciado de las vigas
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se observa las nomenclaturas asignadas para las muestras, el número total de probetas de control elaboradas, la distribución de las probetas de concreto con adición de fibras según los días de curado, el tipo de fibra incorporada, el porcentaje

en volumen de fibra y la cantidad total de muestras fabricadas, tanto para ensayos de compresión como para ensayos de flexión a tres puntos respectivamente.

Tabla 30. Cantidad total de probetas con adición de PET y PP fabricadas para el ensayo de compresión y flexión

Nomenclatura	Material de reciclaje (%)	Reemplazo parcial al AF/AG	Compresión (C) Flexión (F)	Cantidad de probetas fabricadas para 7 días de curado	Cantidad de probetas fabricadas para 14 días de curado	Cantidad de probetas fabricadas para 28 días de curado	Cantidad total de probetas fabricadas
C. Patrón	CP	0.0	C	3	3	3	9
	CP	0.0	F	3	3	3	9
Tereftalano de polietileno	CP-PET	2.0	A. F C	3	3	3	9
	CP-PET	4.0	A. F C	3	3	3	9
	CP-PET	6.0	A. F C	3	3	3	9
	CP-PET	2.0	A. F F	3	3	3	9
	CP-PET	4.0	A. F F	3	3	3	9
	CP-PET	6.0	A. F F	3	3	3	9
	CP-PET	2.0	A. G C	3	3	3	9
	CP-PET	4.0	A. G C	3	3	3	9
	CP-PET	6.0	A. G C	3	3	3	9
	CP-PET	2.0	A. G F	3	3	3	9
	CP-PET	4.0	A. G F	3	3	3	9
	CP-PET	6.0	A. G F	3	3	3	9
Polipropileno	CP-PP	0.50	A. F C	3	3	3	9
	CP-PP	1.00	A. F C	3	3	3	9
	CP-PP	1.50	A. F C	3	3	3	9
	CP-PP	0.50	A. F F	3	3	3	9
	CP-PP	1.00	A. F F	3	3	3	9
	CP-PP	1.50	A. F F	3	3	3	9
	CP-PP	0.50	A. G C	3	3	3	9
	CP-PP	1.00	A. G C	3	3	3	9
	CP-PP	1.50	A. G C	3	3	3	9
	CP-PP	0.50	A. G F	3	3	3	9
	CP-PP	1.00	A. G F	3	3	3	9
	CP-PP	1.50	A. G F	3	3	3	9
Tereftalano de polietileno / Polipropileno	CP-PET-PP	2/ 0.5	A. F C	3	3	3	9
	CP-PET-PP	4/1.0	A. F C	3	3	3	9
	CP-PET-PP	6/ 1.5	A. F C	3	3	3	9
	CP-PET-PP	2/ 0.5	A. F F	3	3	3	9
	CP-PET-PP	4/1.0	A. F F	3	3	3	9
	CP-PET-PP	6/ 1.5	A. F F	3	3	3	9
	CP-PET-PP	2/ 0.5	A. G C	3	3	3	9
	CP-PET-PP	4/1.0	A. G C	3	3	3	9
	CP-PET-PP	6/ 1.5	A. G C	3	3	3	9
	CP-PET-PP	2/ 0.5	A. G F	3	3	3	9
	CP-PET-PP	4/1.0	A. G F	3	3	3	9
	CP-PET-PP	6/ 1.5	A. G F	3	3	3	9
Total, de muestras para el ensayo a compresión							180
Total, de muestras para el ensayo a flexión							180

CP: Concreto patrón, CP-PET: Concreto patrón con adición del tereftalano de polietileno, CP-PP: Concreto patrón con adición del polipropileno; CP-PET-PP: Concreto patrón con adición de del tereftalano de polietileno y polipropileno; F: Ensayo a Flexión, C: Ensayo a compresión; AF: Agregado fino; AG: Agregado grueso.

Nota: Fuente: Elaboración propia

3.8.4. Curado de especímenes

Después de haber terminado con el vaciado de mezcla en las probetas cilíndricas y en los moldes prismáticos se espera el transcurso de 24 horas, terminado este tiempo se procede a identificarlos registrando sus datos y desmoldarlos, sumergimos las muestras en lavadores con agua de tal modo que esta cubriera por completo las muestras de concreto a edades de 7,14,28 días para ser ensayadas. Cumpliendo con su edad se procede a retirarlas para realizar los ensayos correspondientes: resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.



Imagen 8 Curado de muestras cilíndricas de concreto
Fuente: Elaboración propia



Imagen 9. Curado de vigas de concreto
Fuente: Elaboración propia

3.9. Pruebas.

3.9.1. Pruebas en estado fresco

Durante la etapa de elaboración del concreto patrón y concreto con 2% 4% 6% de PET y 0.5% 1.0% 1.5% de PP y ambos polímeros, es de gran importancia mantener el control de la calidad de la mezcla. Se da inicio a este estado en el momento que se hace el vaciado del concreto en las probetas cilíndricas, se halla el Slump.

A continuación, se indicará cada uno de los ensayos realizados al concreto en estado fresco según las normas técnicas peruanas. Utilizados

3.9.1.1. Ensayo de revenimiento

Se realizó según la norma ASTM C143/C143M (2015) y NTP 339.035 (2009) consiste en medir su consistencia o fluidez por medio del ensayo de "asentamiento con el cono o Slump" (NTC 396) El molde para la prueba de asentamiento con el cono o slump es un tronco de cono de 10 cm de diámetro menor, 20 cm de diámetro mayor y 30 cm de altura; el tronco de cono se humedece y se coloca en una superficie rígida, plana, húmeda y no absorbente, con la abertura más pequeña hacia arriba (Rivera L., 2011)

Se procede a llenar el molde con la mezcla del concreto en tres capas, compactando cada capa con 25 golpes distribuidos uniformemente, después se procede a enrasar con la varilla dejando nivelada, por último, se quita el molde en dirección vertical, colocando inmediatamente el molde al lado de la muestra para medir la parte superior del molde con el centro desplazado de la superficie de la muestra

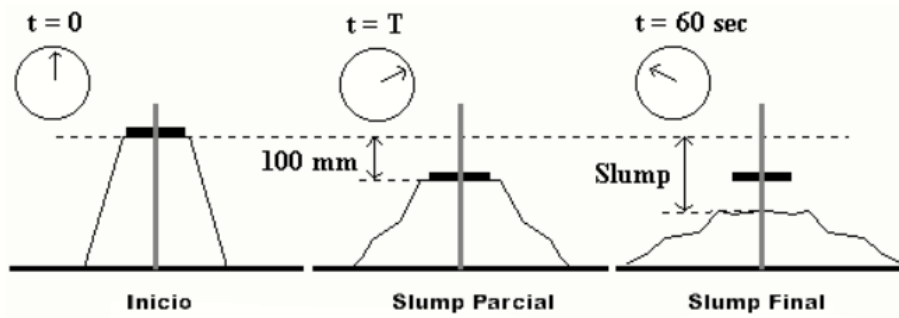


Figura 11. Cono de Abrams.

Fuente: Tomado de tecnología de concreto de alto desempeño (Barriga, 2007)

3.9.1.2. **Peso Unitario**

Este ensayo se realizó tomando en consideración las normas NTP 339.046 y ASTM C-138. Que menciona que el peso unitario se determina compactando en tres capas del mismo volumen de una muestra de concreto en un recipiente de medidas conocidas, el mismo que luego se procede a dividir el peso de la muestra entre el volumen recipiente que lo alberga.

3.10. **EVALUACIÓN ESTADÍSTICA**

3.10.1. **PRUEBA DE ANOVA**

El análisis de varianza (ANOVA) es un acrónimo del Inglés Analysis of Variance, es una colección de modelos estadísticos, en el cual la varianza esta particionada en ciertas componentes debido a diferentes variables explicativas.

Se usa para establecer si existen diferencias significativas en las medias entre dos o mas muestras su nombre deriva del hecho que las varianzas son usadas para establecer las diferencias entre las medias, así mismo se necesita analizar la variabilidad cuando queremos comparar grupos, en estadística el análisis de varianza, el anova es una extensión de la prueba T de Student usada cuando queremos comparar más de 2 grupos como en el caso de esta investigación, por eso la H1 nos indicara que existe diferencia entre los grupos evaluados y mientras que la H0 nos indicara que no existe tal diferencia.

3.10.2. **PRUEBA DE TUKEY**

La prueba de Tukey es la prueba más aplicada y preferida por los estadísticos, pues controla de mejor manera los dos errores ampliamente conocidos en la estadística (a y ~) (Montgomery 2003). Esta prueba permite hacer todas las posibles comparaciones de tratamientos de dos en dos, y por eso se considera la más completa de las tres

pruebas. La prueba de TUKEY es considerada como un método POST-ANOVA, debido a que necesariamente antes de tukey tiene que realizarse anova.

La prueba Tukey sirve para probar todas las diferencias entre medias de tratamientos de una experiencia, la única exigencia es que el número de repeticiones sea constante en todos los tratamientos, este método sirve para compararlas medias de los tratamientos, dos a dos, o sea para evaluar las hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \text{ (las medias son iguales)}$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \text{ (las medias son diferentes)}$$

Tukey se utiliza cuando los tamaños de las muestras seleccionadas para cada grupo son iguales cuando el interés fundamental es comparar promedios entre dos grupos y son múltiples las comparaciones que estamos haciendo, con la finalidad de identificar si una de estas muestras difiere mucho de las otras.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN OBJETIVOS

4.1.1 Comportamiento de la trabajabilidad del concreto patrón, mediante la prueba de cono de Abrams.

En la tabla 31 se observa que, al sustituir el material de reciclaje en el concreto patrón con adición de PET, PP y la combinación de ambos (PET-PP); respecto al peso del agregado fino disminuye su porcentaje de trabajabilidad. Por otro lado, el Slump de ambos remplazos es equivalente, si bien es cierto el PP se trabajó en menos porcentaje, pero la similitud se debe al volumen mayor que se obtiene del PP.

Tabla 31. Resumen de resultados de los ensayos de trabajabilidad

Descripción	Material de reciclaje (%)	Remplazo al agregado fino			Remplazo al agregado grueso		
		Slump A.F pulg	% de trabajabilidad ad	% disminución de trabajabilidad ad	Slump A.G pulg	% de trabajabilidad ad	% disminución de trabajabilidad ad
Concreto patrón (CP)	0%	3.4	100	0.00	3.4	100	0.00
Concreto patrón con adición de PET (CP-PET)	2%	2.7	78.16	21.84	2.8	80.46	19.54
	4%	2.2	64.37	35.63	2.4	68.97	31.03
	6%	1.8	51.72	48.28	2.0	57.47	42.53
Concreto patrón con adición de PP (CP-PP)	0.5.%	2.6	74.71	25.29	2.7	78.16	21.84
	1.0.%	2.2	63.22	36.78	2.3	67.82	32.18
	1.5.%	1.9	56.32	43.68	2.0	57.47	42.53
Concreto patrón con adición de PET y PP (CP-PET-PP)	2%-0.5%	1.9	55.17	44.83	2.0	57.47	42.53
	4%-1.0%	1.2	34.48	65.52	1.5	43.68	56.32
	6%- 1.5%	0.6	17.24	82.76	0.8	22.99	77.01

Nota: CP Concreto patrón, A.F: Agregado fino, A.G: Agregado grueso

Elaboración: Fuente propia

Se considero el asentamiento para su diseño en un rango de 3" a 4", teniendo en cuenta la trabajabilidad que se encuentra, cabe resaltar que las medidas de agua fueron exactamente las mismas para el concreto patrón y para el concreto con adición de polímeros reciclados debido a ello se hizo la comparación entre la trabajabilidad del concreto patrón y el concreto con incorporación en porcentaje de Polipropileno, Tereftalano de polietileno y ambos polímeros juntos.

Se presenta los valores en porcentajes de la consistencia de la mezcla en estado fresco del concreto patrón y el concreto con adición de PET, PP, PET-PP materiales de reciclaje, como se muestra en la figura 22.

4.1.1.1 Análisis comparativo con los diseños incluyendo los polímeros reciclados como el PET y PP

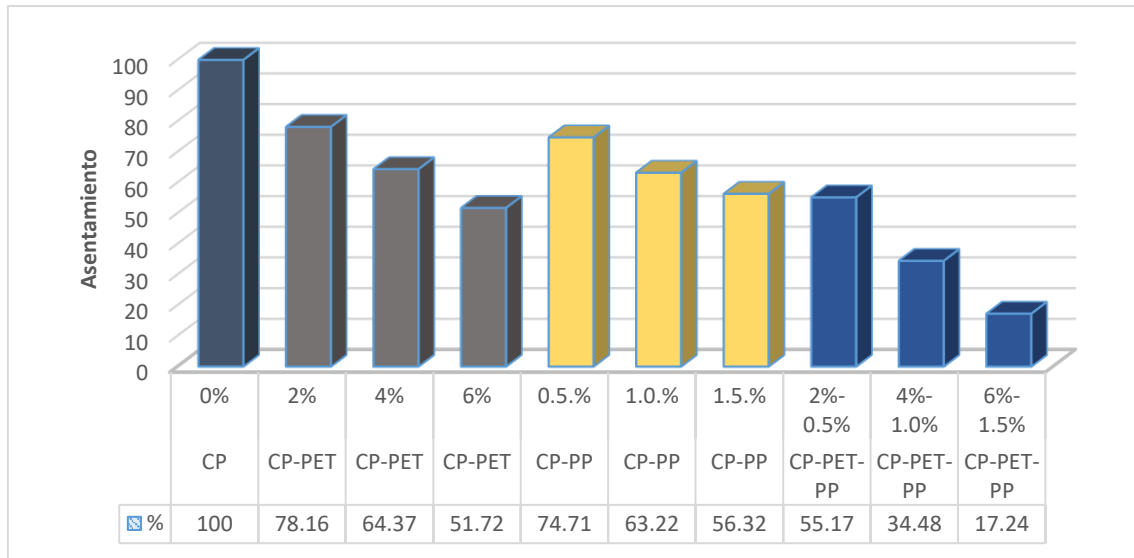


Figura 12. Comparativa de asentamiento en porcentajes concreto patrón y concreto patrón con adiciones de polímeros remplazo del agregado fino

Se observa que el concreto patrón muestra una mayor trabajabilidad en un 100%, siendo considera dentro de los estándares como una mezcla fluida. Por consiguiente, Con respecto del remplazo del agregado fino mientras se va adicionando el PET en sus porcentajes de 2%, 4%, 6% su trabajabilidad disminuye en 21.84%, 35.63%, 48.28% respectivamente.

Para el asentamiento del concreto en estado fresco respecto al concreto patrón con adición de PP en sus porcentajes 0.5%, 1.0%, 1.5% su trabajabilidad disminuye en 25.29%,36.78%, 43.68% respectivamente de acuerdo al peso del agregado fino.

Para el asentamiento del concreto en estado fresco respecto al concreto patrón con adición de PET y PP en sus porcentajes 2%-0.5%, 4%-1.0%, 6%- 1.5% su trabajabilidad disminuye en 44.83%, 65.52%, 82.76% respectivamente de acuerdo al peso del agregado fino.

Se observa que el concreto patrón muestra una mayor trabajabilidad en un 100%, como se muestra en la figura 22, cabe resaltar que el remplazo en el agregado grueso se realizó en la piedra chancada de ½”.

Por consiguiente, Con respecto del remplazo del agregado grueso mientras se va adicionando el PET en sus porcentajes de 2%, 4%, 6% su trabajabilidad disminuye en 19.54%, 31.03%, 42.53% respectivamente.

Para el asentamiento del concreto en estado fresco respecto al concreto patrón con adición de PP en sus porcentajes 0.5%, 1.0%, 1.5% su trabajabilidad disminuye en 21.84%,32.18%, 42.53% respectivamente de acuerdo al peso del agregado grueso.

Para el asentamiento del concreto en estado fresco respecto al concreto patrón con adición de PET y PP en sus porcentajes 2%-0.5%, 4%-1.0%, 6%- 1.5% su trabajabilidad disminuye en 42.53%, 56.32%, 77.01% respectivamente de acuerdo al peso del agregado grueso.

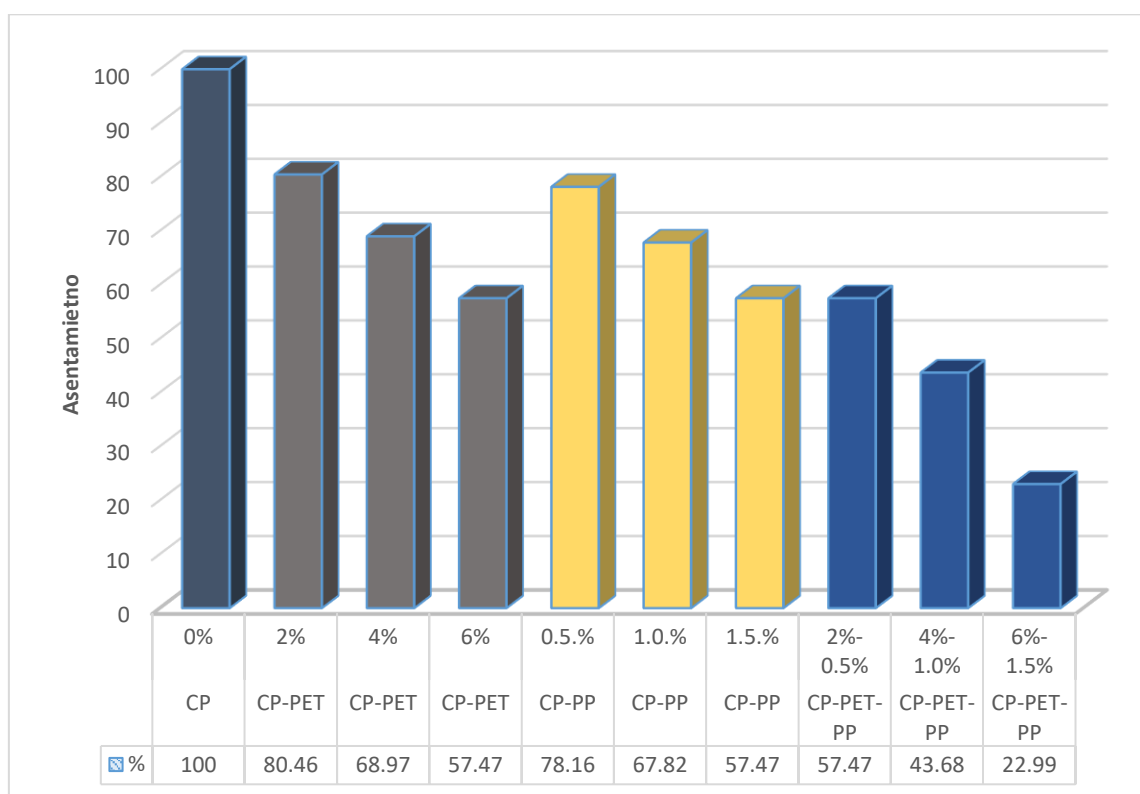


Figura 13. Comparativa de asentamiento en porcentajes concreto patrón y concreto patrón con adiciones de polímeros remplazo del agregado grueso.

4.1.2 Variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² con respecto al concreto incorporando 2%, 4%, y 6% de tereftalano de polietileno (PET), sobre el peso del agregado fino y grueso.

4.1.3.1 Resistencia a la Compresión al 2%, 4% y 6%

Tabla 32. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón a edades de 7,14 y 28 días

DESCRIPCIÓN	"Rd"	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-0%-1	control	7	10.51	86.76	12830	147.89	147.48
CP-0%-2	control	7	10.42	85.28	12270	143.89	
CP-0%-3	control	7	10.55	87.42	13170	150.66	
CP-0%-1	control	14	10.42	85.28	16570	194.31	194.20
CP-0%-2	control	14	10.34	83.97	16140	192.21	
CP-0%-3	control	14	10.42	85.28	16720	196.07	
CP-0%-1	control	28	10.55	87.42	19700	225.36	236.46
CP-0%-2	control	28	10.42	85.28	19960	234.06	
CP-0%-3	control	28	10.34	83.97	20990	249.97	

Nota: CP-0%= Concreto patrón; Elaboración: Fuente propia

La Tabla 32 muestra la variedad de resistencia a la compresión controlada después de probar 3 muestras de concreto patrón sin adición de ningún tipo de polímero

A los 7 días adquiere una resistencia promedio de 147.48 Kg/cm². También muestra las cualidades de la fisura de las pruebas a los 14 días, obteniendo una resistencia de 194.20 Kg/cm². Por último, demuestra las cualidades de las muestras afirmadas en 28 días, adquiriendo una resistencia normal de 236.46 Kg/cm².

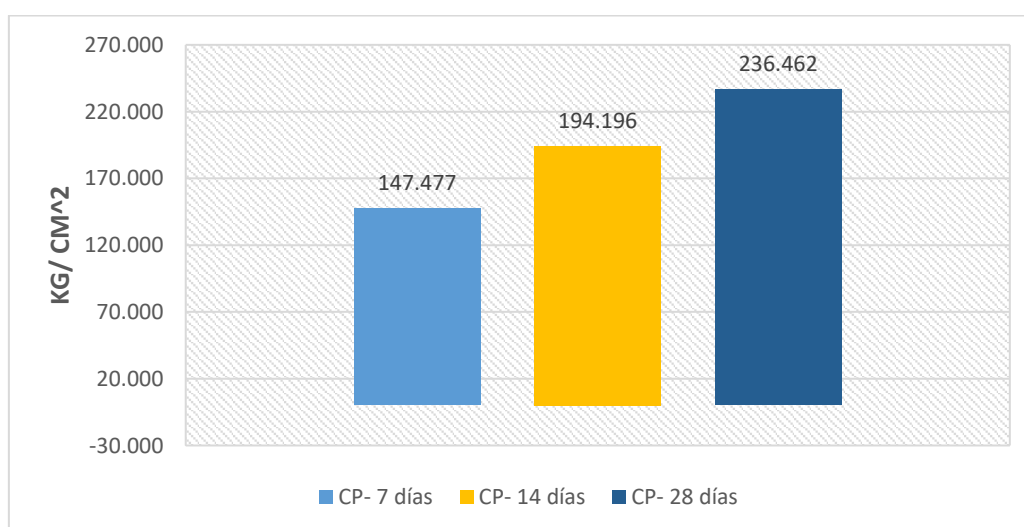


Figura 14. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto patrón

Tabla 33. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de PET 2%, en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDA D (días)	DIAMETRO (cm)	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA A DEL CONCRETO	RESISTENCIA A PROMEDIO
CP-PET-2% - 1	A. F	7	10.40	84.95	12950	152.44	
CP-PET-2% - 2	A. F	7	10.42	85.28	13500	158.31	153.50
CP-PET-2% - 3	A. F	7	10.55	87.42	13090	149.74	
CP-PET-2% - 1	A. F	14	10.42	85.28	16110	188.92	
CP-PET-2% - 2	A. F	14	10.34	83.97	15990	190.42	189.32
CP-PET-2% - 3	A. F	14	10.35	84.13	15870	188.63	
CP-PET-2% - 1	A. F	28	10.41	85.11	17300	203.26	
CP-PET-2% - 2	A. F	28	10.50	86.59	17210	198.75	202.12
CP-PET-2% - 3	A. F	28	10.57	87.75	17930	204.33	
CP-PET-2% - 1	A. G	7	10.55	87.42	13030	149.06	
CP-PET-2% - 2	A. G	7	10.42	85.28	12800	150.10	148.11
CP-PET-2% - 3	A. G	7	10.34	83.97	12190	145.17	
CP-PET-2% - 1	A. G	14	10.46	85.93	14560	169.44	
CP-PET-2% - 2	A. G	14	10.51	86.76	14200	163.68	164.93
CP-PET-2% - 3	A. G	14	10.47	86.10	13920	161.68	
CP-PET-2% - 1	A. G	28	10.5	86.59	18720	216.19	
CP-PET-2% - 2	A. G	28	10.53	87.09	17130	196.70	203.30
CP-PET-2% - 3	A. G	28	10.5	86.59	17060	197.02	

Nota: CP-PET-2%= Concreto patrón con adición de 2%Polietileno de Tereftalano; A. F= Remplazo en el Agregado Fino; A. G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

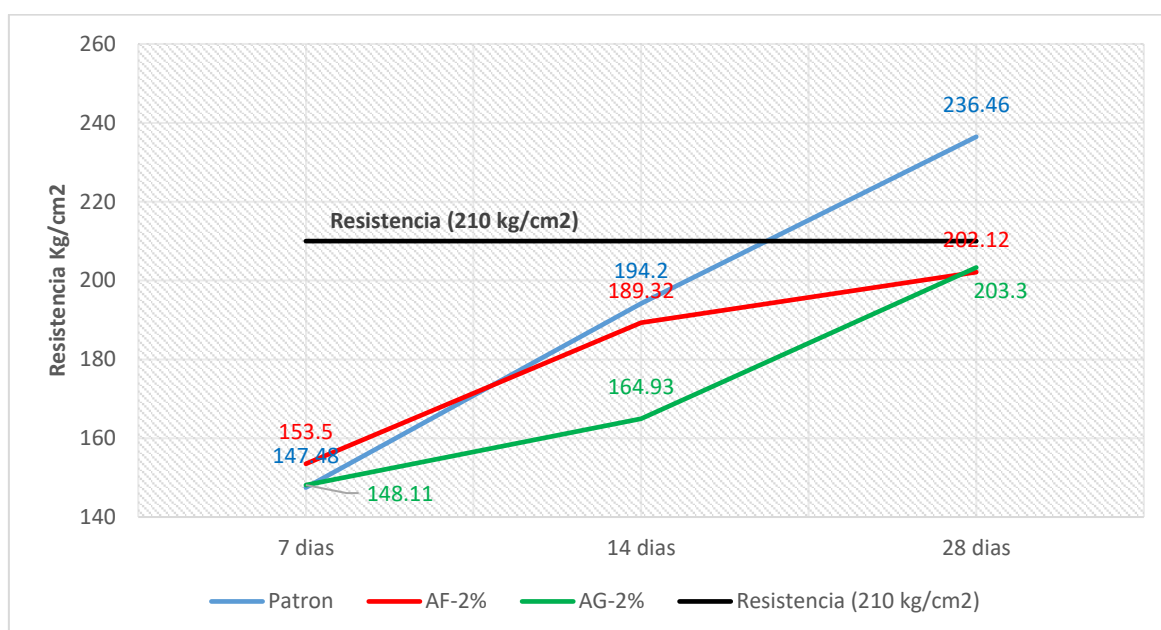


Figura 15. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto patrón con adición al 2% de PET.

Tabla 34. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 4% de PET en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-PET-4% - 1	A.F	7	10.60	88.25	12830	145.39	151.49
CP-PET-4% - 2	A.F	7	10.33	83.81	13040	155.59	
CP-PET-4% - 3	A.F	7	10.30	83.32	12790	153.50	
CP-PET-4% - 1	A.F	14	10.48	86.26	14320	166.01	164.26
CP-PET-4% - 2	A.F	14	10.55	87.42	14110	161.41	
CP-PET-4% - 3	A.F	14	10.46	85.93	14210	165.36	
CP-PET-4% - 1	A.F	28	10.48	86.26	15990	185.37	177.20
CP-PET-4% - 2	A.F	28	10.60	88.25	15120	171.34	
CP-PET-4% - 3	A.F	28	10.55	87.42	15290	174.91	
CP-PET-4% - 1	A.G	7	10.49	86.43	11800	136.53	139.49
CP-PET-4% - 2	A.G	7	10.51	86.76	12300	141.78	
CP-PET-4% - 3	A.G	7	10.48	86.26	12090	140.16	
CP-PET-4% - 1	A.G	14	10.5	86.59	14310	165.26	162.08
CP-PET-4% - 2	A.G	14	10.55	87.42	13980	159.92	
CP-PET-4% - 3	A.G	14	10.52	86.92	14000	161.07	
CP-PET-4% - 1	A.G	28	10.5	86.59	16320	188.47	194.82
CP-PET-4% - 2	A.G	28	10.48	86.26	17100	198.24	
CP-PET-4% - 3	A.G	28	10.45	85.77	16960	197.74	

Nota: CP-PET-4%= Concreto patrón con adición de 4%Polietileno de Tereftalano; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

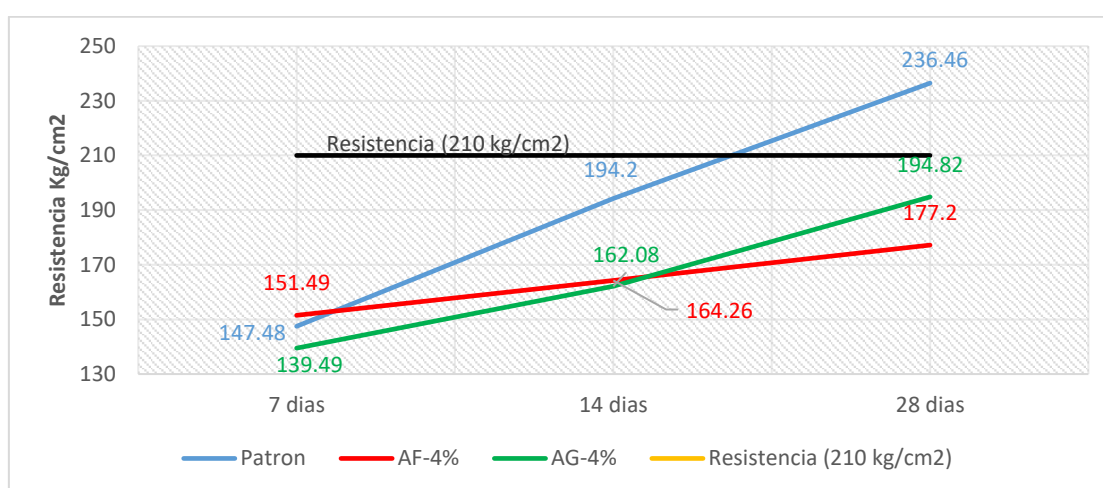


Figura 16. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto patrón con adición al 4% de PET.

Tabla 35. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 6% de PET en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDA D (días)	DIAMETRO (cm)	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA A PROMEDIO
CP-PET-6% - 1	A.F	7	10.54	87.25	10990	125.96	
CP-PET-6% - 2	A.F	7	10.59	88.08	11010	125.00	124.99
CP-PET-6% - 3	A.F	7	10.51	86.76	10760	124.03	
CP-PET-6% - 1	A.F	14	10.39	84.79	12470	147.08	
CP-PET-6% - 2	A.F	14	10.45	85.77	11490	133.97	139.74
CP-PET-6% - 3	A.F	14	10.55	87.42	12080	138.19	
CP-PET-6% - 1	A.F	28	10.48	86.26	12100	140.27	
CP-PET-6% - 2	A.F	28	10.50	86.59	13120	151.52	140.75
CP-PET-6% - 3	A.F	28	10.52	86.92	11340	130.46	
CP-PET-6% - 1	A.G	7	10.52	86.92	9740	112.06	
CP-PET-6% - 2	A.G	7	10.5	86.59	9710	112.14	114.34
CP-PET-6% - 3	A.G	7	10.51	86.76	10310	118.84	
CP-PET-6% - 1	A.G	14	10.49	86.43	11590	134.10	
CP-PET-6% - 2	A.G	14	10.52	86.92	11900	136.91	133.07
CP-PET-6% - 3	A.G	14	10.5	86.59	11100	128.19	
CP-PET-6% - 1	A.G	28	10.5	86.59	12200	140.89	
CP-PET-6% - 2	A.G	28	10.53	87.09	11100	127.46	137.90
CP-PET-6% - 3	A.G	28	10.51	86.76	12610	145.35	

Nota: CP-PET-6%= Concreto patrón con adición de 6% Polietileno de Tereftalato; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

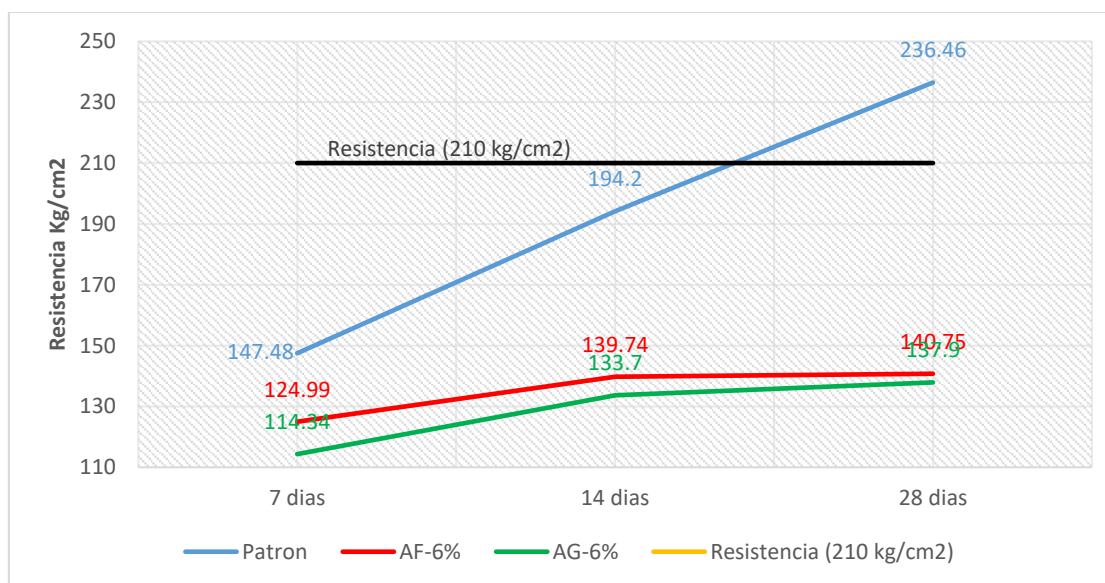


Figura 17. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto patrón con adición al 6% de PET.

4.1.3.2 Análisis de varianza de la Resistencia a la compresión al 2%,4% y 6% PET

Determinación si hay disminución de resistencia a la compresión respecto al Agregado Fino o Agregado Grueso en los porcentajes 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET)

Paso 01: Formulación de Hipótesis Específica

Las hipótesis estadísticas de trabajo planteadas fueron:

H1 = La incorporación de 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET) respecto al peso del agregado fino y agregado grueso, DISMINUYE la resistencia a la compresión en base al incremento de dicho polímero respecto al concreto patrón de 210 kg/cm².

H0 = La incorporación de 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET) respecto al peso del agregado fino y agregado grueso, AUMENTA en base al incremento de dicho polímero respecto al concreto patrón de 210 kg/cm².

Paso 02: Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Paso 03: Elección de la Prueba estadística

ANOVA – TUKEY

Paso 04: Información del Factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	18	AF2%-14; AF2%-28; AF2%-7; AF4%-14; AF4%-28; AF4%-7; AF6%-14; AF6%-28; AF6%-7; AG2%-14; AG2%-28; AG2%-7; AG4%-14; AG4%-28; AG4%-7; AG6%-14; AG6%-28; AG6%-7

Paso 05: Estimación del P-valor

Tabla 36. Estadísticos descriptivos- agrupación de medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AF2%-14	3	189.323	0.961	(182.627; 196.020)
AF2%-28	3	202.11	2.96	(195.42; 208.81)
AF2%-7	3	153.50	4.38	(146.80; 160.19)
AF4%-14	3	164.26	2.49	(157.56; 170.96)
AF4%-28	3	177.21	7.29	(170.51; 183.90)
AF4%-7	3	151.49	5.39	(144.80; 158.19)

AF6%-14	3	139.75	6.69	(133.05; 146.44)
AF6%-28	3	140.75	10.54	(134.05; 147.45)
AF6%-7	3	124.997	0.965	(118.300; 131.693)
AG2%-14	3	164.93	4.03	(158.24; 171.63)
AG2%-28	3	203.30	11.16	(196.61; 210.00)
AG2%-7	3	148.11	2.60	(141.41; 154.81)
AG4%-14	3	162.08	2.81	(155.39; 168.78)
AG4%-28	3	194.82	5.50	(188.12; 201.51)
AG4%-7	3	139.49	2.69	(132.79; 146.19)
AG6%-14	3	133.07	4.45	(126.37; 139.76)
AG6%-28	3	137.90	9.31	(131.20; 144.60)
AG6%-7	3	114.35	3.89	(107.65; 121.04)

Al procesar los datos de los 17 tratamientos en relación al concreto patrón, presentamos el análisis de varianza cuyo valor P es de 0.0000 menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Según la tabla 36 exportado del programa Minitab 18 se muestra un valor F calculado de 64.54 que es mayor al valor F crítico 1.9153 que se halla en una celda Excel con la formula (=DISTR.F.INV (5%;17;36)) donde 5% es la probabilidad, el 17 es el grado de libertad del tratamiento y el 36 es el grado de libertad en error.

Tabla 36. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	17	35885	2110.90	64.54	0.000
Error	36	1177	32.70		
Total	53	37063			

Paso 06: Calcular la diferencia de las medidas y realizar las comparaciones con el valor crítico

Regla de Decisión:

Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza la H_0 , se acepta la H_0

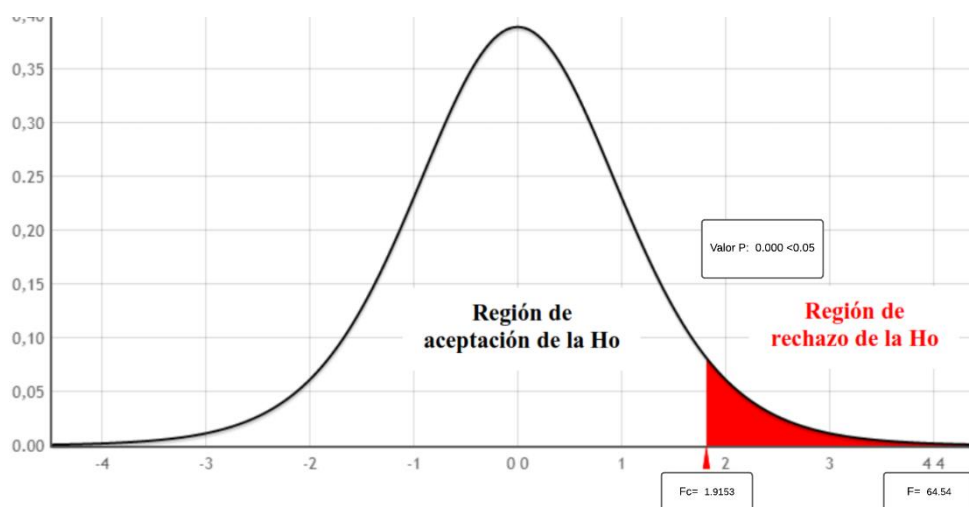
Si la probabilidad obtenida P-valor $< \alpha$, se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

$$\mathbf{p\text{-valor} = 0.0001 < \alpha=0.05}$$

Nota: p-valor: probabilidad obtenida de la prueba. α : porcentaje de error (5%), nivel de significancia.

Dado que $F = 64.54 >$ Valor crítico para $F = 1.91531$; se acepta la H_1

Concluyendo que la incorporación de 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET) respecto al peso del agregado fino y agregado grueso, DISMINUYE la resistencia a la compresión en base al incremento de dicho polímero respecto al concreto patrón de 210 kg/cm². Es por lo cual concluimos que hay una varianza significativa en los tratamientos de la investigación donde por el método tukey mostramos la agrupación de medias en la tabla 37 y la figura 28.



Comparación de Medias:

El análisis de varianza se realizó mediante la prueba tukey teniendo la comparación de medias con un resumen de modelo con R- cuadrado AL 96.82%, y un R- cuadrado ajustado al 95.32%, es decir que es efectivo el cálculo estadístico al 92.85%, que más detalles se muestra en el anexo F.

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
5.71882	96.82%	95.32%	92.85%

Tabla 37. Análisis comparativo utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación			
AG2%-28	3	203.30	A			
AF2%-28	3	202.11	A			
AG4%-28	3	194.82	A			
AF2%-14	3	189.323	A	B		
AF4%-28	3	177.21		B	C	
AG2%-14	3	164.93			C	D
AF4%-14	3	164.26			C	D
AG4%-14	3	162.08			C	D
AF2%-7	3	153.50			D	E
AF4%-7	3	151.49			D	E
AG2%-7	3	148.11			D	E F
AF6%-28	3	140.75			E	F G
AF6%-14	3	139.75			E	F G
AG4%-7	3	139.49			E	F G
AG6%-28	3	137.90			E	F G
AG6%-14	3	133.07				F G
AF6%-7	3	124.997				G H
AG6%-7	3	114.34				H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 37, en la agrupación se le dio letras a cada una de las medias, si dos medias comparten todas las letras entre sí, significa que sus medias son bastante parecidas y no hay diferencia significativa, por otro lado, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, detectando de esa manera la diferencia entre las medias. Se muestra las agrupaciones desde la más óptima resistencia (AG2%-28 con 203.30 kg/cm²) hasta la menor resistencia (AG6%-7 con 114.34 kg/cm²), donde lidera es el agregado grueso con adición de PET al 2% con un tiempo de fraguado de 28 días donde alcanzó una resistencia de 203.30 kg/cm² a esto les siguen dentro de la agrupación A el AF2%-28, AG4%-28 y el AF2%-14 sucesivamente, concluyendo que donde la trabajabilidad estaría dándose es en las primeras dos agrupaciones como es el A y B.

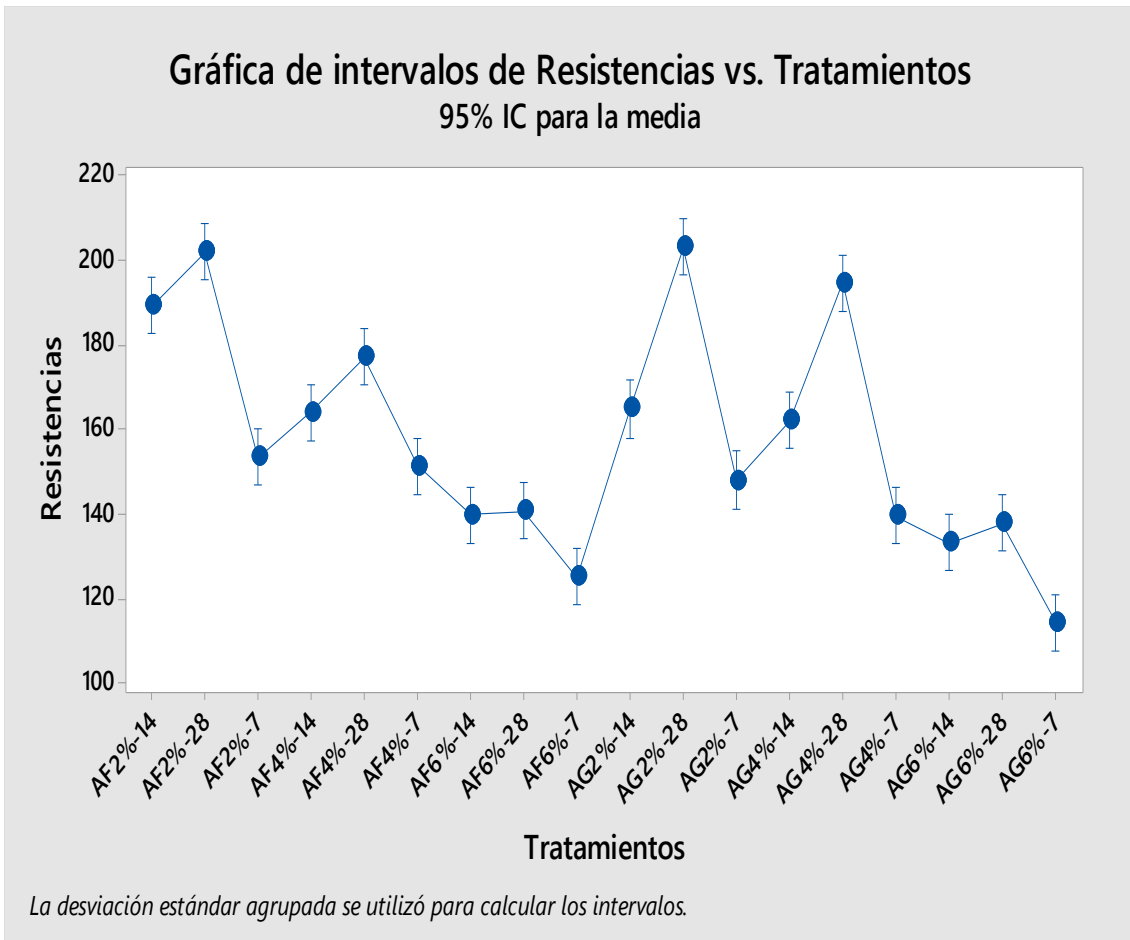


Figura 18. Gráfica de intervalos de Resistencias a la compresión vs. Tratamientos

En la figura 19, se muestra el comportamiento de la varianza de los tratamientos en relaciona las resistencias de la compresion, donde el mayor promedio optimo se muestra en el tratamiento de Agregado fino al 2% en 28 dias con un promedio de 203.30 con una desviacion estandar de 11.16, es decir que hay la probabilidad de varianza maxima hasta 210.00 y una probabilidad minima de 196.61. Sucesivamente en la misma agrupacion (A) se muestra el tratamiento Agregado grueso al 4% en 28 dias con un promedio de resistencia 194.82 con una desviacion estandar de 5.50, es decir que hay una probabilidad de varianza maxima de 201.51 y una probabilidad minima de varianza de 188.12, siendo estos dos tratamientos clasificados como optimos en la trabajabilidad basado en los promedios de resistencias de compresion.

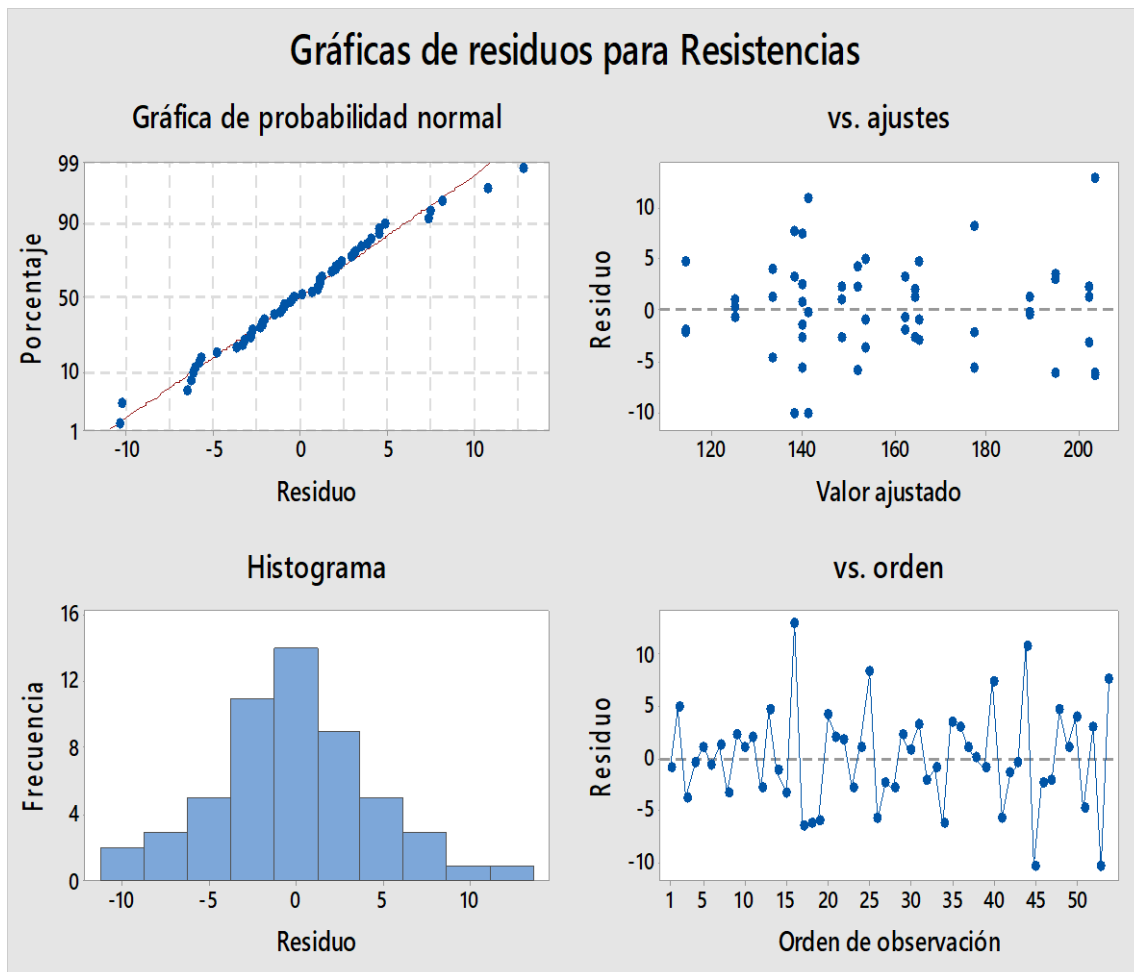


Figura 19. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos

En la figura 20 se muestra el comportamiento de los residuos como la grafica de probabilidad de probabilidad normal, donde los tratamientos se muestran en una tendencia positiva normal, del mismo modo ajustando al 5% de significancia se muestra los puntos de en completo desorden lo cual garantiza la calidad de los datos recolectados en el proceso de la investigación lo cual de comparar con el histograma que se muestra en una tendencia normal entre -10 a +10 siendo el valor mínimo en el eje 0. Finalmente, se muestra el orden de observación de los residuos analizados con una tendencia horizontal garantizando la confiabilidad de los datos recolectados.

4.1.3.3 Resistencia a la Flexión al 2%, 4% y 6%

Tabla 38. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCIÓN	"Rd"	EDAD (días)	LUZ DE LA VIGA	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
				KN	Kg	Mpa	Kg/cm ²	
CP-0%-1	control	7	50.00	17.55	1789.57	2.617	26.690	
CP-0%-2	control	7	50.00	18.40	1876.25	2.763	28.171	27.882
CP-0%-3	control	7	50.00	18.55	1891.54	2.823	28.784	
CP-0%-1	control	14	50.00	20.45	2085.29	3.050	31.102	
CP-0%-2	control	14	50.00	21.15	2156.67	3.071	31.320	31.012
CP-0%-3	control	14	50.00	19.86	2025.12	3.002	30.614	
CP-0%-1	control	28	50.00	25.90	2641.02	3.737	38.102	
CP-0%-2	control	28	50.00	25.75	2625.73	3.918	39.956	38.851
CP-0%-3	control	28	50.00	26.34	2685.89	3.775	38.494	

Nota: CP-0%= Concreto patrón; Elaboración: Fuente propia

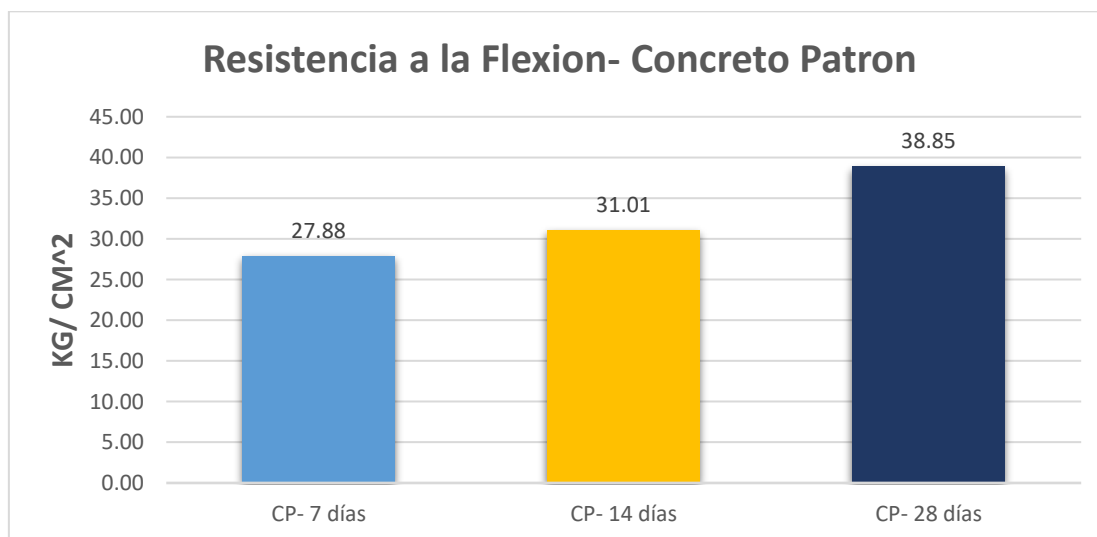


Figura 20. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto patrón

Tabla 39. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de PET 2%, en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PET-2% - 1	A.F	7	29.28	2985.68	4.67	47.64	
CP-PET-2% - 2	A.F	7	28.45	2901.05	4.19	42.69	
CP-PET-2% - 3	A.F	7	27.67	2821.51	4.21	42.94	44.42
CP-PET-2% - 1	A.F	14	39.34	4011.50	5.64	57.49	
CP-PET-2% - 2	A.F	14	39.69	4047.19	5.92	60.36	
CP-PET-2% - 3	A.F	14	40.41	4120.61	6.07	61.87	59.91
CP-PET-2% - 1	A.F	28	44.24	4511.15	6.73	68.65	
CP-PET-2% - 2	A.F	28	42.71	4355.14	6.37	64.96	
CP-PET-2% - 3	A.F	28	42.30	4313.33	6.14	62.64	65.41
CP-PET-2% - 1	A.G	7	37.28	3801.44	5.56	56.70	
CP-PET-2% - 2	A.G	7	35.65	3635.23	5.35	54.59	54.780
CP-PET-2% - 3	A.G	7	34.65	3533.26	5.20	53.05	
CP-PET-2% - 1	A.G	14	46.34	4725.29	6.91	70.47	
CP-PET-2% - 2	A.G	14	43.12	4396.95	6.43	65.58	68.413
CP-PET-2% - 3	A.G	14	44.89	4577.43	6.79	69.19	
CP-PET-2% - 1	A.G	28	57.87	5901.00	8.52	86.84	
CP-PET-2% - 2	A.G	28	53.32	5437.04	7.95	81.09	83.209
CP-PET-2% - 3	A.G	28	55.53	5662.39	8.01	81.69	

Nota: CP-PET-2%= Concreto patrón con adición de 2%Polietileno de Tereftalano; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

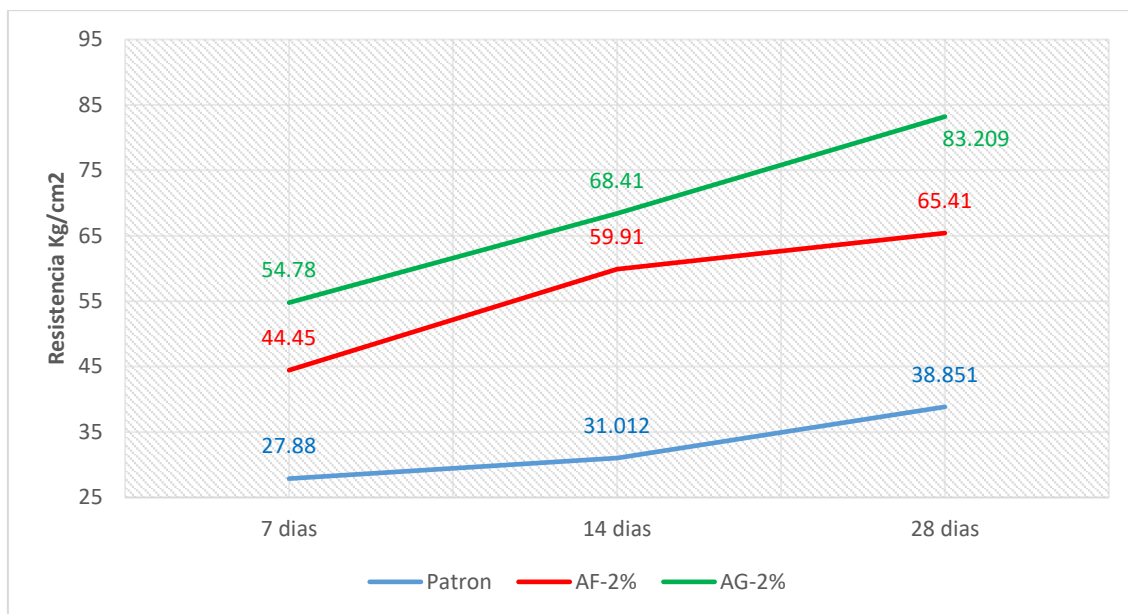


Figura 21. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto patrón con adición al 2% de PET.

Tabla 40. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de PET 4%, en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PET-4% - 1	A.F	7	41.14	4195.05	6.219	63.417	
CP-PET-4% - 2	A.F	7	40.39	4118.57	5.827	59.418	
CP-PET-4% - 3	A.F	7	40.67	4147.12	6.106	62.266	61.70
CP-PET-4% - 1	A.F	14	45.34	4623.32	6.585	67.151	
CP-PET-4% - 2	A.F	14	46.75	4767.10	6.972	71.098	
CP-PET-4% - 3	A.F	14	45.39	4628.42	6.593	67.225	68.49
CP-PET-4% - 1	A.F	28	61.14	6234.45	9.180	93.606	
CP-PET-4% - 2	A.F	28	63.35	6459.80	9.200	93.812	
CP-PET-4% - 3	A.F	28	62.78	6401.68	9.057	92.356	93.26
CP-PET-4% - 1	A.G	7	40.55	4134.88	6.171	62.924	
CP-PET-4% - 2	A.G	7	42.34	4317.41	6.108	62.287	62.538
CP-PET-4% - 3	A.G	7	40.76	4156.30	6.120	62.404	
CP-PET-4% - 1	A.G	14	47.9	4884.36	6.957	70.942	
CP-PET-4% - 2	A.G	14	50.34	5133.17	7.408	75.543	73.246
CP-PET-4% - 3	A.G	14	49.46	5043.44	7.184	73.253	
CP-PET-4% - 1	A.G	28	60.34	6152.87	8.940	91.166	
CP-PET-4% - 2	A.G	28	62.45	6368.03	9.130	93.096	91.980
CP-PET-4% - 3	A.G	28	62.32	6354.77	8.991	91.680	

Nota: CP-PET-4%= Concreto patrón con adición de 4%Polietileno de Tereftalano; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

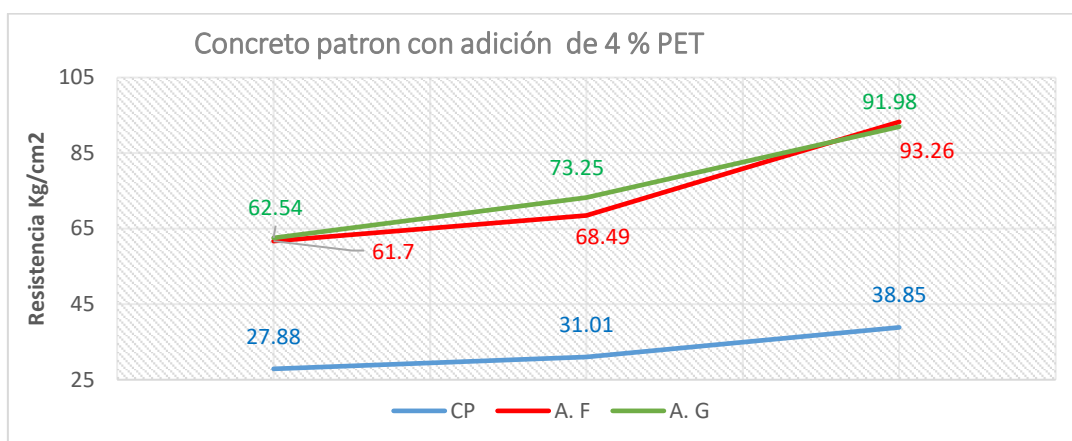


Figura 22. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto patrón con adición al 4% de PET.

Tabla 41. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de PET 6%, en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PET-6% - 1	A.F	7	58.84	5999.91	8.834	90.085	
CP-PET-6% - 2	A.F	7	48.84	4980.21	7.046	71.849	
CP-PET-6% - 3	A.F	7	49.13	5009.79	7.327	74.717	78.88
CP-PET-6% - 1	A.F	14	55.47	5656.28	8.384	85.495	
CP-PET-6% - 2	A.F	14	56.10	5720.52	8.367	85.321	
CP-PET-6% - 3	A.F	14	55.05	5613.45	8.377	85.425	85.41
CP-PET-6% - 1	A.F	28	52.30	5333.03	7.800	79.542	
CP-PET-6% - 2	A.F	28	50.55	5154.58	7.439	75.858	
CP-PET-6% - 3	A.F	28	46.29	4720.19	6.904	70.398	75.27
CP-PET-6% - 1	A.G	7	47.39	4832.36	7.163	73.042	
CP-PET-6% - 2	A.G	7	45.78	4668.19	6.561	66.904	69.304
CP-PET-6% - 3	A.G	7	45.29	4618.22	6.665	67.965	
CP-PET-6% - 1	A.G	14	52.45	5348.33	7.928	80.841	
CP-PET-6% - 2	A.G	14	55.12	5620.59	8.221	83.831	81.926
CP-PET-6% - 3	A.G	14	53.69	5474.77	7.954	81.108	
CP-PET-6% - 1	A.G	28	48.89	4985.31	7.292	74.355	
CP-PET-6% - 2	A.G	28	47.58	4851.73	6.819	69.535	71.039
CP-PET-6% - 3	A.G	28	45.52	4641.67	6.789	69.227	

Nota: CP-PET-6%= Concreto patrón con adición de 6%Polietileno de Tereftalano; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

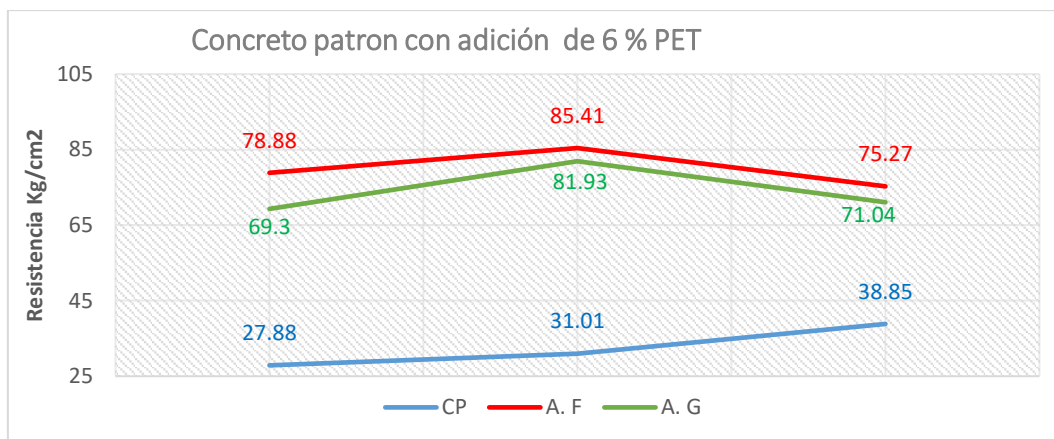


Figura 23. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto patrón con adición al 6% de PET.

4.1.3.4 Análisis de varianza de la Resistencia a la flexión al 2%, 4% y 6% de PET

Determinación si hay disminución de resistencia a la flexión respecto al Agregado Fino o Agregado Grueso en los porcentajes 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET)

Paso 01: Formulación de Hipótesis Específica

Las hipótesis estadísticas de trabajo planteadas fueron:

H1 = La incorporación de 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET) respecto al peso del agregado fino y agregado grueso, AUMENTA la resistencia a la flexión en base al incremento de dicho polímero respecto al concreto patrón de 210 kg/cm².

H0 = La incorporación de 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET) respecto al peso del agregado fino y agregado grueso, DISMINUYE la resistencia a la flexión en base al incremento de dicho polímero respecto al concreto patrón de 210 kg/cm².

Paso 02: Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Paso 03: Elección de la Prueba estadística

ANOVA- TUKEY

Paso 04: Información del Factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	18	AF2%-14; AF2%-28; AF2%-7; AF4%-14; AF4%-28; AF4%-7; AF6%-14; AF6%-28; AF6%-7; AG2%-14; AG2%-28; AG2%-7; AG4%-14; AG4%-28; AG4%-7; AG6%-14; AG6%-28; AG6%-7

Paso 05: Estimación del P-valor

Tabla 42. Estadísticos descriptivos- agrupación de medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AF2%-14	3	59.91	2.22	(56.03; 63.78)
AF2%-28	3	65.42	3.03	(61.54; 69.29)
AF2%-7	3	44.42	2.79	(40.55; 48.30)
AF4%-14	3	68.49	2.26	(64.62; 72.37)
AF4%-28	3	93.258	0.788	(89.383; 97.133)
AF4%-7	3	61.70	2.06	(57.83; 65.58)
AF6%-14	3	85.4137	0.0876	(81.5384; 89.2889)
AF6%-28	3	75.27	4.60	(71.39; 79.14)
AF6%-7	3	78.88	9.81	(75.01; 82.76)
AG2%-14	3	68.41	2.54	(64.54; 72.29)
AG2%-28	3	83.21	3.16	(79.33; 87.08)
AG2%-7	3	54.78	1.83	(50.90; 58.66)
AG4%-14	3	73.25	2.30	(69.37; 77.12)
AG4%-28	3	91.981	1.000	(88.105; 95.856)
AG4%-7	3	62.538	0.339	(58.663; 66.414)
AG6%-14	3	81.927	1.655	(78.051; 85.802)
AG6%-28	3	71.04	2.88	(67.16; 74.91)
AG6%-7	3	69.30	3.28	(65.43; 73.18)

Desv.Est. agrupada = 3.30956

Al procesar los datos de los 17 tratamientos en relación al concreto patrón, presentamos en la tabla 42 el análisis de varianza cuyo valor P es de 0.0000 menor a 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, Según la tabla 42 exportado del programa Minitab 18 se muestra un valor F calculado de 44.91 que es mayor al valor F crítico 1.9153 que se halla en una celda Excel con la fórmula (=DISTR.F.INV(5%;17;36)) donde 5% es la probabilidad, el 17 es el grado de libertad del tratamiento y el 36 es el grado de libertad en error.

Tabla 43. Análisis de Varianza de la resistencia a la compresión

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	17	8363.3	491.96	44.91	0.000
Error	36	394.3	10.95		
Total	53	8757.7			

Paso 06: Calcular la diferencia de las medidas y realizar las comparaciones con el valor crítico

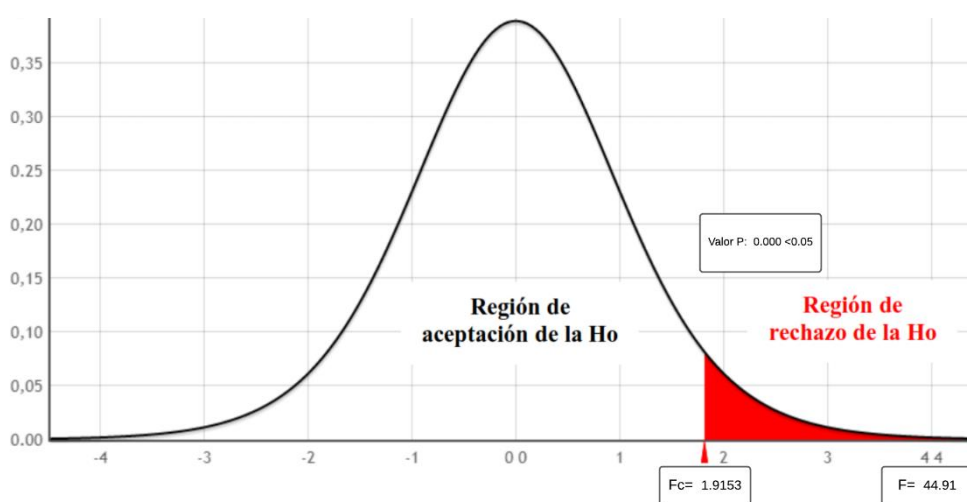
Regla de Decisión:

Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza la H_0 , se acepta la H_0

Si la probabilidad obtenida P-valor $< \alpha$, se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

Dado que $F = 44.91 > \text{Valor crítico para } F = 1.9153$; se acepta la H_1

Concluyendo que la incorporación de 2% 4% y 6% de tereftalano de polietileno (PET) respecto al peso del agregado fino y agregado grueso, AUMENTA la resistencia a la flexión en base al incremento de dicho polímero respecto al concreto patrón de 210 kg/cm². Es por lo cual concluimos que hay una varianza significativa en los tratamientos de la investigación donde por el método tukey mostramos la agrupación de medias en la tabla 43 y la figura 33.



Comparación de Medias:

El análisis de varianza se realizó mediante la prueba tukey teniendo la comparación de medias con un resumen de modelo con R- cuadrado al 95.5%%, y un R- cuadrado ajustado

al 93.37%, es decir que es efectivo el cálculo estadístico al 89.87%, que más detalles se muestra en el anexo F.

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3.30956	95.50%	93.37%	89.87%

Tabla 44. Análisis comparativo utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación																	
AF4%-28	3	93.258	A																	
AG4%-28	3	91.981	A	B																
AF6%-14	3	85.4137	A	B	C															
AG2%-28	3	83.21	A	B	C	D														
AG6%-14	3	81.927		B	C	D														
AF6%-7	3	78.88			C	D	E													
AF6%-28	3	75.27				D	E	F												
AG4%-14	3	73.25				D	E	F												
AG6%-28	3	71.04					E	F	G											
AG6%-7	3	69.30					E	F	G	H										
AF4%-14	3	68.49						F	G	H										
AG2%-14	3	68.41						F	G	H										
AF2%-28	3	65.42						F	G	H										
AG4%-7	3	62.538							G	H	I									
AF4%-7	3	61.70							G	H	I									
AF2%-14	3	59.91								H	I									
AG2%-7	3	54.78									I									
AF2%-7	3	44.42																	J	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 43, en la agrupación se le dio letras a cada una de las medias, si dos medias comparten todas las letras entre sí, significa que sus medias son bastante parecidas y no hay diferencia significativa, por otro lado las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, se muestra las agrupaciones desde la más optima resistencia AF4%-28, hasta la más baja AF2%-7, donde el que lidera es el agregado fino al 4% con un tiempo de fraguado de 28 días donde alcanzó una resistencia de 93.259 kg/cm² a esto les siguen dentro de la agrupación A el AG4%-28, AF6%-14 y AG2%-28

Sucesivamente, se muestra 10 agrupaciones donde la trabajabilidad estaría dándose en las primeras dos agrupaciones como es el A y B.

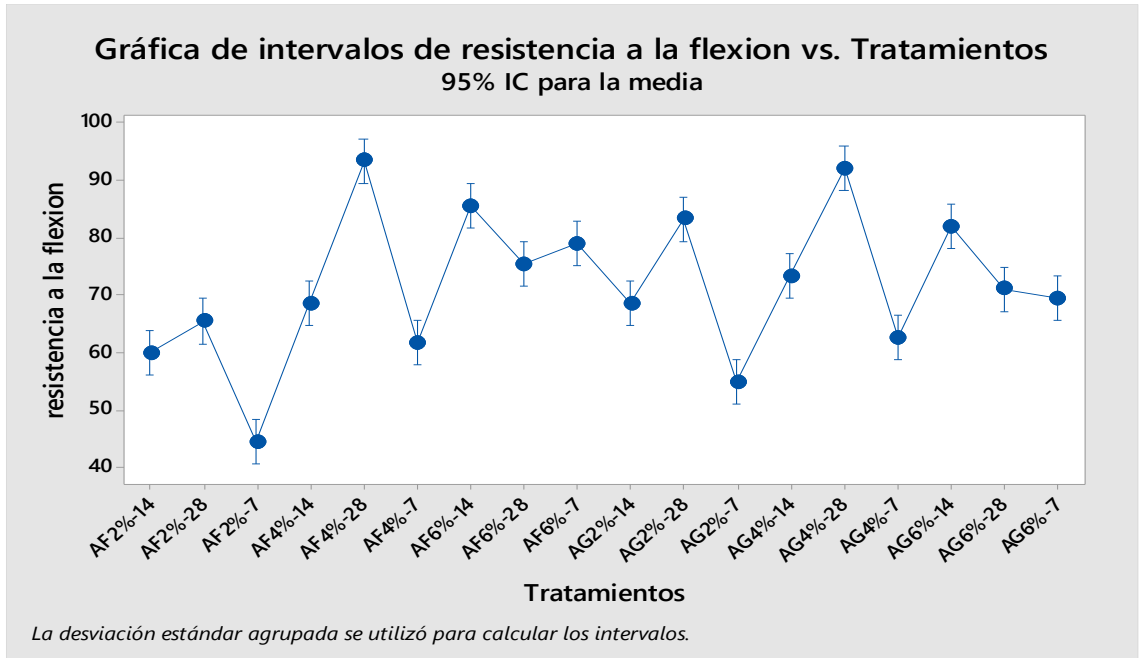


Figura 24. Gráfica de intervalos de Resistencias a la compresión vs. Tratamientos

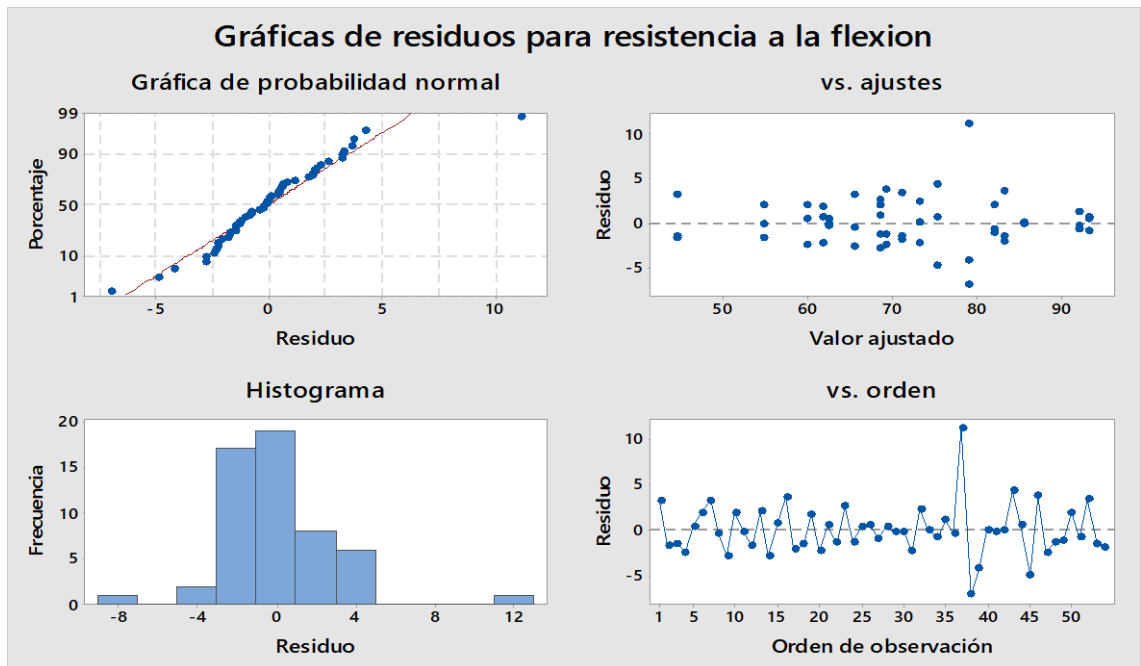


Figura 25. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos

4.1.3 Variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² con respecto al concreto incorporando 0.5%, 1% y 1.5% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y fino.

4.1.3.1 Resistencia a la Compresión al 0.5%, 1% y 1.5%

Tabla 45. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 0.5% de PP en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDA D (días)	DIAMETR O (cm)	ARE A	LECTUR A DEL DIAL	RESISTENCI A DEL CONCRETO	RESISTENCI A PROMEDIO
CP-PP-0.5% - 1	A.F	7	10.48	86.26	9650	111.87	
CP-PP-0.5% - 2	A.F	7	10.5	86.59	9460	109.25	112.36
CP-PP-0.5% - 3	A.F	7	10.51	86.76	10060	115.96	
CP-PP-0.5% - 1	A.F	14	10.5	86.59	13460	155.44	
CP-PP-0.5% - 2	A.F	14	10.49	86.43	13110	151.69	151.72
CP-PP-0.5% - 3	A.F	14	10.53	87.09	12890	148.01	
CP-PP-0.5% - 1	A.F	28	10.5	86.59	16200	187.09	
CP-PP-0.5% - 2	A.F	28	10.52	86.92	15910	183.04	185.23
CP-PP-0.5% - 3	A.F	28	10.52	86.92	16130	185.57	
CP-PP-0.5% - 1	A.G	7	10.52	86.92	10110	116.31	
CP-PP-0.5% - 2	A.G	7	10.5	86.59	9950	114.91	114.95
CP-PP-0.5% - 3	A.G	7	10.49	86.43	9820	113.62	
CP-PP-0.5% - 1	A.G	14	10.53	87.09	12560	144.23	
CP-PP-0.5% - 2	A.G	14	10.5	86.59	13010	150.25	146.82
CP-PP-0.5% - 3	A.G	14	10.5	86.59	12640	145.97	
CP-PP-0.5% - 1	A.G	28	10.48	86.26	16900	195.92	
CP-PP-0.5% - 2	A.G	28	10.48	86.26	16100	186.64	194.08
CP-PP-0.5% - 3	A.G	28	10.5	86.59	17290	199.68	

Nota: CP-PP-0.5%= Concreto patrón con adición de 0.5% Polietileno; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

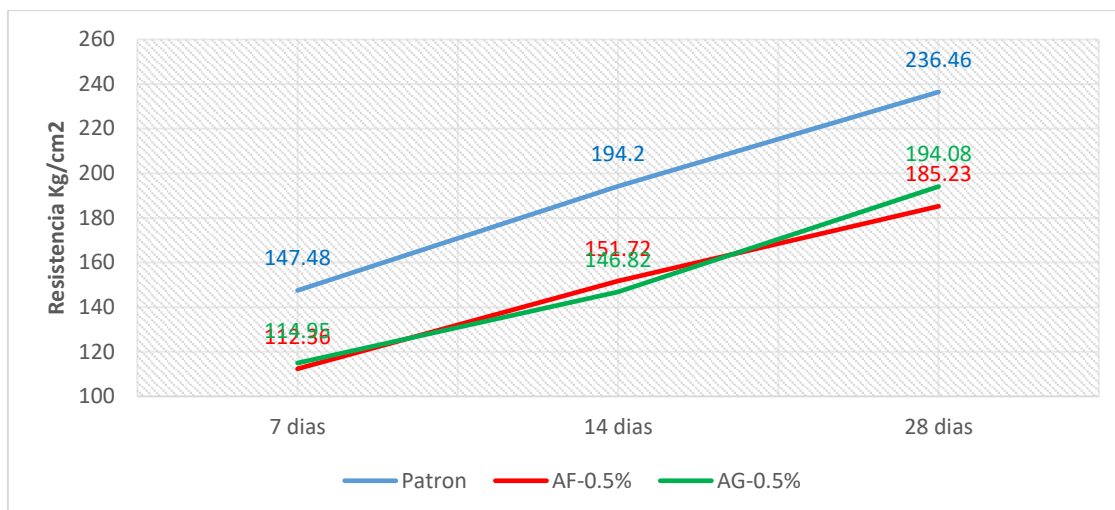


Figura 26. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición al 0,05% de PP

Tabla 46. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 1.0 % de PP en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-PP-1.00% - 1	A.F	7	10.48	86.26	10490	121.61	
CP-PP-1.00% - 2	A.F	7	10.5	86.59	10110	116.76	118.19
CP-PP-1.00% - 3	A.F	7	10.52	86.92	10100	116.20	
CP-PP-1.00% - 1	A.F	14	10.5	86.59	12680	146.44	
CP-PP-1.00% - 2	A.F	14	10.51	86.76	12120	139.70	145.23
CP-PP-1.00% - 3	A.F	14	10.48	86.26	12900	149.55	
CP-PP-1.00% - 1	A.F	28	10.52	86.92	15480	178.09	
CP-PP-1.00% - 2	A.F	28	10.5	86.59	15900	183.62	179.04
CP-PP-1.00% - 3	A.F	28	10.49	86.43	15160	175.41	
CP-PP-1.00% - 1	A.G	7	10.55	87.42	10200	116.68	
CP-PP-1.00% - 2	A.G	7	10.52	86.92	9890	113.78	118.51
CP-PP-1.00% - 3	A.G	7	10.5	86.59	10830	125.07	
CP-PP-1.00% - 1	A.G	14	10.48	86.26	13850	160.56	
CP-PP-1.00% - 2	A.G	14	10.45	85.77	13640	159.03	152.47
CP-PP-1.00% - 3	A.G	14	10.52	86.92	11980	137.83	
CP-PP-1.00% - 1	A.G	28	10.5	86.59	17960	207.41	
CP-PP-1.00% - 2	A.G	28	10.51	86.76	18010	207.60	207.03
CP-PP-1.00% - 3	A.G	28	10.49	86.43	17810	206.07	

Nota: CP-PP-1.0%= Concreto patrón con adición de 1.0% Polietileno; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

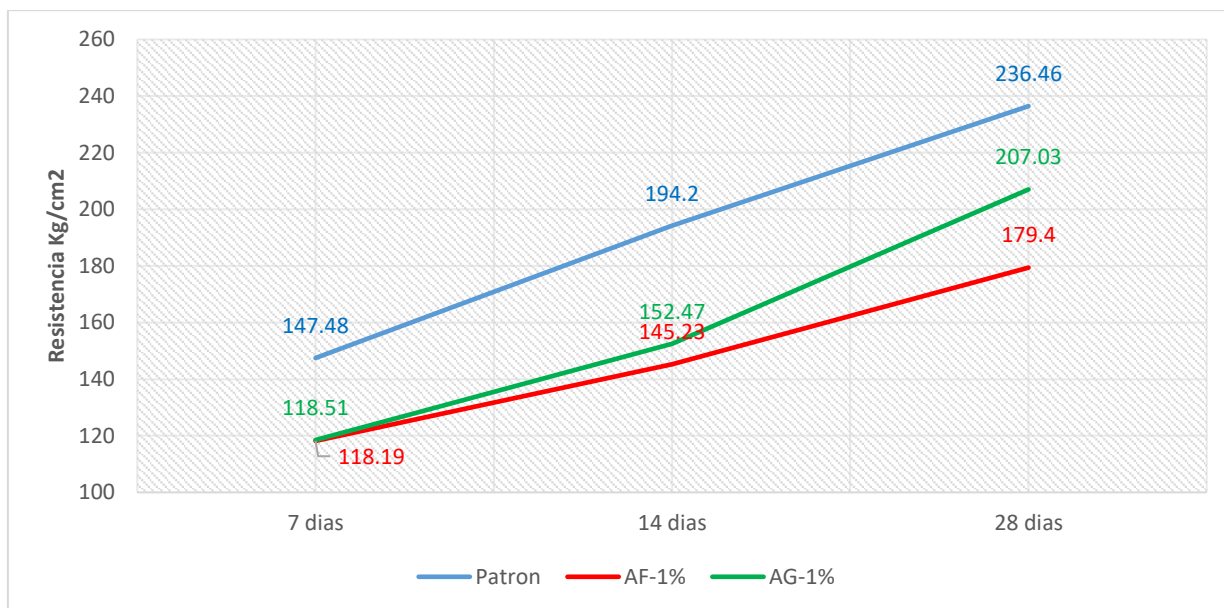


Figura 27. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición al 1% de PP

Tabla 47. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 1.5% de PP en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-PP-1.50% - 1	A.F	7	10.53	87.09	9780	112.30	
CP-PP-1.50% - 2	A.F	7	10.5	86.59	10060	116.18	115.04
CP-PP-1.50% - 3	A.F	7	10.5	86.59	10100	116.64	
CP-PP-1.50% - 1	A.F	14	10.48	86.26	12800	148.39	
CP-PP-1.50% - 2	A.F	14	10.45	85.77	12670	147.72	144.40
CP-PP-1.50% - 3	A.F	14	10.5	86.59	11870	137.08	
CP-PP-1.50% - 1	A.F	28	10.52	86.92	13700	157.62	
CP-PP-1.50% - 2	A.F	28	10.5	86.59	14340	165.61	161.67
CP-PP-1.50% - 3	A.F	28	10.5	86.59	14010	161.80	
CP-PP-1.50% - 1	A.G	7	10.5	86.59	10020	115.72	
CP-PP-1.50% - 2	A.G	7	10.53	87.09	9900	113.68	115.42
CP-PP-1.50% - 3	A.G	7	10.5	86.59	10120	116.87	
CP-PP-1.50% - 1	A.G	14	10.45	85.77	13640	159.03	
CP-PP-1.50% - 2	A.G	14	10.51	86.76	13890	160.11	156.90
CP-PP-1.50% - 3	A.G	14	10.53	87.09	13200	151.57	
CP-PP-1.50% - 1	A.G	28	10.5	86.59	15260	176.23	
CP-PP-1.50% - 2	A.G	28	10.51	86.76	15010	173.02	176.00
CP-PP-1.50% - 3	A.G	28	10.49	86.43	15450	178.77	

Nota: CP-PP-1.5%= Concreto patrón con adición de 1.0% Polietileno; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

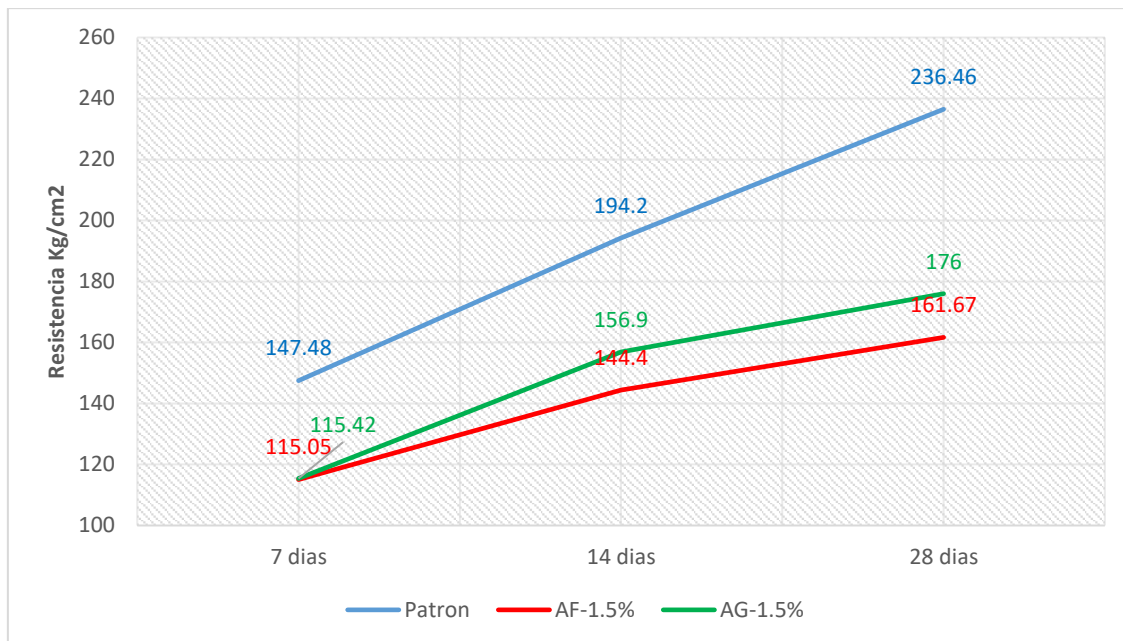


Figura 28. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición al 1.5 % de PP

4.1.3.2 Análisis de varianza a la Resistencia a la compresión al 0.5%, 1% y 1.5% de polipropileno (PP)

Determinación si hay disminución de resistencia respecto al Agregado Fino o Agregado Grueso en los porcentajes 0.5% 1.0% y 1.5% de polipropileno (PP)

Paso 01: Formulación de Hipótesis Específica

Las hipótesis estadísticas de trabajo planteadas fueron:

H1 = La incorporación de 0.05% 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y agregado fino, DISMINUYE la resistencia a la compresión y a la flexión en base al porcentaje que resultara con mayor satisfacción respecto concreto patrón de 210 kg/cm².

H0 = La incorporación de 0.05% 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y agregado fino, AUMENTA la resistencia a la compresión en base al porcentaje que resultara con mayor satisfacción respecto concreto patrón de 210 kg/cm².

Paso 02: Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Paso 03: Elección de la Prueba estadística

ANOVA-TUKEY

Paso 04: Información del Factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	19	AF.5. %-28; AF0.5%-14; AF0.5%-28; AF0.5%-7; AF1%-14; AF1%-28; AF1%-7; AF1.5%-14; AF1.5%-28; AF1.5%-7; AG0.5%-14; AG0.5%-28; AG0.5%-7; AG1%-14; AG1%-28; AG1%-7; AG1.5%-14; AG1.5%-28; AG1.5%-7

Paso 05: Estimación del P-valor

Tabla 48. Estadísticos descriptivos- agrupación de medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AF.5. %-28	1	183.0	*	(173.0; 193.0)
AF0.5%-14	3	151.71	3.72	(145.94; 157.49)
AF0.5%-28	2	186.330	1.075	(179.256; 193.404)
AF0.5%-7	3	112.36	3.38	(106.58; 118.14)
AF1%-14	3	145.23	5.04	(139.45; 151.01)
AF1%-28	3	179.04	4.19	(173.26; 184.82)
AF1%-7	3	118.19	2.98	(112.41; 123.97)
AF1.5%-14	3	144.40	6.35	(138.62; 150.17)
AF1.5%-28	3	161.68	4.00	(155.90; 167.45)
AF1.5%-7	3	115.04	2.38	(109.26; 120.82)
AG0.5%-14	3	146.82	3.10	(141.04; 152.59)
AG0.5%-28	3	194.08	6.71	(188.30; 199.86)
AG0.5%-7	3	114.947	1.345	(109.171; 120.722)
AG1%-14	3	152.47	12.70	(146.70; 158.25)
AG1%-28	3	207.027	0.834	(201.251; 212.802)
AG1%-7	3	118.51	5.86	(112.73; 124.29)
AG1.5%-14	3	156.90	4.65	(151.13; 162.68)
AG1.5%-28	3	176.01	2.88	(170.23; 181.78)
AG1.5%-7	3	115.423	1.616	(109.648; 121.199)

Desv.Est. agrupada = 4.92770

Al procesar los datos de los 17 tratamientos en relación al concreto patrón, presentamos en la tabla 47 el análisis de varianza cuyo valor P es de 0.000 menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Según la tabla 47 exportado del programa Minitab 18 se muestra un valor F calculado de 104.89 que es mayor al valor F crítico 1.907 que se halla en una celda Excel con la fórmula (=DISTR.F.INV (5%;18;35)) donde 5% es la probabilidad, el 18 es el grado de libertad del tratamiento y el 35 es el grado de libertad en error.

Tabla 49. Análisis de Varianza de la resistencia a la compresión

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	18	45843.8	2546.88	104.89	0.000
Error	35	849.9	24.28		
Total	53	46693.7			

Paso 06: Calcular la diferencia de las medidas y realizar las comparaciones con el valor crítico

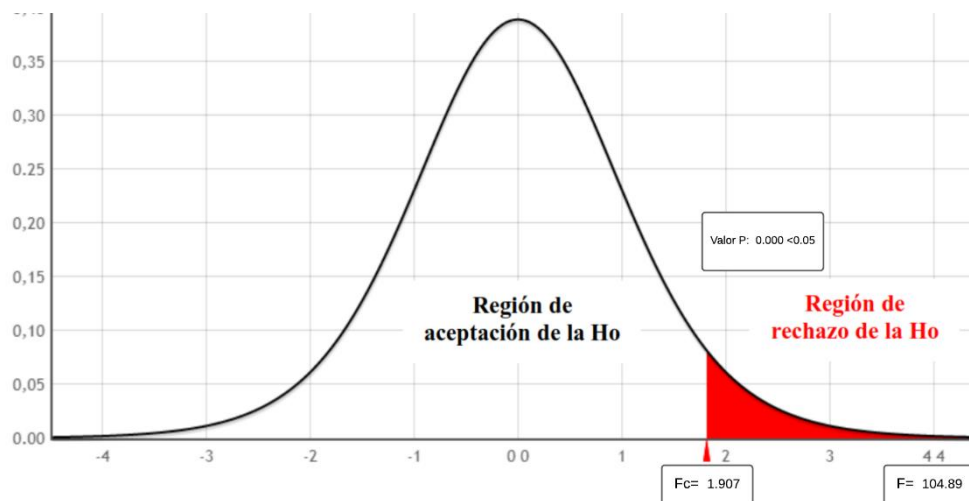
Regla de Decisión:

Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza la H_0 , se acepta la H_0

Si la probabilidad obtenida P-valor $< \alpha$, se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

Dado que $F = 104.89 >$ Valor crítico para $F = 1.907$; se acepta la H_1

Concluyendo que La incorporación de 0.05% 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y agregado fino, DISMINUYE la resistencia a la compresión y a la flexión en base al porcentaje que resultara con mayor satisfacción respecto concreto patrón de 210 kg/cm². Es por lo cual concluimos que hay una varianza significativa en los tratamientos de la investigación donde por el método tukey mostramos la agrupación de medias en la tabla 48 y la figura 37.



Comparación de Medias:

El análisis de varianza se realizó mediante la prueba tukey teniendo la comparación de medias con un resumen de modelo con R- cuadrado al 98.18%, y un R- cuadrado ajustado al 97.24%, es decir que es efectivo el cálculo estadístico al 95.32%, que más detalles se muestra en el anexo F de la presenta investigación, ,

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
4.92770	98.18%	97.24%	95.32%

Tabla 50. Análisis comparativo utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación			
AG1%-28	3	207.027	A			
AG0.5%-28	3	194.08	A	B		
AF0.5%-28	2	186.330		B	C	
AF.5. %-28	1	183.0		B	C	D
AF1%-28	3	179.04		B	C	
AG1.5%-28	3	176.01			C	D
AF1.5%-28	3	161.68			D	E
AG1.5%-14	3	156.90			E	F
AG1%-14	3	152.47			E	F
AF0.5%-14	3	151.71			E	F
AG0.5%-14	3	146.82			E	F
AF1%-14	3	145.23				F
AF1.5%-14	3	144.40				F
AG1%-7	3	118.51				G
AF1%-7	3	118.19				G
AG1.5%-7	3	115.423				G
AF1.5%-7	3	115.04				G
AG0.5%-7	3	114.947				G
AF0.5%-7	3	112.36				G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 48, en la agrupación se le dio letras a cada una de las medias, si dos medias comparten todas las letras entre sí, significa que sus medias son bastante parecidas y no hay diferencia significativa, por otro lado, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, detectando de esa manera la diferencia entre las medias

se muestra las agrupaciones desde la más optima resistencia hasta la más baja donde lidera es el agregado grueso con adición de PP al 1% con un tiempo de fraguado de 28 días donde alcanzó una resistencia de 207.027kg/cm² a esto les siguen dentro de la agrupación A el AG0.5%-28, AF0.5%-28 y el AF.5. %-28. Sucesivamente, se muestra 7

agrupaciones donde la trabajabilidad estaría dándose en las primeras dos agrupaciones como es el A y B

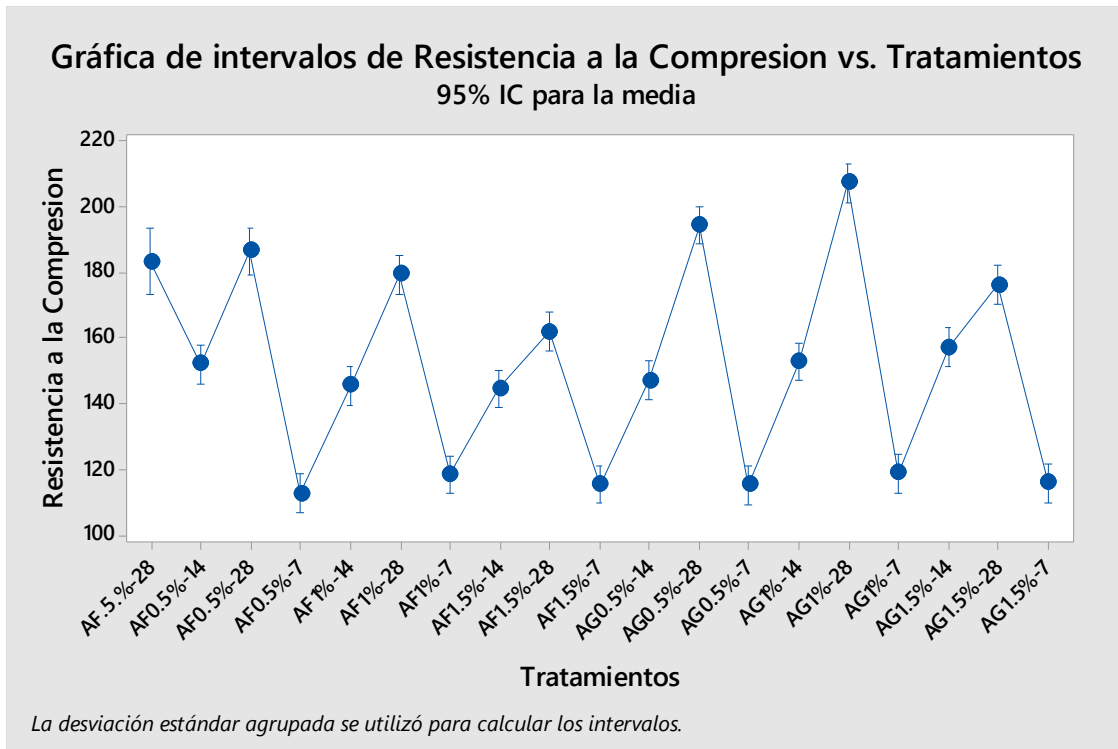


Figura 29. Gráfica de intervalos de Resistencias a la compresión vs. Tratamientos

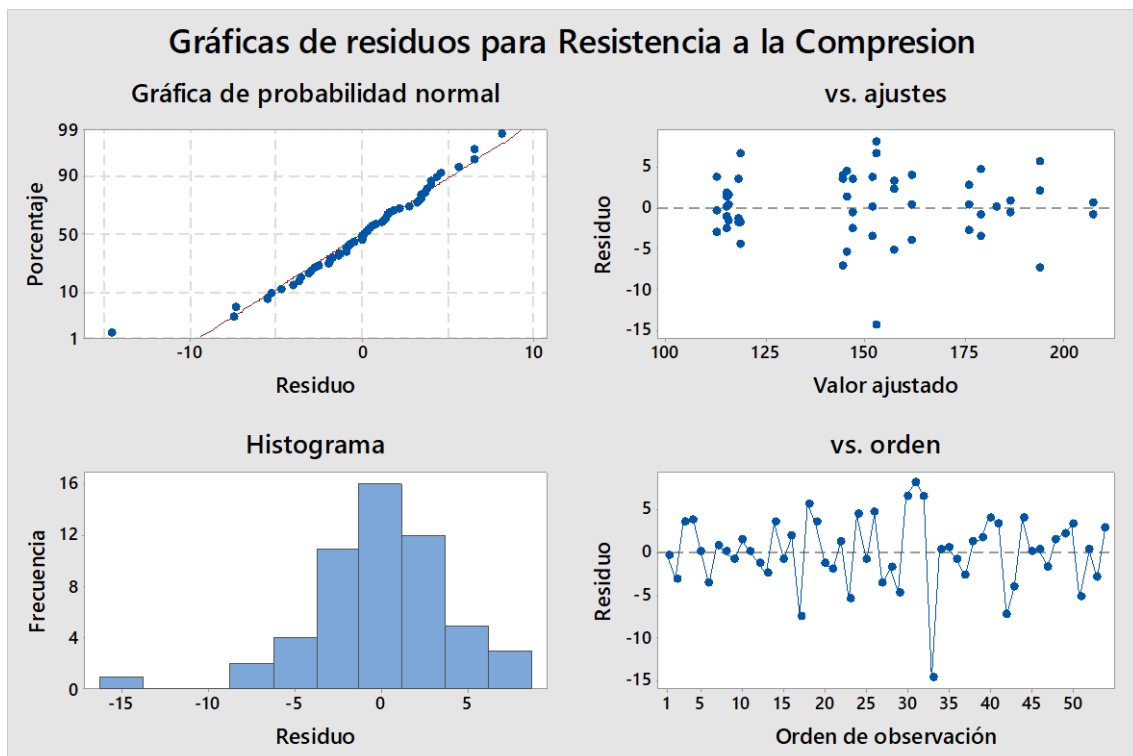


Figura 30. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos

4.1.3.3 Resistencia a la flexión al 0.5%, 1% y 1.5%

Tabla 51. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de 0.5% de PP en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PP-0.5% - 1	A.F	7	44.49	4536.65	6.548	66.767	
CP-PP-0.5% - 2	A.F	7	44.92	4580.49	6.744	68.773	67.676
CP-PP-0.5% - 3	A.F	7	46.18	4708.97	6.619	67.489	
CP-PP-0.5% - 1	A.F	14	50.34	5133.17	7.508	76.557	
CP-PP-0.5% - 2	A.F	14	51.39	5240.24	7.513	76.612	77.089
CP-PP-0.5% - 3	A.F	14	51.01	5201.49	7.659	78.097	
CP-PP-0.5% - 1	A.F	28	60.24	6142.67	9.105	92.847	
CP-PP-0.5% - 2	A.F	28	60.97	6217.11	9.094	92.728	91.418
CP-PP-0.5% - 3	A.F	28	59.09	6025.41	8.696	88.678	
CP-PP-0.5% - 1	A.G	7	45.30	4619.24	6.847	69.820	
CP-PP-0.5% - 2	A.G	7	44.55	4542.76	6.689	68.210	67.225
CP-PP-0.5% - 3	A.G	7	42.41	4324.55	6.242	63.646	
CP-PP-0.5% - 1	A.G	14	51.33	5234.12	7.557	77.056	
CP-PP-0.5% - 2	A.G	14	50.55	5154.58	7.489	76.364	77.985
CP-PP-0.5% - 3	A.G	14	51.90	5292.24	7.898	80.533	
CP-PP-0.5% - 1	A.G	28	56.40	5751.11	8.247	84.095	
CP-PP-0.5% - 2	A.G	28	58.77	5992.78	8.765	89.378	86.378
CP-PP-0.5% - 3	A.G	28	55.95	5705.22	8.401	85.660	

Nota: CP-PP-0.5%= Concreto patrón con adición de 0.5% Polietileno de Tereftalato; A. F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

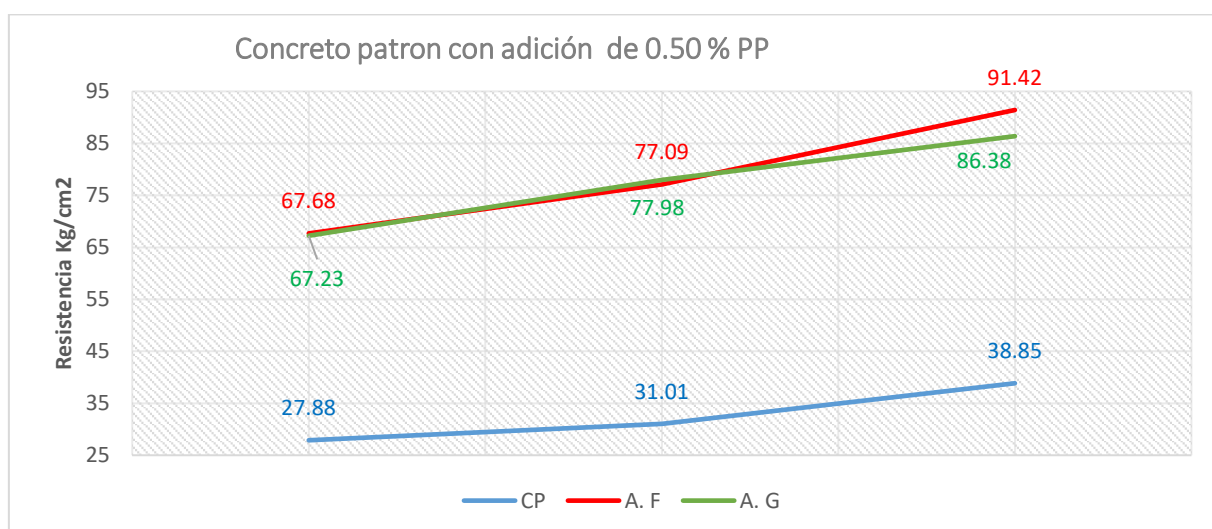


Figura 31. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición al 0.5 % de PP

Tabla 52. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de 1.0% de PP en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PP-1.00% - 1	A.F	7	47.93	4887.42	7.197	73.385	
CP-PP-1.00% - 2	A.F	7	50.56	5155.60	7.392	75.374	75.955
CP-PP-1.00% - 3	A.F	7	50.98	5198.43	7.758	79.106	
CP-PP-1.00% - 1	A.F	14	53.45	5450.30	7.972	81.287	
CP-PP-1.00% - 2	A.F	14	53.00	5404.41	8.011	81.688	81.433
CP-PP-1.00% - 3	A.F	14	54.19	5525.75	7.975	81.325	
CP-PP-1.00% - 1	A.F	28	57.89	5903.04	8.869	90.435	
CP-PP-1.00% - 2	A.F	28	57.35	5847.98	8.554	87.222	87.906
CP-PP-1.00% - 3	A.F	28	58.50	5965.25	8.440	86.060	
CP-PP-1.00% - 1	A.G	7	41.35	4216.46	6.378	65.033	
CP-PP-1.00% - 2	A.G	7	43.89	4475.46	6.459	65.867	64.358
CP-PP-1.00% - 3	A.G	7	40.61	4141.00	6.097	62.174	
CP-PP-1.00% - 1	A.G	14	53.24	5428.88	7.733	78.851	
CP-PP-1.00% - 2	A.G	14	51.87	5289.18	7.533	76.812	78.370
CP-PP-1.00% - 3	A.G	14	51.54	5255.53	7.791	79.449	
CP-PP-1.00% - 1	A.G	28	56.45	5756.21	8.308	84.716	
CP-PP-1.00% - 2	A.G	28	53.96	5502.30	7.995	81.526	80.802
CP-PP-1.00% - 3	A.G	28	51.77	5278.99	7.469	76.163	

Nota: CP-PP-1.0%= Concreto patrón con adición de 0.5%Polietileno de Tereftalano; A. F= Remplazo en el Agregado Fino; A. G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

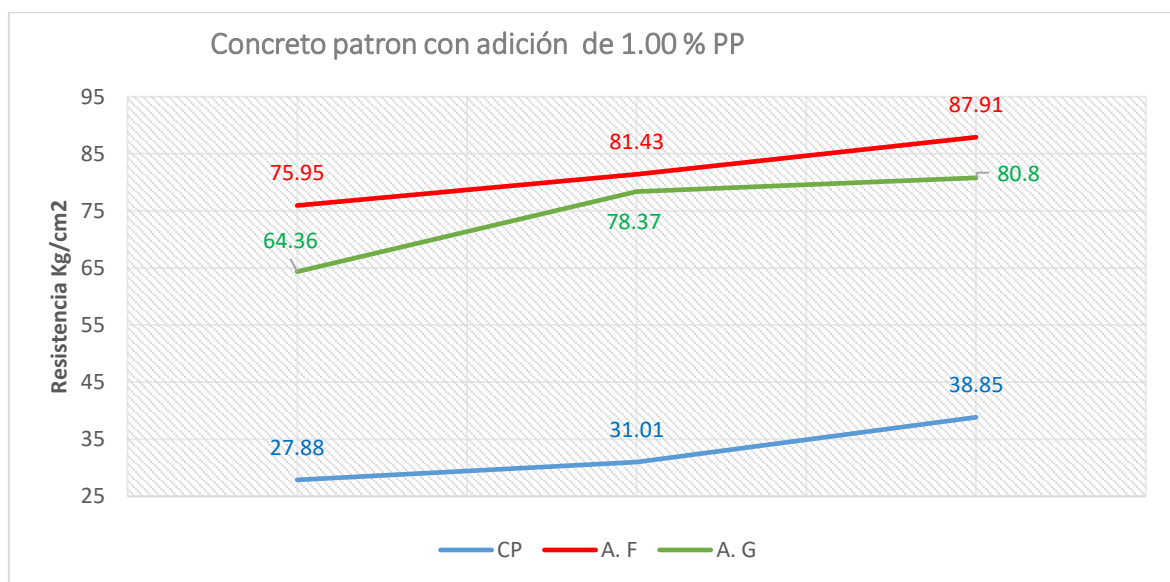


Figura 32. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición al 1% de PP

Tabla 53. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de 1.5% de PP en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PP-1.50% - 1	A.F	7	45.05	4593.75	6.764	68.972	69.595
CP-PP-1.50% - 2	A.F	7	45.71	4661.05	6.773	69.062	
CP-PP-1.50% - 3	A.F	7	47.46	4839.50	6.938	70.750	
CP-PP-1.50% - 1	A.F	14	45.04	4592.73	6.629	67.593	66.563
CP-PP-1.50% - 2	A.F	14	43.10	4394.91	6.218	63.408	
CP-PP-1.50% - 3	A.F	14	44.56	4543.78	6.736	68.689	
CP-PP-1.50% - 1	A.F	28	40.45	4124.69	5.874	59.900	59.720
CP-PP-1.50% - 2	A.F	28	40.11	4090.02	5.982	61.002	
CP-PP-1.50% - 3	A.F	28	39.60	4038.01	5.713	58.258	
CP-PP-1.50% - 1	A.G	7	53.05	5409.51	7.859	80.141	80.527
CP-PP-1.50% - 2	A.G	7	55.69	5678.71	8.089	82.480	
CP-PP-1.50% - 3	A.G	7	51.23	5223.92	7.743	78.960	
CP-PP-1.50% - 1	A.G	14	53.45	5450.30	7.920	80.756	79.174
CP-PP-1.50% - 2	A.G	14	52.71	5374.84	7.655	78.056	
CP-PP-1.50% - 3	A.G	14	52.80	5384.02	7.719	78.710	
CP-PP-1.50% - 1	A.G	28	46.89	4781.37	7.087	72.271	71.427
CP-PP-1.50% - 2	A.G	28	46.23	4714.07	6.804	69.376	
CP-PP-1.50% - 3	A.G	28	47.44	4837.46	7.123	72.634	

Nota: CP-PP-1.5%= Concreto patrón con adición de 0.5% Polietileno de Tereftalano; A.F= Remplazo en el Agregado Fino; A.G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

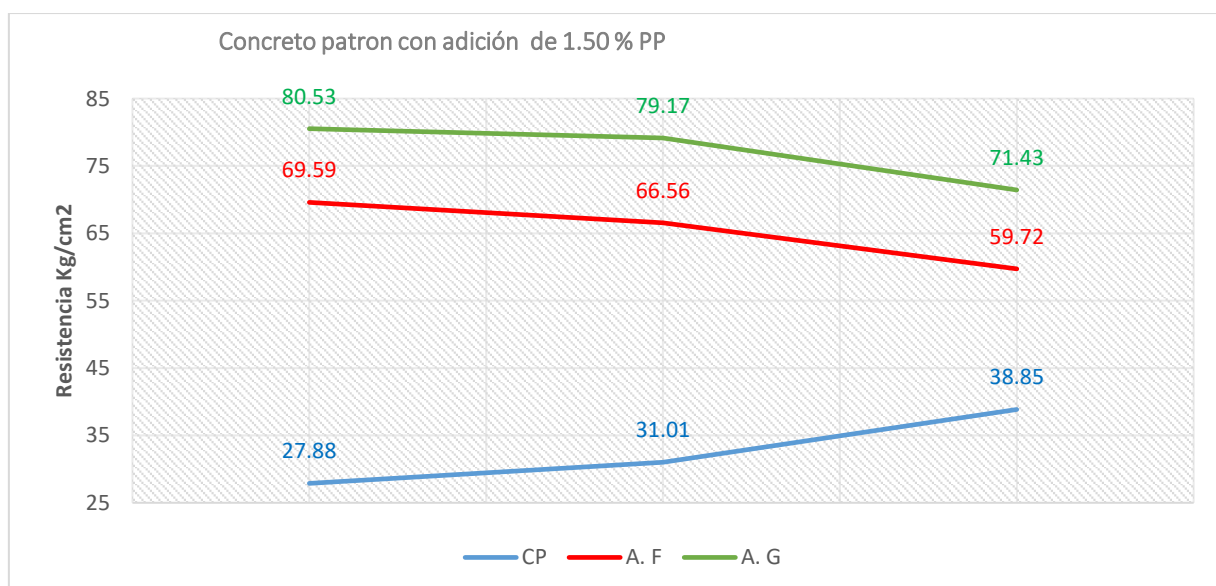


Figura 33. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición al 1.5 % de PP

4.1.3.4 Análisis de varianza de Resistencia a la flexión al 0.5%, 1% y 1.5% de polipropileno (PP)

Determinación si hay disminución de resistencia respecto al Agregado Fino o Agregado Grueso en los porcentajes 0.5% 1.0% y 1.5% de polipropileno (PP).

Paso 01: Formulación de Hipótesis Específica

Las hipótesis estadísticas de trabajo planteadas fueron:

H1 = La incorporación de 0.05% 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y agregado fino, AUMENTA la resistencia a la flexión en base al porcentaje que resultara con mayor satisfacción respecto concreto patrón de 210 kg/cm².

H0 = La incorporación de 0.05% 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y agregado fino, DISMINUYE la resistencia a la flexión en base al porcentaje que resultara con mayor satisfacción respecto concreto patrón de 210 kg/cm².

Paso 02: Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Paso 03: Elección de la Prueba estadística

Tukey

Paso 04: Información del Factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	18	AF0.5%-14; AF0.5%-28; AF0.5%-7; AF1%-14; AF1%-28; AF1%-7; AF1.5%-14; AF1.5%-28; AF1.5%-7; AG0.5%-14; AG0.5%-28; AG0.5%-7; AG1%-14; AG1%-28; AG1%-7; AG1.5%-14; AG1.5%-28; AG1.5%-7

Paso 05: Estimación del P-valor

Tabla 54. Estadísticos descriptivos- agrupación de medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AF0.5%-14	3	77.089	0.874	(74.513; 79.664)
AF0.5%-28	3	91.42	2.37	(88.84; 93.99)
AF0.5%-7	3	67.676	1.016	(65.101; 70.252)
AF1%-14	3	81.433	0.221	(78.858; 84.009)
AF1%-28	3	87.91	2.27	(85.33; 90.48)
AF1%-7	3	75.95	2.90	(73.38; 78.53)
AF1.5%-14	3	66.56	2.79	(63.99; 69.14)
AF1.5%-28	3	59.720	1.381	(57.145; 62.295)
AF1.5%-7	3	69.595	1.002	(67.019; 72.170)
AG0.5%-14	3	77.98	2.23	(75.41; 80.56)
AG0.5%-28	3	86.38	2.71	(83.80; 88.95)

AG0.5%-7	3	67.23	3.20	(64.65; 69.80)
AG1%-14	3	78.371	1.383	(75.795; 80.946)
AG1%-28	3	80.80	4.32	(78.23; 83.38)
AG1%-7	3	64.36	1.94	(61.78; 66.93)
AG1.5%-14	3	79.174	1.409	(76.599; 81.749)
AG1.5%-28	3	71.43	1.79	(68.85; 74.00)
AG1.5%-7	3	80.53	1.79	(77.95; 83.10)

Desv.Est. agrupada = 2.19929

Al procesar los datos de los 18 tratamientos en relación al concreto patrón, presentamos en la tabla 52 el análisis de varianza cuyo Valor P es de 0.000 menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Según la tabla 47 exportado del programa Minitab 18 se muestra un valor F calculado de 104.89 que es mayor al valor F crítico 1.907 que se halla en una celda Excel con la fórmula (=DISTR.F.INV (5%;18;35)) donde 5% es la probabilidad, el 18 es el grado de libertad del tratamiento y el 35 es el grado de libertad en error.

Tabla 55. Análisis de Varianza de la resistencia a la compresión

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	18	3836.0	213.110	43.48	0.000
Error	35	171.6	4.902		
Total	53	4007.5			

Paso 06: Calcular la diferencia de las medidas y realizar las comparaciones con el valor crítico

Regla de Decisión:

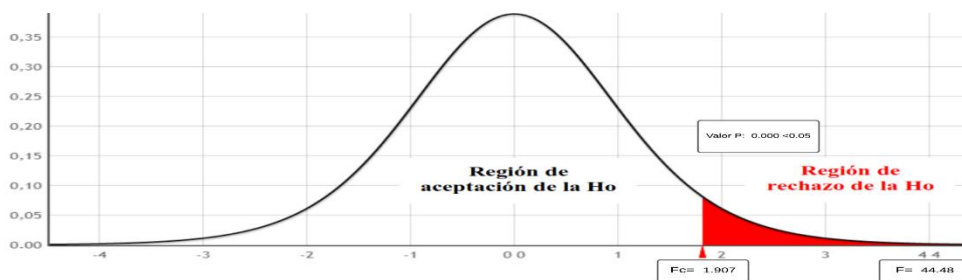
Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza la H_0 , se acepta la H_0

Si la probabilidad obtenida P-valor $< \alpha$, se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

Dado que $F = 44.48 > \text{Valor crítico para } F = 1.907$; se acepta la H_1

concluyendo que La incorporación de 0.05% 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP) sobre el peso del agregado grueso y agregado fino, AUMENTA la resistencia a la flexión en base al porcentaje que resultara con mayor satisfacción respecto concreto patrón de 210 kg/cm². Es por lo cual concluimos que hay una varianza significativa en los tratamientos de la

investigación donde por el método tukey mostramos la agrupación de medias en la tabla 53 y la figura 41.



Comparación de Medias:

El análisis de varianza se realizó mediante la prueba tukey teniendo la comparación de medias con un resumen de modelo con R- cuadrado al 95.65%, y un R- cuadrado ajustado al 93.60%, es decir que es efectivo el cálculo estadístico al 90.22%, es decir que es efectivo el cálculo estadístico al 95.32%, que más detalles se muestra en el anexo F de la presenta investigación,

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2.19929	95.65%	93.60%	90.22%

Tabla 56. Análisis comparativo utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
AF0.5%-28	3	91.42	A
AF1%-28	3	87.91	A B
AG0.5%-28	3	86.38	A B C
AF1%-14	3	81.433	B C D
AG1%-28	3	80.80	C D
AG1.5%-7	3	80.53	C D
AG1.5%-14	3	79.174	D
AG1%-14	3	78.371	D
AG0.5%-14	3	77.98	D E
AF0.5%-14	3	77.089	D E
AF1%-7	3	75.95	D E F
AG1.5%-28	3	71.43	E F G
AF1.5%-7	3	69.595	F G H
AF0.5%-7	3	67.676	G H
AG0.5%-7	3	67.23	G H
AF1.5%-14	3	66.56	G H I
AG1%-7	3	64.36	H I
AF1.5%-28	3	59.720	I

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 53, en la agrupación se le dio letras a cada una de las medias, si dos medias comparten todas las letras entre sí, significa que sus medias son bastante parecidas y no hay diferencia significativa, por otro lado las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, se muestra las agrupaciones desde la más óptima resistencia hasta la más baja, donde el que lidera es el agregado fino al 0.5% de PP con un tiempo de fraguado de 28 días donde alcanzó una resistencia de 991.42 kg/cm² a esto les siguen dentro de la agrupación A el AF1%-28, AG0.5%-28y AF1%-14, sucesivamente, se muestra 9 agrupaciones donde la trabajabilidad estaría dándose en las primeras dos agrupaciones como es el A y B.

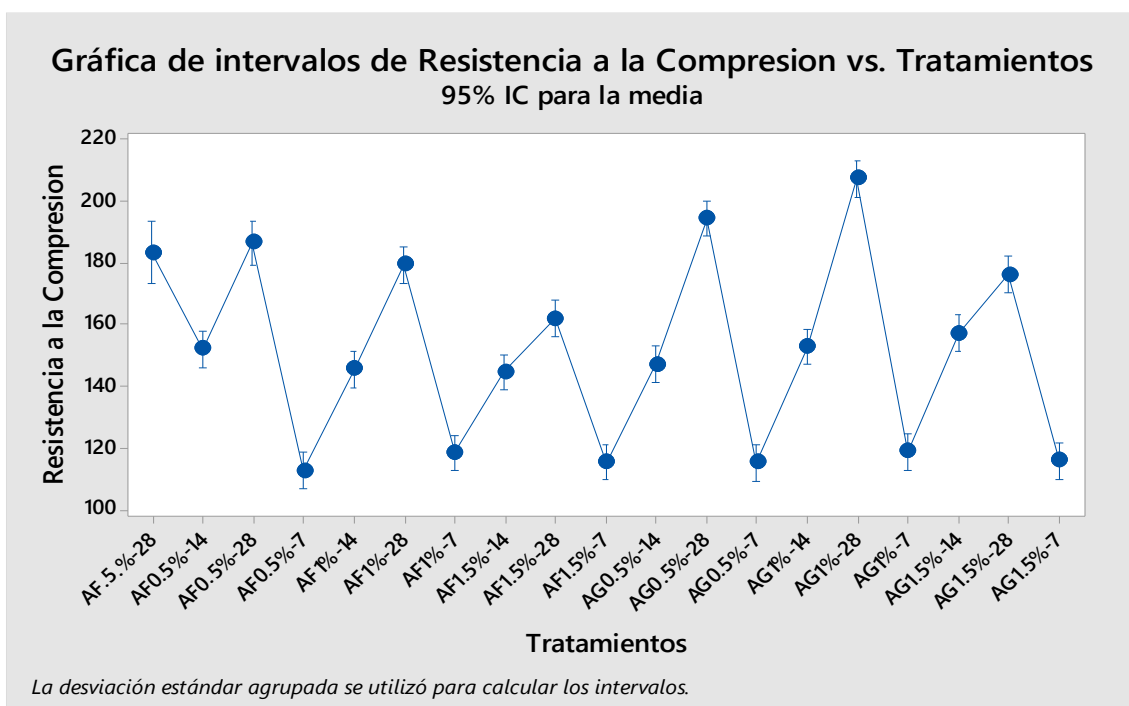


Figura 34. Grafica de Intervalos de Resistencia a la Compresión Vs Tratamientos

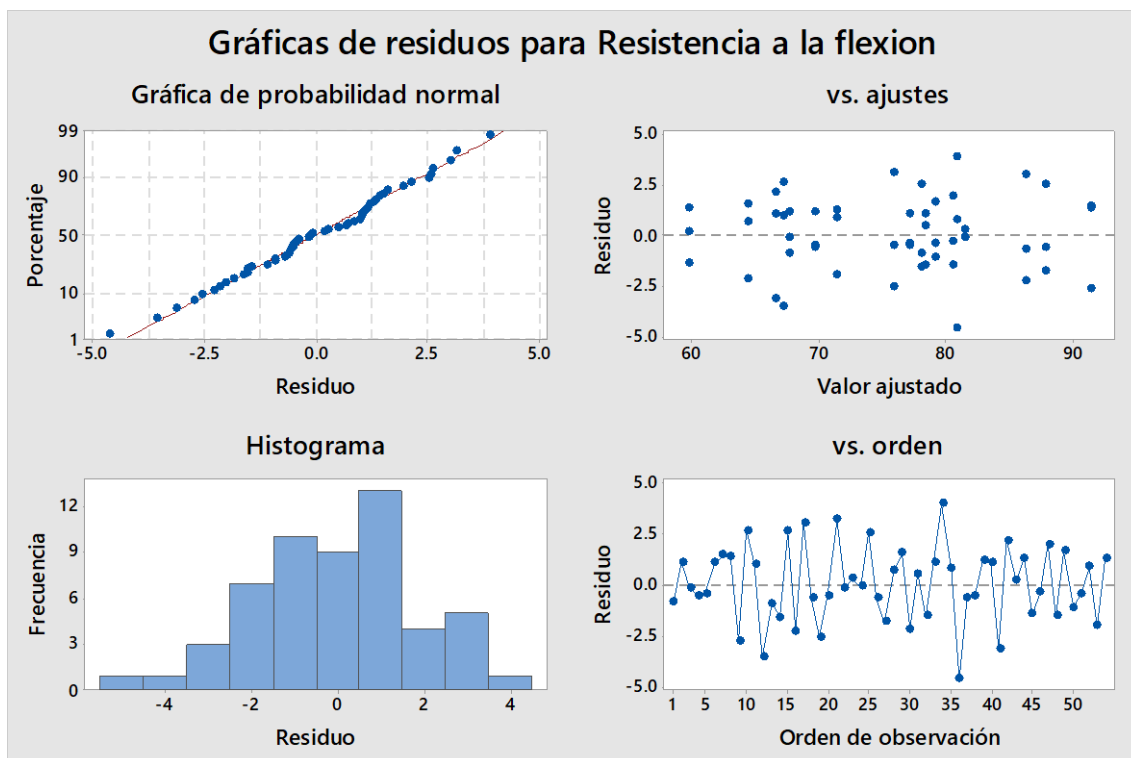


Figura 35. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos

4.1.4 Variación de la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto patrón de 210 kg/cm² con respecto al concreto incorporando ambos polímeros 2%, 4%, 6% de tereftalano de polietileno (PET) y 0.05%, 0.10% y 0.15% de polipropileno (PP), sobre el peso del agregado grueso y fino.

4.1.4.1 Resistencia a la Compresión

Tabla 57. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 0.5% de PP y 2% de PET en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDA D (días)	DIAMETR O (cm)	ARE A	LECTUR A DEL DIAL	RESISTENC IA DEL CONCRETO	PROMEDI O
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	7	10.42	8	8910	104.48	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	7	10.34	7	8490	101.11	100.58
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	7	10.35	3	8090	96.16	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	14	10.41	1	9000	105.74	100.32
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	14	10.50	9	8200	94.70	

CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	14	10.48	6	8670	100.51	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	28	10.52	2	9540	109.76	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	28	10.51	6	9160	105.58	107.48
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	28	10.39	9	9080	107.09	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	7	10.5	9	10905	125.94	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	7	10.49	3	10200	118.02	120.20
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	7	10.51	6	10120	116.65	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	14	10.5	9	13600	157.06	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	14	10.48	6	14200	164.62	163.85
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	14	10.5	9	14710	169.88	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	28	10.51	6	15400	177.51	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	28	10.5	9	16050	185.36	181.51
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	28	10.49	3	15700	181.66	

Nota: CP-PP-PET (0.5% + 2%) = Concreto patrón con adición de 0.5% de Polietileno y 2% de Tereftalato de Polietileno; A.F= Reemplazo en el Agregado Fino; A.G= Reemplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

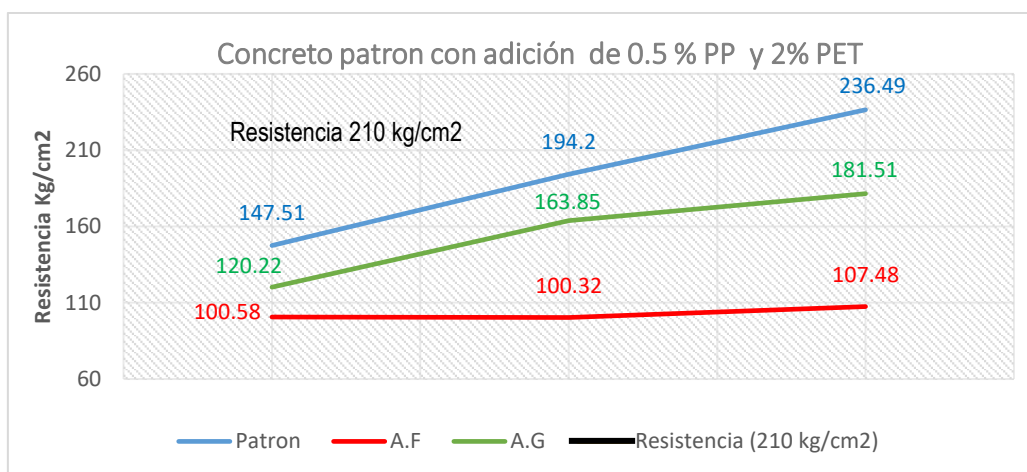


Figura 36. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición 0,5%PP Y 2%PET

Tabla 58. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 1.0% de PP y 4% de PET en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDA D (días)	DIAMETRO (cm)	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	PROMEDIO
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	7	10.45	85.7 7	8060	93.97	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	7	10.34	83.9 7	7980	95.03	93.41
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	7	10.46	85.9 3	7840	91.24	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	14	10.51	86.7 6	8600	99.13	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	14	10.47	86.1 0	8110	94.20	99.20
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	14	10.5	86.5 9	9030	104.28	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	28	10.53	87.0 9	9100	104.49	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	28	10.5	86.5 9	8760	101.17	103.15
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	28	10.49	86.4 3	8970	103.79	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	7	10.51	86.7 6	9010	103.86	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	7	10.5	86.5 9	9410	108.67	105.42
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	7	10.51	86.7 6	9000	103.74	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	14	10.48	86.2 6	9800	113.61	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	14	10.52	86.9 2	10100	116.20	114.91
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	14	10.5	86.5 9	9950	114.91	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	28	10.49	86.4 3	11020	127.51	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	28	10.53	87.0 9	10840	124.47	122.61
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	28	10.5	86.5 9	10030	115.83	

Nota: CP-PP-PET (1.0% + 4%) = Concreto patrón con adición de 1.0% de Polietileno y 4% de Tereftalato de Polietileno; A. F= Remplazo en el Agregado Fino; A. G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

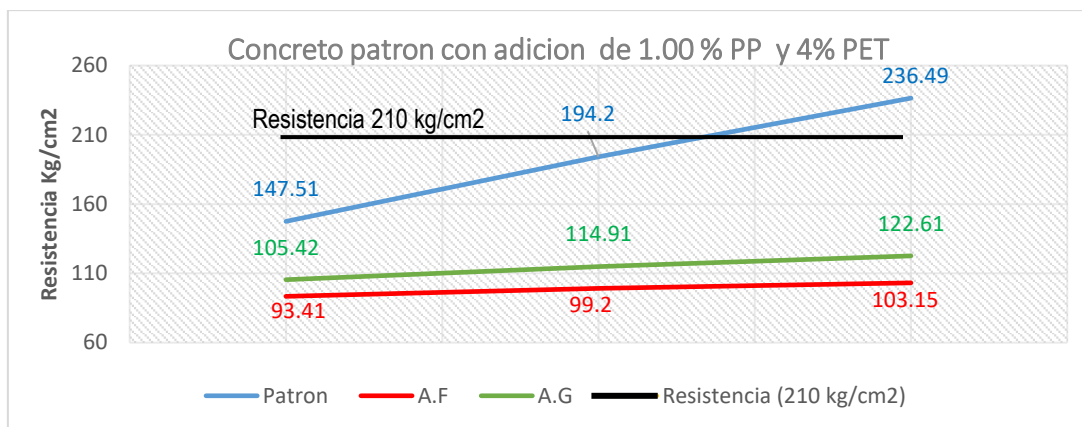


Figura 37. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición 1%PP Y 4%PET

Tabla 59. Resistencia a la compresión del Concreto Patrón con adición de 1.5% de PP y 6% de PET en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDA D (días)	DIAMETRO (cm)	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	PROMEDIO
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	7	10.51	86.7	6	7510	86.57
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.F	7	10.5	86.5	9	7090	81.88
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.F	7	10.48	86.2	6	6740	78.14
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	14	10.5	86.5	9	6100	70.45
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.F	14	10.51	86.7	6	5980	68.93
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.F	14	10.5	86.5	9	6230	71.95
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	28	10.49	86.4	3	7610	88.05
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.F	28	10.51	86.7	6	7590	87.49
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.F	28	10.5	86.5	9	7810	90.19
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	7	10.5	86.5	9	8600	99.32
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	7	10.48	86.2	6	7900	91.58
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	7	10.45	85.7	7	7650	89.19
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	14	10.5	86.5	9	8030	92.74
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	14	10.52	86.9	2	7800	89.74
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	14	10.42	85.2	8	8260	96.86
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	28	10.50	86.5	9	8690	100.36

CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	28	10.46	3	8400	97.75
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	28	10.48	6	7960	92.28

Nota: CP-PP-PET (1.5% + 6%)= Concreto patrón con adición de 1.5% de Polietileno y 6% de Tereftalato de Polietileno; A.F= Reemplazo en el Agregado Fino; A.G= Reemplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

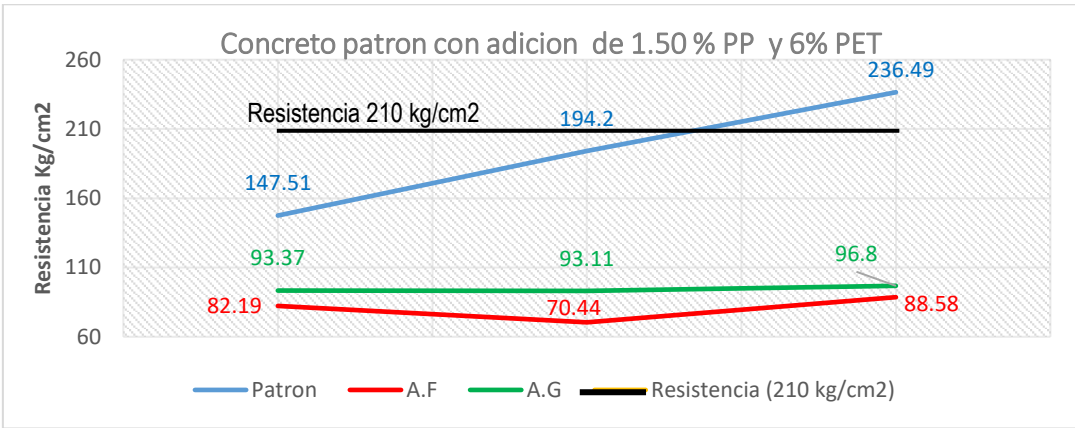


Figura 38. Comportamiento de la resistencia a la compresión con adición 1,5%PP Y 6%PET

Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5% pp; Elaboración: Fuente propia

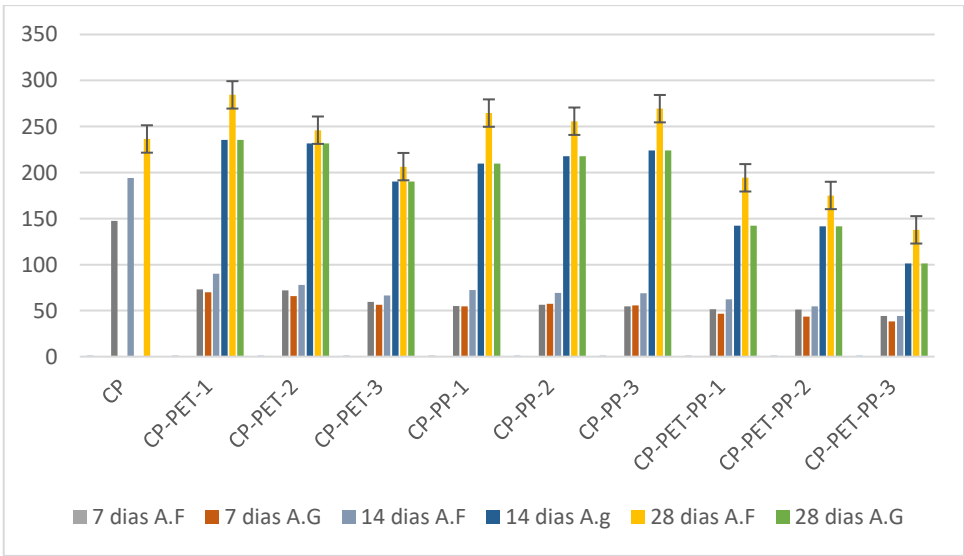


Figura 39. Comparativa de resultados del ensayo a compresión

Figura 41. Comparativa de resultados del ensayo a compresión

Como se observa los resultados en cuanto al remplazo del agregado fino y grueso para un concreto con 2%PET, 4%PET y 6%PET reciclado. Se aprecia la disminución de porcentaje de resistencia a la compresión respecto al concreto patrón a los 7 días: 73.08 kg/cm², 72.14 kg/cm² y 59.52 kg/cm²; 70.03 kg/cm², 65.88 kg/cm² y 56.32 kg/cm², a los 14 días: 90.15 kg/cm², 77.85 kg/cm² y 66.54 kg/cm², 235.62 kg/cm², 231.55 y 190.1 kg/cm², a los 28 días: 284.39 kg/cm², 246 kg/cm² y 206.44, 235.62 kg/cm², 231.55 kg/cm² y 190.1 kg/cm² Esto implica una considerable reducción de resistencia del concreto en cuanto al incremento de la incorporación de PET reciclado, así también se observa en la Tabla 46 que la resistencia del concreto con incorporación de PET más alto es con incorporación de 2% de PET debido a que su resistencia alcanzada al 100% a los 28 días fue de 284.49 kg/cm², obteniendo una diferencia a favor de 47.9Kg/cm² con respecto a la resistencia de diseño.

Para un concreto con 0.5%PP, 1.00%PP y 1.5%PP de PP reciclado. Se aprecia la disminución de porcentaje de resistencia a la compresión respecto al concreto patrón de 73.08 kg/cm², 72.14 kg/cm² y 59.52 kg/cm², a los 7 días; 90.15 kg/cm², 77.85 kg/cm² y 66.54 kg/cm² a los 14 días y 284.39 kg/cm², 246 kg/cm² y 206.44, a los 28 días. Esto implica una considerable reducción de resistencia del concreto en cuanto al incremento de la incorporación de PET reciclado, así también se observa en la Tabla 46 que la resistencia del concreto con incorporación de PET más alto es con incorporación de 2% de PET debido a que su resistencia alcanzada al 100% a los 28 días fue de 284.49 kg/cm², obteniendo una diferencia a favor de 47.9Kg/cm² con respecto a la resistencia de diseño.

4.1.4.2 Análisis de varianza de la Resistencia a la Compresión PET-PP al 2%, 4%, 6% y 0.5%, 1% y 1.5%

Determinación si hay disminución de resistencia respecto al Agregado Fino o Agregado Grueso en los porcentajes PET-PP al 2%, 4%, 6% y 0.5%, 1% y 1.5%

Paso 01: Formulación de Hipótesis Específica

Las hipótesis estadísticas de trabajo planteadas fueron:

H1 = La incorporación de ambos materiales de reciclaje como son el PET y PP en los porcentajes 2% 4% y 6% y 0.05% 0.10% 0.15% respectivamente sobre el agregado grueso y agregado fino DISMINUYE la resistencia a la compresión, respecto al concreto patrón de 210 kg/cm²

H0 = La incorporación de ambos materiales de reciclaje como son el PET y PP en los porcentajes 2% 4% y 6% y 0.05% 0.10% 0.15% respectivamente sobre el agregado grueso y agregado fino AUMENTA la resistencia a la compresión, respecto al concreto patrón de 210 kg/cm2

Paso 02: Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Paso 03: Elección de la Prueba estadística

ANOVA-TUKEY

Paso 04: Información del Factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	20	AF.5. %-2%-28; AF0.5%-2%-14; AF0.5%-2%-28; AF0.5%-2%-7; AF0.5%-2%-28; AF1%-4%-14; AF1%-4%-28; AF1%-4%-7; AF1.5%-6%-14; AF1.5%-6%-28; AF1.5%-6%-7; AG0.5%-2%-14; AG0.5%-2%-28; AG0.5%-2%-7; AG1%-4%-14; AG1%-4%-28; AG1%-4%-7; AG1.5%-6%-14; AG1.5%-6%-28; AG1.5%-6%-7

Paso 05: Estimación del P-valor

Tabla 60. Estadísticos descriptivos- agrupación de medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AF2%-14	3	59.91	2.22	(56.03; 63.78)
AF2%-28	3	65.42	3.03	(61.54; 69.29)
AF2%-7	3	44.42	2.79	(40.55; 48.30)
AF4%-14	3	68.49	2.26	(64.62; 72.37)
AF4%-28	3	93.258	0.788	(89.383; 97.133)
AF4%-7	3	61.70	2.06	(57.83; 65.58)
AF6%-14	3	85.4137	0.0876	(81.5384; 89.2889)
AF6%-28	3	75.27	4.60	(71.39; 79.14)
AF6%-7	3	78.88	9.81	(75.01; 82.76)
AG2%-14	3	68.41	2.54	(64.54; 72.29)
AG2%-28	3	83.21	3.16	(79.33; 87.08)
AG2%-7	3	54.78	1.83	(50.90; 58.66)
AG4%-14	3	73.25	2.30	(69.37; 77.12)
AG4%-28	3	91.981	1.000	(88.105; 95.856)
AG4%-7	3	62.538	0.339	(58.663; 66.414)
AG6%-14	3	81.927	1.655	(78.051; 85.802)
AG6%-28	3	71.04	2.88	(67.16; 74.91)
AG6%-7	3	69.30	3.28	(65.43; 73.18)

Desv.Est. agrupada = 3.30956

Al procesar los datos de los 17 tratamientos en relación al concreto patrón, presentamos en la tabla 52 el análisis de varianza cuyo Valor P es de 0.000 menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Según la tabla 57 exportado del programa Minitab 18 se muestra un valor F calculado de 115.14 que es mayor al valor F crítico 1.901 que se halla en una celda Excel con la fórmula (=DISTR.F.INV (5%;19;34)) donde 5% es la probabilidad, el 19 es el grado de libertad del tratamiento y el 34 es el grado de libertad en error.

Tabla 61. Análisis de Varianza de la resistencia a la compresión

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	19	37149.4	1955.23	115.14	0.000
Error	34	577.4	16.98		
Total	53	37726.8			

Paso 05: Calcular la diferencia de las medidas y realizar las comparaciones con el valor crítico

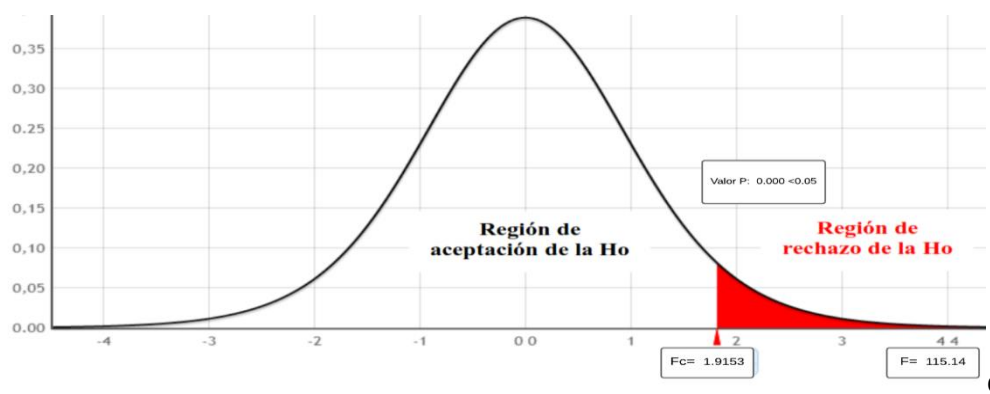
Regla de Decisión:

Si la probabilidad obtenida P-valor > α , no se rechaza la Ho, se acepta la Ho

Si la probabilidad obtenida P-valor < α , se rechaza la Ho, se acepta la H1

Dado que $F = 115.14 >$ Valor crítico para $F = 1.9153$; se acepta la H1

Concluyendo que la incorporación de ambos materiales de reciclaje como son el PET y PP en los porcentajes 2% 4% y 6% y 0.05% 0.10% 0.15% respectivamente sobre el agregado grueso y agregado fino DISMINUYE la resistencia a la compresión, respecto al concreto patrón de 210 kg/cm². Es por lo cual concluimos que hay una varianza significativa en los tratamientos de la investigación donde por el método tukey mostramos la agrupación de medias en la tabla 58 y la figura 45.



Comparación de Medias:

El análisis de varianza se realizó mediante la prueba tukey teniendo la comparación de medias con un resumen de modelo con R- cuadrado al 95.50%, y un R- cuadrado ajustado al 93.37%, es decir que es efectivo el cálculo estadístico al 89.87%, es decir que es efectivo el cálculo estadístico al 95.32%, que más detalles se muestra en el anexo F de la presenta investigación,

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3.30956	95.50%	93.37%	89.87%

Tabla 62. Análisis comparativo utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación						
AG0.5%-2%-28	3	181.51	A						
AG0.5%-2%-14	3	163.85	B						
AG1%-4%-28	3	122.60		C					
AG0.5%-2%-7	3	120.20		C					
AG1%-4%-14	3	114.907		C	D				
AF0.5%-2%-28	1	109.8		C	D	E			
AF0.5%-2%28	1	107.1		C	D	E			
AF.5.%-2%-28	1	105.6		C	D	E	F		
AG1%-4%-7	3	105.42			D	E			
AF1%-4%-28	3	103.15			D	E			
AF0.5%-2%-7	3	100.58				E	F		
AF0.5%-2%-14	3	100.32				E	F		
AF1%-4%-14	3	99.20				E	F		
AG1.5%-6%-28	3	96.80				E	F		
AF1%-4%-7	3	93.41				E	F	G	
AG1.5%-6%-7	3	93.36				E	F	G	
AG1.5%-6%-14	3	93.11				E	F	G	
AF1.5%-6%-28	3	88.577					F	G	
AF1.5%-6%-7	3	82.20						G	H
AF1.5%-6%-14	3	70.443							H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 37, en la agrupación se le dio letras a cada una de las medias, si dos medias comparten todas las letras entre sí, significa que sus medias son bastante parecidas y no hay diferencia significativa, por otro lado las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, detectando de esa manera la diferencia entre las medias se muestra las agrupaciones desde la más óptima resistencia hasta la más baja, donde el que lidera es el agregado grueso con adición de PET-PP al 02% y 5% con un tiempo de fraguado de 28 días donde alcanzó una resistencia de 181.51 kg/cm² a esto les siguen dentro de la agrupación B el AG0.5%-2%-14, AG1%-4%-28y el AG0.5%-2%-7

sucesivamente, se muestra 8 agrupaciones donde la trabajabilidad estaría dándose en las primeras dos agrupaciones como es el A y B

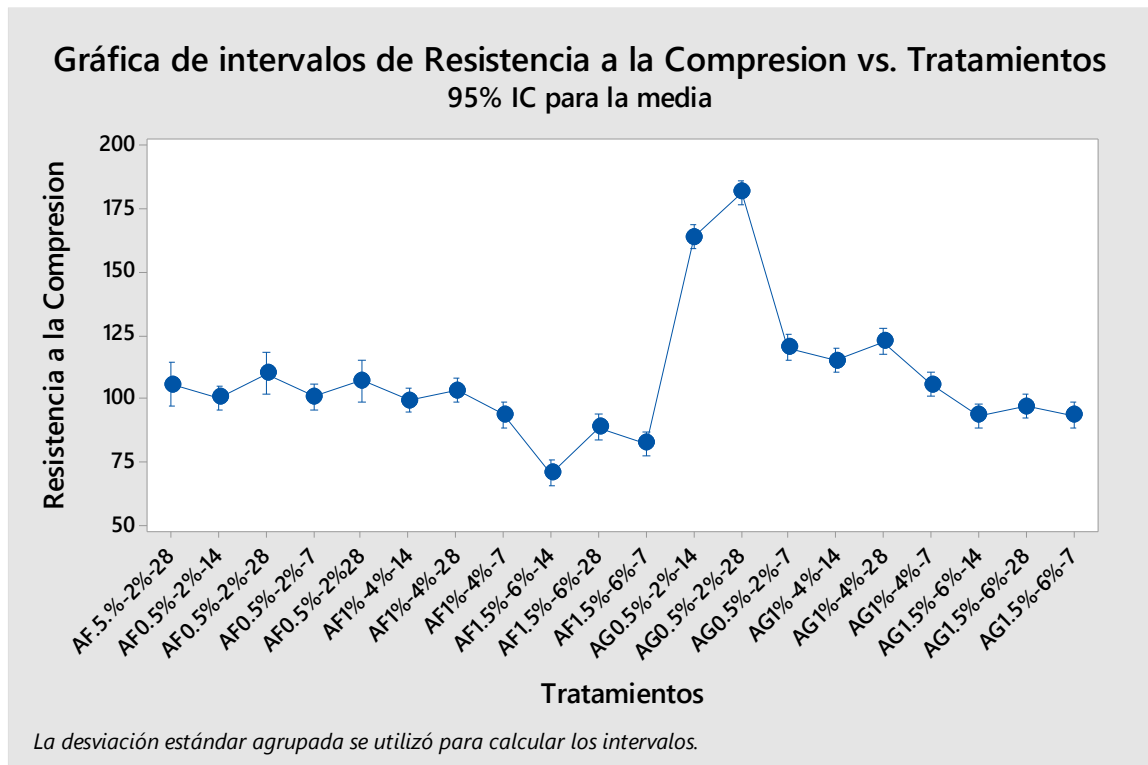


Figura 40. Grafica de intervalos de resistencia a la compresión vs tratamientos

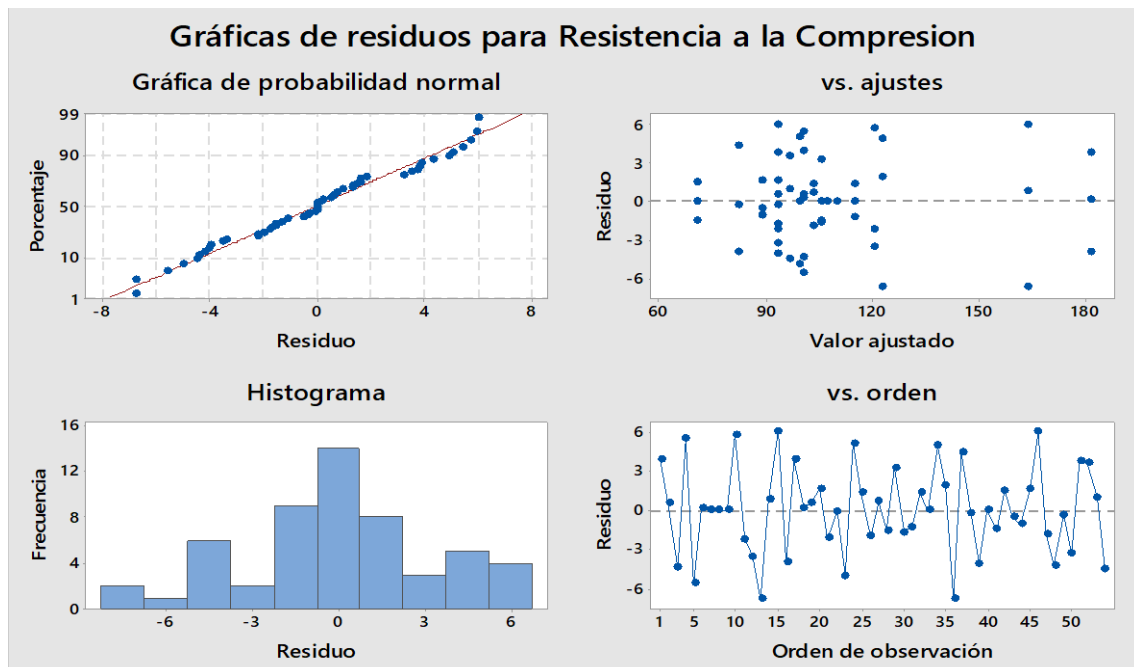


Figura 41. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos

4.1.4.3 Resistencia a la Flexión

Tabla 63. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de 0.5% de PP y 2% de PET en remplazo del agregado fino y grueso.

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	7	31.22	3183.50	4.719	48.119	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	7	29.78	3036.67	4.412	44.988	45.882
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	7	29.09	2966.31	4.368	44.539	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	14	35.81	3651.55	5.270	53.739	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	14	35.00	3568.95	5.220	53.231	53.525
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	14	36.20	3691.31	5.257	53.607	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	28	42.23	4306.19	6.342	64.669	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	28	43.01	4385.73	6.545	66.739	64.979
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	28	42.90	4374.51	6.230	63.529	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	7	29.48	3006.08	4.456	45.437	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	7	30.15	3074.40	4.437	45.245	47.069
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	7	32.55	3319.12	4.955	50.526	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	14	46.44	4735.49	6.789	69.229	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	14	44.28	4515.23	6.561	66.901	68.857
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	14	46.01	4691.64	6.908	70.442	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	28	58.90	6006.03	8.554	87.222	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	28	59.19	6035.60	8.711	88.828	89.123
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	28	59.24	6040.70	8.955	91.318	

Nota: CP-PP-PET (0.5% + 2%) = Concreto patrón con adición de 0.5% de Polietileno y 2% de Tereftalano de Polietileno; A. F= Remplazo en el Agregado Fino; A. G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

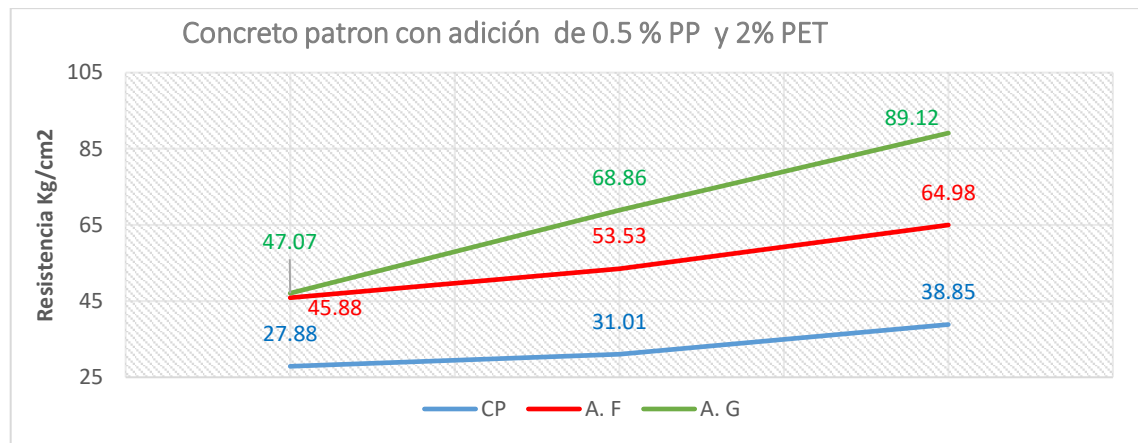


Figura 42. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición 0,5%PP Y 2%PET

Tabla 64. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de 1.0% de PP y 4% de PET en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd "	EDA D (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTEN CIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	7	34.2	2	3489.41	5.003	51.013
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	7	33.8	7	3453.72	5.086	51.867
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	7	34.5	9	3527.14	5.091	51.910
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	14	38.6	6	3942.16	5.766	58.797
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	14	38.0	2	3876.90	5.449	55.564
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	14	38.4	4	3919.73	5.733	58.460
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	28	43.5	5	4440.79	6.242	63.645
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	28	47.3	1	4824.20	7.103	72.432
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	28	45.5	8	4647.79	6.619	67.497
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	7	45.5	5	4644.73	6.794	69.276
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	7	48.2	3	4918.01	7.098	72.380
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	7	47.6	6	4859.89	7.156	72.968
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	14	52.4	4	5347.31	7.926	80.825
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	14	51.9	5	5297.34	7.544	76.930
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	14	53.0	2	5406.45	7.751	79.038

CP-PP-PET (1% + 4%)			59.7				
- 1	A.G	28	9	6096.79	8.683	88.540	
CP-PP-PET (1% + 4%)			62.1				
- 2	A.G	28	8	6340.49	9.399	95.837	92.921
CP-PP-PET (1% + 4%)			62.4				
- 3	A.G	28	8	6371.09	9.256	94.386	

Nota: CP-PP-PET (1.0% + 4%) = Concreto patrón con adición de 1.0% de Polietileno y 4% de Tereftalato de Polietileno; A.F= Reemplazo en el Agregado Fino; A.G= Reemplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

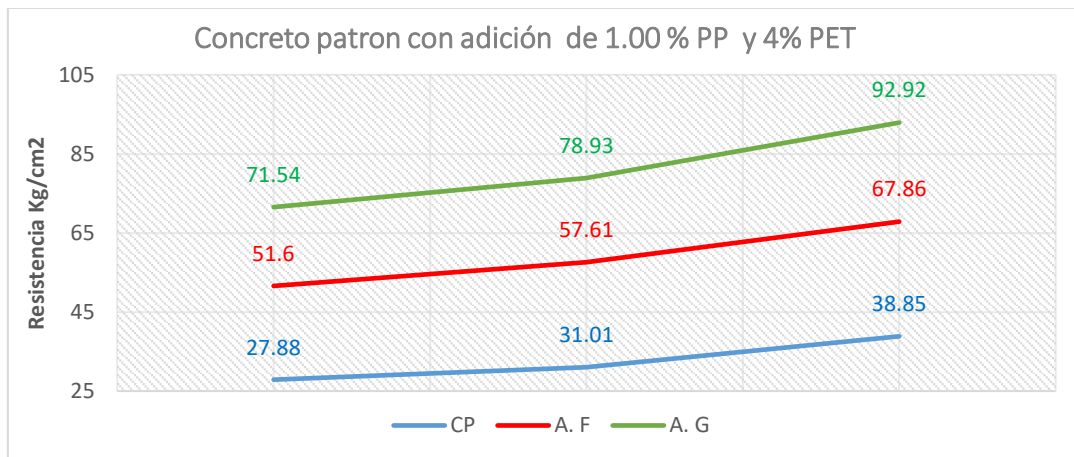


Figura 43. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición 1%PP Y 4%PET

Tabla 65. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón con adición de 1.0% de PP y 4% dePET en remplazo del agregado fino y grueso

DESCRIPCION	"Rd"	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA		RESISTENCIA PROMEDIO
			KN	Kg	Mpa	Kg/cm2	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1 A.F		7	29.04	2961.21	4.390	44.765	46.911
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2 A.F		7	32.45	3308.93	4.776	48.699	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3 A.F		7	31.08	3169.23	4.636	47.269	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1 A.F		14	37.47	3820.82	5.589	56.987	57.252
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2 A.F		14	37.00	3772.89	5.518	56.270	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3 A.F		14	38.21	3896.27	5.737	58.500	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1 A.F		28	41.29	4210.34	6.079	61.984	66.696
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2 A.F		28	48.36	4931.27	7.213	73.546	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3 A.F		28	42.45	4328.63	6.331	64.558	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1 A.G		7	31.98	3261.00	4.900	49.970	47.541
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2 A.G		7	29.80	3038.71	4.415	45.024	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3 A.G		7	31.11	3172.29	4.671	47.630	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1 A.G		14	35.31	3600.56	5.162	52.640	51.787
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2 A.G		14	33.54	3420.07	4.936	50.334	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3 A.G		14	33.76	3442.51	5.137	52.385	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1 A.G		28	40.41	4120.61	5.792	2.000	40.771
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2 A.G		28	40.05	4083.90	5.973	60.908	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3 A.G		28	38.8	3956.44	5.826	59.403	

Nota: CP-PP-PET (1.5% + 6%) = Concreto patrón con adición de 1.5% de Polietileno y 6% de Tereftalano de Polietileno; A. F= Remplazo en el Agregado Fino; A. G= Remplazo en el Agregado Grueso; Elaboración: Fuente propia

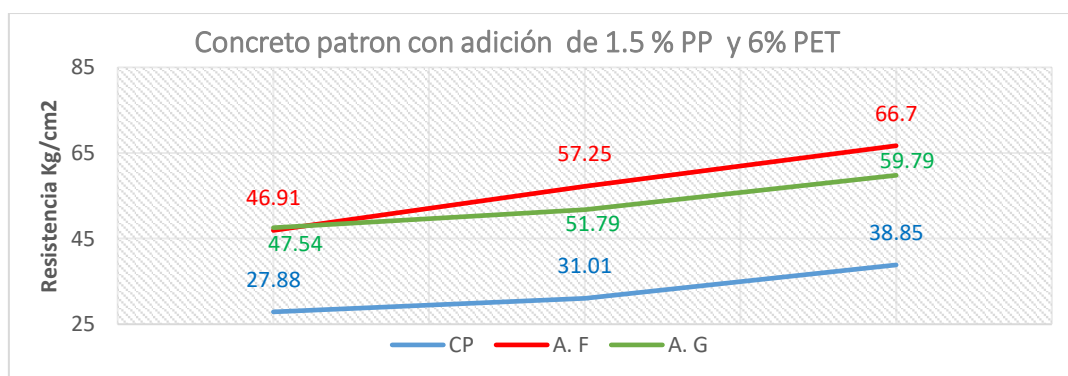


Figura 44. Comportamiento de la resistencia a la flexión con adición 1,5%PP Y 6%PET

4.1.4.4 Análisis de Varianza a la resistencia a la Flexión PET-PP al 2%, 4%, 6% y 0.5%, 1% y 1.5%

Determinación si hay disminución de resistencia respecto al Agregado Fino o Agregado Grueso en los porcentajes PET-PP al 2%, 4%, 6% y 0.5%, 1% y 1.5%

Paso 01: Formulación de Hipótesis Específica

Las hipótesis estadísticas de trabajo planteadas fueron:

H1 = La incorporación de ambos materiales de reciclaje como son el PET y PP en los porcentajes 2% 4% y 6% y 0.05% 0.10% 0.15% respectivamente sobre el agregado grueso y agregado fino AUMENTA la resistencia a la flexion, respecto al concreto patrón de 210 kg/cm²

H0 = La incorporación de ambos materiales de reciclaje como son el PET y PP en los porcentajes 2% 4% y 6% y 0.05% 0.10% 0.15% respectivamente sobre el agregado grueso y agregado fino DISMINUYE la resistencia a la flexion, respecto al concreto patrón de 210 kg/cm²

Paso 02: Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Paso 03: Elección de la Prueba estadística

Tukey

Paso 04: Estimación del P-valor

Tabla 66. Estadísticos descriptivos- agrupación de medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AF.5. %-2%-28	1	66.74	*	(49.36; 84.12)
AF0.5%-2%-14	3	53.526	0.264	(43.490; 63.561)
AF0.5%-2%-28	1	64.67	*	(47.29; 82.05)
AF0.5%-2%-7	3	45.88	1.95	(35.85; 55.92)
AF0.5%-2%-28	1	63.53	*	(46.15; 80.91)
AF1%-4%-14	3	57.61	1.78	(47.57; 67.64)
AF1%-4%-28	3	67.86	4.40	(57.82; 77.89)
AF1%-4%-7	3	51.597	0.506	(41.561; 61.632)
AF1.5%-6%-14	3	57.252	1.138	(47.217; 67.288)
AF1.5%-6%-28	3	66.70	6.07	(56.66; 76.73)
AF1.5%-6%-7	3	46.91	1.99	(36.88; 56.95)
AG0.5%-2%-14	3	68.86	1.80	(58.82; 78.89)
AG0.5%-2%-28	3	89.12	2.06	(79.09; 99.16)
AG0.5%-2%-7	3	47.07	3.00	(37.03; 57.10)
AG1%-4%-14	3	78.93	1.95	(68.90; 88.97)
AG1%-4%-28	3	92.92	3.86	(82.89; 102.96)
AG1%-4%-7	3	71.54	1.98	(61.51; 81.58)
AG1.5%-6%-14	3	51.786	1.264	(41.751; 61.822)
AG1.5%-6%-28	3	40.8	33.6	(30.7; 50.8)
AG1.5%-6%-7	3	47.54	2.47	(37.51; 57.58)

Desv.Est. agrupada = 8.55283

Al procesar los datos de los 17 tratamientos en relación al concreto patrón, presentamos en la tabla 52 el análisis de varianza cuyo Valor P es de 0.000 menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna Según la tabla 60 exportado del programa Minitab 18 se muestra un valor F calculado de 8.35 que es mayor al valor F crítico 1.9015 que se halla en una celda Excel con la formula (=DISTR.F.INV(5%;19;34)) donde 5% es la probabilidad, el 19 es el grado de libertad del tratamiento y el 34 es el grado de libertad en error.

Tabla 67. Análisis de Varianza de la resistencia a la compresión

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	19	11601	610.59	8.35	0.000
Error	34	2487	73.15		
Total	53	14088			

Paso 05: Calcular la diferencia de las medidas y realizar las comparaciones con el valor crítico

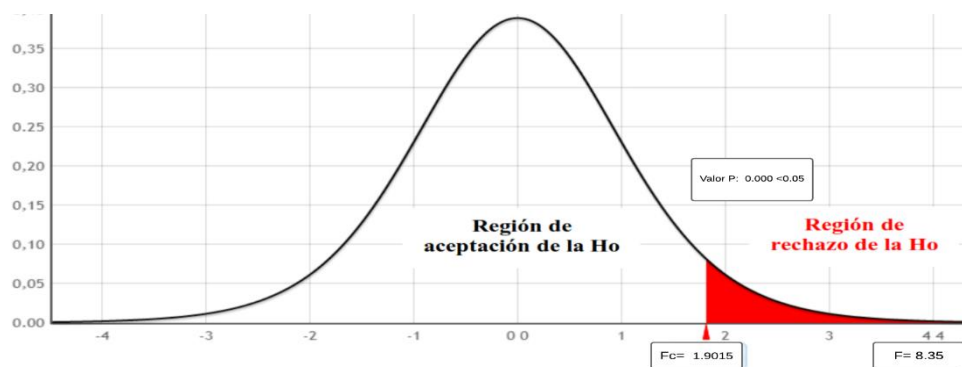
Regla de Decisión:

Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza la H_0 , se acepta la H_0

Si la probabilidad obtenida P-valor $< \alpha$, se rechaza la H_0 , se acepta la H_1

Dado que $F = 8.35 > \text{Valor crítico para } F = 1.9015$; se acepta la H_1

concluyendo que la incorporación de ambos materiales de reciclaje como son el PET y PP en los porcentajes 2% 4% y 6% y 0.05% 0.10% 0.15% respectivamente sobre el agregado grueso y agregado fino AUMENTA la resistencia a la flexión, respecto al concreto patrón de 210 kg/cm². Es por lo cual concluimos que hay una varianza significativa en los tratamientos de la investigación donde por el método tukey mostramos la agrupación de medias en la tabla 63 y la figura 49.



Comparación de Medias:

El análisis de varianza se realizó mediante la prueba tukey teniendo la comparación de medias con un resumen de modelo con R- cuadrado al 82.35%, y un R- cuadrado ajustado al 72.48%, es decir que es efectivo el cálculo estadístico al 95.32%, que más detalles se muestra en el anexo F de la presenta investigación,

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
8.55283	82.35%	72.48%	95.32

Tabla 68. Análisis comparativo utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación			
AG1%-4%-28	3	92.92	A			
AG0.5%-2%-28	3	89.12	A			
AG1%-4%-14	3	78.93	A	B		
AG1%-4%-7	3	71.54	A	B	C	
AG0.5%-2%-14	3	68.86	A	B	C	
AF1%-4%-28	3	67.86	A	B	C	
AF.5.%-2%-28	1	66.74	A	B	C	D
AF1.5%-6%-28	3	66.70	A	B	C	D
AF0.5%-2%-28	1	64.67	A	B	C	D
AF0.5%-2%28	1	63.53	A	B	C	D
AF1%-4%-14	3	57.61		B	C	D
AF1.5%-6%-14	3	57.252		B	C	D
AF0.5%-2%-14	3	53.526		B	C	D
AG1.5%-6%-14	3	51.786			C	D
AF1%-4%-7	3	51.597			C	D
AG1.5%-6%-7	3	47.54			C	D
AG0.5%-2%-7	3	47.07			C	D
AF1.5%-6%-7	3	46.91			C	D
AF0.5%-2%-7	3	45.88			C	D
AG1.5%-6%-28	3	40.8				D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 63, en la agrupación se le dio letras a cada una de las medias, si dos medias comparten todas las letras entre sí, significa que sus medias son bastante parecidas y no hay diferencia significativa, por otro lado las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, detectando de esa manera la diferencia entre las medias se muestra las agrupaciones desde la más óptima resistencia hasta la mas baja, donde el que lidera es el agregado grueso con adición de PET-PP al 4% y 1.0% con un tiempo de fraguado de 28 días donde alcanzó una resistencia de 92.92 kg/cm² a esto les siguen dentro

de la agrupación A el AG0.5%-2%-28, AG1%-4%-14y el AG1%-4%-7 sucesivamente, se muestra 4 agrupaciones donde la trabajabilidad estaría dándose en las primeras dos agrupaciones como es el A y B

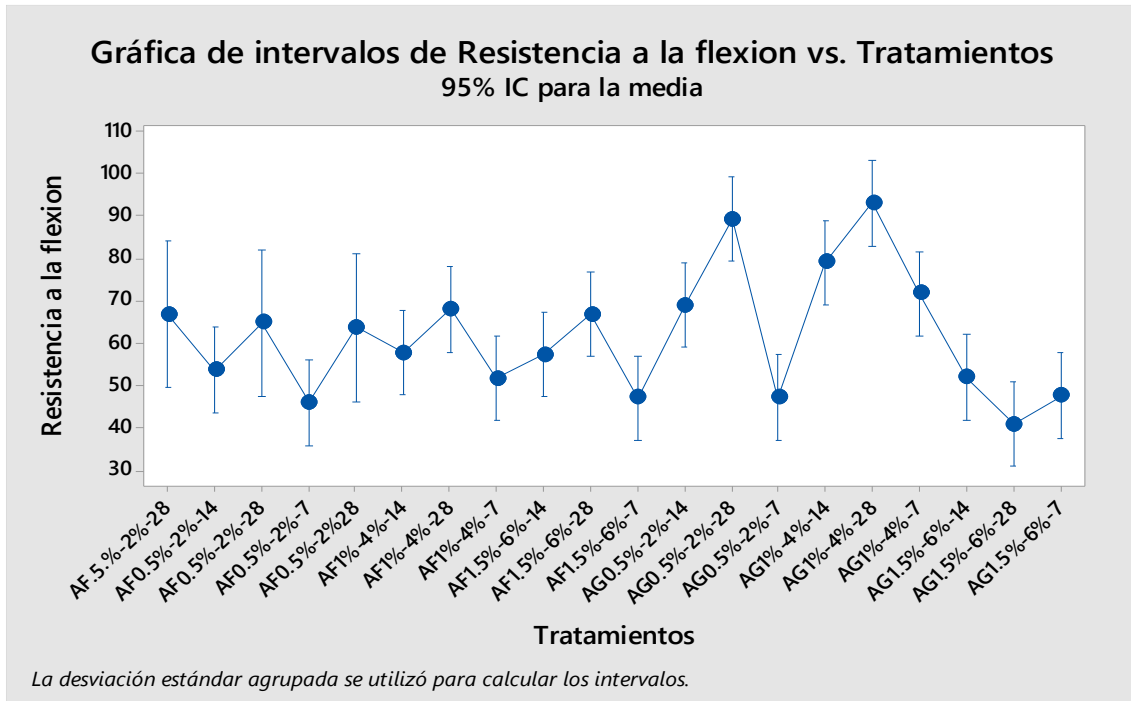


Figura 45. Grafica de intervalos de resistencia a la compresión vs tratamientos

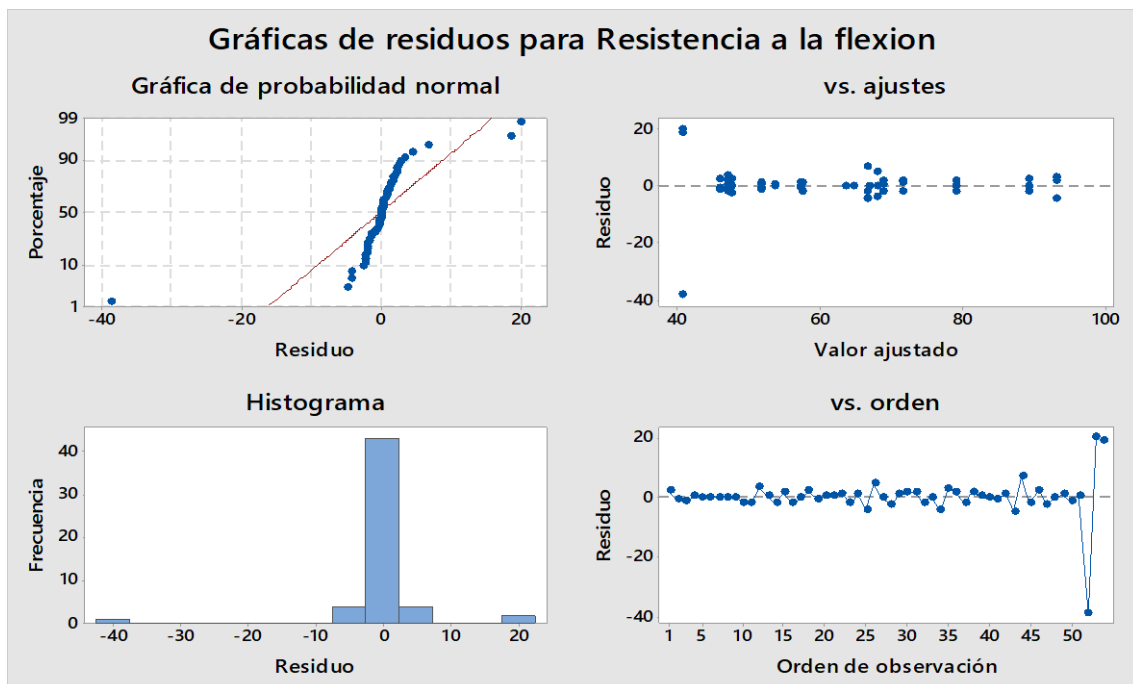


Figura 46. Gráficos de histograma y valores observados para los residuos

CAPÍTULO V

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

5.1.1. Conclusión general

En base en los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye, que la adición en los porcentajes mínimos de PET (2%), PP (0.5% y 1.0) y PET-PP (2%- 0.5%) en el diseño de mezcla del concreto convencional con $f'c=210$ kg/cm² aumenta su resistencia a diferencia del concreto patrón.

5.1.2. Conclusión específica

PRIMERO: La incorporación de PET sobre el concreto patrón 210 kg/cm² disminuyen su trabajabilidad en los porcentajes 2% 4% y 6% con respecto al remplazo del agregado fino se observó aún más la dificultad para trabajar la muestra en cuanto se aumentaba de porcentajes iniciando con una consistencia plástica y concluyendo con un concreto consistente, mientras que en el remplazo del agregado grueso fue menos la dificultad. Así mismo se observó en la combinación de concreto patrón con PP, y por último en la combinación de ambos polímeros fue aún más de un concreto consistente dificultando su trabajabilidad mientras se aumentaban los porcentajes.

SEGUNDO: La incorporación de PET en sus porcentajes de 2% 4% 6%, disminuye su resistencia a la compresión a los 7 días de edad, sin embargo, se obtuvo un incremento de resistencia a los 14 días de edad con respecto al remplazo del Agregado Grueso en el concreto patrón siendo estos los siguientes, 235.62 kg/cm², 231.55 kg/cm², 190.1 kg/cm². De igual manera se obtuvo un incremento a los 28 días de edad respecto al remplazo del Agregado Fino siendo estos los siguientes, 284.39 kg/cm², 246 kg/cm², 206.44 kg/cm², obteniendo finalmente la mayor resistencia el concreto patrón con adición de 2% de polietileno de tereftalano. Con respecto a la resistencia a la flexión se obtuvo un incremento a los 7 días de edad con respecto al remplazo del agregado grueso en los porcentajes 2% y 4% siendo los siguientes; 54.78 kg/cm², 62.74 kg/cm², en el porcentaje de 6% con respecto al remplazo del agregado fino fue 78.88 kg/cm², de igual modo se obtuvo un incremento de resistencia a los 14 días de edad con respecto al remplazo del agregado grueso en los porcentajes 2% y 4% siendo los siguientes; 68.41 kg/cm², 73.25 kg/cm², en el porcentaje de 6% con respecto al remplazo del agregado fino fue 85.41 kg/cm², obteniendo finalmente la mayor resistencia en el concreto patrón con adición de 6%.

TERCERO: La incorporación de PP en sus porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, disminuye su resistencia a la compresión a los 7 días de edad, sin embargo se obtuvo un incremento

de resistencia a los 14 días de edad con respecto al remplazo del agregado grueso en el concreto patrón siendo estos los siguientes, 209.71 kg/cm², 217.82 kg/cm², 224.15 kg/cm². De igual manera se observó un incremento de resistencia a los 28 días de edad respecto el peso del agregado fino siendo estos los siguientes, 264.62 kg/cm², 255.78 kg/cm², 269.39 kg/cm², obteniendo finalmente la mayor resistencia el concreto patrón con adición de 1.5% de polietileno. Con respecto a la resistencia a la flexión se obtuvo un incremento a los 7 días de edad con respecto al remplazo del agregado grueso en los porcentajes 0.5% 1.0% 1.5% siendo los siguientes; 73.32 kg/cm², 84.36 kg/cm², 86.63 kg/cm², con respecto a la resistencia a los 14 días de edad se obtuvo datos iguales en remplazo del agregado grueso y fino, de modo similar a la edad de 28 días se obtuvo mayor resistencia con respecto al agregado grueso siendo estos los siguientes ; 92.42 kg/cm², 93.24 kg/cm², 71.43 kg/cm², , obteniendo finalmente la mayor resistencia a la flexión en el concreto patrón con adición de 0.5 %. Y 1.0% de polietileno.

CUARTO: La incorporación de ambos polímeros (PET-PP) en sus porcentajes de 2%, 4%, 6% y 0.5%, 1.0%, 1.5%, disminuye su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días no superando el concreto patrón. Con respecto a la resistencia a la flexión se obtuvo un incremento a los 7 días de edad con respecto al remplazo del agregado fino en los porcentajes 0.5% 1.0% - 2% 4% siendo los siguientes; 46.94 kg/cm² 71.09 kg/cm², con respecto al agregado grueso en el porcentaje de 6%- 1.5 47.33 kg/cm², de igual modo en la edad de 14 días 68.39 kg/cm², 78.77 kg/cm² y 56.89, resistencia a los 28 días 89.92 kg/cm² 91.70 kg/cm², 66.29 kg/cm² respectivamente.

5.2. Recomendaciones

PRIMERO: Seguir con esta investigación con la adición de PET en concretos convencionales con porcentajes inferiores al 2% en remplazo del agregado fino para obtener posiblemente resistencias a la compresión más optimas, de igual modo con la adición de PP intentar con porcentajes mayor al 1.5%. De igual modo en para en el ensayo a flexión con respecto al PET y PP intentar con porcentajes menores al 2% en remplazo del agregado grueso.

SEGUNDO: Se recomienda considerar el uso de los materiales de reciclaje, debido al aporte que proporciona a la resistencia del concreto, puesto que al realizar adiciones con materiales de reciclaje se tiene como una de sus ventajas la mitigación para el medio ambiente obteniendo resultados positivos.

TERCERO: Teniendo en consideración los resultados de esta investigación, debido que al aumento de material de reciclaje disminuye la trabajabilidad, por consiguiente, se recomienda el uso de posibles aditivos en porcentajes mayores de PET (6%), PP (1.5%) y PET-PP (6%-1.5%), para una mejor trabajabilidad.

CUARTO: En cuanto a los porcentajes de material de reciclaje utilizados en esta investigación, se determinó que a menos porcentaje mayor resistencia, por lo tanto se recomienda realizar pruebas con otras dosificaciones de materiales de reciclaje en adición al concreto convencional, reduciendo también las dimensiones de los polímeros y formas de las partículas de los mismos, con el propósito de comprobar si existe una combinación de elementos que proporcione mejores características físicas y mecánicas del concreto.

QUINTO: Debido a los resultados obtenidos en el ensayo a flexión, se recomienda tener como referencia esta tesis para futuras investigación que busquen una mejora a la resistencia, comportamiento y aligeramiento en pavimento rígido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

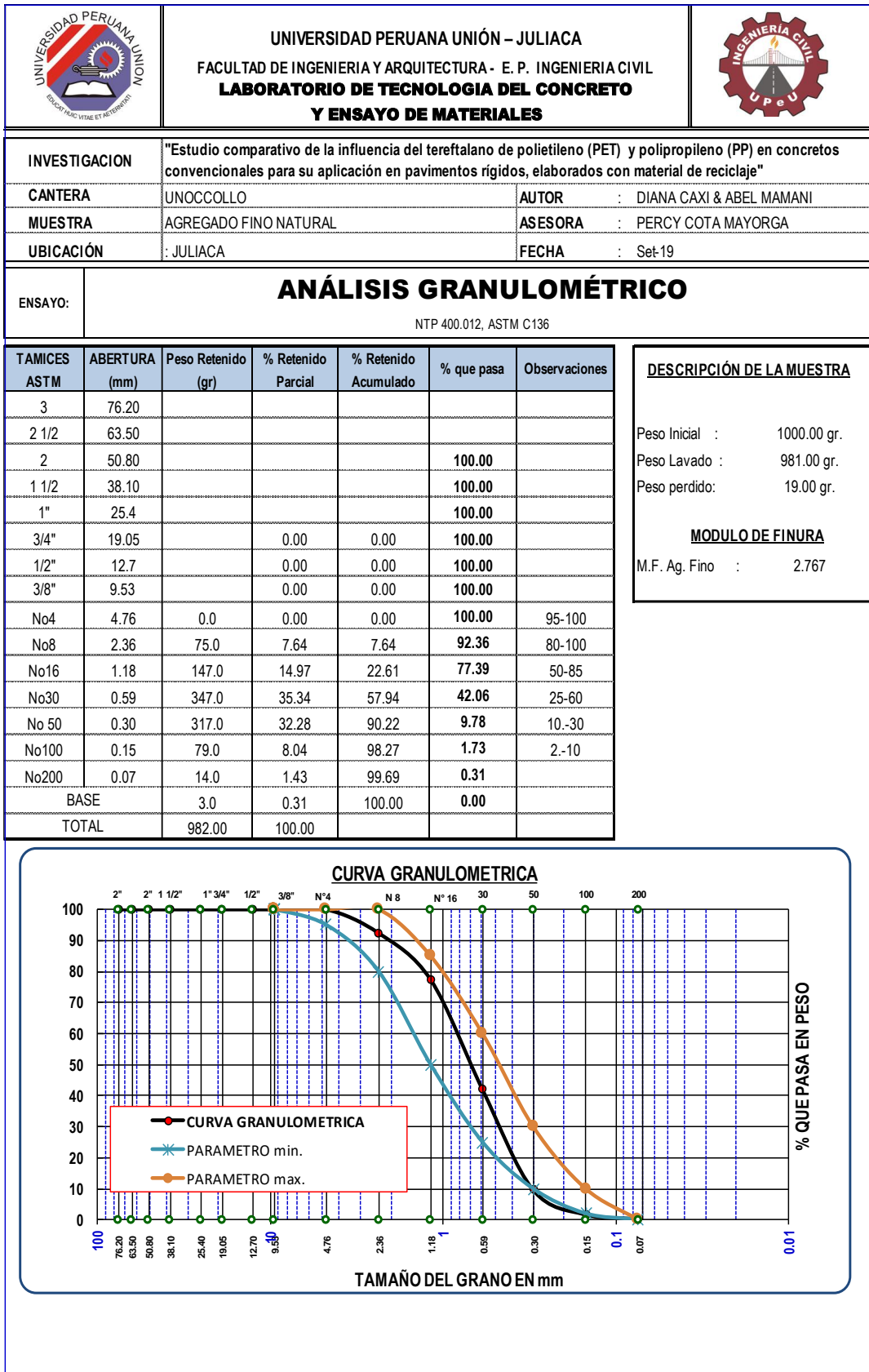
- Aire, C., Mendoza, C. J., & Dávila, P. (2011). "Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido". *CONCRETO Y CEMENTO*, 35 - 47.
- Aquino Castro, Y. J. (2019). "*Estudio comparativo de la Influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional*". Trujillo.
- Aquino, C. Y. (2019). *Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional*. Trujillo.
- Aracil Saez, I. (2008). Formación de contaminantes y estudio cinético en la pirólisis y combustión de plásticos (PE, PVC Y PCV).
- ASTM C1602/C1602M. (2012). *Standard specification for mixing water used in the production of hydraulic cement concrete*. Obtenido de https://doi.org/10.1520/C1602_C1602M-12
- ASTM C1747/C1747M. (2013). *Standard test method for determining potential resistance to degradation of pervious concrete by impact and abrasion*. Obtenido de https://doi.org/10.1520/C1747_C1747
- ASTM C33/C33M. (2016). *Standard specification for concrete aggregates*. Obtenido de https://doi.org/10.1520/C0033_C33M-16E01
- ASTM C39/C39M. (2017). *Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens*. Obtenido de https://doi.org/10.1520/C0039_C0039M-17b
- ASTM C642. (2013). *Standard test method for density, absorption, and voids in hardened concrete*. Obtenido de <https://doi.org/10.1520/C0642-13>
- Avila, L., Martínez, G., Barrera, E., Ureña, F., & Loza, A. (2013). *Effects on Mechanical Properties of Recycled PET in Cement-Based Composites*. *International Journal of Polymer Science*.
- Barriga, P. P. (2007). *Tecnología del Concreto de Alto Desempeño*. Perú: IMPRIMERIEMLAFAYETTE.
- Berrio Alzate, A. (2017). "*Diseño y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo*". Medellín, Colombia.
- Brent Strong, A. (2006). *Materials and processing*. USA: Pearson Prentice.
- Carbajal, P. (1999). *Temas de tecnología de concreto en el Perú* (Vol. Capítulo de Ingeniería Civil). Lima, Perú: Consejo departamental de Lima.

- Castañeda, L. F., & Moujir, Y. F. (2014). *"Diseño y Aplicación de Concreto Poroso para Pavimentos"*. Santiago de Cali, Colombia.
- Castillo, A. F. (1995). *Tecnología del concreto*. Lima, Peru.
- Elias, X. (2009). *Reciclaje de residuos industriales. Residuos de sólidos urbanos y fangos de depuradora*. España: Editorial Diaz de Santos.
- Felipe, C., & Felipe, M. (2014). *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Fernandez Diaz, C., & Gonzales Moncada, T. (2017). *"Incorporación de fibras de polipropileno (sikaFiber Force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28Mpa para el departamento de Lima"*. Lima, Peru.
- Fernandez, C. (2013). *Diseño de hormigones con porosidad controlada*. Universidad Politécnica de Catalunya. .
- Flores Quispe, C. E., & Pacompia Calcina, I. A. (2015). *"Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos $f'c=175$ kg/cm² en la ciudad de Puno"*. Puno, Puno.
- Goodship, V. (2007). *Reprocessing of Thermoplastics Recyclates. Introduction to Plastics Recycling*. United Kingdom: Smithers Rapra.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2006). *Metodología de la Investigación* (Vol. Cuarta Edición). Mexico: McGraw-Hill.
- Huang, B., Wu, H., Shu, X., & Burdette, E. G. (2010). *Laboratory evaluation of permeability and strength of polymer-modified pervious concrete*. Construction and Building Materials. .
- Juarez Alvarado, C. A. (202). *Concreto base cemento portland reforzados con fibras naturales para construcción en Mexico*. Mexico.
- Maila Paucar, M. E. (2013). *"Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero Etileno Vinil Acetato (EVA)"*. Quito, Ecuador.
- MINAM. (2018). *Estamos en contra del uso superfluo del plástico y regularemos su uso en el Perú*.
- Navarro Jimenez, J. M. (2017). *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET*. Pimentel, Peru.
- Neville, A. M. (1999). *Tecnología del Concreto*. Mexico.
- OEFA. (2014). *FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN RESIDUOS SÓLIDOS EN GESTIÓN MUNICIPAL PROVINCIAL*.
- Pasquel Carbjal, E. (1998). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. Lima.

- Quispe Soncco, I., & Ticona Cutipa, E. I. (2017). *"Influencia de la incorporacion de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c=210$ kg/cm²"*. Juliaca, San Roman, Peru - Puno.
- Rivera L., G. A. (2011). *Concreto simple*. Universidad del Cauca.
- Rivva, L. E. (2010). *Diseño de mezclas*. Lima, Miraflores, Peru.
- Romero, N. A., & Ahumada, Q. N. (2014). *Desarrollo autosostenible de la implementacion de la construccion de la escuela "Porvenir" con la utilizacion de material reciclable*. Universidad Catolica de Colombia, Bogota-Colombia.
- Sanchez Anguiano, M. G., Rosales Jaso, A., & Texte Maldonado, H. (2011). Estudio de catalizadores en la degradacion de PET reciclado.
- Sanchez, D. (2001). *Tecnologia del concreto y de mortero* (Vol. 5ta edicion). Colombia: Bhandar.
- Silva, E. A. (2015). *Propuesta para la sustitucion de agregados petreos por agregados PET*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- UNAM. (1994). *Manual de tecnologia del concreto* (Seccion 1 ed.). Mexico D.F: LIMUSA.
- Vara Horna, A. A. (2012). Desde la idea hasta la sustentacion: 7 Pasos para una tesis exitosa.
- Zenteno, E. S. (2018). *Efecto de la estabilizacion de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno*. Puno.

ANEXOS

Anexo A. Propiedades de los componentes del concreto





UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
Y ENSAYO DE MATERIALES



INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftaleno de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"		
CANTERA	SURUPANA S.A.C	AUTOR	: DIANA CAXI & ABEL MAMANI
MUESTRA	AGREGADO GRUESO ARTIFICIAL (HUSO 06)	ASESORA	: PERCY COTA MAYORGA
UBICACIÓN	: JULIACA	FECHA	: Set-19

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 NTP 400.012, ASTM C 136

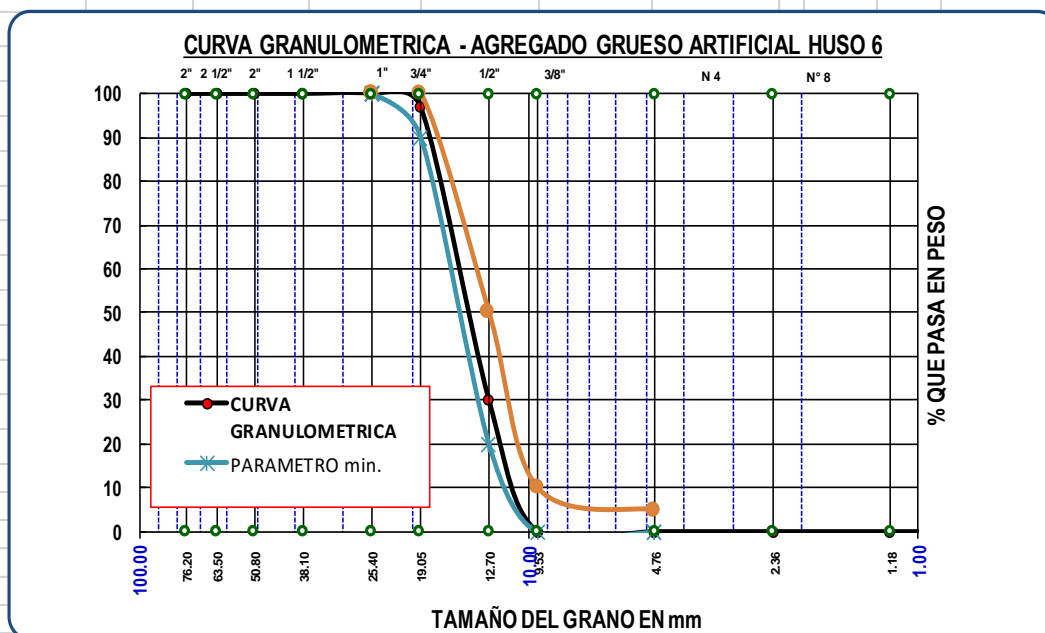
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Observaciones
3	76.20					
2 1/2	63.50					
2	50.80				100.00	
1 1/2	38.10				100.00	
1"	25.4				100.00	100
3/4"	19.05	300	3.00	3.00	97.00	90-100
1/2"	12.7	6700	67.00	70.00	30.00	20-50
3/8"	9.53	3000	30.00	100.00	0.00	0-10
No4	4.76		0.00	100.00	0.00	0-5
No8	2.36		0.00	100.00	0.00	
No16	1.18		0.00	100.00	0.00	
No30	0.59		0.00	100.00	0.00	
No 50	0.30		0.00	100.00	0.00	
No100	0.15		0.00	100.00	0.00	
No200	0.07		0.00	100.00	0.00	
BASE			0.00	100.00	0.00	
TOTAL		10000.00	100.00			

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial : 10000.00 gr.
 Peso Lavado : 10000.00 gr.
 Peso perdido: 0.00 gr.

MODULO DE FINURA

M.F. Ag. Fino : 5.000





UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
Y ENSAYO DE MATERIALES



INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"	
CANTERA	UNOCCOLLO	AUTOR : DIANA CAXI & ABEL MAMANI
MUESTRA	AGREGADO FINO NATURAL	ASESORA : PERCY COTA MAYORGA
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA : Set-19

ENSAYO:	PESO UNITARIO NTP 400.017, ASTM C 29
----------------	------------------------------------------------

AGREGADO FINO:

DESCRIPCION	AGREGADO FINO COMPACTADO			AGREGADO FINO SUELTO		
	1	2	3	1	2	3
NUMERO DE ENSAYO						
PESO DEL MOLDE gr.	4993.000	4993.000	4993.000	4993.000	4993.000	4993.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	7206.000	7228.000	7243.000	7103.000	7133.000	7108.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	2213.000	2235.000	2250.000	2110.000	2140.000	2115.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	1272.348	1272.348	1272.348	1272.348	1272.348	1272.348
PESO UNITARIO Gr/Cm ³ ,	1.739	1.757	1.768	1.658	1.682	1.662
PESO UNITARIO PROMEDIO KG/M ³ ,	1754.761			1667.521		

AGREGADO GRUESO:

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO COMPACTADO			AGREGADO GRUESO SUELTO		
	1	2	3	1	2	3
NUMERO DE ENSAYO						
PESO DEL MOLDE gr.	4993.000	4993.000	4993.000	4993.000	4993.000	4993.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	7073.000	7068.000	7103.000	6982.000	6963.000	6859.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	2080.000	2075.000	2110.000	1989.000	1970.000	1866.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	1272.348	1272.348	1272.348	1272.348	1272.348	1272.348
PESO UNITARIO Gr/Cm ³ ,	1.635	1.631	1.658	1.563	1.548	1.467
PESO UNITARIO PROMEDIO KG/M ³ ,	1641.322			1526.050		



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
Y ENSAYO DE MATERIALES



INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"		
CANTERA	UNOCCOLLO	AUTOR	DIANA CAXI & ABEL MAMANI
MUESTRA	AGREGADO FINO NATURAL	ASESORA	PERCY COTA MAYORGA
UBICACIÓN	: JULIACA	FECHA	Set-19

ENSAYO:	PESO ESPECIFICO Y ABSORCION NTP 400.021, ASTM C 127 - NTP 400.022, ASTM C128
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------

AGREGADO FINO:

PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO			
N° de Ensayo	1	2	3
Peso de muestra SSS	500	500	500
Peso de la fiola	169.100	169.100	169.100
Peso de muestra SSS +Peso de fiola + peso de agua	965.550	967.860	969.120
Peso de agua	296.45	298.76	300.020
Peso de muestra seca	485	482	487.000
Volumen de fiola	500	500	500.000
P.E masa	2.383	2.395	2.435
P.E Masa Promedio	2.404		
P:E: masa SSS	2.456	2.485	2.500
P. E. de masa promedio	2.480		
P:E masa aparente	2.572	2.630	2.605
P.E aparente promedio	2.6024		
Absorcion	3.093	3.734	2.669
Absorcion Promedio	3.166		

RESULTADOS	
Peso especifico masa	: 2.404 gr/cm3
Peso especifico SSS	: 2.480 gr/cm3
Peso especifico aparente	: 2.602 gr/cm3
Peso especifico masa	: 3.166 %

AGREGADO GRUESO:

PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO			
N° de Ensayo	1	2	3
Peso de muestra seca	2980	2977	2979
Peso de muestra SSS	3039	3031	3035
Peso de canastilla	2293.000	2293.000	2293.000
Peso de muestra saturada en agua +Peso de canastilla	4155.000	4154.000	4150.000
Peso de muestra saturada en agua	1862	1861	1857.000
P.E Masa	2.532	2.544	2.529
P.E Masa Promedio	2.535		
P:E: masa SSS	2.582	2.591	2.576
P. E. de masa SSS promedio	2.583		
P:E masa aparente	2.665	2.668	2.655
P.E aparente promedio	2.6627		
Absorcion	1.980	1.814	1.880
Absorcion Promedio	1.891		

RESULTADOS	
Peso especifico masa	: 2.535 gr/cm3
Peso especifico SSS	: 2.583 gr/cm3
Peso especifico aparente	: 2.663 gr/cm3
Peso especifico masa	: 1.891 %



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
Y ENSAYO DE MATERIALES



INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"		
CANTERA	UNOCCOLLO	AUTOR	: DIANA CAXI & ABEL MAMANI
MUESTRA	AGREGADO FINO NATURAL	ASESORA	: PERCY COTA MAYORGA
UBICACIÓN	: JULIACA	FECHA	: Set-19

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 339.185, ASTM C 556
----------------	------------------------------------------------------------

AGREGADO FINO:

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO			
	1	2	3
Numero de ensayo	T-01	T-02	T-03
Peso de Tara	272.000	272.000	272.000
Peso de Tara + M. Humeda	783.000	779.000	780.000
Peso de Tara + M. Seca	752.000	758.000	757.000
Peso de muestra humeda	511.000	507.000	508.000
Peso de Agua	31.000	21.000	23.000
Peso Muestra Seca	480.000	483.000	485.000
Contenido de humedad W%	6.458	4.348	4.742
Promedio cont. Humedad W%	5.183		

AGREGADO GRUESO:

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO			
	1.000	2.000	3.000
Numero de ensayo	T-01	T-02	T-03
Peso de Tara	645.000	645.000	645.000
Peso de Tara + M. Humeda	2000.000	2000.000	2000.000
Peso de Tara + M. Seca	1985.500	1985.500	1985.500
Peso de muestra humeda	1355.000	1355.000	1355.000
Peso de Agua	14.500	14.500	14.500
Peso Muestra Seca	1340.500	1340.500	1340.500
Contenido de humedad W%	1.082	1.082	1.082
Promedio cont. Humedad W%	1.082		



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
Y ENSAYO DE MATERIALES**





INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"		
CANTERA	UNOCCOLLO	AUTOR	: DIANA CAXI & ABEL MAMANI
MUESTRA	AGREGADO FINO NATURAL	ASESORA	: PERCY COTA MAYORGA
UBICACIÓN	: JULIACA	FECHA	: Set-19

ENSAYO:	PASANTE TAMIZ N°200 NTP 400.018, ASTM C 117
----------------	-------------------------------------------------------

AGREGADO FINO:

PASANTE TAMIZ N°200 DEL AGREGADO FINO			
Numero de ensayo	1	2	3
Peso de recipiente (gr)	430.1	430.1	430.1
Peso de recipiente + Muestra seca natural (gr)	930.100	930.100	930.100
Peso de muestra seca natural (gr)	500.000	500.000	500.000
Peso de recipiente + Muestra seca lavada (gr)	920.220	915.420	921.520
Peso de muestra seca lavada (gr)	490.120	485.320	491.420
Material pasante del tamiz No200 (%)	1.976	2.936	1.716
Promedio de material pasante del tamiz No200	2.209		

Anexo B. Diseño de mezcla

	UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES																																					
INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"																																					
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PATRON (CP)	AUTOR	: DIANA CAXI & ABEL MAMANI																																			
F'c	210 KG/CM2	ASESORA	: PERCY COTA MAYORGA																																			
AGREGADO GRUESO	: AGREGADO ARTIFICIAL (HUSO 06)	FECHA	: Set-19																																			
DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRON (CP) METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI																																						
I. ESPECIFICACIONES																																						
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS		DATOS DE DISEÑO																																				
DESCRIPCION	A.F	A.G	UND																																			
Peso específico de la Masa	2.40	2.54	(gr/cm3)																																			
Peso Unitario Suelto	1667.52	1526.05	(kg/m3)																																			
Peso Unitario Compactado	1754.761	1641.322	(kg/m3)																																			
Contenido de Humedad	5.183	1.2	(%)																																			
Absorción	316.55%	189.12%	(%)																																			
Tamaño Máximo	N° 4	1"																																				
Tamaño Máximo Nominal	N°8	3/4.																																				
Módulo de Finura	2.77																																					
Tipo de cemento	Wary	IP																																				
Resistencia a la compresion de diseño	210	(kg/cm2)																																				
Peso específico del cemento	3.14	(gr/cm3)																																				
Peso específico del agua	1000	(kg/cm3)																																				
Slump(pulg)	3 a 4 pulg																																					
Aire incorporado (con aire/sin aire)	Sin aire																																					
Condicion de agua	Potable																																					
Condicion del concreto	Plastica																																					
II. SECUENCIA DE DISEÑO																																						
2.1 Selección de la resistencia (F'cr):		2.3 Calculo del volumen de agua de diseño:																																				
En la tabla 1 se observa las condiciones para un F'cr de 210(kg/cm2), por lo que se da un aumento de 84 a la resistencia debido a que se desconoce el valor de la desviación estandar.		Considerando los datos para la elaboración del diseño me mezcla tenemos el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso de ¾" y el slump requerido es de 3" a 4" nos guiamos de la tabla 14 elaborado por el comité 211 del ACI y obtenemos el volumen unitario de agua que es de 205 lt para nuestro diseño.																																				
<table border="1"> <tr> <th>F'c</th> <th>F'cr</th> </tr> <tr> <td>Menos que 210</td> <td>F'c + 70</td> </tr> <tr> <td>210 a 350</td> <td>F'c + 84</td> </tr> <tr> <td>Mayor que 350</td> <td>F'c + 98</td> </tr> </table>	F'c	F'cr	Menos que 210	F'c + 70	210 a 350	F'c + 84	Mayor que 350	F'c + 98	2.4 Relacion agua - cemento: Habiendo ya obtenido la resistencia promedio requerida de 294 kg/cm ² , al no encontrarse en la tabla se procede a interpolar para calcular la relación a/c, obteniendo como resultado 0.56																													
F'c	F'cr																																					
Menos que 210	F'c + 70																																					
210 a 350	F'c + 84																																					
Mayor que 350	F'c + 98																																					
2.2 Calculo del contenido de aire atrapado: Debido a que en el diseño de concreto no se ha considerado la incorporación de aire, se obtiene mediante la siguiente tabla donde nos indica el porcentaje (%) de aire atrapado a considerar en el siguiente diseño de mezcla		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">F'c (kg/cm2)</th> <th colspan="2">Relacion agua/cemento</th> </tr> <tr> <th>Sin aire</th> <th>Con aire</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>150</td><td>0.80</td><td>0.71</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.70</td><td>0.61</td></tr> <tr><td>210</td><td>0.68</td><td>0.59</td></tr> <tr><td>250</td><td>0.62</td><td>0.53</td></tr> <tr><td>280</td><td>0.57</td><td>0.48</td></tr> <tr><td>300</td><td>0.55</td><td>0.46</td></tr> <tr><td>350</td><td>0.48</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>400</td><td>0.43</td><td>—</td></tr> <tr><td>420</td><td>0.41</td><td>—</td></tr> <tr><td>450</td><td>0.38</td><td>—</td></tr> </tbody> </table>		F'c (kg/cm2)	Relacion agua/cemento		Sin aire	Con aire	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	—
F'c (kg/cm2)	Relacion agua/cemento																																					
	Sin aire	Con aire																																				
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	—																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TMN Tamaño Máximo</th> <th colspan="2">Aire atrapado %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1/2"</td><td>12.5 mm</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.0 mm</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.0 mm</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>37.5 mm</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.0 mm</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>3"</td><td>75.0 mm</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>6"</td><td>150.0 mm</td><td>0.2</td></tr> </tbody> </table>	TMN Tamaño Máximo	Aire atrapado %		1/2"	12.5 mm	2.5	3/4"	19.0 mm	2.0	1"	25.0 mm	1.5	1 1/2"	37.5 mm	1.0	2"	50.0 mm	0.5	3"	75.0 mm	0.3	6"	150.0 mm	0.2	2.5 Calculo del contenido de cemento: La cantidad de cemento se va a calcular para a/c = 0.56 Cantidad de cemento = agua/ (a/c) = 205 lt/ 0.56 = 366.071 kg/m ³ o 8.613 bolsas/m ³ de cemento													
TMN Tamaño Máximo	Aire atrapado %																																					
1/2"	12.5 mm	2.5																																				
3/4"	19.0 mm	2.0																																				
1"	25.0 mm	1.5																																				
1 1/2"	37.5 mm	1.0																																				
2"	50.0 mm	0.5																																				
3"	75.0 mm	0.3																																				
6"	150.0 mm	0.2																																				
Dado a que se tiene el tamaño máximo nominal de 3/4 "el porcentaje de aire atrapado según la tabla será de 2%, el mismo que se empleará en el diseño.																																						

2.6 Cálculo del peso del agregado grueso:

teniendo como datos previos el módulo de finiza del agregado fino y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el cual nos permitirá obtener un coeficiente b/bo resultante de la división del peso seco de agregado grueso requerido por la unidad cubica en concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso expresado en kg/m³.

Modulo de finiza :	2.77
TMN Agregado grueso:	3/4"
Peso unitario compactado A. G.	1641.32245 (kg/m ³)

Calculó el valor de la relación b/bo:

$$(0.62 \text{ m}^3) \times (1641.322 \text{ kg/m}^3) = 1017.62 \text{ kg}$$

TMN Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulos de finiza del fino				
3/8"	9.5 mm	2.40	2.60	2.80	3.00
1/2"	12.5 mm	0.50	0.48	0.46	0.44
3/4"	19.0 mm	0.59	0.57	0.55	0.53
1"	25.0 mm	0.66	0.64	0.62	0.60
1 1/2"	37.5 mm	0.71	0.69	0.67	0.65
2"	50.0 mm	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	75.0 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
6"	150.0 mm	0.81	0.79	0.77	0.75
		0.87	0.85	0.83	0.81

2.7 Cálculo de volumen absoluto:

Considerando los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos:

Descripcion	Cantidad	Peso especifico	Unidad por m ³
Cemento	366.071 kg	3140 kg/m ³	0.117
Agua	205 lt	1000 lt/m ³	0.205
Aire	2%		0.02
Agregado grueso	1017.62 kg	2535 kg/m ³	0.401
Sumatoria de volúmenes			0.743

2.8 Cálculo del peso de agregado fino:

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por el peso sólido.

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agregado fino:} & 1 - 0.743 = 0.257 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del agregado fino seco:} & 0.257 \text{ m}^3 \times 2404 \text{ kg/m}^3 \\ & 617.828 \text{ kg} \end{aligned}$$

2.9 Presentacion de valores de diseño:

Las cantidades de materiales para ser empleadas como valores de diseño son las siguientes:

Descripcion	Cantidad	Unidad
Cemento	366.071	kg/m ³
Agua de diseño	205	lt/m ³
Agregado grueso seco	1017.62	kg/m ³
Agregado fino seco	617.828	kg/m ³

2.10 Corrección por humedad de los agregados:

Para hallar el calculo de la correccion de humedad de los agregados, se tomara en cuenta la siguiente ecuacion:

$$\text{Correccion} = \text{Peso seco} \times (\text{W} \% / 100) + 1$$

Donde:

W% = Porcentaje de contenido de humedad del agregado

$$\text{Agregado Fino} = 617.828 \text{ kg} \times (5.183/100+1) = 649.850 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1017.62 \text{ kg} \times (1.20/100+1) = 1029.831 \text{ kg}$$

2.11 Cálculo del aporte de agua de los agregados a la mezcla y agua efectiva:

Se realizara el calculo usando la siguiente ecuacion:

$$\text{Aporte de agua} = ((\text{W}\% - \text{abs} \%) \times \text{peso del agregado seco}) / 100$$

Donde:

W% = Porcentaje de contenido de humedad del agregado.

Abs% = Porcentaje de absorción del agregado.

$$\text{Agregado Fino} = ((5.18 - 3.16) \times 617.828) / 100 = + 12.462 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado Grueso} = ((1.20 - 1.89) \times 1017.62) / 100 = - 7.032 \text{ lt}$$

Por tanto, el agua efectiva viene a ser la diferencia entre el agua calculada y la diferencia del contenido de agua inicial, teniendo como resultado 220.573 lt.

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ lt} - (5.442) = 199.56 \text{ lt}$$

2.12 Proporciones corregidas de la mezcla del concreto:

Proporciones de diseño para 1 m³:

Descripcion	Und	Cantidad
Cemento	kg	365.071
Agua	lt	199.348
Agregado grueso humedo	kg	1027.098
Agregado fino humedo	kg	643.28

Proporciones de diseño para 1 bls de cemento:

Descripcion	Und	Cantidad
Cemento	bls	1
Agua	lt	23.18
Agregado grueso	kg	119.43
Agregado fino	kg	74.8



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
Y ENSAYO DE MATERIALES



INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PATRON (CP)	AUTOR	: DIANA CAXI & ABEL MAMANI
F' C	210 KG/CM2	ASESORA	: PERCY COTA MAYORGA
		FECHA	: Set-19

CONCRETO PATRON CON ADICION DE PET (CP- PET) EN REMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO 2%, 4% Y 6%

METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

PROPORCIONES DE CONCRETO PATRON

PROPORCIONES PARA 1 M3 DE CONCRETO:

Descripcion	Und	Cantidad
Cemento	kg	365.5
Agua	lt	199.348
Agregado grueso humedo	kg	1027.098
Agregado fino humedo	kg	643.28

PROPORCIONES PARA 1 BOLSA DE CEMENTO:

Descripcion	Und	Und	Cantidad
Cemento	kg	bls	1
Agua	lt	lt	23.18
Agregado grueso humedo	kg	kg	119.43
Agregado fino humedo	kg	kg	74.8

PROPORCIONES DE CONCRETO PATRON CON PET

PROPORCIONES PARA 1 M3 DE CONCRETO:

Descripcion	Und	PET respecto al A.F			PET respecto al A.G		
		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Pet	%	2%	4%	6%	2%	4%	6%
Cemento	kg	365.50	365.5	365.50	365.50	365.50	365.5
Agua	lt	199.35	199.348	199.35	199.35	199.35	199.35
Agregado grueso humedo	kg	1027.10	1027.1	1027.10	1006.56	986.01	965.47
Agregado fino humedo	kg	630.41	617.55	604.68	643.28	643.28	643.28
Pet	kg	12.87	25.73	38.60	20.54	41.08	61.63

Resumen de PET para 1 m3:

Descripcion	Und	PET respecto al A.F			PET respecto al A.G		
		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Pet	KG	12.866	25.731	38.600	20.54	41.08	61.63

PROPORCIONES PARA 1 BLS DE CONCRETO:

Descripcion	Und	PET respecto al A.F			PET respecto al A.G		
		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Pet	%	2%	4%	6%	2%	4%	6%
Cemento	bls	1	1	1	1	1	1
Agua	lt	23.18	23.18	23.18	23.18	23.18	23.18
Agregado grueso humedo	kg	119.43	119.43	119.43	117.04	114.65	112.26
Agregado fino humedo	kg	73.30	71.81	70.31	74.80	74.80	74.80
Pet	kg	1.50	2.99	4.49	2.39	4.78	7.17

Resumen de PET para 1 m3:

Descripcion	Und	PET respecto al A.F			PET respecto al A.G		
		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Pet	KG	1.500	2.990	4.490	2.39	4.78	7.17



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
Y ENSAYO DE MATERIALES



INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftaleno de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PATRON (CP)	AUTOR	: DIANA CAXI & ABEL MAMANI
F' C	210 KG/CM2	ASESORA	: PERCY COTA MAYORGA
		FECHA	: Set-19

CONCRETO PATRON CON ADICION DE PP (CP- PP) EN REMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO 0.5%, 1,0 y 1.5%

METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

PROPORCIONES DE CONCRETO PATRON

PROPORCIONES PARA 1 M3 DE CONCRETO:

Descripcion	Und	Cantidad
Cemento	kg	365.5
Agua	lt	199.348
Agregado grueso humedo	kg	1027.098
Agregado fino humedo	kg	643.28

PROPORCIONES PARA 1 BOLSA DE CEMENTO:

Descripcion	Und	Und	Cantidad
Cemento	kg	bls	1
Agua	lt	lt	23.18
Agregado grueso humedo	kg	kg	119.43
Agregado fino humedo	kg	kg	74.8

PROPORCIONES DE CONCRETO PATRON CON PP

PROPORCIONES PARA 1 M3 DE CONCRETO:

Descripcion	Und	PP respecto al A.F			PP respecto al A.G		
		0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
Pet	%	0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
Cemento	kg	365.500	365.500	365.500	365.50	365.50	365.50
Agua	lt	199.348	199.348	199.348	199.35	199.35	199.35
Agregado grueso humedo	kg	1027.098	1027.098	1027.098	1021.96	1016.83	1011.69
Agregado fino humedo	kg	640.064	636.847	633.631	643.28	643.28	643.28
Pet	kg	3.216	6.433	9.649	5.14	10.27	15.41

Resumen de PP para 1 m3:

Descripcion	Und	PP respecto al A.F			PP respecto al A.G		
		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Pet	KG	3.216	6.433	9.649	5.14	10.27	15.41

PROPORCIONES PARA 1 BLS DE CONCRETO:

Descripcion	Und	PP respecto al A.F			PP respecto al A.G		
		0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
Pet	%	0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
Cemento	bls	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Agua	lt	23.180	23.180	23.180	23.180	23.180	23.180
Agregado grueso humedo	kg	119.430	119.430	119.430	118.833	118.236	117.639
Agregado fino humedo	kg	74.426	74.052	73.678	74.800	74.800	74.800
Pet	kg	0.374	0.748	1.122	0.597	1.194	1.791

Resumen de PP para 1 m3:

Descripcion	Und	PP respecto al A.F			PP respecto al A.G		
		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Pet	KG	0.374	0.748	1.122	0.60	1.19	1.79



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
Y ENSAYO DE MATERIALES



INVESTIGACION	"Estudio comparativo de la influencia del tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos rígidos, elaborados con material de reciclaje"		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PATRON (CP)	AUTOR	: DIANA CAXI & ABEL MAMANI
F'c	210 KG/CM2	ASESORA	: PERCY COTA MAYORGA
		FECHA	: Set-19

CONCRETO PATRON CON ADICION DE PET - PP (CP- PET- PP) EN REMPLAZO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO 2%, 4%, 6% Y 0.5%, 1.0, 1.5%
 METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

PROPORCIONES DE CONCRETO PATRON

PROPORCIONES PARA 1 M3 DE CONCRETO:				PROPORCIONES PARA 1 BOLSA DE CEMENTO:			
Descripcion	Und	Cantidad		Descripcion	Und	Und	Cantidad
Cemento	kg	365.5		Cemento	kg	bls	1
Agua	lt	199.348		Agua	lt	lt	23.18
Agregado grueso humedo	kg	1027.098		Agregado grueso humedo	kg	kg	119.43
Agregado fino humedo	kg	643.28		Agregado fino humedo	kg	kg	74.8

PROPORCIONES DE CONCRETO PATRON CON PET- PP

PROPORCIONES PARA 1 M3 DE CONCRETO:

Descripcion	Und	Reemplazo al A. F			Reemplazo al A. G		
		%	2%	4%	6%	2%	4%
PET	%						
	kg	12.866	25.731	38.597	20.542	41.084	61.626
PP	%	0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
	kg	3.216	6.433	9.649	5.13549	10.271	15.40647
Cemento	kg	365.500	365.500	365.500	365.500	365.500	365.500
Agua	lt	199.348	199.348	199.348	199.348	199.348	199.348
Agregado grueso humedo	kg	1027.098	1027.098	1027.098	1001.421	975.743	950.066
Agregado fino humedo	kg	627.198	611.116	595.034	643.280	643.280	643.280

Resumen de PET- PP para 1 m3:

Descripcion	Und	PET respecto al A.F			PET respecto al A.G		
		%	2%	4%	6%	2%	4%
PET	KG	12.866	25.731	38.597	20.54	41.08	61.63
PP	KG	3.216	6.433	9.649	5.135	10.271	15.406

PROPORCIONES PARA 1 BLS DE CONCRETO:

Descripcion	Und	Reemplazo al A. F			Reemplazo al A. G		
		%	2%	4%	6%	2%	4%
PET	%						
	kg	1.496	2.244	4.488	2.389	3.583	7.166
PP	%	0.50%	1.00%	1.50%	0.50%	1.00%	1.50%
	kg	0.374	0.748	1.122	0.5972	1.194	1.192
Cemento	kg	1	1	1	1	1	1
Agua	lt	23.180	23.180	23.180	23.180	23.180	23.180
Agregado grueso humedo	kg	119.430	119.430	119.430	116.444	114.653	111.264
Agregado fino humedo	kg	72.930	71.808	69.190	74.800	74.800	74.800

Resumen de PET - PP para 1 m3:

Descripcion	Und	PET respecto al A.F			PET respecto al A.G		
		%	2%	4%	6%	2%	4%
PET	KG	1.496	2.244	4.488	2.39	3.58	7.17
PP	KG	0.374	0.748	1.122	0.597	1.194	1.192

Anexo C. Datos de los ensayos de compresión y flexión

C.1 Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días en Agregado Fino y Grueso

Tabla 69.

Resistencia a la compresión a los 7 días remplazo en el agregado fino

Muestra	Agregado fino %	% de PET	% de PP	Area (cm ²)	Lectura del Dial	Resistencia		% de resistencia	% Promedio Resistencia	Promedio (U)
						Rotura kg/cm ²	Diseño kg/m ²			
CP-0%-1	100%	—	—	86.7 6	12830	147.89	210	70.42		
CP-0%-2	100%	—	—	85.2 8	12270	143.89	210	68.52	70.23	147.48
CP-0%-3	100%	—	—	87.4 2	13170	150.66	210	71.74		
CP-PET-1	98%	2%	—	84.9 5	12950	152.44	210	72.59		
CP-PET-2	98%	2%	—	85.2 8	13500	158.31	210	75.39	73.09	153.50
CP-PET-3	98%	2%	—	87.4 2	13090	149.74	210	71.31		
CP-PET-1	96%	4%	—	88.2 5	12830	145.39	210	69.23		
CP-PET-2	96%	4%	—	83.8 1	13040	155.59	210	74.09	72.14	151.49
CP-PET-3	96%	4%	—	83.3 2	12790	153.50	210	73.09		
CP-PET-1	94%	6%	—	87.2 5	10990	125.96	210	59.98		
CP-PET-2	94%	6%	—	88.0 8	11010	125.00	210	59.52	59.52	124.99
CP-PET-3	94%	6%	—	86.7 6	10760	124.03	210	59.06		
CP-PP-1	99.50%	—	0.50 %	86.2 6	9650	111.87	210	53.27		
CP-PP-2	99.50%	—	0.50 %	86.5 9	9460	109.25	210	52.02	53.50	112.36
CP-PP-3	99.50%	—	0.50 %	86.7 6	10060	115.96	210	55.22		
CP-PP-1	99.00%	—	1.00 %	86.2 6	10490	121.61	210	57.91		
CP-PP-2	99.00%	—	1.00 %	86.5 9	10110	116.76	210	55.60	56.28	118.19
CP-PP-3	99.00%	—	1.00 %	86.9 2	10100	116.20	210	55.33		
CP-PP-1	98.50%	—	1.50 %	87.0 9	9780	112.30	210	53.48		
CP-PP-2	98.50%	—	1.50 %	86.5 9	10060	116.18	210	55.32	54.78	115.04
CP-PP-3	98.50%	—	1.50 %	86.5 9	10100	116.64	210	55.54		
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50 %	85.2 8	8910	104.48	210	49.75		
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50 %	83.9 7	8490	101.11	210	48.15	47.90	100.58
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50 %	84.1 3	8090	96.16	210	45.79		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00 %	85.7 7	8060	93.97	210	44.75	44.48	93.41
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00 %	83.9 7	7980	95.03	210	45.25		

CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	85.93	7840	91.24	210	43.45		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.76	7510	86.57	210	41.22		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.59	7090	81.88	210	38.99	39.14	82.19
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.26	6740	78.14	210	37.21		

Nota: CP-1= Concreto patrón;CP-PET-1= Concreto con adición de 2% pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 70.

Resistencia a la compresión a los 7 días remplazo en el agregado grueso

Muestra	Agregado grueso %	% de PET	% de PP	Área	Fuerza	Resistencia		% de resistencia	% Promedio Resistencia	% Promedio Rotura
						Rotura kg/cm ²	Diseño kg/m ²			
CP-PET-1	98%	2%	—	87.42	13030	149.06	210	70.98		
CP-PET-1	98%	2%	—	85.28	12800	150.10	210	71.48	70.53	148.11
CP-PET-1	98%	2%	—	83.97	12190	145.17	210	69.13		
CP-PET-2	96%	4%	—	86.43	11800	136.53	210	65.02		
CP-PET-2	96%	4%	—	86.76	12300	141.78	210	67.51	66.42	139.49
CP-PET-2	96%	4%	—	86.26	12090	140.16	210	66.74		
CP-PET-3	94%	6%	—	86.92	9740	112.06	210	53.36		
CP-PET-3	94%	6%	—	86.59	9710	112.14	210	53.40	54.45	114.34
CP-PET-3	94%	6%	—	86.76	10310	118.84	210	56.59		
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	86.92	10110	116.31	210	55.39		
CP-PP-1	99.00%	—	0.50%	86.59	9950	114.91	210	54.72	54.74	114.95
CP-PP-1	98.50%	—	0.50%	86.43	9820	113.62	210	54.11		
CP-PP-2	99.50%	—	1.00%	87.42	10200	116.68	210	55.56		
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	86.92	9900	113.78	210	54.18	56.43	118.51
CP-PP-2	98.50%	—	1.00%	86.59	10830	125.07	210	59.56		
CP-PP-3	99.50%	—	1.50%	86.59	10020	115.72	210	55.10		
CP-PP-3	99.00%	—	1.50%	87.09	9900	113.68	210	54.13	54.96	115.42
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	86.59	10120	116.87	210	55.65		

CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	86.59	10910	126.00	210	60.00		
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	86.43	10200	118.02	210	56.20	57.27	120.22
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	86.76	10120	116.65	210	55.55		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	86.76	9010	103.86	210	49.45		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	86.59	9410	108.67	210	51.75	50.20	105.42
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	86.76	9000	103.74	210	49.40		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.59	8600	99.32	210	47.29		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.26	7900	91.58	210	43.61	44.46	93.37
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	85.77	7650	89.19	210	42.47		

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 71.

Resistencia a la compresión a los 14 días remplazo en el agregado fino

Muestra	Agregado fino %	% de PET	% de PP	Area (cm ²)	Lectura del Dial	Resistencia		% de resistencia	% Promedio Resistencia	Promedio (U)
						Rotura kg/cm ²	Diseño kg/m ²			
CP-0%-1	100%	—	—	85.28	16571	194.32	210	194.32		
CP-0%-2	100%	—	—	83.97	16144	192.26	210	192.26	194.20	194.20
CP-0%-3	100%	—	—	85.28	16717	196.03	210	196.03		
CP-PET-1	98%	2%	—	85.28	16110	188.92	210	89.96		
CP-PET-2	98%	2%	—	83.97	15990	190.42	210	90.68	90.15	189.32
CP-PET-3	98%	2%	—	84.13	15870	188.63	210	89.82		
CP-PET-1	96%	4%	—	86.26	14320	166.01	210	79.05		
CP-PET-2	96%	4%	—	87.42	14110	161.41	210	76.86	78.22	164.26
CP-PET-3	96%	4%	—	85.93	14210	165.36	210	78.74		
CP-PET-1	94%	6%	—	84.79	12470	147.08	210	70.04		
CP-PET-2	94%	6%	—	85.77	11490	133.97	210	63.79	66.54	139.74
CP-PET-3	94%	6%	—	87.42	12080	138.19	210	65.80		
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	86.59	13460	155.44	210	74.02		
CP-PP-2	99.50%	—	0.50%	86.43	13110	151.69	210	72.23	72.25	151.72
CP-PP-3	99.50%	—	0.50%	87.09	12890	148.01	210	70.48		

CP-PP-1	99.00%	—	1.00 %	86.5 9	12680	146.44	210	69.73		
CP-PP-2	99.00%	—	1.00 %	86.7 6	12120	139.70	210	66.53	69.16	145.23
CP-PP-3	99.00%	—	1.00 %	86.2 6	12900	149.55	210	71.21		
CP-PP-1	98.50%	—	1.50 %	86.2 6	12800	148.39	210	70.66		
CP-PP-2	98.50%	—	1.50 %	85.7 7	12670	147.72	210	70.35	68.76	144.40
CP-PP-3	98.50%	—	1.50 %	86.5 9	11870	137.08	210	65.28		
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50 %	85.1 1	9000	105.74	210	50.35		
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50 %	86.5 9	8200	94.70	210	45.09	47.77	100.32
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50 %	86.2 6	8670	100.51	210	47.86		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00 %	86.7 6	8600	99.13	210	47.20		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00 %	86.1 0	8110	94.20	210	44.86	47.24	99.20
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00 %	86.5 9	9030	104.28	210	49.66		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50 %	86.5 9	6100	70.45	210	33.55		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50 %	86.7 6	5980	68.93	210	32.82	33.54	70.44
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50 %	86.5 9	6230	71.95	210	34.26		

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 72.

Resistencia a la compresión a los 14 días remplazo en el agregado grueso

Muestra	Agregado fino %	% de PET	% de PP	Área (cm ²)	Lectura del Dial	Resistencia		% de resistencia	% Promedio Resistencia	Promedio (U)
						Rotura kg/cm ²	Diseño kg/m ²			
CP-PET-1	98%	2%	—	85.9 3	14560	169.44	210	80.68		
CP-PET-1	98%	2%	—	86.7 6	14200	163.68	210	77.94	78.54	164.93
CP-PET-1	98%	2%	—	86.1 0	13920	161.68	210	76.99		
CP-PET-2	96%	4%	—	86.5 9	14310	165.26	210	78.70		
CP-PET-2	96%	4%	—	87.4 2	13980	159.92	210	76.15	77.18	162.08
CP-PET-2	96%	4%	—	86.9 2	14000	161.07	210	76.70		
CP-PET-3	94%	6%	—	86.4 3	11590	134.10	210	63.86	63.37	133.07
CP-PET-3	94%	6%	—	86.9 2	11900	136.91	210	65.19		

CP-PET-3	94%	6%	—	86.5	11100	128.19	210	61.04		
			0.50	87.0						
CP-PP-1	99.50%	—	—	87.0	12560	144.23	210	68.68		
			0.50	86.5						
CP-PP-1	99.50%	—	—	86.5	13010	150.25	210	71.55	69.91	146.82
			0.50	86.5						
CP-PP-1	99.50%	—	—	86.5	12640	145.97	210	69.51		
			1.00	86.2						
CP-PP-2	99.00%	—	—	86.2	13850	160.56	210	76.46		
			1.00	85.7						
CP-PP-2	99.00%	—	—	85.7	13640	159.03	210	75.73	72.61	152.47
			1.00	86.9						
CP-PP-2	98.00%	—	—	86.9	11980	137.83	210	65.63		
			1.50	85.7						
CP-PP-3	98.50%	—	—	85.7	13640	159.03	210	75.73		
			1.50	86.7						
CP-PP-3	98.50%	—	—	86.7	13890	160.11	210	76.24	74.72	156.90
			1.50	87.0						
CP-PP-3	98.50%	—	—	87.0	13200	151.57	210	72.18		
			0.50	86.5						
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	—	86.5	13600	157.06	210	74.79		
			0.50	86.2						
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	—	86.2	14200	164.62	210	78.38	78.03	163.85
			0.50	86.5						
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	—	86.5	14710	169.88	210	80.90		
			1.00	86.2						
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	—	86.2	9800	113.61	210	54.10		
			1.00	86.9						
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	—	86.9	10100	116.20	210	55.33	54.72	114.91
			1.00	86.5						
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	—	86.5	9950	114.91	210	54.72		
			1.50	86.5						
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	—	86.5	8030	92.74	210	44.16		
			1.50	86.9						
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	—	86.9	7800	89.74	210	42.73	44.34	93.11
			1.50	85.2						
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	—	85.2	8260	96.86	210	46.12		

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 73.

Resistencia a la compresión a los 28 días remplazo en el agregado fino

Muestra	Agregado fino %	% de PET	% de PP	Area (cm ²)	Lectura del Dial	Resistencia Rotura kg/cm ²	Resistencia Diseño kg/m ²	% de resistencia	% Promedio Resistencia	Promedio (U)
CP-0%-1	100%	—	—	87.41	19700	225.35	210	107.31		
				7		7				
CP-0%-2	100%	—	—	85.27	19960	234.06	210	111.46	112.60	236.46
				6		4				
CP-0%-3	100%	—	—	83.97	20990	249.96	210	119.03		
				2		6				
CP-PET-1	98%	2%	—	85.11	17300	203.26	210	96.79	96.25	202.12

CP-PET-2	98%	2%	—	86.59	17210	198.75	210	94.64		
CP-PET3	98%	2%	—	87.75	17930	204.33	210	97.30		
CP-PET1	96%	4%	—	86.26	15990	185.37	210	88.27		
CP-PET2	96%	4%	—	88.25	15120	171.34	210	81.59	84.38	177.20
CP-PET3	96%	4%	—	87.42	15290	174.91	210	83.29		
CP-PET1	94%	6%	—	86.26	12100	140.27	210	66.80		
CP-PET2	94%	6%	—	86.59	13120	151.52	210	72.15	67.02	140.75
CP-PET3	94%	6%	—	86.92	11340	130.46	210	62.13		
CP-PP1	99.50%	—	0.50%	86.59	16200	187.09	210	89.09		
CP-PP2	99.50%	—	0.50%	86.92	15910	183.04	210	87.16	88.21	185.23
CP-PP3	99.50%	—	0.50%	86.92	16130	185.57	210	88.37		
CP-PP1	99.00%	—	1.00%	86.92	15480	178.09	210	84.81		
CP-PP2	99.00%	—	1.00%	86.59	15900	183.62	210	87.44	85.26	179.04
CP-PP3	99.00%	—	1.00%	86.43	15160	175.41	210	83.53		
CP-PP1	98.50%	—	1.50%	86.92	13700	157.62	210	75.05		
CP-PP2	98.50%	—	1.50%	86.59	14340	165.61	210	78.86	76.99	161.67
CP-PP3	98.50%	—	1.50%	86.59	14010	161.80	210	77.05		
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	86.92	9540	109.76	210	52.26		
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	86.76	9160	105.58	210	50.28	51.18	107.48
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	84.79	9080	107.09	210	51.00		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	87.09	9100	104.49	210	49.76		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	86.59	8760	101.17	210	48.17	49.12	103.15
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	86.43	8970	103.79	210	49.42		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.43	7610	88.05	210	41.93		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.76	7590	87.49	210	41.66	42.18	88.58
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.59	7810	90.19	210	42.95		

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 74.
Resistencia a la compresión a los 28 días remplazo en el agregado grueso

Muestra	Agregado fino %	% de PET	% de PP	Area (cm ²)	Lectura del Dial	Resistencia		% de resistencia	% Promedio Resistencia	Promedio (U)
						Rotura kg/cm ²	Diseño kg/m ²			
CP-PET-1	98%	2%	—	86.59	18720	216.19	210	102.95		
CP-PET-1	98%	2%	—	87.09	17130	196.70	210	93.67	96.81	203.30
CP-PET-1	98%	2%	—	86.59	17060	197.02	210	93.82		
CP-PET-2	96%	4%	—	86.59	16320	188.47	210	89.75		
CP-PET-2	96%	4%	—	86.26	17100	198.24	210	94.40	92.77	194.82
CP-PET-2	96%	4%	—	85.77	16960	197.74	210	94.16		
CP-PET-3	94%	6%	—	86.59	12200	140.89	210	67.09		
CP-PET-3	94%	6%	—	87.09	11100	127.46	210	60.70	65.67	137.90
CP-PET-3	94%	6%	—	86.76	12610	145.35	210	69.21		
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	86.26	16900	195.92	210	93.29		
CP-PP-1	99.00%	—	0.50%	86.26	16100	186.64	210	88.88	92.42	194.08
CP-PP-1	98.50%	—	0.50%	86.59	17290	199.68	210	95.08		
CP-PP-2	99.50%	—	1.00%	86.59	17960	207.41	210	98.77		
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	86.76	18010	207.60	210	98.85	98.58	207.03
CP-PP-2	98.50%	—	1.00%	86.43	17810	206.07	210	98.13		
CP-PP-3	99.50%	—	1.50%	86.59	15260	176.23	210	83.92		
CP-PP-3	99.00%	—	1.50%	86.76	15010	173.02	210	82.39	83.81	176.00
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	86.43	15450	178.77	210	85.13		
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	86.76	15400	177.51	210	84.53		
CP-PET-PP-1	97.00%	2%	0.50%	86.59	16050	185.36	210	88.26	86.43	181.51
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	86.43	15700	181.66	210	66.50		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	86.43	11020	127.51	210	60.72		
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	87.09	10840	124.47	210	59.27	58.38	122.61
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	86.59	10030	115.83	210	55.16		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.59	8690	100.36	210	47.79		
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	85.93	8400	97.75	210	46.55	46.09	96.80
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	86.26	79.60	92.28	210	43.09		

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de

0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

C.2 Resistencia a la Flexión a los 7,14 y 28 días en Agregado Fino y Grueso Tabla 75.

Resistencia a la flexión a los 7 días remplazo en el agregado fino

Muestra	Agregado fino%	Material de reciclaje		Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Lectura en Dial (KN)	Resistencia		Promedio (kg/cm ²)
		% de PET	% de PP			Mpa	Kg/cm ²	
CP-0%-1	100%	–	–	210	17.55	2.62	26.69	
CP-0%-2	100%	–	–	210	18.40	2.76	28.17	27.88
CP-0%-3	100%	–	–	210	18.55	2.82	28.78	
CP-PET-1	98%	2%	–	210	29.28	4.67	47.64	
CP-PET-2	98%	2%	–	210	28.45	4.19	42.69	44.42
CP-PET-3	98%	2%	–	210	27.67	4.21	42.94	
CP-PET-1	96%	4%	–	210	41.14	6.22	63.42	
CP-PET-2	96%	4%	–	210	40.39	5.83	59.42	61.70
CP-PET-3	96%	4%	–	210	40.67	6.11	62.27	
CP-PET-1	94%	6%	–	210	58.84	8.83	90.08	
CP-PET-2	94%	6%	–	210	48.84	7.05	71.85	78.88
CP-PET-3	94%	6%	–	210	49.13	7.33	74.72	
CP-PP-1	99.50%	–	0.50%	210	44.49	6.55	66.77	
CP-PP-2	99.00%	–	1.00%	210	44.92	6.74	68.77	67.68
CP-PP-3	98.50%	–	1.50%	210	46.18	6.62	67.49	
CP-PP-1	99.50%	–	0.50%	210	47.93	7.20	73.38	
CP-PP-2	99.00%	–	1.00%	210	50.56	7.39	75.37	75.95
CP-PP-3	98.50%	–	1.50%	210	50.98	7.76	79.11	
CP-PP-1	99.50%	–	0.50%	210	45.05	6.76	68.97	
CP-PP-2	99.00%	–	1.00%	210	45.71	6.77	69.06	69.59
CP-PP-3	98.50%	–	1.50%	210	47.46	6.94	70.75	
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	210	31.22	4.72	48.12	
CP-PET-PP-2	97.50%	2%	0.50%	210	29.78	4.41	44.99	45.88
CP-PET-PP-3	97.50%	2%	0.50%	210	29.09	4.37	44.54	
CP-PET-PP-1	95.00%	4%	1.00%	210	34.22	5.00	51.01	
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	210	33.87	5.09	51.87	51.60
CP-PET-PP-3	95.00%	4%	1.00%	210	34.59	5.09	51.91	
CP-PET-PP-1	92.50%	6%	1.50%	210	29.04	4.39	44.77	
CP-PET-PP-2	92.50%	6%	1.50%	210	32.45	4.78	48.70	46.91
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	210	31.08	4.64	47.27	

CP-PET-1= Concreto con adición de 2% pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto

con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 76.

Resistencia a la flexión a los 7 días remplazo en el agregado grueso

Muestra	Agregado fino%	Material de reciclaje		Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Lectura en Dial (KN)	Resistencia		Promedio (kg/cm ²)
		% de PET	% de PP			Mpa	Kg/cm ²	
CP-PET-1	98%	2%	—	210	37.28	5.56	56.70	
CP-PET-2	98%	2%	—	210	35.65	5.35	54.59	54.78
CP-PET-3	98%	2%	—	210	34.65	5.20	53.05	
CP-PET-1	96%	4%	—	210	40.55	6.17	62.92	
CP-PET-2	96%	4%	—	210	42.34	6.11	62.29	62.54
CP-PET-3	96%	4%	—	210	40.76	6.12	62.40	
CP-PET-1	94%	6%	—	210	47.39	7.16	73.04	
CP-PET-2	94%	6%	—	210	45.78	6.56	66.90	69.30
CP-PET-3	94%	6%	—	210	45.29	6.67	67.96	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	45.30	6.85	69.82	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	44.55	6.69	68.21	67.23
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	42.41	6.24	63.65	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	41.35	6.38	65.03	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	43.89	6.46	65.87	64.36
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	40.61	6.10	62.17	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	53.05	7.86	80.14	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	55.69	8.09	82.48	80.53
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	51.23	7.74	78.96	
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	210	29.48	4.46	45.44	
CP-PET-PP-2	97.50%	2%	0.50%	210	30.15	4.44	45.24	47.07
CP-PET-PP-3	97.50%	2%	0.50%	210	32.55	4.95	50.53	
CP-PET-PP-1	95.00%	4%	1.00%	210	45.55	6.79	69.28	
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	210	48.23	7.10	72.38	71.54
CP-PET-PP-3	95.00%	4%	1.00%	210	47.66	7.16	72.97	
CP-PET-PP-1	92.50%	6%	1.50%	210	31.98	4.90	49.97	
CP-PET-PP-2	92.50%	6%	1.50%	210	29.80	4.42	45.02	47.54
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	210	31.11	4.67	47.63	

CP-PET-1= Concreto con adición de 2% pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 77.

Resistencia a la flexión a los 14 días remplazo en el agregado fino

Muestra	Agregado fino%	Material de reciclaje		Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Lectura en Dial (KN)	Resistencia		Promedio (kg/cm ²)
		% de PET	% de PP			Mpa	Kg/cm ²	
CP-0%-1	100%	—	—	210	20.45	3.05	31.10	
CP-0%-2	100%	—	—	210	21.15	3.07	31.32	31.01
CP-0%-3	100%	—	—	210	19.86	3.00	30.61	
CP-PET-1	98%	2%	—	210	39.34	5.64	57.49	
CP-PET-2	98%	2%	—	210	39.69	5.92	60.36	59.91
CP-PET-3	98%	2%	—	210	40.41	6.07	61.87	
CP-PET-1	96%	4%	—	210	45.34	6.59	67.15	
CP-PET-2	96%	4%	—	210	46.75	6.97	71.10	68.49
CP-PET-3	96%	4%	—	210	45.39	6.59	67.22	
CP-PET-1	94%	6%	—	210	55.47	8.38	85.50	
CP-PET-2	94%	6%	—	210	56.10	8.37	85.32	85.41
CP-PET-3	94%	6%	—	210	55.05	8.38	85.43	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	50.34	7.51	76.56	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	51.39	7.51	76.61	77.09
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	51.01	7.66	78.10	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	53.45	7.97	81.29	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	53.00	8.01	81.69	81.43
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	54.19	7.98	81.33	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	45.04	6.63	67.59	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	43.10	6.22	63.41	66.56
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	44.56	6.74	68.69	
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	210	35.81	5.27	53.74	
CP-PET-PP-2	97.50%	2%	0.50%	210	35.00	5.22	53.23	53.53
CP-PET-PP-3	97.50%	2%	0.50%	210	36.20	5.26	53.61	
CP-PET-PP-1	95.00%	4%	1.00%	210	38.66	5.77	58.80	
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	210	38.02	5.45	55.56	57.61

CP-PET-PP-3	95.00%	4%	1.00%	210	38.44	5.7	3	58.46	
CP-PET-PP-1	92.50%	6%	1.50%	210	37.47	5.5	9	56.99	
CP-PET-PP-2	92.50%	6%	1.50%	210	37.00	5.5	2	56.27	57.25
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	210	38.21	5.7	4	58.50	

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 78.

Resistencia a la flexión a los 14 días remplazo en el agregado grueso

Muestra	Agregado fino%	Material de reciclaje		Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Lectura en Dial (KN)	Resistencia		Promedio (kg/cm ²)	
		% de PET	% de PP			Mpa	Kg/cm ²		
CP-PET-1	98%	2%	—	210	46.34	6.9	1	70.47	
CP-PET-2	98%	2%	—	210	43.12	6.4	3	65.58	68.41
CP-PET-3	98%	2%	—	210	44.89	6.7	9	69.19	
CP-PET-1	96%	4%	—	210	47.90	6.9	6	70.94	
CP-PET-2	96%	4%	—	210	50.34	7.4	1	75.54	73.25
CP-PET-3	96%	4%	—	210	49.46	7.1	8	73.25	
CP-PET-1	94%	6%	—	210	52.45	7.9	3	80.84	
CP-PET-2	94%	6%	—	210	55.12	8.2	2	83.83	81.93
CP-PET-3	94%	6%	—	210	53.69	7.9	5	81.11	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	51.33	7.5	6	77.06	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	50.55	7.4	9	76.36	77.98
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	51.90	7.9	0	80.53	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	53.24	7.7	3	78.85	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	51.87	7.5	3	76.81	78.37
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	51.54	7.7	9	79.45	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	53.45	7.9	2	80.76	79.17
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	52.71	7.6	6	78.06	

CP-PP-3	98.50%	–	1.50%	210	52.80	2	78.71	
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	210	46.44	9	69.23	
CP-PET-PP-2	97.50%	2%	0.50%	210	44.28	6	66.90	68.86
CP-PET-PP-3	97.50%	2%	0.50%	210	46.01	1	70.44	
CP-PET-PP-1	95.00%	4%	1.00%	210	52.44	3	80.83	
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	210	51.95	4	76.93	78.93
CP-PET-PP-3	95.00%	4%	1.00%	210	53.02	5	79.04	
CP-PET-PP-1	92.50%	6%	1.50%	210	35.31	6	52.64	
CP-PET-PP-2	92.50%	6%	1.50%	210	33.54	4	50.33	51.79
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	210	33.76	4	52.39	

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 79.

Resistencia a la flexión a los 28 días remplazo en el agregado fino

Muestra	Agregado fino%	Material de reciclaje		Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Lectura en Dial (KN)	Resistencia		Promedio (kg/cm ²)
		% de PET	% de PP			Mpa	Kg/cm ²	
CP-0%-1	100%	–	–	210	25.90	3.7	38.10	
CP-0%-2	100%	–	–	210	25.75	3.9	39.96	38.85
CP-0%-3	100%	–	–	210	26.34	3.7	38.49	
CP-PET-1	98%	2%	–	210	44.24	6.7	68.65	
CP-PET-2	98%	2%	–	210	42.71	6.3	64.96	65.41
CP-PET-3	98%	2%	–	210	42.30	6.1	62.64	
CP-PET-1	96%	4%	–	210	61.14	9.1	93.61	
CP-PET-2	96%	4%	–	210	63.35	9.2	93.81	93.26
CP-PET-3	96%	4%	–	210	62.78	9.0	92.36	
CP-PET-1	94%	6%	–	210	52.30	7.8	79.54	75.27
CP-PET-2	94%	6%	–	210	50.55	7.4	75.86	

CP-PET-3	94%	6%	—	210	46.29	6.9 0	70.40	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	60.24	9.1 1	92.85	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	60.97	9.0 9	92.73	91.42
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	59.09	8.7 0	88.68	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	57.89	8.8 7	90.43	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	57.35	8.5 5	87.22	87.91
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	58.50	8.4 4	86.06	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	40.45	5.8 7	59.90	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	40.11	5.9 8	61.00	59.72
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	39.60	5.7 1	58.26	
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	210	42.23	6.3 4	64.67	
CP-PET-PP-2	97.50%	2%	0.50%	210	43.01	6.5 4	66.74	64.98
CP-PET-PP-3	97.50%	2%	0.50%	210	42.90	6.2 3	63.53	
CP-PET-PP-1	95.00%	4%	1.00%	210	43.55	6.2 4	63.65	
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	210	47.31	7.1 0	72.43	67.86
CP-PET-PP-3	95.00%	4%	1.00%	210	45.58	6.6 2	67.50	
CP-PET-PP-1	92.50%	6%	1.50%	210	41.29	6.0 8	61.98	
CP-PET-PP-2	92.50%	6%	1.50%	210	48.36	7.2 1	73.55	66.70
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	210	42.45	6.3 3	64.56	

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Tabla 80.

Resistencia a la flexión a los 28 días remplazo en el agregado grueso

Muestra	Agregado fino%	Material de reciclaje		Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Lectura en Dial (KN)	Resistencia		Promedio (kg/cm ²)
		% de PET	% de PP			Mpa	Kg/cm ²	
CP-PET-1	98%	2%	—	210	57.87	8.5 2	86.84	83.21
CP-PET-2	98%	2%	—	210	53.32	7.9 5	81.09	

CP-PET-3	98%	2%	—	210	55.53	8.0 1	81.69	
CP-PET-1	96%	4%	—	210	60.34	8.9 4	91.17	
CP-PET-2	96%	4%	—	210	62.45	9.1 3	93.10	91.98
CP-PET-3	96%	4%	—	210	62.32	8.9 9	91.68	
CP-PET-1	94%	6%	—	210	48.89	7.2 9	74.36	
CP-PET-2	94%	6%	—	210	47.58	6.8 2	69.54	71.04
CP-PET-3	94%	6%	—	210	45.52	6.7 9	69.23	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	56.40	8.2 5	84.10	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	58.77	8.7 7	89.38	86.38
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	55.95	8.4 0	85.66	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	56.45	8.3 1	84.72	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	53.96	8.0 0	81.53	80.80
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	51.77	7.4 7	76.16	
CP-PP-1	99.50%	—	0.50%	210	46.89	7.0 9	72.27	
CP-PP-2	99.00%	—	1.00%	210	46.23	6.8 0	69.38	71.43
CP-PP-3	98.50%	—	1.50%	210	47.44	7.1 2	72.63	
CP-PET-PP-1	97.50%	2%	0.50%	210	58.90	8.5 5	87.22	
CP-PET-PP-2	97.50%	2%	0.50%	210	59.19	8.7 1	88.83	89.12
CP-PET-PP-3	97.50%	2%	0.50%	210	59.24	8.9 6	91.32	
CP-PET-PP-1	95.00%	4%	1.00%	210	59.79	8.6 8	88.54	
CP-PET-PP-2	95.00%	4%	1.00%	210	62.18	9.4 0	95.84	92.92
CP-PET-PP-3	95.00%	4%	1.00%	210	62.48	9.2 6	94.39	
CP-PET-PP-1	92.50%	6%	1.50%	210	40.41	5.7 9	59.06	
CP-PET-PP-2	92.50%	6%	1.50%	210	40.05	5.9 7	60.91	59.79
CP-PET-PP-3	92.50%	6%	1.50%	210	38.80	5.8 3	59.40	

Nota: CP-PET-1= Concreto con adición de 2%pet; CP-PET-2= Concreto con adición de 4%pet; CP-PET-3= Concreto con adición de 6%pet; CP-PP-1= Concreto con adición de 0.5% pp; CP-PP-2= Concreto con adición de 1.0% pp; CP-PP-3= Concreto con adición de 1.5% pp; CP-PET-PP-1= Concreto con adición de 2%pet y 0.5%pp; CP-PET-PP-2= Concreto con adición de 4%pet y 1.0%pp; CP-PET-PP-3= Concreto con adición de 6%pet y 1.5%pp; Elaboración: Fuente propia

Anexo D. resultados de ensayos de laboratorio

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TEREFALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS

Tesis: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TEREFALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS

Muestra: TESTIGOS DE CONCRETO A FLEXION

Solicitante: Abel Gian Carlos Niameñi Sulica, Diana Estefanny Caxi Paredes

TECN. RESPONS.: PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS.: ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

DESCRIPCION	"nd"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	ANCHO	ALTURA	LUZ DE LA VIGA	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA	
								KN	kg	Mpa	Kg/cm2
CP-0%-1	control	12/05/2020	19/05/2020	7	14.90	15.00	50.00	17.55	1789.57	2.617	26.690
CP-0%-2	control	12/05/2020	19/05/2020	7	15.00	14.90	50.00	18.40	1876.25	2.763	28.171
CP-0%-3	control	12/05/2020	19/05/2020	7	14.80	14.90	50.00	18.55	1881.54	2.823	28.784
CP-0%-1	control	12/05/2020	26/05/2020	14	15.10	14.90	50.00	20.45	2085.29	3.050	31.102
CP-0%-2	control	12/05/2020	26/05/2020	14	15.10	15.10	50.00	21.15	2156.67	3.071	31.320
CP-0%-3	control	12/05/2020	26/05/2020	14	15.10	14.80	50.00	19.85	2025.12	3.002	30.614
CP-0%-1	control	12/05/2020	09/06/2020	28	15.20	15.10	50.00	25.90	2641.02	3.737	38.102
CP-0%-2	control	12/05/2020	09/06/2020	28	14.80	14.90	50.00	25.75	2625.73	3.918	39.956
CP-0%-3	control	12/05/2020	09/06/2020	28	15.10	15.20	50.00	26.34	2685.89	3.775	38.494


GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Cimentaciones y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR 91732

TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO | ETAPA - JULIACA



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERETALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS

Tesis: **TESTIGOS DE CONCRETO A FLEXION**

Muestra: Abel Gian Carlos Mamani Sulica, Diana Esterfanny Caxi Paredes

Solicitante: TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	BASE	ALTURA	LUZ DE LA VIGA	LECTURA DEL DIAL	MODULO DE ROTURA		
							KN	Kg	Mpa		
CP-PET-2%-1	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	14,50	14,70	50,00	29,28	2985,68	4,672	47,644
CP-PET-2%-2	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	15,10	15,00	50,00	28,45	2901,05	4,187	42,694
CP-PET-2%-3	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	14,80	14,90	50,00	27,67	2821,51	4,211	42,936
CP-PET-2%-1	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	15,10	15,20	50,00	39,34	4011,50	5,638	57,493
CP-PET-2%-2	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	14,90	15,00	50,00	39,69	4047,19	5,919	60,361
CP-PET-2%-3	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	15,00	14,90	50,00	40,41	4120,61	6,067	61,968
CP-PET-2%-1	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	14,80	14,90	50,00	44,24	4511,15	6,732	68,647
CP-PET-2%-2	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	15,10	14,90	50,00	42,71	4355,14	6,370	64,956
CP-PET-2%-3	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	15,10	15,10	50,00	42,30	4313,33	6,143	62,640
CP-PET-4%-1	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	15,10	14,80	50,00	41,14	4195,05	6,219	63,417
CP-PET-4%-2	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	15,00	14,90	50,00	40,39	4118,57	5,827	59,418
CP-PET-4%-3	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	15,00	14,90	50,00	40,67	4147,12	6,106	62,266
CP-PET-4%-1	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	14,90	15,20	50,00	45,34	4623,32	6,585	67,151
CP-PET-4%-2	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	14,90	15,00	50,00	46,75	4767,10	6,972	71,098
CP-PET-4%-3	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	14,90	15,00	50,00	46,39	4628,42	6,593	67,225
CP-PET-4%-1	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	15,00	14,90	50,00	61,14	6234,45	9,180	93,606
CP-PET-4%-2	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	15,10	15,10	50,00	63,35	6459,80	9,200	93,812
CP-PET-4%-3	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	15,20	15,10	50,00	62,78	6401,68	9,057	92,356
CP-PET-6%-1	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	15,00	14,90	50,00	58,84	5999,91	8,834	90,085
CP-PET-6%-2	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	15,20	15,10	50,00	48,84	4980,21	7,046	71,849
CP-PET-6%-3	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	14,90	15,00	50,00	49,13	5009,79	7,327	74,717
CP-PET-6%-1	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	15,10	14,90	50,00	55,47	5656,28	8,384	85,495
CP-PET-6%-2	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	15,00	14,90	50,00	56,10	5720,52	8,367	85,321
CP-PET-6%-3	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	15,00	14,80	50,00	55,05	5613,45	8,377	85,425
CP-PET-6%-1	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	15,10	14,90	50,00	52,30	5333,03	7,800	79,542
CP-PET-6%-2	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	15,10	15,00	50,00	50,55	5154,58	7,439	75,858
CP-PET-6%-3	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	14,90	15,00	50,00	46,29	4720,19	6,904	70,398

TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO | ETAPA - JULIACA

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Edificación, Bases y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
R.O. CIP: 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERETALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS

Tesis: **TESTIGOS DE CONCRETO A FLEXION**

Muestra: Abel Gian Carlos Mamani Sulica, Diana Esterfanny Caxi Paredes

Solicitante: TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	BASE	ALTURA	LUZ DE LA VIGA	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA	
								KN	Kg		
CP-PET-2%-1	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	14,50	14,70	50,00	29,28	2985,68	4,672	47,644
CP-PET-2%-2	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	15,10	15,00	50,00	28,45	2901,05	4,187	42,694
CP-PET-2%-3	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	14,80	14,90	50,00	27,67	2821,51	4,211	42,936
CP-PET-2%-1	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	15,10	15,20	50,00	39,34	4011,50	5,638	57,493
CP-PET-2%-2	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	14,90	15,00	50,00	39,69	4047,19	5,919	60,361
CP-PET-2%-3	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	15,00	14,90	50,00	40,41	4120,61	6,067	61,968
CP-PET-2%-1	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	14,80	14,90	50,00	44,24	4511,15	6,732	68,647
CP-PET-2%-2	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	15,10	14,90	50,00	42,71	4355,14	6,370	64,956
CP-PET-2%-3	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	15,10	15,10	50,00	42,30	4313,33	6,143	62,640
CP-PET-4%-1	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	15,10	14,80	50,00	41,14	4195,05	6,219	63,417
CP-PET-4%-2	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	15,00	14,90	50,00	40,39	4118,57	5,827	59,418
CP-PET-4%-3	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	15,00	14,90	50,00	40,67	4147,12	6,106	62,266
CP-PET-4%-1	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	14,90	15,20	50,00	45,34	4623,32	6,585	67,151
CP-PET-4%-2	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	14,90	15,00	50,00	46,75	4767,10	6,972	71,098
CP-PET-4%-3	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	14,90	15,00	50,00	46,39	4628,42	6,593	67,225
CP-PET-4%-1	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	15,00	14,90	50,00	61,14	6234,45	9,180	93,606
CP-PET-4%-2	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	15,10	15,10	50,00	63,35	6459,80	9,200	93,812
CP-PET-4%-3	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	15,20	15,10	50,00	62,78	6401,68	9,057	92,356
CP-PET-6%-1	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	15,00	14,90	50,00	58,84	5999,91	8,834	90,085
CP-PET-6%-2	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	15,20	15,10	50,00	48,84	4980,21	7,046	71,849
CP-PET-6%-3	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	14,90	15,00	50,00	49,13	5009,79	7,327	74,717
CP-PET-6%-1	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	14,90	14,90	50,00	55,47	5656,28	8,384	85,495
CP-PET-6%-2	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	15,10	14,90	50,00	56,10	5720,52	8,367	85,321
CP-PET-6%-3	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	15,00	14,80	50,00	55,05	5613,45	8,377	85,425
CP-PET-6%-1	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	15,10	14,90	50,00	52,30	5333,03	7,800	79,542
CP-PET-6%-2	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	15,10	15,00	50,00	50,55	5154,58	7,439	75,858
CP-PET-6%-3	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	14,90	15,00	50,00	46,29	4720,19	6,904	70,398

TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO | ETAPA - JULIACA

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Edificación, Bases y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
R.O. CIP: 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERRETIPLANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

TECN. RESPONS. :
ING. RESPONS. :

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	BASE	ALTURA	LUZ DE LA VIGA	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA	
								KN	Kg		Mpa
CP-PP-0.5%-1	A.F	23/06/2020	30/06/2020	7	14,90	15,10	50,00	44,49	4536,65	6,548	66,767
CP-PP-0.5%-2	A.F	23/06/2020	30/06/2020	7	15,00	14,90	50,00	44,92	4580,49	6,744	68,773
CP-PP-0.5%-3	A.F	23/06/2020	30/06/2020	7	15,10	15,20	50,00	46,18	4708,97	6,619	67,489
CP-PP-0.5%-1	A.F	23/06/2020	07/07/2020	14	14,90	15,00	50,00	50,34	5133,17	7,508	76,557
CP-PP-0.5%-2	A.F	23/06/2020	07/07/2020	14	15,20	15,00	50,00	51,39	5240,24	7,513	76,612
CP-PP-0.5%-3	A.F	23/06/2020	07/07/2020	14	15,00	14,90	50,00	51,01	5203,49	7,659	78,097
CP-PP-0.5%-1	A.F	23/06/2020	21/07/2020	28	14,90	14,90	50,00	60,24	6142,67	9,105	92,847
CP-PP-0.5%-2	A.F	23/06/2020	21/07/2020	28	15,10	14,90	50,00	60,97	6217,11	9,094	92,728
CP-PP-0.5%-3	A.F	23/06/2020	21/07/2020	28	14,90	15,10	50,00	59,09	6025,41	8,696	88,678
CP-PP-1.00%-1	A.F	26/06/2020	03/07/2020	7	14,80	15,00	50,00	47,93	4887,42	7,197	73,385
CP-PP-1.00%-2	A.F	26/06/2020	03/07/2020	7	15,20	15,00	50,00	50,56	5155,60	7,392	75,374
CP-PP-1.00%-3	A.F	26/06/2020	03/07/2020	7	14,80	14,90	50,00	50,98	5198,43	7,758	79,106
CP-PP-1.00%-1	A.F	26/06/2020	10/07/2020	14	14,90	15,00	50,00	53,45	5450,30	7,972	81,287
CP-PP-1.00%-2	A.F	26/06/2020	10/07/2020	14	14,90	14,90	50,00	53,00	5404,41	8,011	81,688
CP-PP-1.00%-3	A.F	26/06/2020	10/07/2020	14	14,90	15,10	50,00	54,19	5525,75	7,975	81,325
CP-PP-1.50%-1	A.F	26/06/2020	24/07/2020	28	14,90	14,80	50,00	57,89	5903,04	8,869	90,435
CP-PP-1.50%-2	A.F	26/06/2020	24/07/2020	28	15,10	14,90	50,00	57,35	5847,98	8,554	87,222
CP-PP-1.50%-3	A.F	26/06/2020	24/07/2020	28	15,20	15,10	50,00	58,50	5965,25	8,440	86,060
CP-PP-1.50%-1	A.F	30/06/2020	07/07/2020	7	15,00	14,90	50,00	45,05	4593,75	6,764	68,972
CP-PP-1.50%-2	A.F	30/06/2020	07/07/2020	7	15,20	14,90	50,00	45,71	4661,05	6,773	69,062
CP-PP-1.50%-3	A.F	30/06/2020	07/07/2020	7	15,00	15,10	50,00	47,46	4839,50	6,938	70,750
CP-PP-1.50%-1	A.F	30/06/2020	14/07/2020	14	14,90	15,10	50,00	45,04	4592,73	6,629	67,593
CP-PP-1.50%-2	A.F	30/06/2020	14/07/2020	14	15,00	15,20	50,00	43,10	4394,91	6,218	63,408
CP-PP-1.50%-3	A.F	30/06/2020	14/07/2020	14	15,10	14,80	50,00	44,56	4543,78	6,736	68,689
CP-PP-1.50%-1	A.F	30/06/2020	28/07/2020	28	15,10	15,10	50,00	40,45	4124,69	5,874	59,900
CP-PP-1.50%-2	A.F	30/06/2020	28/07/2020	28	15,10	14,90	50,00	40,11	4060,02	5,982	61,002
CP-PP-1.50%-3	A.F	30/06/2020	28/07/2020	28	15,00	15,20	50,00	39,60	4038,01	5,713	58,258

TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Edificación, Mecánica de Suelos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
R.O.C. CIP 181732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERIA - CONSULTARIA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERETALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS

Tesis: RIGIDOS

Muestra: TESTIGOS DE CONCRETO A FLEXION

Solicitante: Abel Gian Carlos Marmani Sulca, Diana Estefanny Caxi Paredes

TECN. RESPONS.: PERSONAL LABORATORIO

ING. RESPONS.: ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	BASE	ALTURA	LUZ DE LA VIGA	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA	
								KN	Kg		Mpa
CP-PP-0.5%-1	A.G	03/08/2020	10/08/2020	7	14,90	14,90	50,00	45,30	4619,24	6,847	69,820
CP-PP-0.5%-2	A.G	03/08/2020	10/08/2020	7	14,80	15,00	50,00	44,55	4542,76	6,689	68,210
CP-PP-0.5%-3	A.G	03/08/2020	10/08/2020	7	14,90	15,10	50,00	42,41	4324,55	6,242	63,646
CP-PP-0.5%-1	A.G	03/08/2020	17/08/2020	14	14,70	15,20	50,00	51,33	5234,12	7,557	77,056
CP-PP-0.5%-2	A.G	03/08/2020	17/08/2020	14	15,00	15,00	50,00	50,55	5154,58	7,489	76,364
CP-PP-0.5%-3	A.G	03/08/2020	17/08/2020	14	14,80	14,90	50,00	51,90	5292,24	7,898	80,533
CP-PP-0.5%-1	A.G	03/08/2020	31/08/2020	28	14,80	15,20	50,00	56,40	5751,11	8,247	84,095
CP-PP-0.5%-2	A.G	03/08/2020	31/08/2020	28	14,90	15,00	50,00	58,77	5992,78	8,765	89,378
CP-PP-0.5%-3	A.G	03/08/2020	31/08/2020	28	15,00	14,90	50,00	55,95	5705,22	8,401	85,660
CP-PP-1.00%-1	A.G	06/08/2020	13/08/2020	7	14,80	14,80	50,00	41,35	4216,46	6,378	65,033
CP-PP-1.00%-2	A.G	06/08/2020	13/08/2020	7	14,90	15,10	50,00	43,89	4475,46	6,459	65,867
CP-PP-1.00%-3	A.G	06/08/2020	13/08/2020	7	15,00	14,90	50,00	40,61	4141,00	6,097	62,174
CP-PP-1.00%-1	A.G	06/08/2020	20/08/2020	14	14,90	15,20	50,00	53,24	5428,88	7,733	78,851
CP-PP-1.00%-2	A.G	06/08/2020	20/08/2020	14	15,10	15,10	50,00	51,87	5289,18	7,533	76,812
CP-PP-1.00%-3	A.G	06/08/2020	20/08/2020	14	15,10	14,80	50,00	51,54	5255,53	7,791	79,449
CP-PP-1.00%-1	A.G	06/08/2020	03/09/2020	28	14,90	15,10	50,00	56,45	5756,21	8,308	84,716
CP-PP-1.00%-2	A.G	06/08/2020	03/09/2020	28	15,20	14,90	50,00	53,96	5502,30	7,995	81,526
CP-PP-1.00%-3	A.G	06/08/2020	03/09/2020	28	15,00	15,20	50,00	51,77	5278,99	7,469	76,163
CP-PP-1.50%-1	A.G	09/08/2020	16/08/2020	7	15,00	15,00	50,00	53,05	5409,51	7,859	80,141
CP-PP-1.50%-2	A.G	09/08/2020	16/08/2020	7	14,90	15,20	50,00	55,69	5678,71	8,089	82,480
CP-PP-1.50%-3	A.G	09/08/2020	16/08/2020	7	14,90	14,90	50,00	51,23	5223,92	7,743	78,960
CP-PP-1.50%-1	A.G	09/08/2020	23/08/2020	14	14,80	15,10	50,00	53,45	5450,30	7,920	80,756
CP-PP-1.50%-2	A.G	09/08/2020	23/08/2020	14	15,10	15,10	50,00	52,71	5374,84	7,655	78,056
CP-PP-1.50%-3	A.G	09/08/2020	23/08/2020	14	15,00	15,10	50,00	52,80	5384,02	7,719	78,710
CP-PP-1.50%-1	A.G	09/08/2020	06/09/2020	28	14,90	14,90	50,00	46,89	4781,37	7,087	72,271
CP-PP-1.50%-2	A.G	09/08/2020	06/09/2020	28	15,10	15,00	50,00	46,23	4714,07	6,804	69,376
CP-PP-1.50%-3	A.G	09/08/2020	06/09/2020	28	14,80	15,00	50,00	47,44	4837,46	7,123	72,634

GEOTECNIA PUNO EIRL
 Ingeniería de Pavimentos, Energía y Obras de Infraestructura

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 R.O.C. CIV 81792



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN-PROYECTOS DE INGENIERIA

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERREPLANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACION EN PAVIMENTOS

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

Muestras: TESTIGOS DE CONCRETO A FLESION
Supleniente: Abel Gian Carlos Mamani Sulica, Diana Estefanny Caci Paredes

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	BASE	ALTURA	LUZ DE LA VIGA	LECTURA DEL DIAL		MODULO DE ROTURA	
								MM	Kg	Mpa	Kg/cm2
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	05/07/2020	10/07/2020	7	14.90	14.90	50.00	31.22	5185.50	4.719	48.119
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	03/07/2020	10/07/2020	7	15.00	15.00	50.00	29.78	5035.67	4.412	44.888
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	03/07/2020	10/07/2020	7	14.80	15.00	50.00	29.09	5066.31	4.388	44.539
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	05/07/2020	17/07/2020	14	15.10	15.00	50.00	35.81	5651.55	5.270	53.739
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	05/07/2020	17/07/2020	14	15.10	14.90	50.00	35.00	5566.95	5.257	53.231
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	05/07/2020	17/07/2020	14	15.20	14.80	50.00	36.20	5894.31	5.257	53.697
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	03/07/2020	31/07/2020	28	15.00	14.90	50.00	42.23	6306.19	6.342	64.669
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	03/07/2020	31/07/2020	28	14.80	14.90	50.00	43.01	6385.73	6.545	66.739
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	03/07/2020	31/07/2020	28	15.00	15.10	50.00	42.90	6374.51	6.230	63.529
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	07/07/2020	14/07/2020	7	15.00	14.80	50.00	33.87	3453.72	5.086	51.867
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	07/07/2020	14/07/2020	7	14.90	15.10	50.00	34.59	3527.14	5.091	51.910
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	07/07/2020	14/07/2020	14	15.10	15.20	50.00	38.66	3942.16	5.166	58.797
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	07/07/2020	21/07/2020	14	14.90	15.00	50.00	38.02	3876.90	5.449	55.564
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	07/07/2020	21/07/2020	14	15.10	15.20	50.00	43.55	4440.73	5.733	58.460
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	07/07/2020	21/07/2020	28	15.10	15.10	50.00	47.31	4824.20	6.242	63.645
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	07/07/2020	04/08/2020	28	15.10	14.80	50.00	45.58	4641.79	6.619	67.697
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	07/07/2020	04/08/2020	28	15.10	14.80	50.00	29.04	2961.21	4.300	44.765
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	07/07/2020	04/08/2020	28	15.10	14.90	50.00	32.45	3306.93	4.776	48.699
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	10/07/2020	17/07/2020	7	14.90	14.90	50.00	31.08	5169.23	4.696	47.669
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.F	10/07/2020	17/07/2020	7	14.90	14.90	50.00	37.47	5820.82	5.589	56.937
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.F	10/07/2020	17/07/2020	14	14.90	15.00	50.00	37.00	5772.89	5.518	56.270
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	10/07/2020	24/07/2020	14	15.00	14.90	50.00	38.21	3896.27	5.737	58.900
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.F	10/07/2020	24/07/2020	14	14.70	15.20	50.00	41.29	4210.94	6.079	61.984
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.F	10/07/2020	07/08/2020	28	14.90	15.00	50.00	48.36	4931.27	7.113	73.546
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	10/07/2020	07/08/2020	28	14.90	15.00	50.00	42.45	4328.53	6.931	64.558

TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Agencia de Ingeniería, Supervisión y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
R.O.B. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECÁNICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN-PROYECTOS DE INGENIERIA

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERRENTANO DE POLIETILENO (PE) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS

Tesis: MECÁNICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN-PROYECTOS DE INGENIERIA

RIGIDOS ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERRENTANO DE POLIETILENO (PE) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS

Muestras: TESTIGOS DE CONCRETO A FLEXION

Significantes: Abel Gian Carlos Mamani Suliza, Diana Este/Elmy Caxi Parredes

TECN. RESPON. : PERSONAL LABORATORIO

ING. RESPON. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

DESCRIPCION	"R"	FECHA DE MOLEDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	BASE	ALTURA	LUZ DE LA VIGA	LEY	LECTURA DEL DIAL	MODULO DE ROTURA
								Kg	Kg	Mpa
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	17/08/2020	18/08/2020	7	14.90	14.90	50	29.48	3006.08	4.456
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	17/08/2020	18/08/2020	7	15.10	15.00	50	30.15	3074.40	4.457
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	17/08/2020	18/08/2020	7	15.20	14.70	50	32.55	3315.12	4.955
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	17/08/2020	25/08/2020	14	15.00	15.10	50	46.44	4735.48	6.789
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	17/08/2020	25/08/2020	14	15.20	14.90	50	44.28	4515.23	6.561
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	17/08/2020	25/08/2020	14	15.00	14.90	50	46.01	4891.64	6.908
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	17/08/2020	08/09/2020	28	15.10	15.10	50	58.90	6006.03	8.554
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	17/08/2020	08/09/2020	28	14.90	15.10	50	59.19	6035.60	8.711
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	17/08/2020	08/09/2020	28	15.10	14.80	50	59.24	6040.70	8.595
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	14/08/2020	21/08/2020	7	15.10	14.90	50	45.25	4644.73	6.794
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	14/08/2020	21/08/2020	7	15.00	15.10	50	48.23	4918.01	7.098
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	14/08/2020	21/08/2020	7	15.00	14.90	50	47.66	4859.89	7.116
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	14/08/2020	28/08/2020	14	14.90	14.90	50	52.44	5347.31	7.905
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	14/08/2020	28/08/2020	14	15.10	15.10	50	51.95	5377.34	7.690
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	14/08/2020	28/08/2020	14	15.00	15.10	50	53.02	5406.45	7.751
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	14/08/2020	11/09/2020	28	15.10	15.10	50	59.79	6096.79	8.693
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	14/08/2020	11/09/2020	28	14.90	14.90	50	62.18	6340.49	8.989
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	14/08/2020	11/09/2020	28	15.00	15.00	50	62.48	6371.09	9.256
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	17/08/2020	24/08/2020	7	15.10	14.70	50	31.98	3265.00	4.415
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	17/08/2020	24/08/2020	7	15.20	14.90	50	29.80	3088.71	4.151
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	17/08/2020	24/08/2020	7	15.00	14.90	50	31.11	3177.25	4.671
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	17/08/2020	31/08/2020	14	15.20	15.00	50	35.31	3609.56	5.152
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	17/08/2020	31/08/2020	14	14.90	14.90	50	39.54	3920.07	4.996
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	17/08/2020	31/08/2020	14	14.80	14.90	50	33.76	3442.51	3.177
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	17/08/2020	14/09/2020	28	15.10	15.20	50	40.71	4120.61	5.752
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	17/08/2020	14/09/2020	28	15.00	15.00	50	40.05	4085.90	5.973
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	17/08/2020	14/09/2020	28	15.00	14.90	50	38.13	3956.44	5.403

GEOTECNIA PUNO EIRL
 Agencia de Promoción, Asesoría y Construcción y Laboratorio

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 N.º de Licencia: 1732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA PUNO EIRL

TESTIGOS DE CONCRETO A COMPRESION
ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERRETRALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS
PERSONAL LABORATORIO
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

TECN. RESPONS. :
ING. RESPONS. :

Solicitante: Abel Gian Carlos Miamani Sulica, Dinaa Estefanny Caxi Paredes

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOJADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	DIAMETRO	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-0%-1	control	12/05/2020	19/05/2020	7	10.51	86.76	12820	147.89	147,48
CP-0%-2	control	12/05/2020	19/05/2020	7	10.42	85.28	12270	143.89	
CP-0%-3	control	12/05/2020	19/05/2020	7	10.55	87.42	13170	150.66	
CP-0%-1	control	12/05/2020	26/05/2020	14	10.42	85.28	16570	194.31	194,20
CP-0%-2	control	12/05/2020	26/05/2020	14	10.34	83.97	16140	192.21	
CP-0%-3	control	12/05/2020	26/05/2020	14	10.42	85.28	16720	196.07	
CP-0%-1	control	12/05/2020	09/06/2020	28	10.55	87.42	19700	225.36	236,46
CP-0%-2	control	12/05/2020	09/06/2020	28	10.42	85.28	19960	234.06	
CP-0%-3	control	12/05/2020	09/06/2020	28	10.34	83.97	20990	249.97	

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Mejoramiento Urbano y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO EN CIVIL
Reg. CP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA PUNO EIRL

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERREFLANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS TESTIGOS DE CONCRETO A COMPRESION

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

Tesis:

Muestra: Abel Gian Carlos Mamani Sulica, Diana Estefanny Cox Parredes

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDED	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	DIAMETRO	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-PET-2% - 1	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	10.40	84.95	12950	152.44	153.50
CP-PET-2% - 2	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	10.42	85.28	13500	158.31	153.50
CP-PET-2% - 3	A.F	11/06/2020	18/06/2020	7	10.55	87.42	13090	149.74	153.50
CP-PET-2% - 1	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	10.42	85.28	16110	188.92	189.32
CP-PET-2% - 2	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	10.34	83.97	15990	190.42	189.32
CP-PET-2% - 3	A.F	11/06/2020	25/06/2020	14	10.35	84.13	15870	188.63	189.32
CP-PET-2% - 1	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	10.41	85.11	17300	203.26	202.12
CP-PET-2% - 2	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	10.50	86.59	17210	198.75	202.12
CP-PET-2% - 3	A.F	11/06/2020	09/07/2020	28	10.57	87.75	17930	204.33	202.12
CP-PET-4% - 1	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	10.60	88.25	12830	145.39	151.49
CP-PET-4% - 2	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	10.33	83.81	13040	155.59	151.49
CP-PET-4% - 3	A.F	15/06/2020	22/06/2020	7	10.30	83.32	12790	153.50	151.49
CP-PET-4% - 1	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	10.48	86.26	14320	166.01	164.26
CP-PET-4% - 2	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	10.55	87.42	14110	161.41	164.26
CP-PET-4% - 3	A.F	15/06/2020	29/06/2020	14	10.46	85.93	14210	165.36	164.26
CP-PET-4% - 1	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	10.48	86.26	15990	185.37	177.20
CP-PET-4% - 2	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	10.60	88.25	15120	171.34	177.20
CP-PET-4% - 3	A.F	15/06/2020	13/07/2020	28	10.35	87.42	15290	174.91	177.20
CP-PET-6% - 1	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	10.54	87.25	10990	125.96	124.99
CP-PET-6% - 2	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	10.59	88.08	11010	125.00	124.99
CP-PET-6% - 3	A.F	18/06/2020	25/06/2020	7	10.51	86.76	10760	124.03	124.99
CP-PET-6% - 1	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	10.39	84.79	12470	147.08	139.74
CP-PET-6% - 2	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	10.45	85.77	11490	133.97	139.74
CP-PET-6% - 3	A.F	18/06/2020	02/07/2020	14	10.55	87.42	12080	138.19	139.74
CP-PET-6% - 1	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	10.48	86.26	12100	140.27	140.75
CP-PET-6% - 2	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	10.50	86.59	13120	151.52	140.75
CP-PET-6% - 3	A.F	18/06/2020	16/07/2020	28	10.52	86.92	11940	130.46	140.75

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Mecánica de Suelos y Fundaciones

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
R.G. C.F. 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA PUNO EIRL

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERRETIANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS
TESTIGOS DE CONCRETO A COMPRESION
Abel Gian Carlos Mamani Sulca, Dina Estefanny Casal Paredes

TECN. RESPONS. :
ING. RESPONS. :
PERSONAL LABORATORIO
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-PET-2%-1	A.G	22/07/2020	29/07/2020	7	10.55	87.42	13030	149.06	148,11
CP-PET-2%-2	A.G	22/07/2020	29/07/2020	7	10.42	85.28	12800	150.10	
CP-PET-2%-3	A.G	22/07/2020	29/07/2020	7	10.34	83.97	12190	145.17	
CP-PET-2%-1	A.G	22/07/2020	05/08/2020	14	10.46	85.93	14560	169.44	164,93
CP-PET-2%-2	A.G	22/07/2020	05/08/2020	14	10.51	86.76	14200	163.68	
CP-PET-2%-3	A.G	22/07/2020	05/08/2020	14	10.47	86.10	13920	161.68	
CP-PET-2%-1	A.G	22/07/2020	19/08/2020	28	10.5	86.59	18720	216.19	
CP-PET-2%-2	A.G	22/07/2020	19/08/2020	28	10.53	87.09	17130	196.70	203,30
CP-PET-2%-3	A.G	22/07/2020	19/08/2020	28	10.5	86.59	17060	197.02	
CP-PET-4%-1	A.G	29/07/2020	05/08/2020	7	10.49	86.43	11800	136.53	139,49
CP-PET-4%-2	A.G	29/07/2020	05/08/2020	7	10.51	86.76	12300	141.78	
CP-PET-4%-3	A.G	29/07/2020	05/08/2020	7	10.48	86.26	12090	140.16	
CP-PET-4%-1	A.G	29/07/2020	12/08/2020	14	10.5	86.59	14310	165.26	162,08
CP-PET-4%-2	A.G	29/07/2020	12/08/2020	14	10.55	87.42	13980	159.92	
CP-PET-4%-3	A.G	29/07/2020	12/08/2020	14	10.52	86.92	14000	161.07	
CP-PET-4%-1	A.G	29/07/2020	26/08/2020	28	10.5	86.59	16320	188.47	194,82
CP-PET-4%-2	A.G	29/07/2020	26/08/2020	28	10.48	86.26	17100	198.24	
CP-PET-4%-3	A.G	29/07/2020	26/08/2020	28	10.45	85.77	16960	197.74	
CP-PET-6%-1	A.G	31/07/2020	07/08/2020	7	10.52	86.92	9740	112.06	114,34
CP-PET-6%-2	A.G	31/07/2020	07/08/2020	7	10.5	86.59	9710	112.14	
CP-PET-6%-3	A.G	31/07/2020	07/08/2020	7	10.51	86.76	10310	118.84	
CP-PET-6%-1	A.G	31/07/2020	14/08/2020	14	10.49	86.43	11590	134.10	133,07
CP-PET-6%-2	A.G	31/07/2020	14/08/2020	14	10.52	86.92	11900	136.91	
CP-PET-6%-3	A.G	31/07/2020	14/08/2020	14	10.5	86.59	11100	128.19	
CP-PET-6%-1	A.G	31/07/2020	28/08/2020	28	10.5	86.59	12200	140.89	137,90
CP-PET-6%-2	A.G	31/07/2020	28/08/2020	28	10.53	87.09	11100	127.46	
CP-PET-6%-3	A.G	31/07/2020	28/08/2020	28	10.51	86.76	12610	145.35	

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de, Consultoría, Ejecución, Control y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 87732

TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

Tesis: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TEREFALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS

Muestras: TESTIGOS DE CONCRETO A COMPRESION

Solicitante: Abel Gtin Carlos Mamani Sulica, Diana Estefanny Casal Paredes

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	DIAMETRO	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-PP-0.5%-1	A.F	23/06/2020	30/06/2020	7	10.48	86.26	9650	111.87	112.36
CP-PP-0.5%-2	A.F	23/06/2020	30/06/2020	7	10.5	86.59	9460	109.25	
CP-PP-0.5%-3	A.F	23/06/2020	30/06/2020	7	10.51	86.76	10060	115.96	
CP-PP-0.5%-1	A.F	23/06/2020	07/07/2020	14	10.5	86.59	13460	155.44	
CP-PP-0.5%-2	A.F	23/06/2020	07/07/2020	14	10.49	86.43	13110	151.69	151.72
CP-PP-0.5%-3	A.F	23/06/2020	07/07/2020	14	10.53	87.09	12890	148.01	
CP-PP-0.5%-1	A.F	23/06/2020	21/07/2020	28	10.5	86.59	16200	187.09	
CP-PP-0.5%-2	A.F	23/06/2020	21/07/2020	28	10.52	86.92	15910	183.04	185.23
CP-PP-0.5%-3	A.F	23/06/2020	21/07/2020	28	10.52	86.92	16130	185.57	
CP-PP-1.00%-1	A.F	26/06/2020	03/07/2020	7	10.48	86.26	10490	121.61	
CP-PP-1.00%-2	A.F	26/06/2020	03/07/2020	7	10.5	86.59	10110	116.76	118.19
CP-PP-1.00%-3	A.F	26/06/2020	03/07/2020	7	10.52	86.92	10100	116.20	
CP-PP-1.00%-1	A.F	26/06/2020	10/07/2020	14	10.5	86.59	12680	146.44	
CP-PP-1.00%-2	A.F	26/06/2020	10/07/2020	14	10.51	86.76	12120	139.70	145.23
CP-PP-1.00%-3	A.F	26/06/2020	10/07/2020	14	10.48	86.26	12900	149.55	
CP-PP-1.00%-1	A.F	26/06/2020	24/07/2020	28	10.52	86.92	15480	178.09	
CP-PP-1.00%-2	A.F	26/06/2020	24/07/2020	28	10.5	86.59	15900	183.62	179.04
CP-PP-1.00%-3	A.F	26/06/2020	24/07/2020	28	10.49	86.43	15160	175.41	
CP-PP-1.50%-1	A.F	30/06/2020	07/07/2020	7	10.53	87.09	9780	112.30	
CP-PP-1.50%-2	A.F	30/06/2020	07/07/2020	7	10.5	86.59	10660	116.18	115.04
CP-PP-1.50%-3	A.F	30/06/2020	07/07/2020	7	10.5	86.59	10100	116.64	
CP-PP-1.50%-1	A.F	30/06/2020	14/07/2020	14	10.48	86.26	12800	148.39	
CP-PP-1.50%-2	A.F	30/06/2020	14/07/2020	14	10.45	85.77	12670	147.72	144.40
CP-PP-1.50%-3	A.F	30/06/2020	14/07/2020	14	10.5	86.59	11870	137.08	
CP-PP-1.50%-1	A.F	30/06/2020	28/07/2020	28	10.52	86.92	13700	157.62	
CP-PP-1.50%-2	A.F	30/06/2020	28/07/2020	28	10.5	86.59	14340	165.61	161.67
CP-PP-1.50%-3	A.F	30/06/2020	28/07/2020	28	10.5	86.59	14010	161.80	

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentación, Geotécnia Consultora y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 01732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

Tesis: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERREFTALANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS
Muestra: TESTIGOS DE CONCRETO A COMPRESION
Solicitante: Abel Gian Carlos Miamani Sulica, Diana Estefanny Caxi Paredes

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

DESCRIPCION	"R ₂ "	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	AREA DE BRIQUETA	LECTURA DEL DIAL	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-PP-0.5%-1	A.G	03/08/2020	10/08/2020	7	10.52	86.92	101.10	116.31	114.95
CP-PP-0.5%-2	A.G	03/08/2020	10/08/2020	7	10.5	86.59	99.50	114.91	
CP-PP-0.5%-3	A.G	03/08/2020	10/08/2020	7	10.49	86.43	98.20	113.62	
CP-PP-0.5%-1	A.G	03/08/2020	17/08/2020	14	10.53	87.09	125.60	144.23	146.82
CP-PP-0.5%-2	A.G	03/08/2020	17/08/2020	14	10.5	86.59	130.10	150.25	
CP-PP-0.5%-3	A.G	03/08/2020	17/08/2020	14	10.5	86.59	126.40	145.57	
CP-PP-0.5%-1	A.G	03/08/2020	31/08/2020	28	10.48	86.26	169.00	195.92	
CP-PP-0.5%-2	A.G	03/08/2020	31/08/2020	28	10.48	86.26	161.00	186.64	194.08
CP-PP-0.5%-3	A.G	03/08/2020	31/08/2020	28	10.5	86.59	172.90	199.68	
CP-PP-1.00%-1	A.G	06/08/2020	13/08/2020	7	10.55	87.42	102.00	116.68	118.51
CP-PP-1.00%-2	A.G	06/08/2020	13/08/2020	7	10.52	86.92	98.50	113.78	
CP-PP-1.00%-3	A.G	06/08/2020	13/08/2020	7	10.5	86.59	108.30	125.07	
CP-PP-1.00%-1	A.G	06/08/2020	20/08/2020	14	10.48	86.26	138.50	160.56	152.47
CP-PP-1.00%-2	A.G	06/08/2020	20/08/2020	14	10.45	85.77	136.40	159.03	
CP-PP-1.00%-3	A.G	06/08/2020	20/08/2020	14	10.52	86.92	119.80	137.93	
CP-PP-1.00%-1	A.G	06/08/2020	03/09/2020	28	10.5	86.59	179.60	207.41	207.03
CP-PP-1.00%-2	A.G	06/08/2020	03/09/2020	28	10.51	86.76	180.10	207.60	
CP-PP-1.00%-3	A.G	06/08/2020	03/09/2020	28	10.49	86.43	178.10	206.07	
CP-PP-1.50%-1	A.G	09/08/2020	16/08/2020	7	10.5	86.59	100.20	115.72	115.42
CP-PP-1.50%-2	A.G	09/08/2020	16/08/2020	7	10.53	87.09	99.00	113.68	
CP-PP-1.50%-3	A.G	09/08/2020	16/08/2020	7	10.5	86.59	101.20	116.87	
CP-PP-1.50%-1	A.G	09/08/2020	23/08/2020	14	10.45	85.77	136.40	159.03	156.90
CP-PP-1.50%-2	A.G	09/08/2020	23/08/2020	14	10.51	86.76	138.90	160.11	
CP-PP-1.50%-3	A.G	09/08/2020	23/08/2020	14	10.53	87.09	132.00	151.57	
CP-PP-1.50%-1	A.G	09/08/2020	06/09/2020	28	10.5	86.59	152.60	176.23	176.00
CP-PP-1.50%-2	A.G	09/08/2020	06/09/2020	28	10.51	86.76	150.10	173.02	
CP-PP-1.50%-3	A.G	09/08/2020	06/09/2020	28	10.49	86.43	154.50	178.77	

GEOTECNIA PUNO EIRL
 Ingenieria de Pavimentos, Estructuras, Consultoria y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 51732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL



DESCRIPCIÓN	"Ret"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	PROMEDIO
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	03/07/2020	10/07/2020	7	10.42	85.28	8910	104.48	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	03/07/2020	10/07/2020	7	10.34	83.97	8490	101.11	100.58
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	03/07/2020	10/07/2020	7	10.35	84.13	8090	96.16	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	03/07/2020	17/07/2020	14	10.41	85.11	9000	105.74	100.32
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	03/07/2020	17/07/2020	14	10.50	86.59	8200	94.70	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	03/07/2020	17/07/2020	14	10.48	86.26	8670	100.51	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.F	03/07/2020	31/07/2020	28	10.52	86.92	9540	109.76	107.48
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.F	03/07/2020	31/07/2020	28	10.51	86.76	9160	105.58	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.F	03/07/2020	31/07/2020	28	10.39	84.79	9080	107.09	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	07/07/2020	14/07/2020	7	10.45	85.77	8060	95.97	93.41
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	07/07/2020	14/07/2020	7	10.34	83.57	7980	95.03	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	07/07/2020	14/07/2020	7	10.46	85.93	7840	91.24	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	07/07/2020	21/07/2020	14	10.51	86.76	8600	99.13	99.20
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	07/07/2020	21/07/2020	14	10.47	86.10	8110	94.20	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	07/07/2020	21/07/2020	14	10.5	86.59	9030	104.28	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.F	07/07/2020	04/08/2020	28	10.53	87.09	9100	104.49	103.15
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.F	07/07/2020	04/08/2020	28	10.5	86.59	8760	101.17	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.F	10/07/2020	17/07/2020	7	10.49	86.43	8970	103.79	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	10/07/2020	17/07/2020	7	10.51	86.76	7510	86.57	82.19
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.F	10/07/2020	17/07/2020	7	10.5	86.59	7090	81.88	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.F	10/07/2020	17/07/2020	7	10.48	86.26	6740	76.14	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	10/07/2020	24/07/2020	14	10.5	86.59	6100	70.45	70.44
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.F	10/07/2020	24/07/2020	14	10.51	86.76	5980	68.93	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.F	10/07/2020	24/07/2020	14	10.5	86.59	6230	71.95	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.F	10/07/2020	07/08/2020	28	10.49	86.43	7610	88.05	88.58
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.F	10/07/2020	07/08/2020	28	10.51	86.76	7590	87.49	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.F	10/07/2020	07/08/2020	28	10.5	86.59	7810	90.19	

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN-PROYECTOS DE INGENIERIA
GEOTECNIA PUNO EIRL
 ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERRETIANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS
 TESTIGOS DE CONCRETO A COMPRESION
 TECN. RESPONS. :
 PERSONAL LABORATORIO
 ING. RESPONS. :
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

Teléfono:
 Muestra:
 Solicitante:

Abel Gian Carlos Mamani Sulca, Diana Estrellany Casti Paradies

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentación y Construcción, Consultoría y Laboratorio

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.R. 81432

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA - CONSTRUCCIÓN EN GENERAL

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECÁNICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISIÓN-PROYECTOS DE INGENIERIA

Tec: * ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TERRELLANO DE POLIETILENO (PET) Y POLIPROPILENO (PP) EN CONCRETOS CONVENCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RIGIDOS
 Muestras: TESTIGOS DE CONCRETO A COMPRESION
 Solicitante: Abel Gian Carlos Mamani Sulica, Diana Esterfanny Caxi Paredes
 PERSONAL LABORATORIO
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 TECN. RESPONS. :
 ING. RESPONS. :

DESCRIPCION	"Rd"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO	AREA	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO	RESISTENCIA PROMEDIO
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	11/08/2020	18/08/2020	7	10.5	86.59	10905	125.94	120.20
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	11/08/2020	18/08/2020	7	10.48	86.43	10200	118.02	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	11/08/2020	18/08/2020	7	10.51	86.76	10120	116.65	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	11/08/2020	25/08/2020	14	10.5	86.59	13600	157.06	163.85
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	11/08/2020	25/08/2020	14	10.48	86.26	14200	164.62	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	11/08/2020	25/08/2020	14	10.5	86.59	14710	169.88	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 1	A.G	11/08/2020	08/09/2020	28	10.51	86.76	15400	177.51	181.51
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 2	A.G	11/08/2020	08/09/2020	28	10.5	86.59	16050	185.36	
CP-PP-PET (0.5% + 2%) - 3	A.G	11/08/2020	08/09/2020	28	10.49	86.43	15700	181.66	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	14/08/2020	21/08/2020	7	10.51	86.76	9010	103.86	105.42
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	14/08/2020	21/08/2020	7	10.5	86.59	9410	108.67	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	14/08/2020	21/08/2020	7	10.48	86.76	9000	103.74	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	14/08/2020	28/08/2020	14	10.48	86.26	9800	113.61	114.91
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	14/08/2020	28/08/2020	14	10.52	86.92	10100	116.20	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	14/08/2020	28/08/2020	14	10.5	86.59	9950	114.91	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 1	A.G	14/08/2020	11/09/2020	28	10.49	86.43	11020	127.51	122.61
CP-PP-PET (1% + 4%) - 2	A.G	14/08/2020	11/09/2020	28	10.53	87.09	10840	124.47	
CP-PP-PET (1% + 4%) - 3	A.G	14/08/2020	11/09/2020	28	10.5	86.59	10030	115.83	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	17/08/2020	24/08/2020	7	10.5	86.59	8600	99.32	93.37
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	17/08/2020	24/08/2020	7	10.48	86.26	7900	91.58	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	17/08/2020	24/08/2020	7	10.45	85.77	7650	89.19	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	17/08/2020	31/08/2020	14	10.45	86.59	8030	92.74	93.11
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	17/08/2020	31/08/2020	14	10.52	86.92	7800	89.74	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	17/08/2020	31/08/2020	14	10.42	85.28	8260	96.86	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 1	A.G	17/08/2020	14/09/2020	28	10.50	86.59	8690	100.36	96.80
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 2	A.G	17/08/2020	14/09/2020	28	10.46	85.93	8400	97.75	
CP-PP-PET (1.5% + 6%) - 3	A.G	17/08/2020	14/09/2020	28	10.48	86.26	7960	92.28	

GEOTECNIA PUNO EIRL
 Ingeniería de Pavimentos, Estructuras, Asfalto y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81782

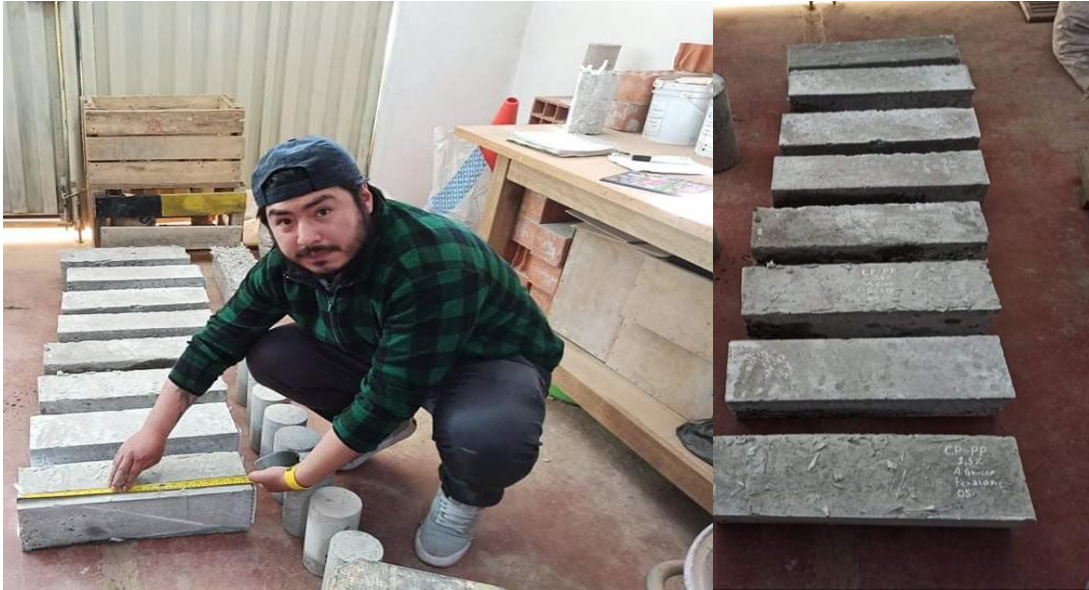
Anexo E. Panel fotográfico



Fotografía 1. Piedra chancada $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " y $\frac{3}{8}$ "



Fotografía 2. Ensayos de laboratorio



Fotografía 3. Muestras prismáticas



Fotografía 4. Muestras cilíndricas y prismáticas de concreto



Fotografía 5. Muestras de concreto para el ensayo a flexion



Fotografía 6. Ensayo a flexión viga CP-PET 6% remplazo al A.G



Fotografía 7. Ensayo a compresión en muestras cilíndricas con adición de PET



Fotografía 8. Ensayos a compresión con adición de PP



Fotografía 9. Muestras para el ensayo a flexión con adición de PET- PP