

Universidad de Oriente  
Núcleo de Anzoátegui  
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas  
Departamento de Ingeniería Civil



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA FIBRA DE  
POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN  
CONCRETO FC: 250KG/CM2 CON ADICIONES DEL 0,5%, 1,2% Y 1,6%,  
SEGÚN LA NORMA COVENIN 1753-2006.**

Autora:

**Yadiscarlys Dariana Martínez Núñez**

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito  
parcial para optar al Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Barcelona, Julio del 2025

Universidad de Oriente  
Núcleo de Anzoátegui  
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas  
Departamento de Ingeniería Civil



**Evaluación del comportamiento de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión de un concreto  $f_c$ : 250kg/cm<sup>2</sup> con adiciones del 0,5%, 1,2% y 1,6%, según la norma COVENIN 1753-2006.**

Autora:  
**Yadiscarlys Dariana Martínez Núñez**

**Profesor Narciso Carreño**  
Tutor Académico

Barcelona, Julio del 2025

Universidad de Oriente  
Núcleo de Anzoátegui  
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas  
Departamento de Ingeniería Civil



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA FIBRA DE  
POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN  
CONCRETO FC: 250KG/CM2 CON ADICIONES DEL 0,5%, 1,2% Y 1,6%,  
SEGÚN LA NORMA COVENIN 1753-2006.**

Autores:

**Yadiscarlys D. Martínez Nuñez**  
C.I: 26.204.262

El Jurado hace constar que asigno a este Trabajo de Grado la calificación de:

---

**Prof. Anna Álvarez**  
**Jurado Principal**

---

**Prof. María Ramírez**  
**Jurado Principal**

---

**Profesor Narciso Carreño**  
**Tutor Académico**

Barcelona, Julio del 2025

## RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado de la Universidad de Oriente:

**“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario, para su autorización.”**



## **DEDICATORIA**

A Dios, primeramente. Gracias por iluminar mi camino, por sostenerme en la incertidumbre y por abrir puertas cuando todo parecía cerrado. Este logro es una manifestación de tu gracia y de los milagros que solo tú sabes obrar en silencio.

A mi amada familia, este logro no es solo mío, sino el reflejo del amor, la paciencia y la compañía de cada uno de ustedes.

A mis padres, que con esfuerzo y dedicación me enseñaron el valor de la perseverancia. Y en especial, a mi madre, Yadira Núñez, mi heroína silenciosa, que con su fuerza y sabiduría me sostuvo en los momentos más difíciles. Tu fe en mí fue mi motor y tu ejemplo, mi inspiración.

A mí misma, por seguir de pie cuando todo me invitaba a rendirme. Por la paciencia que nunca imaginé tener, que me permitió esperar con fe el día en que finalmente pudiera presentar este trabajo. Por las veces que tuve que callar mis miedos, tragar mis frustraciones y seguir adelante sin certezas. Este logro también es testimonio de mi capacidad de resistencia, de mi entrega y de la transformación que viví a lo largo del camino. Hoy me reconozco con orgullo: más fuerte, más paciente, y más consciente de lo lejos que puedo llegar.

Este trabajo de grado encierra mucho más que investigación, teoría y cálculos. Es testimonio de noches sin dormir, de lágrimas derramadas en secreto, pero también es prueba de que, con fe, amor y voluntad, todo se puede. Hoy celebro este logro en nombre de todos nosotros.

**Yadiscarlys Martinez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Dedico este logro tan importante y con total agradecimiento principalmente a Dios porque sin el hoy no estaría escribiendo estas líneas.

Con amor infinito a mi papá Carlos Martínez porque siempre deseo con el corazón verme convertida en lo que soy hoy día, soy feliz haciéndote sentir feliz papi.

Con un cariño muy especial a mi mama Yadira Núñez por luchar conmigo, por inspirarme a terminar con esta meta que empezó hace años y ya hoy podemos verla cumplida, porque si, es nuestra, quizás más tuya que mía porque la deseaste más que cualquier otra cosa. Gracias mami por creer en mí y apoyarme todos los días hasta mas no poder, sin ti quizás lo habría logrado, pero no tuviese el mismo sentido ni el mismo valor. Te amo.

A mi hermano Frederick Martínez porque desde la distancia siempre me alentó a seguir y nunca parar. Hermano sé que estarás orgulloso de verme graduada. A mis hermanos pequeños, Dariana y Lionel, y mi sobrina Aranza, porque deseo que este logro les inspire. Que siempre recuerden que insistir y jamás desistir los llevará lejos.

A mi hermana de vida Sandra por celebrar todos mis logros como si fueran suyos y nunca dejarme solita, aun en la distancia siempre estuvo presente para mí.

A mis amigos, Feliangely y Deivid, por alegrarme, apoyarme y alentarme cuando lo necesité. Agradezco a Dios por ponerlos en mi camino y por hacer esta travesía mucho más llevadera.

A mi compañero de vida, mi novio Williams Nadales, que llegó justo cuando Dios lo quiso. Tu aparición fue como un regalo, convirtiéndote en mi apoyo incondicional. Gracias, amor, por compartir este primer logro —de muchos más que vendrán— a mi lado. Te amo profundamente.

A ti, Nelson Guzmán, por tu infinita paciencia. Sin tu guía no habría podido avanzar como lo hicimos. Eres el mejor asesor que existe y estaré eternamente agradecida contigo.

A Vanesa Guaiquirian, con quien tuve el privilegio de compartir el proceso y desarrollo de este trabajo de grado. Su compañía fue fundamental en cada etapa. Aunque por circunstancias de la vida no pudo presentarlo conmigo, su huella está marcada en este logro. Gracias, Vanesa, por tu apoyo y por caminar a mi lado en esta travesía académica. Este logro también es tuyo.

Y a tantas personas más que no he mencionado, pero que estuvieron ahí en cada paso, con palabras sinceras, con preguntas llenas de cariño. Gracias por su interés genuino. A todos, mil veces gracias.

**Yadiscarlys D. Martínez Núñez**

## RESUMEN



### **Evaluación del comportamiento de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión de un concreto fc: 250kg/cm<sup>2</sup> con adiciones del 0,5%, 1,2% y 1,6%, según la norma COVENIN 1753-2006.**

Tutor Académico:  
**Narciso Carreño**

Autora:  
**Yadiscarlys Martínez**

Este trabajo de grado se enfoca en evaluar el comportamiento de la fibra de polipropileno extraída de los sacos que son desechados e implementarlo en concreto para ayudar a mejorar la resistencia a compresión de un concreto 250kg/cm<sup>2</sup> con adiciones de 0.5%, 1.2% y 1.6%. El propósito principal es encontrar una alternativa ecológica que contribuya a reducir la presencia de plástico proveniente de los sacos de polipropileno dispersos en el medio ambiente. Para la elaboración de este proyecto, se llevó a cabo ensayos de laboratorio para determinar la calidad de los agregados según la norma COVENIN 277-2000, también se realizaron ensayos de peso específico, absorción, humedad, peso unitario suelto y compactado según sus normas COVENIN. Posteriormente, se diseñó una mezcla de concreto patrón y experimental, agregando la fibra de polipropileno en proporciones del 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto a 1m<sup>3</sup> de concreto. Hecho esto, se realizó el mezclado y se tomó el asentamiento con el ensayo del cono de Abrams según la norma COVENIN 339 para posteriormente realizar los cilindros y luego esperar a los 7, 14 y 28 días de curado. Por último, se ensayaron a compresión cada muestra según la norma COVENIN 338 y se elaboraron tablas graficas para su análisis comparativo. Dando como resultado una resistencia a compresión a los 28 días de edad, de 300kg/cm<sup>2</sup> para el patrón, 287kg/cm<sup>2</sup> para el 0,5%, 199kg/cm<sup>2</sup> para el 1,2% y 142kg/cm<sup>2</sup> para el 1,6kg/cm<sup>2</sup>. Se logró concluir que la resistencia decreció considerablemente debido a que los porcentajes tomados, representaron grandes cantidades dentro del concreto ocasionando que no se haya generado una distribución uniforme durante el mezclado, creando zonas con mayor concentración de fibras y otras con menos, generando puntos débiles en el concreto, siendo recomendable la implementación de la fibra de sacos de polipropileno entre 0% a 0,5%.

**Palabras claves:** Concreto, Fibra, Polipropileno, diseño y sacos.

## INDICE GENERAL

RESOLUCIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
RESUMEN.....	viii
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE TABLAS .....	xix
INDICE DE GRAFICAS .....	xxii
INTRODUCCION.....	xxiii
CAPITULO I.....	24
EL PROBLEMA.....	24
1.1 Planteamiento del problema.....	24
1.2 Objetivo .....	27
1.2.1 Objetivo general.....	27
1.2.2 Objetivos específicos.....	27
1.3 Alcance.....	28
1.4 Justificación e importancia.....	28
CAPITULO II.....	30
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	30
2.1 Antecedentes:.....	30
2.2 Bases Teóricas.....	32
2.2.1 Cemento portland.....	32

2.2.2	Clasificación del cemento portland.....	32
2.2.3	Agregados.....	34
2.2.3.1	Agregado fino.....	34
2.2.3.2	Agregado grueso.....	35
2.2.4	Peso unitario.....	35
2.2.5	Peso unitario suelto.....	35
2.2.6	Peso unitario compactado.....	36
2.2.7	Peso específico.....	36
2.2.8	Humedad.....	36
2.2.9	Granulometría.....	37
2.2.10	Absorción.....	37
2.2.11	Resistencia a compresión.....	38
2.2.12	Plástico.....	38
2.2.13	Plástico polipropileno.....	39
2.2.14	Agua.....	39
2.2.15	Agua para Concreto.....	39
2.2.16	Principales propiedades del concreto en estado fresco.....	40
2.2.17	Agua de mezclado.....	41
2.2.18	Agua de curado.....	42
2.2.19	Relación Agua-Cemento.....	43
2.2.20	Relación Beta ( $\beta$ ).....	43
2.2.21	Concreto.....	44
2.2.22	Fraguado del concreto.....	44

2.2.23	Resistencia del concreto .....	45
2.2.24	Cono de Abrams .....	45
2.2.25	Curado de la probeta. ....	46
2.2.26	Diseño de mezcla. ....	47
2.2.27	Ensayos de resistencia a compresión.....	48
2.2.28	Temperatura ambiental.....	49
CAPITULO III.....		50
MARCO METODOLOGICO .....		50
3.1	Nivel de investigación.....	50
3.1.1	Investigación descriptiva. ....	50
3.2	Diseño de investigación.....	51
3.2.1	Investigación de campo.....	51
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	51
3.3.1	Observación no estructurada. ....	52
3.3.2	Entrevista no estructurada. ....	52
3.4	Población.....	53
3.5	Muestra.....	53
3.6	Etapas del Proyecto.....	54
3.6.1	Búsqueda y análisis bibliográfico .....	54
3.6.2	Identificación de la granulometría, peso específico, absorción, humedad, peso unitario suelto y compactado de agregado fino y grueso. Según la norma COVENIN 277-2000, COVENIN 268-1998, COVENIN 269-1998, COVENIN 1375-1979, COVENIN 263-1978 respectivamente.	

3.6.2.1 Ubicación y selección de los materiales .....	54
3.6.2.2 Preparación de la fibra de los sacos de polipropileno. ....	57
3.6.2.3 Inicio de los ensayos de laboratorio para el agregado fino y el grueso. ....	58
3.6.2.3.1 Granulometría del agregado fino y del grueso.....	58
3.6.2.3.2 Peso específico y absorción del agregado fino.....	62
3.6.2.3.3 Peso específico y absorción del agregado grueso. ....	69
3.6.2.3.4 Peso unitario suelto del agregado fino y grueso. ....	72
3.6.2.3.5 Peso unitario compactado del agregado fino y grueso. ...	73
3.6.2.3.6 Humedad del agregado fino y grueso .....	75
3.6.2.3.7 Pasante 200 del agregado fino y grueso. ....	78
3.6.2.4 Peso específico de la fibra del saco de polipropileno.....	81
3.6.3 Cálculos de la dosificación de una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando fibra de polipropileno al 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto al peso del cemento en 1m <sup>3</sup> de concreto para un f'c: 250kg/cm <sup>2</sup> , según la norma COVENIN 1753-2006.....	83
3.6.3.1 Resistencia promedio a compresión requerida "Fcr" .....	83
3.6.3.2 Relación agua/cemento.....	84
3.6.3.3 Corrección de agua/cemento .....	85
3.6.3.4 Dosis de cemento "C" .....	86
3.6.3.5 Correcciones de dosis de cemento "Cc" .....	87
3.6.3.6 Volumen del cemento.....	89
3.6.3.7 Volumen de aire atrapado. "V aire" .....	89
3.6.3.8 Dosis en peso del agua. "a" .....	89

3.6.3.9 Volumen de agua. “Va” .....	90
3.6.3.10 Dosis en volumen de los agregados combinados. “V (f+g)” .	90
3.6.3.11 Dosis en volumen del agregado fino. ....	91
3.6.3.11.1 Relación Beta” $\beta$ ” .....	91
3.6.3.12 Cálculo del volumen del agregado fino .....	94
3.6.3.13 Dosis en peso del agregado fino. ....	94
3.6.3.14 Dosis en volumen del agregado grueso. ....	94
3.6.3.15 Dosis en peso del agregado grueso.....	94
3.6.3.16 Cálculo del diseño de los concretos experimentales.....	95
3.6.3.16.1 Dosis de la fibra de saco de polipropileno para un 0,5%, 1,2% y 1.6%. ....	95
3.6.4 Realización de las pruebas de resistencia a la compresión en muestras de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad, según la norma COVENIN 338-2002.....	96
3.6.4.1 Correcciones por humedad del agregado fino .....	96
3.6.4.2 Correcciones por humedad del agregado grueso. ....	97
3.6.4.3 Correcciones del agua. ....	97
3.6.4.4 Dosificación para seis cilindros de concreto por diseño. ....	98
3.6.4.5 Pesado de los materiales. ....	100
3.6.4.6 Mezclado del concreto patrón y experimentales. ....	102
3.6.4.7 Toma de asentamiento con el cono de Abrams. ....	104
3.6.4.8 Toma de temperatura de concreto patrón y experimental ....	106
3.6.4.9 Elaboración de los cilindros de concreto patrón y experimental. .....	107

3.6.4.10 Curado de los cilindros.....	110
3.6.4.11 Ensayo a la resistencia a compresión.....	110
3.6.5 Evaluación de las diferencias entre las propiedades (resistencia a la compresión, asentamiento y peso) del concreto patrón y experimental.	
112	
3.6.6 Comparación del precio unitario entre la mezcla patrón (sin fibra de polipropileno) y la mezcla experimental (Con adición de fibra de polipropileno 0,5%, 1,2%, y 1,6%, con respecto al peso del cemento en 1m <sup>3</sup> de concreto).....	113
CAPITULO IV.....	118
RESULTADOS Y ANALISIS .....	118
4.1 Identificación de la granulometría, peso específico, absorción, humedad, peso unitario suelto y compactado de agregado fino y grueso. Según la norma COVENIN 277-2000, COVENIN 268-1998, COVENIN 269-1998, COVENIN 1375-1979, COVENIN 263-1978 respectivamente .....	118
4.2 Dosificación de una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando fibra de polipropileno al 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto al 1m <sup>3</sup> de concreto para un f'c: 250kg/cm <sup>2</sup> , según la norma COVENIN 1753-2006.	
122	
4.3 Pruebas de resistencia a la compresión en muestras de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad, según la norma COVENIN 338-2002.....	124
4.4 Diferencias entre las propiedades (resistencia a la compresión, asentamiento y peso) del concreto patrón y experimental. ....	126

4.5 Precio unitario entre la mezcla patrón (sin fibra de polipropileno) y la mezcla experimental (Con adición de fibra de polipropileno 0,5%, 1,2%, y 1,6%, con respecto al peso del cemento en 1m3 de concreto).....	130
CONCLUSIONES .....	134
RECOMENDACIONES .....	136
BIBLIOGRAFIA .....	137
ANEXOS .....	140
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO: .....	145

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Cono de Abrams.....	46
Figura 1.2. Moldes metálicos para concreto.....	47
Figura 3.1. Materiales de Construcciones Daniela.....	55
Figura 3.2. Ferretería Materiales Tony 2000.....	55
Figura 3.3. Recolección de los sacos.....	56
Figura 3.4. Corte de los sacos.....	57
Figura 3.5. Fibra cortada.....	58
Figura 3.6. Tamizado del agregado grueso.....	59
Figura 3.7. Pesado del agregado grueso.....	60
Figura 3.8. Pesado del agregado fino.....	60
Figura 3.9. Cedazo para el agregado grueso.....	61
Figura 3.10. Granulometría del agregado grueso.....	61
Figura 3.11. Granulometría del agregado fino.....	62
Figura 3.12. Secado de la muestra en cocina eléctrica, para conseguir la condición S.S.S.....	63
Figura 3.13. verificación de humedad en S.S.S.....	64
Figura 3.14. Colocación del material dentro del picnómetro.....	65
Figura 3.15. Muestra pesada en el picnómetro.....	65
Figura 3.16. Colocación de agua a la muestra dentro del picnómetro.....	66
Figura 3.17. Agitación de la muestra y el agua dentro del picnómetro.....	66
Figura 3.18. Pesado del picnómetro con la arena y el agua.....	67
Figura 3.19. Secado de la arena para la absorción.....	68

Figura 3.20. Secado del agregado grueso para conseguir la humedad S.S.S. .....	69
Figura 3.21. Pesado del agregado grueso en S.S.S en el aire. ....	70
Figura 3.22. Peso de la muestra sumergida en agua. ....	71
Figura 3.23. Colocación del agregado grueso en el cilindro. ....	72
Figura 3.24. Peso de la muestra para P.U.S .....	72
Figura 3.25. Colocación del material por capa.....	74
Figura 3.26. Compactación de las capas del agregado grueso. ....	74
Figura 3.27. peso del agregado fino en estado natural.....	76
Figura 3.28. peso del agregado grueso en estado natural.....	76
Figura 3.29. Peso del agregado fino seco. ....	77
Figura 3.30. Peso del agregado grueso seco. ....	77
Figura 3.31. Agregado fino seco, antes de ser lavado.....	78
Figura 3.32. Muestra del agregado grueso seco, antes de ser lavado. ....	79
Figura 3.33. Lavado del agregado fino en el tamiz número 200. ....	79
Figura 3.34. Lavado del agregado grueso en el tamiz 200. ....	80
Figura 3.35. Pesado de la fibra de saco de polipropileno más el envase. ....	82
Figura 3.36. Pesado del cemento. ....	100
Figura 3.37. Pesado de la arena.....	100
Figura 3.38. Pesado de la fibra de saco de polipropileno para el diseño de 1.6% .....	101
Figura 3.39. Pesado de la fibra de saco de polipropileno para el diseño de 1.2% .....	101
Figura 3.40. Colocación del cemento en el trompo.....	102

Figura 3.41. Colocación del agua en el trompo.....	103
Figura 3.42. Agregado de la fibra en el trompo.....	103
Figura 3.43. Mezclado de los materiales en el trompo.....	104
Figura 3.44. Asentamiento Patrón. ....	105
Figura 3.45. Asentamiento Experimental de 0,5%. ....	105
Figura 3.46. Asentamiento Experimental 1.2% .....	106
Figura 3.47. temperatura de concreto 16%.....	107
Figura 3.48. Compactación de la tercera capa de concreto con la barra de acero.....	108
Figura 3.49. Compactación de la primera capa de concreto con la barra de acero.....	108
Figura 3.50. enrazado del concreto en las probetas. ....	109
Figura 3.51. identificación de los cilindros. ....	109
Figura 3.52. Curado de los ensayos de concreto, patrón y experimentales. .....	110
Figura 3.53. Liberación de exceso de agua de las muestras. ....	111
Figura 3.54. Pesado de un cilindro de concreto.....	111
Figura 3.55. Toma de la resistencia a compresión. ....	112
Figura 4.1. Cilindros experimentales con la adición de fibra, ensayados con la maquina a compresión.....	125

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Datos para el cálculo de peso específico y absorción del agregado fino. ....	68
Tabla 3.2. Datos para calcular el peso específico y absorción del agregado grueso. ....	71
Tabla 3.3. Datos para el cálculo del peso unitario suelto del agregado fino. ....	73
Tabla 3.4. Datos para el cálculo del peso unitario del agregado grueso. ....	73
Tabla 3.5. Datos para el peso unitario compactado del agregado fino. ....	75
Tabla 3.6. Datos de peso unitario compactado del agregado grueso. ....	75
Tabla 3.7. Datos para la determinación de la humedad. ....	78
Tabla 3.8. Datos para el cálculo del pasante 200, del agregado fino. ....	80
Tabla 3.9. Datos para el cálculo del pasante 200, del agregado grueso. ....	81
Tabla 3.10. Datos para el cálculo del peso unitario compactado de la fibra del saco de polipropileno. ....	82
Tabla 3.11. Resistencia promedio a la compresión requerida, $F_{cr}$ , cuando no se dispone de datos para establecer la desviación estándar. ....	84
Tabla 3.12. Factor $k_r$ para corregir la relación agua/cemento. ....	85
Tabla 3.13. Factor $k_a$ para corregir la relación agua/cemento. ....	86
Tabla 3.14. Valores recomendados de asentamiento. ....	87
Tabla 3.15. Factor $C_1$ para correcciones de dosis de cemento. ....	88
Tabla 3.16. Factor $C_2$ para correcciones de dosis de cemento. ....	88
Tabla 3.17. Límites recomendados para agregados combinados. ....	92
Tabla 3.18. granulometría de los agregados combinados. ....	93

Tabla 3.19. Dosificación del concreto patrón para 6 cilindros.....	98
Tabla 3.20. Dosificación de la fibra de saco de polipropileno para 0.5%, 1,2% y 1.6%.....	99
Tabla 3.21. Dosificación con el 30% de desperdicio para 6 cilindros de concreto por diseño.....	99
Tabla 3.22. Análisis del precio unitario del concreto patrón.....	114
Tabla 3.23. Análisis de precio unitario experimental de 0.5% de saco de polipropileno.....	115
Tabla 3.24. Análisis de precio unitario experimental de 1.2% de saco de polipropileno.....	116
Tabla 3.25. Análisis de precio unitario experimental de 1.6% de saco de polipropileno.....	117
Tabla 4.1. Granulometría de agregado fino. ....	119
Tabla 4.2. Granulometría de agregado grueso. ....	119
Tabla 4.3. Resultado de los ensayos experimental del agregado fino y grueso. ....	120
Tabla 4.4. Diseño de mezcla del concreto patrón para un $F_c=250\text{kg/cm}^2$ .	122
Tabla 4.5. Diseño de mezcla de concreto experimental 0.5% de fibra de saco de polipropileno.....	122
Tabla 4.6. Diseño de mezcla de concreto experimental 1.2% de fibra de saco de polipropileno.....	123
Tabla 4.7. Diseño de mezcla de concreto experimental 1.6% de fibra de saco de polipropileno.....	123
Tabla 4.8. Resistencia a compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad. ....	124

Tabla 4.9. Promedio de la resistencia a compresión de los pesos y asentamiento. ....	126
Tabla 4.10. Comparación de materiales entre el diseño patrón y experimentales.....	131
Tabla 4.11. Comparación de equipos entre el diseño patrón y experimentales. ....	132
Tabla 4.12. Comparación de mano de obra entre el diseño patrón y experimentales.....	132

## INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 3.1. granulometría del agregado combinado. ....	93
Gráfica 4.1. Granulometría del agregado fino. ....	120
Gráfica 4.2. Granulometría del agregado grueso. ....	121
Gráfica 4.3. Resistencia a compresión vs días. ....	127
Gráfica 4.4. Resistencia a compresión vs porcentaje de fibra de caso de polipropileno. ....	128
Gráfica 4.5. Pesos de concreto patrón y experimentales. ....	129
Gráfica 4.6. Asentamientos. ....	129
Gráfica 4.7. Precios unitarios del concreto patrón y experimentales. ....	131

## INTRODUCCION

En la búsqueda de mejorar las propiedades mecánicas del concreto, la adicción de fibras ha surgido como una técnica que permite ayudar a mejorar el concreto. Entre las diversas opciones disponibles, la fibra de polipropileno extraída de los sacos se destaca por su capacidad para mejorar la resistencia a la compresión y otras propiedades del concreto. Este estudio se centra en evaluar el comportamiento de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión de un concreto con una resistencia característica de 250 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando adiciones del 0,5%, 1,2% y 1,6%, conforme a la norma COVENIN 1753-2006.

La fibra de polipropileno es conocida por su resistencia a la tracción, durabilidad y capacidad para reducir la fisuración por contracción plástica. Sin embargo, su efecto en la resistencia a compresión del concreto aún requiere una evaluación detallada. Este trabajo tiene como objetivo principal determinar cómo se comporta la resistencia a compresión del concreto al incorporar diferentes porcentajes de fibra de polipropileno, proporcionando así una base sólida para su aplicación en proyectos de construcción.

Para llevar a cabo esta investigación, se prepararon mezclas de concreto patrón y experimentales con diferentes proporciones de fibra de polipropileno y se realizaron ensayos de resistencia a compresión siguiendo los procedimientos establecidos en la norma COVENIN 1753-2006. Los resultados obtenidos permitirán evaluar el uso de fibras de polipropileno en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto, ofreciendo una alternativa innovadora y eficiente para la industria de la construcción.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

Este capítulo muestra la problemática existente con los altos precios de los aditivos, donde se plantea una nueva alternativa que ayuda a economizar los costos del concreto, donde se especifica el alcance que tiene dicho proyecto y se explica también su importancia y justificaciones. A demás se hace mención de los objetivos, tantos general como específicos, que servirán para el desarrollo de este trabajo de grado.

### **1.1 Planteamiento del problema.**

El manejo de los desechos de sacos de polipropileno es un tema importante debido a su impacto ambiental. El polipropileno (PP) es un material de embalaje de plástico ampliamente utilizado, pero lamentablemente, solo se recicla alrededor del 1%. Esto significa que la mayoría de los sacos de polipropileno terminan en vertederos, donde se descomponen lentamente durante 20-30 años. Además, el PP puede contener aditivos tóxicos como plomo y cadmio, lo que agrava el problema. La incineración de polipropileno también puede liberar dioxinas y cloruro de vinilo, ambos venenosos. Para abordar esta problemática, es crucial fomentar el reciclaje y buscar alternativas más sostenibles en la producción y uso de sacos de polipropileno.

En Venezuela, la problemática de los desechos y residuos, incluyendo los sacos de polipropileno, es grave debido al mal manejo. Según la organización no gubernamental Transparencia, aproximadamente el 80% de la basura generada en el país se mantiene a cielo abierto. A pesar de existir

una ley que prohíbe la disposición de residuos en vertederos a cielo abierto. Además, el 40% de los venezolanos carece de acceso regular al servicio de recolección de basura, lo que afecta la salud pública. En ciudades como Ciudad Guayana y Maracaibo, la quema de basura es común debido a la falta de capacidad para procesar los desechos. Detrás de los vertederos, también existe una problemática social relacionada con las condiciones laborales de quienes recogen desechos en esos lugares. Es fundamental abordar esta situación para proteger el medio ambiente y la salud de la población.

La problemática en el Estado Anzoátegui de los desechos de saco de polipropileno puede tener varios impactos negativos en los ecosistemas locales. Por un lado, los sacos de polipropileno que terminan en vertederos o se queman liberan sustancias tóxicas y microplásticos al suelo y al agua, afectando la calidad del suelo y contaminando fuentes de agua cercanas. Además, la acumulación de residuos en áreas naturales altera los hábitats de plantas y animales, y los sacos de polipropileno pueden obstruir ríos, afectando la biodiversidad local. Por otro lado, el impacto en la fauna es significativo: los animales pueden ingerir fragmentos de polipropileno, lo que puede causar asfixia, bloqueo intestinal o toxicidad. Además, los sacos pueden atrapar a aves y otros animales, causando lesiones o muerte. Finalmente, la presencia de sacos de polipropileno en paisajes naturales también provoca degradación visual y reduce el atractivo turístico de la región. Para mitigar estos efectos, es fundamental promover prácticas de reciclaje, educación ambiental y regulaciones más estrictas en la gestión de residuos.

Considerando la problemática actual, se desarrolló un diseño de mezcla de concreto y se incorporó fibra de polipropileno en porcentajes de 0,5%, 1,2% y 1,6%. El propósito principal fue encontrar una alternativa ecológica que

contribuya a reducir la presencia de plástico proveniente de los sacos de polipropileno dispersos en el medio ambiente.

Para la elaboración de este proyecto, se llevó a cabo prácticas de laboratorio que se ajusten a la calidad de los materiales según la norma COVENIN 277-2000. Posteriormente se diseñó una mezcla de concreto patrón y experimental, agregando la fibra de polipropileno en proporciones del 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto al 1 m<sup>3</sup> de concreto. La resistencia característica a compresión será de 250 kg/cm<sup>2</sup> (f'c), siguiendo las directrices de la norma COVENIN 1753-2006. Se realizó pruebas de resistencia en muestras de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad, de acuerdo con la norma COVENIN 338-2002. Luego, se compararon los resultados para determinar cuál enfoque es más viable.

Con lo antes mencionado, se plantean las siguientes interrogantes: ¿Cómo evaluar la granulometría, peso específico, absorción, humedad, peso unitario suelto y compactado de agregado fino y grueso? ¿Cuál sería la dosificación de una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando fibra de polipropileno al 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto al peso del cemento en 1m<sup>3</sup> de concreto para un f'c: 250kg/cm<sup>2</sup>, según la norma COVENIN 1753-2006? ¿Cómo realizar pruebas de resistencia a la compresión en muestras de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad, según la norma COVENIN 338-2002? ¿Cuáles serán las diferencias entre las prioridades (resistencia a la compresión, asentamiento y peso) del concreto patrón y experimental? ¿Cómo comparar el precio unitario entre la mezcla patrón (sin fibra de polipropileno) y la mezcla experimental (Con adición de fibra de polipropileno 0,5% 1,2%, y 1,6%, con respecto al peso del cemento en 1m<sup>3</sup> de concreto?

## **1.2 Objetivo**

### **1.2.1 Objetivo general.**

Evaluar el comportamiento de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión de un concreto  $f_c$ : 250kg/cm<sup>2</sup> con adiciones del 0,5%, 1,2% y 1,6%, según la norma COVENIN 1753-2006.

### **1.2.2 Objetivos específicos.**

- Identificar la granulometría, peso específico, absorción, humedad, peso unitario suelto y compactado de agregado fino y grueso. Según la norma COVENIN 277-2000, COVENIN 268-1998, COVENIN 269-1998, COVENIN 1375-1979, COVENIN 263-1978 respectivamente.
- Calcular la dosificación de una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando fibra de polipropileno al 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto al 1m<sup>3</sup> de concreto para un  $f_c$ : 250kg/cm<sup>2</sup>, según la norma COVENIN 1753-2006.
- Realizar pruebas de resistencia a la compresión en muestras de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad, según la norma COVENIN 338-2002
- Evaluar las diferencias entre las propiedades (resistencia a la compresión, asentamiento y peso) del concreto patrón y experimental.

- Comparar el precio unitario entre la mezcla patrón (sin fibra de polipropileno) y la mezcla experimental (Con adición de fibra de polipropileno 0,5%, 1,2%, y 1,6%, con respecto a 1m<sup>3</sup> de concreto).

### **1.3 Alcance**

Este proyecto integral abarcó una secuencia detallada de actividades esenciales con ensayos meticulosos de granulometría para determinar la distribución del tamaño de las partículas de los agregados fino y grueso, seguidos de la medición precisa del peso específico que nos permitió entender su densidad y calidad. Se evaluó la absorción y humedad de los agregados para asegurar la correcta proporción de agua de las mezclas y se determinó el peso unitario tanto en estado suelto como compactado para estimar el volumen necesario de material en obra. Luego se procedió al cálculo riguroso de las dosificaciones, estableciendo las proporciones óptimas de los componentes para la mezcla patrón estándar y para la mezcla experimental innovadora. Finalmente, la investigación culminó con pruebas exhaustivas de resistencia a compresión en ambas mezclas de concreto.

### **1.4 Justificación e importancia**

La búsqueda de alternativas sostenibles para la fabricación de concreto, así como la reutilización eficiente de los residuos de sacos de fibra de polipropileno, presenta múltiples beneficios ambientales. En primer lugar, esta iniciativa contribuye significativamente a la reducción de desechos industriales y la contaminación ambiental asociada con los sacos de polipropileno. Además, al innovar con materiales no convencionales en la construcción, esta

investigación promete revolucionar el sector con soluciones más ecológicas y sostenibles.

El uso de residuos de polipropileno en mezclas de concreto no solo proporciona una salida para estos desechos, sino que también puede mejorar las propiedades del concreto, como su durabilidad y resistencia a compresión. Esto abre un campo prometedor para futuras investigaciones para estudiantes y/o profesionales relacionados en la materia que podrían llevar a la creación de nuevos compuestos y técnicas constructivas que sean tanto resistentes como respetuosas con el medio ambiente.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

En este capítulo da a conocer los antecedentes donde están expresado tesis relacionadas con la adición de fibras, permitiendo aclarar los procedimientos para la realización de un diseño de mezcla de concreto con fibra polipropileno, además de esto se coloca bases teóricas donde ayuda a entender los criterios básicos que sirve para la elaboración de este proyecto de investigación.

#### **2.1 Antecedentes:**

Carlos Intor, (2015). Realizaron un trabajo de grado titulado “Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> con fibras de polipropileno” para optar al título de Ingeniero civil, en la Universidad Nacional de Cajamarca. En este estudio de grado se evaluó que El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo, lo que incrementa las exigencias de calidad y la necesidad de un riguroso control en cada obra. La fibra de polipropileno, un aditivo de refuerzo, mejora significativamente la calidad del concreto al prevenir daños por agua y fisuras por humedad, evitando grietas y fracturas en grandes construcciones. Esta investigación se centró en determinar la influencia de las fibras de polipropileno en la resistencia del concreto. Compuesta de material 100% virgen, esta fibra en forma de monofilamentos actúa como un refuerzo tridimensional, reduciendo grietas por contracción plástica en estado fresco y por temperatura en estado endurecido, además de disminuir la segregación de materiales y la filtración de agua. Se utilizó el método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados para el diseño

de mezclas, con una resistencia especificada de  $f'c$  de 175 kg/cm<sup>2</sup>. Se realizaron cuatro diseños de mezcla: una mezcla patrón y tres con dosificaciones de fibra de polipropileno de 0.25%, 0.60% y 1.00% por peso de cemento. Los resultados mostraron que la adición de 1.00% de fibra de polipropileno mejora la resistencia a la compresión del concreto a edades de 7, 14 y 28 días, con incrementos de 0.97%, 2.88% y 3.80% a 7 días; 1.59%, 3.25% y 3.92% a 14 días; y 1.59%, 4.19% y 6.02% a 28 días, respectivamente, en comparación con la mezcla patrón.

Alesmar L, Nalia R, María K, (2008). Realizaron un trabajo de grado titulado "Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) – cemento" Para optar al título de Ingeniero civil, en la Universidad Central de Venezuela. Se estableció una metodología teórico-práctica para evaluar el comportamiento del plástico de botellas de gaseosas como agregado en mezclas de PET-Cemento. Se realizaron mezclas con 5%, 10% y 15% de PET, sustituyendo parte de la arena. Se elaboraron probetas para ensayos de compresión, absorción, erosión e impacto, curadas por 7 días y almacenadas hasta los 28 días. La mezcla B (15% PET) mostró ser la más resistente y adecuada para construcción, con baja absorción y buena resistencia a erosión e impacto. Además, no es la más costosa y ayuda a reducir el impacto ambiental al reutilizar botellas de plástico.

Milena S, Yuraima C, Idalberto A, (2008). Realizaron un trabajo de grado titulado "Desempeño del concreto reforzado con fibras de sisal para la producción de componentes constructivos" Para optar al título de Ingeniero civil en la Universidad Central de Venezuela. Se evalúa de manera experimental el desempeño del concreto reforzado con fibras de sisal para su utilización en la elaboración de paneles de cerramiento y otros componentes

constructivos. Se realizaron ensayos de resistencia a compresión y a flexión de cada muestra midiéndose el efecto que provoca la adición de fibras en el comportamiento estructural de cada pieza. Los resultados muestran que no hay afectaciones marcadas en los valores máximos de resistencia a compresión y flexión, en tanto se evidencia un cambio en el comportamiento del material desde el punto de vista de la ductilidad. En virtud de esto se concluye que es estructuralmente conveniente la utilización de la fibra de sisal como refuerzo, siendo 0,5% y 0,75% los porcentajes más adecuados y la longitud de 5 cm la que ofreció mejores resultados.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Cemento portland.**

En el libro “Tecnología de concreto y mortero” del Ing. Gerardo define al cemento como el producto que se obtiene por la pulverización del Clinker Portland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el Clinker. (Jaramillo Castillo & Sánchez Pérez, 2021, p. 39).

### **2.2.2 Clasificación del cemento portland.**

- Tipo I: Para usarse en obras de concreto en general donde las propiedades especiales de los otros tipos de cemento son requeridas. El cemento Portland blanco entra en esta clasificación. Características: Uso general.

- Tipo II: Usado en estructuras de drenaje donde las concentraciones de sulfatos en aguas subterráneas son poco altas de lo normal. También se puede usar en estructuras de masa considerable, como en muros de contención. Características: Resistencia moderada a los sulfatos y bajo calor de hidratación.
- Tipo III: Empleado en estructuras donde se requiere quitar las formaletas tan pronto como sea posible o cuando la estructura debe ponerse al servicio rápidamente. Características: Altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: Usado para las estructuras de concreto masivo, como grandes presas, donde el aumento de temperaturas es un factor crítico resultado de un alto calor generado durante el endurecimiento. Características: Muy bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Se emplea para estructuras en suelos o en contacto con aguas subterráneas con altos contenidos de sulfato. Características: Alta resistencia a los sulfatos.

Vale la pena destacar que el cemento tipo IV y tipo V no se fabrican en Venezuela, solo los tres primeros mencionados y el más común encontrado en el país es el tipo I. (COVENIN 28, 2003, p.63):

### **2.2.3 Agregados**

Son fragmentos o granos, cuya finalidad específica es abaratar la mezcla y dotarla de ciertas características, entre las cuales se destacan la disminución de la retracción de fraguado o retracción plástica y alcanzan a representar entre el 70% y el 85% de su peso, razón por la cual resaltan tan importante para la cantidad final de la mezcla. Tiene como característica los agregados empleados que benefician el desarrollo de ciertas propiedades en el concreto, en las cuales se destacan: la trabajabilidad, las exigencias del contenido de cemento, la adherencia con la pasta y el desarrollo de resistencia mecánica. (Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009, p. 61)

#### **2.2.3.1 Agregado fino**

El agregado fino proviene de la desintegración natural o artificial de las piedras, que pasa el Tamiz Itintec 9,5mm (3/8") y que cumple con los límites colocados en la Norma COVENIN 277-2000.

Según Ortiz (s.f), es el producto de la desintegración química y mecánica de las rocas bajo meteorización y abrasión. Los agregados finos o arenas consisten en arena natural extraída de los ríos, lagos, depósitos volcánicos o arenas artificiales, esto es, que han sido triturados. Se define al agregado fino como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, se emplea en el concreto para facilitar el acabado, impedir la segregación entre otros. Estas mejoras se logran, en parte, por la composición granulométrica, el tamaño, la forma y la textura de las superficies de las partículas. (Jaramillo Castillo & Sánchez Pérez, 2021, p. 46-47).

### **2.2.3.2 Agregado grueso**

El agregado grueso, que se emplea con mayor frecuencia, está compuesto por grava. Esta grava puede consistir en piedras trituradas, escorias de altos hornos y otras partículas duras similares. Estas partículas varían en tamaño desde 10 mm hasta 75 mm. (Moncada, 2015, p. 16)

El agregado grueso debe estar constituido por piedra triturada, canto rodado, escoria siderúrgica enfriada por aire o una combinación de ellos, o de otras fuentes, siempre que cumplan con los requisitos especificados en la presente Norma Venezolana. Caso especial a objeto de estudio es la piedra proveniente de reciclaje de concreto. (COVENIN 277, 2000, p.4)

### **2.2.4 Peso unitario**

El peso unitario se refiere a la terminología tradicional utilizada para describir la propiedad determinada por este método de ensayo, que es peso por unidad de volumen (más correctamente, masa por unidad de volumen o densidad). (Bernedo, s.f., p.4)

Peso unitario se clasifica en peso unitario suelto y compactado a continuación se explica cómo realizarlo:

### **2.2.5 Peso unitario suelto**

Se determina llenado de recipiente de volumen conocido y estable, con el agregado, dejándolo caer libremente desde cierta altura. Después se pesa y se establece la relación peso/volumen (norma COVENIN 263, “Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado” y ASTM C29). Este dato

es importante porque permite convertir peso en volúmenes y viceversa cuando se trabaja con agregados. La regularidad del peso unitario, en una obra, sirve también para descubrir posibles cambios bruscos en la granulometría o en la forma del agregado. (Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009, p.80).

### **2.2.6 Peso unitario compactado.**

Se realiza mediante un proceso parecido al anterior, pero compactando el material dentro del molde (Norma COVENIN 262 “Método de Ensayo para determinar el peso Unitario del Agregado” y ASTM C29). Se usa en algunos métodos de diseño de mezcla, como es el caso del American Concrete Institute. (Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009, p.81).

### **2.2.7 Peso específico.**

Es el peso del volumen absoluto de la materia sólida del agregado, sin incluir huecos entre granos (Normas COVENIN 268 y COVENIN 269). Se usa para establecer la condición de volumen en ciertos métodos de diseño de mezcla. (Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009, p.81).

### **2.2.8 Humedad.**

El contenido de agua o humedad representa el porcentaje del peso de agua en una determinada masa de suelo con respecto al peso de partículas sólidas. A su vez es la cantidad de agua concentrada en un material, como suelo, rocas, cerámica o madera, medida a través de análisis volumétrico o gravimétrico. (Bocchino & Salaverria, 2023, p.40-41)

### **2.2.9 Granulometría**

La granulometría de los agregados, es la composición en porcentaje, de los diversos tamaños de agregado en una muestra. Esta proporción se suele indicar de mayor a menor tamaño, por una cifra que representa en peso, el porcentaje parcial de cada tamaño que paso o quedo retenido en los diferentes tamices que se usan obligatoriamente para tal medición.

La curva granulométrica del agregado ya sea fino o grueso define como están dispuestas sus partículas desde las más finas hasta las más gruesas, y esta indicara si es un agregado bien gradado o mal gradado, existen normativas y especificaciones que delimitan cuales son las curvas granulométricas para el diseño de los distintos tipos de concreto.

Una buena granulometría de los agregados es lo ideal para obtener concretos de calidad, ya que, si existe una buena granulometría de los agregados, el volumen de los espacios entre partículas será mínimo y por consiguiente la cantidad de pasta (cemento con agua) necesaria para pegarlas y llenar los espacios vacíos entre ellas será la mínima, obteniendo así una mezcla bastante homogénea y económica.

La granulometría para el agregado fino y grueso se determina según la Norma Venezolana COVENIN-277. (Guzmán & Tuarez 2022, pp.44-45)

### **2.2.10 Absorción**

Es el proceso por el cual el hormigón ejerce atracción sobre los fluidos con los que está en contacto, de modo que las moléculas de estos penetren

en él, llenando sus poros y capilares permeables. (Bocchino & Salaverria (2023, p.41)

### **2.2.11 Resistencia a compresión**

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).

El ensayo universalmente conocido para determinar la resistencia a la compresión, es el ensayo sobre probetas cilíndricas elaboradas en moldes especiales que tienen 150 mm de diámetro y 300 mm de altura. (Osorio, s.f., parr.11)

La norma COVENIN 338 es la que rigen los procedimientos de elaboración de los cilindros y ensayo de resistencia a la compresión respectivamente.

### **2.2.12 Plástico**

El término plástico en su significado más general, se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen, durante un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido concreto, nombra ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación semi-natural de los átomos de carbono en las largas cadenas

moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales. (Plásticos CJ,s.f.,parr.1)

#### **2.2.13 Plástico polipropileno.**

La Fibra de Polipropileno es un producto diseñado para reducir las grietas en el hormigón, en el estado plástico y por temperatura en estado endurecido del mismo. Es un multifilamento que permite una distribución uniforme en la masa, manteniendo la homogeneidad de la mezcla durante más tiempo. (Fibras y Mayas, 2018, parr.1).

#### **2.2.14 Agua**

El líquido que se requiere en la producción del concreto cumple una doble función, dar fluidez a la mezcla para una fácil manejabilidad y reaccionar químicamente con el cemento dando lugar, con ello, al endurecimiento de la mezcla.

El agua de mezclado no debe tener sustancias que vayan a reaccionar con el cemento, por lo que cuando se tenga duda de su calidad se deberán realizar ensayos especificados en la norma COVENIN 2385. (Hurtado, Trías, 2018, pp. 30-31).

#### **2.2.15 Agua para Concreto.**

El agua es imprescindible en varias etapas para la elaboración del concreto, mezclado, fraguado y curado. El agua de mezclado ocupa normalmente entre 15% y 20% del volumen de concreto fresco y, conjuntamente con el cemento forman un producto coherente, pastoso y

manejable, que lubrica y soporta los agregados, acomodable en los moldes. Simultáneamente esta agua reacciona químicamente con el cemento hidratándolo y produciendo el fraguado en su acepción más amplia, desde el estado plástico inicial, pasando por lo que llamamos endurecimiento, hasta el desarrollo de resistencia a largo plazo.

Por otra parte, el agua de curado es necesaria para reponer la humedad que se pierde por evaporación luego que el concreto ha sido colocado, compactado y alisado en su superficie; de esa manera se garantiza el normal desarrollo de las reacciones de hidratación del cemento.

Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que pueden perjudicar el fraguado del concreto o que reaccione negativamente, en estado fresco o endurecido, con alguno de sus componentes o con los elementos embutidos en el concreto, como tuberías metálicas o de acero de refuerzo. (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009, pp 113).

### **2.2.16 Principales propiedades del concreto en estado fresco.**

#### **a) Trabajabilidad.**

La trabajabilidad se define como la menor o mayor dificultad que se tiene para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto, su evaluación es relativa, ya que depende de las condiciones reales del proyecto. Un indicador de la trabajabilidad es el ensayo en el que se mide el asentamiento o “Slump”. (Pasquel Carbajal, 1998).

**b) Segregación.**

La segregación es la separación del agregado de la pasta y sucede cuando la viscosidad del concreto se reduce por la falta de pasta, mala distribución del agregado o exceso de agua. (Pasquel Carbajal, 1998).

**c) Exudación.**

Es la propiedad en donde parte del agua para mezclado del concreto asciende hasta la superficie producto de la fineza del cemento, cantidad de finos del agregado y la tendencia de decantación que tienen los materiales para la elaboración del concreto. (Pasquel Carbajal, 1998).

**d) Contracción.**

Es la propiedad en la que el material se contrae por la reducción del agua del volumen original, puede ocasionar fisuras por las tensiones generadas en los cambios de volumen. (Pasquel Carbajal, 1998).

**2.2.17 Agua de mezclado.**

Cumple dos funciones hidratar el cemento y proporcionar fluidez y lubricación al concreto. Se estima que, en condición de ambiente saturado, el agua requerida para hidratación equivale al 25% en peso del cemento, el resto se evapora. La porción evaporada después que el concreto ha sido compactado y alisado es la causante de la retracción de secado y de la formación de conductos capilares que intercomunican poros, esto se llenan parcialmente de aire y producen concreto menos resistentes y menos

durables, por los que se debe usarse el menor volumen de agua que sea posible para obtener la fluidez requerida.

Ciertas impurezas en el agua pueden causar reacciones perjudiciales al concreto o alteraciones en sus propiedades a saber.

- ✓ Trabajabilidad
- ✓ Tiempos de fraguado.
- ✓ Resistencias mecánicas.
- ✓ Adherencias entre concreto y refuerzo.
- ✓ Permeabilidad.
- ✓ Durabilidad (disgregación, corrosión de los elementos, metálicos).
- ✓ Aspectos (eflorescencia, decoloración).

Esas impurezas pueden estar en forma de solución (azúcares, sales como carbonatos, cloruros y sulfato, ácidos) o de suspensión (aceites, materia vegetal, limos, arcillas). (Porreros, Ramos, Grases y Velazco, 2009, pp 114)

### **2.2.18 Agua de curado.**

La hidratación del cemento comienza al contacto con el agua de mezclado, y desde la superficie de cada grano de cemento hacia el interior, es un proceso muy rápido en los primeros minutos y horas que se prolonga por varios meses y años siempre que haya humedad suficiente. Durante las primeras horas hay reserva suficiente de agua en el concreto y, luego, se pierde progresivamente por evaporación; primero desaparece el agua de exudación que es la capa superficial, brillante, que se observa al realizar la compactación del concreto y, ya semiendureciendo el concreto, hay una migración y evaporación del agua interna necesaria para la reacción del cemento. (Porrero Ramos, Grases y Velazco, 2009, pp 114).

### 2.2.19 Relación Agua-Cemento.

Es la expresión de una familia de rectas paralelas, con pendientes iguales a “m”, separadas entre si a una distancia equivalente a “n, log y T”. los valores de las constantes: k, n y m dependen de los agregados. Para los mismos materiales señalados anteriormente, es decir, agregados gruesos triturados de 25,4 mm de tamaño máximo, arena natural (ambos en condiciones de saturados en superficie seca) y cemento Portland Tipo 1, se obtienen buenos ajustes con:

$$C = 117,2 * T^{0,16} / \alpha^{1,3}$$

$$\text{Log } C = 2,069 + 0,16 \log T - 1,3 \log \alpha$$

En donde T se expresa en centímetros y C en kgf/m<sup>3</sup>. La variable  $\alpha$  y T pueden despejarse de la formula cuando sea incógnitas. (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009, pp 140-141).

### 2.2.20 Relación Beta ( $\beta$ ).

Cuando se trata de dos agregados, fino y grueso, la relación de combinación entre ellos se expresa como el cociente entero entre el peso del fino (arena) y el del agregado total, suma del grueso y del fino. Se simboliza  $\beta$  y se expresa en tanto por uno o en porcentaje.

$$\beta = 100 * A / (A+G) (\%)$$

Donde A y G son los pesos de los agregados fino y grueso respectivamente. (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009, pp 127).

### **2.2.21 Concreto.**

Es un material que está constituido por dos partes: una es un producto pastoso y moldeable, que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, y la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esa pasta” ( , p. 31).

El concreto es un material que para endurecer sólo necesita agua durante el mezclado, es por eso que también puede ser utilizado bajo el agua. Puede tomar casi cualquier forma si se vierte en un molde o encofrado y se transforma en piezas prefabricadas para la construcción. Como un concreto especial mezclado con materiales de relleno y de alta dureza, ofrece un sólido fundamento para los edificios. (Budenheim, s.f., parr. 2).

### **2.2.22 Fraguado del concreto**

Se designa como el periodo durante el cual la mezcla fresca, al ponerse en contacto el agua con el cemento, comienza a perder gradualmente su capacidad de ser deformable y empieza el proceso de endurecimiento; en un lapso de 4 a 10 horas, según sea las características del cemento, el proceso de fraguado termina, adquiriendo el material cierta resistencia mecánica y perdiendo la propiedad de elasticidad.

Cabe destacar que el proceso de endurecimiento puede tardar varios años, pero se considera que el concreto ha adquirido su máxima resistencia a los 28 días, ya que la posterior hidratación de las partículas de cemento es muy lenta y puede interrumpirse por falta de agua.

### **2.2.23 Resistencia del concreto**

La resistencia del concreto es la capacidad que tiene para resistir una carga encima de él. Su función principal es determinar que la mezcla cumpla con los requerimientos y solicitaciones de carga como (compresión, corte, tracción y flexión), para una estructura determinada. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy poca a los de tracción, siendo por tanto a la resistencia a la compresión su propiedad más importante.

Generalmente se expresa en términos de unidades de esfuerzo ( $\text{Kgf/cm}^2$ ) o ( $\text{Lbf/pulg}^2$ ). La resistencia a la compresión del concreto determina su calidad estructural. Para su determinación se preparan probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, que se compacta, curan y se ensayan a una edad determinada según las especificaciones de la norma *COVENIN 338-2002.* *Concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindro de concreto*”.

### **2.2.24 Cono de Abrams**

Es un molde de metal con forma de cono truncado, con un diámetro en la base de 20 cm (8”) y un diámetro en la parte superior de 10 cm (4”), con una altura de 30 cm (12”). Las bases deben ser abiertas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono. El molde debe estar provisto de asas y aletas. (Guzmán & Tuarez 2022, pp 59).

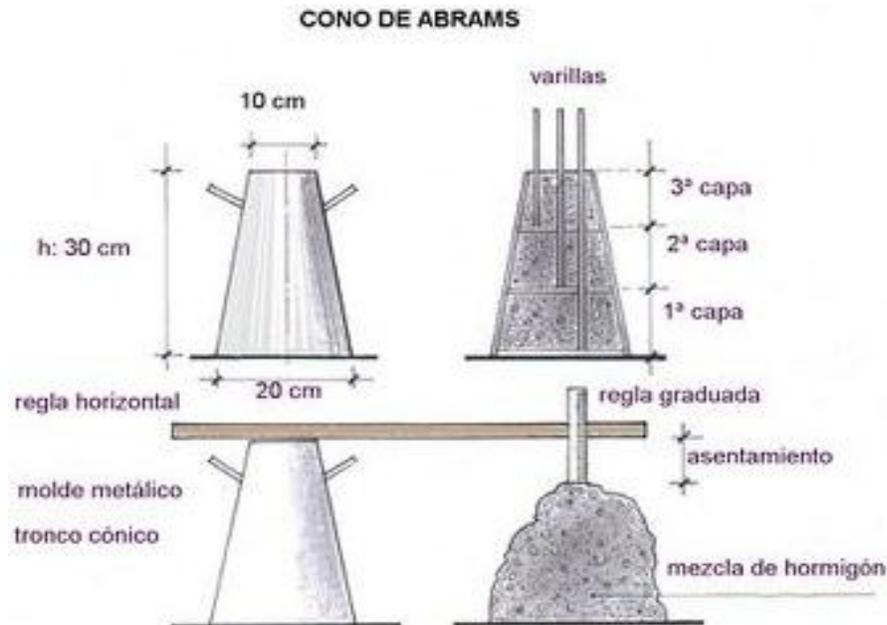


Figura 1.1. Cono de Abrams.

Fuente: Internet

### 2.2.25 Curado de la probeta.

Después de haber sido desmoldadas las probetas, se almacenan en una piscina o tanque de agua a una temperatura de entre 23°C y 25°C, de tal manera que el agua cubra totalmente todas las caras de las probetas. Las mismas permanecerán hasta su respectivo ensayo de compresión. (Guzmán & Tuarez 2022, pp 61).



Figura 1.2. Moldes metálicos para concreto.

Fuente: Internet.

### **2.2.26 Diseño de mezcla.**

El diseño de mezcla es un procedimiento que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados. De igual manera se establecen los pasos a seguir para el diseño de mezcla de concreto en la norma COVENIN 1753-2006.

Es el proceso en el cual se determina las características requeridas del concreto como propiedades en estado fresco, propiedades en estado endurecido, y proporciones de materiales para su elaboración, un diseño y proporcionamiento de concreto adecuado debe ser trabajable, durable, resistente, apariencia uniforme y económico. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

La resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) se deriva de la relación agua y material cementante, en algunas ocasiones debido a las condiciones de durabilidad se asume relaciones de agua y cemento muy baja. (Pasquel Carbajal, 1998).

La resistencia requerida ( $f'cr$ ) debe ser igual a la resistencia especificada ( $f'c$ ) más un factor de seguridad que considera las variaciones de los materiales, del transporte, colocación y variaciones en la elaboración, curado y ensayo de testigos de concreto. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

### **2.2.27 Ensayos de resistencia a compresión.**

Los ensayos de resistencia a compresión se rigen por la norma COVENIN 338-2002, donde se establece el procedimiento a seguir para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindro de concreto, que resulta del cociente de la carga máxima axial y el área transversal del cilindro

$$R_c = P/A$$

Ec. 2.2
---------

**Dónde:**

$R_c$  = Resistencia a compresión kgf/cm<sup>2</sup>

$P$  = Carga máxima aplicada, kgf

$A$  = Área de la sección transversal del cilindro, cm<sup>2</sup>

El resultado del ensayo es el promedio de las resistencias de los cilindros por cada condición de ensayo.

### **2.2.28 Temperatura ambiental**

Es un factor externo que afecta la reología de manera importante que es la temperatura ambiental. A diferencia que sucede en otros materiales el concreto se hace menos fluido y disminuye el asentamiento a medida que aumenta la temperatura debido a que ese calor acelera las reacciones de fraguado y endurecimiento. La variación del asentamiento solo puede ser obtenida experimentalmente en cada caso, pero como dato aproximado, puede convertirse en que se pierde 1 pulgada de asentamiento por cada 10 grados centígrados de incremento de temperatura.

Estos cambios adquieren especial importancia cuando se llevan a cabo colocaciones de concreto a lo largo de extensos periodos de tiempo, como podría ser día y noche. En tales casos. Las mezclas deben recibir ciertos ajustes para poder concentrar los efectos de la variación en temperaturas y mantener constantes sus condiciones de comportamiento. (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009, pp 59-60).

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLOGICO**

Se plasma todo el procedimiento realizado para el cumplimiento de los objetivos específico detallando las normas que se utilizaron y el paso a paso de cada proceso para llegar al diseño de la mezcla y la elaboración de concreto  $F_c=250\text{kg/cm}^2$  con la adicción de la fibra de saco de polipropileno con ayudas de figuras, tablas y graficas. También se plasma el nivel de investigación, diseño de investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos y población y muestras.

#### **3.1 Nivel de investigación.**

##### **3.1.1 Investigación descriptiva.**

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (Arias, 2012, p.23).

Este proyecto se centró en una investigación descriptiva para evaluar el comportamiento del concreto, tanto en estado fresco como endurecido, con la adición de plástico o fibra de polipropileno en proporciones del 1%, 2% y 4%. El objetivo fue establecer la estructura y caracterizar las propiedades mecánicas del concreto experimental.

## **3.2 Diseño de investigación.**

### **3.2.1 Investigación de campo.**

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (Arias, 2012, p.31).

Al tratarse de una realización de un concreto experimental con adición de 0,5%, 1,2% y 1,6% de plástico de fibra de polipropileno se llevó a cabo los ensayos en un laboratorio. En estos ensayos, se recolecto datos directamente de las muestras investigadas, donde solo se obtuvo información de su comportamiento mecánico sin alterar ni manipular variable alguna.

### **3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Una vez efectuada la operación de las variables y definidos los indicadores, es hora de seleccionar las técnicas e instrumentos de recolección de datos pertinentes para verificar las hipótesis o responder las interrogantes formuladas. Todo en correspondencia con el problema, los objetivos y el diseño de investigación. Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. (Arias, 2012, p.67)

### **3.3.1 Observación no estructurada.**

Es la que se ejecuta en función de un objetivo, pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados. (Arias, 2012, p.68)

Esta técnica ayudó a observar detalladamente los procedimientos y comportamientos de los agregados y el concreto durante las prácticas de laboratorio. Además, permitió visualizar y analizar los resultados obtenidos, proporcionando una comprensión más profunda de las propiedades mecánicas y estructurales del concreto. A través de estos ensayos, se logró identificar posibles mejoras y optimizaciones en la mezcla, contribuyendo así al desarrollo de materiales de construcción más eficientes y sostenibles.

Instrumentos: Cámaras, blog de notas.

La cámara permitió registrar de forma visual las prácticas de laboratorio que se realizó a cada agregado, y al concreto tanto al patrón como el experimental, y con el apoyo del blog de notas se guardó un registro de los valores que obtuvimos.

### **3.3.2 Entrevista no estructurada.**

En esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permiten definir el tema de la entrevista, de allí que el entrevistador deba poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia. (Arias, 2012, p.73)

Esta técnica ayudó a realización de una serie de preguntas a medida que vayan surgiendo dudas durante la realización de los ensayos, permitiendo a los técnicos o ingenieros del laboratorio PREGO aclararlas.

Instrumentos: Una grabadora y una libreta de notas fueron útiles para anotar y grabar cualquier duda que surja durante el proceso. Esto permitió formular preguntas posteriormente y registrar las respuestas obtenidas.

### **3.4 Población**

La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. (Arias, 2012, p.81)

La población de estos proyectos esta abarcada por las 4 mezclas de concreto: 1 concreto patrón y las otras 3 de concreto experimental con adición de fibra de saco de polipropileno al 0,5%, 1,2% y 1,6%.

### **3.5 Muestra**

La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. (Arias, 2012, p.83)

La muestra está comprendida por 24 cilindros de concreto proveniente de las 4 mezclas el cual 6 cilindros son de concreto patrón y 6 cilindros para cada muestra de concreto de fibra de saco de polipropileno al 0,5%, 1,2% y 1,6%.

## **3.6 Etapas del Proyecto.**

### **3.6.1 Búsqueda y análisis bibliográfico**

En esta etapa, fue necesario buscar toda la información relacionada con lo que se realizó de las prácticas de laboratorio para cada agregado. También se investigó cómo calcular las dosificaciones correspondientes para cada tipo de concreto, tanto el patrón como el experimental. Donde se obtuvo esta información, se utilizó libros, trabajos de grado nacionales e internacionales, blogs y normas COVENIN. De esta manera, se logró esclarecer todas las dudas planteadas y adquirir un dominio completo del tema para cumplir con el objetivo.

**3.6.2 Identificación de la granulometría, peso específico, absorción, humedad, peso unitario suelto y compactado de agregado fino y grueso. Según la norma COVENIN 277-2000, COVENIN 268-1998, COVENIN 269-1998, COVENIN 1375-1979, COVENIN 263-1978 respectivamente.**

#### **3.6.2.1 Ubicación y selección de los materiales**

Se buscó la ubicación donde comprar los materiales para hacer el diseño de mezcla:

Se compró 120 kg de agregado grueso (piedra picada) en la empresa Materiales de construcciones Daniela C.A, ubicada en la avenida intercomunal sentido Barcelona antes de la pasarela de pozuelos. (Ver figura 3.1)



Figura 3.1. Materiales de Construcciones Daniela.

Fuente: tomada por los autores.

Se compró 2 sacos de cemento en la empresa Materiales Tony 2000 C.A, que queda ubicada en la avenida intercomunal, sentido Barcelona al frente de la parada del BTR de pozuelo. (Ver figura 3.2)



Figura 3.2. Ferretería Materiales Tony 2000.

Fuente: tomada por los autores.

Se recicló aproximadamente 3kg de sacos de polipropileno que se recolectaron dentro del mercado de Puerto la Cruz. (Ver figura 3.3).



Figura 3.3. Recolección de los sacos.

Fuente: Tomada por los autores.

Se utilizó 110kg de agregado fino (arena gruesa) el cual fue facilitado por el laboratorio PREGO-INGENIERIA GEOTECNICA Ubicada en Puerto la Cruz en la Urbanización Gulf,

### **3.6.2.2 Preparación de la fibra de los sacos de polipropileno.**

Debido a que se necesitaba la fibra de los sacos de polipropileno, se procedió a cortar finas tiras (Ver figura 3.4) de aproximadamente de 5cm y 10cm con un ancho menor a 0,5cm (Ver figura 3.5)



Figura 3.4. Corte de los sacos.  
Fuente: Tomada por los autores.



Figura 3.5. Fibra cortada.

Fuente: Tomada por los autores.

### **3.6.2.3 Inicio de los ensayos de laboratorio para el agregado fino y el grueso.**

Los ensayos de laboratorio para los agregados fino y grueso se realizaron en la empresa PREGO-INGENIERIA GEOTECNICA Ubicada en Puerto la Cruz en la Urbanización Gulf.

#### **3.6.2.3.1 Granulometría del agregado fino y del grueso.**

Se seleccionó la muestra con el método de cuarteo según la norma COVENIN 270, tanto para el agregado fino como para el grueso para realizar el ensayo de granulometría siguiendo la norma de COVENIN 277, seguido del procedimiento de tamizado según la norma COVENIN 255, lo cual se hace

pasando el material por los diferentes tamices (ver figura 3.6) y se pesa lo que queda retenido en cada uno de ellos (ver figura 3.7 y 3,8).

Para la arena se utilizaron los cedazos de:

(3/8"); (#4); (#8); (#16); (#30); (#50); (#100); (#200).

Para la piedra se utilizaron los cedazos de:

(1 1/2"); (1"); (3/4"); (1/2"); (3/8"); (1/4").

En la figura 3.9 se visualiza los cedazos utilizados para la piedra picada y en la figura 3.10 y 3.11 se muestra los agregados gruesos y fino ya tamizados y pesados respectivamente.



Figura 3.6. Tamizado del agregado grueso.

Fuente: tomada por los autores



Figura 3.7. Pesado del agregado grueso.

Fuente: tomada por los autores



Figura 3.8. Pesado del agregado fino.

Fuente: tomada por los autores.



Figura 3.9. Cedazo para el agregado grueso.

Fuente: tomada por los autores.



Figura 3.10. Granulometría del agregado grueso

Fuente: tomada por los autores.



Figura 3.11. Granulometría del agregado fino.

Fuente: tomada por los autores

En la tabla y gráfica 4.1 y 4.2 se aprecia los resultados de la granulometría

#### **3.6.2.3.2 Peso específico y absorción del agregado fino.**

Se tomó una muestra del agregado fino almacenado, que al estar muy saturada no fue necesario dejarla sumergida en agua durante 24 horas según la norma COVENIN 268 debido a eso el material fue secado en una cocina eléctrica (ver figura 3.12).



Figura 3.12. Secado de la muestra en cocina eléctrica, para conseguir la condición S.S.S.

Fuente tomada por los autores.

donde se iba verificando si se obtenía la condición de saturada con su superficie seca utilizando un cono, y en dicho cono se le agregaba la arena y se compactaba con 25 caídas con un compactador una vez obtenida esa condición de humedad (ver figura 3.13).



Figura 3.13. verificación de humedad en S.S.S

Fuente: tomada por los autores.

se agrega la muestra dentro de un picnómetro (figura 3.14) y se pesa (figura 3.15).



Figura 3.14. Colocación del material dentro del picnómetro.

Fuente: tomada por los autores.



Figura 3.15. Muestra pesada en el picnómetro.

Fuente: tomada por los autores.

Luego se llenan el picnómetro con agua hasta la marca de calibración (ver figura 3.16) se mueve continuamente hasta que agarre el color de la arena (ver figura 3.17) y se coloca en reposo y luego se pesa nuevamente (ver figura 3.18).



Figura 3.16. Colocación de agua a la muestra dentro del picnómetro.

Fuente: tomada por los autores.



Figura 3.17. Agitación de la muestra y el agua dentro del picnómetro.

Fuente: tomada por los autores.

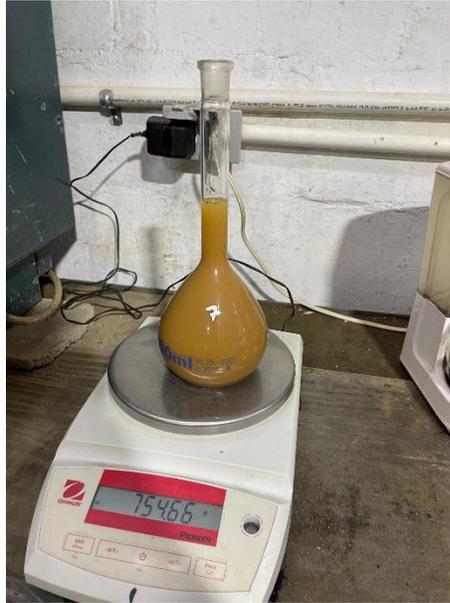


Figura 3.18. Pesado del picnómetro con la arena y el agua.

Fuente: tomada por los autores.

Previamente se pesó el picnómetro solamente con agua hasta la marca de calibración. Obtenidos estos pesos se toman los datos obtenidos y se calcula el peso específico.

Para la absorción se tomó la muestra utilizada para determinar el peso específico y se procedió a secarla en la cocina eléctrica (ver figura 3.19). Una vez secado el material se seca y se procede a calcular la absorción.



Figura 3.19. Secado de la arena para la absorción.

Fuente: tomada por los autores.

En la tabla 3.1 se visualiza todos los datos tomados en el laboratorio obtenidos del procedimiento anteriormente mencionado, dichos datos fueron aplicados en la fórmula que establece la norma COVENIN 268 y se obtuvo el valor del peso específico y absorción, el cual se muestran en el capítulo 4.1.

Tabla 3.1. Datos para el cálculo de peso específico y absorción del agregado fino.

PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO. (COVENIN 268)		
PICNOMETRO #	7	10
PICNOMETRO	165,37	160,41
PICNOMETRO + MUESTRA S.S. S	313,98	321,44
MUETRAS S.S. S	148,61	161,03
MUESTRA SECA	145,10	157,35
PICNOMETRO + AGUA (capacidad total)	663,04	657,84
PICNOMETRO + MUESTRA S.S.S + AGUA	754,66	756,96

Fuente: Elaborada por los autores.

### 3.6.2.3.3 Peso específico y absorción del agregado grueso.

Al realizar el ensayo del agregado grueso se siguió el procedimiento expresado en la norma COVENIN 269, en donde se sumergió en agua el agregado grueso durante 24 horas. Pasado el tiempo se sacó y se extendió dentro de una toalla absorbente el cual sirvió para quitar la película de agua de la piedra (ver figura 3.20) y dejar el agregado grueso en una condición de humedad S.S.S.



Figura 3.20. Secado del agregado grueso para conseguir la humedad S.S.S.

Fuente: tomada por los autores.

Posteriormente se pesa el material en aire, en condición de humedad de saturada S.S.S. (ver figura 3.21)



Figura 3.21. Pesado del agregado grueso en S.S.S en el aire.

Fuente: tomada por los autores.

Luego se coloca en una cesta y se sumerge en agua para tomar su peso (ver figura 3.22) y así calcular el peso específico.



Figura 3.22. Peso de la muestra sumergida en agua.

Fuente: tomada por los autores.

Por último, se extrae dicho agregado para ser colocado en el horno y secar el material. Una vez seco se pesa para calcular la absorción.

En la tabla 3.2 se visualiza todos los datos tomados en el laboratorio obtenidos del procedimiento anteriormente mencionado, dichos datos fueron aplicados en la fórmula que establece la norma COVENIN 269 y se obtuvo el valor del peso específico y absorción, el cual se muestran en el capítulo 4.1.

Tabla 3.2. Datos para calcular el peso específico y absorción del agregado grueso.

PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO. ASTM C127	
MUESTRA S.S.S EN AIRE	4978
MUESTRA SUMERGIDA	3054,2
MUESTRA SECA EN AIRE	4937

Fuente: elaboradas por los autores.

### 3.6.2.3.4 Peso unitario suelto del agregado fino y grueso.

Para calcular el peso unitario del agregado fino y grueso, se siguieron los pasos de acuerdo a la norma COVENIN 263, donde se tomó un envase cilíndrico con volumen conocido, y se fue colocando el agregado a una distancia de 5cm establecida por la norma, (ver figura 3.23) hasta llenar el recipiente y posteriormente enrazarla y ser pesada (ver figura 3.24). Este procedimiento se repitió 3 veces para cada agregado.



Figura 3.23. Colocación del agregado grueso en el cilindro.

Fuente: tomado por los autores.



Figura 3.24. Peso de la muestra para P.U.S

Fuente: tomada por los autores.

En la tabla 3.3 y 3.4 se visualizan los datos que fueron tomados en el laboratorio para el cálculo del peso unitario suelto, el cual se muestra en el capítulo 4.1.

Tabla 3.3. Datos para el cálculo del peso unitario suelto del agregado fino.

DETERMINACION DE PESO UNITARIOS EN AGREGADOS. (COVENIN 263)			
ENVASE#	PESO UNITARIO SUELTO		
ENVASE + MUESTRA	7.094	7122,2	7118,2
PESO MUESTRA (gr)	4420,8	4449	4445,6

Fuente: elaborada por los autores.

Tabla 3.4. Datos para el cálculo del peso unitario del agregado grueso.

DETERMINACION DE PESOS UNITARIOS EN AGREGADOS. (COVENIN 263)			
ENVASE #	PESO UNITARIO SUELTO		
ENVASE + MUESTRA	6372,6	6400,6	6386
PESO MUESTRA (gr):	3699,4	3727,4	3742,8

Fuente: elaborada por los autores.

### 3.6.2.3.5 Peso unitario compactado del agregado fino y grueso.

Para calcular el peso unitario del agregado fino y grueso, se siguieron los pasos de acuerdo a la norma COVENIN 263, se toma un recipiente cilíndrico con volumen conocido y se comienza a colocar por capas (ver figura 3.25) específicamente 3; el agregado. Cada capa es compactada con una barra metálica con 25 golpes en toda su superficie (ver figura 3.26), hasta ser llenada y a su vez enrazada. Por último, se pesa, este procedimiento se repite 3 veces para cada agregado.



Figura 3.25. Colocación del material por capa.

Fuente: Tomada por los autores.



Figura 3.26. Compactación de las capas del agregado grueso.

Fuente: Tomada por los autores.

En la tabla 3.5 y 3.6 se visualizan los datos que fueron tomados en el laboratorio para el cálculo del peso unitario compactado, el cual se muestra en el capítulo 4.1.

Tabla 3.5. Datos para el peso unitario compactado del agregado fino.

DETERMINACION DE PESO UNITARIOS EN AGREGADOS. (ASTM C-29)			
ENVASE#	PESO UNITARIO COMPACTO		
ENVASE + MUESTRA	7719	7754,2	7735,1
PESO MUESTRA (gr)	5045,8	5081	5061,9

Fuente: elaborada por los autores.

Tabla 3.6. Datos de peso unitario compactado del agregado grueso.

DETERMINACION DE PESOS UNITARIOS EN AGREGADOS. (ASTM C-29)			
ENVASE #	PESO UNITARIO COMPACTO		
ENVASE + MUESTRA	6835,2	6846	6916,2
PESO MUESTRA (gr):	4162	4172	4243

Fuente: elaborada por los autores.

### 3.6.2.3.6 Humedad del agregado fino y grueso

Para determinar la humedad que está presente en los agregados tanto fino como grueso, se utilizó el procedimiento y fórmula presente en la norma COVENIN 1375. Se tomó el peso de la muestra en estado natural (ver figura 3.27 y 3.28).



Figura 3.27. peso del agregado fino en estado natural.

Fuente: tomada por los autores.



Figura 3.28. peso del agregado grueso en estado natural.

Fuente: Tomada por los autores.

Se llevó al horno para el secado del material y pasado el tiempo necesario se pesó nuevamente (ver figura 3.39 y 3.30).



Figura 3.29. Peso del agregado fino seco.

Fuente: Tomada por los autores.



Figura 3.30. Peso del agregado grueso seco.

Fuente: tomado por los autores.

Se determinó su humedad con la formula planteada en dicha norma. En la tabla 3.7 se muestran los valores tomados para el cálculo de la humedad.

Tabla 3.7. Datos para la determinación de la humedad.

Pesos	Agregado fino (gr)	Agregado grueso (gr)
Tara	223,42	224,45
Muestra Natural + Tara	502,34	685,08
Muestra Natural	278,92	460,63
Muestra Seca + Tara	490,33	684,7
Muestra Seca	266,91	460,25

Fuente: elaborada por los autores.

### 3.6.2.3.7 Pasante 200 del agregado fino y grueso.

Para determinar el porcentaje que pasa por el tamiz número 200 del agregado fino y grueso, se siguió lo establecido por la norma COVENIN 258.

Se tomó una muestra que fue secada y pesada (ver figura 3.31 y 3.32)



Figura 3.31. Agregado fino seco, antes de ser lavado.

Fuente: Tomada por los autores.



Figura 3.32. Muestra del agregado grueso seco, antes de ser lavado.

Fuente: tomada por los autores.

Para ser colocada en el tamiz numero 200 lo cual fue lavada hasta que el agua que pasara por dicho tamiz estuviera limpia. (ver figura 3.33 y 3.34) Luego de eso se secó y se pesa nuevamente.



Figura 3.33. Lavado del agregado fino en el tamiz número 200.

Fuente: tomada por los autores.



Figura 3.34. Lavado del agregado grueso en el tamiz 200.

Fuente: tomada por los autores.

En las tablas 3.8 y 3.9 se visualizan los datos para calcular el pasante 200, tanto del agregado fino como el agregado grueso.

Tabla 3.8. Datos para el cálculo del pasante 200, del agregado fino.

PASANTE # 200 EN AGREGADO PARA CONCRETO (COVENIN 258-77)	
N° DE TARA	F-13
PESO DE TARA	225.07
PESO TARA+ MUESTRA SECA	448.46
PESO TARA+ MUESTRA SECA DESPUES DE LAVADA	439.35

Fuente: elaborada por los autores.

Tabla 3.9. Datos para el cálculo del pasante 200, del agregado grueso.

PASANTE #200 EN AGREGADOS PARA CONCRETO (COVENIN 258-77)	
N° TARA	19
PESO DE TARA (gr)	275,78
PESO TARA + MUESTRA SECA (gr)	891,45
PESO TARA+ MUESTRA SECA DESPUES DE LAVADA (gr)	889,64

Fuente: elaborada por los autores.

#### 3.6.2.4 Peso específico de la fibra del saco de polipropileno.

En vista de que no existe una norma COVENIN que respalde el cálculo o determinación del peso específico de la fibra del saco de polipropileno, se realizó un ensayo de peso unitario compactado basado en la norma COVENIN 263, para obtener un valor aproximado al peso específico de la muestra, el cual se hizo de la siguiente manera, se tomó un envase de vidrio con volumen conocido, el cual se llenó de fibra de saco de polipropileno y se fue compactando lo mejor posible para eliminar los espacios vacíos que pudieran haber quedado. Una vez realizado ese proceso, se pesó (ver figura 3.35) y se calculó con la ecuación 3.1 el peso unitario compactado.



Figura 3.35. Pesado de la fibra de saco de polipropileno más el envase.

Fuente: tomada por los autores.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso de la fibra del saco}}{\text{volumen del envase de vidrio}} \quad \text{Ec.3.1}$$

Sustituyendo los valores de la tabla 3.10 en la ecuación 3.1 se obtiene lo siguiente:

Tabla 3.10. Datos para el cálculo del peso unitario compactado de la fibra del saco de polipropileno.

Peso	Ensayo #1	Ensayo #2
Envase de vidrio (gr)	246,24	
Envase de vidrio + Muestra (gr)	572,76	579,17
Muestra (gr)	326,52	332,93
Volumen(cm3)	346,92	

Fuente: elaborada por los autores.

$$P.U.C \#1 = \frac{326,52gr}{346,92cm3} = 0,94 gr/cm3$$

$$P.U.C \#2 = \frac{332,93gr}{346,92cm^3} = 0,96gr/cm^3$$

Se tomó el promedio de los dos resultados dando un valor de 0,95 gr/cm<sup>3</sup>, el cual fue tomado como peso específico de la muestra, asemejándose bastante al valor tomado como referencia sacada por fuentes de internet (0.90 gr/cm<sup>3</sup>).

### **3.6.3 Cálculos de la dosificación de una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando fibra de polipropileno al 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto al peso del cemento en 1m<sup>3</sup> de concreto para un f'c: 250kg/cm<sup>2</sup>, según la norma COVENIN 1753-2006.**

Siguiendo lo establecido de la norma COVENIN 2006 y el libro de manual de concreto estructural, se realizó primeramente el diseño de concreto patrón y posteriormente se diseñó el concreto experimental el cual se hizo el siguiente procedimiento adicionando fibra de polipropileno al 0,5% 1,2% y 1,6%.

#### **3.6.3.1 Resistencia promedio a compresión requerida "Fcr"**

Debido a que no se dispone valores para establecer una desviación estándar se tuvo que utilizar la tabla 3.11

Tabla 3.11. Resistencia promedio a la compresión requerida,  $F_{cr}$ , cuando no se dispone de datos para establecer la desviación estándar.

<b>RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA, <math>F_{cr}</math>, CUANDO NO SE DISPONE DE DATOS PARA ESTABLECER LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR (1)</b>			
<b>RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN <math>F_c</math> (<math>\text{kgf/cm}^2</math>)</b>	<b>RESISTENCIA REQUERIDA A LA COMPRESIÓN <math>F_{cr}</math> (<math>\text{kgf/cm}^2</math>)</b>		
	<b>CONTROL DE CALIDAD EXCELENTE</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD INTERMEDIO</b>	<b>SIN CONTROL DE CALIDAD</b>
Menor de 210 <sup>(2)</sup>	$F_c + 45$	$F_c + 80$	$F_c + 130$
De 210 a 350	$F_c + 60$	$F_c + 95$	$F_c + 170$
Más de 350	$F_c + 75$	$F_c + 110$	$F_c + 210$

(1) En la Tabla XIV.6 se describen los diferentes grados de control.  
 (2) En áreas sísmicas  $F_c$  no será menor de 210  $\text{kgf/cm}^2$  (véase Sección 5.2.1 de la Norma COVENIN 1753).

Fuente: Fuente: manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009

Sabiendo que se tiene un control de calidad excelente debido a que el mezclado se realizaron en el laboratorio, tomando en cuenta que tendrá un  $F_c$  de 250 $\text{kg/cm}^2$  se le sumo a esta 60 $\text{kg/cm}^2$  dando el siguiente resultado:

$$F_{cr}: 310\text{kg/cm}^2$$

### 3.6.3.2 Relación agua/cemento

Para el cálculo de la relación agua/cemento fue necesario utilizar la ecuación 3.2 el cual fue sacada del libro de manual de concreto estructural

$$\alpha = 3,147 - 1,065 * \log R \text{ 28 (Kg/cm}^2\text{)} \quad \text{Ec. 3.2}$$

Sustituyendo la resistencia a 28 días (el cual se tomó  $310 \text{ kg/cm}^2$ ) en la ecuación 3.2 se obtuvo el siguiente valor .

$$\alpha = 0,49$$

### 3.6.3.3 Corrección de agua/cemento

Como el valor calculado de relación agua/cemento con la ecuación 3.2 no se puede tomar directamente debido a que se tiene que corregir, dicha correcciones se hizo con el factor  $k_r$  y  $k_a$  aplicada en la ecuación 3.3

$$\alpha_c = \alpha * k_r * k_a \quad \text{Ec. 3.3}$$

para establecer el factor  $k_r$  y  $k_a$  se utilizó la tabla 3.12 y 3.13 respectivamente

Tabla 3.12. Factor  $k_r$  para corregir la relación agua/cemento.

<b>K<sub>r</sub> FACTOR PARA CORREGIR <math>\alpha</math> POR TAMAÑO MÁXIMO, mm (PULGADAS)</b>									
TAMAÑO	6,35	9,53	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	63,5	76,2
MÁXIMO	(1/4)	(3/8)	(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)	(2 1/2)	(3)
FACTOR K <sub>r</sub>	1,60	1,30	1,10	1,05	1,00	0,91	0,82	0,78	0,74

Fuente: manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009

Para el factor  $k_r$  se tomó el tamaño máximo del agregado grueso el cual es de 1"1/2 arrojando un valor de 0.91

Tabla 3.13. Factor ka para corregir la relación agua/cemento.

KA FACTOR PARA CORREGIR $\alpha$ POR TIPO DE AGREGADO			
GRUESOS FINOS	TRITURADOS	SEMITRITURADOS	CANTO RODADO (GRAVA NATURAL)
Arena natural	1,00	0,97	0,91
Arena triturada	1,14	1,10	0,93

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009

Debido a que el agregado grueso es triturado y el agregado fino es natural el factor ka da un valor de 1.

Sustituyendo los valores correspondientes se obtuvo una relación agua cemento corregida de:

$$\alpha_c = 0,45$$

#### 3.6.3.4 Dosis de cemento "C"

Para el cálculo de la dosis de cemento en peso (kg/m<sup>3</sup>) se utilizó la ecuación 3.4 en donde la variable "T" asentamiento se tomó de la tabla 3.14.

$$C = 117,2 * T^{0,16} / \alpha^{1,3} \quad \text{Ec.3.4}$$

Tabla 3.14. Valores recomendados de asentamiento.

ELEMENTO	RANGOS DE ASENTAMIENTO (cm)
Prefabricados	Nulo-6
Fundaciones ciclópeas	3-8
Pedestales, muros de fundación armados	4-8
Pavimentos	5-8
Losas, vigas, columnas, muros de corte	6-11
Paredes estructurales delgadas	10-18
Transportado por bombeo	6-18
Autonivelante	Mayor de 18

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009.

El asentamiento se tomó de 10cm que es aproximadamente 4”, debido a que el diseño está planteado para losas, vigas, muros de corte, columnas. Dicho valor se sustituye en la ecuación 3.4 junto con el valor de la relación agua/cemento (0,45), dando el siguiente resultado.

$$C = 478 \text{ kg/m}^3$$

### 3.6.3.5 Correcciones de dosis de cemento “Cc”

El valor calculado para la dosis del cemento tuvo que ser corregida por los factores C1 y C2, el cual se utilizan en la ecuación 3.5

$$C_c = C * C_1 * C_2 \quad \text{Ec 3.5}$$

Para obtener el valor de C1 y C2 se utilizaron las tablas 3.16 y 3.17

Tabla 3.15. Factor C1 para correcciones de dosis de cemento.

<b>C<sub>1</sub> FACTOR PARA CORREGIR C POR TAMAÑO MÁXIMO, mm (PULGADAS)</b>									
TAMAÑO	6,35	9,53	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	63,5	76,2
MÁXIMO	(1/4)	(3/8)	(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)	(2 1/2)	(3)
FACTOR C <sub>1</sub>	1,33	1,20	1,14	1,05	1,00	0,93	0,88	0,85	0,82

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009.

Tabla 3.16. Factor C2 para correcciones de dosis de cemento.

<b>C<sub>2</sub> FACTOR PARA CORREGIR C POR TIPO DE AGREGADO</b>			
GRUESOS	TRITURADOS		CANTO RODADO
FINOS	SEMITRITURADOS		(GRAVA NATURAL)
Arena natural	1,00	0,93	0,90
Arena triturada	1,28	1,23	0,96

dividiéndolo entre C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> para entrar luego en la fórmula o el gráfico de la relación triangular (véase Sección VI.10).

Fuente: : Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009.

Para el factor C1 se tomó un valor de 0.93 debido a que el tamaño máximo del agregado grueso es de 1 ½" y el valor de C2 es 1 debido a que es un agregado grueso triturado y un agregado fino natural. Estos valores se sustituyeron en la ecuación 3.4 junto con la dosis de cemento calculada y se obtuvo el siguiente valor:

$$C_c = 445 \text{ kg/m}^3$$

### 3.6.3.6 Volumen del cemento.

Una vez obtenido la dosis en peso del cemento se procedió a calcular el volumen que ocupa el mismo en un metro cubico del concreto, para ello fue necesario calcular la densidad del cemento (3.33kg/L), El cual para transformar la dosis de cemento de peso a volumen, se dividió entre su peso específico, obteniendo el siguiente valor:

$$V_c = 133,5 \text{ L/m}^3$$

### 3.6.3.7 Volumen de aire atrapado. “V aire”

Para obtener este volumen se utilizó la ecuación 3.5 en donde la variable P es el tamaño máximo del agregado grueso en milímetros. (38,1mm)

$$V_{\text{aire}} = C/P \quad \text{Ec 3.5}$$

Sustituyendo los valores de la dosis de cemento en peso y el tamaño máximo del agregado grueso en milímetros se obtuvo el siguiente valor:

$$V_{\text{aire}} = 12 \text{ L/m}^3$$

### 3.6.3.8 Dosis en peso del agua. “a”

Para conocer la cantidad de agua necesaria de un metro cúbico de concreto se utilizó la ecuación 3.6.

$$a = C * \alpha \quad \text{Ec 3.6}$$

Sustituyendo la dosis de cemento y la relación agua/cemento en la ecuación 3.6 se obtuvo el siguiente valor:

$$a=200 \text{ kg/m}^3$$

### 3.6.3.9 Volumen de agua. “Va”

Obtenido ya la dosis en peso del agua, se procede a calcular el espacio que ocupa en 1 metro cúbico de concreto, para ellos fue necesario dividir la dosis en peso entre su peso específico. Éste último tiene un valor de 1 kg/L, arrojando el siguiente valor:

$$V_a=200 \text{ L/m}^3$$

### 3.6.3.10 Dosis en volumen de los agregados combinados. “V (f+g)”

Para el cálculo del volumen de los agregados combinados que este compuesto por la unión del agregado fino y grueso, fue necesario extraer dicha variable de la ecuación 3.7.

$$V_c+V_a+V_{aire}+V(f+g) = 1000 \text{ L/m}^3 \quad \text{Ec 3.7}$$

En vista de que se diseña para un metro cubico de concreto o en este caso para 1000 l/m<sup>3</sup> de concreto y al tener las variables de V<sub>c</sub>, V<sub>a</sub> y V<sub>aire</sub>, se logró despejar el volumen del agregado combinado, para obtener la ecuación 3.8.

$$V(f+g) = 1000-( V_c+V_a+V_{aire} ) \quad \text{Ec 3.8}$$

Sustituyendo los volúmenes correspondientes en la ecuación 3.8, se obtuvo el siguiente resultado:

$$V(f+g) = 654,5 \text{ L/m}^3$$

#### **3.6.3.11 Dosis en volumen del agregado fino.**

Para determinar el volumen que ocupa el agregado fino dentro de un metro cúbico de concreto, se tuvo que utilizar la ecuación 3.9

$$V_f = V(f+g) \cdot \beta \quad \text{Ec 3.9}$$

Para la determinación de la relación beta, se realizó lo siguiente:

##### **3.6.3.11.1 Relación Beta” $\beta$ ”**

Para determinar la relación beta fue necesario realizar un cálculo granulométrico en donde se combinaban la granulometría del agregado fino y del agregado grueso, este cálculo arrojó un porcentaje que pasa para el agregado combinado, utilizando una relación beta al azar. Dicho resultado fue comparado con los límites granulométricos recomendados por el libro del Manual de concreto estructural ver tabla 3.17.

Tabla 3.17. Límites recomendados para agregados combinados.

LÍMITES GRANULOMÉTRICOS RECOMENDADOS PARA DISTINTOS TAMAÑOS MÁXIMOS DEL AGREGADO, PORCENTAJES PASANTES											
CEDAZO		TAMAÑOS MÁXIMOS: mm (PULGADAS)									
ABERTURA		88,9	76,2	63,5	50,8	38,1	25,4	19,1	12,7	9,53	6,35
mm	pulg	(3 1/2)	(3)	(2 1/2)	(2)	(1 1/2)	(1)	(3/4)	(1/2)	(3/8)	(1/4)
88,9	3 1/2	100-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76,2	3	95-80	100-90	-	-	-	-	-	-	-	-
63,5	2 1/2	92-60	92-70	100-90	-	-	-	-	-	-	-
50,8	2	85-50	87-55	87-65	100-90	-	-	-	-	-	-
38,1	1 1/2	76-40	80-45	80-55	87-73	100-90	-	-	-	-	-
25,4	1	68-33	72-38	73-47	77-59	84-70	100-90	-	-	-	-
19,1	3/4	63-30	68-35	68-43	73-53	77-61	90-70	100-90	-	-	-
12,7	1/2	57-28	62-32	62-37	68-44	70-49	75-55	85-65	100-90	-	-
9,53	3/8	53-25	58-30	60-35	65-40	65-43	68-45	75-55	98-90	100-90	-
6,35	1/4	45-22	48-25	58-30	60-35	60-35	60-35	65-45	65-51	73-61	100-90
4,76	#4	45-22	48-25	50-28	55-30	55-30	55-30	60-38	58-42	62-48	65-52
2,38	#8	40-20	43-20	45-20	45-20	45-20	45-20	45-20	43-37	40-26	38-26
1,19	#16	35-15	35-15	35-15	35-15	35-15	35-15	35-15	31-17	26-14	21-9
0,59	#30	25-10	25-10	25-10	25-10	25-10	25-10	25-10	20-10	13-5	8-2
0,29	#50	16-7	16-7	16-7	16-7	16-7	16-5	16-5	11-5	7-3	5-1
0,14	#100	8-2	8-2	8-2	8-2	8-2	8-1	8-1	6-1	5-1	2-0

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2009.

Estos límites fueron elegidos, tomando el tamaño máximo del agregado grueso (1 1/2"). Seguidamente se iba tanteando la relación beta hasta conseguir un valor que genere una granulometría de agregado combinado que estuviera lo mejor posible dentro los límites recomendado por dicho libro. El valor de relación beta elegido es:

$$\beta = 0,50$$

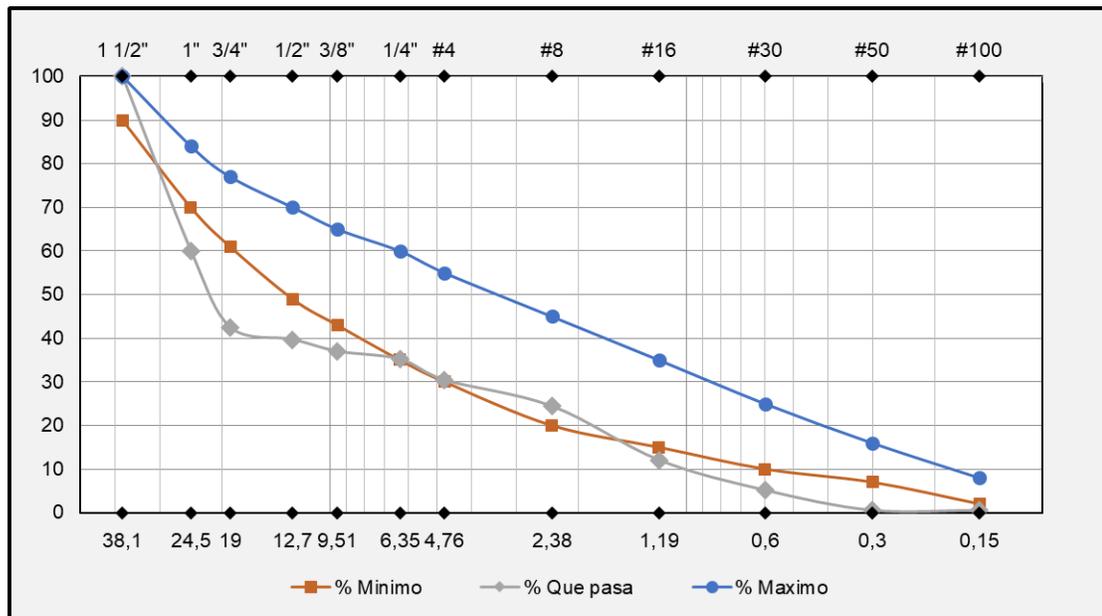
En la tabla 3.18 y grafica 3.1 se observará la granulometría realizada para el agregado combinado con la relación  $\beta = 0,50$ .

Tabla 3.18. granulometría de los agregados combinados.

$\beta = 0,5$		Agregado grueso	Agregado fino	Porcentaje mínimo	% que pasa combinado	Porcentaje máximo
Cedazos						
1 1/2"	38,1	100	100	90	100	100
1"	24,5	32,03	87,91	70	32	84
3/4"	19	2,39	82,53	61	2,4	77
1/2"	12,7	0,28	79,04	49	0,3	70
3/8"	9,51	0,27	73,76	43	0,3	65
1/4"	6,35	0,25	70,10	35	0,3	60
#4	4,76	0,25	60,49	30	0,2	55
#8	2,38	0,00	48,85	20	0	45
#16	1,19	0,00	23,98	15	0	35
#30	0,6	0,00	10,15	10	0	25
#50	0,3	0,00	1,04	7	0	16
#100	0,15	0,00	0,15	2	0	8

Fuente: Elaborada por los autores.

Gráfica 3.1. granulometría del agregado combinado.



Fuente: Elaborada por los autores.

### **3.6.3.12 Cálculo del volumen del agregado fino**

Se utilizó la ecuación 3.9 y junto con la relación beta calculada (0,50) se obtuvo, el siguiente valor:

$$V_f=327,25 \text{ L/m}^3$$

### **3.6.3.13 Dosis en peso del agregado fino.**

Para convertir la dosis del agregado fino de volumen a peso, fue necesario utilizar el peso específico del mismo (2.6 kg/L), el cual éste último fue multiplicado por el volumen del agregado obteniendo la siguiente dosis en peso:

$$D_f= 850,85 \text{ kg/m}^3$$

### **3.6.3.14 Dosis en volumen del agregado grueso.**

Para el volumen del agregado grueso se tomó la diferencia entre el volumen del agregado combinado y el volumen del agregado fino. Dicha diferencia arrojó un resultado de:

$$V_g=327, 25 \text{ L/m}^3$$

### **3.6.3.15 Dosis en peso del agregado grueso**

Obtenido el volumen se procedió transformar el resultado mencionado a dosis en peso, para ello fue necesario utilizar el peso específico del agregado

grueso (2,59kg/L). Este valor fue multiplicado por el volumen y arrojó la siguiente dosis en peso:

$$D_g = 847,58 \text{ kg/m}^3$$

### **3.6.3.16 Cálculo del diseño de los concretos experimentales.**

Para este diseño se utilizaron las mismas variables de relación agua/cemento, relación beta, dejando las mismas dosificaciones de cada componente de concreto y adicionando solamente 0,5%, 1,2% y 1,6% de fibra de saco de polipropileno por metro cubico de concreto, para esas dosificaciones se hizo lo siguiente:

#### **3.6.3.16.1 Dosis de la fibra de saco de polipropileno para un 0,5%, 1,2% y 1.6%.**

Como cada porcentaje de adición de fibra de saco de polipropileno es calculada en base a un metro cubico de concreto se tomó los porcentajes de 0,5%, 1,2% y 1.6% y se extrajo el volumen de dicha fibra de los 1000 L/m<sup>3</sup>, dando como resultados:

$$V_{0,5\% \text{ de fibra}} = 5 \text{ L/m}^3$$

$$V_{1,2\% \text{ de fibra}} = 12 \text{ L/m}^3$$

$$V_{1,6\% \text{ de fibra}} = 16 \text{ L/m}^3$$

Estos volúmenes calculados, se procedió a transformarlos a dosis en peso utilizando el peso específico de la fibra de saco de polipropileno (0,96 kg/L). Este valor fue multiplicado por el volumen de cada porcentaje y arrojó el siguiente resultado:

$$D_{0,5\% \text{ de fibra}} = 4,8 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{1,2\% \text{ de fibra}} = 11,52 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{1,6\% \text{ de fibra}} = 15,36 \text{ kg/m}^3$$

### **3.6.4 Realización de las pruebas de resistencia a la compresión en muestras de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad, según la norma COVENIN 338-2002.**

Para realizar las pruebas de resistencia a compresión, primero se realizaron una serie de procedimientos para llegar a ellos, en donde se empezó con las correcciones de humedad en el diseño de mezcla de concreto tanto patrón como experimentales, para posteriormente ser transformado a una cantidad de 6 cilindros por diseño y luego ser pesados y mezclados para verter el concreto en las probetas y así obtenerlos para su respectivo ensayo.

#### **3.6.4.1 Correcciones por humedad del agregado fino**

Para corregir el agregado fino, dependiendo de la humedad que tiene se utilizó la ecuación 3.10, donde se utilizó la dosis de agregado fino en peso ( $A_{ss}$ ), y también la humedad ( $w$ ) y absorción ( $A_b$ ).

$$A_w = \frac{A_{ss} * (100 + w)}{100 + A_b} \quad \text{Ec 3.10}$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la ecuación 3.10, se obtiene la siguiente dosis en peso del agregado fino corregido:

$$A_w = 869 \text{ kg/m}^3$$

### 3.6.4.2 Correcciones por humedad del agregado grueso.

Para las correcciones del agregado grueso, dependiendo de la humedad que tiene se utilizó la misma ecuación 3.10 con la diferencia de que esta vez se utilizó la variable correspondiente al agregado grueso, dando un valor de:

$$G_w = 841 \text{ kg/m}^3$$

### 3.6.4.3 Correcciones del agua.

Debido a que las cantidades del agregado fino y grueso fueron cambiadas por su condición de humedad fue necesario corregir la dosis de agua para que dichos agregados no aporten ni resten agua a la mezcla. Para esto se utilizó la ecuación 3.11.

$$A_m = a_d + A_{ss} - A_w + G_{ss} - G_w \quad \text{Ec 3.11}$$

Sustituyendo los valores de la dosis de agua ( $A_d$ ) junto con la dosis de agregado fino y grueso tanto original como corregida, se obtuvo la siguiente dosis de agua corregida:

$$A_m = 188 \text{ kg/m}^3$$

#### 3.6.4.4 Dosificación para seis cilindros de concreto por diseño.

Como se diseñó para un metro cúbico de concreto se tuvo que transformar la dosis de cada componente a un volumen que tendría 6 cilindros. Para esto se realizó una regla de tres en donde el volumen de un cilindro es 0.0053 metros cúbicos, y multiplicado por 6 daría un valor de 0.0318m<sup>3</sup>, dicha regla de tres se aplicó de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} \text{Para la dosis de cemento fue: } 445 \text{ kg} \text{-----} > 1 \text{ m}^3 \\ \text{ x-----} > 0.0318 \text{ m}^3 \text{ (6 cilindros)} \end{array}$$

Aplicando la regla de tres obtenemos una dosis de cemento para 6 cilindros de 14,15kg. Este procedimiento se repitió para cada componente de concreto obteniendo así las dosis que se muestran en la tabla 3.19.

Tabla 3.19. Dosificación del concreto patrón para 6 cilindros.

Componentes (kg)	
cemento	14,15
Agua	5,98
Aire	0,00
Afino	27,63
Agrueso	26,74

Fuente: Elaborada por los autores.

Para el diseño experimental como son las mismas cantidades de materiales del concreto patrón, solo se calculó las cantidades de fibras de saco de polipropileno para 6 cilindros de concreto por cada porcentaje de adicción. (ver tabla 3.20).

Tabla 3.20. Dosificación de la fibra de saco de polipropileno para 0.5%, 1,2% y 1.6%

Porcentajes de fibra.	Dosis (kg)
0,5%	0,15
1.2%	0,37
1.6%	0,49

Fuente: Elaborada por los autores.

Teniendo en cuenta que a la hora del mezclado se puede llegar a tener un desperdicio para evitar esto a cada dosificación se le aumento el 30% obteniendo la dosificación mostrada en la tabla 3.21

Tabla 3.21. Dosificación con el 30% de desperdicio para 6 cilindros de concreto por diseño.

Componentes (Kg)				
	Patrón	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3
cimento	18,40	18,40	18,40	18,40
Agua	7,77	7,77	7,77	7,77
Aire	0,00	0,00	0,00	0,00
A.fino	35,92	35,92	35,92	35,92
A.gruoso	34,77	34,77	34,77	34,77
0,50%	----	0,2	----	----
1,20%	----	----	0,48	----
1,60%	----	----	----	0,63

Fuente: Elaborada por los autores:

### 3.6.4.5 Pesado de los materiales.

Sabiendo las cantidades necesarias de cada material se procede a pesar cada uno de ellos como se aprecia en la figura 3.36 y 3.37.

Figura 3.36. Pesado del cemento.



Fuente: Tomada por los autores.

Figura 3.37. Pesado de la arena.



Fuente: Tomada por los autores.

También se tomó el peso de la fibra de saco de polipropileno para cada porcentaje, como se aprecia en la figura 3.38 y 3.39.

Figura 3.38. Pesado de la fibra de saco de polipropileno para el diseño de 1.6%



Fuente: Tomada por los autores.

Figura 3.39. Pesado de la fibra de saco de polipropileno para el diseño de 1.2%



Fuente: tomada por los autores.

### 3.6.4.6 Mezclado del concreto patrón y experimentales.

Una vez pesados todos los materiales, se procede a elaborar el mezclado de cada diseño tanto patrón como los experimentales, con la ayuda del trompo. Donde se colocaron los agregados finos y grueso, primeramente, luego el cemento y el agua y se dejó mezclando durante 9 minutos. (Ver figura 3.40 y 3.41).

Figura 3.40. Colocación del cemento en el trompo.



Fuente: tomada por los autores.

Figura 3.41. Colocación del agua en el trompo.



Fuente: Tomada por los autores.

Para el mezclado de los diseños experimentales, se realizó el mismo procedimiento, pero añadiendo la fibra del saco de polipropileno. (Ver figura 3.42 y 4.43).

Figura 3.42. Agregado de la fibra en el trompo.



Fuente: Tomada por los autores.

Figura 3.43. Mezclado de los materiales en el trompo.



Fuente: Tomada por los autores.

#### **3.6.4.7 Toma de asentamiento con el cono de Abrams.**

Realizado el mezclado se procedió a verificar la trabajabilidad de la misma con el ensayo del cono de Abrams según lo que establece la norma COVENIN 339. Lo primero que se hizo fue humedecer el equipo, luego se comienza a verter el concreto en tres capas y cada capa recibió 25 golpes con una barra metálica, listo eso se retiró el cono lentamente y se tomó la medida de asentamiento para cada diseño. Dando las siguientes medidas:

Asentamiento Patrón= 4"

Asentamiento experimental: 0,5%= 2"

Asentamiento experimental: 1.2%= 0"

Asentamiento experimental 1.6%= 0"

(Ver figuras 3.44, 3.45 y 3.46)

Figura 3.44. Asentamiento Patrón.



Fuente: Tomada por los autores.

Figura 3.45. Asentamiento Experimental de 0,5%.



Fuente: Tomada por los autores.

Figura 3.46. Asentamiento Experimental 1.2%



Fuente: Tomada por los autores.

#### **3.6.4.8 Toma de temperatura de concreto patrón y experimental**

A cada mezcla realizada se tomó la temperatura del concreto como se puede apreciar en la figura 3.47 dando los siguientes resultados:

Temperatura patrón: 30°C

Temperatura experimental: 0,5%= 31°C

Temperatura experimental: 1.2%= 30°C

Temperatura experimental 1.6%= 30°C

Figura 3.47. temperatura de concreto 16%.



Fuente: tomada por los autores.

#### **3.6.4.9 Elaboración de los cilindros de concreto patrón y experimental.**

Siguiendo lo establecido en la norma COVENIN 338 se procedió a elaborar los cilindros de concreto patrón y experimental para esto se tomaron 24 probetas cilíndricas que previamente fueron limpiadas y roseada con desmoldantes, culminado esto, se procedió a la colocación del concreto a cada probeta por capas y cada capa recibió 25 golpes con una barra de acero con un largo promedio de 50cm, en cada una de sus capas haciendo un total de 3 por cada cilindro. (Ver figura 3.48 y 3.49)

Figura 3.48. Compactación de la tercera capa de concreto con la barra de acero.



Fuente: tomadas por los autores.

Figura 3.49. Compactación de la primera capa de concreto con la barra de acero.



Fuente: tomada por sus autores.

posteriormente se le dio unos golpes con un martillo de goma para eliminar el espacio vacío atrapado en el concreto, por último, se enrazó con la misma barra de acero para darle un acabado y quitar lo exceso. (Ver figura 3.50)

Figura 3.50. enrazado del concreto en las probetas.



Fuente: tomadas por sus autores.

Listo esto, se identificaron los cilindros como se aprecia en la figura 3.51.

Figura 3.51. identificación de los cilindros.



Fuente: tomada por los autores.

### 3.6.4.10 Curado de los cilindros

Se desencofraron los cilindros al día siguiente pasada las 24 horas. Para luego colocarlos en el tanque de almacenamiento de agua con cal. (ver figura 3.52)

Figura 3.52. Curado de los ensayos de concreto, patrón y experimentales.



Fuente tomada por los autores.

### 3.6.4.11 Ensayo a la resistencia a compresión.

Transcurrido el tiempo de cura de 7, 14 y 28 días se procedió a extraer los cilindros del tanque de agua con cal donde se dejó un lapso de tiempo de una hora para que liberara el exceso de agua que tienen por estar en el tanque de almacenamiento (ver figura 3.53). Luego se procedió a pesar (ver figura 3.54) para hacer el procedimiento de la resistencia en la máquina de ensayo a compresión con los cilindros de 7, 14 y 28 días. (ver figura 3.55)

Figura 3.53. Liberación de exceso de agua de las muestras.



Fuente tomada por los autores.

Figura 3.54. Pesado de un cilindro de concreto.



Fuente tomada por los autores.

Figura 3.55. Toma de la resistencia a compresión.



Fuente tomada por los autores.

### **3.6.5 Evaluación de las diferencias entre las propiedades (resistencia a la compresión, asentamiento y peso) del concreto patrón y experimental.**

Con los resultados ya recopilados, se procedió a adjuntar estos datos en tablas y/o gráficos para visualizar y evaluar las diferencias en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad, tanto para el concreto patrón como para los concretos experimentales con adiciones de 5%, 12% y 16% de fibra de plástico de polipropileno. Además, se incluyó los respectivos pesos de cada mezcla. Junto a esto, se comparó la trabajabilidad del concreto en su estado fresco mediante la medición de su asentamiento. Este análisis permitió identificar cómo la adición de diferentes porcentajes de fibra de polipropileno

afecta no solo la resistencia a la compresión, sino también la manejabilidad del concreto fresco.

**3.6.6 Comparación del precio unitario entre la mezcla patrón (sin fibra de polipropileno) y la mezcla experimental (Con adición de fibra de polipropileno 0,5%, 1,2%, y 1,6%, con respecto al peso del cemento en 1m<sup>3</sup> de concreto).**

En esta etapa, se llevó a cabo un análisis de precio unitario para cada diseño planteado. Este análisis especifico los costos de los materiales utilizados, la mano de obra requerida y los equipos necesarios para la elaboración del mezclado. Se detallo los costos asociados a cada componente del proceso, donde permitió una comparación exhaustiva entre los diferentes diseños. El objetivo es identificar cuál de los diseños es más viable económicamente, considerando tanto los costos directos como los indirectos.

A continuación, se mostrará los APU realizados en la tabla 3.22, 3.23, 3.24 y 3.25:

Tabla 3.22. Análisis del precio unitario del concreto patrón

		PROYECTO: Evaluación del comportamiento de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión de un concreto fc: 250kg/cm2 con adiciones del 0,5%, 1,2% y 1,6%, según la norma COVENIN							
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS									
PARTIDA Nro:							A.P.U. #	1	
DESCRIPCION:	DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO PATRON 250KG/CM2						CANTIDAD	1	
							UNIDAD	M3	
							RENDIMIENTO	4	
MATERIALES									
Descripcion	Unidad	Cantidad	% Desp.	Cantidad corregida	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	SACOS	11	30	15	259,00	3885,00	7,00	105,00	
ARENA LAVADA	M3	0,56	30	0,73	1110,00	810,30	30,00	21,90	
PIEDRA PICADA 1 1/2"	M3	0,66	30	0,87	1110,00	965,70	30,00	26,10	
AGUA	M3	0,2	30	0,26	740,00	192,40	20,00	5,20	
						TOTAL DE MATERIALES	5853,40	-	158,20
						COSTO UNITARIO DE MATERIALES	5853,40	-	158,20
EQUIPOS									
Descripcion				Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
PALA				2	1036,00	2072,00	28,00	56,00	
CUCHARA PARA ALBAÑILERIA				3	181,30	543,90	4,90	14,70	
CARRETILLA DE 75 LTS				1	2776,48	2776,48	75,04	75,04	
CONO DE ABRAMS + PLANCHA + BARRA METALICA				1	3700,00	3700,00	100,00	100,00	
TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO (ALQUILER)				1	1850,00	1850,00	50,00	50,00	
						TOTAL DE EQUIPOS	10942,38	-	295,74
						COSTO UNITARIO DE EQUIPOS	2735,60	-	73,94
MANO DE OBRA									
Descripcion			Unidad	Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
MAESTRO DE OBRA DE 1ERA			DIAS	0,5	1480,00	740,00	40,00	20,00	
OBRERO DE 1ERA			DIA	1	740,00	740,00	20,00	20,00	
ALBAÑIL DE 1ERA			DIA	1	740,00	740,00	20,00	20,00	
AYUDANTE			DIA	1	555,00	555,00	15,00	15,00	
						TOTAL DE MANO DE OBRA	2775,00	-	75,00
						COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA	693,75	-	18,75
						Total Bs		Total \$	
						TOTAL UNITARIO	9282,75	-	250,89
						15% ADMINISTRATIVO	1392,41	-	38,68
						TOTAL	10675,16	-	289,56
						10% UTILIDAD	1067,52	-	28,96
						TOTAL DE PRECIO UNITARIO	11742,67	-	318,52

Fuente: elaborada por los autores.

Tabla 3.23. Análisis de precio unitario experimental de 0.5% de saco de polipropileno.

PARTIDA Nro:		A.P.U. #						
DESCRIPCION: DISEÑO EXPERIMENTAL CON 0,5% DE SACO DE FIBRA POLIPROPILENO PARA UN Fc:250kg/cm2		CANTIDAD	1					
		UNIDAD	M3					
		RENDIMIENTO	4					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
Descripcion	Unidad	Cantidad	% Desp.	Cantidad corregida	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
CEMENTO PORTLAND TIPO I	SACOS	11	30	15	259,00	3885,00	7,00	105,00
ARENA LAVADA	M3	0,56	30	0,73	1110,00	810,30	30,00	21,90
PIEDRA PICADA 1 1/2"	M3	0,66	30	0,87	1110,00	965,70	30,00	26,10
SACOS DE FIBRA POLIPROPILENO	KG	4,80	30	6,24	0,00	0,00	0,00	0,00
AGUA	M3	0,20	30	0,26	740,00	192,40	20,00	5,20
TOTAL DE MATERIALES						5853,40	-	158,20
COSTO UNITARIO DE MATERIALES						5853,40	-	158,20
EQUIPOS								
Descripcion				Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
PALA				2	1036,00	2072,00	28,00	56,00
CUCHARA PARA ALBAÑILERIA				3	181,30	543,90	4,90	14,70
CARRETILLA DE 75 LTS				1	2776,48	2776,48	75,04	75,04
CONO DE ABRAMS + PLANCHA + BARRA METALICA				1	3700,00	3700,00	100,00	100,00
TIJERAS				4	37,00	148,00	1,00	4,00
BANDEJA				1	555,00	555,00	15,00	15,00
GUILLOTINA				1	1110,00	1110,00	30,00	30,00
TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO (ALQUILER)				1	1800,00	1800,00	50,00	50,00
TOTAL DE EQUIPOS						12705,38	-	344,74
COSTO UNITARIO DE EQUIPOS						3176,35	-	86,19
MANO DE OBRA								
Descripcion				Unidad	Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U
MAESTRO DE OBRA DE 1ERA				DIAS	0,5	1440,00	720,00	40,00
OBRAERO DE 1ERA				DIA	1	720,00	720,00	20,00
ALBAÑIL DE 1ERA				DIA	1	720,00	720,00	20,00
AYUDANTE				DIA	4	540,00	2160,00	15,00
TOTAL DE MANO DE OBRA						4320,00	-	120,00
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA						1080,00	-	30,00
						Total Bs		Total \$
						TOTAL UNITARIO	10109,75	274,39
						15% ADMINISTRATIVO	1516,46	42,12
						TOTAL	11626,21	316,51
						10% UTILIDAD	1162,62	31,65
						TOTAL DE PRECIO UNITARIO	12788,83	348,16

Fuente: tomadas por los autores.

Tabla 3.24. Análisis de precio unitario experimental de 1.2% de saco de polipropileno.

		PROYECTO: Evaluación del comportamiento de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión de un concreto fc: 250kg/cm2 con adiciones del 0,5%, 1,2% y 1,6%, según la norma COVENIN								
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS										
PARTIDA Nro:							A.P.U. #	2		
DESCRIPCION:	DISEÑO EXPERIMENTAL CON 1.2% DE SACO DE FIBRA POLIPROPILENO PARA UN Fc:250kg/cm2						CANTIDAD	1		
							UNIDAD	M3		
							RENDIMIENTO	4		
MATERIALES										
Descripcion	Unidad	Cantidad	% Desp.	Cantidad corregida	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$		
CEMENTO PORTLAND TIPO I	SACOS	11	30	15	259,00	3885,00	7,00	105,00		
ARENA LAVADA	M3	0,56	30	0,73	1110,00	810,30	30,00	21,90		
PIEDRA PICADA 1 1/2"	M3	0,66	30	0,87	1110,00	965,70	30,00	26,10		
SACOS DE FIBRA POLIPROPILENO	KG	11,52	30	14,98	0,00	0,00	0,00	0,00		
AGUA	M3	0,20	30	0,26	740,00	192,40	20,00	5,20		
TOTAL DE MATERIALES						5853,40	-	158,20		
COSTO UNITARIO DE MATERIALES						5853,40	-	158,20		
EQUIPOS										
Descripcion				Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$		
PALA				2	1036,00	2072,00	28,00	56,00		
CUCHARA PARA ALBAÑILERIA				3	181,30	543,90	4,90	14,70		
CARRETILLA DE 75 LTS				1	2776,48	2776,48	75,04	75,04		
CONO DE ABRAMS + PLANCHA + BARRA METALICA				1	3700,00	3700,00	100,00	100,00		
TIJERAS				7	37,00	259,00	1,00	7,00		
BANDEJA				1	555,00	555,00	15,00	15,00		
GUILLOTINA				2	1110,00	2220,00	30,00	60,00		
TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO (ALQUILER)				1	1800,00	1800,00	50,00	50,00		
TOTAL DE EQUIPOS						13926,38	-	377,74		
COSTO UNITARIO DE EQUIPOS						3481,60	-	94,44		
MANO DE OBRA										
Descripcion			Unidad	Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$		
MAESTRO DE OBRA DE 1ERA			DIAS	0,5	1440,00	720,00	40,00	20,00		
OBREIRO DE 1ERA			DIA	1	720,00	720,00	20,00	20,00		
ALBAÑIL DE 1ERA			DIA	1	720,00	720,00	20,00	20,00		
AYUDANTE			DIA	7	540,00	3780,00	15,00	105,00		
TOTAL DE MANO DE OBRA						5940,00	-	165,00		
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA						1485,00	-	41,25		
						Total Bs		Total \$		
						TOTAL UNITARIO	10820,00	-	293,89	
						15% ADMINISTRATIVO	1623,00	-	45,08	
						TOTAL	12442,99	-	338,97	
						10% UTILIDAD	1244,30	-	33,90	
						TOTAL DE PRECIO UNITARIO	13687,29	-	372,87	

Fuente: tomada por los autores.

Tabla 3.25. Análisis de precio unitario experimental de 1.6% de saco de polipropileno.

		PROYECTO: Evaluación del comportamiento de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión de un concreto fc: 250kg/cm2 con adiciones del 0,5%, 1,2% y 1,6%, según la norma COVENIN						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
PARTIDA Nro:							A.P.U. #	2
DESCRIPCION:	DISEÑO EXPERIMENTAL CON 0,5% DE SACO DE FIBRA POLIPROPILENO PARA UN Fc:250kg/cm2						CANTIDAD	1
							UNIDAD	M3
							RENDIMIENTO	4
MATERIALES								
Descripcion	Unidad	Cantidad	% Desp.	Cantidad corregida	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
CEMENTO PORTLAND TIPO I	SACOS	11	30	15	259,00	3885,00	7,00	105,00
ARENA LAVADA	M3	0,56	30	0,73	1110,00	810,30	30,00	21,90
PIEDRA PICADA 1 1/2"	M3	0,66	30	0,87	1110,00	965,70	30,00	26,10
SACOS DE FIBRA POLIPROPILENO	KG	15,36	30	19,97	0,00	0,00	0,00	0,00
AGUA	M3	0,20	30	0,26	740,00	192,40	20,00	5,20
TOTAL DE MATERIALES						5853,40	-	158,20
COSTO UNITARIO DE MATERIALES						5853,40	-	158,20
EQUIPOS								
Descripcion				Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
PALA				2	1036,00	2072,00	28,00	56,00
CUCHARA PARA ALBAÑILERIA				3	181,30	543,90	4,90	14,70
CARRETILLA DE 75 LTS				1	2776,48	2776,48	75,04	75,04
CONO DE ABRAMS + PLANCHA + BARRA METALICA				1	3700,00	3700,00	100,00	100,00
TIJERAS				10	37,00	370,00	1,00	10,00
BANDEJA				1	555,00	555,00	15,00	15,00
GUILLOTINA				3	1110,00	3330,00	30,00	90,00
TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO (ALQUILER)				1	1800,00	1800,00	50,00	50,00
TOTAL DE EQUIPOS						15147,38	-	410,74
COSTO UNITARIO DE EQUIPOS						3786,85	-	102,69
MANO DE OBRA								
Descripcion			Unidad	Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
MAESTRO DE OBRA DE 1ERA			DIAS	0,5	1440,00	720,00	40,00	20,00
OBREIRO DE 1ERA			DIA	1	720,00	720,00	20,00	20,00
ALBAÑIL DE 1ERA			DIA	1	720,00	720,00	20,00	20,00
AYUDANTE			DIA	10	540,00	5400,00	15,00	150,00
TOTAL DE MANO DE OBRA						7560,00	-	210,00
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA						1890,00	-	52,50
TOTAL UNITARIO						11530,25	-	313,39
15% ADMINISTRATIVO						1729,54	-	48,04
TOTAL						13259,78	-	361,43
10% UTILIDAD						1325,98	-	36,14
TOTAL DE PRECIO UNITARIO						14585,76	-	397,57

Fuente: tomada por los autores.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y ANALISIS**

Ya con lo antes elaborado, considerando métodos y en marco de la norma COVENIN y el libro de manual de concreto estructural, se obtuvo resultados y se realizaron sus respectivos análisis que son los que se muestran en este capítulo respondiendo a cada objetivo planteado en este proyecto de investigación logrando aclarar el comportamiento físico del concreto patrón y experimental al 0.5%, 1.2% y 1.6% de saco de fibra de polipropileno.

#### **4.1 Identificación de la granulometría, peso específico, absorción, humedad, peso unitario suelto y compactado de agregado fino y grueso. Según la norma COVENIN 277-2000, COVENIN 268-1998, COVENIN 269-1998, COVENIN 1375-1979, COVENIN 263-1978 respectivamente**

En la tabla 4.1, 4.2 y 4.3 se aprecia la granulometría del agregado fino y agregado grueso, con los ensayos y resultados elaborados en el laboratorio de cada agregado respectivamente.

Tabla 4.1. Granulometría de agregado fino.

peso total de la muestra (gr)= 650,5							
Cedazos		peso retenido	% retenido	%retenido acumulado	% que pasa	% mínimo	% máximo
Pulg	Mm						
3/4"	19	78,66	12,09	12,09	87,91	100	100
1/2"	12,7	34,99	5,38	17,47	82,53	100	100
3/8"	9,51	22,72	3,49	20,96	79,04	100	100
1/4"	6,35	34,35	5,28	26,24	73,76	100	100
#4	4,76	23,77	3,65	29,90	70,10	85	100
#8	2,38	62,5	9,61	39,51	60,49	60	95
#16	1,19	75,74	11,64	51,15	48,85	40	80
#30	0,6	161,81	24,87	76,02	23,98	20	60
#50	0,3	89,91	13,82	89,85	10,15	8	30
#100	0,15	59,29	9,11	98,96	1,04	2	10
#200	0,08	5,92	0,91	99,87	0,13	0	5

Fuente: elaborada por los autores.

Tabla 4.2. Granulometría de agregado grueso.

peso total de la muestra (gr)= 10235							
Cedazos		peso retenido	% retenido	%retenido acumulado	% que pasa	% mínimo	% máximo
Pulg	Mm						
1" ½	38,1	0	0	0	100	100	100
1"	25,4	6956,6	67,97	67,97	32,03	90	100
3/4"	19	3034,2	29,65	97,61	2,39	50	90
1/2"	12,7	215,6	2,11	99,72	0,28	15	45
3/8"	9,51	1,4	0,01	99,73	0,27	0	20
1/4"	6,35	1,54	0,02	99,75	0,25	0	7
#4	4,76	0,21	0,00	99,75	0,25	0	0
#8	2,38	0	0,00	99,75	0,25	0	0

Fuente: elaborada por sus autores

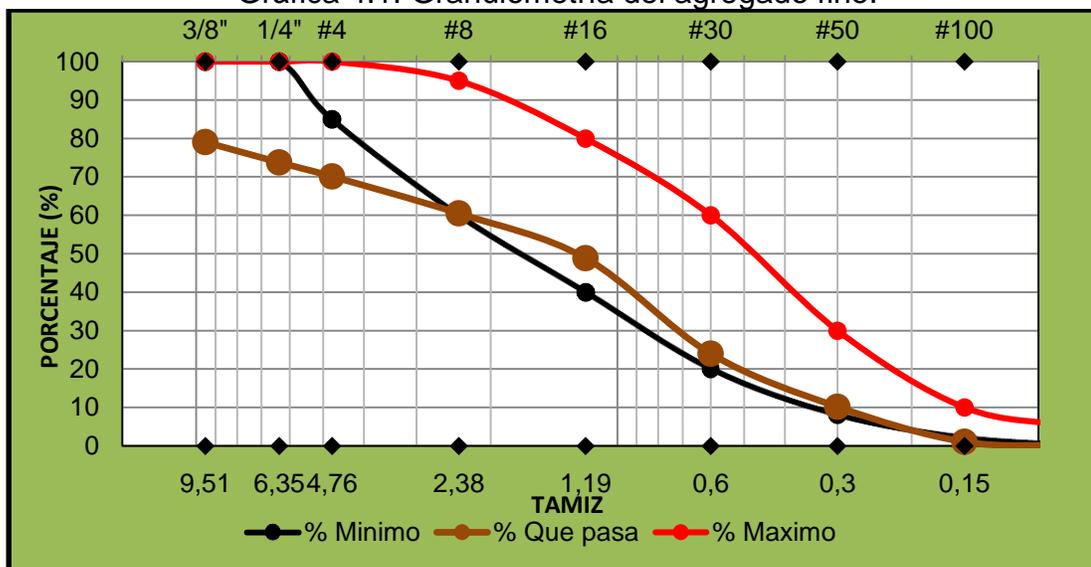
Tabla 4.3. Resultado de los ensayos experimental del agregado fino y grueso.

ENSAYOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	NORMA COVENIN
PESO ESPECIFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.60	2.59	268/269
ABSORCION (%)	2.37	0.83	268/269
HUMEDAD (%)	4.50	0.08	1375
PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.53	1.28	263
PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.74	1.44	263
TAMAÑO MAX (pulg)	-----	1 1/2	-----
MODULO DE FINURA	4.62	-----	255
PORCENTAJE PASANTE 200 (%)	4.25	0.29	258

Fuente: elaborada por los autores.

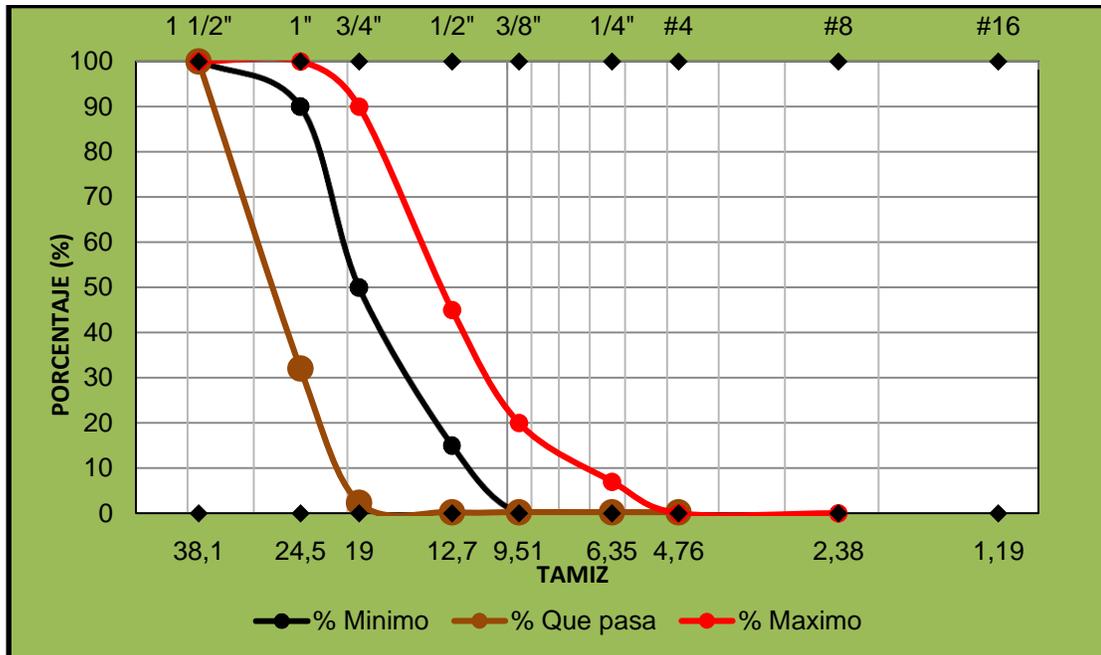
En la gráfica 4.1 y 4.2 se aprecia la granulometría realizada del agregado fino y grueso.

Gráfica 4.1. Granulometría del agregado fino.



Fuente: elaborada por los autores.

Gráfica 4.2. Granulometría del agregado grueso.



Fuente: elaborada por los autores

Como se observa en las tablas 4.1 y 4.2 junto con las gráficas 4.1 y 4.2 se logra visualizar que el agregado fino entra en su mayoría en los límites establecidos en la norma COVENIN 277 a excepción de tamiz #4, ¼ pulg y 3/8 pulg demostrando que la granulometría puede ser usada para la elaboración del concreto en cambio en el agregado grueso su granulometría quedo fuera del rango establecido en dicha norma demostrando ser una mala granulometría para la elaboración de un concreto de uso estructural.

**4.2 Dosificación de una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando fibra de polipropileno al 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto al 1m<sup>3</sup> de concreto para un f'c: 250kg/cm<sup>2</sup>, según la norma COVENIN 1753-2006.**

En la tabla 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7 se aprecia la dosificación para cada muestra de concreto para 1m<sup>3</sup> de concreto.

Tabla 4.4. Diseño de mezcla del concreto patrón para un Fc=250kg/cm<sup>2</sup>

Componentes	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	volumen (litros/m <sup>3</sup> )
Cemento	445	133,5
Agua	200	200
Aire	0	12
Agregado fino	850,85	327,25
Agregado grueso	847,5775	327,25
Σ	2343,428	1000

Fuente: elaborada por los autores.

Tabla 4.5. Diseño de mezcla de concreto experimental 0.5% de fibra de saco de polipropileno.

Componentes	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	volumen (litros/m <sup>3</sup> )
Cemento	445	133,5
Agua	200	200
Aire	0	12
Agregado fino	850,85	327,25
Agregado grueso	847,5775	327,25
0.5% fibra de saco (PP)	4,8	-----
Σ	2348	1000

Fuente: elaborada por los autores.

Tabla 4.6. Diseño de mezcla de concreto experimental 1.2% de fibra de saco de polipropileno.

Componentes	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	volumen (litros/m <sup>3</sup> )
Cemento	445	133,5
Agua	200	200
Aire	0	12
Agregado fino	850,85	327,25
Agregado grueso	847,5775	327,25
1,2% fibra de saco (PP)	11,52	-----
$\Sigma$	2355	1000

Fuente: elaborada por los autores

Tabla 4.7. Diseño de mezcla de concreto experimental 1.6% de fibra de saco de polipropileno.

Componentes	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	volumen (litros/m <sup>3</sup> )
Cemento	445	133,5
Agua	200	200
Aire	0	12
Agregado fino	850,85	327,25
Agregado grueso	847,5775	327,25
1,6% fibra de saco (PP)	15,36	-----
$\Sigma$	2359	1000

Fuente: elaborada por los autores.

En lo establecido en las tablas 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7 se puede apreciar los componentes que se utilizaron en la mezcla donde se añadió en cada una a excepción del patrón, un porcentaje de 0.5%, 1.2% y 1.6% de fibra de polipropileno. Cabe destacar que la dosis se añadió en peso y no en volumen, ya que la fibra de dicho material es una adición sin modificar los 1000L/m<sup>3</sup> en el cual esta diseñadas todas las mezclas.

### 4.3 Pruebas de resistencia a la compresión en muestras de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad, según la norma COVENIN 338-2002.

En la tabla 4.8 se visualizan los resultados de la resistencia a la compresión de los cilindros de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad, realizados según en la norma COVENIN 338.

Tabla 4.8. Resistencia a compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de edad.

N° CILINDRO	EDAD EN DIAS	PESO DEL CILINDRO (gr)	Rcc28 NOMINAL (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (kg)	ASENTAMIENTO (pulg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
DISEÑO PATRON	7	12705	250 Fc	37816	4	214
	7	12600		36402		206
	14	12810		45414		257
	14	12565		43824		248
	28	12635		53896		305
	28	12670		51920		294
DISEÑO 0,5%	7	12370	250 Fc	23430	2	133
	7	12360		33560		160
	14	12365		34540		195
	14	12290		38755		219
	28	12100		54055		306
	28	12275		39715		268
DISEÑO 0,12%	7	12435	250 Fc	14560	0	82
	7	12480		13465		76
	14	12260		28375		161
	14	12390		28085		159
	28	12460		36150		205
	28	12355		34130		193
DISEÑO 0,16%	7	12090	250 Fc	12193	0	69
	7	11985		12900		73
	14	11875		16257		92
	14	11830		19792		112
	28	11840		24195		137
	28	12135		25715		146

Fuente: Elaborada por los autores.

Una vez realizados los diseños tanto patrón como experimental se estableció una tabla de resultados como se visualiza en la tabla 4.8, donde se puede notar que el concreto patrón es el que llega a obtener la mayor resistencia, dando como valor a los 28 días de edad 305 y 294kg/cm<sup>2</sup>.

En la figura 4.1 se muestra los cilindros experimentales con la adición de fibra, ensayados con la maquina a compresión.

Figura 4.1. Cilindros experimentales con la adición de fibra, ensayados con la maquina a compresión.



Fuente: tomada por los autores

En la figura 4.1 se puede apreciar los cilindros ya fragmentados en donde la fibra de saco de polipropileno impide que dichos segmentos se separen manteniendo el cilindro casi en su forma original.

#### 4.4 Diferencias entre las propiedades (resistencia a la compresión, asentamiento y peso) del concreto patrón y experimental.

En la tabla 4.9 se visualiza en promedio de las resistencias a compresión, los asentamientos y el promedio de los pesos tanto del concreto patrón como el experimental.

Tabla 4.9. Promedio de la resistencia a compresión de los pesos y asentamiento.

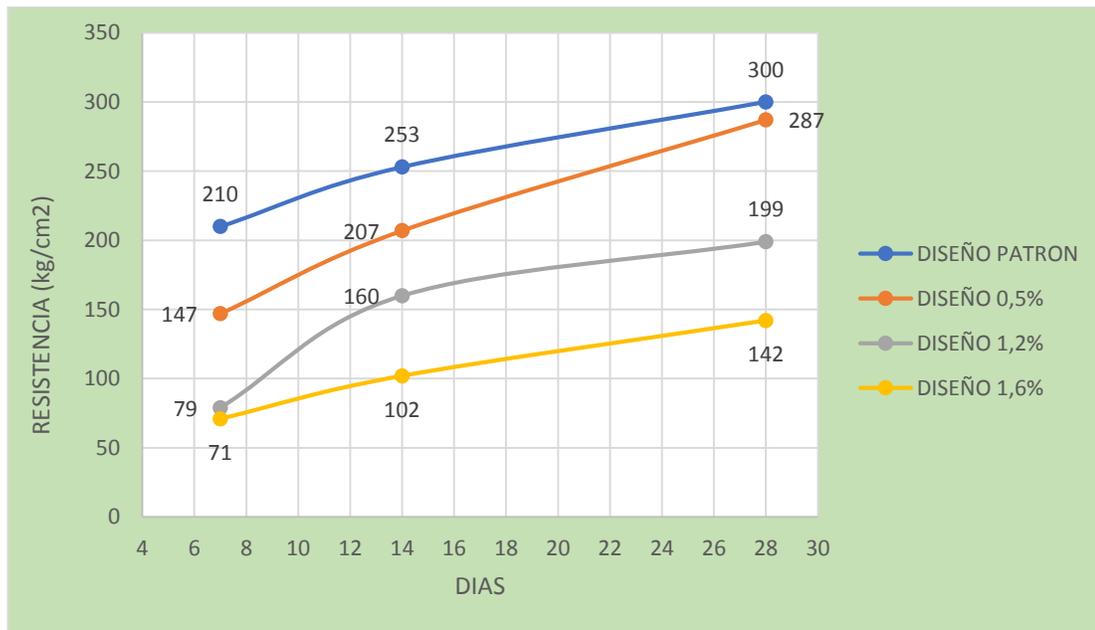
N° CILINDRO	EDAD EN DIAS	PESO DEL CILINDRO (gr)	ASENTAMIENTO (pulg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
DISEÑO PATRON	7	12664	4	210
	14			253
	28			300
DISEÑO 0,5%	7	12397	2	147
	14			207
	28			287
DISEÑO 0,12%	7	12293	0	79
	14			160
	28			199
DISEÑO 0,16%	7	11959	0	71

	14		102
	28		142

Fuente: Elaborado por los autores.

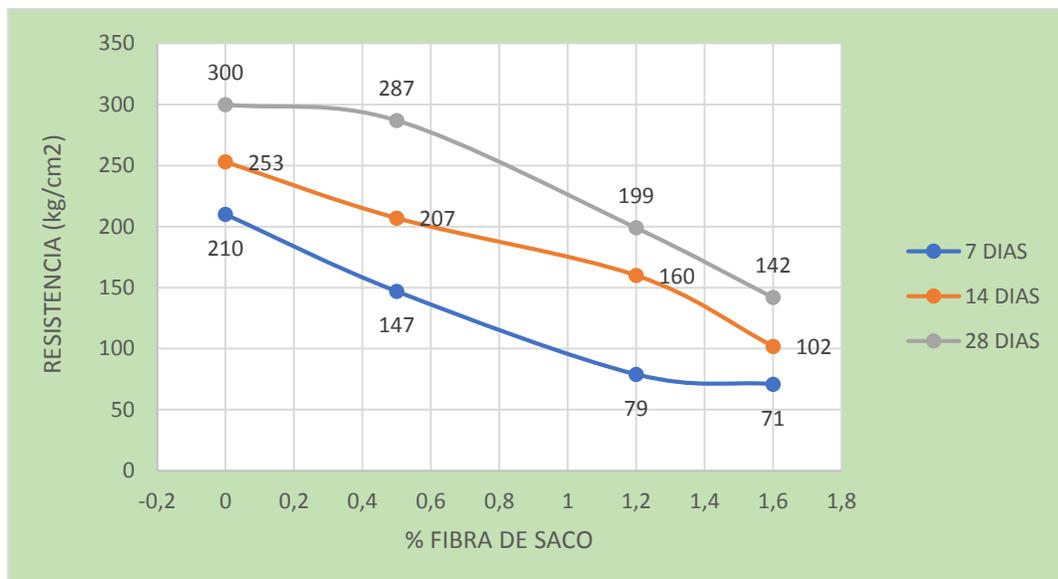
A continuación, en la gráfica 4.3 se visualizará el crecimiento en resistencia a compresión de cada concreto, y en la 4.4 se muestra la resistencia a compresión dependiendo del porcentaje de la fibra de saco de polipropileno.

Gráfica 4.3. Resistencia a compresión vs días.



Fuente: Elaborada por los autores.

Gráfica 4.4. Resistencia a compresión vs porcentaje de fibra de caso de polipropileno.



Fuente: Elaborada por los autores.

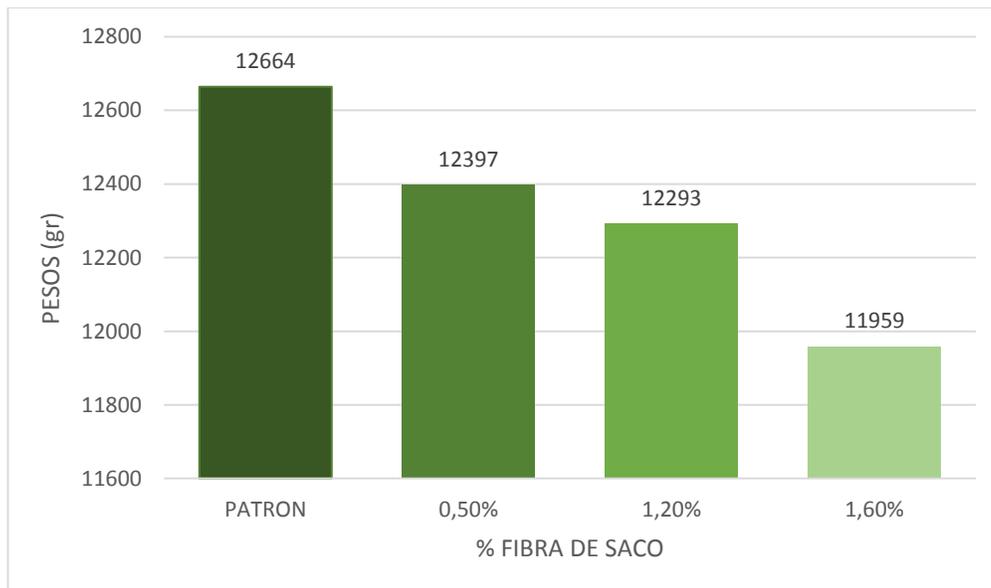
En la gráfica 4.3 se observa que, al transcurrir los días de curado, la resistencia aumentaba tanto en el cilindro patrón como los experimentales. Tomando en cuenta que solo el patrón y el diseño de 0,5% supero la resistencia de diseño que es de 250kg/cm<sup>2</sup>. Dando como resultados 300 y 287kg/cm respectivamente.

En la gráfica 4.4 se aprecia que la resistencia a la compresión disminuye a medida que aumenta el porcentaje de fibra de saco de polipropileno. Inicialmente, con un 0% de fibra, la resistencia es de 300 kg/cm<sup>2</sup>, pero

desciende a 142 kg/cm<sup>2</sup> cuando el contenido de fibra alcanza el 1.6%. Esto demuestra que, a menor porcentaje de fibra de saco de polipropileno, mayor es la resistencia.

En la gráfica 4.5 y 4.6 se visualiza la comparación entre los pesos de cada concreto y sus asentamientos respectivamente.

Gráfica 4.5. Pesos de concreto patrón y experimentales.



Fuente: Elaborada por los autores.

Gráfica 4.6. Asentamientos



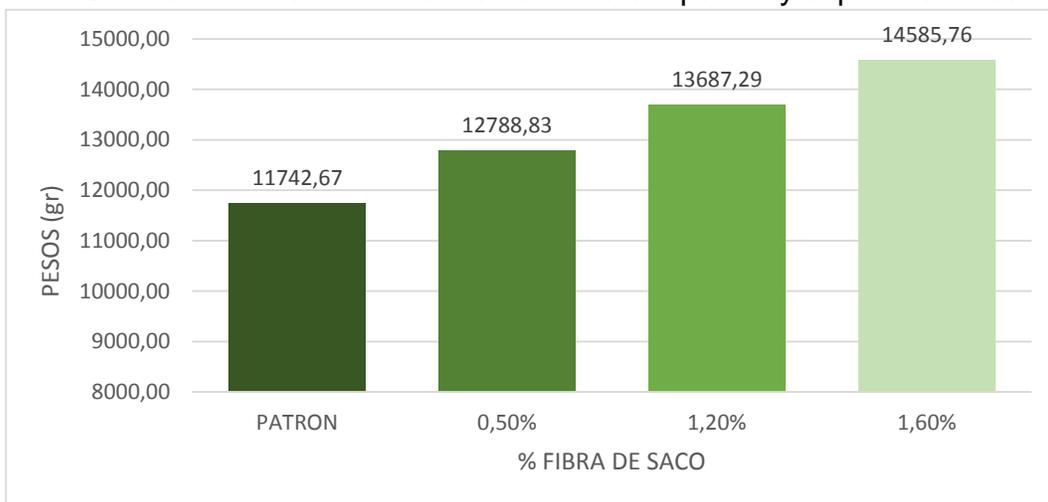
Fuente: Elaborada por los autores.

De las gráficas 4.5 se observa la disminución del peso a medida que se agrega la fibra del saco de polipropileno, siendo el más pesado el concreto patrón con 12664gr y el más liviano 11959gr con el 1,6% de fibra. En la gráfica 4.6 se aprecia el decrecimiento del asentamiento debido a la adición y aumento de los porcentajes de fibra, siendo el patrón 4" de asentamiento y en los experimentales 2" para 0,5%, 0" para 1,2% y 0" para 1,6%.

#### **4.5 Precio unitario entre la mezcla patrón (sin fibra de polipropileno) y la mezcla experimental (Con adición de fibra de polipropileno 0,5%, 1,2%, y 1,6%, con respecto al peso del cemento en 1m<sup>3</sup> de concreto).**

En la gráfica 4.7 se aprecia la comparación entre los precios unitarios obtenidos entre cada concreto.

Gráfica 4.7. Precios unitarios del concreto patrón y experimentales.



Fuente: Elaborado por los autores.

En la gráfica 4.7 se observa la diferencia en precios de los concretos realizados, demostrando un aumento a medida que se incrementaban los porcentajes de fibras de saco de polipropileno; obteniendo un concreto patrón con precio de 11742,67 Bs siendo el más económico, y para el concreto con 1,6% de fibra un valor de 14585,76 Bs, siendo el más costoso.

En las tablas 4.10, 4.11 y 4.14 se aprecia la comparación entre materiales, equipo y mano de obra.

Tabla 4.10. Comparación de materiales entre el diseño patrón y experimentales.

Característica	Diseño Patrón	Diseño Experimental
Materiales	Cemento, agua y agregados	Cemento, agua, agregados y fibra de sacos de polipropileno
Fibra de Sacos	No utilizada	Utilizada como material reciclable y gratuito
Precio Aproximado	158,20 \$/m <sup>3</sup>	158,20 \$/m <sup>3</sup> (mismo precio a pesar de la adición de fibra)

Fuente: Elaborada por los autores.

Tabla 4.11. Comparación de equipos entre el diseño patrón y experimentales.

Característica	Diseño Patrón	Diseño Experimental
<b>Equipos</b>	Palas, carretilla y trompo	Palas, carretilla, trompo, guillotina y tijeras
<b>Equipos Adicionales</b>	Ninguno	Guillotina y tijeras (para cortar)
<b>Precio Aproximado</b>	73,94 \$/m <sup>3</sup>	80 - 100 \$/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

Tabla 4.12. Comparación de mano de obra entre el diseño patrón y experimentales.

Característica	Diseño Patrón	Diseño Experimental
<b>Mano de Obra</b>	Maestro de obra, obrero de 1ra, albañil de 1ra y ayudantes	Maestro de obra, obrero de 1ra, albañil de 1ra y más ayudantes
<b>Ayudantes Adicionales</b>	No requeridos	Requeridos para la conversión de sacos en fibra

Fuente: Elaborada por los autores.

En las tablas 4.10, 4.11 y 4.12 se demuestran cómo el diseño experimental, a pesar de mantener el precio de los materiales base, incurre en costos adicionales debido a la necesidad de equipos y mano de obra especializada para el procesamiento de la fibra. Esto sugiere que, si bien el material reciclado es gratuito, su implementación requiere una inversión adicional que debe ser considerada en el análisis de costos total del proyecto.



## CONCLUSIONES

1. En la granulometría de la piedra al quedar por debajo de los límites establecidos por la norma COVENIN 277, demostró ser una mala granulometría para la elaboración del concreto, debido a que trae como consecuencias la reducción de la resistencia a compresión que pudo haber afectado en dichos concretos. Esta granulometría deficiente pudo haber aumentado la cantidad de espacios vacíos entre las partículas, lo que incrementa la porosidad y reduce la durabilidad del concreto. Además, la piedra al tener un tamaño máximo de 1 1/2", siendo retenida en su mayoría en los tamices de 1" y 1 1/2" pudo causar cierta segregación y problemas de compactación, afectando la misma resistencia de los cilindros.
2. En la resistencia a compresión obtenida en el concreto patrón y experimentales, al 0.5%, 1.2% y 1.6% al dar a los 28 días 300kg/cm<sup>2</sup>, 287kg/cm<sup>2</sup>, 199kg/cm<sup>2</sup> y 142kg/cm<sup>2</sup> respectivamente decreció considerablemente, esto se debe a que los porcentajes tomados, representaron grandes cantidades dentro del concreto ocasionando que no se haya generado una distribución uniforme durante el mezclado, creando zonas con mayor concentración de fibras y otras con menos, generando puntos débiles en el concreto. Además, dicha consecuencia aumento la porosidad del concreto reduciendo su densidad y resistencia a la compresión. La trabajabilidad del concreto se vio afectada negativamente disminuyéndola de 4", 2", 0" y 0" al aumentar los porcentajes de 0%, 0.5%, 1.2% y 1.6% debido al exceso de fibra que impedía fluidez de la mezcla.
3. En el peso del concreto al disminuir los valores de 12664gr en el patrón, 12397gr 0.5%, 12293gr 1.2% y 11959gr 1.6%, esto se produjo debido al exceso de fibra que al ser menos densas que los componentes

4. tradicionales del concreto, como el cemento y los agregados fino y grueso, al añadir una cantidad significativa de estas fibras, se reemplaza parte del material más denso, reduciendo así el peso total de la mezcla, ocasionando también aumento de la cantidad de aire atrapado en la mezcla de concreto aliviando el mismo.
5. A la hora de los ensayos a compresión de los cilindros experimentales se observaron que dicha muestra y sus fragmentos se mantuvieron unidos dejando el cilindro en forma original esto pasa porque las fibra de saco de polipropileno actúan como refuerzos que ayudan a mantener la integridad del material incluso después de que se haya alcanzado su límite de compresión logrando así un puente entre las grietas, evitando la separación completa, lo que contribuye a una fractura más controlada y menos catastrófica.
6. En los precios unitarios del concreto, se observa un patrón de aumento: 11,742.67 Bs, 0.5% 12,788.83 Bs, 1.2% 13,687.29 Bs y 1.6% 14,585.76 Bs. Esto se debe a que la fibra de saco de polipropileno, al ser un material reciclable y fácil de obtener, requiere un proceso de preparación y transformación. Sin embargo, al no existir una máquina que facilite el picado de dicho material, se depende de mano de obra con herramientas como tijeras y guillotinas. Este proceso, al manejar grandes cantidades, tiende a ser laborioso y costoso.
7. Aunque las fibras de polipropileno pueden mejorar ciertas propiedades del concreto, su uso en exceso puede tener efectos adversos en la resistencia a la compresión debido a problemas de distribución, porosidad, y trabajabilidad.

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar agregado grueso que cumpla con las granulometrías que establece la norma COVENIN 277.
2. Lavar los sacos de polipropileno para evitar que cualquier agregado altere las propiedades de la mezcla.
3. Hacer recolecta de los sacos de polipropileno en los lugares como mercados municipales, super mercados, panadería, entre otros.
4. Para un corte más rápido y efectivo utilizar una maquina con mayor capacidad que facilite este proceso.
5. Utilizar aditivos para mejorar la mezcla en su trabajabilidad.
6. Para mantener la resistencia por encima la resistencia de diseño utilizar de 0% al 0.5% de fibra de saco de polipropileno.

## BIBLIOGRAFIA

Agreda, G., Moncada, G. (2015). Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados. [Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad católica de Colombia]. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/4550/4/Viabilidad-elaboraci%C3%B3n-prefabricados-concreto-con-agregados-gruesos-reciclados.pdf>

Alesmar, L., Rendon, N., Korody, M. (2008). Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) – cemento. (Trabajo de grado). Universidad Central de Venezuela. Recuperado de [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652008000100006](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100006)

Bernedo, (s.f.) Peso Unitario Suelto y Compactado. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/441126078/312765896-Peso-Unitario-Suelto-y-Compactado>

COVENIN 277-2000. CONCRETO. AGREGADOS. REQUISITOS (3ra Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 338-2002. Concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto. (2da Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 1753-2006. Proyecto y construcción de obras en concreto estructural. Norma Venezolana.

COVENIN 28-2003 Cemento Portland. Requisitos (7ma Revisión) Norma Venezolana

COVENIN 255-1998. Agregados. Determinación de la composición granulométrica. (1<sup>ra</sup>Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 263-1978. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Norma Venezolana.

COVENIN 268-1998. Agregado fino. Determinación de la densidad y la absorción. (1<sup>ra</sup>Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 269-1998. Agregado grueso. Determinación de la densidad y la absorción. (1<sup>ra</sup>Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 270-1998. Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos. (1<sup>ra</sup>Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 339-2021. Concreto fresco. Determinación del asentamiento con el cono de Abrams. (3<sup>ra</sup> Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 1375-1979. Método de ensayo para determinar por secado, el contenido de humedad total y superficial en el agregado. Norma Venezolana.

Fibras y Mayas, (2018). ¡Conoce las propiedades y beneficios de la Fibra de Polipropileno! Recuperado de <https://fibrasymallas.com/beneficios-y-propiedades-de-la-fibra-de-polipropileno/#:~:text=La%20Fibra%20de%20Polipropileno%20es,la%20mezcla%20durante%20m%C3%A1s%20tiempo.>

Intor, C. (2015). RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> CON FIBRAS DE POLIPROPILENO. (Trabajo de grado). UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. y Velazco, G. (2009). Manual de concreto estructural. 3era edición. Sidetur. Venezuela

Plásticos CJ. (s.f.). El Plástico. Recuperado de <https://plasticoscj.com/el-plastico/>

Sosa, M., Centeno, Y., Aguila, I., (2008). UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. (trabajo de grado). Universidad Central de Venezuela. Recuperado de [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_tc/article/view/7072](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/7072)

## ANEXOS

### A-1. Hoja de recolección de datos del agregado fino.

<b>PREGO</b> <small>INGENIERIA GEOTÉCNICA</small>		<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<small>Código de documento: GPE-FOR-004.22.01</small>				
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>		<small>Fecha de emisión: 01/03/2005    Fecha de revisión: 24/08/2011</small>				
		<small>AGREGADO FINO ASTM C-136</small>	<small>AGREGADO GRUESO COVENIN 277-2000</small>	<small>Revisión: 1</small>	<small>Sección: 08</small>	<small>Página: 1/1</small>		
<b>PROYECTO:</b> EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE LA FRAGA DE POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO Fc = 230 Kg/cm <sup>2</sup>				<b>CODIGO PROYECTO:</b>				
<b>CLIENTE:</b> NAVESA QVAQUIMAN y YAOISCANLUS MARTINEZ.				<b>MUESTRA:</b> ARENA				
<b>PROCEDENCIA:</b> QUMANI 600 SUONE				<b>CODIGO DE REFERENCIA:</b>				
<b>UBICACION:</b> Puerto la Cruz				<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 23/08/2024				
<b>Peso total Muestra:</b> 650.50		<b>EJECUTADO POR:</b>		<b>FECHA:</b>				
<b>Suelo seco pasa #4:</b>		<b>PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO. (ASTM C128)</b>						
<b>Muestra</b>	<b>Tamiz</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>1</b>	<b>PICNOMETRO #:</b>	<b>7</b>	<b>10</b>		
<b>GRAVA</b>	<b>Gruesa</b>	2"		<b>PESOS en (gr)</b>	2	PICNOMETRO	165.37	160.47
		1 1/2"			3	PICNOMETRO + MUESTRA S.S.S.	313.98	327.44
		1"			4	MUESTRA S.S.S.	148.67	161.03
	<b>Fina</b>	3/4"	78.66	5	MUESTRA SECA	145.10	157.35	
		1/2"	34.99	6	PICNOMETRO + AGUA (Capacidad Total)	663.04	657.84	
3/8"		22.32	7	PICNOMETRO + MUESTRA S.S.S. + AGUA	754.66	756.96		
	1/4"	34.35	8	<b>TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C):</b>				
	# 4	23.77	<b>P.E.S.S.S:</b> 2.60    2.60					
	<b>Gruesa # 8</b>	62.50	<b>% Absorción</b> 2.47    2.33					
	<b>Media # 16</b>	75.74	<b>Promedio</b> 2.37					
	<b>Fina # 30</b>	167.87	<b>PASANTE # 200 EN AGREGADOS PARA CONCRETO (COVENIN 259-77)</b>					
	<b>Fina # 50</b>	89.97	<b>Nº Tara</b> F-73					
	<b>Fina # 100</b>	59.89	<b>Peso de Tara</b> 225.07					
	<b>Fina # 200</b>	5.92	<b>Peso Tara + Muestra seca</b> 448.46					
	<b>Fondo</b>		<b>Peso Tara + Muestra Seca despues de lavada</b> 439.35					
			<b>% pasa # 200</b> 4.25					
<b>EJECUTADO POR:</b>		<b>FECHA:</b>						
<b>DETERMINACION DE PESOS UNITARIOS EN AGREGADOS. (ASTM C-29)</b>								
Envase #	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTO			DATOS DEL ENVASE	
Envase + muestra	7107	7192	7142	7729	77392	77407	PESO (gr):	26932
Peso muestra (gr):	4473.9	4446	4457	5055	5066	5066.90	DIAMETRO(cm)	
Peso Unitario	7.472	7.5201	7.532	7.74	7.74	7.74	ALTURA (cm)	
Promedio Kg/Cm <sup>3</sup>	7.53			7.74			VOLUMEN (Cm3)	29.057
<b>EJECUTADO POR:</b>		<b>FECHA:</b>						
<b>ENSAYO COLORIMÉTRICO. (COVENIN 256)</b>								
<b>Observaciones:</b>								
<b>EJECUTADO POR (PREGO)</b>			<b>REVISADO POR (PREGO)</b>			<b>RECIBIDO POR (CLIENTE)</b>		
<b>FIRMA</b>			<b>FIRMA</b>			<b>FIRMA</b>		
<b>NOMBRE</b>			<b>NOMBRE</b>			<b>NOMBRE</b>		
<b>FECHA</b>			<b>FECHA</b>			<b>FECHA</b>		

C:\Users\Alfredo\Desktop\Respaldo de Proyectos 2023\Formatos\formatos\Gran. PE. PU y P 200 CCV agregados.xlsx\Pedro

**A-2. Hoja de recolección de datos del agregado grueso**

		<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b> AGREGADO GRUESO COVENIN 277-2000			Código de documento: GPE-FOR-004.22.01			
		Fecha de emisión:	01/03/2005		Fecha de revisión:	24/08/2011		
		Revisión:	1	Sección:	08	Página:		
						1/1		
PROYECTO: EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE LA FIBRA DE POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO Fc= 750 Kg/cm <sup>2</sup>				CÓDIGO PROYECTO:				
CLIENTE: JAVIERA GUALQUIRAN Y YADISCARILYS MARTINEZ				MUESTRA: PIEDRA				
PROCEDENCIA: CUMANA EDO SUCRE				CÓDIGO DE REFERENCIA:				
UBICACIÓN: PUERTO LA CRUZ				FECHA DE ENSAYO: 23/08/2024				
EJECUTADO POR:				FECHA:				
Peso total Muestra: 10.235 kg		<b>PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO. ASTM C127</b>						
Muestra	Tamiz	Peso Retenido		1	MUESTRA S.S.S. EN AIRE:	4.978		
GRAVA	Gruesa	2"			Pesos en (gr)	MUESTRA SUMERGIDA:	3.0542	
		1 1/2"				MUESTRA SECA EN AIRE:	4.937	
		1"	6.9366			Absorción	0.83	
	Fina	3/4"	3.0342			P.E SSS	2.59	
		1/2"	2.156					
		3/8"	1.4					
EJECUTADO POR:								
<b>PASANTE # 200 EN AGREGADOS PARA CONCRETO (COVENIN 258-77)</b>								
				N° Tara	19			
				Peso de Tara	275.78			
				Peso Tara + Muestra seca	891.45			
				Peso Tara + Muestra Seca despues de lavada	889.64			
				% pasa # 200	0.29			
EJECUTADO POR:								
FECHA:								
<b>DETERMINACION DE PESOS UNITARIOS EN AGREGADOS. (ASTM C-29)</b>								
Envase #	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTO			DATOS DEL ENVASE	
Envase + muestra	63726	64006	63860	68352	68460	69162	PESO (gr):	2673.2
Peso muestra (gr):	3699.4	3729.4	3712.8	4162	4172	4243	DIAMETRO(cm)	15.4
Peso Unitario	7.27	7.28	7.28	7.43	7.44	7.46	ALTURA (cm)	75.6
Promedio Kg/Cm3	7.28			7.44			VOLUMEN (Cm3)	2905.73
EJECUTADO POR:							FECHA:	
Observaciones:								
EJECUTADO POR (PREGO)			REVISADO POR (PREGO)			RECIBIDO POR (CLIENTE)		
FIRMA								
NOMBRE								
FECHA								

C:\Users\Alfredo\Desktop\Respaldo de Proyectos 2023\Formatos\Formatos\Gran, PE, PU y P 200 CCV agregados.xlsx\Piedra

A-3. Certificado de calibración de la balanza electrónica



Innovación para el Control de Calidad  
ICC C.A J-50407570-1

ISO/IEC 17025:2005

LCM-0004

F-CAL-09 Rev. 3  
Fecha Rev.  
28/2/2014

PAG :1 DE 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
CALIBRATION CERTIFICATE

Certificado No **LCM-0004**  
Laboratorio de **MASA**  
LABORATORY

Balanza electronica

FABRICANTE **OHAUS**  
MANUFACTURER

MODELO **CD-11**  
MODEL

NÚMERO DE SERIE **0008216-6DC** CODIGO INTERNO -  
SERIAL NUMBER

SOLICITANTE **INGENIERIA GEOTECNICA PREGO, C.A**  
CUSTOMER

DIRECCIÓN FISCAL **Urb. Campo Gulf, calle21 casa N°86BA2**  
CUSTOMER ADDRESS **Puerto la Cruz - Anzoategui**

LUGAR DE CALIBRACIÓN **Urb. Campo Gulf, calle21 casa N°86BA3**  
CALIBRATION ADDRESS **Puerto la Cruz - Anzoategui**

ESCALA CALIBRADA **20 kg**  
SCALE CALIBRATED

FECHA DE CALIBRACIÓN **2023-10-28**  
CALIBRATION DATE **aaaa-mm-dd**

FECHA DE EMISIÓN **2023-11-01**  
ISSUE DATE **aaaa-mm-dd**

NÚMERO DE PÁGINAS **TRES (3)**  
NUMBER OF PAGE

F-CAL-09 CM-0004



Innovación  
para el Control de Calidad  
ICC C.A.  
I.F. J 50407570-1

SELLO HÚMEDO

Realizado Por:  
Ever Anchico  
Técnico Metrologo

Revisado Por:  
Ing. Carlos Milano

Firma Autorizada

Authorized signatory  
Ing. Carlos Milano *C. Milano m?*  
Coordinador de Calidad

Este documento no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos, los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectúan las mediciones y poseen trazabilidad a patrones bien sean nacionales o extranjeros de institutos de metrología o empresas reconocidas. No se permite la reproducción parcial de este certificado.

This document does not apply to instrument other capabilities than ones presented by here in contained data, the results are referred to the conditions and moment in which the measurements are taken and have traceability to standards national or foreign of metrological institutes or recognized enterprises. Partial reproduction of this document is not permitted.

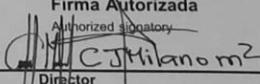


+58 4142459879  
+58 4129182896  
+58 4126304781



CALLE PRINCIPAL LOCAL NRO 4 SECTOR PARQUE INDUSTRIAL  
SAN RAFAEL PARCELA C CHARALLAVE MIRANDA ZONA POSTAL  
1210 ICCSERVICIOS@GMAIL.COM

## A-4. Certificado de calibración de la máquina de ensayos a compresión

 Innovación para el Control de Calidad ICC C.A. J-50407570-1		ISO/IEC 17025:2005 <b>LCF-0009</b>		F-CAL-F-09 Rev. 16 Fecha Rev. 9/7/2013 PAG :1 DE 6	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>					
CALIBRATION CERTIFICATE					
<b>Certificado No</b>		<b>LCF-0009</b>			
<b>Laboratorio de LABORATORY</b>		<b>FUERZA</b>			
<b>Maquina de ensayos a compresion</b>					
<b>FABRICANTE</b> MANUFACTURER	<b>FORNEY</b>				
<b>MODELO</b> MODEL	<b>FT-21</b>				
<b>NÚMERO DE SERIE</b> SERIAL NUMBER	<b>80270</b>	<b>CODIGO INTERNO -</b>			
<b>SOLO PARA EQUIPOS DE ENSAYO CON INDICADOR DE CARGA DIGITAL</b>					
<b>FABRICANTE</b> MANUFACTURER	<b>CAS</b>				
<b>MODELO</b> MODEL	<b>CI2001A</b>				
<b>NÚMERO DE SERIE</b> SERIAL NUMBER	<b>CI06702979</b>	<b>CODIGO INTERNO -</b>			
<b>ESCALA CALIBRADA</b> SCALE CALIBRATED	<b>100.000 kgf</b>				
<b>CLIENTE</b> CUSTOMER	<b>INGENIERIA GEOTECNICA PREGO, C.A</b>				
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> CALIBRATION DATE	<b>2023/10/28</b> aaaa-mm-dd	<b>FECHA DE EMISIÓN</b> ISSUE DATE	<b>2023/11/01</b> aaaa-mm-dd		
<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b> NUMBER OF PAGE	<b>SEIS (6)</b>	<b>F-CAL-09</b>	<b>CF-0009</b>		
 Innovación para el Control de Calidad ICC C.A. T.F. J 50407570-1 SELLO		<b>Realizado Por:</b> Taylon Tovar Técnico Especialista	<b>Revisado Por:</b> Ing. Carlos Milano Director	<b>Firma Autorizada</b> Authorized signatory  Ing. Carlos Milano m <sup>2</sup>	
<p>Este documento no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos, los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectúan las mediciones y poseen trazabilidad a patrones bien sean nacionales o extranjeros de institutos de metrología o empresas reconocidas. No se permite la reproducción parcial de este certificado.</p> <p>This document does not apply to instrument other capabilities than ones presented by here in contained data, the results are referred to the conditions and moment in which the measurements are taken and have traceability to standards national or foreign of metrological institutes or recognized enterprises. Partial reproduction of this document is not permitted.</p> <p>El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.</p>					
 +58 4142459879 +58 4129182896		 CALLE PRINCIPAL LOCAL NRO 4 SECTOR PARQUE INDUSTRIAL SAN RAFAEL PARCELA C CHARALLAVE MIRANDA ZONA POSTAL			

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

<b>TITULO</b>	Evaluación del comportamiento de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión de un concreto fc: 250kg/cm <sup>2</sup> con adiciones del 0,5%, 1,2% y 1,6%, según la norma covenin 1753-2006.
<b>SUBTITULO</b>	

**AUTORA:**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CODIGO CVLAC / E-MAIL</b>
Martinez N, Yadiscarllys D.	<b>ORCID:</b> <b>E- MAIL:</b> yadismartinez0409@gmail.com

**PALABRAS O FRASES CLAVES:**

concreto
fibra
polipropileno
Diseño y sacos

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

AREA	SUB AREA
Escuela de ingeniería y ciencias aplicadas	Ingeniería civil

**RESUMEN (ABSTRACT):**

Este trabajo de grado se enfoca en evaluar el comportamiento de la fibra de polipropileno extraída de los sacos que son desechados e implementarlo en concreto para ayudar a mejorar la resistencia a compresión de un concreto 250kg/cm<sup>2</sup> con adiciones de 0.5%, 1.2% y 1.6%. El propósito principal es encontrar una alternativa ecológica que contribuya a reducir la presencia de plástico proveniente de los sacos de polipropileno dispersos en el medio ambiente. Para la elaboración de este proyecto, se llevó a cabo ensayos de laboratorio para determinar la calidad de los agregados según la norma COVENIN 277-2000, también se realizaron ensayos de peso específico, absorción, humedad, peso unitario suelto y compactado según sus normas COVENIN. Posteriormente, se diseñó una mezcla de concreto patrón y experimental, agregando la fibra de polipropileno en proporciones del 0,5%, 1,2% y 1,6% con respecto a 1m<sup>3</sup> de concreto. Hecho esto, se realizó el mezclado y se tomó el asentamiento con el ensayo del cono de Abrams según la norma COVENIN 339 para posteriormente realizar los cilindros y luego esperar a los 7, 14 y 28 días de curado. Por último, se ensayaron a compresión cada muestra según la norma COVENIN 338 y se elaboraron tablas graficas para su análisis comparativo. Dando como resultado una resistencia a compresión a los 28 días de edad, de 300kg/cm<sup>2</sup> para el patrón, 287kg/cm<sup>2</sup> para el 0,5%, 199kg/cm<sup>2</sup> para el 1,2% y 142kg/cm<sup>2</sup> para el 1,6kg/cm<sup>2</sup>. Se logró concluir que la resistencia decreció considerablemente debido a que los porcentajes tomados, representaron grandes cantidades dentro del concreto ocasionando que no se haya generado una distribución uniforme durante el mezclado, creando zonas con mayor concentración de fibras y otras con menos, generando puntos débiles en el concreto, siendo recomendable la implementación de la fibra de sacos de polipropileno entre 0% a 0,5%.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

<b>APELLIDO Y NOMBRE</b>	<b>ROL / CODIGO CVLAC / E-MAIL</b>				
CARREÑO, NARCISO	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>E-MAIL</b>	narfraudo@gmail.com			
	<b>ORCID</b>				
ALVAREZ, ANNA	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>E-MAIL</b>	Alvanna2008@gmail.com			
	<b>ORCID</b>				
RAMIREZ, MARIA	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>E-MAIL</b>	Profmariajramirezt@gmail.com			
	<b>ORCID</b>				

**FECHA DE DISCUSION Y APROBACION:**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DIA</b>
2025	JULIO	18

**LENGUAJE: SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

**ARCHIVO (S):**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
NAZTTG_MNYD2025	<b>Application/ms.word</b>

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:**

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** inespacial (OPCIONAL)

**TEMPORAL:** intemporal (OPCIONAL)

**TITULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Ingeniero civil.

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Pregrado.

**AREA DE ESTUDIO:**

Departamento de ingeniería civil.

**INSTITUCION:**

Universidad de Oriente/Núcleo de Anzoátegui

# METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

**JUAN A. BOLANOS CUNEL**  
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/maruja

## **METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**

### **ASCENSO:**

### **DERECHOS**

**De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado (Vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034.2009)**

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario, para su autorización”.

---

**Yadiscarllys Dariana Martínez Nuñez**

**AUTOR**

---

**Prof. Narciso Carreño**

**Tutor Académico**

---

**Prof. Anna Álvarez**

**Jurado Principal**

---

**Prof. María Ramírez**

**Jurado Principal**

---

**Prof. Anna Álvarez**

**Coordinador de la comisión**

**POR LA COMISION DE TRABAJO DE GRADO**