

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO $F'_{C}=210$ kg/cm² PARA SU USO EN
INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

Bach. OSORIO MEJIA NILTON FREDDY

Asesor:

Dr. APARICIO ROQUE FIDEL GREGORIO

Huaraz – Ancash – Perú

2023





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agrícola **NILTON FREDDY OSORIO MEJIA**, denominada: "**SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO**", Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (*)

Dieciséis (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificada APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de INGENIERO AGRÍCOLA, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 24 de Mayo de 2023.



Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA
PRESIDENTE



Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA
SECRETARIO



Mag. GERARDO MÁXIMO REVELO SÁNCHEZ
VOCAL



Dr. FIDEL GREGORIO APARICIO ROQUE
ASESOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).





ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'_{C}=210 \text{ kg/cm}^2$ PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO", presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **NILTON FREDDY OSORIO MEJIA**, y sustentado el día 24 de MAYO del 2023, con Resolución Decanatural N° 226-2023 - UNASAM - FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 24 de Mayo de 2023.

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA

PRESIDENTE

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA

SECRETARIO

Mag. GERARDO MÁXIMO REVELO SÁNCHEZ

VOCAL

Dr. FIDEL GREGORIO APARICIO ROQUE

ASESOR

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS - nilton osorio , APROBADO, APA_ okkkkkk_11-05-23 - final.pdf

AUTOR

NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

RECUENTO DE PALABRAS

32399 Words

RECUENTO DE CARACTERES

167018 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

187 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.6MB

FECHA DE ENTREGA

May 27, 2023 10:26 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 27, 2023 10:29 AM GMT-5**● 24% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mis pasos por buen camino e iluminarme, al estar junto a él se cumplen los objetivos ya que sin él nada serio posible.

*A mis padres **Víctor Mavilo Osorio Ramírez** y **Benedicta Mejía Muñoz**, por ser mi inspiración, quienes me motivaron constantemente e incondicionalmente para ser profesional, por inculcarme los buenos valores y enseñarme el camino correcto de cómo llevar mi vida y alcanzar mis anhelos.*

*A mis hermanos **Aldo Osorio Mejía** y **Wilder Osorio Mejía**, quienes fueron mi más grande influencia de motivación, por su apoyo, consejos y palabras de aliento para cumplir mis metas.*



AGRADECIMIENTO

A mi alma Mater, a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme abierto las puertas en esta increíble etapa de mi vida.

*Mi profundo agradecimiento a mi asesor **el Ing. Dr. Fidel Gregorio Aparicio Roque**, por la orientación y la ayuda brindada con sus valiosos conocimientos para la realización de esta presente tesis.*

A los miembros del jurado, Dr. Pedro Alejandro Colonia Cerna (Presidente), Mag. Javier Alberto Cotos Vera (Secretario) y Mag. Gerardo Máximo Revelo Sánchez (Vocal), por las revisiones de la tesis.

A mis amigos que a pesar de las dificultades, siempre estuvieron ahí para guiarme y no rendirme de seguir adelante y no rendirse hasta lograr mi objetivo.



LISTA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE CONTENIDO	iv
TABLA DE CONTENIDO	iv
CONTENIDO DE TABLAS	vi
CONTENIDO DE FIGURAS	x
CONTENIDO DE ECUACIONES	xiii
CONTENIDO DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii



TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento y Formulación Del Problema	1
1.2. Objetivos	6
1.3. Justificación	7
1.4. Delimitación.....	8
II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes de Investigación.....	9
2.2. Bases Teóricas	15
2.3. Definición de Términos	32
2.4. Hipótesis	33
2.5. Variables	33
III. METODOLOGÍA	34
3.1. Tipo de Investigación.....	34
3.2. Diseño de Investigación Experimental	35
3.3. Población y Muestra	36
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	38
3.5. Plan de Procesamiento y Análisis Estadístico de Datos	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
4.1. Presentación de resultados.....	52
4.2. Contrastación de hipótesis	114
4.3. Discusión de resultados	114
V. CONCLUSIONES.....	119
VI. RECOMENDACIONES	121
VII. REFERENCIAS	122
VIII. ANEXOS	128

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de plástico de acuerdo con su abreviatura	17
Tabla 2 Clasificación de Plástico de acuerdo con su abreviatura	17
Tabla 3 Propiedades mecánicas del PET	19
Tabla 4 Propiedades químicas del PET	20
Tabla 5 Requisitos que debe cumplir el agua en la preparación del concreto	22
Tabla 6 Clases de mezcla según su asentamiento.....	26
Tabla 7 Dimensiones del molde	28
Tabla 8 Tiempos programados para la rotura	31
Tabla 9 Factor de corrección L/D	32
Tabla 10 Resumen de las probetas de concreto con porcentajes de fibras de tereftalato de polietileno PET	37
Tabla 11 Resumen de las probetas de asentamiento de concreto con fibras PET	38
Tabla 12 Diseño de bloques al azar para la resistencia a la compresión del concreto ...	48
Tabla 13 Tabla ANOVA para la resistencia a la compresión del concreto	49
Tabla 14 Contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena Gruesa)	52
Tabla 15 Contenido de Humedad del Agregado Grueso (Piedra Chancada)	53
Tabla 16 Análisis Granulométrico del Agregado Fino (Arena Gruesa)	54
Tabla 17 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (Piedra Chancada)	55
Tabla 18 Peso Específico del Agregado Fino (Arena Gruesa)	56
Tabla 19 Peso Específico del Agregado Grueso (Piedra Chancada)	56
Tabla 20 Porcentaje de Absorción del Material Agregado Fino (Arena Gruesa).....	57
Tabla 21 Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Chancada)	57
Tabla 22 Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) - Agregado Fino (Arena Gruesa).....	58
Tabla 23 Peso Unitario Compactado Seco (PUCS) - Agregado Fino (Arena Gruesa) ..	58



Tabla 24 Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) - Agregado Grueso (Piedra Chancada)....	59
Tabla 25 Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) - Agregado Grueso (Piedra Chancada)....	59
Tabla 26 Características de los materiales que se empleo	60
Tabla 27 Cantidad de Materiales del Diseño de Mezcla para 1 m ³ de concreto.....	63
Tabla 28 Dimensiones de la Probetas	63
Tabla 29 Cantidad de Material para el concreto Patrón (Sin PET)	65
Tabla 30 Cantidad de Material para el Tratamiento T ₁ = 2kg PET Reciclado	66
Tabla 31 Cantidad de Material para el Tratamiento T ₂ = 4kg PET Reciclado	67
Tabla 32 Cantidad de Material para el Tratamiento T ₃ = 6kg PET Reciclado	68
Tabla 33 Cantidad de Material para el Tratamiento T ₄ = 7kg PET Reciclado	69
Tabla 34 Cantidad de Material para el Tratamiento T ₅ = 8kg PET Reciclado	70
Tabla 35 Asentamiento (Slump) del Concreto Patrón o Testigo (Sin PET).....	71
Tabla 36 Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento T ₁ = 2kg PET Reciclado	72
Tabla 37 Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento T ₂ = 4kg PET Reciclado	73
Tabla 38 Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento T ₃ = 6kg PET Reciclado	74
Tabla 39 Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento T ₄ = 7kg PET Reciclado	75
Tabla 40 Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento T ₅ = 8kg PET Reciclado	76
Tabla 41 Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón (Sin PET).....	77
Tabla 42 Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento T ₁ = 2kg PET Reciclado	78
Tabla 43 Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento T ₂ = 4kg PET	

Reciclado	79
Tabla 44 Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET}$	
Reciclado	80
Tabla 45 Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET}$	
Reciclado	81
Tabla 46 Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET}$	
Reciclado	82
Tabla 47 Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 1	83
Tabla 48 Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 2	85
Tabla 49 Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 3	87
Tabla 50 Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 4	89
Tabla 51 Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 5	91
Tabla 52 Comportamiento de la Resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, del concreto patrón - Tratamientos	93
Tabla 53 Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días	99
Tabla 54 Estadísticos básicos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días	99
Tabla 55 Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días	102
Tabla 56 Estadísticos básicos de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días	103
Tabla 57 Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 21 días	106
Tabla 58 Estadísticos básicos de la resistencia a la compresión del concreto a los 21 días	107
Tabla 59 Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto	110

Tabla 60 Estadísticos básicos de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.....	111
--	-----



CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de localización del área del laboratorio	8
Figura 2 Composición del PET	16
Figura 3 Partículas de PET granulado	16
Figura 4 Prueba de asentamiento con el cono de Abrams	27
Figura 5 Prueba de asentamiento (Slump).....	27
Figura 6 Prueba de resistencia a la compresión.....	30
Figura 7 Esquema de experimento y variable	35
Figura 8 Flujograma para el diseño de mezcla de un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Patrón) de los agregados	41
Figura 9 Flujograma para el diseño para los tratamientos del experimento.....	42
Figura 10 Flujograma para determinar asentamiento del concreto	44
Figura 11 Flujograma para determinar la resistencia a compresión del concreto patrón y con tratamiento	45
Figura 12 Flujograma para contrastar la hipótesis	47
Figura 13 Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto Patrón.....	70
Figura 14 Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$	71
Figura 15 Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$	72
Figura 16 Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET Reciclado}$	73
Figura 17 Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$	74
Figura 18 Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$	75

Figura 19 Comportamiento del concreto Patrón con el Concreto Tratamiento $T_1 =$ 2kg PET Reciclado	83
Figura 20 Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_1 =$ 2kg PET Reciclado	84
Figura 21 Comportamiento del concreto Patrón con el Concreto Tratamiento $T_2 =$ 4kg PET Reciclado	85
Figura 22 Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_2 =$ 4kg PET Reciclado	86
Figura 23 Comportamiento del concreto Patrón con el Concreto Tratamiento $T_3 =$ 6kg PET Reciclado	87
Figura 24 Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_3 =$ 6kg PET Reciclado	88
Figura 25 Comportamiento del concreto Patrón (Testigo) con el Concreto Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$	89
Figura 26 Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_4 =$ 7kg PET Reciclado	90
Figura 27 Comportamiento del concreto Patrón (Testigo) con el Concreto Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$	91
Figura 28 Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_5 =$ 8kg PET Reciclado	92
Figura 29 Comportamiento del concreto Patrón - Concreto de Tratamiento PET reciclado	94
Figura 30 Resistencia del concreto Patrón vs Concreto de los tratamiento	95
Figura 31 Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET	97
Figura 32 Curva de densidad de los residuos de la resistencia a la compresión del concreto	98
Figura 33 Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con	

PET	100
Figura 34 Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET	101
Figura 35 Curva de densidad de los residuos de la resistencia a la compresión del concreto	102
Figura 36 Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET	103
Figura 37 Resistencia a la compresión media del concreto en función a los tratamientos con PET	105
Figura 38 Histograma de los residuos de la resistencia a compresión del concreto.....	106
Figura 39 Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET	107
Figura 40 Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET	109
Figura 41 Histograma de los residuos de la resistencia a la compresión del concreto.	110
Figura 42 Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET	111
Figura 43 Resistencia media a la compresión del concreto a los 7, 14, 21 y 28 días...	113

CONTENIDO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Contenido de Humedad del Agregado.....	52
Ecuación 2. Peso Específico del Agregado	56
Ecuación 3. Peso Unitario Suelto Seco (PUSS)	58
Ecuación 4. Peso Unitario Compactado Seco (PUCS).....	58
Ecuación 5 Volumen de la Probeta.....	63



CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo (A) Certificación de resultado de contenido de Humedad del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.....	128
Anexo (B) Certificación de resultado del Análisis Granulométrico por Tamizado Agregado Fino (Arena Grueso), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.	129
Anexo (C) Certificación de resultado del Análisis Granulométrico por Tamizado – Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.	130
Anexo (D) Certificación de resultado del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa) y Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.	131
Anexo (E) Certificación de resultado del Peso Unitario del Agregado Fino (Arena Gruesa) y Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.	132
Anexo (F) Certificación de Resultado de Diseño de Mezcla del Concreto $f'c = 210$ Kg/cm ² , del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.	133
Anexo (G) Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón, del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.	135
Anexo (H) Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_1 = 2$ kg PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.....	137
Anexo (I) Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_2 = 4$ kg PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.....	139
Anexo (J) Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_3 = 6$ kg PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.....	141
Anexo (K) Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_4 = 7$ kg PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.....	143

Anexo (L) Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_g = 8\text{kg}$ PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada)), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.....	145
Anexo (M) Panel Fotográfico	147



RESUMEN

El presente proyecto de investigación fue determinar la sustitución de fibras de tereftalato de polietileno PET recicladas en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² para su uso en infraestructura menor de riego. Donde se elaboraron 12 probetas de concreto patrón $T_0 = 0$ kg.PET, 60 probetas con tratamientos de fibras de tereftalato de polietileno recicladas (sustituyendo al agregado grueso), de las cuales se realizaron 12 probetas de concreto para los tratamiento $T_1 = 2$ kg.PET, 12 probetas de concreto para el $T_2 = 4$ kg.PET, 12 probetas de concreto para $T_3 = 6$ kg.PET, 12 probetas de concreto para el $T_4 = 7$ kg.PET y 12 probetas de concreto para el $T_5 = 8$ kg.PET; haciendo un total de 72 especímenes, los cuales fueron ensayadas a las edades de 7, 14, 21 y 28 días de curado, con 3 repeticiones cada uno. Los resultados obtenidos a los 28 días de la resistencia a la compresión nos muestran que genera un incremento en la resistencia a la compresión al sustituir 6kg de PET al agregado grueso (Piedra chancada), donde incrementa un 13.5% con respecto al concreto patrón, sin embargo mientras cuando se sustituya una cantidad mayor de 6 kg de PET reciclado, la resistencia decrementa manteniéndose por debajo de los valores del concreto patrón, en todas las edades de curado.

Palabras claves: *Tereftalato de polietileno reciclado, resistencia a compresión, Infraestructura menor de riego.*



ABSTRACT

The present research project was to determine the substitution of recycled PET polyethylene terephthalate fibers in the compressive strength of concrete $f'_c=210$ kg/cm² for use in minor irrigation infrastructure. Where 12 standard concrete test tubes $T_0 = 0$ kg. PET were made, 60 test tubes with recycled polyethylene terephthalate fiber treatments (replacing the coarse aggregate), of which 12 concrete test tubes were made for the $T_1 = 2$ kg. PET treatment, 12 concrete specimens for $T_2 = 4$ kg. PET, 12 concrete specimens for $T_3 = 6$ kg. PET, 12 concrete specimens for $T_4 = 7$ kg. PET and 12 concrete specimens for $T_5 = 8$ kg. PET; making a total of 72 specimens, which were tested at the ages of 7, 14, 21 and 28 days of curing, with 3 repetitions each. The results obtained after 28 days of the compressive strength show us that it generates an increase in the compressive strength by substituting 6kg of PET to the coarse aggregate (crushed stone), where it increases by 13.5% with respect to the standard concrete, without However, when an amount greater than 6 kg of recycled PET is replaced, the resistance decreases, remaining below the values of the standard concrete, at all curing ages.

Keywords: *Recycled polyethylene terephthalate, compressive strength, minor irrigation infrastructure.*



I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

Planteamiento del Problema

Flores (2020) menciona que en las últimas cinco décadas, la producción global de plástico en el mundo ha aumentado enormemente miles de materiales plásticos, particularmente botellas de plástico, son desechados de forma inadecuada cada día lo que resulta en grandes volúmenes (m³) de desechos de plásticos que se acumulan en el ambiente natural, son arrojados a los ríos enterrados y quemados, liberando contaminantes tóxicos al medio ambiente. Estos desechos de plásticos están aumentando rápidamente y se están convirtiendo en una carga para muchos países y en particular el PET, tienen la ventaja de ser 100% reciclado, que, en las últimas dos décadas los residuos plásticos se han estudiado como componentes de concreto y mortero. Se ha utilizado como agregado, como aglutinante del cemento y sustitución como refuerzo de fibras. Usar fibras de PET reciclado en concreto ayuda a mejorar su ductilidad, reduciendo así el agrietamiento debido a la contracción plástica que suscita generalmente en las infraestructuras hidráulicas que están en contacto permanente con el agua (p. 123).

Gómez, (2016) menciona que debido al desconocimiento de estrategias viables para el manejo de plásticos y botellas, en el entorno local, nacional y mundial se está causando daño al medio ambiente, Organización de Naciones Unidas (ONU, 2018) menciona que el 79 % de los residuos sólidos generada del plástico se encuentra en vertederos o tirada en el medio ambiente y sólo el 9 % se recicla y el 12 % se incinera, si los patrones de consumo y de gestión de residuos continúan, en 2050 habrá aproximadamente 12,000 millones de toneladas de residuos de plástico en vertederos y en el medioambiente, y alrededor de 13 millones de toneladas de estos residuos son lanzados al océano cada año y como

consecuencia amenaza la vida acuática, pasando a la cadena alimentaria hacen que en total 10,000 especies marinas mueran cada año como consecuencia del plástico, también contamina el aire mediante su incineración y en el proceso de fabricación, contribuyendo al calentamiento global, afectando así a las aguas subterráneas, superficiales y nutrientes del suelo, debido a la liberación de sustancias tóxicas que van a dañar sus características como su PH, afectando directamente los cultivos por ende el rendimiento de su producción, mediante la cadena alimentaria llega a afectar la salud pública (párr. 2- 3).

Banco Mundial (BM, 2018) considera que la excesiva producción de plásticos PET y la falta de cultura ciudadana en educación ambiental, en el curso de los próximos 30 años la producción de estos plásticos a nivel mundial aumentará de 2010 millones de toneladas registradas en 2016 a 3400 millones de toneladas. En 2016 se generaron en el mundo 242 millones de toneladas de desechos de plástico, que representan el 12% del total de desechos sólidos, si no se adoptan medidas políticas de gobierno urgentes para 2050 los desechos a nivel mundial crecerán un 70% con respecto a los niveles actuales. Los plásticos son especialmente problemáticos, si no se recolectan y gestionan adecuadamente, contaminarán y afectarán la vida marina mediante enredo e ingestión por animales, degradando su hábitat, también afectaran la salud humana debido a la exposición de productos químicos a través de la cadena alimentaria, afectara la economía ya que el coste estimado de residuo marino esta entre 259 millones y 695 millones de euros, principalmente para el turismo y los sectores pesqueros, y el clima ya que los plásticos emiten emisiones de CO₂ (párr. 1- 4).

ONU (2018) refiere que la producción de plástico ha superado la de cualquier otro material y la mayoría de los productos que se hacen están diseñados para ser descartados después de un solo uso. Esto ha hecho que los empaques de plástico ahora representen la mitad de los desechos de este material alrededor del mundo. The Minderoo Foundation (2019) argumenta que en el año 2019 se consumieron más de 130 millones de toneladas de

productos de envases de plástico de un solo uso en el mundo; Mientras los indios apenas generaron cuatro kilos por persona en 2019, los chinos produjeron 18, y en Estados Unidos la cifra se disparó hasta alcanzar los 56 kilos de desechos plásticos de un solo uso generados por ciudadano, creciendo así los niveles de contaminación plástica en el agua, aire y suelo, afectando la salud de las personas ya que está expuesta a una gran variedad de sustancias químicas tóxicas y microplásticos mediante la inhalación (en la refinación y fabricación), ingestión (cuando se contamina algún fuente de agua), y contacto directo con la piel (fabricación y uso), a lo largo del ciclo de vida del plástico (Plastic and health, 2013) (párr.2).

García et al. (2017) señalan que el plástico constituye hoy en día el material más desechado a nivel mundial, ya que su proceso de reciclaje es muy complicado y costoso, estos plásticos son los materiales más baratos y asequibles de fabricar, su producción se ha triplicado en las últimas décadas para atender la creciente demanda de los consumidores, el incremento en el uso de materiales plásticos ha generado una nueva problemática, ya que se estima que alrededor del 50% de los plásticos que se producen se destina a aplicaciones de un solo uso, entre 20 y 25% se emplean en la construcción y el resto en la fabricación de otros productos (p.56).

Quisocala y Jacho (2021) consideran que en las últimas cinco décadas, la producción global de plástico ha aumentado enormemente y la mala gestión de los mismos ha generado una gran cantidad de residuos relacionados con el plástico, la producción mundial de plástico fue de 322 millones de toneladas en 2015, aproximadamente 90 veces más que en 1960 equivalente a 3,6 millones de toneladas. En el Perú, se producen unos 3,500 millones de botellas de plástico cada año, de las cuales, menos del 50 % son recicladas. Dada la coyuntura general del mundo cada vez se hacen más presente la producción masiva y uso del PET ya que el mundo lo mantiene de un solo uso generando residuos en cantidades exorbitantes siendo este un factor desfavorable ya que este material requiere de mucho

tiempo para biodegradarse generando preocupación ya que no se cuenta con un adecuado proceso de reciclado, afectando al ecosistema a nivel global. Al degradarse las partículas de plástico, quedan expuestas superficies nuevas, lo que posibilita la liberación continua de aditivos del interior a la superficie de la partícula en el ambiente y en el cuerpo humano. Los microplásticos que entran al cuerpo humano de forma directa, ya sea mediante ingestión o inhalación, pueden causar una variedad de impactos a la salud, incluyendo inflamación, genotoxicidad, estrés oxidativo, apoptosis, y necrosis, las cuales se vinculan a una variedad de problemas para la salud incluyendo cáncer, enfermedad inflamatoria intestinal, diabetes, artritis reumatoide, inflamación crónica, accidentes cerebrovasculares, trastornos del sistema autoinmune, y enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (p.9 - 10).

Caxi y Mamani (2021) afirman que el sobreconsumo de plásticos probablemente sea la causa principal, dado que hoy en día, no es raro ver cómo la mayor parte de los productos que compramos están hechos o contienen plástico. En el Perú, casi 950 mil toneladas de plástico se consumen al año; del cual el 56 % de los residuos plásticos que se generan terminan en un relleno sanitario, mientras que el 43 % acaban en ríos y océanos, solo el 0.3% es reinsertado en la cadena productiva a través del reciclaje. Una de las consecuencias de la contaminación en el mar es la proliferación de insectos parecidos a los sancudos, pero de agua salada, y se están multiplicando debido a los pedazos de plásticos incluyendo el PET que flotan en el mar y sirven como soporte para sus huevos, alterando el ecosistema marítimo (p.18).

Pérez (2021) indica que los residuos sólidos sin un apropiado sistema de reciclaje generan desechos que no pueden ser dispuestos de una manera apropiada, cada año se vierten al océano cerca de 8 millones de toneladas de plástico, si bien es cierto que el PET representa solo el 0.3 % del total de los residuos sólidos pero su lenta biodegradación hace que la disposición no sea la adecuada, creando así un problema en su manejo. Dada las condiciones

la región de Junín, no es ajeno a lo considerado pues se producen más de 178 mil toneladas de residuos sólidos, lo que se traduce en aproximadamente 0.5 kilos por persona, esta cantidad de residuos trae problemas ambientales, en la agricultura, hay plantaciones que se encuentran cubiertas por plásticos derivados del PET por todas partes, para evitar pérdida de sus frutos por aves o gusanos lo cual afecta a las plantas para tomar los nutrientes del suelo. La contaminación del aire debido a las incineraciones indiscriminadas de estos materiales se contribuye al impacto negativo al ambiente (pp. 17- 18).

Puentes (2021) menciona que en la última década hay mucha contaminación debido a desechos de residuos de plástico PET, en el Perú genera casi 8 millones de toneladas de residuos al año. El 46% de residuos sólidos que encontramos en nuestras playas son plásticos. La mayoría de este plástico no se descompone en el mar y puede durar cientos o miles de años, por lo que contamina el medio ambiente y trae enfermedades, por ello se sugiere la reutilización de residuos de plástico PET en la adición del concreto que proporcione un efecto específico en la calidad del concreto, tanto en el estado fresco como en el endurecido, sino que también ayuda a mitigar de cierto modo la problemática actual que se tiene con la eliminación de los desechos de residuos sólidos (p. 20).

Valer (2014) menciona que en el Perú, del total de plástico en todas sus categorías el 0.3% es reciclado de las 950 mil toneladas de plástico desechadas y de botellas plásticas PET son 3,500 millones las que se producen al año, de ellas menos del 50% son recicladas, el plástico como un material que no puede ser digerido fácilmente ni por la tierra ni por el mar ya que tarda mucho tiempo en descomponerse y su bajo costo de fabricación hace que su proliferación es preocupante ya que al no desaparecer el plástico hace que se acumule en el ambiente y su impacto es latente que contamina al medio ambiente, también se debe tomar en cuenta alternativas de solución como la incorporación de fibras de plástico de PET reciclado como refuerzos para el concreto , en las mezclas de concreto hidráulico, a fin de

mejorar el diseño y reducir la contaminación (p. 2).

Formulación del Problema

Al concluir la presente investigación me permitiré responder la siguiente pregunta:

¿Cuál será el efecto de sustitución de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para su uso en infraestructura menor de riego?

1.2. Objetivos

Objetivo general

Analizar la sustitución de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para su uso en infraestructura menor de riego.

Objetivo específico

Realizar el diseño de mezcla de concreto $F'c = 210$ kg/cm² (Testigo) del agregado de la cantera Pariahuanca – Carhuaz empleando el método ACI 211 para cuantificar y determinar la dosificación del agregado grueso, agregado fino, cemento y agua.

Preparar el diseño para los tratamientos del experimento con la sustitución en el agregado de $T_0 = 0$ kg, (Testigo), $T_1 = 2$ kg, $T_2 = 4$ kg, $T_3 = 6$ kg, $T_4 = 7$ kg y $T_5 = 8$ kg, de tereftalato de polietileno reciclada del concreto $F'c = 210$ kg/cm² con 3 repeticiones.

Determinar el asentamiento del concreto $F'c = 210$ kg/cm² para el testigo y los cinco tratamientos.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto testigo y de los cinco tratamientos del experimento.

Contrastar la hipótesis de la investigación experimental, mediante los estadísticos del

ANOVA y determinar el tratamiento óptimo mediante la prueba de DUNCÁN para la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.3. Justificación

Teórica

Los resultados de la presente investigación “Sustitución de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para su uso en infraestructura menor de riego”, generará un nuevo conocimiento en el comportamiento mecánico de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Sobre las ya existentes, así mismo servirá como antecedente para futuras investigaciones.

Metodológica

El tipo de investigación es aplicada, con un diseño experimental pura debido a que se manipulará la variable independiente con cinco tratamientos cada una de ellas con 3 repeticiones y comparar respecto del concreto patrón. Cada tratamiento del curado del concreto fresco se realizara a 7, 14,21 y 28 días respectivamente con el propósito de obtener la mayor o menor resistencia, el diseño de la investigación experimental corresponde a diseño completamente al Azar (DCA) que se utiliza para comparar tratamientos. Los ensayos se realizó en el laboratorio geotécnico y ensayo de materiales 3R GEOINGENIERIA S.A.C, la cual está acreditada, en consecuencia garantizaran la calidad y confiabilidad de los resultados.

Práctica

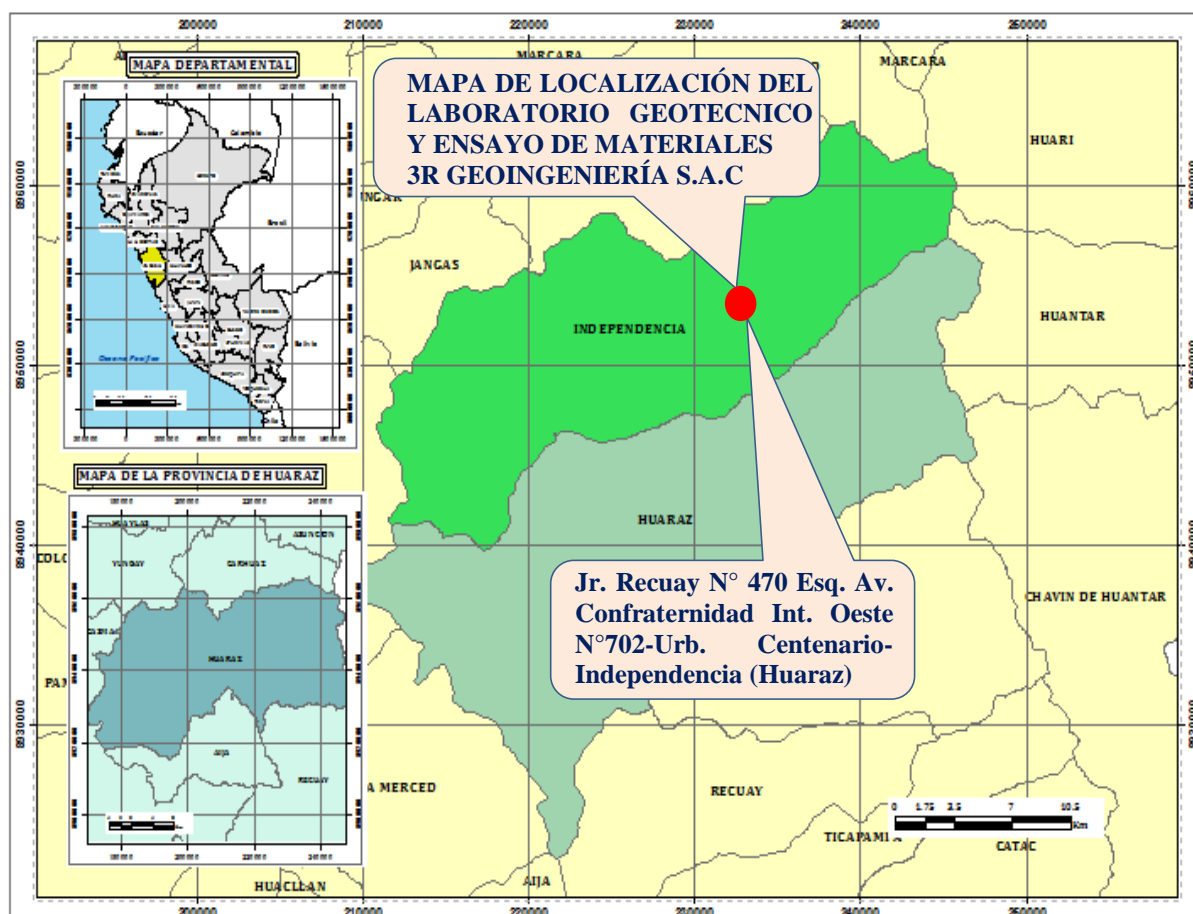
La excesiva producción de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas tardan cientos de años en degradarse, en la actualidad genera problemas de contaminación en el ecosistema a nivel mundial, con esta investigación se trata de contribuir en minimizar el

impacto Ambiental. El PET al ser un material reciclado hace que el concreto sea más económico, además no requiere mano calificada para su proceso de reciclado y para su uso en infraestructura menor de riego. En la ciudad de Huaraz se observa las fibras en el ecosistema contribuyendo al impacto negativo del medio Ambiente. Por lo que se pretende utilizar estas fibras de tereftelato de polietileno recicladas en las infraestructuras hidráulicas con el propósito de contribuir a minimizar el impacto negativo del ecosistema y por ende mejorar la calidad de vida de los seres vivos.

1.4. Delimitación

Figura 1

Mapa de localización del área del laboratorio



II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

Antecedentes Internacionales

Arbeláez et al. (2020) publicaron en el artículo científico titulado “Propiedades mecánicas de concretos modificados con plástico reciclado en reemplazo de los agregados finos, Colombia”. Objetivo: realizar el diseño de mezclas de concreto tradicional y con reemplazos del 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de los agregados finos por plásticos reciclados. Metodología: Tipo de investigación cuantitativo y nivel descriptivo, diseño de la investigación experimental, tratamientos de 2.5%, 5%, 7.5% y 10%, en donde se diseñaron 5 mezclas; una mezcla de referencia y 4 mezclas con reemplazos del 2.5%, 5%, 7.5% y 10% en masa de los agregados finos, se prepararon cuatro especímenes de concreto por cada mezcla. Resultados: Se vieron valores para el espécimen C1 con adición del 2.5% alcanzo una resistencia de 7.80 Mpa, el espécimen C2 con adición de fibras PET recicladas al 5.0% obtuvo una resistencia de 14.98 Mpa, el espécimen C-3 con adición de fibras PET recicladas al 7.5% obtuvo una resistencia de 19.14 Mpa, el espécimen C-4 con adición de fibras recicladas PET al 10% obtuvo una resistencia de 13.14 Mpa. Conclusión: Aumento en la resistencia del hormigón incorporando un 7.5% de PET recuperado llegando a valores de 19.14 Mpa, representando esta un 90.5% respecto al hormigón tradicional.

Abdullai y Charles (2021) publicaron en el artículo científico titulado “Strength Characteristics of Recycled Polyethylene Fibre Reinforced Concrete”. Objetivo: determinar la resistencia a la compresión y el comportamiento a la flexión del concreto reforzado con fibras de polietileno recicladas. Metodología: el tipo de estudio es aplicada, con un diseño experimental, donde se elaboró (3) cubos patrón y con (3)tratamiento cada uno con 3 repeticiones haciendo un total de 9 muestras, con adición de 0.25 %, 0.50% y 1.0% de fibras

de polietileno para determinar la resistencia a la compresión, también se elaboró 12 prismas para determinar la flexión del concreto con 0%, 0.25 %, 0.50% y 1.0% de fibras de polietileno respecto al peso del agregado fino para ser ensayadas a los 28 días respectivamente. Resultados: en la resistencia a la compresión $T_0=37.24$ N/mm², $T_1=28.52$ N/mm², $T_2=21.74$ N/mm², $T_3=19.34$ N/mm², en el comportamiento a la flexión $T_0=6.56$ MPa, $T_1= 6.72$ MPa, $T_2= 7.48$ MPa, $T_3=8.32$ MPa, respectivamente. Conclusión: que la resistencia a la compresión y a la flexión de los cubos con tratamientos redujo significativamente en comparación con la del cubo patrón.

Bavel et al. (2020) publicaron en su tesis de pregrado, titulada “Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional reemplazando agregado grueso con polietileno de tereftalato en distintas proporciones”. Objetivo: Es la búsqueda de un mecanismo que disminuye la contaminación, reutilizando los desechos plásticos para obtener una mejoría en la calidad de vida. Iniciando con la recolección del plástico triturado, para luego realizar diversas mezclas reduciendo material pétreo y sustituyéndolo por plástico triturado, en diferentes porcentajes para ver el comportamiento de cada una de las mezclas. Metodología: Tipo de investigación cuantitativo, diseño de la investigación experimental, tratamientos de 25%, 50%, 75% y 100%, Para el diseño de mezcla se utilizará la metodología seguida por el comité A.C.I. 211 con las modificaciones de A.C.I. 211.1, adecuado a las condiciones y materiales del medio colombiano, estas pruebas se realizaron en cilindros que sirvieron de moldes, brindados por la universidad, las pruebas se ejecutaron en el laboratorio de concretos con diferentes modelos. Resultado: De la mezcla no fue homogénea lo cual no obtuvo buena manejabilidad, la resistencia a compresión dio como resultado que con una baja cantidad de PET es viable el uso de este material en elementos constructivos no estructurales ya sean mampostería, ladrillos, entre otros, siendo este material más ligero y de fácil transporte. Conclusión: El trabajo de investigación permite reciclar el material PET,

reutilizarlo como un agregado en la elaboración de elementos de construcción en mampostería y adoquines, facilitando el transporte de estos elementos ya que su peso disminuye.

Pelisser et al. (2012) publicaron en el artículo científico titulado “Mechanical properties of recycled PET fibers in concrete”. Objetivo: determinar las propiedades mecánicas del concreto con adición de las fibras de PET recicladas. Metodología: el tipo de estudio es aplicada, con un diseño experimental, donde realizaron 12 probetas (referencia) y 36 probetas con tratamiento, T0=0kg, T1=0,64kg, T2=2,25kg y T3=3,90 kg de fibra por m³ de concreto para determinar la resistencia a compresión y la flexión respectivamente, para ser ensayadas a los 28 y 150 días. Resultados: para los 28 días T0=29.23 MPa, T1=28.35 MPa, T2=27.04 MPa, T3=29.52 MPa, para los 150 días T0=32.23 MPa, T1=32.52 MPa, T2=29.10 MPa, T3=29.69 MPa, y para los 28 días T0=3.75 MPa, T1=4.30 MPa, T2=4.26 MPa, T3=4.47 MPa, para los 150 días T0= 3.65 MPa, T1=4.67 MPa, T2=4.6 MPa, T3=4.48 MPa, Respectivamente. Conclusión: los valores de la resistencia a la compresión no se vieron influenciados por las fibras de PET, sin embargo, la resistencia a la tracción aumentó con el incremento del contenido de fibras, a pesar de que el efecto disminuyó a los 150 días.

Mejía y Pérez (2019) publicaron en su tesis titulada “Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET”. Objetivo: describir el comportamiento mecánico del concreto simple con diferentes porcentajes de adición de fibras poliméricas recicladas PET. Metodología: el tipo de estudio es aplicada, con un diseño experimental, para el diseño de mezcla se realizó 18 muestras con tratamiento de PET y 6 sin fibras PET para el ensayo de compresión, 9 muestras con tratamiento de PET y 3 sin fibras PET para el ensayo de tracción y 6 muestras con tratamiento de PET y 2 sin fibras PET para ensayo de flexión, los tratamientos fueron T0=0%, T1=0.088%, T2=0.176% y T3=0.264%, es decir T0=0Kg, T1=2Kg, T2=4Kg y T3=6Kg por

m³ de mezcla, ensayadas a los 28 días respectivamente. Resultados: T₀=18.064Kg/cm², T₁=16.836Kg/cm², T₂=20.663Kg/cm² y T₃=20.432Kg/cm², T₀=43.70Kg/cm², T₁=41.83Kg/cm², T₂=43.47Kg/cm² y T₃=45.47Kg/cm², y T₀=234.36Kg/cm², T₁=179.33Kg/cm², T₂=192.05Kg/cm² y T₃=239.75Kg/cm², respectivamente. Conclusión: la resistencia a la compresión del concreto es mejor con el tratamiento (T₃) respecto al diseño patrón aumentando un 2.29 % aumentando respecto al concreto patrón y en la flexión el comportamiento del concreto es proporcional, lo que quiere decir que a mayor cantidad de fibras mayores serán las resistencias a los esfuerzos de flexión.

Antecedentes Nacionales

Andía y Erazo (2021) publicaron en el artículo científico titulado “Resistencia a la compresión del concreto con adición del poliestireno expandido y extruido reciclados”. Objetivo: evaluar la resistencia a la compresión del concreto de 350 kg/cm² de diseño fabricado en la ciudad de Huancayo, utilizando agregados gruesos y finos con materiales reciclados de poliestirenos extruido (XPS) lavado y sin lavar debidamente rayado y poliestireno expandido (EPS) sin lavar en forma de perlas. Metodología: el tipo de estudio es aplicada, con un diseño experimental, donde se preparó 10 probetas (patrón) y 30 probetas (tratamiento) con porcentajes T₀=0%; 0% y T₁=20%; 30%, T₂=30%; 40%, T₃=60%; 70% respecto del volumen de agregado fino y agregado grueso respectivamente para los 3, 7, 14, 21 y 28 días. Resultados: T₀=495 kg/cm², T₁=365 kg/cm², T₂=227.51 kg/cm² y T₃=207.9 kg/cm², respectivamente. Conclusión: la mezcla del T₁ a la edad de 28 días, supera la resistencia de diseño de 350 kg/cm², obteniéndose un valor de 365 kg/cm², valor que supera el límite permisible de la norma técnica y representa aproximadamente un 74 % respecto de la calidad de concreto patrón cuyo valor es 495 kg/cm².

Quenta (2019) publicó en el artículo científico titulado “Efecto del reciclado de las

fibras de las botellas PET en la resistencia del concreto normal”. Objetivo: realizar un estudio experimental del efecto del reciclado de las fibras de botella PET en la resistencia del concreto normal. Metodología: el tipo de estudio es aplicada, con un diseño experimental donde elaboraron 90 especímenes (18 patrón y 72 con tratamiento), T0= 0%, T1= 2%, T2=4%, T3=6% y T4=8% respecto del peso del cemento, para los 7, 14 y 28 días. Resultados: T0= 228.90 kg/cm², T1= 234.84 kg/cm², T2=214.55 kg/cm², T3=188.48 kg/cm² y T4=182.29 Kg/cm² respectivamente. Conclusión: la resistencia a la compresión del concreto del T1 supera la resistencia requerida de 210 kg/cm², por lo cual, la adición de fibras de PET en pequeñas cantidades produce un aumento en la resistencia a la compresión.

Chaiña y Larino (2021) publicaron en su tesis titulada “Influencia del poliestireno expandido en la resistencia a la compresión, densidad y aislamiento térmico en unidades de albañilería de concreto en muros portantes en Tacna, 2021”. Objetivo: determinar la influencia del Poliestireno expandido en la resistencia a la compresión, densidad y aislamiento térmico en unidades de albañilería de concreto. Metodología: el diseño es investigación experimental, del nivel perceptual, se elaboró 10 muestras patrón y 50 muestras con tratamiento T0=0%, T1=10%, T2=20%, T3=30%, T4=40% y T5=50% respecto al peso del agregado grueso a los 28 días. Resultado: T0=152.15 Kg/cm², T1=146.29 Kg/cm², T2=141.25 Kg/cm², T3=135.10 Kg/cm², T4=121.30 Kg/cm² y T5=102.34 Kg/cm², T0=2394Kg/m³, T1=2364Kg/m³, T2=2330Kg/m³, T3=2253Kg/m³, T4=2180Kg/m³ y T5=2040Kg/m³ y T0=18.6°C, T1=20.1°C, T2=18.7°C, T3=18.2°C, T4=18.4°C y T5=21.6°C respectivamente. Conclusión: la adición de poliestireno expandido en el concreto disminuye la resistencia a la compresión del diseño, baja su densidad, pero aumenta el aislamiento térmico.

Espinoza y Quispe (2020) publicaron en su tesis titulada “Comportamiento mecánico del concreto con incorporación del PET para canales de riego erosionables del distrito de

Nueva Cajamarca, 2020”. Objetivo: analizar la influencia de la incorporación del PET en el comportamiento mecánico del concreto para canales de riego erosionables del distrito de Nueva Cajamarca, 2020. Metodología: el tipo de la investigación es aplicada con un diseño experimental, se elaboró el diseño de mezcla para el concreto $f'c=175$ kg/cm² (12 patrón y 36 con tratamiento), T₀=0%, T₁=1%, T₂=3% y T₃= 6% de PET respecto del peso del agregado grueso para los 7, 14 y 28 días. Resultados: T₀=193.39 Kg/cm², T₁=185.95 Kg/cm², T₂=175.79 Kg/cm² y T₃=169.07 Kg/cm² respectivamente. Conclusión: es posible realizar un diseño de mezcla idónea con los T₁ y T₂ ya que con estos tratamientos se llegó a la resistencia mínima requerida por la norma, con el último tratamiento no se logró la resistencia deseada.

Sifuentes (2016) publicó en su tesis titulada “Resistencia a compresión uniaxial de concreto $f'c=175$ kg/cm² de agregados de cerro con la adición de fibras de polipropileno, UPN - 2016”. Objetivo: determinar la Resistencia a Compresión uniaxial del concreto $F'c = 175$ kg/cm², con adición de Fibras de Polipropileno en proporciones de 2kg, 4kg y 6kg. Metodología: el tipo de estudio es aplicada, con un diseño experimental, se realizó una 9 mezcla patrón de concreto de $f'c = 175$ kg/cm² y 27 mezclas de la misma dosificación para los tratamientos T₀=0 kg, T₁=2kg, T₂=4kg y T₃=6kg respecto a la cantidad total de un metro cúbico de concreto, ensayadas a los 7, 14 y 21 días. Resultados: T₀=250.96 Kg/cm², T₁=266.21Kg/cm², T₂=283.13 Kg/cm² y T₃=291.62 Kg/cm² respectivamente. Conclusión: los concretos adicionados con fibras de polipropileno presentan una resistencia mayor con el tratamiento (T₃), teniendo un incremento de 16.20% con respecto al °C patrón, a las del concreto convencional según resultados obtenidos a los 21 días.



2.2. Bases Teóricas

Infraestructura de riego

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2020) define que la Infraestructura de Riego son estructuras u obras, que hacen posible que una determinada área puede ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas.

Infraestructura Menor de Riego

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2020b) define que la Infraestructura Menor de Riego considera la red de canales laterales de todos los órdenes existentes, así como las obras de arte construidas a lo largo de ellos (tomas y aforadores de agua, sifones, alcantarillas, disipadores de energía, partidores, entre otros).

Infraestructura Mayor de Riego

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2020c) define que la Infraestructura Mayor de Riego considera a obras de gran envergadura (presa de embalses, bocatomas, túneles de derivación, canales de derivación, obras de arte conexas)

Tereftalato de Polietileno (PET)

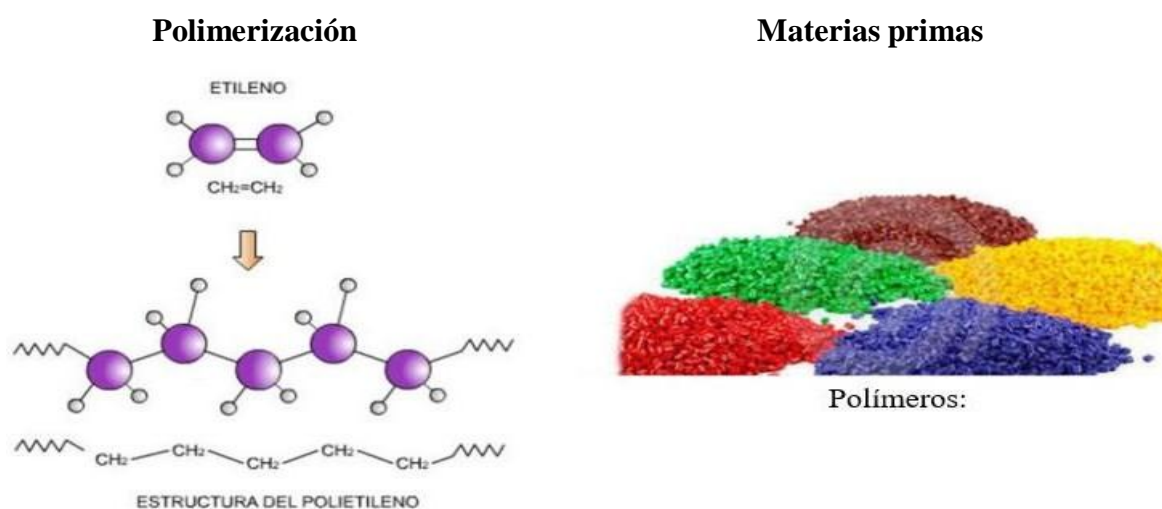
Chero y Rodríguez (2020) define que es una sustancia sintética de estructura macromolecular por su gran cantidad de moléculas de hidrocarburos, alcoholes y otros compuestos orgánicos, es el material plástico con el cual se elaboran los envases de bebidas gaseosas y aguas minerales, entre otras. Las botellas son desechables, por lo que su destino suele ser la bolsa de basura y, por extensión, los rellenos sanitarios (p. 42).

Chero y Rodríguez (2020) afirma que el PET es producido a partir del petróleo crudo, gas y aire. Está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural

y 13% de aire. Y se caracteriza por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, reciclable 100% y con posibilidad de producir envases reutilizables, lo cual ha llevado a desplazar a otros materiales (p. 53).

Figura 2

Composición del PET



Nota: La figura muestra la composición química y los materiales primas para su elaboración partículas de PET granulado. Tomado de Fidalgo (n.d)

Figura 3

Partículas de PET granulado



Nota: La figura muestra partículas de PET granulado. Tomado de Acebedo y Posada (2019)

Tipos de plástico

Palacios (2014) afirma que la identificación de los productos hechos en plástico, tienen un código o letras que nos indican con qué tipo de plástico están producidos. Los plásticos reciclados más comunes son usados para botellas y son de PET (Polyethylene Terephthalate) (p. 13).

En la Tabla 1 se muestra la identificación de acuerdo con su importancia comercial por sus aplicaciones en el mercado se encuentran los productos destinados a uso comercial.

Tabla 1


Clasificación de plástico de acuerdo con su abreviatura


Nombre	Abreviatura	Número de identificación
Polietileno tereftalato	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo o vinilo	PVC o V	3
Polietileno de baja de densidad	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	PP	5
Poliestireno	PS	6
Otros	Otros	7

Nota: Esta tabla muestra la abreviatura de los plásticos de acuerdo con su clasificación Palacios (2014)

Tabla 2

Clasificación de Plástico de acuerdo con su abreviatura

<i>Código de Identificación del Plástico</i>	<i>Nombre plástico</i>	<i>Descripción</i>	<i>Algunos usos de plástico virgen</i>	<i>Algunos usos del plástico hecho partir de desecho reciclado de plástico</i>
	<i>Polyethylene Terephthalate PET (PolietilenoTereftalato)</i>	<i>Resistente y claro, puede ser utilizado como fibra.</i>	<i>Refrescos y botellas de agua mineral, llenado de las bolsas de dormir y almohadas, las fibras textiles.</i>	<i>Botellas de refrescos, botellas de detergente, película para embalaje, fibras para alfombras y chaquetas "peludas".</i>

	<i>High Density Polyethylene HDPE (Polietileno de Alto Densidad PEAD)</i>	<i>Plástico muy común, generalmente blanco o coloreado.</i>	<i>Bolsas de mandados ruidosas, bolsas de freezer, botellas de leche y crema, botellas de shampoo.</i>	<i>Botellas de detergentes, cajas, contenedores de residuos, tubos para agricultura, pallets, cajas de reciclaje.</i>
	<i>Unplasticised Polyvinyl Chloride UPVC (Policloruro de Vinilo)</i>	<i>Plástico duro y rígido, puede ser claro (transparente)</i>	<i>Botellas de jugo, empaque de blíster, scaños y ajustes de plomería.</i>	<i>Botellas de detergente, baldosas, caños para sanitaria.</i>
	<i>Plasticised Polyvinyl Chloride PPVC</i>	<i>Plástico flexible, transparente y elástico.</i>	<i>Mangueras de jardín, suelas de zapatos, bolsas y tubos para sangre</i>	<i>Suelos industriales, nervios de mangueras.</i>
	<i>Low Density Polyethylene LDPE (Polietileno de Baja Densidad PEBD)</i>	<i>Plástico suave y flexible</i>	<i>Tapas de contenedores de helados, bolas para papeleras, papeleras, hojas de plástico negro.</i>	<i>Films para la construcción, la industria, el packing, bolsas.</i>
	<i>Polypropylene PP Polipropileno</i>	<i>Plástico duro pero flexible. Muchos usos.</i>	<i>Contenedores de helados, bolsas de papas fritas, pajitas para bebidas, cajas de comidas con bisagras.</i>	<i>Bolsas para recolección de residuos. Palillos para la ropa, ganchos para la ropa, accesorios de oficina, carretes para hilos, reglas, cajas de CD/video</i>
	<i>Polystyrene PS (Poliestireno) Expanded Polystyrene EPS (Poliestireno expandido)</i>	<i>Rígido, quebradizo. Puede ser claro, vidrioso (vítreo). Espumado: liviano, absorbe energía, aislación térmica.</i>	<i>Contenedores de yogurt, cubertería de plástico, imitación de Cristal (glassware). Copas de bebidas, contenedores para llevar comida, bandejas, packaging.</i>	
	<i>Incluye a todos los otros plásticos, incluidos acrílico y nylon. No pueden ser reciclados.</i>			

Nota: Esta tabla una clasificación más clara de los diferentes tipos de plástico y sus usos. Palacios (2014).

Propiedades del plástico PET

Chero y Rodríguez (2020) refiere que en general los plásticos se caracterizan por alta resistencia respecto de su densidad, aislamiento térmico, aislamiento eléctrico, resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes, entre otros. Específicamente el Tereftalato de Polietileno (PET) presenta las siguientes características relevantes:

Buen comportamiento ante esfuerzos permanentes.

Alta resistencia al desgaste.

Buen coeficiente de deslizamiento.

Buena resistencia química.

Buenas propiedades térmicas.

Datos Técnicos. El PET es apropiado para elementos de roce y accesorios textiles.

Para bujes, posee buena resistencia al desgaste (\geq PA). Para engranajes, bajo coeficiente de fricción, posee buena estabilidad dimensional y resistencia mecánica ($>$ POM).

A continuación, se muestran en las Tabla 3 y Tabla 4 las propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y químicas del PET.

Tabla 3

Propiedades mecánicas del PET

Propiedades mecánicas a 23°C	Unidad	ASTM	DIN	Valores
Peso específico	Gr/cm ³	D-792	53479	1.39
Res. A la tracc. (fluencia / rotura)	Kg/cm ²	D-638	53455	900/--
Res. A la compresión (1 y 2% def)	Kg/cm ²	D-695	53454	260/480
Res. A la flexión	Kg/cm ²	D-790	53452	1450
Res. Al choque sin entalla	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	>50
Alargamiento a la rotura	%	D-638	53455	15
Módulo de elasticidad (tracción)	Kg/cm ²	D-638	53457	37000
Dureza	Shore D	D-2240	53505	85 – 87
Coef. de roce estático s/acero		D-1894		--
Coef. de roce dinámico s/acero		D-1894		0.20
Res. al desgaste por roce				Muy buena

Nota: La tabla muestra las propiedades mecánicas del PET según las normas ASTM y Din Palacios (2014).

Tabla 4*Propiedades químicas del PET*

Propiedades químicas	Observaciones
Resistencia a hidrocarburos	Buena
Resist. a ácidos débiles a temp. Ambiente	Buena
Resist. a álcalis débiles a temp. Ambiente	Buena
Resist. a prod. químicos definidos	Consultar
Efecto de los rayos solares	Algo lo afectan
Aprobado para contacto con alimentos	Si
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad
Propagación de llama	Mantiene la llama
Comportamiento al quemarlo	Gotea
Color de la llama	Amarillo anaranjado
Olor al quemarlo	tiznadoAromático dulce

Nota: La tabla muestra las propiedades químicas y sus observaciones. Palacios (2014)

Concreto

Castillo (1995) define que el concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en medidas adecuadas para que de ese modo se obtenga propiedades ya establecidas como la resistencia de igual forma (p. 2).

Cemento. Norma E.060 Concreto Armado (2009) define que es un material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo del agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos (p. 30).

Cemento Portland. Norma Técnica Peruana 334.001 (NTP, 2011) define al cemento Portland como Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente

sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda (p.12).

Según la NTP 334.009 (2005) los tipos de cementos Portland están clasificados de acuerdo con sus propiedades específicas:

Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.

Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.

Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Cemento Portland Tipo I. NTP 334.009 (2005) define su clasificación y uso del Cemento Portland Tipo I: “Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo” (p.10).

Agua. Instituto Americano del Concreto 211.4R-08 (ACI, 2008) establece que el agua debe cumplir con los estándares de calidad establecidos en “ASTM C1602 / C1602M. Las fuentes de agua deben probarse para determinar su idoneidad para su uso en mezclas de concreto de acuerdo con ASTM C1603” (p.8).

Rivva (2007) menciona que el agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP339.088, de preferencia agua potable.

La calidad del agua, determinada mediante análisis de laboratorio, debe cumplir con los valores de la Tabla 5, si hubiera una excepción tendrá que ser aprobada por la inspección.

Tabla 5

Requisitos que debe cumplir el agua en la preparación del concreto

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

Nota: La tabla muestra los requisitos que el agua debe cumplir en la preparación del concreto mediante análisis de laboratorio Rivva (2007).

Agregado Fino. Rivva (2007) define a los agregados finos como conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta NTP. Se les llama también áridos, se obtienen a partir de la desintegración de las rocas, este material fino pasa por el tamiz 3/8” siendo retenido por el tamiz N°200, de este modo cumple con los parámetros establecidos en la NTP 400.037 (p.2).

Agregado Grueso. Rivva (2007) refiere que los agregados gruesos son retenidos en el tamiz NTP 4.75 mm (N°4) y son aquellos forados por rocas o también por gravas trituradas que se obtienen de canteras previamente analizadas en laboratorios que certifiquen su calidad, este debe ser resistente, limpio y sin recubrimiento de polvo, para evitar estos problemas deberá ser previamente lavado y descartar todo tipo de partícula que impregnada (p.5).

Granulometría, ASTM C-136 / (ASTM D 422-19) Caxi y Mamani (2021) refieren que la granulometría es la determinación de la cantidad en porciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen un material (p. 31).

Propiedades del Concreto Fresco

Trabajabilidad. Reyes y Gutiérrez (2010) define que es el trabajo interno utilizado en vencer la fricción interna o componentes del concreto para conseguir una compactación adecuada, es decir, la capacidad que tiene el concreto para ser colocado y compactado apropiadamente sin producir deficiencias de sus propiedades en estado fresco. La manejabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y consistencia (p.18).

Mezclado. Rivva (2007) refiere que la función del mezclado de concreto es revestir la superficie de los agregados con la pasta de cemento, la cual dará como resultado una masa homogénea. La secuencia de carga de los materiales en la mezcladora representa un papel importante en la uniformidad del producto terminado (p.18).

Sangrado. Rivva (2007) define que es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie (p.19).

Hidratación del Concreto. Kosmatka et al. (2004) refiere que la hidratación determina la calidad de adhesión y adherencia de la pasta de cemento portland, se debe a las reacciones químicas entre el cemento y el agua. Mientras el concreto se endurece, su volumen bruto permanece casi inalterado, pero el concreto endurecido contiene poros llenos de agua y aire, los cuales no tienen resistencia. La resistencia está en las partes sólidas de la pasta, sobre todo en el silicato de calcio hidratado y en los compuestos cristalinos (p.32).

Consistencia. Rivva (2007) define es una propiedad que define la humedad de la muestra por el grado de fluidez de esta; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación (p. 19).

Propiedades del Concreto Endurecido

Curado. Marrufo (2015) refiere que cuando la humedad relativa dentro del concreto baja cerca de 80% o la temperatura del concreto baja a menos del cero, la hidratación y el incremento de resistencia se interrumpen (p. 20).

Secado. Kosmatka et al. (2004) El concreto no se endurece o se cura con el secado. El concreto (o más precisamente el cemento en él) necesita de humedad para hidratarse y endurecerse. Cuando el concreto se seca, la resistencia para de crecer; el hecho es que el secado no indica que haya ocurrido suficiente hidratación para que se obtengan las propiedades físicas deseables (p. 33).

Durabilidad. Kosmatka et al. (2004) define como la habilidad del concreto en resistir a la acción del ambiente, al ataque químico y a la abrasión, manteniendo sus propiedades de ingeniería. Los diferentes tipos de concreto necesitan de diferentes durabilidades, dependiendo de la exposición del ambiente y de las propiedades deseables. Los componentes del concreto, la proporción de éstos, la interacción entre los mismos y los métodos de colocación y curado determinan la durabilidad final y la vida útil del concreto (p. 33).

Resistencia del Concreto. Mehta y Monteiro (2016) define la resistencia del concreto se relaciona con el esfuerzo requerido para causar fractura y es sinónimo del grado de falla en el que el esfuerzo aplicado alcanza su valor máximo, en el ensayo de concreto a la compresión, la muestra sometida a ensayo se indicara que ha colapsado toda vez que no muestra señas de fractura externa, las grietas internas se encuentran avanzado en el espécimen no podría resistir cargas mayores evitando fisurarse (p.33).

Resistencia a la Compresión

Este ensayo está normalizado según la NTP 339.034 y en el ASTM C-39, es definida

como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto.

Pasquel (1998) define que es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra a expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso (p. 15).

Rivera (2011) define la resistencia del concreto cuando es sometida al máximo esfuerzo de cargas soportando a nivel de su estructura sin fallar, ya que el concreto está elaborado para soportar cargas de compresión, con el cual se puede medir su resistencia sometido a estos esfuerzos el cual nos indica el grado de calidad (p. 34).

Diseño de Mezcla

Pérez (2021) menciona que para crear una dosificación de mezcla de concreto es determinar la combinación más económica y practica de los agregados que estén disponibles, agua, cemento y en algunos casos aditivos, con la finalidad de fabricar una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que si endurece a una apropiada velocidad adquirirá unas características de resistencias y durabilidad necesarias para el tipo de construcción.

Para lograr las proporciones apropiadas, se necesita preparar varias mezclas de prueba, estas se calculan con base en las propiedades de los materiales y la aplicación de leyes. Las características obtenidas en las mezclas de prueba mostrarán los ajustes que se harán en la dosificación de acuerdo con las reglas empíricas determinadas (p. 30).

Pruebas de Laboratorio

Análisis Granulométrico. Pinedo (2019) refiere que este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente. Siguiendo la Norma (ASTM D 422-19).

Peso Unitario del Agregado Fino y Grueso. Pinedo (2019) refiere que este método

permite conocer el peso unitario suelto y peso unitario compacto de los agregados, mediante la realización de un ensayo con arena y grava, el cual se define como la relación entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen que ocupan están dentro de un recipiente de volumen conocido; así mismo el peso unitario compacto de los agregados mencionados anteriormente. Para este ensayo nos apoyaremos de las siguientes normas: NTP 400.017:2011, ASTM C-29.

Asentamiento. Pérez (2021) refiere que este ensayo estudia la trabajabilidad, que es la facilidad de mezclado, colocación, transporte y compactación. Un concreto es trabajable cuando en su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de 1/4" sobre el agregado grueso, y los valores que se obtenga se puede comparar con la Tabla 6 (NTP:339.035, 2015).

Tabla 6

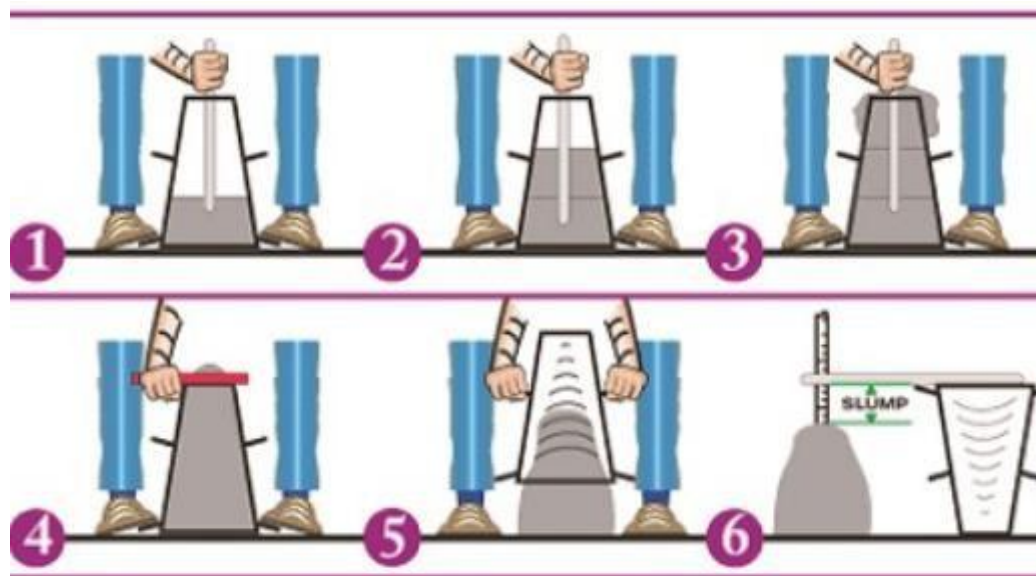
Clases de mezcla según su asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseada / Chuseado

Nota: La tabla muestra las clases de mezclas según su asentamiento realizado por la prueba de Slump. Pérez (2021).

Figura 4

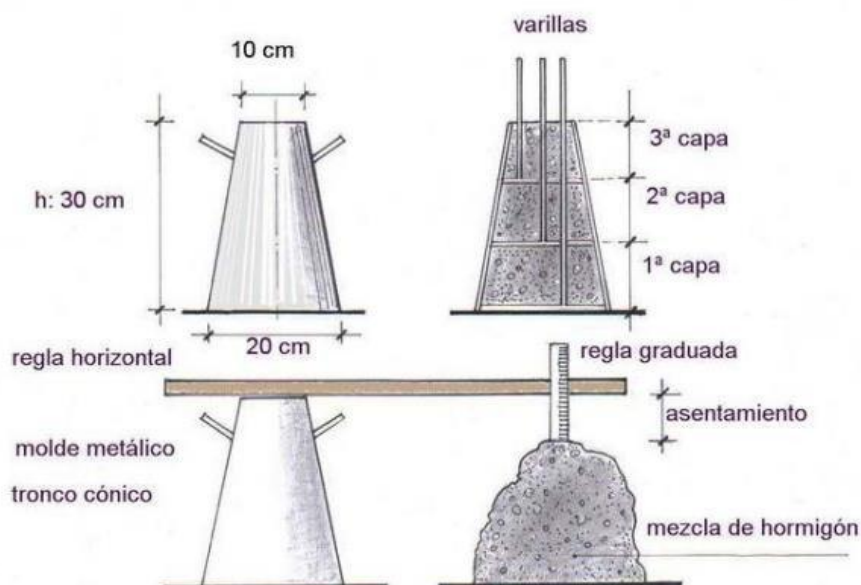
Prueba de asentamiento con el cono de Abrams



Nota: La figura muestra el ensayo de laboratorio para determinar la trabajabilidad del concreto. Tomado de <https://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Cono de Abrams.jpg>

Figura 5

Prueba de asentamiento (Slump)



Nota: La figura muestra el ensayo de laboratorio para determinar la trabajabilidad del

concreto. Tomado de https://www.Imcc.com/concrte_news/0801/5-minute-classroom-slump.asp

Resumen Del Método De Ensayo De Asentamiento.

Tomando una muestra de concreto fresco mezclado, se vierte en un molde con forma de cono truncado y se compacta por varillado. Se retira el molde de forma vertical y se deja que el concreto asiente. Se mide la distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, esto se considera como el asentamiento del concreto (NTP:339.035, 2015).

Equipos y Herramientas de Uso

Molde. El molde debe cumplir con la altura, forma y dimensiones internas establecidas en la norma NTP:339.035 (2015). Este debe ser suficientemente rígido para que se mantengan las medidas especificadas y tolerancias durante su uso.

Tabla 7

Dimensiones del molde

mm	pulg	mm	pulg
2	1/16	80	3 1/8
3	1/8	100	4
15	½	200	8
25	1	300	12
75	3		

Nota: La tabla muestra las dimensiones del molde para la prueba de asentamiento. Pérez (2021)

Barra Compactadora. La barra debe ser de acero liso y cilíndrica, debe medir 600 mm de largo y de aproximadamente 16 mm de diámetro, según la NTP:339.035 (2015).

Dispositivo de Medida. Se usará cinta métrica metálica o regla, deben ser ambos rígidos o semi rígidos, según la NTP:339.035 (2015).

Cucharón. Este debe ser de un tamaño y una forma apropiada, con el cual se debe obtener la cantidad suficiente y se pueda colocar en el molde sin derramar la muestra, según

la NTP:339.035 (2015).

Procedimiento según la NTP:339.035 (2015)

Humedecer el molde y colocar en una superficie rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se pisan las aletas para fijar el molde durante su llenado.

Llenar el molde con el concreto en 3 capas.

Cada una de estas capas se compacta con 25 golpes en la barra compactadora.

El molde se levanta en forma vertical con un movimiento ascendente.

De forma inmediata se mide el asentamiento, la superficie del cono truncado y la superficie del concreto descendido.

Resistencia a la compresión. Kosmatka et al. (2004) afirma que es la máxima resistencia a una fuerza axial que soporta un espécimen de concreto cuando tiene una edad de 28 días.

La resistencia a la compresión es aquella que se obtiene del promedio de tres ensayos consecutivo con el fin de obtener un valor de diseño a los 28 días. De acuerdo con el ACI la resistencia mínima es de 180 kg/cm² y que ningún testigo individual puede ser en 36 kg/cm² la resistencia de diseño (p.35).

Figura 6*Prueba de resistencia a la compresión*

Nota: La figura muestra el ensayo de laboratorio para determinar la resistencia a la compresión del concreto. Tomado de <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/ingenieria/19-ensayo-a-la-compresion-medida-del-desempeno-real-del-concreto>.

Para determinar la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas se desarrolla el ensayo según la NTP:339.034 (2015):

Equipo y herramientas de uso

Máquina de ensayo: tendrá una capacidad conveniente y debe ser capaz de proveer una velocidad de carga necesaria. Se calibrará la máquina de forma manual. Las cargas deben tener un margen de error que no excedan 1 % de la carga indicada. Las probetas se ensayaran en su condición de humedad (NTP:339.034, 2015).

Procedimiento según la NTP:339.034 (2015)

El ensayo de compresión se ejecutará luego que se retiren las probetas de donde estén almacenado en estado húmedo.

Se ensayarán de acuerdo con el tiempo de tolerancia establecida:

Tabla 8*Tiempos programados para la rotura*

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	$\pm 0.5h$ ó 2.1%
3 d	$\pm 2h$ ó 2.8%
7 d	$\pm 6h$ ó 3.6%
28 d	$\pm 20h$ ó 3.0%
90 d	$\pm 48h$ ó 2.2%

Nota: La tabla muestra días programados para el ensayo de resistencia a la compresión.

NTP: 339. 034 (2015)

Colocar el bloque el inferior, sobre el cabezal de la máquina que hace los ensayos y luego alinear los ejes de la probeta (NTP:339.034, 2015).

Verificar que el indicador de carga se encuentra en cero antes de ensayar (NTP:339.034, 2015).

Se aplicará la carga a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta será de 0.25 ± 0.05 MPa/s (NTP:339.034, 2015).

Cuando decrece la carga final y la velocidad debido a la fractura de la probeta, no se harán más ajustes (NTP:339.034, 2015).

Cálculos según la NTP:339.034 (2015)

La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada entre el área promedio de la sección y el resultado se expresa con una aproximación a 0.1 MPa (NTP:339.034, 2015).

Si el diámetro de la probeta es menor a 1.75, corregir el resultado por el factor de corrección (NTP:339.034, 2015).

La interpolación se usa para determinar los factores de corrección para los valores L/D de acuerdo con la Tabla 9.

Tabla 9*Factor de corrección L/D*

L/D	1.75	1.5	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Nota: La tabla muestra el factor de corrección para determinar el diámetro de la probeta.

NTP: 339. 034 (2015)

Definición de Términos

Dosificación, establece las proporciones apropiadas de los materiales que componen un concreto, a fin de obtener la manejabilidad, resistencia y durabilidad requeridas, o bien para obtener un acabado o adherencia correctos.

Probeta, es una muestra de dimensiones previamente definidas, elaborada a partir de cualquier sustancia o material para probar sus características mecánicas tales como elasticidad, resistencia, entre otros.

Cono de Abraham, Equipo que se utiliza para calcular el grado de asentamiento del concreto.

Fraguado, proceso de una mezcla de concreto o mortero y agua como elementos constituyentes de un hormigón, que da lugar a un proceso exotérmico de endurecimiento progresivo de la pasta, para alcanzar progresivamente la resistencia de diseño.

Concreto – PET, concreto con porcentajes variables de hojuelas de PET (reciclado).

Curado de concreto, proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales (especialmente temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del concreto o mortero.

Agregado reciclado, Los agregados reciclados son procedentes de tratamiento de materiales (escombros) de desecho obtenidos de demolición de construcciones.

Plástico, Término para designar materiales compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear de manera permanente a partir de una cierta compresión

y temperatura.

Medio Ambiente, es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos, de las personas o de la sociedad en su conjunto, comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones futuras, es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende a los seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos.

Residuos Sólidos, constituyen aquellos materiales desechados tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico. Se componen principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación.

2.3. Hipótesis

Hipótesis Nula ($H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5$): Ningún tratamiento de la sustitución de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas influye en el comportamiento mecánico de la resistencia a compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm², para su uso en infraestructura menor de riego.

Hipótesis Alternativa ($H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq T_5$): Al menos un tratamiento de la sustitución de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas influye significativamente en el comportamiento mecánico de la resistencia a compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm², para su uso en infraestructura menor de riego.

2.4. Variables

Variable Independiente

Polietileno tereftalato (PET) reciclado.

Variable dependiente

Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

Según su Propósito

“Es aplicada, debido que aplica conocimientos existentes en las ciencias fácticas, formula problemas e hipótesis de trabajo para resolver los problemas fácticos en la vida productiva de la sociedad” (Ñaupas et al. 2014).

Según el Nivel de Conocimiento

“Es descriptiva, debido a que comprende la colección de datos para probar hipótesis o responder a preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del estudio” (Ñaupas et al. 2014).

Según la Secuencia Temporal

"Los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un sólo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado... pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores" (Hernández et al. 2014).

Según el Enfoque

“La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables y estudia las propiedades y fenómenos cuantitativos” (Rojas, 2019).

De Acuerdo a la Cronología de los Hechos

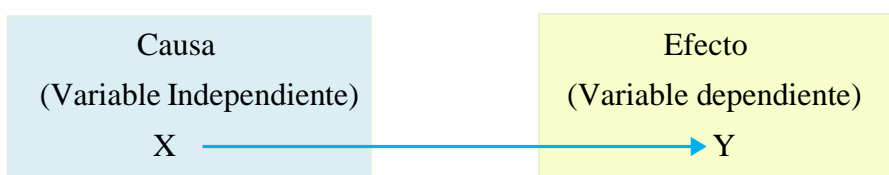
“La mayoría de los autores consideran prospectivos aquellos estudios cuyo inicio es anterior a los hechos estudiados y los datos se recogen a medida que van sucediendo. El estudio empieza antes que los hechos estudiados (exposición al factor y efecto), por lo que se observan a medida que suceden” (Rojas, 2019).

3.2. Diseño de Investigación Experimental

"Un estudio de investigación experimental es el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control para el investigador" (Hernández, 2014).

Figura 7

Esquema de experimento y variable



Nota: La figura muestra el esquema del experimento y variables. Tomado de (Hernández et al., 2014)

Modelo Matemático del Diseño Lineal

El modelo aditivo lineal para un diseño completamente al azar (DCA) es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, k \quad j = 1, \dots, n_i$$

Donde:

Y_{ij} es el valor o rendimiento observado en el i -ésimo tratamiento, j -ésima repetición.

μ es el efecto de la media general.

α_i es el efecto del i -ésimo tratamiento, definido como la diferencia entre la media del i -ésimo tratamiento y la media global; esto es, $\alpha_i = \mu_i - \mu$.

ε_{ij} es el efecto del error experimental en el i -ésimo tratamiento, j -ésima repetición, la cual cumple los supuestos: (i) Normalidad con media cero (ii)

Independencia (iii)

Homogeneidad de varianza.

k es el número de tratamientos.

n_i es el número de repeticiones para el i -ésimo tratamiento.

3.3. Población y Muestra

Población

En el presente trabajo de investigación la población estará conformada:

Por 72 especímenes de concreto, de los cuales 12 especímenes pertenecen al concreto Testigo, y los 60 especímenes corresponden a los tratamientos con adición de tereftalato de polietileno reciclada para 1 m³ de concreto: $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, con tiempos de curado fresco para 7, 14, 21 y 28 días. Las probetas cilíndricas son de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura los cuales se ensayarán en laboratorio según la normativa para curado NTP 339.033, NTP 339.183, NTP 339.037 y NTP 339.216.









































































Para el ensayo de asentamiento estará conformada por 72 especímenes de los cuales 12 pertenece al concreto testigo y los 60 especímenes pertenecen a los cinco tratamientos con adición de tereftalato de polietileno reciclada para 1m³ en peso: $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$

Muestra

En la presente investigación es de tipo experimental pura por consiguiente la muestra es igual a la población.

Tabla 10

Resumen de las probetas de concreto con porcentajes de fibras de tereftalato de polietileno PET

Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm ²)													
Tratamientos	F'C=210 Kg/cm ²												
Con 3 repeticiones cada uno													
	7 días			14 días			21 días			28 días			
(kg)	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	
Patrón													12
2 kg													12
4 kg													12
6 kg													12
7 kg													12
8 kg													12
	Total												72

Detalle de unidad muestral

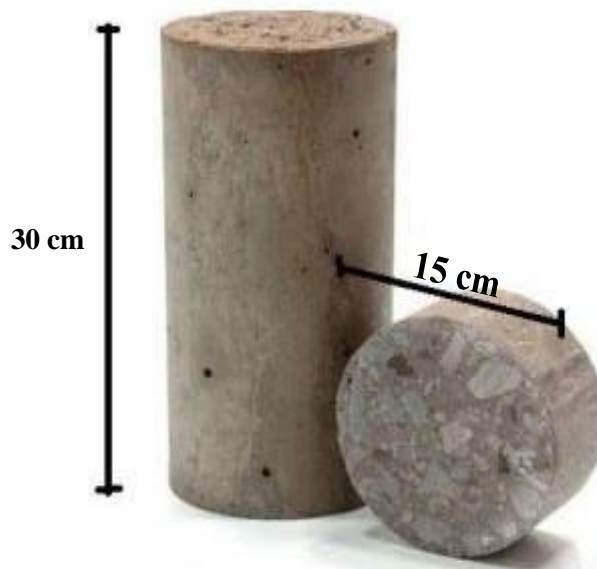










































































Tabla 11

Resumen de las probetas de asentamiento de concreto con fibras PET

Asentamiento del concreto (Kg/cm ²)												
Tratamientos del Experimento	F'C=210 Kg/cm ²											
	7 días			14 días			21 días			28 días		
(kg)	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
Patrón												
2 kg												
4 kg												
6 kg												
7 kg												
8 kg												
	Total						72.00					

Detalle de unidad muestral



Asentamiento (cm)

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica de la recolección de datos es observacional, debido a que el investigador observa cuidadosamente el evento u objeto – problema para ratificar su hipótesis (Ñaupas et al., 2014).

Los instrumentos para la recolección de datos se analizaron en la presente investigación para cada objetivo específico como se detalla a continuación:

Objetivo específico 1, “Realizar el diseño de mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Testigo) del agregado de la cantera Pariahuanca – Carhuaz empleando el método ACI 211 para cuantificar y determinar la dosificación del agregado grueso, agregado fino, cemento tipo I (Sol) y agua”: Se realizaron mediante el uso de equipos e instrumentos: equipos de laboratorio y con la (ACI 211); herramientas: pico, lampa tipo cuadrada, costales debidamente etiquetado y software Microsoft Excel 2019 (para el procesamiento de datos); y la cantidad de agregado que se utilizó aproximadamente es de 50kg de muestra para los ensayos con un tamaño máximo de $3/4$ ”, con los cual se obtuvo la granulometría, módulo de finura de la arena, densidad, humedad de los agregados y la relación agua, cemento y agregado.

Objetivo específico 2, “Preparar el diseño para los tratamientos del experimento con la sustitución en el agregado de $T_0 = 0\text{kg}$ (Testigo), $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, de tereftalato de polietileno reciclada del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 3 repeticiones”: Se realizó mediante el uso de equipos e instrumentos: equipos de laboratorio empleando la norma (ACI 211); herramientas: software Microsoft Excel 2019 (para el procesamiento de datos); se cuantificaron con el diseño de mezcla, la cantidad de agua, cemento, arena gruesa, piedra chancada y PET.

Objetivo específico 3, “Determinar el asentamiento del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para el testigo y los cinco tratamientos”: Se realizó mediante el uso de equipos: Cono de Abrams y la varilla de compactación de $3/4$ ”, instrumentos: equipos de laboratorio de acuerdo a la norma (NTP:339.035, 2015); herramientas: software Microsoft Excel 2019 (para el procesamiento de datos), wincha; y los datos recolectados serán el asentamiento que experimenta el concreto fresco.

Objetivo específico 4, “Determinar la resistencia a la compresión del concreto testigo y de los cinco tratamientos del experimento”: Se realizó mediante el uso de equipos e instrumentos: equipos de laboratorio de acuerdo a la norma (NTP:339.034, 2015); herramientas: software Microsoft Excel 2019 (para el procesamiento de datos); y los datos recolectados de la resistencia a la compresión de concreto patrón y de los tratamientos.

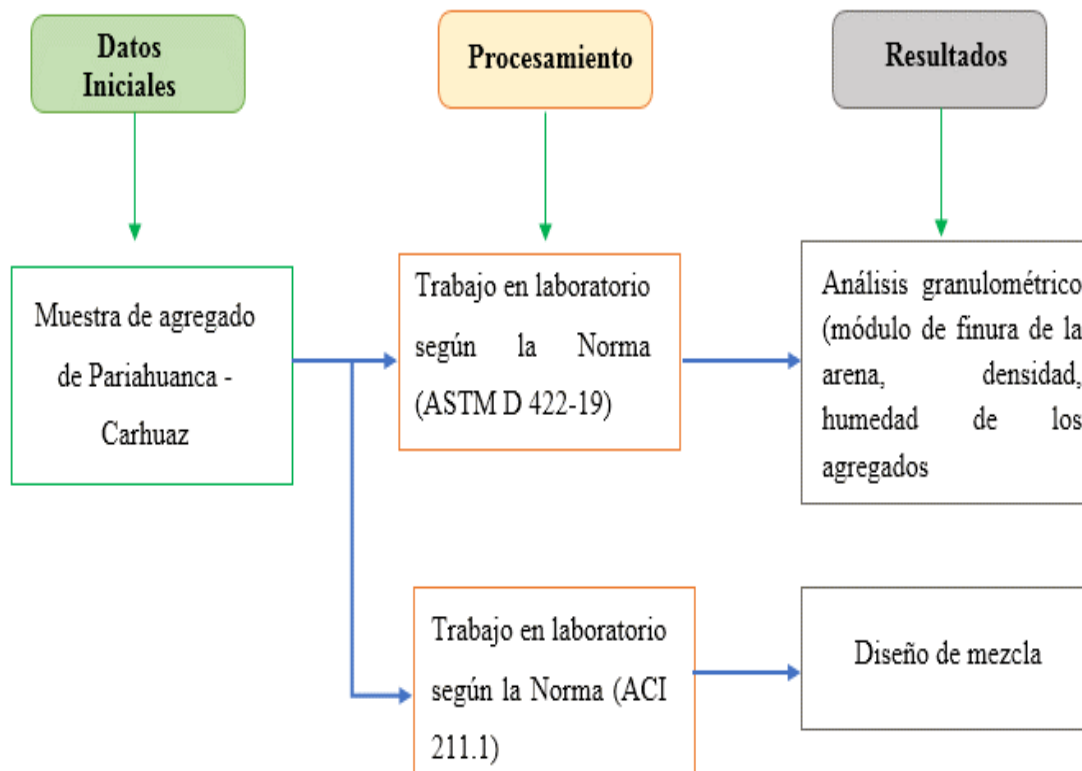
Objetivo específico 5, “Se Contrasto la hipótesis de la investigación experimental mediante los estadístico del ANOVA y se determinó el tratamiento óptimo mediante la prueba de DUNCÁN para la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”: Se realizó mediante el uso de equipos: Laptop; herramientas: software Microsoft Excel 2019, software IBM SPSS Statistics 26, software Minitab 18; y se generaron los datos del análisis de varianza y se determinó cuál de los tratamientos es el más óptimo en la resistencia del concreto.

3.5. Plan de Procesamiento y Análisis Estadístico de Datos

Respecto al objetivo específico 1, “Realizar el diseño de mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Testigo) del agregado de la cantera Pariahuanca – Carhuaz empleando el método ACI 211 para cuantificar y determinar la dosificación del agregado grueso, agregado fino, cemento y agua”:

Figura 8

Flujograma para el diseño de mezcla de un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Patrón) de los agregados

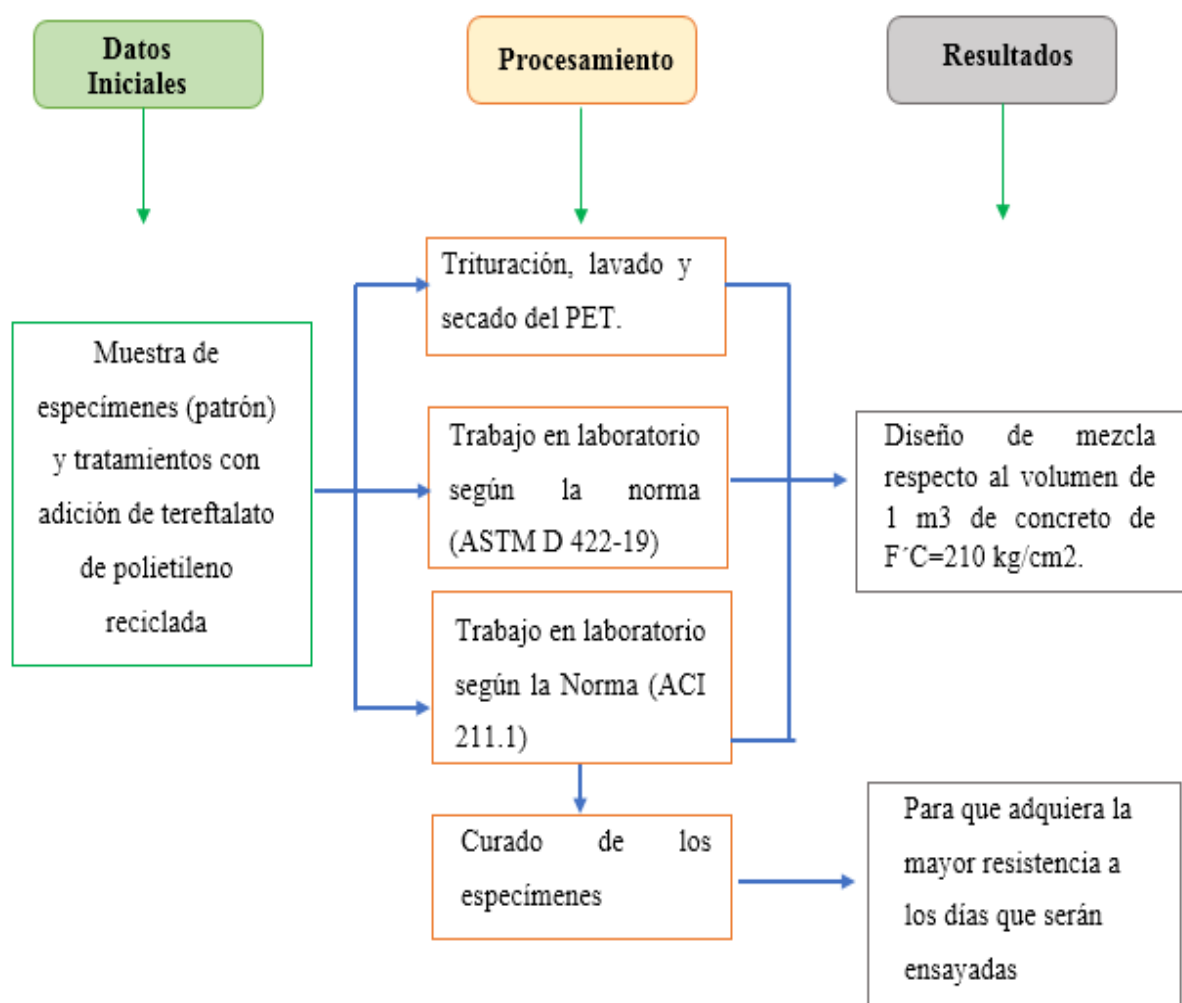


La toma de muestras se realizó en la cantera Pariahuanca - Carhuaz: donde nos trasladamos al campo con implementos de seguridad personal (EPP), se extrajo una muestra representativa de aproximadamente 50 kg. Tanto como agregado grueso y agregado fino, dicha muestra se trasladó en un saco yute al laboratorio geotécnico ensayo de materiales 3R GEOINGENIERIA S.A.C, para realizar el diseño de mezclas.

Respecto al objetivo específico 2, “Preparar el diseño para los tratamientos del experimento con la sustitución en el agregado de $T_0 = 0\text{kg}$ (Testigo), $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, de tereftalato de polietileno reciclada del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 3 repeticiones”:

Figura 9

Flujograma para el diseño para los tratamientos del experimento



El tereftalato de polietileno (PET) que se usó para la incorporación al diseño del concreto con tratamiento con respecto al peso para 1m³ de concreto F[']C=210 kg/cm², fue material de reciclaje. Se hizo según el siguiente procedimiento:

En primer lugar, se realizó la recolección de las fibras PET.

En segundo lugar, realizó el corte en Ojuelos de PET de 1/2" – 3/4" para hacer adicionado a 1m³ de concreto.

En tercer lugar, obteniendo el PET reciclado sumergiendo todas las botellas ya recortadas se procederá al lavado de las hojuelas de PET para desprender la suciedad y etiquetas adheridas a ellas, el lavado se realizará en bidones lleno de agua, se lavó varias

veces hasta que quede completamente esterilizado.

Finalmente, después del lavado se procedió a secar con secadores centrifugados o secadores de aire todas las hojuelas de PET respectivamente.

Para prepara el diseño del PET se tomarán los datos del concreto patrón, tales como las cantidades de cemento y agua. Se incorporará la cantidad de hojuelas de PET en (kg) reciclado para un volumen de 1 m³ de concreto, sustituyendo al agregado grueso para 1 m³ de concreto, $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, por las hojuelas de PET, bajo el método del (ACI- 211.1.) teniendo así las proporciones de (agregados, PET, cemento y el agua).

Para la preparación de muestras se realizó:

Registramos la identificación de la muestra de concreto con respecto a la fecha y hora de preparación de los especímenes.

Moldeamos los especímenes rápidamente sobre una superficie nivelada y rígida.

Se seleccionó la barra compactadora apropiada según lo establecido en la norma 3/4".

Colocamos el concreto en los moldes en tres capas de aproximadamente igual volumen y por cada capa la barra, donde debe penetrar toda la capa a través de su altura, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente aproximadamente 25 mm.

Golpeamos ligeramente las paredes del molde unas 10 a 15 veces con el martillo, con el fin de eliminar los vacíos y burbujas de aire.

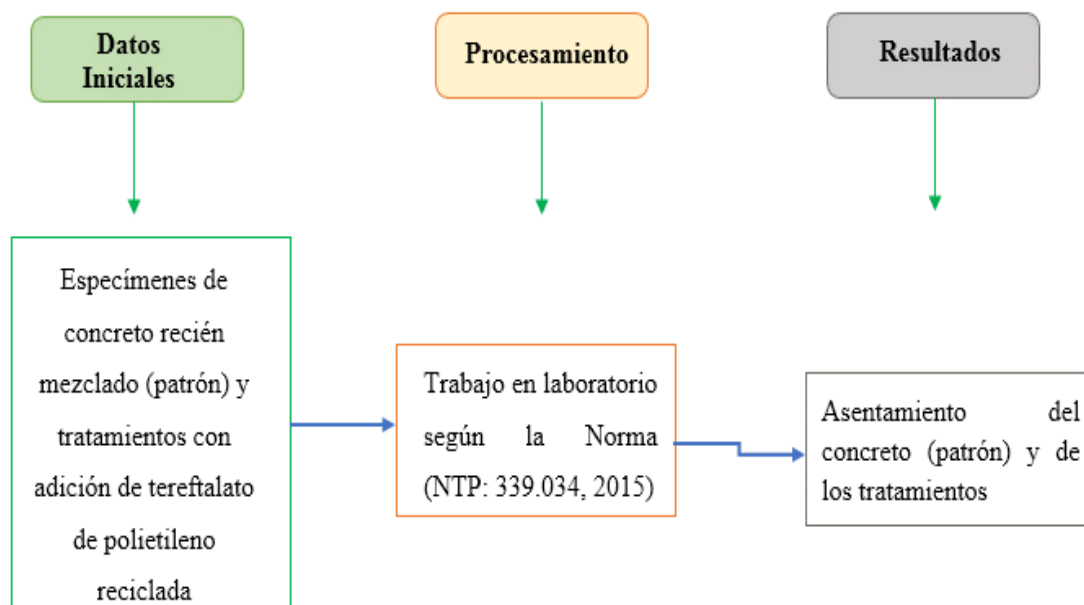
Se realizó el acabado final de la superficie expuesta del espécimen utilizando la barra compactadora para enrasar.

Para el curado inicial del concreto se sumergió inmediatamente los especímenes en agua saturada con hidróxido de calcio.

Respecto al objetivo específico 3, “Determinar el asentamiento del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para el testigo y los cinco tratamientos”.

Figura 10

Flujograma para determinar asentamiento del concreto

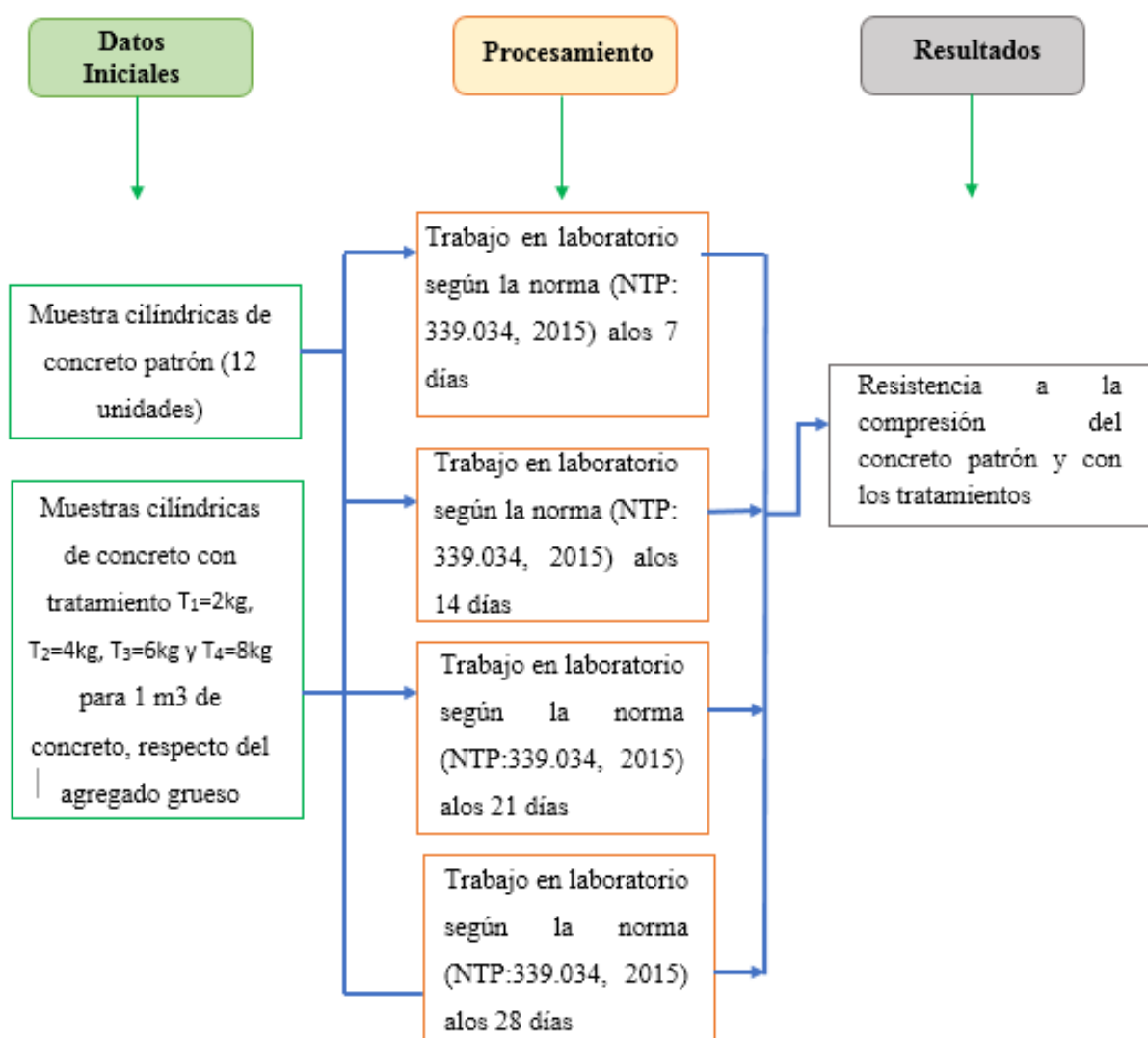


Con la finalidad de determinar la consistencia de la mezcla preparada, teniendo la muestra de la mezcla en estado fresco de concreto patrón y de los tratamientos se realizó el ensayo de Slump o medición de asentamiento con el cono de Abrans con las indicaciones de la norma (NTP:339.035, 2015). Donde en el cono de Abrans se compactó con una varilla de acero, luego se retiró el molde logrando que la masa del concreto se asiente. Luego se procede a la medición de la distancia entre la varilla de acero y el centro de la mezcla de concreto, medida desde el punto central de la superficie superior de la muestra de concreto, medida que definió el asentamiento y consistencia del concreto. El ensayo se efectuó por cada dosificación es decir para el concreto patrón y con los tratamientos $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, para 1m^3 de concreto sustituyendo al agregado grueso.

Respecto al objetivo específico 4, “Determinar la resistencia a la compresión del concreto testigo y de los cinco tratamientos del experimento”:

Figura 11

Flujograma para determinar la resistencia a compresión del concreto patrón y con tratamiento



Con las muestras del concreto patrón y con los tratamientos $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, para 1 m³ de concreto respecto del agregado grueso, en nuestro caso los ensayos de concreto en estado endurecido serán realizo a los 7, 14, 21, 28

días de curado.

Posteriormente se retiró los especímenes a ser ensayados del pozo de curado y los ponemos a secar a temperatura ambiente para posteriormente se realizó el ensayo.

Se colocó las almohadillas de neopreno a la probeta.

Se colocó la probeta de ensayo en la máquina de compresión de forma centrada hasta completar la rotura. La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de 0.25 ± 0.05 MPa/s.

$$f''c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f''c$: Resistencia a la Compresión del Concreto (Kg/cm²)

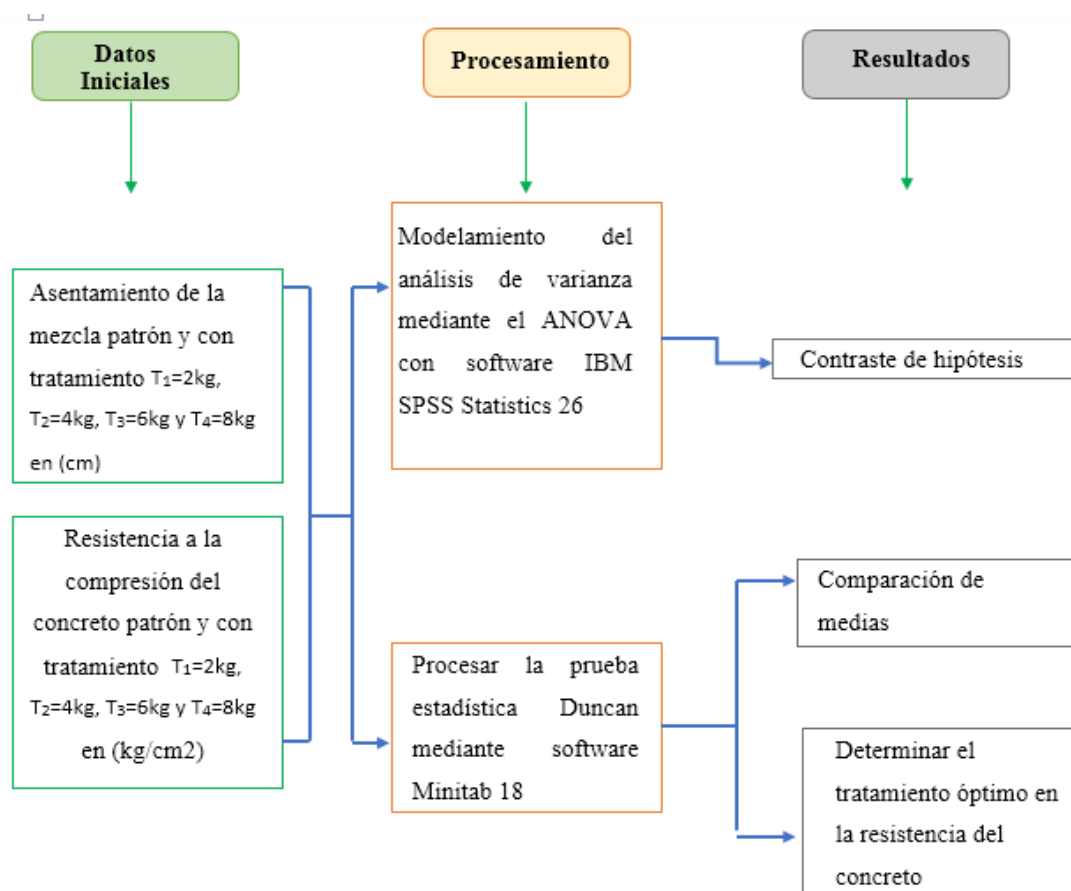
P: Máxima Carga Aplicada (Kg)

A: Área de la Sección (cm²)

Respecto al objetivo específico 5, “Contrastar la hipótesis de la investigación experimental mediante los estadísticos del ANOVA y determinar el tratamiento óptimo mediante la prueba de DUNCÁN para la resistencia a la compresión del concreto F'C=210 kg/cm²”:

Figura 12

Flujograma para contrastar la hipótesis



Análisis Estadístico para la Resistencia a Compresión

Obtuvimos los datos de la resistencia a la compresión del concreto patrón y de los tratamientos $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, y ya tenemos definido nuestra hipótesis. Se realiza los siguientes pasos:

Paso 1: Formulación de la hipótesis estadística

Hipótesis Nula ($H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5$): Ningún tratamiento de la adición de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas influye en el comportamiento mecánico de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, para su uso en infraestructura menor de riego

Hipótesis Alternativa ($H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq T_5$): Al menos un tratamiento de la

adición de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas influye significativamente en el comportamiento mecánico de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², para su uso en infraestructura menor de riego

Paso 2: Niveles de significancia

Establecemos el nivel de significancia $\alpha \leq 0.05$, es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis H_a .

Paso 3: Elección de la Prueba estadística

Como el presente trabajo tiene un diseño de bloques completamente al Azar (DCA), que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, dado que sólo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

Suponga que se tiene “a” o “k” o “t” tratamiento o niveles diferentes de un solo factor que quieren compararse. La respuesta observada de cada uno de los tratamientos es una variable aleatoria. Donde y_{ij} representará la j-ésima toma bajo el nivel de factor o tratamiento i. habrá, en general, n observaciones bajo el tratamiento i-ésimo (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2008, págs. 64, 65).

Tabla 12

Diseño de bloques al azar para la resistencia a la compresión del concreto

Tratamientos	Bloque				
	T ₁	T ₂	T ₃	...	T _K
	Y ₁₁	Y ₂₁	Y ₃₁	...	Y _{k1}
	Y ₁₂	Y ₂₂	Y ₃₂	...	Y _{k2}
	Y ₁₃	Y ₂₃	Y ₃₃	...	Y _{k3}

	Y _{1n1}	Y _{2n1}	Y _{3n1}	...	Y _{kn1}

La diferencia que deben tener las medias entre sí para concluir que hay un efecto (que los tratamientos son diferentes), nos lo dice el análisis de varianza (ANOVA). El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales.

La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. En el caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y debida al error. Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto, o, dicho de otra manera, las medias son diferentes.

Tabla 13

Tabla ANOVA para la resistencia a la compresión del concreto

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor - p
Tratamientos	$SC_{TRACT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y^2}{N}$	$K - 1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K - 1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F_c > F_t)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$K(N - 1)$	$CM_E = \frac{SC_E}{N - K}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{N}$				

Donde:

GL= Grados de libertad

SC= Suma cuadrado

CM= cuadrados medios

Grado de libertad (GL)

GL= K-1

Dónde: K= Numero de tratamientos

Suma cuadrados (SC) del tratamiento

$$SC = \sum (Y_{ij}^2 - (Y^2)/n)$$

Dónde: Y= cada tratamiento, n = total de datos

Cuadrado medios (CM), del tratamiento

$$CM_{\text{TRAT}} = \frac{SC_{\text{TRAT}}}{K - 1}$$

Dónde: K= Numero de tratamientos

Cuadrado medios (CM), del error

$$CM_{\text{ERROR}} = \frac{SC_{\text{ERROR}}}{K - N}$$

Dónde: N = número de repeticiones del tratamiento

El cual debe de cumplir:

$F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}}$, $P < 5\%$, entonces se acepta la hipótesis alterna (H_a)

ANOVA - DUCAN

Paso 4: Estimación del P_valor

Para rechazar o no la hipótesis nula (H_0), se tomará en cuenta el P_valor, en este caso, la probabilidad de asociada al estadístico F, se la siguiente manera:

Si $P_{\text{valor}} < \alpha$, se rechazará la hipótesis nula (H_0). Lo que se espera de la investigación.

Si $P_{\text{valor}} = \alpha$, existirá indecisión sobre la hipótesis nula (H_0).

Si $P_{\text{valor}} > \alpha$, no se rechazará la hipótesis nula (H_0).

Paso 5: Calcular la diferencia de las medias y realizar las comparaciones con valor crítico

Se ingresa datos al software IBM SPSS Statistics 26, y obtendremos el cuadro de análisis de varianza de la resistencia a compresión

Regla de Decisión:

Si $P_{\text{valor}} < \alpha$, se rechazará la hipótesis nula (H_0).

Si $P_valor = \alpha$, existirá indecisión sobre la hipótesis nula (H_0).

Si $P_valor > \alpha$, no se rechazará la hipótesis nula (H_0).

Comparación de medias:

La comparación de medias se realiza con la prueba DUCAN para determinar la diferencia entre pares de medias después de que se haya rechazado la hipótesis nula en el ANOVA.

La estadística de prueba es denotada por:

$$q_p = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{\sqrt{\frac{CM_{Error}}{n}}}$$

Donde q es el número de medias inclusive entre las dos medias a comparar para diseños balanceados. Para aplicar esta prueba al nivel α se debe pasar por las siguientes etapas:

Determinar el error estándar (desviación estándar) de cada promedio, , el cual es dado por la expresión:

$$S_{yi} = \sqrt{\frac{CM_{Error}}{n}}$$

Donde el CM_{Error} es obtenido de la tabla ANOVA

Con los grados de libertad del error y el nivel de significancia α determinar los valores de rp (intervalos o amplitudes estandarizadas significativos) utilizando las tablas de amplitudes estandarizadas de Duncan dadas por Harter (1960) y que se encuentran en el libro de Miller (1992). Para encontrar estos valores, se requieren los grados de libertad del error y el valor de $p = 2,3,\dots, t$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados.

Respecto al objetivo específico 1 “Realizar el diseño de mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Testigo) del agregado de la cantera Pariahuanca – Carhuaz empleando el método ACI 211 para cuantificar y determinar la dosificación del agregado grueso, agregado fino, cemento y agua”.

Contenido de Humedad – ASTM D-2216

Ecuación 1. *Contenido de Humedad del Agregado*

$$w\% = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100\%$$

Tabla 14

Contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena Gruesa)

Agregado Fino (Arena Gruesa)		
Frasco N°	M-1	M-2
[1] Pfr + P.S.S. (gr)	143.90	144.75
[2] Pfr + P.S.H. (gr)	134.50	135.20
[3] Pagua (gr) [1] – [2]	9.40	9.55
[4] Pfr (gr)	23.40	22.90
[5] P.S.S. (gr) [2] – [4]	111.10	112.30
[6] C. Humedad (%) [3] / [5]	8.46	8.50
Contenido de Humedad Promedio	8.48%	

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (A)

Tabla 15*Contenido de Humedad del Agregado Grueso (Piedra Chancada)*

Agregado Grueso (Piedra Chancada)			
Frasco N°		M-1	M-2
[1] Pfr + P.S.S. (gr)		133.52	134.50
[2] Pfr + P.S.H. (gr)		128.40	1129.40
[3] Pagua (gr)	[1] – [2]	5.02	5.10
[4] Pfr (gr)		22.80	23.50
[5] P.S.S. (gr)	[2] – [4]	105.60	105.90
[6] C. Humedad (%)	[3] / [5]	4.75	4.82
Contenido de Humedad Promedio		4.78%	

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (A)

Donde:

Pfr = Peso del frasco

P.S.H = Peso del suelo húmedo

P.S.S. = Peso del suelo seco

Pagua = Peso del agua

Análisis Granulométrico por Tamizado (Clasificación ASTM C-33)

Análisis Granulométrico del Agregado Fino (Arena Gruesa)

Peso inicial seco :	2,260.00 grs	% Que pasa malla N° 200:	4.80
Peso lavado seco:	2,151.44 grs	% Retenido malla 3” :	0.00

Tabla 16*Análisis Granulométrico del Agregado Fino (Arena Gruesa)*

Análisis granulométrico del agregado Fino (arena gruesa)					
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.380	412.40	18.25	18.25	81.75
N° 16	1.190	513.14	22.71	40.95	59.05
N° 30	0.590	524.20	23.19	64.15	35.85
N° 50	0.297	429.70	19.01	83.16	16.84
N° 100	0.149	197.80	8.75	91.91	8.09
N° 200	0.074	74.20	3.28	95.20	4.80
>N° 200	0.000	0.00	0.00	95.20	
TOTAL		2,151.44	95.20		

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (B)

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (Piedra Chancada)

	Tamaño Máximo :	3/4"
Peso inicial seco :	4,600.00 grs	% Que pasa malla N° 200: 0.52
Peso lavado seco:	4,576.30 grs	% Retenido malla 3" : 0.00

Tabla 17*Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (Piedra Chancada)*

Análisis granulométrico del agregado Grueso (Piedra Chancada)					
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	125.40	2.73	2.73	97.27
3/4"	19.050	1764.20	38.35	41.08	58.92
1/2"	12.700	1711.60	37.21	78.29	21.71
3/8"	9.525	864.20	18.79	97.07	2.93
N° 4	4.760	110.90	2.41	99.48	0.52
N° 8	2.380	0.00	0.00		
N° 16	1.190	0.00	0.00		
N° 30	0.590	0.00	0.00		
N° 50	0.297	0.00	0.00		
N° 100	0.149	0.00	0.00		
N° 200	0.074	0.00	0.00		
>N° 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		4,576.30	99.48		

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (C)

Peso Específico y porcentaje de Absorción

Peso Específico del Agregado fino (Arena Gruesa)

Ecuación 2. *Peso Específico del Agregado*

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso mat. y Sup seca en aire}}{\text{Peso Vol. Masa} + \text{Vol. Vacíos}}$$

Tabla 18

Peso Específico del Agregado Fino (Arena Gruesa)

Peso Específico del Agregado Fino (Arena Gruesa)			
Descripción		Und.	Ensayo
Tamaño Máximo de la Muestra			Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado			Fiola
Peso frasco + agua	= (A)	gr.	647.00
Peso mat. y Sup. seca en aire	= (B)	gr.	200.00
Mat. Sat. + agua + frasco: A+B	=(C)	gr.	847.00
Peso Global con Desplaz. de Vol.	=(D)	gr.	771.00
Peso Vol. Masa + Vol. Vacios: C-D	=(E)	cm ³	76.00
Peso Específico (Base Saturado)	=(B/E)	gr/cm ³	2.63

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (D)

Peso Específico del Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Tabla 19

Peso Específico del Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Peso Específico del Agregado Grueso (Piedra Chancada)			
Descripción		Und.	Ensayo
Tamaño Máximo de la Muestra			1/2" - 3/4"
Tipo de Frasco Utilizado			Probeta
Peso frasco + agua	= (A)	gr.	1,665.80
Peso mat. y Sup. seca en aire	= (B)	gr.	500.00
Mat. Sat. + agua + frasco: A+B	=(C)	gr.	2,165.80
Peso Global con Desplaz. de Vol.	=(D)	gr.	1,975.00

Peso Vol. Masa + Vol. Vacíos: C-D	=(E)	cm ³	190.80
Peso Específico (Base Saturado)	=(B/E)	gr/cm ³	2.62

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (D)

Porcentaje de Absorción del Agregado fino (Arena Gruesa)

Tabla 20

Porcentaje de Absorción del Material Agregado Fino (Arena Gruesa).

Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa)			
N° de Tarro			1
Peso del tarro + Mat. SSS en Aire	= (a)	gr.	111.70
Peso del tarro + Mat. Secado en Estufa	= (b)	gr.	109.20
Peso del agua (a-b)	=(c)	gr.	2,50
Peso del tarro	=(d)	gr.	23.10
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	=(e)	gr.	86.10
Porcentaje de absorción	=(c)x100/e	%	2.90

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (D)

Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Tabla 21

Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Chancada)			
N° de Tarro			2
Peso del tarro + Mat. SSS en Aire	= (a)	gr.	113.25
Peso del tarro + Mat. Secado en Estufa	= (b)	gr.	112.10
Peso del agua (a-b)	=(c)	gr.	1.15
Peso del tarro	=(d)	gr.	23.30
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	=(e)	gr.	88.80
Porcentaje de absorción	=(c)x100/e	%	1.30

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (D)

Peso Unitario

Peso Unitario del Agregado fino (Arena Gruesa)

Ecuación 3. *Peso Unitario Suelto Seco (PUSS)*

$$PUSS = \frac{\text{Peso}_{(muestra\ suelta)}}{\text{Volumen del molde}}$$

Ecuación 4. *Peso Unitario Compactado Seco (PUCS)*

$$PUSS = \frac{\text{Peso}_{(muestra\ compactada)}}{\text{Volumen del molde}}$$

Tabla 22

Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) - Agregado Fino (Arena Gruesa)

Agregado Fino (Arena Gruesa)				
Tipo de Peso Unitario	Und.	Peso Unitario Suelto		
Muestra	-	M1	M2	M3
Peso del material + molde	gr.	9185.00	9190.00	9180.00
Peso del molde	gr.	5850.00	5850.00	5850.00
Peso del material	gr.	3340.00	3340.00	3330.00
Volumen del molde	cm3	2080.00	2080.00	2080.00
Peso unitario	gr/cm3	1.603	1.606	1.601
Peso unitario promedio	gr/cm3	1.603		

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (D)

Tabla 23

Peso Unitario Compactado Seco (PUCS) - Agregado Fino (Arena Gruesa)

Agregado Fino (Arena Gruesa)				
Tipo de Peso Unitario	Und.	Peso Unitario Suelto		
Muestra	-	M1	M2	M3
Peso del material + molde	gr.	9730.00	9755.00	9740.00
Peso del molde	gr.	5850.00	5850.00	5850.00

Peso del material	gr.	3880.00	3905.00	3890.00
Volumen del molde	cm ³	2080.00	2080.00	2080.00
Peso unitario	gr/cm ³	1.865	1.877	1.870
Peso unitario promedio	gr/cm ³		1.871	

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (E)

Peso Unitario del Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Tabla 24

Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) - Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Agregado grueso (Piedra Chancada)				
Tipo de Peso Unitario	Und.	Peso Unitario Suelto		
Muestra	-	M1	M2	M3
Peso del material + molde	gr.	9210.00	9200.00	9215.00
Peso del molde	gr.	5850.00	5850.00	5850.00
Peso del material	gr.	3360.00	3350.00	3365.00
Volumen del molde	cm ³	2080.00	2080.00	2080.00
Peso unitario	gr/cm ³	1.615	1.611	1.618
Peso unitario promedio	gr/cm ³		1.615	

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (E)

Tabla 25

Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) - Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Agregado grueso (Piedra Chancada)				
Tipo de Peso Unitario	Und.	Peso Unitario Suelto		
Muestra	-	M1	M2	M3
Peso del material + molde	gr.	9775.00	9740.00	9760.00
Peso del molde	gr.	5850.00	5850.00	5850.00
Peso del material	gr.	3925.00	3890.00	3910.00
Volumen del molde	cm ³	2080.00	2080.00	2080.00
Peso unitario	gr/cm ³	1.887	1.870	1.880
Peso unitario promedio	gr/cm ³		1.879	

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, los cuales son certificados, ver Anexo (E)

Diseño de Mezcla

La resistencia del diseño propuesto es de 210 kg/cm² a los 28 días, que se consideran la resistencia mínima de las infraestructuras hidráulicas, el diseño de mezcla está certificado por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo (F)

Características de los Materiales

Tabla 26

Características de los materiales que se empleo

Materiales	Características	
Cemento	Tipo	Portland Tipo I
	Marca	SOL
	Peso Especifico	3.11 gr/cm ³
Agregado Fino (Arena Gruesa)	Módulo de fineza	2.98
	Peso Especifico	2.63 Tn/m ³
	Contenido de Humedad	8.48 %
	Absorción	2.90 %
	Peso Seco Suelto	1603 Kg/m ³
	Peso Seco Compactado	1871 Kg/m ³
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	Peso Especifico	2.62 Tn/m ³
	Contenido de Humedad	4.78 %
	Absorción	1.30 %
	Peso Seco Suelto	1615 Kg/m ³
	Peso Seco Compactado	1879 Kg/m ³
Agua	Agua potable de la red Publica	

Nota: La tabla muestra el resumen de la caracterización de los Agregados finos (Arena Fina), Agregado Gruesa (Piedra Chancada), Cemento y Agua; que serán utilizados en el diseño de mezcla.

Diseño de Mezcla del Concreto ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^3$)

Datos del Agregado Fino: (Arena Gruesa)

Módulo de fineza	=	2.98
Peso específico	=	2.63 Tn/ m ³
Contenido de Humedad	=	8.48 %
Absorción	=	2.90 %
Peso seco suelto	=	1603 Kg/m ³
Peso seco compactado	=	1871 Kg/m ³

Datos del Agregado Grueso: (Piedra Chancada)

Peso específico	=	2.62 Tn/ m ³
Contenido de Humedad	=	4.78 gr/cm ³
Absorción	=	1.30 %
Peso seco suelto	=	1615 Kg/m ³
Peso seco compactado	=	1879 Kg/m ³

Valores de Diseño

Resistencia a la compresión ($f'c$)	=	210 Kg/cm²
Revenimiento	=	2 a 4 pulg.
Tamaño máximo	=	3/4 pulg.
Agua de mezclado	=	198 kg/m ³
Factor de seguridad	=	85 Kg/cm ²
$f'cr = f'c + \text{Factor de seguridad}$	=	295 kg/cm ²
Aire Total (%)	=	2.00
Relación A/C	=	0.49
Contenido de cemento	=	404.1 Kg/cm³ = 9.5 bolsas
Volumen del Agregado Grueso	=	0.48 m ³
Contenido del Agregado Grueso	=	901.9 Kg.
Peso del Concreto	=	2345.00 Kg/m ³

Contenido de Agregado Fino = 841.00 Kg

Corrección por Humedad:

Agregado Grueso (Piedra Chancada) = 945.1 Kg

Agregado Fino (Arena Gruesa) = 912.3 Kg

Agua mezcla Neta:

Agua de Mezclado neta = 115.6 Kg

Cantidad de Material por M3 de Concreto y Proporciones

Dosificación en Peso Resultante:

Cemento	=	404.1 Kg = 9.5 bolsas
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	=	945.1 Kg
Agregado fino (Arena Gruesa)	=	912.3 Kg
Agua Mezclado	=	115.6 Kg = 116 lts

Dosificación en Volumen Resultante:

Cemento = 404.1 Kg = 9.5 bolsas

Agregado Grueso (Piedra Chancada) = 0.56 m³

Agregado fino (Arena Gruesa) = 0.52 m³

Agua Mezclado = 115.6 Kg = 116 lts

La proporción en Volumen será:

Cemento	=	1.0
Agregado Grueso (Piedra Chancada 1/2"-3/4")	=	2.1
Agregado fino (Arena Gruesa)	=	2.0

Respecto al objetivo específico 2 “Preparar el diseño para los tratamientos del experimento con la sustitución en el agregado de $T_0 = 0\text{kg}$, (Testigo), $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, de tereftalato de polietileno reciclada del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 3 repeticiones”.

Diseño para una Probeta.

Con el Diseño de Mezcla de concreto nos permitió calcular la cantidad de material

para una probeta de concreto sin el Tereftalato de Polietileno (PET).

Diseño para el concreto Patrón (Sin PET)

Tabla 27

Cantidad de Materiales del Diseño de Mezcla para 1 m³ de concreto

Dosificación del Diseño de Mezcla	
<i>Dosificación en Peso Resultante</i>	
Cemento	= 404.1 Kg = 9.5 bolsas
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	= 945.1 Kg
Agregado fino (Arena Gruesa)	= 912.3 Kg
Agua Mezclado	= 115.6 Kg = 116 lts
<i>Dosificación en Volumen Resultante</i>	
Cemento	= 404.1 Kg
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	= 0.56 m ³
Agregado fino (Arena Gruesa)	= 0.52 m ³
Agua Mezclado	= 115.6 Kg = 116 lts

Cálculo del Volumen de la Probeta

Tabla 28

Dimensiones de la Probetas

Medida de la Probeta	
Altura (H)	= 0.30 m
Diámetro (D)	= 0.15 m

Cálculo del Volumen de la Probeta

Ecuación 5 *Volumen de la Probeta*

$$V = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * H$$

$$V = \pi * \left(\frac{0.15}{2}\right)^2 * 0.30 = 0.005301 \text{ m}^3$$

Cálculo del Volumen de la Probeta + 5% de desperdicio

$$V = 0.005301 * 1.05 = 0.005567 \text{ m}^3$$

$$Vol_{Prob+5\% desp.} = 0.005567 \text{ m}^3$$

Cálculo de la Cantidad de Agregado Grueso (Piedra Chancada)

$$1\text{m}^3 \text{ (Concreto)} \longrightarrow 945.1 \text{ kg (Piedra Chancada)}$$

$$0.005567 \text{ m}^3 \text{ (}^\circ\text{C Probeta)} \longrightarrow X$$

$$X_{Piedra Chancada} = \frac{945.10 \text{ kg} * 0.005567\text{m}^3}{1\text{m}^3} = 5.26 \text{ kg.}$$

$$X_{Piedra Chancada} = 5.26 \text{ kg.}$$

Cálculo de la Cantidad de Agregado Fino (Arena Gruesa)

$$1\text{m}^3 \text{ (Concreto)} \longrightarrow 912.30 \text{ kg (Arena Gruesa)}$$

$$0.005567 \text{ m}^3 \text{ (}^\circ\text{C Probeta)} \longrightarrow Y$$

$$Y_{Arena Gruesa} = \frac{912.30 \text{ kg} * 0.005567\text{m}^3}{1\text{m}^3} = 5.078 \text{ kg.}$$

$$Y_{Arena Gruesa} = 5.08 \text{ kg.}$$

Cálculo de la Cantidad de Cemento

$$1\text{m}^3 \text{ (Concreto)} \longrightarrow 404.10 \text{ kg (Cemento)}$$

$$0.005567 \text{ m}^3 \text{ (}^\circ\text{C Probeta)} \longrightarrow Z$$

$$Z_{Cemento} = \frac{404.10 \text{ kg} * 0.005567\text{m}^3}{1\text{m}^3} = 2.25 \text{ kg.}$$

$$Z_{Cemento} = 2.25 \text{ kg.}$$

Cálculo de la Cantidad de Agua

$$1\text{m}^3 \text{ (Concreto)} \longrightarrow 115.6 \text{ kg (Agua)}$$

$$0.005567 \text{ m}^3 \text{ (}^\circ\text{C Probeta)} \longrightarrow A$$

$$A_{\text{Agua}} = \frac{115.60 \text{ kg} * 0.005567 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.64 \text{ kg}.$$

$$A_{\text{Agua}} = 0.64 \text{ kg} = 0.64 \text{ lts}$$

Tabla 29

Cantidad de Material para el concreto Patrón (Sin PET)

Material	Und	Cantidad
Cemento	Kg	2.24
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	Kg	5.26
Agregado fino (Arena Gruesa)	Kg	5.08
Agua	Kg	0.64

Nota: La tabla muestra el diseño de la cantidad de material para una probeta del concreto Patrón (Sin la Sustitución del PET)

Diseño para el Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$ Sustituyendo al Agregado Grueso

Cálculo de la Cantidad del Tereftelato de Polietileno (PET)

$$1 \text{ m}^3 \text{ (Concreto)} \longrightarrow 2.00 \text{ kg (PET)}$$

$$0.005567 \text{ m}^3 \text{ (}^\circ\text{C Probeta)} \longrightarrow X$$

$$X_{\text{PET}} = \frac{2.00 \text{ kg} * 0.005567 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.011134 \text{ kg}.$$

$$X_{\text{PET}} = 0.011134 \text{ kg} = 11.13 \text{ gr}.$$

Cálculo de la Cantidad de Agregado Grueso (Piedra Chancada)

$$1 \text{ m}^3 \text{ (Concreto)} \longrightarrow 943.1 \text{ kg (Piedra Chancada)}$$

$$0.005567 \text{ m}^3 \text{ (}^\circ\text{C Probeta)} \longrightarrow X$$

$$X_{\text{Piedra Chancada}} = \frac{943.10 \text{ kg} * 0.005567 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 5.25 \text{ kg}.$$

$$X_{\text{Piedra Chancada}} = 5.25 \text{ kg}.$$

Tabla 30

Cantidad de Material para el Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$

Material	Und	Cantidad
Tereftelato de Polietileno (PET)	Gr	11.13
Cemento	Kg	2.24
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	Kg	5.25
Agregado fino (Arena Gruesa)	Kg	5.08
Agua	Kg	0.64

Nota: La tabla muestra el diseño de la cantidad de material para una probeta del concreto del Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$ Sustituyendo al Agregado Grueso.

Diseño para el Tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$ Sustituyendo al Agregado Grueso

Cálculo de la Cantidad del Tereftelato de Polietileno (PET)

1m³ (Concreto) \longrightarrow 4.00 kg (PET)

0.005567 m³ (°C Probeta) \longrightarrow X

$$X_{PET} = \frac{4.0 \text{ kg} * 0.005567\text{m}^3}{1\text{m}^3} = 0.02227 \text{ kg.}$$

$$X_{PET} = 0.022268 \text{ kg.} = 22.27 \text{ gr.}$$

Cálculo de la Cantidad de Agregado Grueso (Piedra Chancada)

1m³ (Concreto) \longrightarrow 941.1 kg (Piedra Chancada)

0.005567 m³ (°C Probeta) \longrightarrow X

$$X_{Piedra \text{ Chancada}} = \frac{941.10 \text{ kg} * 0.005567\text{m}^3}{1\text{m}^3} = 5.24 \text{ kg.}$$

$$X_{Piedra \text{ Chancada}} = 5.24 \text{ kg.}$$

Tabla 31

Cantidad de Material para el Tratamiento T₂ = 4kg PET Reciclado

Material	Und	Cantidad
Tereftelato de Polietileno (PET)	Gr	22.27
Cemento	Kg	2.24
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	Kg	5.24
Agregado fino (Arena Gruesa)	Kg	5.08
Agua	Kg	0.64

Nota: La tabla muestra el diseño de la cantidad de material para una probeta del concreto del Tratamiento T₂ = 4kg PET Reciclado Sustituyendo al Agregado Grueso.

Diseño para el Tratamiento T₃ = 6kg PET Reciclado Sustituyendo al Agregado Grueso

Cálculo de la Cantidad del Tereftelato de Polietileno (PET)

1m³ (Concreto) \longrightarrow 6.00 kg (PET)

0.005567 m³ (°C Probeta) \longrightarrow X

$$X_{PET} = \frac{6.0 \text{ kg} * 0.005567 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.03340 \text{ kg.}$$

$$X_{PET} = 0.03340 \text{ kg.} = 33.40 \text{ gr.}$$

Cálculo de la Cantidad de Agregado Grueso (Piedra Chancada)

1m³ (Concreto) \longrightarrow 939.1 kg (Piedra Chancada)

0.005567 m³ (°C Probeta) \longrightarrow X

$$X_{Piedra \text{ Chancada}} = \frac{939.10 \text{ kg} * 0.005567 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 5.23 \text{ kg.}$$

$$X_{Piedra \text{ Chancada}} = 5.23 \text{ kg.}$$

Tabla 32

Cantidad de Material para el Tratamiento T₃ = 6kg PET Reciclado

Material	Und	Cantidad
Tereftelato de Polietileno (PET)	Gr	33.40
Cemento	Kg	2.24
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	Kg	5.23
Agregado fino (Arena Gruesa)	Kg	5.08
Agua	Kg	0.64

Nota: La tabla muestra el diseño de la cantidad de material para una probeta del concreto del Tratamiento T₃ = 6kg PET Reciclado Sustituyendo al Agregado Grueso.

Diseño para el Tratamiento T₄ = 7kg PET Reciclado Sustituyendo al Agregado Grueso

Cálculo de la Cantidad del Tereftelato de Polietileno (PET)

1m³ (Concreto) \longrightarrow 7.00 kg (PET)

0.005567 m³ (°C Probeta) \longrightarrow X

$$X_{PET} = \frac{7.0 \text{ kg} * 0.005567 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.03897 \text{ kg.}$$

$$X_{PET} = 0.03897 \text{ kg.} = 38.97 \text{ gr.}$$

Cálculo de la Cantidad de Agregado Grueso (Piedra Chancada)

1m³ (Concreto) \longrightarrow 938.1 kg (Piedra Chancada)

0.005567 m³ (°C Probeta) \longrightarrow X

$$X_{Piedra \text{ Chancada}} = \frac{938.10 \text{ kg} * 0.005567 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 5.22 \text{ kg.}$$

$$X_{Piedra \text{ Chancada}} = 5.22 \text{ kg.}$$

Tabla 33

Cantidad de Material para el Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$

Material	Und	Cantidad
Tereftelato de Polietileno (PET)	Gr	38.97
Cemento	Kg	2.24
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	Kg	5.22
Agregado fino (Arena Gruesa)	Kg	5.08
Agua	Kg	0.64

Nota: La tabla muestra el diseño de la cantidad de material para una probeta del concreto del Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$ Sustituyendo al Agregado Grueso.

Diseño para el Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$ Sustituyendo al Agregado Grueso

Cálculo de la Cantidad del Tereftelato de Polietileno (PET)

1m³ (Concreto) \longrightarrow 8.00 kg (PET)

0.005567 m³ (°C Probeta) \longrightarrow X

$$X_{PET} = \frac{8.0 \text{ kg} * 0.005567\text{m}^3}{1\text{m}^3} = 0.04454 \text{ kg.}$$

$$X_{PET} = 0.04454 \text{ kg.} = 44.54 \text{ gr.}$$

Cálculo de la Cantidad de Agregado Grueso (Piedra Chancada)

1m³ (Concreto) \longrightarrow 937.1 kg (Piedra Chancada)

0.005567 m³ (°C Probeta) \longrightarrow X

$$X_{Piedra \text{ Chancada}} = \frac{937.10 \text{ kg} * 0.005567\text{m}^3}{1\text{m}^3} = 5.21 \text{ kg.}$$

$$X_{Piedra \text{ Chancada}} = 5.21 \text{ kg.}$$

Tabla 34

Cantidad de Material para el Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$

Material	Und	Cantidad
Tereftelato de Polietileno (PET)	Gr	44.54
Cemento	Kg	2.24
Agregado Grueso (Piedra Chancada)	Kg	5.21
Agregado fino (Arena Gruesa)	Kg	5.08
Agua	Kg	0.64

Nota: La tabla muestra el diseño de la cantidad de material para una probeta del concreto del Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$ Sustituyendo al Agregado Grueso.

Respecto al objetivo específico 3 “Determinar el asentamiento del concreto $F'c = 210\text{ kg/cm}^2$ para el testigo y los cuatro tratamientos”.

Prueba de Asentamiento (Slump)

La prueba de Asentamiento o Slump se determinó según la NTP:339.035 (2015), a través del ensayo del cono de Abrams.

Determinación el Asentamiento (Slump), del concreto Patrón (Sin PET)

Figura 13

Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto Patrón



Tabla 35

Asentamiento (Slump) del Concreto Patrón o Testigo (Sin PET).

Concreto	Asentamiento				
	Slump		Consistencia	Trabajabilidad	Método de Compactación
	Cm.	Pulg.			
Concreto Patrón $f'c=210$ Kg/cm ² (sin PET)	7.62	3"	Plástica	Trabajable	Vibración ligera

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Asentamiento, a través del ensayo del cono de Abrams en el Laboratorio 3R GEINGENIERIA.

Determinación el Asentamiento (Slump), del concreto para el Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso

Figura 14

Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$



Tabla 36

Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$

Asentamiento					
Concreto	Slump		Consistencia	Trabajabilidad	Método de Compactación
	Cm.	Pulg.			
Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$	8.80	3.46"	Plástica	Trabajable	Vibración ligera

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Asentamiento, a través del ensayo del cono de Abrams en el Laboratorio 3R GEINGENIERIA.

Determinación el Asentamiento (Slump), del concreto para el Tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso

Figura 15

Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento

$T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$



Tabla 37

Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$

Asentamiento					
Concreto	Slump		Consistencia	Trabajabilidad	Método de Compactación
	Cm.	Pulg.			
Tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$	9.00	3.54"	Plástica	Trabajable	Vibración ligera

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Asentamiento, a través del ensayo del cono de Abrams en el Laboratorio 3R GEINGENIERIA.

Determinación el Asentamiento (Slump), del concreto para el Tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso

Figura 16

Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET Reciclado}$



Tabla 38

Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET Reciclado}$

Asentamiento					
Concreto	Slump		Consistencia	Trabajabilidad	Método de Compactación
	Cm.	Pulg.			
Tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET Reciclado}$	9.50	3.74"	Plástica	Trabajable	Vibración ligera

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Asentamiento, a través del ensayo del cono de Abrams en el Laboratorio 3R GEINGENIERIA.

Determinación el Asentamiento (Slump), del concreto para el Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso

Figura 17

Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$



Tabla 39

Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$

Asentamiento					
Concreto	Slump		Consistencia	Trabajabilidad	Método de Compactación
	Cm.	Pulg.			
Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$	9.80	3.85"	Plástica	Trabajable	Vibración ligera

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Asentamiento, a través del ensayo del cono de Abrams en el Laboratorio 3R GEINGENIERIA.

Determinación el Asentamiento (Slump), del concreto para el Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso

Figura 18

Determinación de la prueba del Asentamiento (Slump), del Concreto con Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$



Tabla 40

Asentamiento (Slump) del Concreto del Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$

Asentamiento					
Concreto	Slump		Consistencia	Trabajabilidad	Método de Compactación
	Cm.	Pulg.			
Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$	10.00	3.94"	Plástica	Trabajable	Vibración ligera

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Asentamiento, a través del ensayo del cono de Abrams en el Laboratorio 3R GEINGENIERIA.

Respecto al objetivo específico 4 “Determinar la resistencia a la compresión del concreto testigo y de los cuatro tratamientos del experimento”.

Tabla 41

Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón (Sin PET)

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f _c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
N°	Descripción	Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	%
1	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	13/03/2023	7	33,192.73	176.71	187.83		
2	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	13/03/2023	7	33,246.79	176.71	188.14	187.53	89.30%
3	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	13/03/2023	7	32,976.49	176.71	186.61		
4	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	20/03/2023	14	36,616.52	176.71	207.21		
5	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	20/03/2023	14	36,850.78	176.71	208.53	207.17	98.65%
6	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	20/03/2023	14	36,364.24	176.71	205.78		
7	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	27/03/2023	21	39,391.59	176.71	222.91		
8	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	27/03/2023	21	39,499.71	176.71	223.52	222.71	96.53%
9	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	27/03/2023	21	39,175.35	176.71	221.69		
10	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	03/04/2023	28	41,247.64	176.71	233.41		
11	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	03/04/2023	28	40,995.36	176.71	231.99	232.33	110.63%
12	Patrón (Sin PET)	210	06/03/2023	03/04/2023	28	40,923.28	176.71	231.58		

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Laboratorio 3R GEINGENIERIA, para el concreto Patrón o Testigo con 3 repeticiones de probetas para los días de curado 7, 14, 21 y 28, ver Anexo (G).



Tabla 42

Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento T₁ = 2kg PET Reciclado

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
N°	Descripción	Kg/cm2	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	%
1	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	14/03/2023	7	33,661.25	176.71	190.48		
2	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	14/03/2023	7	33,517.09	176.71	189.67	190.01	90.48%
3	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	14/03/2023	7	33,553.13	176.71	189.87		
4	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	21/03/2023	14	37,211.18	176.71	210.57		
5	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	21/03/2023	14	37,030.98	176.71	209.55	210.61	100.29%
6	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	21/03/2023	14	37,409.40	176.71	211.69		
7	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	28/03/2023	21	40,022.29	176.71	226.48		
8	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	28/03/2023	21	40,148.43	176.71	227.19	226.07	107.65%
9	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	28/03/2023	21	39,679.91	176.71	224.54		
10	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	04/04/2023	28	41,680.12	176.71	235.86		
11	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	04/04/2023	28	42,094.58	176.71	238.21	237.83	113.25%
12	Tratamiento T ₁ = 2kg PET	210	07/03/2023	04/04/2023	28	42,310.82	176.71	239.43		

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Laboratorio 3R GEINGENIERIA, para el concreto del Tratamiento 1, con 3 repeticiones de probetas para los días de curado 7, 14, 21 y 28, ver Anexo (H)



Tabla 43

Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento T₂ = 4kg PET Reciclado

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
N°	Descripción	Kg/cm2	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	%
1	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	15/03/2023	7	35,805.62	176.71	202.62		
2	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	15/03/2023	7	35,895.72	176.71	203.13	203.162	96.74%
3	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	15/03/2023	7	36,003.84	176.71	203.74		
4	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	22/03/2023	14	37,949.99	176.71	214.75		
5	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	22/03/2023	14	37,787.81	176.71	213.84	214.69	102.23%
6	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	22/03/2023	14	38,076.13	176.71	215.47		
7	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	29/03/2023	21	41,175.56	176.71	233.01		
8	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	29/03/2023	21	40,977.34	176.71	231.88	232.09	110.52%
9	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	29/03/2023	21	40,887.24	176.71	231.37		
10	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	05/04/2023	28	42,256.76	176.71	239.12		
11	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	05/04/2023	28	42,797.36	176.71	242.18	241.33	114.92%
12	Tratamiento T ₂ = 4kg PET	210	08/03/2023	05/04/2023	28	42,887.46	176.71	242.69		

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Laboratorio 3R GEINGENIERIA, para el concreto del Tratamiento 2, con 3 repeticiones de probetas para los días de curado 7, 14, 21 y 28, ver Anexo (I)



Tabla 44

Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento T₃ = 6kg PET Reciclado

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
N°	Descripción	Kg/cm2	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	%
1	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	16/03/2023	7	36,958.90	176.71	209.14		
2	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	16/03/2023	7	36,688.60	176.71	207.61	208.43	96.74%
3	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	16/03/2023	7	36,850.78	176.71	208.53		
4	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	23/03/2023	14	39,301.49	176.71	222.40		
5	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	23/03/2023	14	39,535.75	176.71	223.73	222.13	102.23%
6	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	23/03/2023	14	38,923.07	176.71	220.26		
7	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	30/03/2023	21	43,392.02	176.71	245.55		
8	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	30/03/2023	21	43,211.82	176.71	244.53	244.97	110.52%
9	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	30/03/2023	21	43,265.88	176.71	244.83		
10	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	06/04/2023	28	46,365.31	176.71	262.37		
11	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	06/04/2023	28	46,797.78	176.71	264.82	263.63	114.92%
12	Tratamiento T ₃ = 6kg PET	210	09/03/2023	06/04/2023	28	46,599.56	176.71	263.70		

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Laboratorio 3R GEINGENIERIA, para el concreto del Tratamiento 3, con 3 repeticiones de probetas para los días de curado 7, 14, 21 y 28, ver Anexo (J)



Tabla 45

Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento T₄ = 7kg PET Reciclado

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
N°	Descripción	Kg/cm2	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	%
1	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	17/03/2023	7	29,768.94	176.71	168.46		
2	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	17/03/2023	7	30,363.60	176.71	171.82	171.04	81.45%
3	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	17/03/2023	7	30,543.80	176.71	172.84		
4	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	24/03/2023	14	33,246.79	176.71	188.14		
5	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	24/03/2023	14	32,706.19	176.71	185.08	186.00	88.57%
6	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	24/03/2023	14	32,652.13	176.71	184.77		
7	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	31/03/2023	21	37,030.98	176.71	209.55		
8	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	31/03/2023	21	36,850.78	176.71	208.53	208.63	99.35%
9	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	31/03/2023	21	36,724.64	176.71	207.82		
10	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	07/04/2023	28	38,472.57	176.71	217.71		
11	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	07/04/2023	28	38,869.01	176.71	219.95	219.78	104.66%
12	Tratamiento T ₄ = 7kg PET	210	10/03/2023	07/04/2023	28	39,175.35	176.71	221.69		

Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Laboratorio 3R GEINGENIERIA, para el concreto del Tratamiento 4, con 3 repeticiones de probetas para los días de curado 7, 14, 21 y 28, ver Anexo (K)



Tabla 46

Resistencia a la Compresión del Concreto Tratamiento T₅ = 8kg PET Reciclado

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
N°	Descripción	Kg/cm2	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	%
1	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	18/03/2023	7	27,840.81	176.71	157.55		
2	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	18/03/2023	7	27,948.93	176.71	158.16	157.85	75.17%
3	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	18/03/2023	7	27,894.87	176.71	157.85		
4	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	25/03/2023	14	30,760.04	176.71	174.07		
5	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	25/03/2023	14	31,228.56	176.71	176.72	175.43	83.54%
6	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	25/03/2023	14	31,012.32	176.71	175.49		
7	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	01/04/2023	21	32,706.19	176.71	185.08		
8	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	01/04/2023	21	32,886.39	176.71	186.10	186.20	88.67%
9	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	01/04/2023	21	33,120.65	176.71	187.42		
10	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	08/04/2023	28	36,850.78	176.71	208.53		
11	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	08/04/2023	28	36,544.44	176.71	206.80	207.28	98.70%
12	Tratamiento T ₅ = 8kg PET	210	11/03/2023	08/04/2023	28	36,490.38	176.71	206.49		

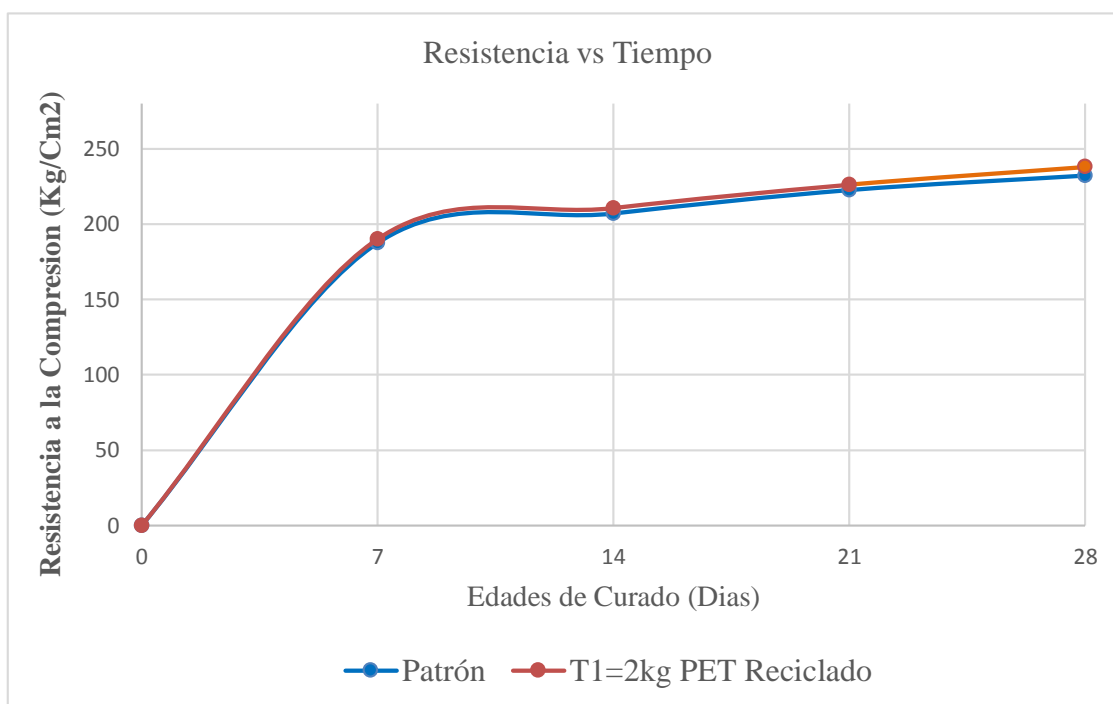
Nota: La tabla muestra el resultado obtenido del Laboratorio 3R GEINGENIERIA, para el concreto del Tratamiento 5, con 3 repeticiones de probetas para los días de curado 7, 14, 21 y 28, ver Anexo (L)



Tabla 47*Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 1*

Edades (Días)	Patrón (Kg/Cm2)	T ₁ = 2kg PET Reciclado (Kg/Cm2)	% (T1/Patrón)
0	0.00	0.00	--
7	187.53	190.01	+101.3%
14	207.17	210.61	+101.7%
21	222.71	226.07	+101.5%
28	232.33	237.83	+102.4%

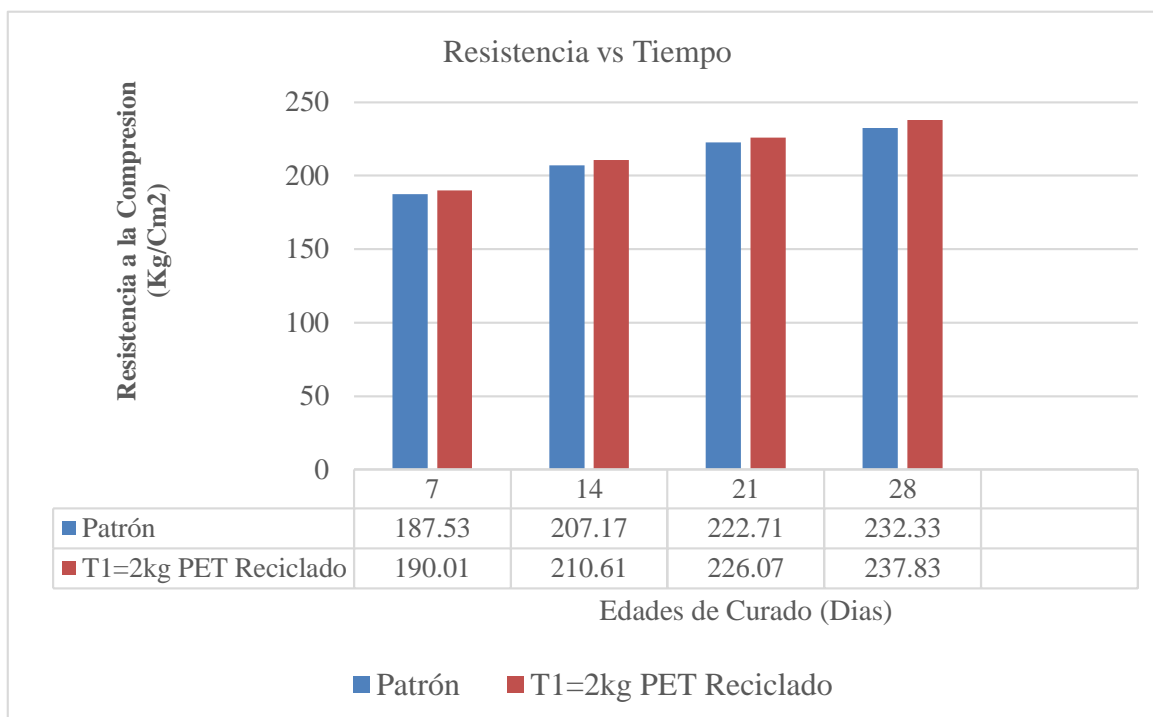
Nota: La tabla muestra los resultados de la resistencia a la compresión de concreto Patrón y del Tratamiento T₁ = 2kg PET Reciclado

Figura 19*Comportamiento del concreto Patrón con el Concreto Tratamiento T₁ = 2kg PET**Reciclado*

Nota: La figura muestra la comparación de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento T₁ = 2kg PET Reciclado, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

Figura 20

Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$



Nota: La figura muestra la comparación mediante el diagrama de barras de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

En la Tabla 47, donde se verifica que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado del concreto Patrón (testigo) es de 232.33 kg/cm², donde se logró alcanzar la resistencia del diseño (210 kg/cm²), de acuerdo a los datos la resistencia obtenida con el tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET Reciclado}$, es de 237.83 kg/cm², donde se verifica que la resistencia a la compresión con el tratamiento es mayores en todas las edades

Tabla 48

Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 2

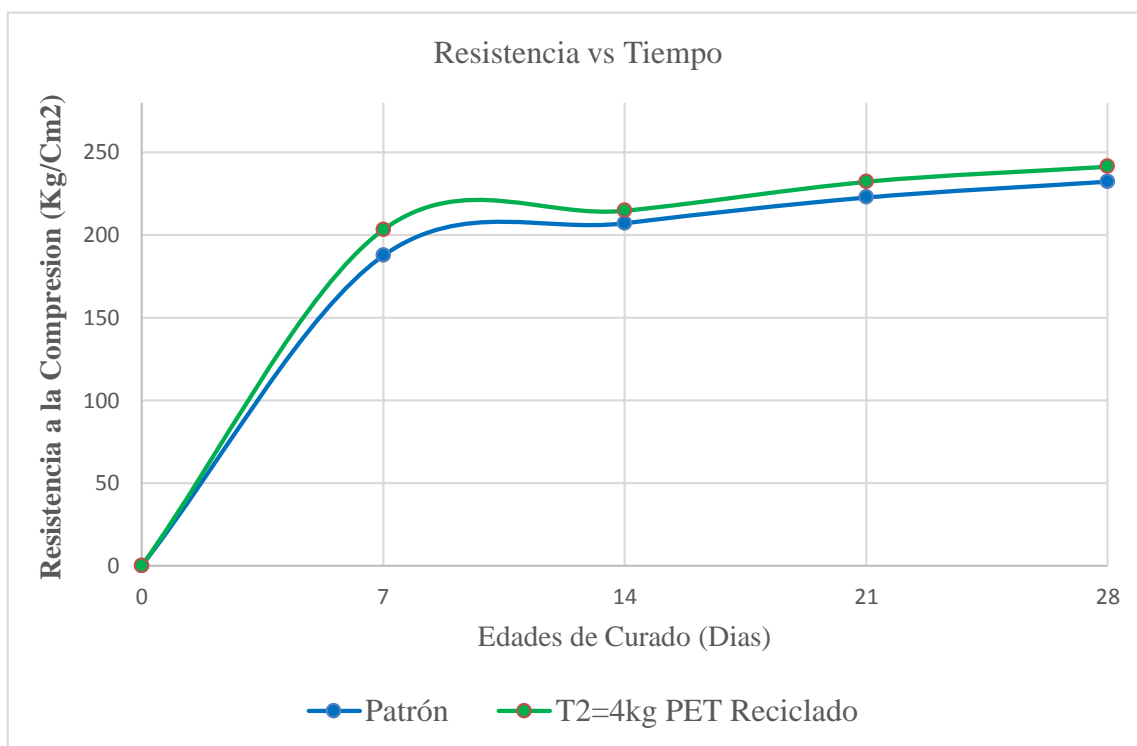
Edades (Días)	Patrón (Kg/Cm2)	T ₂ = 4kg PET Reciclado (Kg/Cm2)	% (T ₂ /Patrón)
0	0.00	0.00	-.-
7	187.53	203.16	+108.3%
14	207.17	214.69	+103.6%
21	222.71	232.09	+104.2%
28	232.33	241.33	+103.9%

Nota: La tabla muestra los resultados de la resistencia a la compresión de concreto Patrón y del Tratamiento T₂ = 4kg PET Reciclado

Figura 21

Comportamiento del concreto Patrón con el Concreto Tratamiento T₂ = 4kg PET

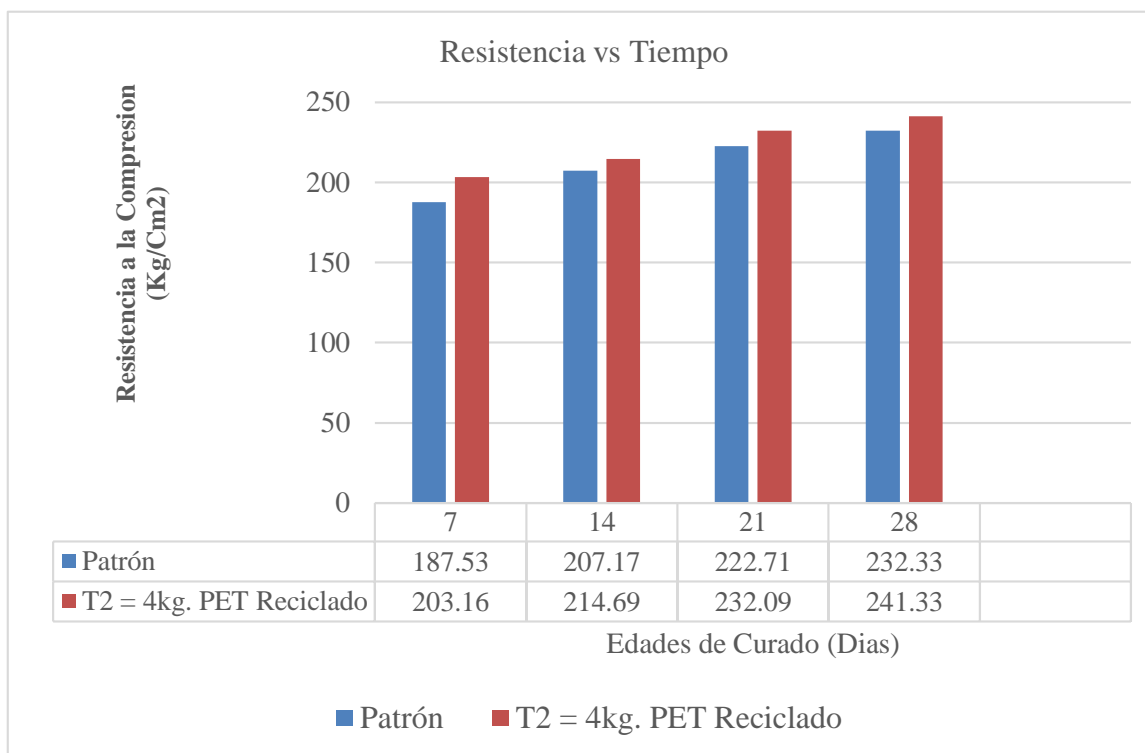
Reciclado



Nota: La figura muestra la comparación de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento T₂ = 4kg PET Reciclado, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

Figura 22

Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$



Nota: La figura muestra la comparación mediante el diagrama de barras de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

En la Tabla 48, donde se verifica que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado del concreto Patrón (testigo) es de 232.33 kg/cm², donde se logró alcanzar la resistencia del diseño (210 kg/cm²), de acuerdo a los datos la resistencia obtenida con el tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET Reciclado}$, es de 241.33 kg/cm², donde se verifica que la resistencia a la compresión con el tratamiento es mayores en todas las edades

Tabla 49

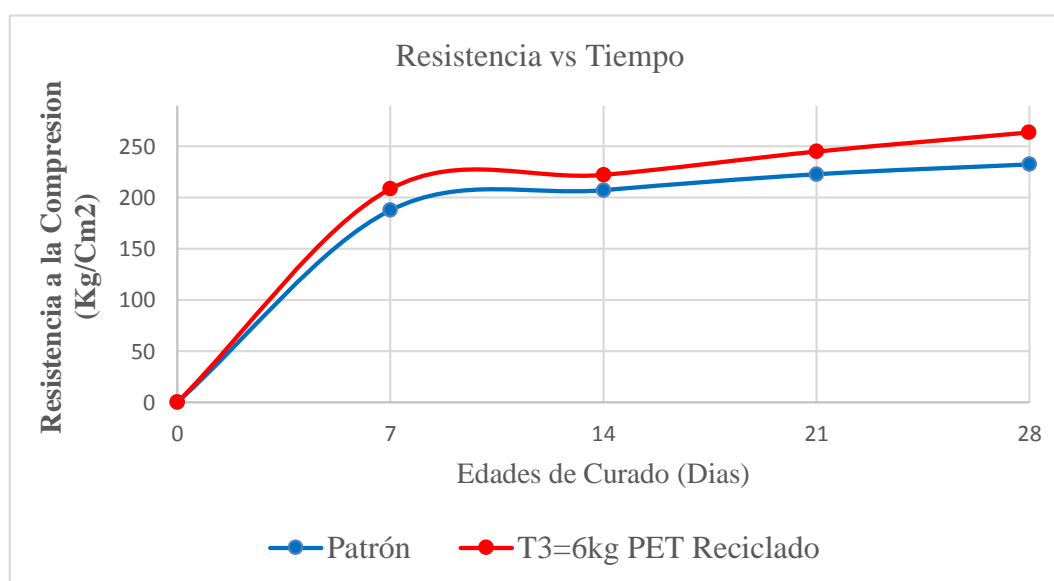
Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 3

Edades (Días)	Patrón (Kg/Cm2)	T ₃ = 6 kg PET Reciclado, (Kg/Cm2)	% (T3/Patrón)
0	0.00	0.00	-.-
7	187.53	208.43	+111.1%
14	207.17	222.13	+107.2%
21	222.71	244.97	+110.0%
28	232.33	263.63	+113.5%

Nota: La tabla muestra los resultados de la resistencia a la compresión de concreto patrón y del Tratamiento T₃ = 6kg PET Reciclado.

Figura 23

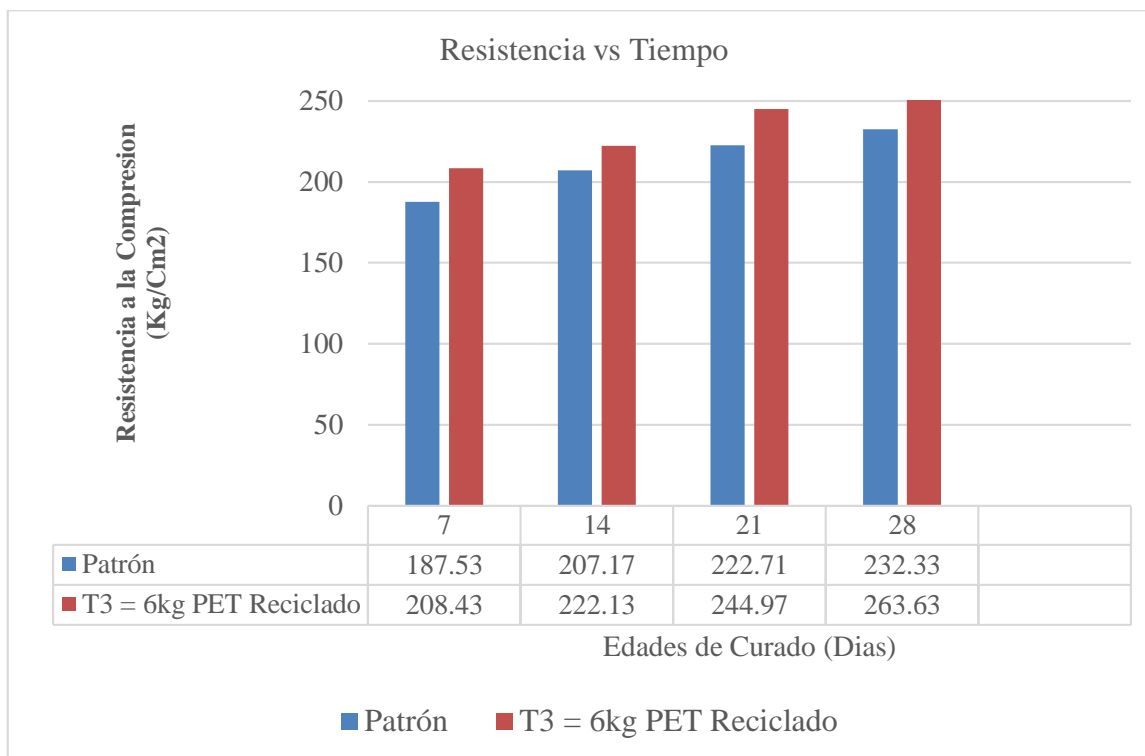
Comportamiento del concreto Patrón con el Concreto Tratamiento T₃ = 6kg PET Reciclado



Nota: La figura muestra la comparación de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento T₃ = 6kg PET Reciclado, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

Figura 24

Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET Reciclado}$



Nota: La figura muestra la comparación mediante el diagrama de barras de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

En la Tabla 49, donde se verifica que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado del concreto Patrón (testigo) es de 232.33 kg/cm², donde se logró alcanzar la resistencia del diseño (210 kg/cm²), de acuerdo a los datos la resistencia obtenida con el tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET Reciclado}$ es de 263.63 kg/cm², donde se verifica que la resistencia a la compresión con este tratamiento (T3), llega a su máxima resistencia los 28 días de curado.

Tabla 50

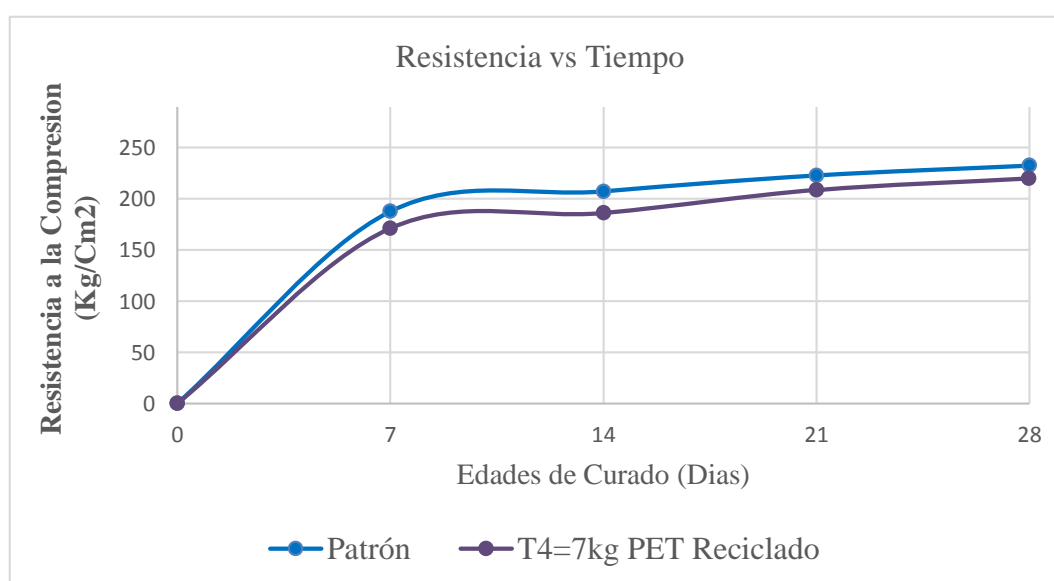
Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 4

Edades (Días)	Patrón (Kg/Cm2)	T ₄ = 7kg PET Reciclado (Kg/Cm2)	% (T ₄ /Patrón)
0	0.00	0.00	-.-
7	187.53	171.04	- 91.2%
14	207.17	186.00	- 89.8%
21	222.71	208.63	- 93.7%
28	232.33	219.78	- 94.6%

Nota: La tabla muestra los resultados de la resistencia a la compresión de concreto Testigo y del Tratamiento T₄ = 7kg PET Reciclado.

Figura 25

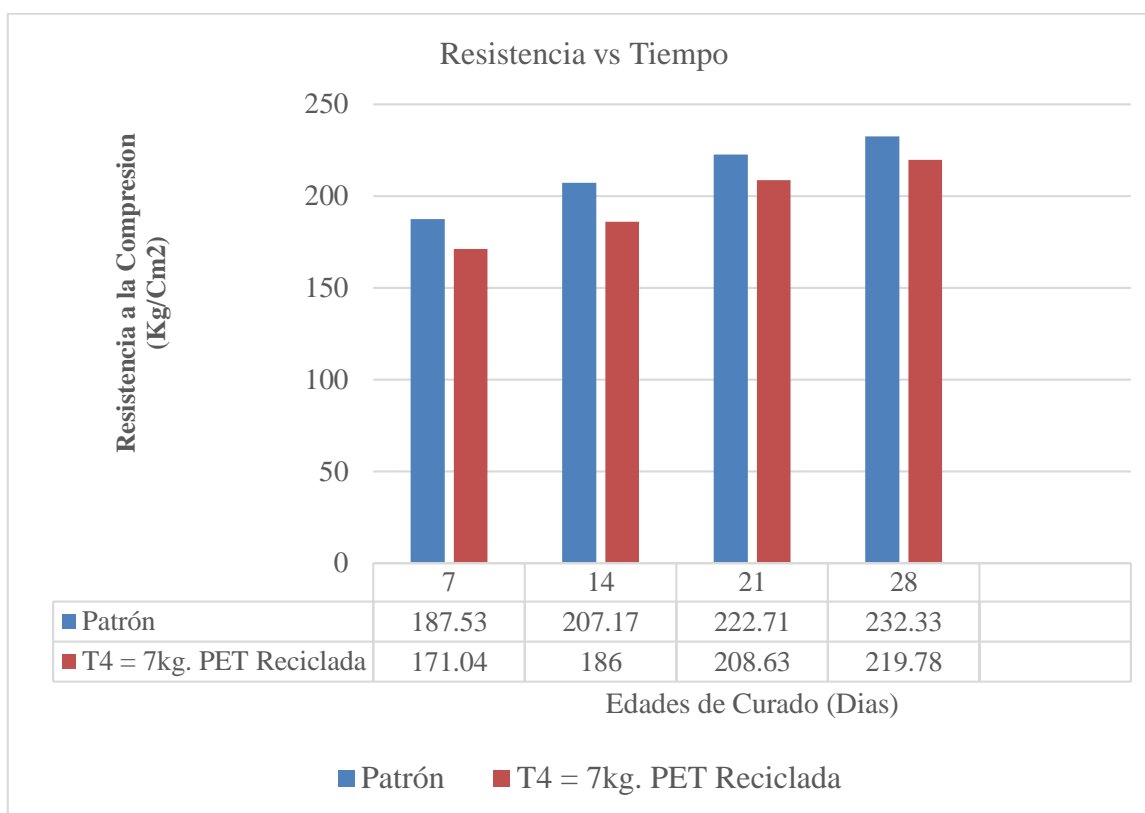
Comportamiento del concreto Patrón (Testigo) con el Concreto Tratamiento T₄ = 7kg PET Reciclado.



Nota: La figura muestra la comparación de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento T₄ = 7kg PET Reciclado sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

Figura 26

Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$.



Nota: La figura muestra la comparación mediante el diagrama de barras de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

En la Tabla 50, donde se verifica que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado del concreto Patrón (testigo) es de 232.33 kg/cm², donde se logró alcanzar la resistencia del diseño (210 kg/cm²), de acuerdo a los datos la resistencia obtenida con el tratamiento $T_4 = 7\text{kg PET Reciclado}$. Es de 219.78 kg/cm², donde se verifica que la resistencia a la compresión con este tratamiento va decreciendo con respecto al Patrón

Tabla 51

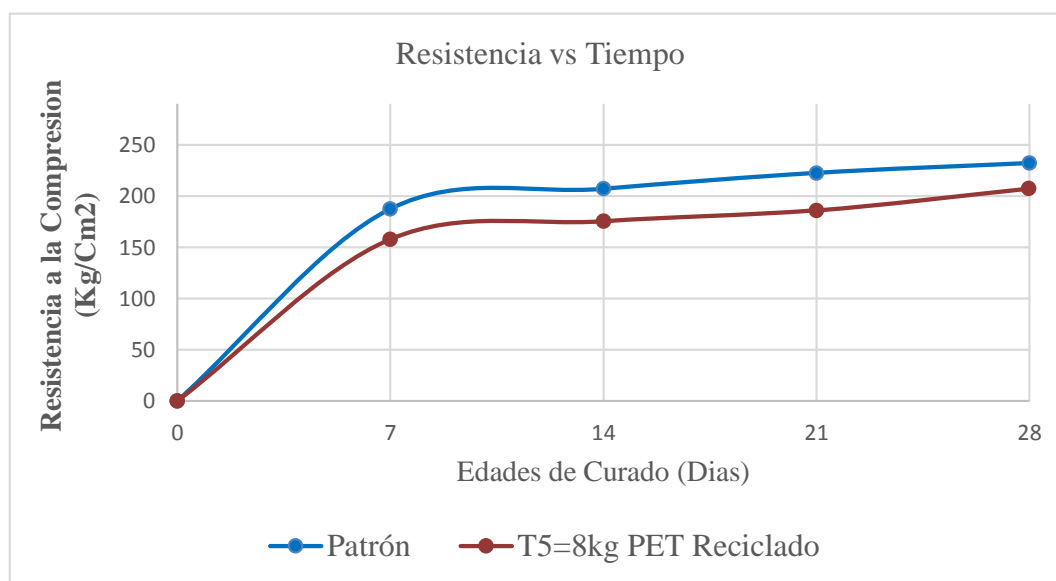
Resistencia a la compresión del Concreto Patrón - Tratamiento 5

Edades (Días)	Patrón (Kg/Cm2)	T ₅ = 8kg PET Reciclado (Kg/Cm2)	% (T3/Patrón)
0	0.00	0.00	-.-
7	187.53	157.85	- 84.2%
14	207.17	175.43	- 84.7%
21	222.71	186.20	- 83.6%
28	232.33	207.28	- 89.2%

Nota: La tabla muestra los resultados de la resistencia a la compresión de concreto Testigo y del Tratamiento T₅ = 8kg PET Reciclado

Figura 27

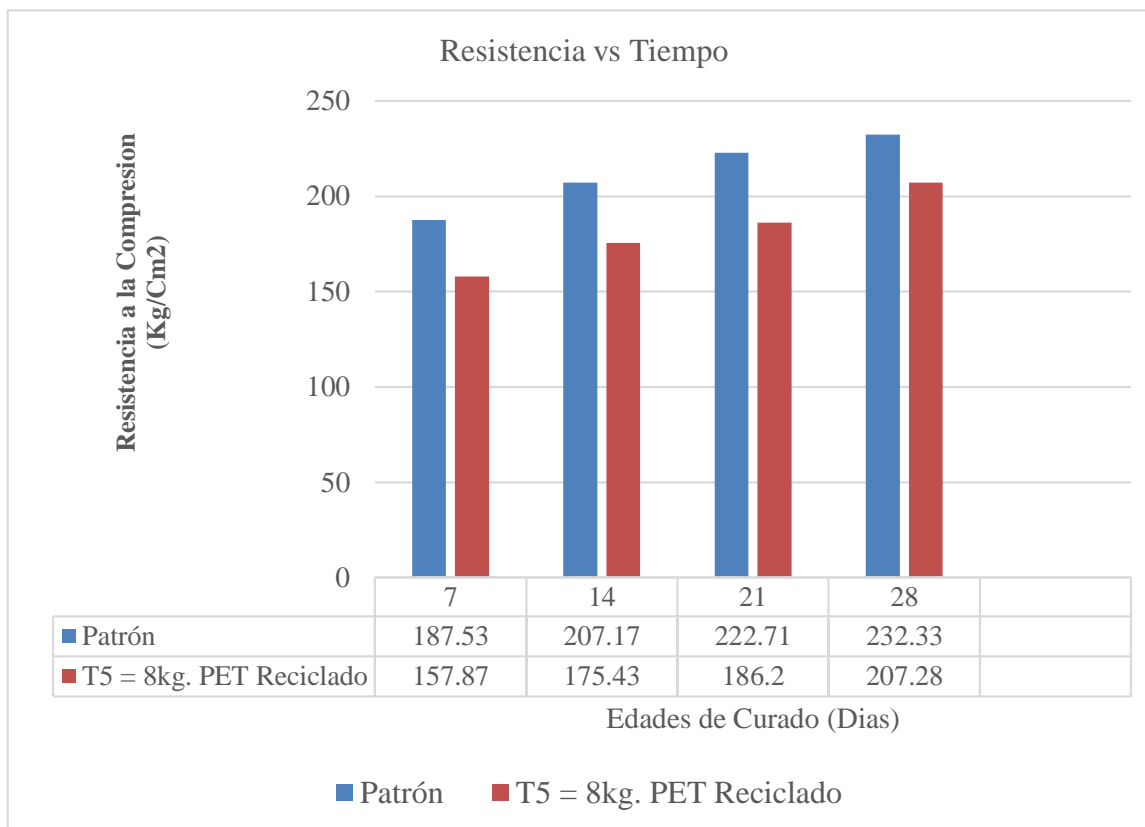
Comportamiento del concreto Patrón (Testigo) con el Concreto Tratamiento T₅ = 8kg PET Reciclado



Nota: La figura muestra la comparación de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento T₅ = 8kg PET Reciclado, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

Figura 28

Resistencia del concreto Patrón vs Concreto con el tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$



Nota: La figura muestra la comparación mediante el diagrama de barras de la resistencia a compresión de la probeta del Tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$, sustituyendo al Agregado Grueso y la resistencia del concreto Patrón, en las edades de curado de 7,14,21 y 28 días.

En la Tabla 51, donde se verifica que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado del concreto Patrón (testigo) es de 232.33 kg/cm², donde se logró alcanzar la resistencia del diseño (210 kg/cm²), de acuerdo a los datos la resistencia obtenida con el tratamiento $T_5 = 8\text{kg PET Reciclado}$. Es de 207.28 kg/cm², donde se verifica que la resistencia a la compresión con este tratamiento va decreciendo con respecto al Patrón.

Tabla 52

Comportamiento de la Resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, del concreto patrón - Tratamientos

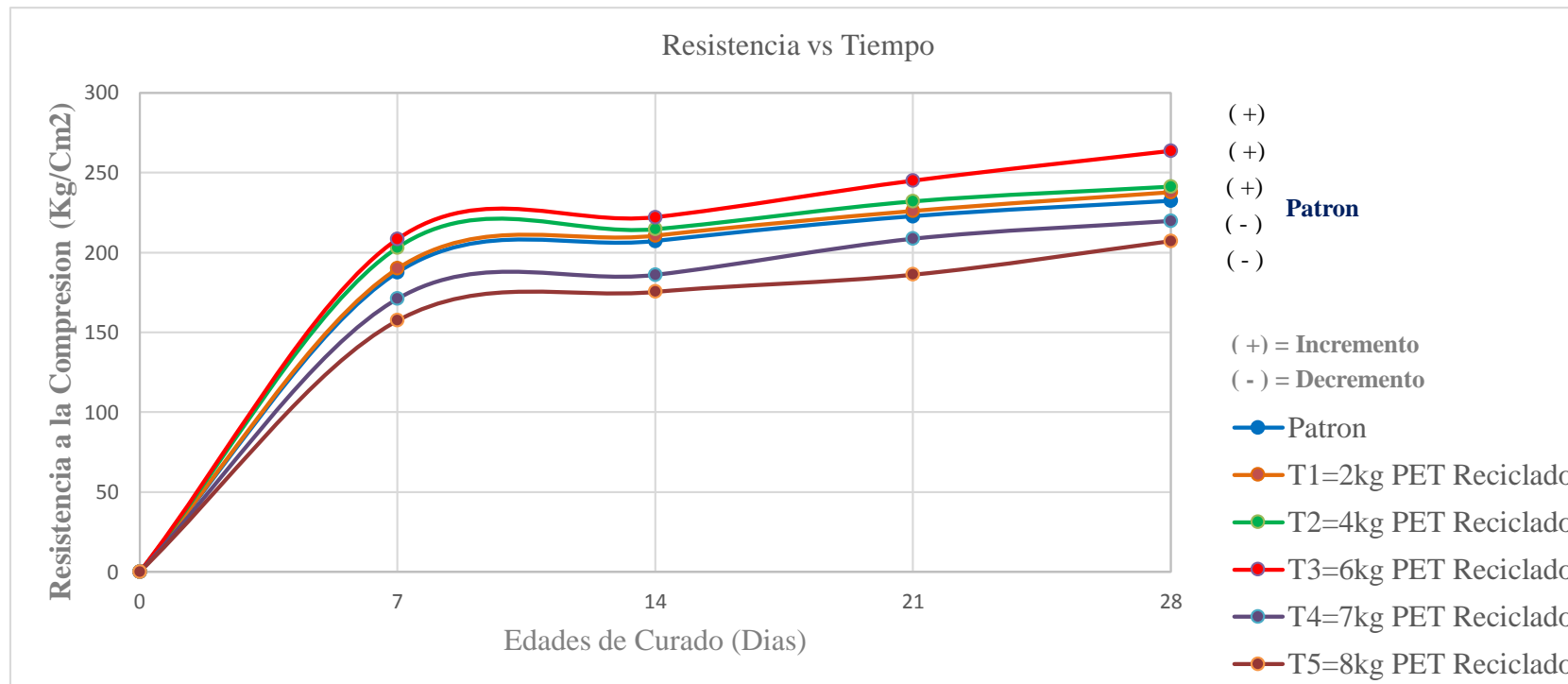
Edades (Días)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)										
	Patrón	T ₁	%	T ₂	%	T ₃	%	T ₄	%	T ₅	%
	(P)	2kg(PET)	(T ₁ /P)	4kg(PET)	(T ₂ /P)	6kg(PET)	(T ₃ /P)	7kg(PET)	(T ₄ /P)	8kg(PET)	(T ₅ /P)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	187.53	190.01	+101.3%	203.16	+108.3%	208.43	+111.1%	171.04	-91.2%	157.85	-84.2%
14	207.17	210.61	+101.7%	214.69	+103.6%	222.13	+107.2%	186.00	-89.8%	175.43	-84.7%
21	222.71	226.07	+101.5%	232.09	+104.2%	244.97	+110.0%	208.63	-93.7%	186.20	-83.6%
28	232.33	237.83	+102.4%	241.33	+103.9%	263.63	+113.5%	219.78	-94.6%	207.28	-89.2%

Nota: La tabla muestra el resultado de la resistencia a la compresión para el concreto patrón y sus tratamientos, sustituyendo el Tereftelato de Polietileno PET reciclado; al Agregado Grueso (Piedra Chancada), y el porcentaje de los tratamientos con respecto al patrón; donde signo (+) indica el incremento de resistencia a la compresión, el signo (-) indica el decremento de la resistencia a la compresión del concreto.



Figura 29

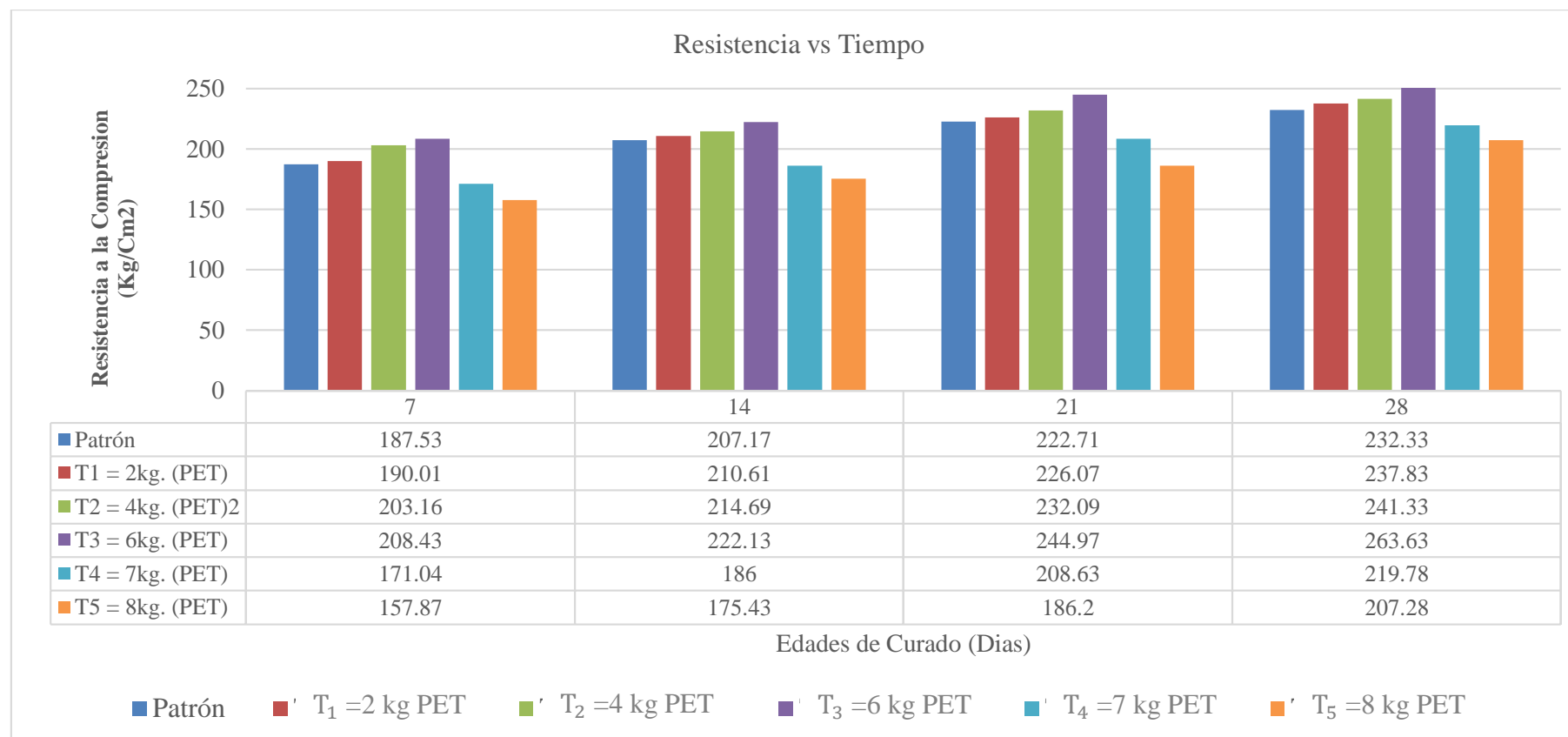
Comportamiento del concreto Patrón - Concreto de Tratamiento PET reciclado



Nota: La figura muestra el resultado de la resistencia a la compresión para el concreto patrón y sus tratamientos, sustituyendo el Tereftalato de Polietileno PET reciclado; al Agregado Grueso (Piedra Chancada), y el porcentaje de los tratamientos con respecto al patrón; donde signo (+) indica el incremento de resistencia a la compresión, el signo (-) indica el decremento de la resistencia a la compresión del concreto.

Figura 30

Resistencia del concreto Patrón vs Concreto de los tratamiento



Nota: La figura muestra la comparación mediante el diagrama de barras de la resistencia a compresión con respecto del Patrón y el tratamiento PET Reciclado, en las edades de curado de 7, 14,21 y 28 días.

En la Tabla 52, donde se verifica que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado del concreto Patrón es de 232.33 kg/cm², donde se logró alcanzar la resistencia del diseño (210 kg/cm²), de acuerdo a los datos obtenidos se observa que los Tratamientos (T₁) y (T₂), van incrementando progresivamente la resistencia a compresión, así mismo el tratamiento (T₃) alcanza su máxima resistencia de (263.63 kg/cm²), donde incrementa con un porcentaje de (+13.5%), y los tratamientos (T₄) y (T₅), decrecen la resistencia del concreto con respecto al patrón.

En la figura 29, se observa el comportamiento del concreto patrón – concreto del tratamiento PET reciclado donde se observa que (T₁), (T₂) y (T₃), tiene un incremento progresivo en comparación con el patrón, donde el (T₃), alcanza una resistencia mayor en comparación con el patrón durante los días de curado 7, 14, 21, 28, y los tratamientos (T₄), (T₅), son los que decrecen su resistencia a comparación con el patrón a los 7, 14, 21 y 28 días de curado.

Respecto al objetivo específico 5 “Contrastar la hipótesis de la investigación (experimental) mediante los estadísticos del ANOVA y determinar el tratamiento óptimo mediante la prueba de DUNCÁN para la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210$ kg/cm²”.

Análisis estadístico

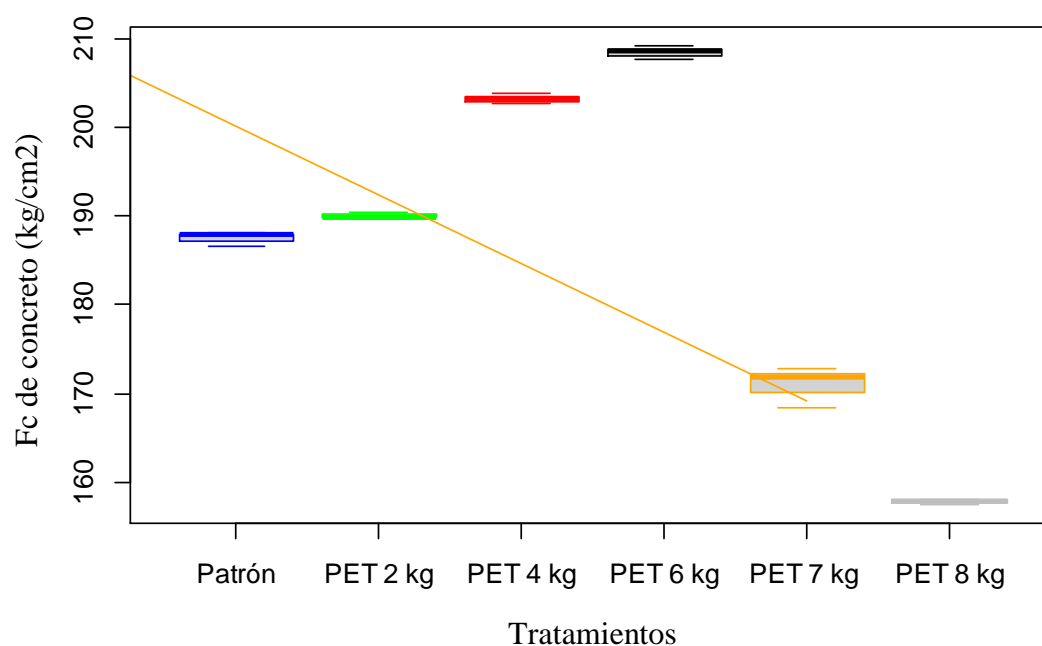
El presente trabajo de investigación experimental fue evaluar la influencia de PET reciclada a diferentes concentraciones de 2, 4, 6, 7 y 8 kg en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en infraestructura menor de riego. El estudio se desarrolló en Diseño Completamente al Azar (DCA) con 6 tratamientos y 3 repeticiones. El análisis de la resistencia a la compresión del concreto para los periodos de análisis a los 7, 14, 21 y 28 días se presenta.

1. Resistencia a la compresión del concreto a 7 días

En la Figura 31 se observa que la resistencia a la compresión del concreto incrementa a medida que se agrega el PET en la mezcla de concreto. La resistencia máxima que alcanzó es con 6 kg de PET, para concentraciones superiores a ésta la resistencia del concreto disminuye fuertemente, situándose por debajo de la resistencia que ofrece el patrón.

Figura 31

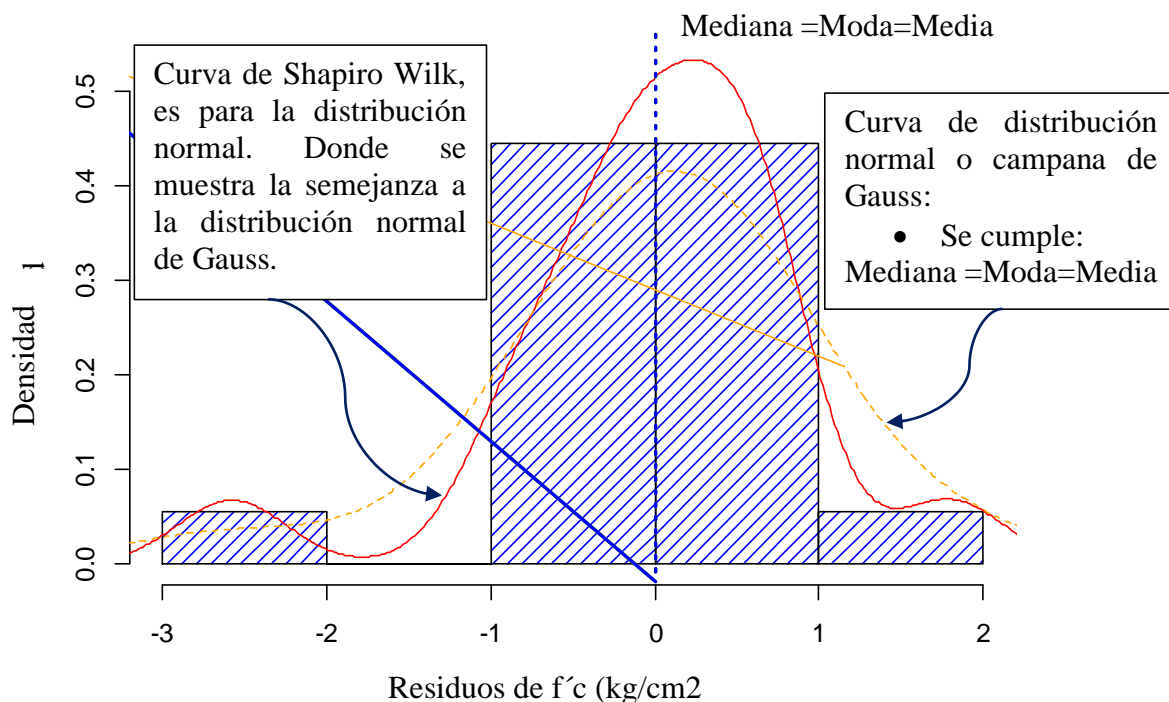
Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET



Para el análisis de la resistencia a la compresión del concreto, se generó primero el modelo lineal aditivo para el diseño completamente aleatorizado. Como resultado, el coeficiente de determinación múltiple (R^2) indica que el 99.74 % de la variación de la resistencia a la compresión del concreto es por el efecto de los tratamientos en base de PET reciclada. Luego de generar el modelo matemático para el diseño completamente aleatorizado y posterior cálculo de los residuos, se comprobaron las condiciones de normalidad, homogeneidad e independencia de los residuos del modelo para escoger la prueba paramétrica o no paramétrica.

Figura 32

Curva de densidad de los residuos de la resistencia a la compresión del concreto



La Figura 32, muestra que la resistencia a la compresión del concreto es relativamente simétrica y sigue la distribución normal o gaussiana corroborado con la prueba de Shapiro Wilk (p -valor $\leq 5\%$). Asimismo, la resistencia a la compresión del concreto tiene homogeneidad de las varianzas entre los tratamientos según la prueba de Bartlett (p -valor = 0.035). De la base de datos, no se detectaron tampoco valores atípicos de los residuos comprobado con la prueba de Bonferroni (p -valor = 0.05). Por lo tanto, es posible realizar el análisis de varianza para la resistencia a compresión del concreto a los 7 días, considerando además que ésta prueba es muy robusta que las pruebas no paramétricas.

Tabla 53

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	5	5494	1098.8	930.5	4.2e-15***
Residuos	12	14	1.2		
Total	17	5508			

* Nivel de significancia

$$F_{cal} > F_{tab}; P \leq 5\%; \text{ por lo tanto se acepta } (H_a)$$

El análisis de varianza que se presenta en la Tabla 53, muestra el efecto significativo de PET reciclado en la resistencia a la compresión del concreto con p-valor < 0.000. Es decir, al menos una de las dosis de PET reciclado tiende a incrementar la resistencia a la compresión del concreto, esta diferencia se verificó mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para un margen de error del 5 %.

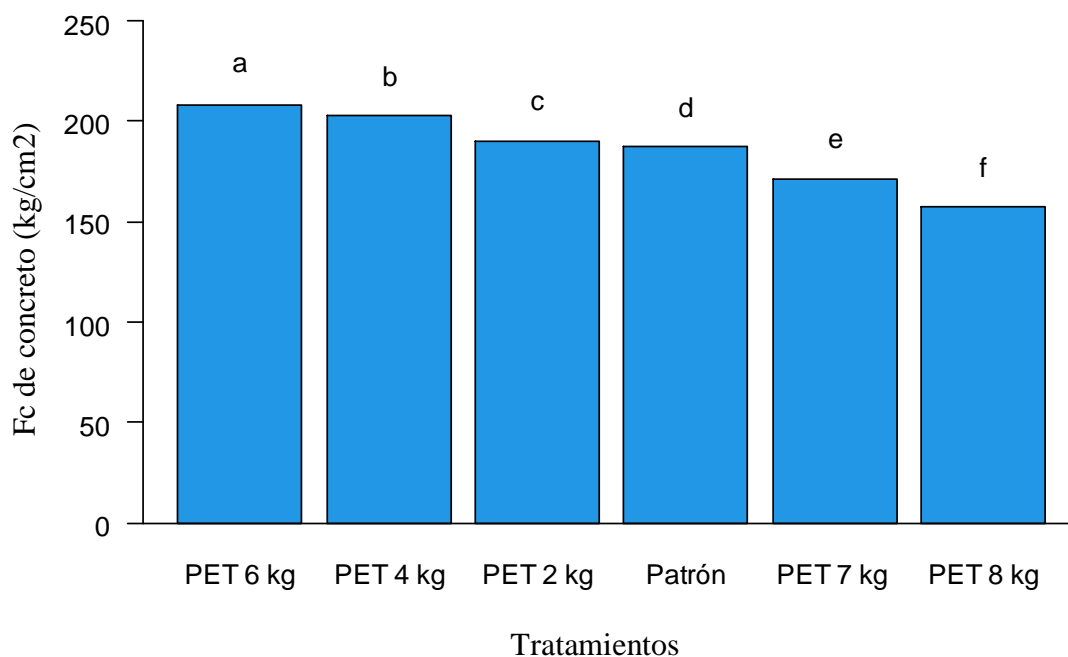
Tabla 54

Estadísticos básicos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

Tratamientos	f'c (kg/cm ²)	Desviación estándar	Repetición	Mínimo	Máximo
PET 6 kg	208.427	0.770	3	207.610	209.140
PET 4 kg	203.163	0.561	3	202.620	203.740
PET 2 kg	190.007	0.422	3	189.670	190.480
Patrón	187.527	0.809	3	186.610	188.140
PET 7 kg	171.040	2.292	3	168.460	172.840
PET 8 kg	157.853	0.305	3	157.550	158.160

Figura 33

Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET



En la Figura 33, las letras a, b, c, d, e y f representan grupos homogéneos con p-valor ≤ 0.05 según la prueba de Duncan. A los 7 días, las mejores y altas resistencias de concreto a la compresión de 208.427 kg/cm², 203.163 kg/cm² se lograron con los tratamientos de 6 kg y 4 kg de PET reciclado. La resistencia disminuye de forma significativa a medida que la concentración de PET reciclado aumenta en el concreto. En ese sentido, con los tratamientos de 7 y 8 kg de PET reciclado, las resistencias obtenidas de 171.040 kg/cm², 157.853 kg/cm² respectivamente son significativamente inferiores que la que se logró para el patrón de 187.527 kg/cm², como se observa en la Tabla 54.

El coeficiente de variación (CV) del análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días fue de 0.583 %, esto indica una mínima variación o una alta homogeneidad de los tratamientos en las unidades de análisis.

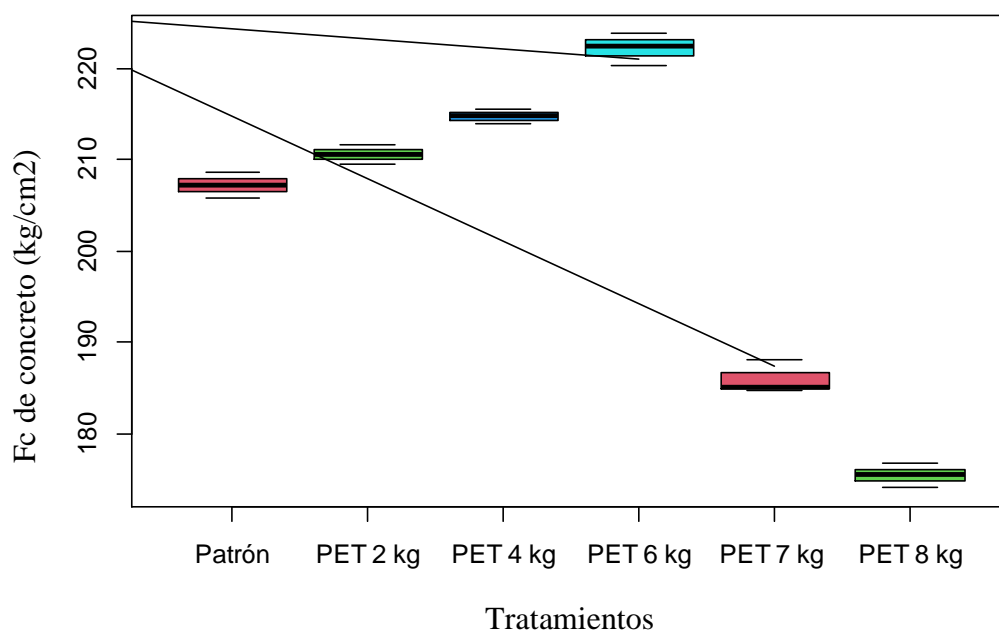
2. Resistencia a la compresión del concreto a 14 días

En la Figura 34, se observa que, a los 14 días, la resistencia a la compresión del concreto incrementa empezando del patrón hasta llegar al tratamiento de 6 kg de PET

reciclado. A partir de ello, la resistencia disminuye para los tratamientos de 7 kg y 8 kg de PET reciclado. Por otro lado, en los 6 tratamientos se observa una alta homogeneidad y buena simetría de las resistencias.

Figura 34

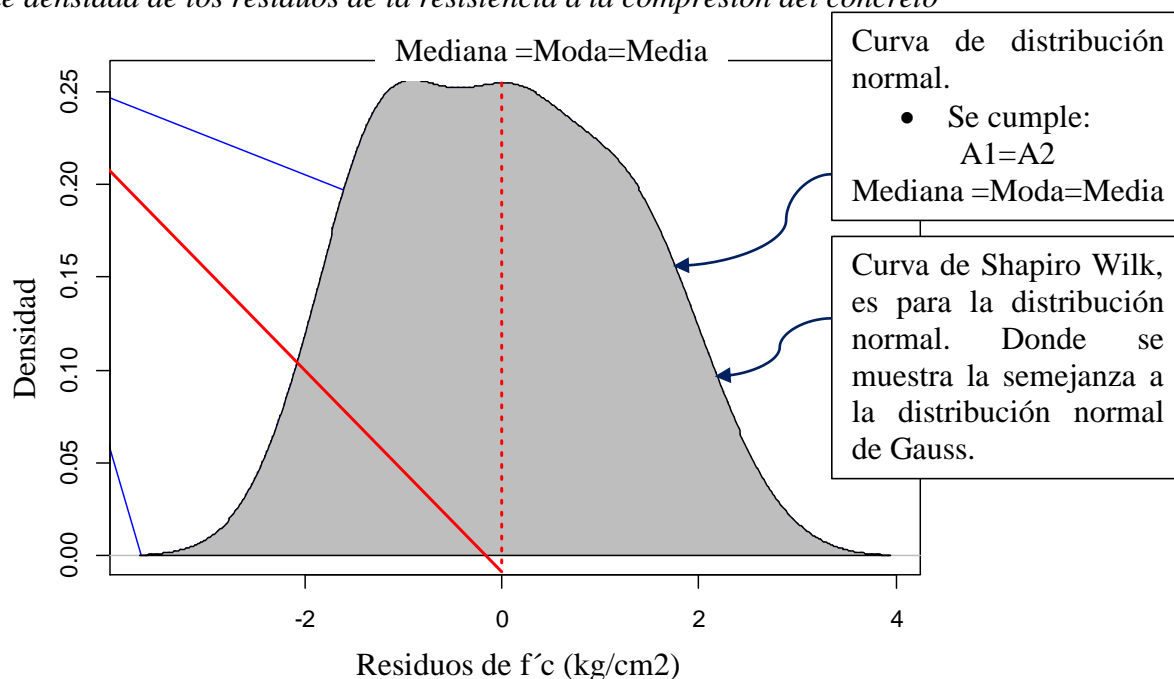
Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET



Similar que, para el análisis a los 7 días, se creó primero el modelo lineal aditivo, donde el coeficiente de determinación múltiple (R^2) resultó de 0.9951, el cual indica que el 99.51 % de la variación de las resistencias a la compresión del concreto es explicada por el factor tratamiento a base de PET reciclado. Los residuos del modelo matemático para el diseño completamente aleatorizado siguen la distribución gaussiana tal como se observa en la curva de densidad (Figura 35) y corroborado con la prueba de Shapiro Wilk (p -valor = 0.458). Del mismo modo, existe homogeneidad de las varianzas de las resistencias en cada uno de los tratamientos según la prueba de Bartlett cuya probabilidad crítica fue de 0.420, tampoco se detectaron valores atípicos de los residuos verificado con la prueba de Bonferroni (p -valor = 0.05), no obstante, esta cifra se acerca al valor de significancia que es el 5 %, pero que nos asegura de realizar la prueba paramétrica del análisis de varianza.

Figura 35

Curva de densidad de los residuos de la resistencia a la compresión del concreto



El modelo lineal generado para el ensayo a los 14 días, se ajusta a la distribución normal, hay homogeneidad entre las varianzas de los tratamientos y no existe valores atípicos, por lo tanto, es posible realizar el análisis de varianza paramétrica.

Tabla 55

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Tratamientos	5	4880	975.9	488.1	2.0e-13***
Residuos	12	24	2		
Total	17	4904			

* Nivel de significancia

$$F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}}; P \leq 5\%; \text{ por lo tanto se acepta } (H_a)$$

El análisis de varianza que se presenta en la Tabla 55, muestra el efecto aditivo y significativo de PET reciclado, en la resistencia a la compresión del concreto con p-valor < 0.000. Es decir, que al menos con una de las dosis de PET reciclado se consigue incrementar

de forma significativa la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el patrón. Para identificar al mejor tratamiento a base de PET reciclado se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, para un margen de error del 5 %.

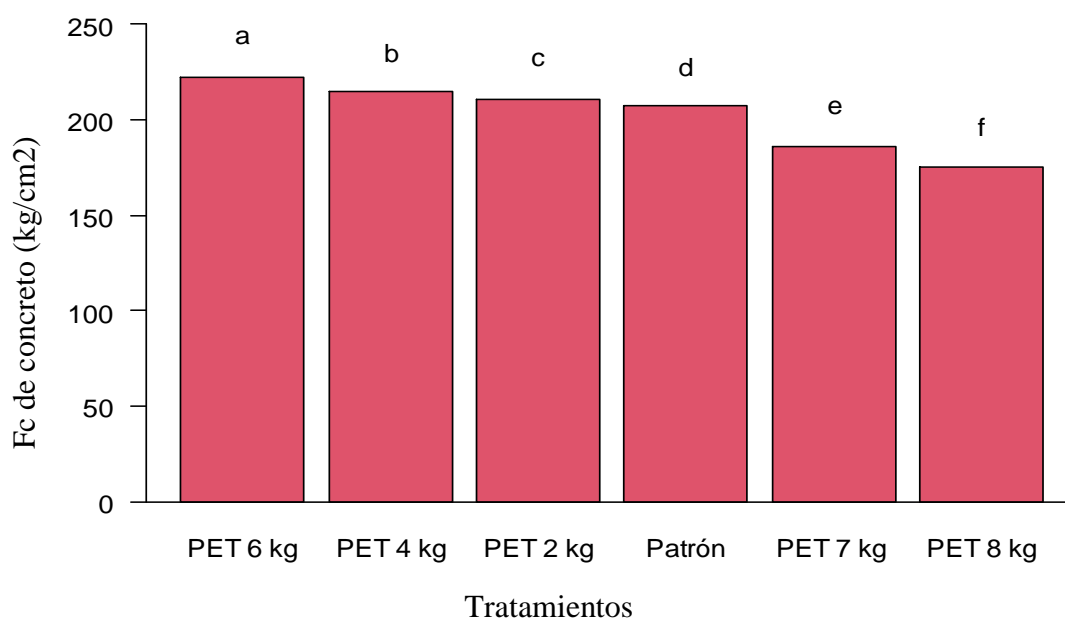
Tabla 56

Estadísticos básicos de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

Tratamientos	f'c (kg/cm ²)	Desviación estándar	Repetición	Mínimo	Máximo
PET 6 kg	222.130	1.751	3	220.260	223.730
PET 4 kg	214.687	0.817	3	213.840	215.470
PET 2 kg	210.603	1.070	3	209.550	211.690
Patrón	207.173	1.375	3	205.780	208.530
PET 7 kg	185.997	1.863	3	184.770	188.140
PET 8 kg	175.427	1.326	3	174.070	176.720

Figura 36

Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET



En la Figura 36, las letras a, b, c, d, e y f representan grupos homogéneos para un p-valor ≤ 0.05 según la prueba de Duncan. A los 14 días de ensayo, la mayor resistencia a la compresión del concreto de 222.130 kg/cm² se obtuvo con la incorporación de 6 kg de PET

reciclado en el concreto, seguido por los tratamientos de 4 kg y 2 kg de PET reciclado con las que se alcanzaron las resistencias de 214.687 kg/cm² y 210.603 kg/cm² respectivamente; y que estos a su vez son diferentes estadísticamente. De la misma manera, todas las resistencias obtenidas con los tratamientos a base de PET reciclado en sus diferentes concentraciones son estadísticamente superiores e inferiores que la resistencia a la compresión lograda de 207.173 kg/cm² para el testigo, como se observa en la Tabla 56.

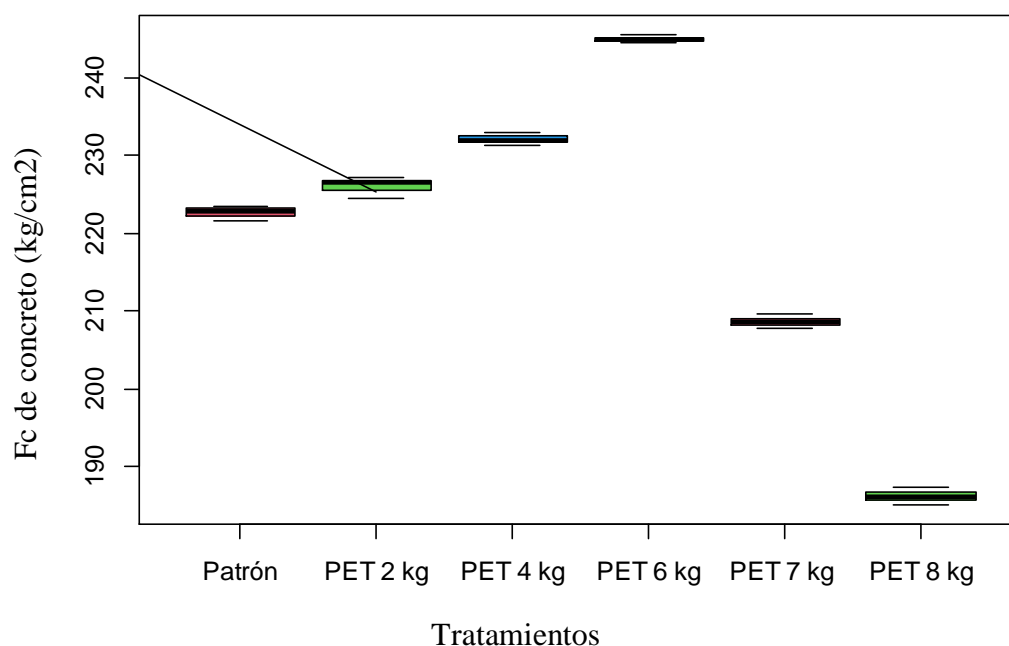
El coeficiente de variación (CV) del análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días fue de 0.698 %, el mismo indica una mínima variación o una alta homogeneidad de los tratamientos en las unidades de análisis. Esta mínima variabilidad probablemente esté ligada en partes con el mínimo número de repeticiones para cada tratamiento, solamente tres repeticiones por tratamiento.

3. Resistencia a la compresión del concreto a 21 días

En la Figura 37, se muestra que, a los 21 días, la menor resistencia del concreto a la compresión corresponde para los tratamientos de 8 kg, 7 kg de PET reciclado seguido por el testigo. Mientras que los valores altos de la resistencia se lograron con los tratamientos de 6 kg de PET reciclado, seguido por los tratamientos de 4 kg y 2 kg de PET reciclado. Con respecto a la variabilidad, todos los tratamientos muestran alta homogeneidad como se observa en el diagrama de cajas de la Figura 37.

Figura 37

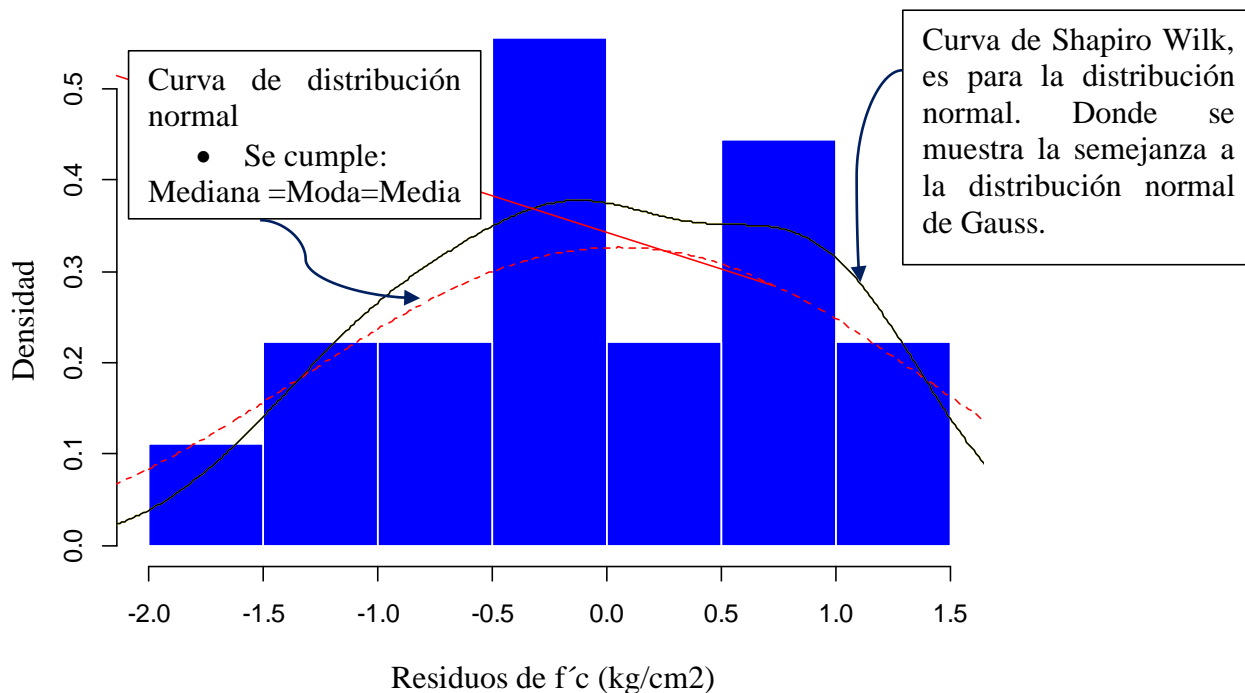
Resistencia a la compresión media del concreto en función a los tratamientos con PET



Para el análisis de varianza se generó el modelo lineal de diseño completamente al azar, donde la resistencia del concreto es afectada únicamente por los tratamientos a base de PET reciclado. El coeficiente de determinación múltiple (R^2) indicó que el 99.81 % de la variación de la resistencia a la compresión del concreto es por el efecto del tratamiento. El comportamiento de los residuos del modelo lineal se ajusta a la distribución gaussiana tal como se observa en la Figura 38 y esto se ha contrastado con la aprueba de Shapiro Wilk $W = 0.958$ (p -valor = 0.04). Con respecto a la diferencia de las varianzas entre los tratamientos, se aprecia que éstas son homogéneas estadísticamente según la prueba de Bartlett (p -valor = 0.047). También, los residuos no presentan valores atípicos verificado con le prueba de Bonferroni (p -valor = 0.053). Por lo tanto, se realizó la prueba paramétrica del análisis de varianza.

Figura 38

Histograma de los residuos de la resistencia a compresión del concreto

**Tabla 57**

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 21 días

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	5	6256	1251	1281	6.3e-16***
Residuos	12	12	1		
Total	17	6268			

* Nivel de significancia

$$F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}}; P \leq 5\%; \text{ por lo tanto se acepta } (H_a)$$

El análisis de varianza que se presenta en la Tabla 57, muestra el efecto significativo de PET en la resistencia a la compresión del concreto con p-valor < 0.000. Es decir, que al menos con una de las dosis de PET reciclado se logra mejorar de forma significativa la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el patrón. Para identificar al mejor tratamiento se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, para un intervalo de confianza de 95 %.

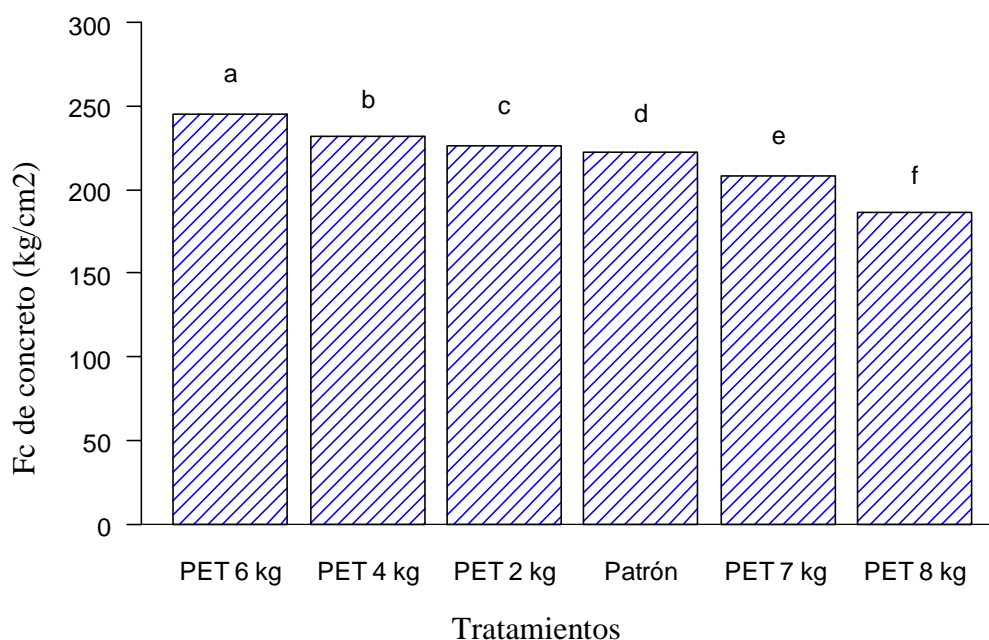
Tabla 58

Estadísticos básicos de la resistencia a la compresión del concreto a los 21 días

Tratamientos	f'c (kg/cm ²)	Desviación estándar	Repetición	Mínimo	Máximo
PET 6 kg	244.970	0.524	3	244.530	245.550
PET 4 kg	232.087	0.839	3	231.370	233.010
PET 2 kg	226.070	1.372	3	224.540	227.190
Patrón	222.707	0.932	3	221.690	223.520
PET 7 kg	208.633	0.870	3	207.820	209.550
PET 8 kg	186.200	1.173	3	185.080	187.420

Figura 39

Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET



En la Figura 39, las letras a, b, c, d, e y f representan grupos homogéneos para un p-valor ≤ 0.05 según la prueba de Duncan. A los 21 días de ensayo, como se observa en la Tabla 58, como en el caso de los ensayos a los 7 y 14 días, la mayor resistencia a la compresión del concreto de 244.970 kg/cm² se logró con el tratamiento de 6 kg de PET reciclado, seguido por los tratamientos de 4 kg y 2 kg de PET reciclado que indujeron

232.087 kg/cm² y 226.070 kg/cm² respectivamente los mismos que son diferentes estadísticamente. A los 21 días, la resistencia sin el PET fue de 222.707 kg/cm², la cual es significativamente superior que las resistencias de 208.633 kg/cm² y 186.206 kg/cm² conseguidas con los tratamientos de 7 kg y el 8 kg de PET reciclado. La sustitución de 6 kg de PET reciclado a la mezcla del concreto además de inducir mayor resistencia del concreto, también presentó una menor variabilidad como se observa en la Tabla 58.

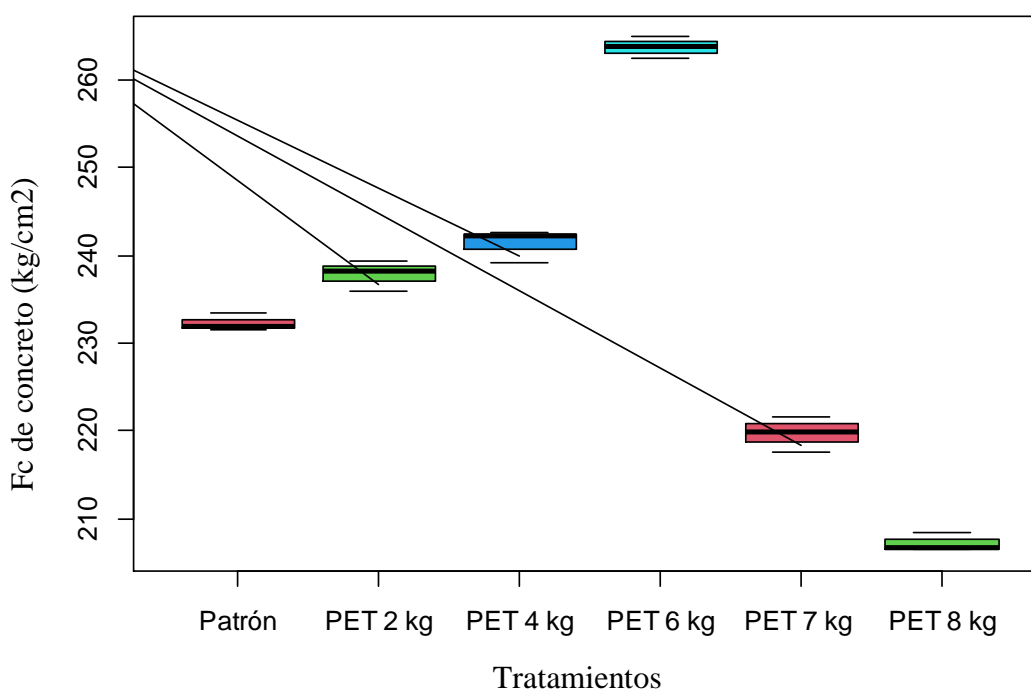
El coeficiente de variación (CV) del análisis de varianza para la resistencia a la compresión del concreto a los 21 días fue de 0.449 %, esto indica una mínima variación o una alta homogeneidad de los tratamientos en las unidades de análisis. Está muy baja variabilidad probablemente esté ligado en partes con el mínimo número de repeticiones para cada tratamiento.

4. Resistencia a la compresión del concreto a 28 días

En la Figura 40, se muestra que, a los 28 días, similar que en los ensayos realizados a los 7, 14 y 21 días, las probetas de concreto que contienen el 6 kg de PET reciclado presentaron la mayor resistencia, mientras que las bajas resistencias se obtuvieron en los tratamientos de 7 kg y 8 kg de PET reciclado, en este último, la resistencia inclusive es inferior que 210 kg/cm² para el que fue realizado el diseño de mezcla.

Figura 40

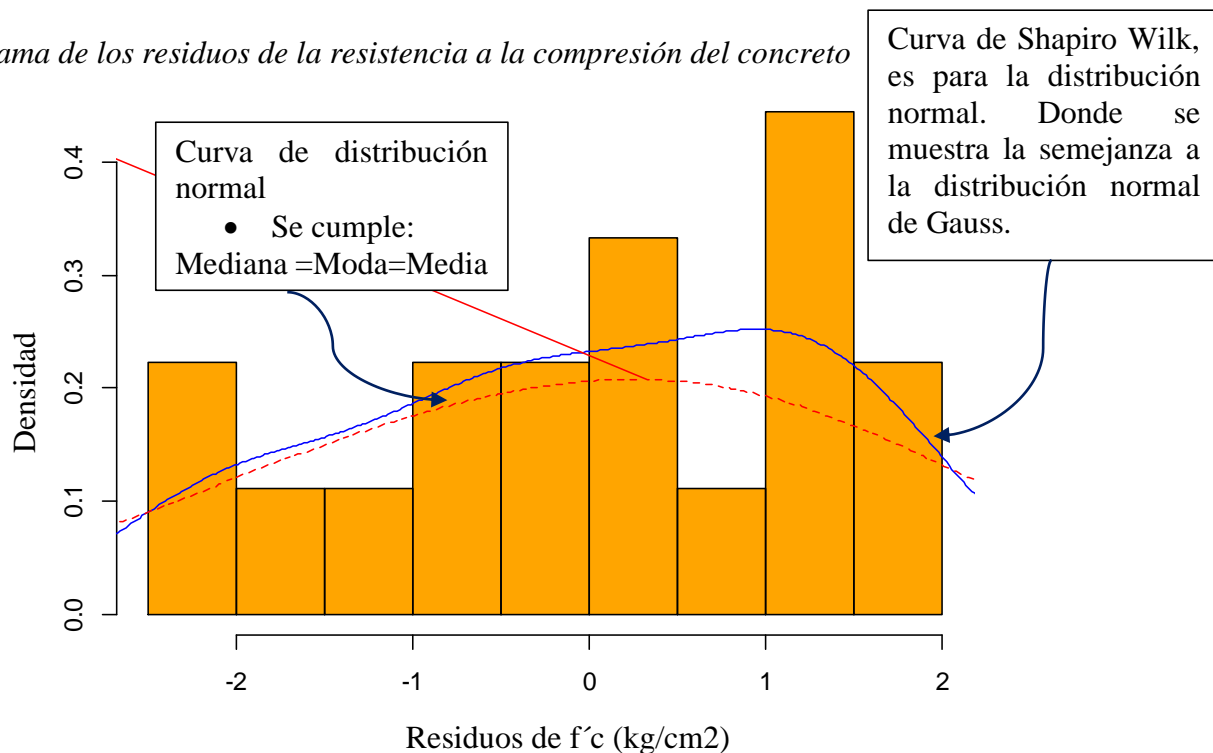
Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET



Para el análisis de varianza se creó primero el modelo lineal para el diseño completamente al azar, cuyo coeficiente de determinación múltiple (R^2) indica que el 99.48 % de la variación de las resistencias del concreto a los 28 días es explicada por el factor tratamiento a base de PET reciclado. De manera similar, los residuos del modelo siguen la distribución gaussiana tal como se observa en la curva de densidad (Figura 41) y corroborado con la prueba de Shapiro Wilk (p -valor = 0.02). Del mismo modo, existe homogeneidad de las varianzas de las resistencias en cada uno de los tratamientos según la prueba de Bartlett cuya probabilidad crítica fue de 0.403, tampoco se detectaron valores atípicos de los residuos, el mismo que se verificó con la prueba de Bonferroni (p -valor = 0.082) superior que el 5 %.

Figura 41

Histograma de los residuos de la resistencia a la compresión del concreto

**Tabla 59**

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	5	5595	1119	458.7	2.9e-13***
Residuos	12	29	2.4		
Total	17	5624			

* Nivel de significancia

$$F_{cal} > F_{tab}; P \leq 5\%; \text{ por lo tanto se acepta } (H_a)$$

El análisis de varianza que se presenta en la Tabla 59, muestra el efecto significativo de PET en la resistencia a la compresión del concreto con p-valor < 0.000. Es decir, que al menos con una de las dosis de PET reciclado se logró mejorar de forma significativa la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el testigo. Para identificar al mejor tratamiento se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, para un intervalo de confianza de 95 %.

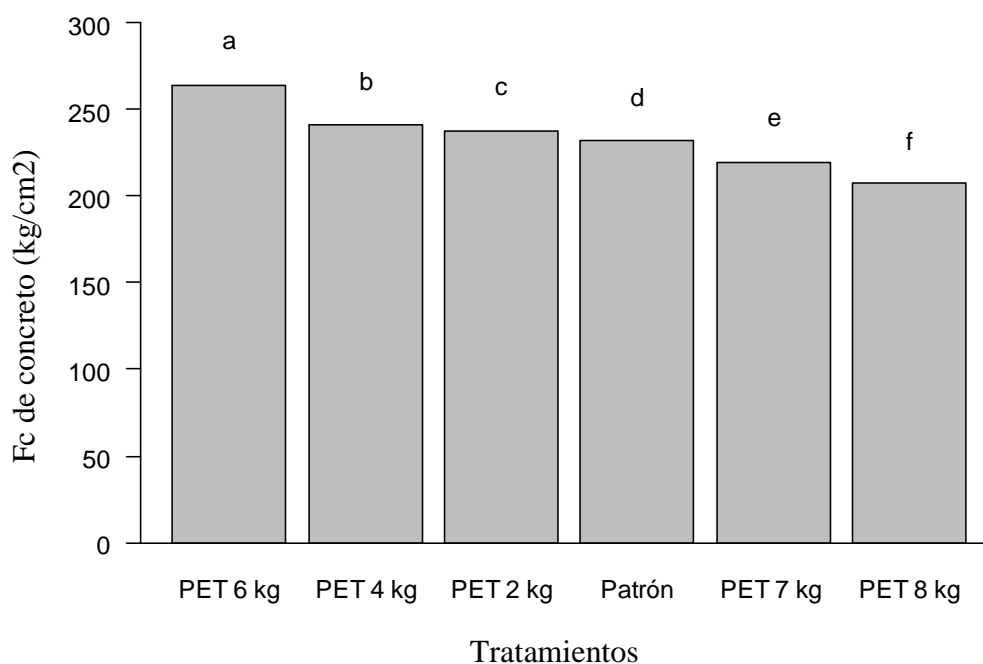
Tabla 60

Estadísticos básicos de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

Tratamientos	f'c (kg/cm ²)	Desviación estándar	Repetición	Mínimo	Máximo
PET 6 kg	263.630	1.226	3	262.370	264.820
PET 4 kg	241.330	1.931	3	239.120	242.690
PET 2 kg	237.833	1.815	3	235.860	239.430
Patrón	232.327	0.960	3	231.580	233.410
PET 7 kg	219.783	1.995	3	217.710	221.690
PET 8 kg	207.273	1.099	3	206.490	208.530

Figura 42

Resistencia a la compresión del concreto en función a los tratamientos con PET



En la Figura 42, las letras a, b, c, d, e y f representan grupos homogéneos para un p-valor ≤ 0.05 según la prueba de Duncan. A los 28 días de ensayo, como en el caso de los ensayos realizados a los 7, 14 y 21 días, lo logró una mayor resistencia del concreto de 263.630 kg/cm² con la incorporación de 6 kg de PET reciclado en la mezcla de concreto. Las resistencias conseguidas con los tratamientos de 2 kg, 4 kg y el testigo fueron de 237.833

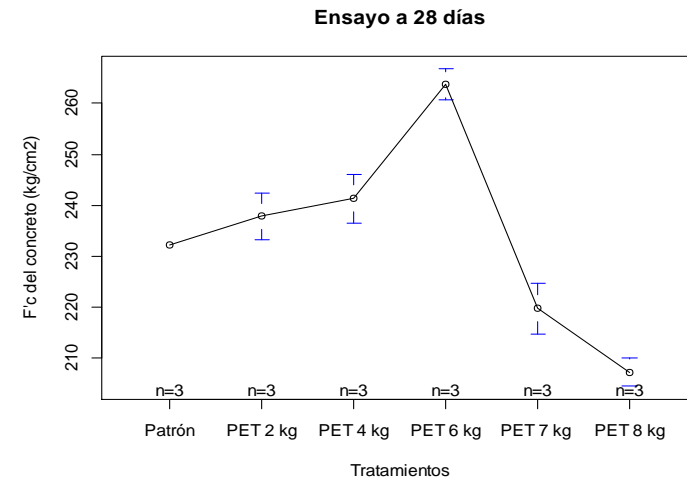
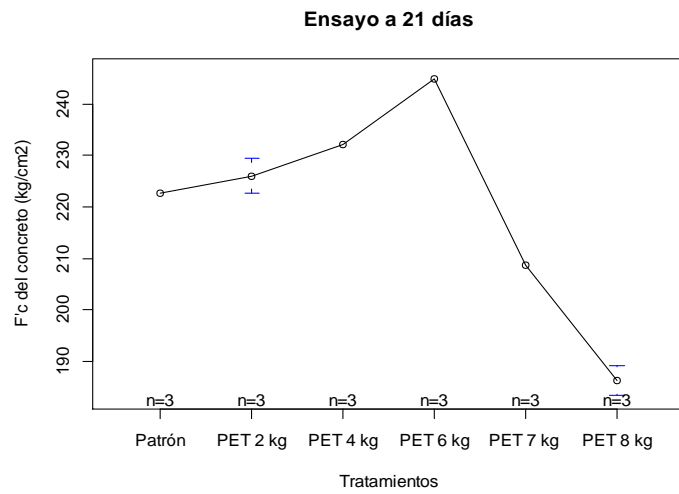
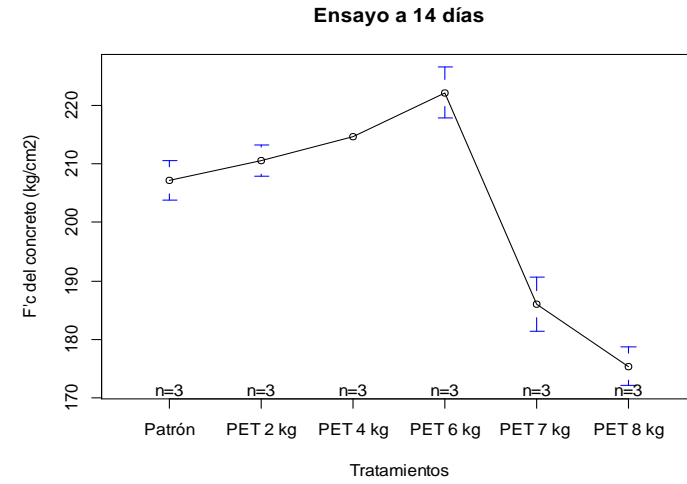
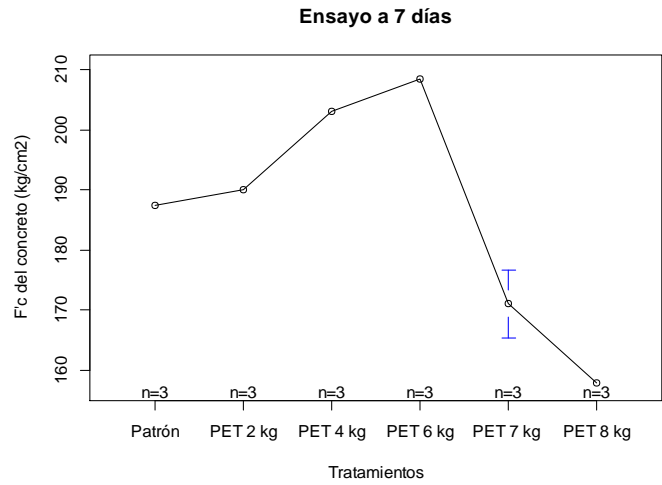
kg/cm², 241.330 kg/cm² y 232.327 kg/cm² respectivamente, estas presentan diferencias estadísticas. Por otro lado, no se logra mejorar la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de altas concentraciones de PET como en el caso de 7 kg y 8 kg de PET, para estos tratamientos las resistencias de 219.783 kg/cm² y 207.273 kg/cm² fueron estadísticamente inferiores que la resistencia lograda con el testigo, como se observa en la Tabla 60.

El coeficiente de variación (CV) del análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días fue de 0.668 %, esto indica una mínima variación o una alta homogeneidad de las resistencias en las unidades de análisis. Esta mínima variabilidad de la resistencia probablemente esté ligado en partes con el mínimo número de repeticiones para cada tratamiento.

La resistencia a la compresión del concreto es ampliamente superior que la resistencia de 210 kg/cm² para el que fue realizado el diseño de la mezcla de concreto, especialmente para los tratamientos de 2 kg, 4 kg y 6 kg de PET reciclado. En todos los tratamientos, la resistencia del concreto mostró una tendencia de incremento en las 4 fechas del análisis como era de esperarse. De forma general, las resistencias máximas y mínimas fueron para los tratamientos de 6 kg y 8 kg de PET reciclado respectivamente.

Figura 43

Resistencia media a la compresión del concreto a los 7, 14, 21 y 28 días



4.2. Contrastación de hipótesis

Los tratamientos de la sustitución de fibras de tereftalato de polietileno PET recicladas, con tratamientos de $T_1 = 2\text{kg}$, $T_2 = 4\text{kg}$, $T_3 = 6\text{kg}$, $T_4 = 7\text{kg}$ y $T_5 = 8\text{kg}$, lograron superar los valores de la resistencia a la compresión de las probetas del concreto patrón, en todas las edades de curado, donde el mejor resultado fue el Tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas, el cual se realizó la sustitución de 6kg de PET reciclado al agregado grueso, por lo tanto, se comprueba que al menos un tratamiento de la sustitución de fibras de tereftelato de polietileno PET recicladas influyen en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm^2 para su uso en infraestructura menores de riego. Además, estadísticamente se demostró que $F_{cal} \geq F_{tabular}$ y $P < 5\%$ por tanto, se acepta la hipótesis alterna (H_a).

4.3. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos del diseño de mezcla según la norma ACI-211, en el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, para el agregado fino (arena gruesa) se obtuvo un contenido de humedad de 8.48%, moduló de fineza de 2.98, porcentaje de absorción de 2.90%, peso específico de masa de 2.63 y para el agregado grueso (piedra chancada) tenemos un tamaño máximo nominal de 3/4", peso seco compactado de 1879 kg/m^3 , peso específico de masa de 2.62, porcentaje de absorción de 1.30%, contenido de humedad de 4.78%. Estos resultados no corroboran a la investigación de Mejía y Pérez (2019), donde menciona que las propiedades físicas - mecánicas tuvo los siguientes resultados para agregado fino, absorción 1.68 %, módulo de finura 2.8, y el agregado grueso con tamaño máximo nominal 3/4", absorción 1.85, contenido de humedad 2.45. El cual se observa que los resultados varían con el antecedente ya que puede ser que sea por los materiales que son de diferentes puntos de canteras.

En base a los resultados obtenidos del diseño de mezcla obtenemos la dosificación en peso, con esos valores calculamos la cantidad de materiales para 1 probeta para el concreto patrón tal como se observa en la Tabla 29, para el agregado fino (arena gruesa) se obtuvo 5.08 kg, agregado grueso (piedra chancada) 5.26 kg, cemento 2.24 kg, y la cantidad de agua 0.64 kg. Para el diseño para el concreto con tratamiento $T_1 = 2\text{kg}$ PET recicladas (sustituyendo al agregado grueso) se observa en la Tabla 30, la cantidad de agregado grueso 5.25 kg, Fibras de tereftalato de polietileno PET reciclada 11.13 gr. Para el diseño para el concreto con tratamiento $T_2 = 4\text{kg}$ PET recicladas, se observa en la Tabla 31, para el agregado grueso es 5.24 kg, fibras de tereftalato de polietileno PET reciclada 22.27 gr. Para el diseño para el concreto con tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas, se observa en la Tabla 32, para el agregado grueso 5.23 kg, fibras de tereftalato de polietileno PET reciclada 33.40 gr. Para el diseño para el concreto con tratamiento $T_4 = 7\text{kg}$ PET recicladas se observa en la Tabla 33, para el agregado grueso 5.22 kg, fibras de tereftalato de polietileno PET reciclada 38.97 gr. Para el diseño para el concreto con tratamiento $T_5 = 8\text{kg}$ PET recicladas se observa en la Tabla 34, para el agregado grueso 5.21 kg, fibras de tereftalato de polietileno PET reciclada 44.54 gr. Estos resultados no guardan relación a la investigación de Espinoza & Quispe (2020), donde menciona que la cantidad de materiales obtenido para 1 probeta para el concreto patrón tuvo los siguientes resultados, para el agregado grueso 5.88 kg, agregado fino 4.19 kg, cemento 1.69 kg y cantidad de agua 1.32 kg. Para el tratamiento 01 (1% PET reciclada), sustituyendo al agregado grueso), la cantidad de agregado grueso es 5.82 kg, Fibras de tereftalato de polietileno PET reciclada 0.59 kg. Para el tratamiento 02 (3% PET reciclada), cantidad de agregado grueso 5.70 kg, Fibras de tereftalato de polietileno PET reciclada 1.76 kg. Para el tratamiento 03 (6% PET reciclada), la cantidad de agregado grueso 5.52 kg, Fibras de tereftalato de polietileno PET reciclada 3.53 kg, donde se verifica que los resultados de la cantidad de materiales (agregados) y del PET reciclado varían con

el antecedente ya que se está sustituyendo en porcentaje en peso al agregado grueso de (1%, 3% y 6%), por ello las cantidades obtenidas de PET reciclado no son similares no son similares.

De acuerdo al ensayo realizado del cono de Abrams se determinó el asentamiento (Slump) donde el resultado obtenido del concreto patrón se verifica en la Tabla 35, es de 3". En la tabla 36, del tratamiento $T_1 = 2\text{kg}$ PET recicladas, es 3.46". En la Tabla 37, del tratamiento $T_2 = 4\text{kg}$ PET recicladas, es 3.54". En la Tabla 38, del tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas, es de 3.74". En la Tabla 39, del tratamiento $T_4 = 7\text{kg}$ PET recicladas es de 3.85" y en la Tabla 40, del tratamiento $T_5 = 8\text{kg}$ PET recicladas es de 3.94". Estos resultados corroboran con la investigación de Mejía y Pérez (2019), donde concluye que al incorporar un aditivo en una mezcla de hormigón que se adiciona PET optimiza el asentamiento o Slump de acuerdo al diseño de mezcla y la incorporación de diferentes porcentajes de PET reciclado también aumenta el Slump, donde concluye que una buena trabajabilidad es cuando tiene un Slump de 3.75", para el tratamiento T2 (3% PET recicladas),

En base a los resultados obtenidos en la Tabla 52 y Figura 29 se observa que los valores de resistencia a compresión del Tratamiento $T_1 = 2\text{kg}$ PET recicladas sustituyendo 2 kg de Tereftelato de polietileno reciclado al agregado grueso (Piedra chancada), superan a los valores de la resistencia patrón, en todas las edades de curado, donde el tratamiento (T1) tiene una resistencia a compresión de 237.83 kg/cm² a los 28 días de curado teniendo un incremento de 2.4% de la resistencia con respecto al concreto patrón que se obtuvo una resistencia de 232.33 kg/cm², en el Tratamiento $T_2 = 4\text{kg}$ PET recicladas, se obtuvo una resistencia de 241.33 kg/cm², donde tuvo un incremento de 3.90% de la resistencia con respecto al concreto patrón, en el tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas, es la adecuada para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$. Aplicables en infraestructura menor de riego, donde se obtuvo una resistencia de 263.63 kg/cm² a los 28

días de curado teniendo un incremento de 13.5% con respecto al concreto patrón, a los 28 días de curado, el menor resultado que se obtuvieron en la resistencia a la compresión fueron los tratamientos T_4 y T_5 , donde se obtuvo una resistencia para el (T_4), de 219.78 kg/cm² a los 28 días de curado teniendo un decremento de -5.4% con respecto al concreto patrón y para el (T_5) se obtuvo una resistencia de 207.28 kg/cm² teniendo un decremento de -10.8% con respecto al patrón, estos resultados guardan estrecha relación con las investigación de Mejia y Perez (2019), quienes mencionan que el mejor tratamiento de la resistencia a la compresión es el $T_3 = 6\text{kg PET}$ recicladas, incrementado 2.29% en comparación con el concreto patrón a los 28 días. Por otra parte, en la investigación de Sifuentes (2016), nos menciona que los concretos adicionados con fibras de polipropileno presentan una resistencia mayor con el tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET}$ recicladas, teniendo un incremento de 16.20% con respecto al °C patrón. De acuerdo a ello los resultados no varían con los antecedentes.

De acuerdo a los resultados estadístico obtenido para la resistencia a la compresión para los 7 días de curado se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 0.583%, para el 14 día de curado se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 0.698%, para el 21 día de curado se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 0.449%, para el 28 día de curado se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 0.668%, donde se verifica que los datos obtenido son confiables ya que en todas las edades de curado se cumple que $F_{cal} \geq F_{tabular}$ y $P < 5\%$, estos resultados guardan estrecha relación con la investigación de Andía y Erazo (2021), donde menciona que el coeficiente de variación (C.V.), a los 28 dias de curado obtuvo 0.022%, el cual concluyo que obtuvo una probabilidad de 0.0369%, donde cumple que $P < 5\%$. En la Figura 43 se observa la gráfica esfuerzo vs tratamientos de acuerdo a los días de curado de 7, 14, 21 y 28 respectivamente, a partir de tratamiento $T_3 = 6\text{kg PET}$ recicladas al tratamiento T_4 , decrece significativamente esto es debido al comportamiento de

la humedad del PET reciclado, peso específico y el asentamiento, donde se verifico al sustituir mayor cantidad de PET reciclado al agregado grueso aumenta también el Slump del concreto hasta ser muy fluido, la que influye en el decremento de la resistencia a compresión del concreto, donde estos resultados guardan una cierta similitud con la investigación de Andía y Erazo (2021), donde menciona que el decremento de la resistencia a la compresión del concreto con la adición del PET reciclado es debido a la humedad y la densidad.

Luego de analizar los resultados podemos decir que la sustitución de fibras de tereftelato de polietileno PET recicladas mejora de manera positiva en la resistencia del concreto, como podemos apreciar a mayor cantidad de 6kg de sustitución de PET recicladas al agregado grueso la resistencia a la compresión del concreto decremento con respecto al patrón.

V. CONCLUSIONES

Respecto al objetivo general, se analizó la sustitución de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para su uso en infraestructura menor de riego. Concluyendo que la sustitución de fibras PET recicladas al agregado grueso (Piedra chancada) influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto, donde se observó que influye inversamente proporcional en el resultado cuando se aplica la sustitución de fibras PET recicladas mayores a 6kg. La resistencia a la compresión decreció con respecto al concreto patrón.

Respecto al objetivo específico 1, Se realizó el diseño de mezcla de concreto $F'c = 210$ kg/cm² (patrón) empleando el método ACI 211, el cual nos permitió conocer los dosificaciones en peso para 1 m³ de concreto, tal como se muestra en la tabla 27. El cual se concluye que se obtuvo los siguientes resultados: agregado grueso (piedra chancada) es de 945.1 kg, agregado fino 912.3 kg, cemento tipo I (Sol) es de 404.10 kg = 9.5 bolsas y agua mezclada la cantidad de 115.6 kg.

Respecto al objetivo específico 2, Se Preparó el diseño para los tratamientos del experimento, para el concreto testigo donde se muestra la Tabla 29, para el tratamiento $T_1 = 2$ kg PET recicladas, ver la Tabla 30, para el tratamiento $T_2 = 4$ kg PET recicladas, ver la Tabla 31, para el tratamiento $T_3 = 6$ kg PET recicladas, ver la Tabla 32, para el tratamiento $T_4 = 7$ kg PET recicladas, ver la Tabla 33 y para el tratamiento $T_5 = 8$ kg PET recicladas ver, Tabla 34. El cual se concluye que el agregado fino, cemento y agua tienen la misma cantidad que del concreto patrón y de los tratamientos, solo varía la cantidad de agregado grueso y el PET reciclado, ya que la sustitución del tereftalato de polietileno PET reciclado se realiza con respecto al agregado grueso (piedra chancada).

Respecto al objetivo específico 3, Se determinó el asentamiento del concreto $F'c = 210$ kg/cm², según la norma NTP: 339.035 (2015), obteniéndose los siguientes resultados,

para el concreto patrón (Testigo), como muestra la Tabla 35, es de 3" (7.62cm), para el tratamiento T_1 , en la Tabla 36, es de 3.46" (8.80 cm), para el tratamiento T_2 , en la Tabla 37, es de 3.54" (9cm), para el tratamiento T_3 , en la Tabla 38, es de 3.74" (9.50 cm) , para el tratamiento T_4 , en la Tabla 39, es de 3.85" (9.80 cm) y para el tratamiento T_5 , en la Tabla 40, es de 3.94" (10.00 cm), el cual se concluye a mayor cantidad de PET el asentamiento (Slump) aumenta obteniendo en nuestro diseño una consistencia plástica, trabajable para el concreto patrón (testigo) y de los tratamientos donde el Slump está en el rango de 2"-4".

Respecto al objetivo específico 4, Se determinó la resistencia a la compresión del concreto patrón y de los tratamientos $T_1 = 2\text{kg}$ PET recicladas, $T_2 = 4\text{kg}$ PET recicladas , $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas, $T_4 = 7\text{kg}$ PET recicladas y $T_5 = 8\text{kg}$ PET recicladas, sustituyendo al agregado grueso (Piedra chancada), donde estos ensayos se realizaron a los 7, 14, 21 y 28 días de curado donde se muestra la Tabla 53, se observa que el Tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas, alcanza una resistencia de $f'c = 263.63 \text{ kg/cm}^2$, mientras cuando se sustituya una cantidad mayor de 6 kg de PET reciclado, la resistencia decrece manteniéndose por debajo de los valores del concreto patrón.

Respecto al objetivo específico 5, Se realizó la contratación de la hipótesis donde se comprobó que la sustitución de fibras de tereftelato de polietileno PET recicladas con tratamientos $T_1 = 2\text{kg}$ PET recicladas, $T_2 = 4\text{kg}$ PET recicladas, $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas lograron superar los valores de resistencia a compresión del concreto patrón, en todas las edades de curado. Y los tratamientos $T_4 = 7\text{kg}$ PET recicladas y $T_5 = 8\text{kg}$ PET recicladas, los valores de la resistencia a compresión decremantan con respecto al concreto patrón en todas las edades de curado, donde se verifico que el mejor tratamiento fue $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas, el cual se comprueba que al menos algún tratamiento influyen en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm^2 para su uso en infraestructura menores de riego.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar para próximas investigaciones la sustitución de fibras de tereftelato de polietileno PET recicladas, en otras resistencias de concreto tales como: 175 kg/cm², 280 kg/cm², 350 kg/cm². Con los mismos tratamientos.

Aplicar el concreto con el tratamiento T₃ = 6kg PET recicladas, sustituyendo al agregado grueso para 1 m³ de concreto, se puede utilizar en el diseño de mezcla para obras de infraestructura menor de riego (canales, repartidores, alcantarillas, etc.), para disminuir la contaminación del medio ambiente y mejorar la resistencia del concreto f'c=210 kg/cm².

Realizar una investigación sustituyendo el tereftelato de polietileno PET recicladas al agregado fino con el mismo tratamiento tomado en esta investigación para ver qué sucede con el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto.

Realizar en futuras investigaciones, donde se pueda efectuar un análisis comparativo de diferentes tipos de cantera sustituyendo las fibras de tereftelato de polietileno PET recicladas al agregado grueso, con las mismas proporciones que se realizó en esta investigación, para uso en infraestructura menor de riego.

Se recomienda a las entidades públicas y a las empresas privadas utilizar el diseño de mezcla con el tratamiento T₃ = 6kg PET recicladas (sustituyendo al agregado grueso), para su aplicación en la construcción de infraestructura menor de riego (canales, alcantarillas, aforadores de agua, sifones y disipadores de energía).

Se recomiendan las instituciones públicas para aplicar la presente investigación en infraestructura menores de riego.

VII. REFERENCIAS

- Abdullai, M., & Charles, K. (2021). Strength Characteristics of Recycled Polyethylene Fibre Reinforced Concrete. *Journal of Materials Science Research and Reviews*, 7(3), 33-41.
- Acebedo, A., & Posada, J. (2019). Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 18(34), 45-56. <https://doi.org/10.22395/rium.v18n34a3>
- Andía, J., & Erazo, R. (2021). Resistencia a la compresión del concreto con adición del poliestireno expandido y extruido reciclados. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 24(48), 307-314. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.20725>
- Arbelaez-Perez, O.F., Venites-Mosquera, J.F. Córdova-Palacios, Y.M. & Mena-Ramírez, K.P. (2020), Propiedades mecánicas del concretos modificados con plástico marino reciclado en reemplazo de los agregados finos. *Revista Politécnica*, 16 (31), 77-84. . <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a6>
- ASTM, C. (2016). *Standard specification for concrete aggregates*. https://doi.org/10.1520/C0033_C33M-16E01
- Babel, J.J. V., Baicker, K., Boggio, P.S., Capraro, V., Cichoka, A., Cikara, M., Crockett, M. J., Crum, A.J., Douglas, K.M., Druckman, J.N., Drury, J., Dube, O., Ellemers, N., Finkel, E.J., Fowler, J.H., Gelfand, M., Han, S., Haslam, S.A., Jetten, J., ... Willer, R. (2022). Proyecto de Investigación evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional reemplazando con agregado grueso con polietileno de tereftalato de distinta proporciones. *Nature Human Behaviour*, 4(5), 460-471.
- Banco Mundial. (20 de Septiembre de BM 2018). Los desechos a nivel mundial crecerán un 70% para 2050, menos que se adopten medidas urgentes. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Caballero, B., & Florez, O. (2016). *Elaboración de Bloques en Cemento Reutilizando el Plástico Polietilen-Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la*

- construcción, [Tesis de grado], Universidad de Cartagena. Repositorio Institucional, Cartagena. <https://hdl.handle.net/11227/4404>*
- Cárdenas, J., Rodríguez, S., & Higuera, C. (2020, Junio). Evaluation of the compressive behavior and physical properties of recycled PET fibers reinforced cement mortars. *Scientia et Technica - Universidad Tecnológica de Pereira*, 25(02), 269-278. <https://doi.org/10.22517/23447214.23771>
- Castillo, A. F. (1995). *Tecnología del concreto*. Lima, Peru.
- Caxi, D., & Mamani, A. (2021). *Estudio de la influencia del tereftalano de polietileno (PET) y polopropileno (PP) en concretos convencionales para su aplicación en pavimentos Rígidos [Tesis de grado], Universidad Peruana Union. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/4998>*
- Chaiña, N., & Larino, R. (2021). *"Influencia del Poliestireno Expandido en la Resistencia a la Compresión, Densidad y Aislamiento Térmico en Unidades de Albañilería de Concreto en muros portantes en tacna, 2021" [Tesis de grado], Universidad Privada de Tacna. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2161>*
- Chero, K., & Rodríguez, J. (2020). *Influencia del Tereftalato de Polietileno adicionado al Concreto en el módulo de elasticidad -Universidad privada Antenor Orrego. Repositorio Institucional.*
- Espinoza, M., & Quispe, L. (2020). *Comportamiento mecánico del concreto con incorporación del PET para canales de riego erosionables del distrito de Nueva Cajamarca, 2020 - [Tesis de grado], Universidad César Vallejo. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55305>*
- Fernandez, C. (2013). *Diseño de hormigones con porosidad controlada*. Universidad Politecnica de Catalunya.
- Fidalgo, O. E. (S.f). *Unidad Didáctica "Materiales Plásticos y Polímeros" - ppt. <https://slideplayer.es/slide/12278576/>*
- Flores, D.Q. (2020). *Efecto del Reciclado de las fibras de las botellas Pet en la Resistencia*

del Concreto Normal. 051, 122-133.

García, S., Bracho, N., & López, W. (2017). Estudio del Efecto de la Adición de Residuos De Plásticos en la Fabricación. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y materiales*, 7, 55-59. <https://doi.org/2244-7113>

Gómez, J. G. (2016). *Diagnóstico del impacto del plástico - botellas sobre el medio ambiente: un estado del arte. [Tesis de grado]* Universidad Santo Tomas. Repositorio Institucional, Colombia.

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y diseño*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V. (ed.); Secta edic). Educación, Mc Graw Hill.

Instituto Americano del Concreto 211.4R-08. (ACI 2008). “*Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials*. Reported by ACI Committee 211. <https://doi.org/American Concrete Institute>.

Irma Minaya. (14 de mayo de 2021). *Áncash Noticias*. Más de 60 toneladas de basura al día se recolecta en Huaraz: <https://ancashnoticias.com/2021/05/14/mas-de-60-toneladas-de-basura-al-dia-se-recoleta-en-huaraz/#>:

Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). Diseño y control de mezclas de Concreto. *In Journal of Experimental Botany*, 62(1), México: Portland Cement Association.

Lapa, R. J. (2020). *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades [Tesis de pregrado]*, Universidad Continental. Repositorio Institucional Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7710>

Marrufo, J. (2015). *Influencia en la resistencia del concreto al incorporar parcialmente ceniza de arroz por cemento portland*.

Mehta, P., & Monteiro, P. (2016). *Segregación del concreto*. <https://doi.org/https://es.scribd.com/document/333453799/Segregacion-Del-Concreto>. [Consultado el

12/10/18].

Mejía, J., & Pérez, Y. (2019). *Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras Poliméricas recicladas PET [Tesis de grado]*, Universidad Católica de Colombia. Repositorio Institucional, Bogotá.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/co/>

Meza, J., & Perez, J. (2021). *Resistencia a la compresión de concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por plástico triturado, Tarapoto - 2021 [Tesis de grado]*, Universidad Cesar Vallejo. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/67546>

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017).

Norma Técnica Peruana 334.001. (NTP 2011). *Cementos. Definiciones y nomenclatura*. <https://doi.org/https://es.scribd.com/document/428345536/Ntp-334-001->

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 4a). Bogota: Ediciones de la U.

Organización Británica Verisk Maplecroft. (09 de Julio de 2019).

Organización De Naciones Unidas. (05 de Julio de ONU 2018). *Noticias ONU*. <https://www.elpais.com.co/medio-ambiente/solo-el-9-del-plastico-que-se-consume-en-el-mundo-se-recicla-advierte-la-onu.html>

Palacios, A. (2014). *Elaboración de PET-Concreto, Buscando mejorar sus Propiedades - [Tesis de maestría]*, Universidad Nacional Autónoma de Mexico.

Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería.

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7000/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pasquel, C. E. (1998). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. Lima.

Pelisser, F., Klegues, O., Paul, P., & Ramos, H. (2012). Mechanical properties of recycled PET fibers in concrete. *Materials Research*, 15(4), 679-686. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1516-14392012005000088>

Pérez, C. E. (2021). *Influencia del PET- PCR como Aditivo en las Propiedades de concreto para losas aligeradas [Tesis de grado]*, Universidad Peruana los Andes. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2819>



- Pinedo, P. J. (2019). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018 [Tesis de grado], Universidad Nacional de San Martín de Tarapoto. Repositorio digital ciencia, tecnología e innovación. <http://hdl.handle.net/11458/3458>*
- Puentes Calderón, C.I. (2021). Universidad Peruana los Andes. *Universidad Peruana los Andes, 1-20. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1592>*
- Plastic and health. (2013). El plástico y la salud los Costos ocultos de un Planeta Plástico Producción mundial de plástico y tendencias futuras. *Plastic and health.*
- Quenta, D. (2019). Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en la resistencia del concreto normal. *Revista de Investigaciones de la escuela de Posgrado Universidad Nacional del Altiplano, 9(3), 122-133. <https://doi.org/https://doi.org/10.26788/riepg.v9i3.1734>*
- Quisocala, J., & Jacho, E. (2021). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280kg/cm^2 con adición de fibras PET recicladas en Juliaca -Puno [Tesis de grado], Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66061>*
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.060 Concreto Armado. (2009). *Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento. Lima - Perú. epósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-07742.*
- Reyes, J., & Gutiérrez, M. (2010). *Análisis de la resistencia a la Compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla.*
- Rivera, L. G. (2011). *Concreto simple.* Universidad del Cauca.
- Rivva, L. E. (2007). *Diseño de mezclas.* Lima.
- Rojas Cairampoma, M. (2019). *Gestión holística de la redacción científica.* (Sexta Edic). <http://mrojas.perulactea.com/http://mrojas.perulactea.com/wp-content/uploads/2019/02/Gestion-Redac-cient-2019-VENTA-PDF.pdf>
- Saucedo, J., Atoche, J., & Muñoz, S. (2021). Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: Revisión de la literatura. *Avances Investigación en Ingeniería, 18(2), 1-13. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/AVANCES.2.6942>*
- Sifuentes, J. (2016). *Resistencia a compresión uniaxial de concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ de*

agregados de cerro con la adición de fibras de polipropileno, UPN - 2016 - [Tesis de grado], Universidad Privada del Norte. Repositorio Institucional.
<https://hdl.handle.net/11537/9984>

Solórzano, J., & Cerna, M. (2022). Influencia de la adición del 0.2%, 0.3% y 0.4% de tereftalato de polietileno en las propiedades de resistencia y permeabilidad de pavimento de concreto. *Repositorio Institucional* (22), 2-8.

<https://doi.org/https://doi.org/10.36561/ING.22.2>


The Minderoo Foundation. (2019). <https://es.statista.com/grafico/25010/paises-con-la-mayor-cantidad-de-residuos-plasticos-de-un-solo-uso-generados/>

Valer, P.E. (ORCID: (2014)). *Mejoramiento en el diseño de un Pavimento Rígido incorporando Fibras de Plástico PET reciclado. 1-91.*

VIII. ANEXOS

Anexo (A)


Certificación de resultado de contenido de Humedad del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Cíviles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





SOLICITA : MILTON FREDDY OSORIO MELÍA

PROYECTO : SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECIDADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIESGO



CANTERA
PARMIRANCA

FECHA
07-02-2023


CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

POZO	C-01		C-02	
	1	2	3	4
MUESTRA	MA-01 (Ag. Fino)		MA-01 (Ag. Grueso)	
MATERIAL	ARENA GRUESA		PIEDRA CHANCADA	
FRASCO N°				
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	143.80	144.75	133.52	134.50
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	134.50	135.20	128.40	129.40
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	9.40	9.55	5.02	5.10
(4) Pfr (gr)	25.40	22.90	22.80	23.50
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	111.10	112.30	105.60	105.90
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	8.46	8.50	4.75	4.82
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	8.48%		4.78%	

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo húmedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

INGENIERO CIVIL, CIP N° 57800
Socio en Ingeniería Geotécnica
Membro en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO




REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131873



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📠 3R Geoingeniería SAC

Anexo (B)

Certificación de resultado del Análisis Granulométrico por Tamizado Agregado Fino (Arena Gruesa), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.




3R GEOINGENIERÍA S.A.C.


LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





SOLICITA : NELSON FREDDY OSORO MEJIA

PROYECTO : INSTALACION DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO

REGLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO

FECHA : 07-03-2023

CANTERA : PAVENARUNDA

ARENA GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO


CLASIFICACION ASTM C-33


PESO INICIAL SECO :	2.280.00	grs	% QUE PASA MALLA No 200 :	4.80
PESO LAVADO SECO :	2.151.44	grs	% RETENIDO MALLA 3"	0.00

Tamizos ASTM	Aberturas (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
2"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
No 8	2.380	412.44	18.25	18.25	81.75
No 16	1.190	513.14	22.51	40.76	59.24
No 30	0.590	524.28	23.09	63.85	36.15
No 50	0.297	429.78	18.81	82.66	17.34
No 100	0.149	197.28	8.75	91.41	8.59
No 200	0.074	74.30	3.28	94.69	5.31
> No 200	0.000	0.00	0.00	94.69	5.31
TOTAL		2151.44	94.69		

Nota: Límite máximo de Grava = 5%

GRAVA	ARENA	FINOS
0.00	94.69	5.31





GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
0.00	94.69	5.31


REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°001318771

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Huan - Casabaylo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



Anexo (C)

Certificación de resultado del Análisis Granulométrico por Tamizado – Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.





3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





SOLICITA: MILTON FREDDY OSORIO MEJIA PROYECTO: DISTRIBUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIÉTERILENO REQUERIMIENTOS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO P=010 kg/m ² FIBRA SUJECION INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO	CANTERA: PARARANCA PIEDRA CHANCADA FECHA: 07-03-2023
--	--

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACIÓN ASTM C-33

PESO INICIAL SECO: 4,608.00 gm

PESO LAVADO SECO: 4,576.38 gm

TAMAÑO MÁXIMO: 30"

% QUE PASA MALLA No 4: 0.52

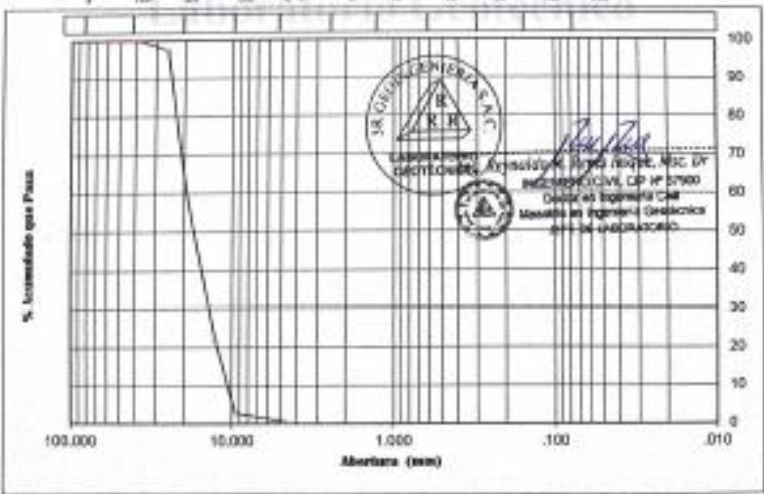
% RETENIDO MALLA 5": 0.00

Tamizos ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	125.40	2.73	2.73	97.27
3/4"	19.050	1764.20	38.29	41.02	58.98
1/2"	12.500	1711.00	37.15	78.17	21.83
3/8"	9.525	866.20	18.79	96.96	3.04
No 4	4.750	110.00	2.41	99.37	0.63
No 8	2.360	0.00	0.00		
No 16	1.180	0.00	0.00		
No 30	0.590	0.00	0.00		
No 50	0.297	0.00	0.00		
No 100	0.149	0.00	0.00		
No 200	0.074	0.00	0.00		
> No 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		4576.38	99.48		

GRAVA

ARENA

FINOS





GRAVA (%) = 99.48

ARENA (%) = 0.52

FINOS (%) = 0.00

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°06131871





Ing. Reynaldo Reyes, MSc. DT
Ingeniero Civil, D.P. N° 57900
Diplomado en Ingeniería Civil
Máster en Ingeniería Geotécnica
N° 134 UNABRACOR.

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo

Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia

e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



Anexo (D)

Certificación de resultado del Peso Especifico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa) y Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE- Consultor de Obras N° C39006



PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION



SOLICITA : NILTON FREDDY OSORIO MEJÍA

PROYECTO : SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
F_c=210 kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO

CANTERA : PARIHUANCA

FECHA : 07-02-2023

Identificación (Agregado)	FINO	GRUESO
Tamaño Máximo de la muestra	Malla # 4	1/2"
Tipo de Frasco Utilizado	Floja	Probeta
Peso Frasco + Agua = (A)	647.00	1685.80
Peso mat. y Sup. Seca en Aire = (B)	200.00	500.00
Mat. Sat. + Agua + Frasco: A+B = (C)	847.00	2165.80
Peso Global con Desplaz. de Vol. = (D)	771.00	1975.00
Peso Vol. Masa + Vol. Vacios: C-D = (E)	76.00	190.80
Peso Mat. Sat. y Sup. Seca en Agua = (F)	----	----
Peso Secado en Estufa a 100°C = (G)	----	----
Peso del Vol. De la Masa: E-(B-C) = (H)	----	----
P.E. Bulk (Base Seca) = G/E	----	----
P.E. Bulk (Base Saturada) = B/E	2.63	2.62
P.E. Aparente o Relativo = G/H	----	----

N° de Tarro	1	2
Peso del Tarro + Mat. BSS en Aire = (a)	115.70	113.25
Peso del Tarro + Mat. Secado en Estufa = (b)	109.20	112.10
Peso del Agua (a-b) = (c)	2.50	1.15
Peso del Tarro = (d)	23.10	23.50
Peso del Material Secado en Estufa (b-d) = (e)	86.10	88.60
Porcentaje de Absorción = (c)x100/e	2.90	1.30

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871






Reynaldo M. Reyes Acosta, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 51900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Secretario en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO


Oficina Lima: Principios Mz. CC4 126 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M 127 - Urb Los Ficus - Carabaylo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeingenieria.com ☎ 954 709 070 📱 3R Geingeniería SAC

Anexo (E)

Certificación de resultado del Peso Unitario del Agregado Fino (Arena Gruesa) y Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Cíviles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



SOLICITA : NILTON FREDDY OSORIO MEJÍA

PROYECTO : SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
Ft=210 kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO

CANTERA : PAMAYUNCA


FECHA : 07-02-2023

PESO UNITARIO FINO - ARENA GRUESA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE	9185.00	9190.00	9180.00	9730.00	9755.00	9740.00
PESO DEL MOLDE	5050.00	5050.00	5050.00	5050.00	5050.00	5050.00
PESO DEL MATERIAL	3335.00	3340.00	3330.00	3880.00	3905.00	3890.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2080.00	2080.00	2080.00	2080.00	2080.00	2080.00
PESO UNITARIO	1.603	1.606	1.601	1.865	1.877	1.870
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.603			1.871		

PESO UNITARIO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE	9210.00	9200.00	9215.00	9775.00	9740.00	9780.00
PESO DEL MOLDE	5050.00	5050.00	5050.00	5050.00	5050.00	5050.00
PESO DEL MATERIAL	3360.00	3350.00	3365.00	3925.00	3890.00	3910.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2080.00	2080.00	2080.00	2080.00	2080.00	2080.00
PESO UNITARIO	1.615	1.611	1.618	1.887	1.870	1.880
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.615			1.879		



LABORATORIO GEOTECNICO

Reynaldo M. Reyes Reyes

LABORATORIO 3R GEOINGENIERIA S.A.C.


INGENIERO CIVIL, CAP N° 57900

División de Ingeniería Civil

Materia de Ingeniería Geotécnica

JEFE DE LABORATORIO

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871




Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo

Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia


e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📱 3R Geotecnología SAC


Anexo (F)

Certificación de Resultado de Diseño de Mezcla del Concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Arena Gruesa + Piedra Chancada 1/2" a 3/4"
DISEÑO: $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
INFORME N° 036-2023-3R-LG

SOLICITA : NILTON FREDDY OSORIO MEJÍA

PROYECTO : SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO

ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS (FCA)

CANTERA : PARIHUANCA

FECHA : 07-02-2023

MATERIALES:

AGREGADOS : Material de cantera traído por el interesado.

CEMENTO : Portland Tipo I ASTM C-150
Peso Específico = 3.11 gr/cm³. Cemento SOL

DATOS DEL AGREGADO FINO: Arena Gruesa

MODULO DE FINEZA	=	2.98
PESO ESPECIFICO	=	2.63 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	8.48 %
ABSORCION	=	2.90 %
PESO SECO SUELTO	=	1603 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1871 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO: Piedra Chancada 1/2" - 3/4"

PESO ESPECIFICO	=	2.62 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	4.78 %
ABSORCION	=	1.30 %
PESO SECO SUELTO	=	1615 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1879 Kg/m ³

VALORES DE DISEÑO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'_c)	=	210 Kg/cm ²
REVENIMIENTO	=	2 a 4 pulg
TAMAÑO MAXIMO	=	3/4 pulg
AGUA DE MEZCLADO	=	198 Kg/m ³

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingenieria SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



Factor de Seguridad	=	85
$f_{cr} = f_c + \text{Factor de Seguridad}$	=	295 Kg/cm ²
AIRE TOTAL (%)	=	2.00
RELACION A/C	=	0.49
CONTENIDO DE CEMENTO	=	404.1 Kg/m ³ = 9.5 bls.
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	=	0.48 M ³
CONTENIDO DE AGREG. GRUESO	=	901.9 Kg.
PESO DEL CONCRETO	=	2345.0 Kg/m ³
CONTENIDO DE AGREG. FINO	=	841.0 Kg.
AJUSTE POR HUMEDAD:		
AGREGADO GRUESO	=	945.1 Kg.
AGREGADO FINO	=	912.3 Kg.
AGUA DE MEZCLA NETA:		
AGUA EN EL AGREG. GRUESO	=	31.5 Kg.
AGUA EN EL AGREG. FINO	=	50.9 Kg.
AGUA DE MEZCLADO NETA	=	115.6 Kg.



CANTIDAD DE MATERIALES POR M³ DE CONCRETO Y PROPORCIONES

DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE:

Cemento	404.1 Kg =	9.5 Bolsas
Agregado Grueso	945.1 Kg.	
Agregado Fino	912.3 Kg.	
Agua de Mezclado	115.6 Kg.	

DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE:

Cemento	404.1 Kg =	9.5 bls =	0.268 M ³
Agregado Grueso	0.56 M ³		
Agregado Fino	0.52 M ³		
Agua de Mezclado	0.116 M ³ =	116 Lts.	

La proporción será:

Cemento	=	1.0
Agregado Grueso - Piedra Chancada 1/2" a 3/4"	=	2.1
Agregado Fino - Arena Gruesa	=	2.0

Recomendaciones:

- Lavar el agregado fino, hasta obtener el porcentaje permisible de finos.
- Zarandear el agregado grueso, hasta obtener el tamaño máximo del diseño.



INGENIERO CIVIL, CIP Nº 57000
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO


REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 005131871



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huancayo: In. Neway N° 579 652. Av. Confraternidad Int. Parcela N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing_reynaldo_reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📠 3R Geotecnica SAC

Anexo (G)


Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón, del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.




3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Cívicas y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG


TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F'C=210 kg/cm2 PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
MENOR DE RIEGO"



ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS


MUESTRA : CONCRETO PATÓN F'C=210 KG/CM2

FECHA : 11/04/2023



BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	f'c	%
N°	DESCRIPCION	Kg/cm2	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm2	(Kg/cm2) f'c/fc
1	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	13/03/2023	7	33,192.73	176.71	187.83 89%
2	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	13/03/2023	7	33,246.79	176.71	188.14 90%
3	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	13/03/2023	7	32,976.49	176.71	196.61 89%
4	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	20/03/2023	14	36,616.52	176.71	207.21 99%
5	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	20/03/2023	14	36,850.78	176.71	208.53 99%
6	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	20/03/2023	14	36,364.24	176.71	205.78 98%


 (R) Reynaldo Reyes Roque, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57600
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

REGISTRO INDEKOPI CERTIFICADO N° 00131871

Oficina Lima Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mr. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
 Oficina y Laboratorio Huara: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F^c=210 kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
MENOR DE RIEGO"



ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MUESTRA : CONCRETO PATÓN F^c=210 KG/CM²

FECHA : 11/04/2023

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
			MOLDEO	ROTURA					
7	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	27/03/2023	21	39,391.59	176.71	222.91	106%
8	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	27/03/2023	21	39,499.71	176.71	223.52	106%
9	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	27/03/2023	21	39,175.35	176.71	221.69	106%
10	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	03/04/2023	28	41,247.64	176.71	233.41	111%
11	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	03/04/2023	28	40,995.36	176.71	231.99	110%
12	PATRÓN (SIN PET)	210	06/03/2023	03/04/2023	28	40,923.28	176.71	231.58	110%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Riquelme, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL D.P. N° 57300
Docente en Ingeniería Civil
Máster en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Príncipes Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing_reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📺 3R Geoingeniería SAC



Anexo (H)

Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_1 = 2\text{kg}$ PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F'C=210 kg/cm2 PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
MENOR DE RIEGO"



ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MUESTRA : CONCRETO F'C=210 KG/CM2 – TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))

FECHA : 11/04/2023

N°	BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	Fc (Kg/cm2)	%
	DESCRIPCION	Kg/cm2	MOLDEO	ROTURA					
13	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	14/03/2023	7	33,661.25	176.71	190.48	91%
14	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	14/03/2023	7	33,517.09	176.71	189.67	90%
15	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	14/03/2023	7	33,553.13	176.71	189.87	90%
16	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	21/03/2023	14	37,211.18	176.71	210.57	100%
17	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	21/03/2023	14	37,030.98	176.71	209.55	100%
18	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	21/03/2023	14	37,409.40	176.71	211.69	101%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871




Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mr. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo

Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia

e-mail: lnr.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
 RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006




ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO
 RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
 CONCRETO F'C=210 kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
 MENOR DE RIEGO"



ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MUESTRA : CONCRETO F'C=210 KG/CM² – TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))

FECHA : 11/04/2023

BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	Fc	%	
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	f'c/fc
19	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	28/03/2023	21	40,022.29	176.71	226.48	108%
20	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	28/03/2023	21	40,148.43	176.71	227.19	108%
21	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	28/03/2023	21	39,679.91	176.71	224.54	107%
22	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	04/04/2023	28	41,680.12	176.71	235.86	112%
23	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	04/04/2023	28	42,094.58	176.71	238.21	113%
24	TRATAMIENTO 01 (T1= 2Kg (PET))	210	07/03/2023	04/04/2023	28	42,310.82	176.71	239.43	114%

REGISTRO INDECOPÍ CERTIFICADO N° 00131871



Reynaldo M. Reyes Rogay, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL OIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Geste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo (I)

Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_2 = 4\text{kg}$ PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

**TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F'c=210 kg/cm2 PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
MENOR DE RIEGO"**

ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MUESTRA : CONCRETO F'c=210 KG/CM2 – TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))

FECHA : 11/04/2023



N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm2	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	f _c (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
25	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	15/03/2023	7	35,805.62	176.71	202.62	96%
26	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	15/03/2023	7	35,896.72	176.71	203.13	97%
27	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	15/03/2023	7	36,003.84	176.71	203.74	97%
28	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	22/03/2023	14	37,949.99	176.71	214.75	102%
29	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	22/03/2023	14	37,787.81	176.71	213.84	102%
30	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	22/03/2023	14	38,076.13	176.71	215.47	103%





Ing. Reynaldo M. Reyes Rojas, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL, CIP N° 21900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
RFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylla

Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia

e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📱 3R Geoingeniería SAC

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
 RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006




ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F'c=210 kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
MENOR DE RIEGO"

ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MUESTRA : CONCRETO F'c=210 KG/CM² – TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))

FECHA : 11/04/2023



N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
			MOLDEO	ROTURA					
31	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	29/03/2023	21	41,175.56	176.71	233.01	111%
32	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	29/03/2023	21	40,977.34	176.71	231.88	110%
33	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	29/03/2023	21	40,887.24	176.71	231.37	110%
34	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	05/04/2023	28	42,256.76	176.71	239.12	114%
35	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	05/04/2023	28	42,797.36	176.71	242.18	115%
36	TRATAMIENTO 02 (T2= 4Kg (PET))	210	08/03/2023	05/04/2023	28	42,887.46	176.71	242.69	116%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871




Reynaldo M. Reyes Rojas, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 87900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📱 3R Geoingeniería SAC

Anexo (J)

Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.





3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006






ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
MENOR DE RIEGO"




ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

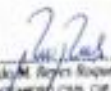

MUESTRA : CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² – TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))

FECHA : 11/04/2023

N°	BRIQUETA	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
	DESCRIPCION		MOLDEO	ROTURA					
37	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	16/03/2023	7	38,958.90	176.71	209.14	100%
38	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	16/03/2023	7	36,688.60	176.71	207.61	99%
39	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	16/03/2023	7	36,850.78	176.71	208.53	99%
40	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	23/03/2023	14	39,301.49	176.71	222.40	106%
41	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	23/03/2023	14	39,535.75	176.71	223.73	107%
42	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	23/03/2023	14	38,923.07	176.71	220.26	105%

REGISTRO INCOPI CERTIFICADO N° 00131177



Ing. M. Reyes Roque, M.Sc. Dr.
INGENIERO CIVIL, DIF N° 57901
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mt. CC4 L26 - Oficina S01 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mt. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo

Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia

e-mail: info.recoms@3rgeo.com web: www.3rgeoingenieria.com T: 954 306 070 F: 954 306 070



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
 RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006




ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
MENOR DE RIEGO"

ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MUESTRA : CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² – TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))

FECHA : 11/04/2023



N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
			MOLDEO	ROTURA					
43	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	30/03/2023	21	43,392.02	176.71	245.55	117%
44	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	30/03/2023	21	43,211.82	176.71	244.53	116%
45	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	30/03/2023	21	43,265.88	176.71	244.63	117%
46	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	06/04/2023	28	46,365.31	176.71	262.37	125%
47	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	06/04/2023	28	46,797.78	176.71	264.82	126%
48	TRATAMIENTO 03 (T3= 6Kg (PET))	210	09/03/2023	06/04/2023	28	46,599.56	176.71	263.70	126%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 06011871



Reynaldo Reyes
 Ing. Reynaldo M. Reyes Rojas, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL, OIP N° 51900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L25 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylla
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeotecnologia.com 954 709 070 3R Geotecnología SAC

Anexo (K)

Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_4 = 7\text{kg}$ PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA
TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO"



ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
MUESTRA : CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² – TRATAMIENTO 04 (T₄= 7Kg (PET))
FECHA : 11/04/2023

N°	BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	$f'c$	%
	DESCRIPCION	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	$f'c/fc$
49	TRATAMIENTO 04 (T ₄ = 7Kg (PET))	210	10/03/2023	17/03/2023	7	29,768.94	176.71	168.46	80%
50	TRATAMIENTO 04 (T ₄ = 7Kg (PET))	210	10/03/2023	17/03/2023	7	30,363.60	176.71	171.82	82%
51	TRATAMIENTO 04 (T ₄ = 7Kg (PET))	210	10/03/2023	17/03/2023	7	30,543.80	176.71	172.84	82%
52	TRATAMIENTO 04 (T ₄ = 7Kg (PET))	210	10/03/2023	24/03/2023	14	33,246.79	176.71	188.14	90%
53	TRATAMIENTO 04 (T ₄ = 7Kg (PET))	210	10/03/2023	24/03/2023	14	32,706.19	176.71	185.06	88%
54	TRATAMIENTO 04 (T ₄ = 7Kg (PET))	210	10/03/2023	24/03/2023	14	32,652.13	176.71	184.77	88%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871




Ing. Reynaldo Reyes Rojas, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL, CIP N° 51908
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Fios - Carabaylla
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📱 3R Geoingenieria SAC



3R GEOINGENIERIA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F'c=210 kg/cm2 PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
MENOR DE RIEGO"



ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MUESTRA : CONCRETO F'c=210 KG/CM2 – TRATAMIENTO 04 (T4= 7Kg (PET))

FECHA : 11/04/2023

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm2	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	f'c (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
55	TRATAMIENTO 04 (T4= 7Kg (PET))	210	10/03/2023	31/03/2023	21	37,030.98	176.71	209.55	100%
56	TRATAMIENTO 04 (T4= 7Kg (PET))	210	10/03/2023	31/03/2023	21	36,850.78	176.71	208.53	99%
57	TRATAMIENTO 04 (T4= 7Kg (PET))	210	10/03/2023	31/03/2023	21	36,724.64	176.71	207.82	98%
58	TRATAMIENTO 04 (T4= 7Kg (PET))	210	10/03/2023	07/04/2023	28	38,472.57	176.71	217.71	104%
59	TRATAMIENTO 04 (T4= 7Kg (PET))	210	10/03/2023	07/04/2023	28	38,869.01	176.71	219.95	105%
60	TRATAMIENTO 04 (T4= 7Kg (PET))	210	10/03/2023	07/04/2023	28	39,175.35	176.71	221.69	106%

REGISTRO UNICO CERTIFICADO N°06131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. D.V.
INGENIERO CIVIL, D.P. N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylló
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📱 3R Geoingeniería SAC



Anexo (L)

Certificación de Resultado del ensayo a la Resistencia a la Compresión del Concreto, Tratamiento $T_5 = 8\text{kg}$ PET recicladas, Sustitución Al Agregado Grueso (Piedra Chancada), del Laboratorio 3R GEOINGENIERIA.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Cívicas y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA

TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA MENOR DE RIEGO"

ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MUESTRA : CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² – TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))

FECHA : 11/04/2023

N°	BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	f'c	%
			MOLDEO	ROTURA					
61	TRATAMIENTO 06 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	18/03/2023	7	27,840.81	176.71	157.55	75%
62	TRATAMIENTO 06 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	18/03/2023	7	27,948.93	176.71	158.16	75%
63	TRATAMIENTO 06 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	18/03/2023	7	27,894.87	176.71	157.86	75%
64	TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	25/03/2023	14	30,760.04	176.71	174.07	83%
65	TRATAMIENTO 06 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	25/03/2023	14	31,228.56	176.71	176.72	84%
66	TRATAMIENTO 06 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	25/03/2023	14	31,012.32	176.71	175.49	84%

REGISTRO INDECOPRI CERTIFICADO N° 003131871





Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, M.Sc. Dr.
INGENIERO CIVIL, DIP. N° 57900
Docente en Ingeniería Civil
Máster en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Filadelfo M.; CC4 L2G - Oficina 503 Edificio Real Urb. Pta. Las Olivas / Laboratorio - Calle X Mo. M L27 - Urb. Los Ricos - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huancayo: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com t 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
 RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006




ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 075-2023-3R-LG

TESISTA : NILTON FREDDY OSORIO MEJIA
 TESIS : "SUSTITUCIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO
 RECICLADAS EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
 CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² PARA SU USO EN INFRAESTRUCTURA
 MENOR DE RIEGO"



ENTIDAD : FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 MUESTRA : CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² - TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))
 FECHA : 11/04/2023

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
			MOLDEO	ROTURA					
67	TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	01/04/2023	21	32,706.19	176.71	185.08	88%
68	TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	01/04/2023	21	32,886.39	176.71	186.10	89%
69	TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	01/04/2023	21	33,120.65	176.71	187.42	89%
70	TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	08/04/2023	28	36,850.78	176.71	208.53	99%
71	TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	08/04/2023	28	36,644.44	176.71	206.60	98%
72	TRATAMIENTO 05 (T5= 8Kg (PET))	210	11/03/2023	08/04/2023	28	36,490.38	176.71	206.49	98%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131371



Reynaldo M. Reyes Nogue, M.Sc. Dr.
 INGENIERO CIVIL, CAP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 I.P.T. DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. C04 L26 - Oficina S01 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeingenieria.com ☎ 954 709 070 📠 3R Geingeniería SAC

Anexo (M)*Panel Fotográfico***Foto 1***Cantera Pariahuanca (Carhuaz)***Foto 2***Se observa el Agregado Grueso (Piedra Chancada), de la Cantera Pariahuanca – Carhuaz*

Foto 3

Muestra del Agregado Fino (Arena Gruesa), de la cantera Pariahuanca – Carhuaz.

**Foto 4**

Determinación del Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) – Agregado Grueso (Pierda Chancada)



Foto 5

Determinación del Peso Unitario Compactado Seco (PUCS) – (Agregado Grueso (Piedra Chancada))

**Foto 6**

Lavado del Agregado Para Determinar la Granulometría



Foto 7

Secado de la Muestra en el Horno Para Determinar la Granulometría

**Foto 8**

Tamizado del Agregado



Foto 9

Se observa el pesado de la Muestra Tamizada

**Foto 10**

Se Observa el Acopio del tereftalato de polietileno PET Recicladas

**Foto 11**

Se observa la Limpieza del tereftalato de polietileno PET reciclado



Foto 12

Se observa las fibras del PET reciclado, cortadas previo a su ultima Lavada

**Foto 13**

Se observa el Tereftalato de Polietileno PET reciclado, en su lavada Final

**Foto 14**

Se Observa el Cemento Tipo I, Sol



Foto 15

Materiales pesado para realizar la mezcla (Patrón)

**Foto 16**

Se observa el llenado del agregado en la mezcladora

**Foto 17**

Se observa los moldes engrasados para la elaboración de las probetas



Foto 18

Se observa la elaboración de la mezcla del concreto Patrón (Sin PET)

**Foto 19**

Se realiza la Prueba de Asentamiento (slump), del concreto Patrón (sin PET)

**Foto 20**

Se observa la Elaboración de las 12 Probetas para el concreto Patrón (Sin PET)



Foto 21

Se observa la elaboración de 12 Probetas Patrón (Sin PET)

**Foto 22**

Se observa el desencofrado de las Probetas del Concreto Patrón Sin el PET reciclado

**Foto 23**

Se observa el Curado del concreto Patrón (Sin PET)



Foto 24

Se observa el peso de los Agregados, para la elaboración de la Probeta para el tratamiento $T_1 = 2\text{kg PET reciclado}$.

**Foto 25**

Se observa el pesado del Tereftalato de Polietileno PET reciclado



Foto 26

Se observa realizando la mezcla de Tratamiento $T_1 = 2\text{kg}$ PET reciclado Sustituyendo al agregado Grueso (Piedra Chancada)

**Foto 27**

Se observa echando el Tereftelato de Polietileno PET reciclado, en la Mezcla

**Foto 28**

Se observa midiendo la prueba de Slump para el tratamiento $T_1 = 2\text{kg}$ PET reciclado



Foto 29

Se observa la Elaboración de las 12 probetas para el tratamiento $T_1 = 2\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 30**

Se observa el desencofrado de las probetas para el curado del $T_2 = 4\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 31**

Se observa la cantidad de materiales para el tratamiento $T_2 = 4\text{kg}$ PET reciclado



Foto 32

Se observa el pesado de PET para 12 probetas para el tratamiento $T_2 = 4\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 33**

Se observa la elaboración de la mezcla para el tratamiento $T_2 = 4\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 34**

Se observa echando el PET en la mezcla de concreto del $T_2 = 4\text{kg}$ PET reciclado



Foto 35

Se observa realizando la prueba de Slump para el tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET reciclado}$

**Foto 36**

Se observa la elaboración de 12 probetas del tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET reciclado}$

**Foto 37**

Se observa el desencofrado de las 12 probetas con tratamiento $T_2 = 4\text{kg PET reciclado}$



Foto 38

Se observa la cantidad de material para el tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 39**

Se observa realizando la mezcla para el tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 40**

Se observa echando el PET en la mezcla del tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET reciclado



Foto 41

Se observa realizando el ensayo de Asentamiento (Slump) del $T_3 = 6\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 42**

Se observa la elaboración de las probetas del tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 43**

Se observa el desencofrado de las probetas del tratamiento $T_3 = 6\text{kg}$ PET reciclado



Foto 44

Se observa la elaboración de mezcla para el tratamiento $T_4 = 7\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 45**

Se observa echando la cantidad de PET en la mezcla. $T_4 = 7\text{kg}$ PET reciclado

**Foto 46**

Se observa el ensayo de Asentamiento (Slump) del tratamiento $T_4 = 7\text{kg}$ PET reciclado



Foto 47

Se observa la elaboración de las 12 probetas del $T_4 = 7\text{kg}$ PET reciclado.

**Foto 48**

Se observa la elaboración de la mezcla para el concreto con tratamiento $T_5 = 8\text{kg}$ PET

**Foto 49**

Se observa echando la cantidad de PET en la mezcla para el tratamiento T_5



Foto 50

Se observa el ensayo de asentamiento (Slump) para el tratamiento T₅

**Foto 51**

Se observa la elaboración de las probetas del tratamiento T₅

**Foto 52**

Se observa la rotura de probeta para el concreto patrón (sin PET). A los 7, 14, 21 y 28 días de curado



Foto 53

*Se observa la rotura de probeta del concreto para el tratamiento $T_1 = 2\text{kg}$ PET recicladas.
A los 7, 14, 21 y 28 días de curado*



Foto 54

Se observa la rotura de probeta del concreto para el tratamiento $T_2 = 4\text{kg}$ PET recicladas.
A los 7, 14, 21 y 28 días de curado



Foto 55

*Se observa la rotura de probeta del concreto para el tratamiento $T_3 = 6kg$ PET recicladas.
A los 7, 14, 21 y 28 días de curado*



Foto 56

*Se observa la rotura de probeta del concreto para el tratamiento $T_4 = 7\text{kg}$ PET recicladas
A los 7, 14, 21 y 28 días de curado*



Foto 57

*Se observa la rotura de probeta del concreto para el tratamiento $T_5 = 8\text{kg}$ PET recicladas
A los 7, 14, 21 y 28 días de curado*

