



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Influencia del PET reciclado que reemplazará en 5 y 10 por ciento
a la arena gruesa para obtener un concreto $F'C=280 \text{ kg/cm}^2$,
Chachapoyas 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORAS:

Herrera Picon, Maria Santos (orcid.org/0000-0003-4757-0943)

Trujillano Mori, Erika Candy (orcid.org/0000-0001-5508-7420)

ASESOR:

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquimedes (orcid.org/0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TARAPOTO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada, a mis amados Padres, Fidel y Elita, quienes con su amor, con su paciencia y dedicación, me han permitido llegar hasta hoy, gracias por haberme formado en valores, por haberme inculcado en esfuerzo y valentía, para seguir adelante hasta lograr mis sueños.

A todas las personas que creen en mí y en mis propósitos, por esas palabras de aliento, cuando más las necesitaba, por no haber soltado mi mano en los momentos difíciles.... A Ustedes, siempre los llevo presente en mi

corazón. **Herrera Picon, Maria Santos**

Le dedico esta tesis a mis padres Hormecinda y José por ser uno de mis principales motivos de superación, por estar en cada paso que doy y sobre todo por ser uno de los pilares importantes para seguir adelante.

A Witman por siempre estar ahí para mí, por acompañarme en cada paso que di para realizar esta tesis y por siempre motivarme a continuar.

A todos las personas de bien que forman parte de mi vida y que han estado en todo este trayecto académico.

Trujillano Mori, Erika Candy

AGRADECIMIENTO

Mi profundo Agradecimiento a Dios por guiarnos y forjarnos en el camino del bien, a todas las autoridades y profesionales que laboran en esta casa de estudios, por abrirnos las puertas de la Universidad César Vallejo y permitirnos lograr uno de nuestros más grandes sueños, a nuestro asesor Ing. Alex Herrera Viloche, por guiarnos en todo el proceso de nuestra investigación.

Finalmente a quien lea este párrafo, por considerar nuestro proyecto de investigación como un aporte más para sus conocimientos

Herrera Picon, Maria Santos

Agradezco a DIOS por bendecirme cada día de mi vida, por darme la fortaleza de seguir en este camino difícil de la vida y guiarme siempre en cada paso que doy.

En segundo lugar agradezco a mis padres, por siempre darme su apoyo incondicional.

Y para finalizar también agradezco a nuestro asesor Ing. Alex Herrera Viloche por cada enseñanza dada durante el proceso de nuestra investigación.

Trujillano Mori, Erika Candy

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes del Problema.....	3
2.2. Marco Teórico	6
PET	6
Agregados	6
Concreto.....	7
Resistencia a la compresión.....	7
Diseño de mezcla.....	8
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Tipo y diseño de investigación	8
3.2. Variables y Operacionalidad.....	8
3.2.1. Variable independiente	8
3.2.2. Variable dependiente	8
3.3. Población muestra y muestreo.....	10
3.3.1. Población:	10
3.3.2. Muestra	10
3.3.3. Muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.5. Procedimiento	11
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIONES	37
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 Número total de probetas.....	11
TABLA N° 2 Número total de probetas.....	11
TABLA N° 3 Peso específico del agregado grueso	13
TABLA N° 4 Peso unitario suelto del agregado grueso	14
TABLA N° 5 Peso unitario compactado del agregado grueso	14
TABLA N° 6 Porcentaje de Absorción de Agregado Grueso	15
TABLA N° 7 Contenido de Humedad del Agregado Grueso	15
TABLA N° 8 Peso unitario suelto del agregado fino	18
TABLA N° 9 Peso Unitario Compactado del Agregado Fino	18
TABLA N° 10 Porcentaje de absorción del agregado fino	19
TABLA N° 11 Contenido de Humedad del Agregado Fino	19
TABLA N° 12 Contenido de Finos	20
TABLA N° 13 Análisis de los Agregados	24
TABLA N° 14 Análisis Granulométrico del Agregado Fino	24
TABLA N° 15 Análisis Granulométrico del agregado grueso	26
TABLA N° 16 Análisis granulométrico agregado fino (5% PET).....	27
TABLA N° 17 Análisis granulométrico de agregado fino (10% PET).....	29
TABLA N° 18 Ensayos a la arena grueso con reemplazo de 5% PET	30
TABLA N° 19 Ensayos a la arena grueso con reemplazo de 10% PET	31
TABLA N° 20 Proporción de material para 1 m ³ de concreto f'c=280 kg/mc ²	31
TABLA N° 21 Proporción para concreto experimental	32
TABLA N° 22 Proporción para concreto experimental (10% PET).....	32
TABLA N° 23 Resumen de resultados de rotura de probetas	33
TABLA N° 24 Resumen de resultados de rotura de probetas	33
TABLA N° 25 Resumen de resultados de rotura de probetas	34
TABLA N° 26 Cuadro comparativo de Resistencias.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 Estructura química del PET	6
FIGURA N° 2 Agregados	7
Figura N° 3 Análisis Granulométrico del agregado grueso.....	12
Figura N° 4 Peso específico del agregado grueso	13
Figura N° 5 Análisis Granulométrico del agregado fino	16
Figura N° 6 Peso específico del agregado fino	17
Figura N° 7 Análisis Granulométrico agregado fino (5%PET).....	45
Figura N° 8 Análisis Granulométrico agregado fino (10% PET).....	45
Figura N° 9 Peso específico agregado fino (5% y 10% PET).....	46
Figura N° 10 Peso unitario suelto del agregado fino (5% PET).....	46
Figura N° 11 Peso unitario suelto del agregado fino (10% PET).....	47
Figura N° 12 Peso unitario compactado del agregado fino (10% PET).....	47
Figura N° 13 Agregados utilizados para concreto patrón	48
Figura N° 14 Incorporación de la arena gruesa a la mezcla.....	48
Figura N° 15 Incorporación del cemento a la mezcla	49
Figura N° 16 Chuceado de probetas concreto	49
Figura N° 17 Probetas de concreto	50
Figura N° 18 Materiales para elaboración de concreto experimental	50
Figura N° 19 Incorporación del PET reciclado a la mezcla	51
Figura N° 20 Incorporación de agua a la mezcla.....	51
Figura N° 21 Probetas de concreto experimental (5% PET)	52
Figura N° 22 Probetas de concreto patrón y experimental.....	52
Figura N° 23 Agregado Grueso cantera Romanof.....	53
Figura N° 24 Movilización de agregados hacia el laboratorio.....	53
Figura N° 25 Cuarteo de agregado grueso	54
Figura N° 26 Tamizado por la malla 3/8"	54
Figura N° 27 Peso específico del agregado fino	55
Figura N° 28 Pesado de arena gruesa para diseño patrón	55
Figura N° 29 Pesado de cemento para diseño patrón.....	56
Figura N° 30 Pesado de piedra para diseño patrón	56
Figura N° 31 Probetas de concreto Patrón (rotura de 14, 21 y 28 días).....	57
Figura N° 32 Probetas de concreto experimental (10% PET)	57
Figura N° 33 Rotura de probeta de concreto convencional – 14 días	58
Figura N° 34 Rotura de probeta de concreto experimental – 21 días.....	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 1 Curva Granulométrica del agregado fino	25
GRAFICO N° 2 Curva Granulométrica del agregado grueso	27
GRAFICO N° 3 Curva granulométrico agregado fino (5% PET).....	28
GRAFICO N° 4 Curva Granulométrica	30
GRAFICO N° 5 Cuadro comparativo de resistencias	36
GRAFICO N° 6 Cuadro comparativo de resistencias	37
GRAFICO N° 7 Cuadro de resistencia Quisocala y Jacho	38

RESUMEN

El presente proyecto de tesis denominado “Influencia del PET reciclado que reemplazará en 5% y 10% a la arena gruesa para obtener un concreto $F'C=280$ kg/cm², Chachapoyas 2022”. Esta investigación es experimental, tiene como objetivo principal realizar el estudio experimental, a través del cual se determinará la influencia del PET reciclado que reemplazará en un 5% y 10% a la arena gruesa para obtener un concreto $f'c=280$ kg/cm². Los materiales usados para la investigación son: Cemento Pacasmayo Portland tipo I, agregado grueso y fino extraídos de la cantera Romanof, de los cuales se realizó su análisis granulométrico para asegurar su calidad a la hora de elaborar el concreto. El plástico PET se obtuvo de la trituración de botellas recicladas. Se elaboró un concreto patrón y un concreto experimental utilizando PET que reemplazó un 5% y 10 % a la arena gruesa, colocando la muestra en probetas para luego ser sumergidas en agua para su posterior ensayo a 7, 14, 21 y 28 días para posteriormente ser comparadas con la muestra patrón. Los resultados del ensayo de compresión fueron: resistencia a la compresión a los 28 días del concreto patrón es 367.13 kg/cm², la resistencia con PET reciclado que reemplaza en 5% y 10% a la arena gruesa fueron 389.07 kg/cm² y 394.053 kg/cm² respectivamente, concluyendo que el PET reciclado como reemplazo de la arena gruesa influye de manera positiva en la elaboración de un concreto $f'c= 280$ kg/cm²

Palabras clave: concreto, agregados, plásticos.

ABSTRACT

This thesis project called " Influence of recycled PET that will replace 5% and 10% of coarse sand to obtain a concrete $f_c = 280 \text{ kg / cm}^2$, Chachapoyas 2022 ". This research is experimental, its main objective is to carry out the experimental study, through which the influence of recycled PET will be determined, which will replace coarse sand by 5% and 10% to obtain a concrete $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$. The materials used for the investigation are: Pacasmayo Portland cement type I, coarse and fine aggregate extracted from the Romanof quarry, of which its granulometric analysis was carried out to ensure its quality when preparing the concrete. PET plastic was obtained from the crushing of recycled bottles. A standard concrete and an experimental concrete were prepared using PET that replaced 5% and 10% of the coarse sand, placing the sample in test tubes to then be submerged in water for subsequent testing at 7, 14, 21 and 28 days for later be compared with the standard sample. The results of the compression test were: compressive strength at 28 days of the standard concrete is 367.13 kg/cm^2 , the resistance with recycled PET that replaces 5% and 10% of coarse sand was 389.07 kg/cm^2 and 394.053 kg /cm^2 respectively, concluding that recycled PET as a replacement for coarse sand positively influences the production of concrete $f_c= 280 \text{ kg/cm}^2$

Keywords: concrete, aggregates, plastics.

I. INTRODUCCIÓN

Se calcula que en los últimos 65 años el hombre ha producido 8.300 millones de toneladas de plástico, de los cuales el 70% de esta producción se encuentra en los vertederos y en los océanos. (BBC Mundo, 2017). Y se estima que hasta el año 2050 se producirá un total de 25000 millones de toneladas de residuos de plástico. (BBC Mundo, 2021)

En el Perú se produce grandes cantidades de plástico de los cuales se encuentran las compuestas por polietilentereftalato (PET), la cuales se estima que demoran 450 años en biodegradarse, debido a que esto genera un problema ambiental no solo para nuestro país sino a nivel mundial; actualmente hay búsqueda constante de alternativas para reemplazar los agregados naturales por el uso del PET reciclado con el fin de obtener un concreto resistente, y cumplir con las normas que rigen en la construcción.

Por ello la presente investigación considera utilizar PET reciclado que reemplazará un 5% y 10% a la arena gruesa para la elaboración de un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, ya que el PET reciclado es un material que presenta alta dureza y rigidez lo que le hace resistente al desgaste, por ello al utilizar un porcentaje para la elaboración de un concreto puede hacerlo resistente a la compresión, por lo que sería una alternativa económica en el mundo de la construcción y ayudaría a reducir porcentualmente los problemas ambientales y beneficiaría a la población.

En la actual investigación se plantea el siguiente problema: ¿Cómo realizar el estudio experimental para determinar la influencia del PET reciclado que reemplazara en 5% y 10% a la arena gruesa para la elaboración de un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, Chachapoyas 2022.

Justificación

El presente trabajo de investigación tiene como propósito brindar información consistente, sobre un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, mezcla trabajada con PET reciclado y a su vez la presente información nos aportará las propiedades físico mecánicas de los materiales empleados, dosificaciones del concreto $f'c = 280$

kg/cm²; asimismo esta investigación permitirá comparar un concreto convencional $f'c = 280$ kg/cm² y un concreto experimental utilizando PET reciclado reemplazando en 5% y 10% a la arena gruesa, validando los resultados, de tal manera que se pueda llegar a una resistencia $f'c = 280$ kg/cm² e identificar las propiedades de los agregados, a su vez el trabajar el concreto con plástico reciclado ayuda a mitigar la contaminación ambiental ya que el plástico se reutiliza obteniendo así un PET reciclado.

Objetivo principal:

Realizar el estudio experimental, a través del cual se determinará la influencia del PET reciclado que reemplazará en un 5% y 10% a la arena gruesa para obtener un concreto $f'c = 280$ kg/cm²

Objetivos Específicos:

Identificar las propiedades mecánicas de los agregados a utilizar de la cantera Romanof.

Realizar el diseño de mezcla de un concreto convencional $f'c = 280$ kg/cm² y un concreto experimental utilizando PET reciclado reemplazando el 5% y el 10% a la arena gruesa.

Determinar el comportamiento a compresión del concreto $f'c = 280$ kg/cm² y un concreto utilizando PET reciclado que reemplazará en 5% y 10% a la arena gruesa para la obtención de un concreto $f'c = 280$ kg/cm².

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Problema

Según Quisocala y Jacho (2021), en su tesis Análisis de la existencia a la compresión del concreto 280 kg/cm² con adición de fibras PET recicladas en Juliaca – Puno, en esta investigación se realizó un concreto adicionando 3%,7%,10% de PET reciclado, se colocaron en probetas y fueron colocadas en aguas para luego proceder a realizar el ensayo de resistencia a los 7, 14 y 28 días, tuvieron como patrón a un concreto sin adición de PET reciclado el cual a los 28 días obtuvo 285.07 kg/cm², y al agregar 3%,7% y 10% de PET reciclado a los 28 días se obtuvieron un concreto 291.64 kg/cm², 267.58 kg/cm² y 260.89 kg/cm² por lo que se llegó a la conclusión que cuanto más porcentaje de PET reciclado tenga disminuirá la resistencia a la compresión de concreto.

Según Pablo (2017), en su tesis Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco – 2017, la cual tuvo como finalidad mejorar las propiedades del concreto mediante la adición de fibras de polietileno recicladas, por lo cual se elaboró testigos de concreto de resistencia 280 kg/cm² siguiendo la norma ACI 211, donde se adicionó 500gr, 1000gr, 1500gr y 2000gr de fibra por metro cubico de concreto y se realizaron sus respectivos ensayos llegando a una dosis exacta para adición, luego de ello se diseñó un pavimento de concreto donde se tuvo como resultado que al adicionar fibras de polietileno mejora la propiedad mecánica.

Morales (2016) en su tesis (Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado Lima 2016), tiene como objetivo principal, determinar la variación de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, sustituyendo parcialmente el agregado grueso por PET (Tereftalato de Polietileno) reciclado. Los materiales usados en la presente investigación son: cemento Sol tipo 1, los agregados naturales utilizados fueron: arena y agregado grueso, ambos para la muestra patrón. Los PET reciclados se obtuvieron de la trituración de los plásticos de botellas residuales. Para la investigación, se utilizó un procedimiento para diseñar la mezcla de concreto, teniendo como base las tablas elaboradas por el comité ACI-211.1-91 y la metodología del agregado global. Para ello se determinaron las propiedades físicas de los agregados utilizados, se estudiaron diferentes dosificaciones de mezcla del concreto patrón, con relaciones agua/cemento (0.60, 0.65, 0.70) y mezclas de concreto con reemplazo de 5%, 10% y 15% de PET reciclado en peso del agregado grueso.- Se realizó el vaciado de morteros, probetas y vigas de concreto con plástico PET, determinaron las propiedades físicas del concreto al estado fresco y se ensayaron los especímenes al estado endurecido, efectuando en todo el proceso con las normas técnicas vigentes. Los principales resultados fueron los siguientes: Para el concreto en estado fresco, el peso unitario del concreto con PET disminuye su valor a mayor reemplazo de PET, así mismo se obtuvo un concreto ligero para la muestra con 15% de PET. Para el concreto en estado endurecido, los valores de las resistencias mecánicas a compresión axial, a compresión diametral y a flexión en vigas, disminuyen conforme mayor PET reciclado presentan las muestras. Finalmente, el PET reciclado tiene una valoración como agregado artificial; ya que por sus características puede reemplazar ventajosamente un porcentaje del agregado grueso, utilizando el concreto con PET en distintos usos que se plantean según su resistencia. Además, contribuir a disminuir la acumulación de los plásticos de botellas residuales del medio ambiente.

Quenta (2020), según su artículo “Efectos del reciclado de las fibras de las botellas PET en la resistencia del concreto normal” tuvo como objetivo reconocer los efectos que tiene las fibras de botellas PET en la resistencia de un concreto.

El método empleado en esta investigación fue de un nivel experimental y tipo aplicativo. Tuvieron un concreto patrón de 181.91 kg/cm^2 , 202.19 kg/cm^2 y 228.90 kg/cm^2 los cuales se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días, al adicionar 2% de PET los resultados fueron (175.73 kg/cm^2 , 204.97 kg/cm^2 , 234.84 kg/cm^2), al agregar 4% de PET se obtuvo (144.09 kg/cm^2 , 173.46 kg/cm^2 , 214.55 kg/cm^2), al adicionar el 6% se vieron valores de (129.27 kg/cm^2 , 154.31 kg/cm^2 , 188.48 kg/cm^2) y para un concreto con adición del 8% se vieron valores de (119.54 kg/cm^2 , 147.46 kg/cm^2 , 182.29 kg/cm^2), se tuvieron las siguientes conclusiones:

Al adicionar al concreto un 2% de PET, a los 28 días su resistencia aumento en comparación a la muestra patrón.

Y al adicionar al concreto un 4% de PET hubo una disminución de su resistencia en comparación a la muestra patrón.

Por último se concluye que al agregar menores porcentajes de PET al concreto da un resultado positivo a sus características.

Quintero y Mahecha (2016), según su tesis denominado “Propiedades mecánicas de un concreto reforzado con fibras de PET reciclado”, tiene como objetivo determinar la cantidad optima de PET reciclado en una mezcla de concreto en diferentes porcentajes de 0%, 10%, 20% y 30% para determinar sus propiedades mecánicas. La metodología empleada fue aplicativo – experimental. Los resultados obtenidos muestran resistencias para el hormigón tradicional PET (RC) de 215.51 kg/cm^2 , adicionando el 10% de PET recicladas es de 215.518 kg/cm^2 , adicionando el 20% de PET recicladas es 189.803 kg/cm^2 y al adicionar 30% PET reciclado a un concreto es de 183.680

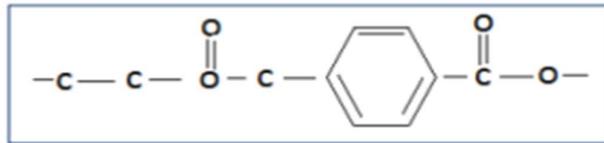
kg/cm^2 , cuyas probetas fueron sometidas a ensayos de resistencia uniaxial a los 14 días de curado, llegando a la conclusión que las fibras PET tienen una mejor influencia sobre la flexión, pero a la compresión se presentó una disminución de - 6% en cuanto a la resistencia.

2.2. Marco Teórico

PET

El tereftalato de polietileno (PET), el cual también es conocido como propileno, es un material termoplástico que es utilizada en la fabricación de envolturas de alimentos, materiales de construcción, ropa y una mayor parte también en los restos del hogar. (Umasabor y C,2020)

FIGURA N° 1 Estructura química del PET



Fuente. Suasnavas Flores (2017)

Agregados

Los agregados son materiales extraídos de los ríos o canteras los cuales son productos de procesos naturales y que son utilizados en la elaboración de concreto en cual es un elemento importante en la construcción y en la estabilización de terrenos. En la elaboración del concreto aporta estabilidad y resistencia.(Sequera, 2015)

FIGURA N° 2 Agregados



Fuente. VibroRex (2019).

Concreto

El concreto u hormigón es la mezcla de un elemento aglutinante (cemento portland tipo I), agregados (arena gruesa y piedra chancada) y agua, generando una masa que al tiempo de fraguado y curado va generando resistencia a ciertas cargas. (De Guzman, 2010).

Resistencia a la compresión

Es la carga máxima que soporta un concreto por una unidad de área de una muestra , la cual no debe someterse a prueba de compresión cuando el concreto se encuentre en estado plástico por lo cual el procedimiento se realiza después de haber tomado la muestra y colocada en curado. (Abanto, 2009).

Diseño de mezcla

Los diseño de mezcla es un claro ejemplo de la evolución tecnológica del concreto, el cual tiene como finalidad indicar las proporciones de materiales que se utilizaran para la obtención de un metro cubico de concreto. (Torre, 2013)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

i. Tipo de Investigación

El tipo de Investigación será aplicada

ii. Diseño de Investigación

El Diseño de Investigación será comparativa experimental ya que se realizará una comparación de un concreto convencional elaborado con piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", arena gruesa y agua de resistencia 280 kg/cm² y un concreto experimental elaborado con PET reciclado reemplazando un 5% y 10% a la arena gruesa, piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", arena gruesa y agua.

3.2. Variables y Operacionalidad

3.2.1. Variable independiente

El PET reciclado

3.2.2. Variable dependiente

Resistencia a la compresión

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Independiente: EL PET reciclado	El PET es el plástico que se obtiene del reciclado y que pasa un proceso de descontaminación para luego ser triturado.	El PET reciclado es el material que se empleará en un porcentaje que reemplazará a la arena gruesa para la obtención de un concreto de F'C= 280 KG/CM2.	Dosificación de PET reciclado	Diseño de Mezcla	% en peso
Dependiente: Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión es una característica mecánica del concreto y consiste en soportar una carga (esfuerzo).	La resistencia a la compresión de un concreto se obtiene mediante el ensayo de Rotura de probetas.	Concreto Convencional Concreto Experimental	Análisis Granulométrico Diseño de Mezcla Ensayo de Rotura.	kg/cm2

3.3. Población muestra y muestreo

3.3.1. Población:

La población estará constituida por las probetas de concreto las que se utilizaran para realizar el ensayo de resistencia a la compresión.

3.3.2. Muestra:

Se tomaran en total 36 probetas de concreto de las cuales 12 probetas serán tomadas del concreto convencional elaborado con piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", arena gruesa y agua y 24 probetas del concreto experimental elaborado con PET reciclado reemplazando un 5% y 10% a la arena gruesa, piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", arena gruesa y agua.

Probetas de concreto con reemplazo de la arena gruesa con un % de PET reciclado.

Concreto $f_c=280$ kg/cm² con 5% de PET reciclado: 12 probetas.

Concreto $f_c=280$ kg/cm² con 10% de PET reciclado: 12 probetas.

Probetas de concreto convencional

Concreto $f_c= 280$ kg/ cm² : 12 probetas

3.3.3. Muestreo:

Se realizara el ensayo de resistencia a la compresión a las probetas cada 7, 14,21 y 28 días.

TABLA N° 1 Número total de probetas

DIAS DE CURACION	CONCRETO CONVENCIONAL	reemplazando un % a la arena gruesa	
		5% DE PET	10% PET
7	3	3	3
14	3	3	3
21	3	3	3
28	3	3	3
TOTAL	12	12	12

Elaboración Propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Las técnicas realizadas en esta investigación fue la de Diseño de Mezclas para un concreto convencional y un concreto experimental, Análisis Granulométricos, Ensayo a compresión y Análisis de los resultados.
- Los Instrumentos empleados para el desarrollo de esta investigación fueron equipos y herramientas normalizadas en el Reglamento Nacional de edificaciones.
 - ✓ Granulometría de los Agregados es la NTP 400.011 Y NORMA C33.
 - ✓ Análisis de la resistencia a la compresión NTP 033.034 Y ASTM C39.
 - ✓ Análisis del límite de flexión del concreto NORMA ASTM C2931.

3.5. Procedimiento

Se da a conocer el procedimiento que se realizó para el análisis de los agregado que se utilizarán en la elaboración las probetas.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO $F'c=280 \text{ KG/CM}^2$.

Se realizó el análisis del agregado grueso extraídas de la cantera Romanof; en laboratorio teniendo en cuenta la NTP 400.012 y MTC E 204, donde especifica los lineamientos a seguir para conocer sus características físicas.

El agregado grueso será pasado por tamices y el material que es retenido por cada tamiz será pesado y anotado en la tabla granulométrica para luego generara su curva Granulométrica

Figura N° 3 Análisis Granulométrico del agregado grueso



PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.012.2013)

El ensayo se realizó primero colocando el agregado Grueso en agua durante 24 hrs, para luego ser pesado, colocado en el picnómetro y adicionándole agua, después es agitado para extraer las burbujas.

Por último se extrae el material del picnómetro para ser colocado en el horno, una vez seca se coloca en la balanza para determinar su peso final.

Figura N° 4 Peso específico del agregado grueso



El peso específico del agregado grueso como resultado se muestra en la siguiente tabla.

TABLA N° 3 Peso específico del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
PESO ESPECIFICO	2.631

Fuente: Elaboración propia

PESO UNITARIO SUELTO (NTP 400.017:2011)

El peso unitario del agregado grueso se obtiene de la muestra seca suelta, se denomina como PUSS, consiste en colocar el material seco y luego se procede a nivelar con ayuda de una varilla lisa, para finalmente ser pesado.

TABLA N° 4 Peso unitario suelto del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SECO	1351.85 KG/M3

Fuente: Elaboración

propia

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.017:2011)

El peso unitario compactado del agregado grueso se obtiene de la muestra seco compactado, se denomina como PUC.

Consiste en colocar el material hasta la altura de 1/3 del recipiente, con ayuda de una varilla lisa damos 25 golpes, luego continuamos llenando la bandeja a 2/3 del recipiente, seguidamente volvemos a dar 25 golpes con ayuda de la varilla lisa, finalmente se coloca la última capa, hasta llenar por completo la bandeja, de la misma manera ayudamos la compactación con ayuda de la varilla lisa y procedemos a pesar.

TABLA N° 5 Peso unitario compactado del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO COMPACTADO	1457.48 KG/M3

Fuente: Elaboración propia

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.012:2002)

Se representa mediante la absorción de agua, dejando reposar el agregado grueso con agua por 24 horas.

TABLA N° 6 Porcentaje de Absorción de Agregado Grueso

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
% ABSORCION	0.99%

Fuente: Elaboración propia 2022.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (NTP 339.185:2013)

La finalidad es determinar el contenido de humedad de nuestro agregado grueso y se determina en el laboratorio, procediendo a utilizar un horno donde la humedad del material es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua contenida en una determinada cantidad.

TABLA N° 7 Contenido de Humedad del Agregado Grueso

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.02%

Fuente: Elaboración propia

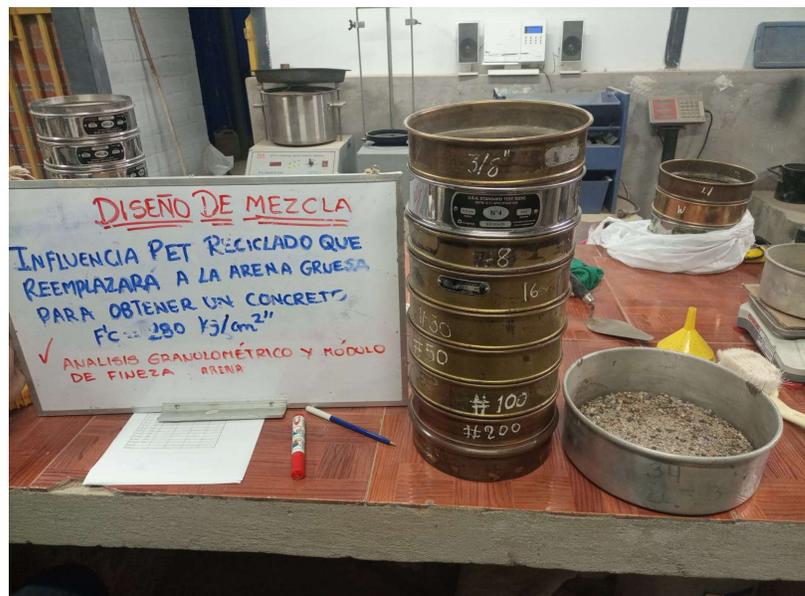
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012:2013)

El agregado fino es aquel material que se forma a través de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan por el tamizado de 3/8 (9.51mm) el cual tiene límites superiores e inferiores, hasta el tamiz de fondo N° 200 (74um) en cumplimiento a la norma Técnica Peruana 400.011

La norma ASTM C33.2011, nos indica que el agregado fino no puede quedar entre dos tamices a un porcentaje mayor del 45%, para ello se estableció límites granulométricos para el agregado fino.

El agregado fino será pasado por tamices y el material que es retenido por cada tamiz será pesado y anotado en la tabla granulométrica para luego generará su curva Granulométrica

Figura N° 5 Análisis Granulométrico del agregado fino

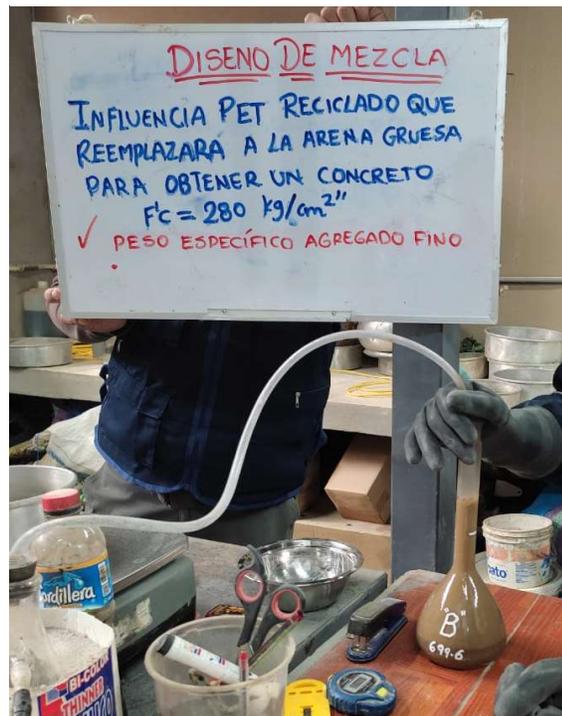


PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012.2013)

El ensayo se realizó primero colocando el agregado fino en agua durante 24 hrs, para luego ser pesado, colocado en el picnómetro y adicionándole agua, después es agitado para extraer las burbujas.

Por último se extrae el material del picnómetro para ser colocado en el horno, una vez seca se coloca en la balanza para determinar su peso final.

Figura N° 6 Peso específico del agregado fino



PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO (NTP 400.017:2011)

El peso unitario suelto del agregado fino se obtiene de la muestra seca suelta, se denomina como PUSS, consiste en colocar el agregado fino

seco, para luego se procede a nivelar con ayuda de una varilla lisa y finalmente ser pesada.

TABLA N° 8 Peso unitario suelto del agregado fino

	AGREGADO FINO
PESO UNITARIO SUELTO	1573.39 KM/M3

Fuente: Elaboración propia

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.017:2011)

El peso unitario se puede obtener de una muestra seca compactada, se denomina como PUC.

Consiste en colocar el material hasta la altura de 1/3 del recipiente, con ayuda de una varilla lisa damos 25 golpes, luego continuamos llenando la bandeja a 2/3 del recipiente, seguidamente volvemos a dar 25 golpes con ayuda de la varilla lisa, finalmente se coloca la última capa, hasta llenar por completo la bandeja, de la misma manera ayudamos la compactación con ayuda de la varilla lisa y procedemos a pesar.

TABLA N° 9 Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
PESO UNITARIO COMPACTADO	1791.46 KG/M3

Fuente: Elaboración propia

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.021:2013)

Se representa mediante la absorción de agua, dejando reposar el agregado fino con agua por 24 horas.

TABLA N° 10 Porcentaje de absorción del agregado fino

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
% ABSORCION	3.63%

Fuente: Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (NTP 339.185:2013)

La finalidad es determinar el contenido de humedad del agregado fino, se determina en el laboratorio, procediendo a utilizar un horno donde la humedad del material es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua contenida en una determinada cantidad.

TABLA N° 11 Contenido de Humedad del Agregado Fino

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.10%

Fuente: Elaboración propia

ENSAYO DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200 (NTP 400.018:2013)

Se realiza el tamizado de nuestro agregado fino, enfatizando el contenido que logre pasar hasta la malla N°200, obteniendo un resultado de 7.55%

TABLA N° 12 Contenido de Finos

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
CONTENIDO DE FINOS	7.55%

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA FINA CON UN REEMPLAZO DEL 5% Y 10% DE PET RECICLADO.

Se efectuó el análisis granulométrico del agregado fino con un reemplazo de 5% y 10% PET reciclado, se toma 300 gr de arena gruesa con PET reciclado, luego se procede a pasar el material por los tamices, después se pesa el material que queda en cada tamiz y finalmente generar su curva granulométrica. (ver fig. 07, 08)

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (5% y 10% PET)

El ensayo se realizó primero colocando el agregado fino con un reemplazo de 5% y 10% de PET reciclado en agua durante 24 horas, para luego ser pesado, colocado en el picnómetro y adicionándole agua, después es agitado para extraer las burbujas.

Por último, se extrae el material del picnómetro para ser colocado en el horno, una vez seca se coloca en la balanza para determinar su peso final. (ver fig. 09)

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO (5% y 10% PET)

El peso unitario suelto del agregado fino con un reemplazo de 5% y 10% de PET reciclado se obtiene de la muestra seca suelta, se denomina como PUSS, consiste en colocar el agregado fino seco, para luego se procede a nivelar con ayuda de una varilla lisa y finalmente ser pesada. (ver fig. 10, 11)

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO (5% y 10% PET)

El peso unitario se puede obtener de una muestra seca compactada, se denomina como PUC.

Consiste en colocar el material hasta la altura de 1/3 del recipiente, con ayuda de una varilla lisa damos 25 golpes, luego continuamos llenando la bandeja a 2/3 del recipiente, seguidamente volvemos a dar 25 golpes con ayuda de la varilla lisa, finalmente se coloca la última capa, hasta llenar por completo la bandeja, de la misma manera ayudamos la compactación con ayuda de la varilla lisa y procedemos a pesar. (ver fig. 12)

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (5% y 10% PET)

Se representa mediante la absorción de agua, dejando reposar el agregado fino con un reemplazo de 5% y 10% de PET reciclado, con agua por 24 horas.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (5% y 10% PET)

La finalidad es determinar el contenido de humedad del agregado fino con un reemplazo de 5% y 10% de PET reciclado, se determina en el laboratorio, procediendo a utilizar un horno donde la humedad del material es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua contenida en una determinada cantidad.

ENSAYO DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA (5% Y 10% PET)

Se realiza el tamizado de nuestro agregado fino con un reemplazo de 5% y 10% de PET reciclado, enfatizando el contenido que logre pasar hasta la malla N°200, obteniendo un resultado con un reemplazo de 10% de PET 2.59 y con 5% de PET 2.9.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO:

Realizaremos tres diseños, con los datos obtenidos de los ensayos de los agregados; el primero será de una muestra patrón (concreto convencional) y los dos restantes se realizarán con PET reciclado triturado que reemplazará un 5% y 10% a la arena gruesa.

Primero se realizó el pesaje de los agregados según dosificación del diseño de mezcla para un concreto Patrón (convencional) $f'c = 280$ kg/cm². (ver fig. 13)

Luego se empieza agregar cada uno de los materiales al trompo mezclador para realizar el concreto patrón. (ver fig. 14, 15)

Finalmente se colocan la mezcla en los moldes para probetas de concreto. (ver fig. 16, 17)

Para los siguientes dos diseños de mezcla se realizó dosificación de los agregados. (ver fig. 18)

Luego se realizó la incorporación de los materiales (cemento, piedra chancada, arena gruesa, PET reciclado y agua) al trompo mezclador; según diseño de mezcla. (ver fig. 19, 20)

Por último, paso se coloca la mezcla en las probetas de concreto, para después de 24 horas ser desmoldados y colocadas en agua durante 7, 14, 21 y 28 días, a fin de realizar el ensayo de compresión. (ver fig. 21, 22, 23)

ENSAYO ESFUERZO A LA COMPRESIÓN EN MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (NTP 330.034, 2008)

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. NTP (330.034 Pág. 3)

Se realizó primero midiendo el diámetro y altura de la probeta de concreto con un vernier para luego ser colocado y centrado en la máquina de ensayo a la compresión y finalmente ser sometido a una carga hasta llegar a su rotura.

Este procedimiento se realizó a los 7, 14, 21 y 28 días de curación de las probetas de concreto.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de laboratorio se detallan mediante tablas y gráficos:

OBJETIVO ESPECÍFICO NRO. 01: Identificar las propiedades mecánicas de los agregados a utilizar de la cantera Romanof.

En la tabla n°13 se detalla los resultados de los ensayos de los materiales (agregado fino y agregado grueso) extraídos de la cantera Romanof que serán utilizadas en la elaboración de un concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ realizadas en laboratorio.

TABLA N° 13 Análisis de los Agregados

ENSAYO	CANTERA ROMANOF	
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Especifico	2.536	2.631
Peso Unitario Suelto	1573.39 kg/m ³	1351.85 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1791.46 kg/m ³	1457.48 kg/m ³
Contenido de Humedad	0.10 %	0.02 %
Absorción	3.36 %	0.99%
Módulo de Fineza	2.65	8.55

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla n°14 se detalla el porcentaje y cantidades del agregado fino que pasa por las mallas tamices para concluir que es aceptables y por consiguiente realizar su diseño de mezcla.

TABLA N° 14 Análisis Granulométrico del Agregado Fino

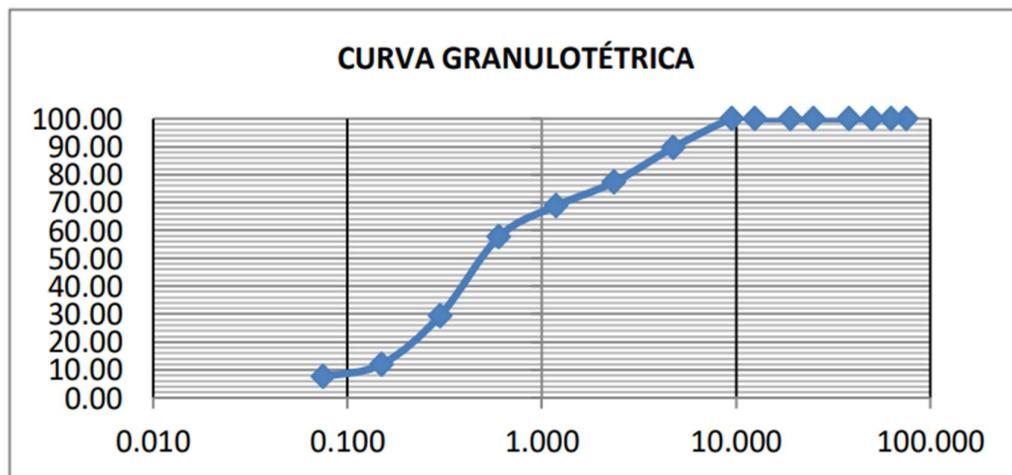
TAMIZ		PESO RETEN. (gr.)	% RETEN. PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	ABERT. (mm)				
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00

2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	139.50	10.33	10.33	89.67
N° 8	2.360	167.40	12.40	22.74	77.26
N° 16	1.180	115.10	8.53	31.26	68.74
N° 30	0.600	150.00	11.11	42.38	57.62
N° 50	0.300	379.90	28.14	70.52	29.48
N° 100	0.150	235.70	17.46	87.98	12.02
N° 200	0.075	60.30	4.47	92.45	7.55
PLATO		101.90	7.55	100.00	0.00
TOTAL		1349.80	100.00		

Fuente: Datos del Laboratorio

En el grafico 01. Se detalla la curva granulométría del agregado fino con los datos obtenidos del cuadro de análisis granulométrico, concluyendo que el agregado fino es aceptable para realizar el diseño de mezcla para la elaboración de concreto patrón $f'c=280$ kg/cm².

GRAFICO N° 1 Curva Granulométrica del agregado fino



En la tabla n°15 se detalla el porcentaje y cantidades del agregado grueso que pasa por las mallas tamices para concluir que es aceptables y por consiguiente realizar su diseño de mezcla.

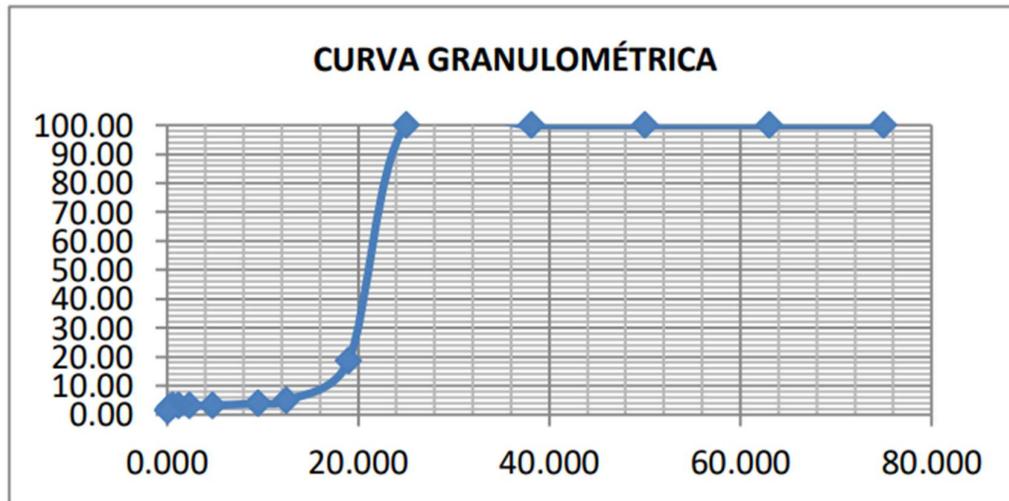
TABLA N° 15 Análisis Granulométrico del agregado grueso

TAMIZ		PESO	% RETEN.	% RETENIDO	% QUE
N°	ABERT. (mm)	RETEN. (gr.)	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	1855.80	81.34	81.34	18.66
½"	12.500	311.40	13.65	94.99	5.01
3/8"	9.500	25.30	1.11	96.10	3.90
N° 4	4.750	14.40	0.63	96.73	3.27
N° 8	2.360	0.00	0.00	96.73	3.27
N° 16	1.180	1.30	0.06	96.79	3.21
N° 30	0.600	2.90	0.13	96.91	3.09
N° 50	0.300	11.50	0.50	97.42	2.58
N° 100	0.150	18.70	0.82	98.24	1.76
N° 200	0.075	9.60	0.42	98.66	1.34
PLATO		30.60	1.34	100.00	0.00
TOTAL		2281.50	100.00		

Fuente. Datos del laboratorio

En el gráfico 02. Se detalla la curva granulometría del agregado grueso con los datos obtenidos del cuadro de análisis granulométrico, concluyendo que el agregado grueso es aceptable para realizar el diseño de mezcla para la elaboración de concreto patrón $f'c=280$ kg/cm².

GRAFICO N° 2 Curva Granulométrica del agregado grueso



Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla n° 16. Se detalla el porcentaje y cantidades del agregado fino que tiene un reemplazo de 5% de PET reciclado que pasa por las mallas tamices para concluir que es aceptables y por consiguiente realizar su diseño de mezcla.

TABLA N° 16 Análisis granulométrico agregado fino (5% PET)

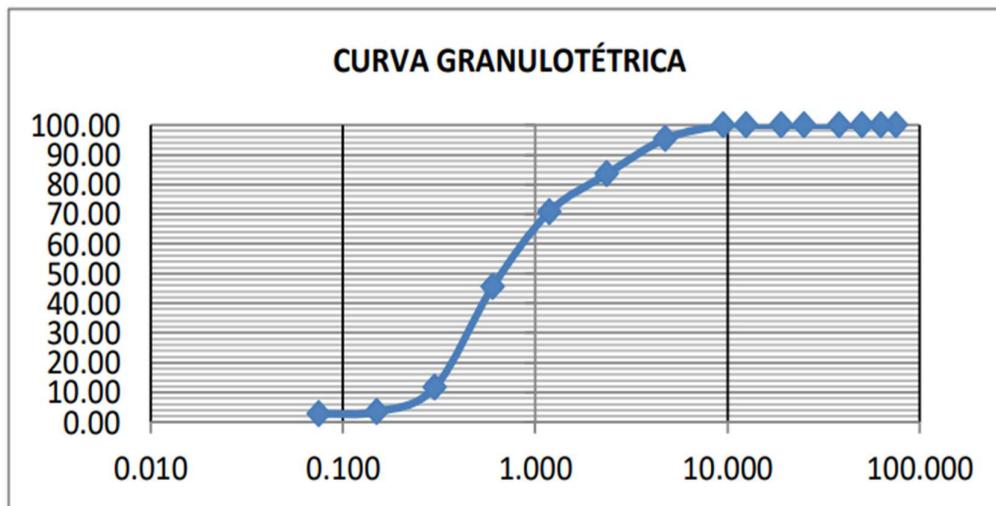
TAMIZ		PESO	% RETEN.	% RETENIDO	% QUE
N°	ABERT. (mm)	RETEN. (gr.)	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	13.90	4.63	4.63	95.37

N° 8	2.360	35.60	11.87	16.50	83.50
N° 16	1.180	38.50	12.83	29.33	70.67
N° 30	0.600	75.50	25.17	54.50	45.50
N° 50	0.300	101.70	33.90	88.40	11.60
N° 100	0.150	25.50	8.17	96.57	3.43
N° 200	0.075	2.20	0.73	97.30	2.70
PLATO		8.10	2.70	100.00	0.00
TOTAL		300.00	100.00		

Fuente. Datos de laboratorio

En el gráfico 03. Se detalla la curva granulométría del agregado fino con un reemplazo de 5% de PET reciclado, con los datos obtenidos del cuadro de análisis granulométrico, concluyendo que el agregado fino con un reemplazo de 5% de PET es aceptable para realizar el diseño de mezcla para la elaboración de concreto patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

GRAFICO N° 3 Curva granulométrico agregado fino (5% PET)



Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla n°17. Se detalla el porcentaje y cantidades del agregado fino que tiene un reemplazo de 10% de PET reciclado que pasa por las

mallas tamices para concluir que es aceptables y por consiguiente realizar su diseño de mezcla.

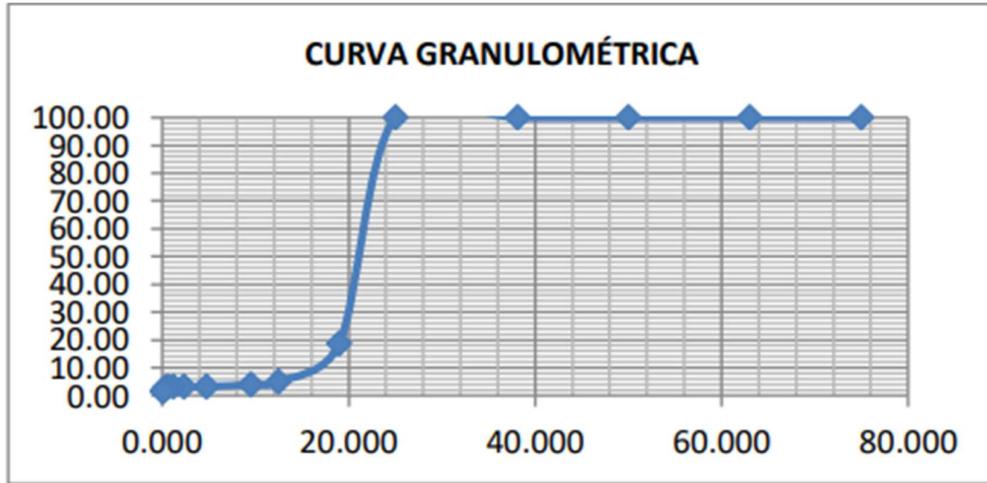
TABLA N° 17 Análisis granulométrico de agregado fino (10% PET)

TAMIZ		PESO	% RETEN.	% RETENIDO	% QUE
N°	ABERT. (mm)	RETEN. (gr.)	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	139.50	10.33	10.33	89.67
N° 8	2.360	167.40	12.40	22.74	77.26
N° 16	1.180	115.10	8.53	31.26	68.74
N° 30	0.600	150.00	11.11	42.38	57.62
N° 50	0.300	379.90	28.14	70.52	29.48
N° 100	0.150	235.70	17.46	87.98	12.02
N° 200	0.075	60.30	4.47	92.45	7.55
PLATO		101.90	7.55	100.00	0.00
TOTAL		1349.80	100.00		

Fuente. Datos del laboratorio

En el gráfico 04. Se detalla la curva granulométría del agregado fino con un reemplazo de 10% de PET reciclado, con los datos obtenidos del cuadro de análisis granulométrico, concluyendo que el agregado fino con un reemplazo de 10% de PET es aceptable para realizar el diseño de mezcla para la elaboración de concreto patrón $f'c=280$ kg/cm².

GRAFICO N° 4 Curva Granulométrica



Fuente. Resultados de Laboratorio

En la tabla n°18 se detalla los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio al agregado fino con un reemplazo de 5% de PET para la elaboración de un concreto F'C=280 kg/cm².

TABLA N° 18 Ensayos a la arena grueso con reemplazo de 5% PET

ENSAYO	CANTERA ROMANOF
	AGREGADO FINO + 5 % PET
Peso Especifico	2.375
Peso Unitario Suelto	1359.39 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1574.80 kg/m ³
Contenido de Humedad	0.10 %
Absorción	12.53 %
Módulo de Fineza	2.9

Fuente. Elaboración Propia (resultados de laboratorio)

En la tabla n°19 se detalla los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio al agregado fino con un reemplazo de 10% de PET para la elaboración de un concreto F'C=280 kg/cm².

TABLA N° 19 Ensayos a la arena grueso con reemplazo de 10% PET

ENSAYO	CANTERA ROMANOF
	AGREGADO FINO + 10 % PET
Peso Especifico	2.185
Peso Unitario Suelto	1272.16 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1471.62 kg/m ³
Contenido de Humedad	0.10 %
Absorción	3.09 %
Módulo de Fineza	2.59

Fuente. Elaboración Propia (resultados de laboratorio)

OBJETIVO ESPECÍFICO NRO. 02: Realizar el diseño de mezcla de un concreto convencional $f'c = 280$ kg/cm² y un concreto experimental utilizando PET reciclado reemplazando el 5% y el 10% a la arena gruesa.

En la tabla n°20 se muestra los resultados del diseño de mezcla para un concreto convencional de resistencia 280 kg/cm³. Las proporciones de los materiales para 1 m³ de concreto son las siguientes:

TABLA N° 20 Proporción de material para 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/mc²

MATERIAL	DOSIFICACIÓN
Cemento	1 bls.
Agregado Fino	10 lamp.
Agregado Grueso	16 lamp.
Agua	1.37 latas

Fuente. Elaboración Propia (datos de laboratorio)

En la tabla n°21 se muestra los resultados del diseño de mezcla para un concreto de resistencia 280 kg/cm³, utilizando PET reciclado que

reemplazará en 5% a la arena gruesas. Las proporciones de los materiales para 1 m³ de concreto son las siguientes:

TABLA N° 21 Proporción para concreto experimental

MATERIAL	DOSIFICACIÓN
Cemento	1 bls.
Agregado Fino	12 lamp.
Agregado Grueso	15 lamp.
Agua	1.73 latas
PET	1 lamp.

Fuente. Elaboración Propia (resultados de laboratorio)

En la tabla n°22: se muestra los resultados del diseño de mezcla para un concreto de resistencia 280 kg/cm³, utilizando PET reciclado que reemplazará en 10% a la arena gruesas. Las proporciones de los materiales para 1 m³ de concreto son las siguientes:

TABLA N° 22 Proporción para concreto experimental (10% PET)

MATERIAL	DOSIFICACIÓN
Cemento	1 bls.
Agregado Fino	11 lamp.
Agregado Grueso	16 lamp.
Agua	1.33 latas
PET	1.1 lamp.

Fuente. Elaboración Propia (resultados de laboratorio)

OBJETIVO ESPECIFICO NRO. 03: Determinar el comportamiento a compresión del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto utilizando PET reciclado que reemplazará en 5% y 10% a la arena gruesa para la obtención de un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.

En la tabla n°23 se observa los resultados de la rotura de probetas del concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, que fueron realizadas a los 7,14,21 y 28 días de curado; se obtiene las siguientes resistencias.

TABLA N° 23 Resumen de resultados de rotura de probetas

CONCRETO PATRÓN $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$				
PROBETA	RESISTENCIA A LA FALLA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA EDAD %	PROMEDIO	EDAD (DÍAS)
M-01	223.31	79.76	221.77	7
M-02	222.16	79.34		7
M-03	219.85	78.52		7
M-04	252.74	90.27	253.70	14
M-05	253.90	92.91		14
M-06	253.46	105.40		14
M-07	282.75	100.98	281.93	21
M-08	282.17	100.78		21
M-09	281.02	100.36		21
M-10	370.88	132.46	367.13	28
M-11	364.98	130.35		28
M-12	365.55	130.56		28

Fuente. Elaboración propia (resultados de laboratorio)

En la tabla n°24 se observa los resultados de la rotura de probetas del concreto Experimental utilizando 5% de PET que reemplazará a la arena gruesa, que fueron realizadas a los 7,14,21 y 28 días de curado; se obtiene las siguientes resistencias.

TABLA N° 24 Resumen de resultados de rotura de probetas

CONCRETO $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ CON PET REEMPLAZADO 5 % A LA ARENA GRUESA				
PROBETA	RESISTENCIA A LA FALLA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA EDAD %	PROMEDIO	EDAD (DÍAS)

M-01	227.21	81.15	226.31	7
M-02	224.94	80.33		7
M-03	226.79	81.00		7
M-04	281.74	100.62	283.90	14
M-05	285.63	102.01		14
M-06	284.34	101.55		14
M-07	298.62	106.65	335.846	21
M-08	305.11	108.97		21
M-09	303.81	108.50		21
M-10	386.91	138.18	389.07	28
M-11	389.50	139.11		28
M-12	390.80	389.57		28

Fuente. Elaboración propia (resultados de laboratorio)

En la tabla n°25 se observa los resultados de la rotura de probetas del concreto Experimental utilizando 10% de PET que reemplazará a la arena gruesa, que fueron realizadas a los 7,14,21 y 28 días de curado; se obtiene las siguientes resistencias.

TABLA N° 25 Resumen de resultados de rotura de probetas

CONCRETO F' C = 280 KG/CM2 CON PET REEMPLAZADO 10 % A LA ARENA GRUESA				
PROBETA	RESISTENCIA A LA FALLA (kg/cm2)	RESISTENCIA A LA EDAD %	PROMEDIO	EDAD (DÍAS)
M-01	232.40	83.00	233.37	7
M-02	233.70	83.40		7
M-03	234.03	83.58		7
M-04	293.42	104.79	295.58	14
M-05	297.32	106.19		14
M-06	296.02	105.72		14
M-07	309.00	110.36	310.30	21
M-08	310.30	110.82		21

M-09	311.60	111.29		21
M-10	392.42	140.15	394.053	28
M-11	393.75	140.62		28
M-12	395.99	141.43		28

Fuente. Elaboración propia (resultados de laboratorio)

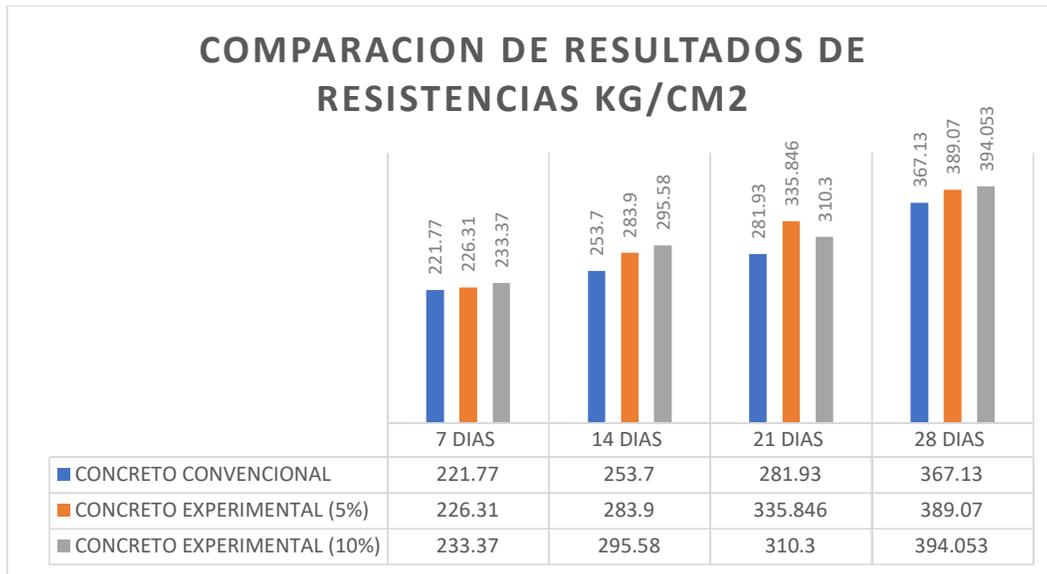
En la tabla n°26 se observa el cuadro comparativo los resultados de la rotura de probetas tanto del concreto patrón como el concreto Experimental utilizando 5% y 10% de PET que reemplazará a la arena gruesa, que fueron realizadas a los 7,14,21 y 28 días de curado; se obtiene las siguientes resistencias.

TABLA N° 26 Cuadro comparativo de Resistencias.

CUADRO COMPARATIVO DE RESISTENCIAS				
CONCRETO	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	221.77	253.7	281.93	367.13
Experimental (5% PET)	226.31	283.9	335.846	389.07
Experimental (10% PET)	233.37	295.58	310.30	394.053

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 5 Cuadro comparativo de resistencias



Cómo se puede observar en el gráfico comparativo de los resultados obtenidos al realizar los ensayos a compresión a los 7, 14, 21 y 28 días a un concreto convencional $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto experimental utilizando PET reciclado que reemplaza en 5% y 10% a la arena gruesa, los cuales sobrepasan la resistencia estimada que se basa en comparación a la muestra patrón. Teniendo como resultados a los 28 días: concreto convencional 367.13 kg/cm^2 , concreto experimental utilizando 5% de PET es 389.07 kg/cm^2 y concreto experimental utilizando un 10% de PET es 394.053 kg/cm^2 .

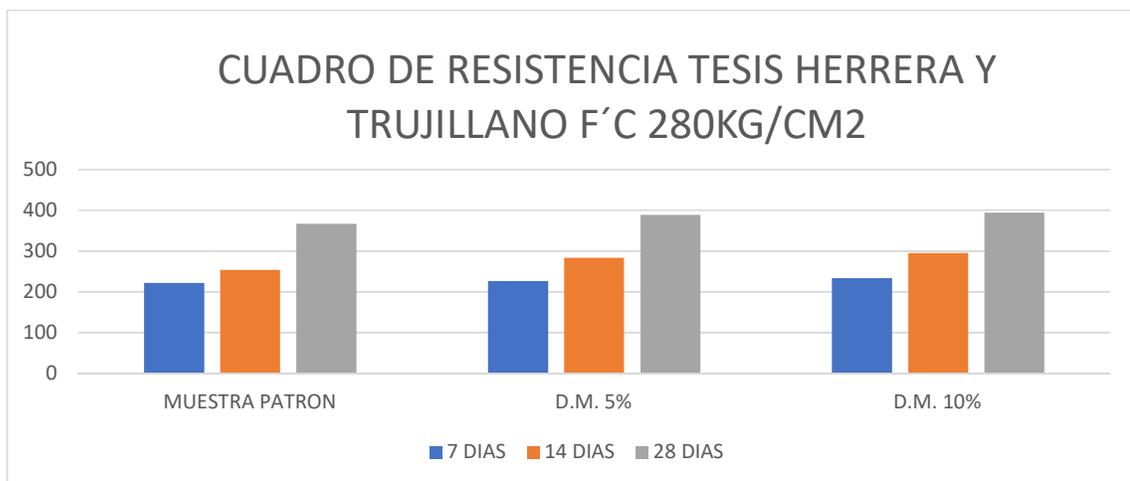
V. DISCUSIONES

Discusión 1.

De la tesis Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm² con adición de fibras PET recicladas en Juliaca – Puno, realizaron los estudios de las propiedades de los materiales y determinaron utilizar PET reciclado en su mezcla de concreto, adicionando dicho material en un 3% 7% y 10%, también realizaron una muestra patrón para la comparación de resultados, estos porcentajes fueron reemplazados en la arena gruesa y/o agregado fino, realizaron el estudio de la propiedad de los materiales utilizando la NORMA TÉCNICA PERUANA, ensayaron la mezcla en probetas cilíndricas y para el cálculo de su resistencia, se realizó la rotura a los 7, 14, 21 y 28 días.

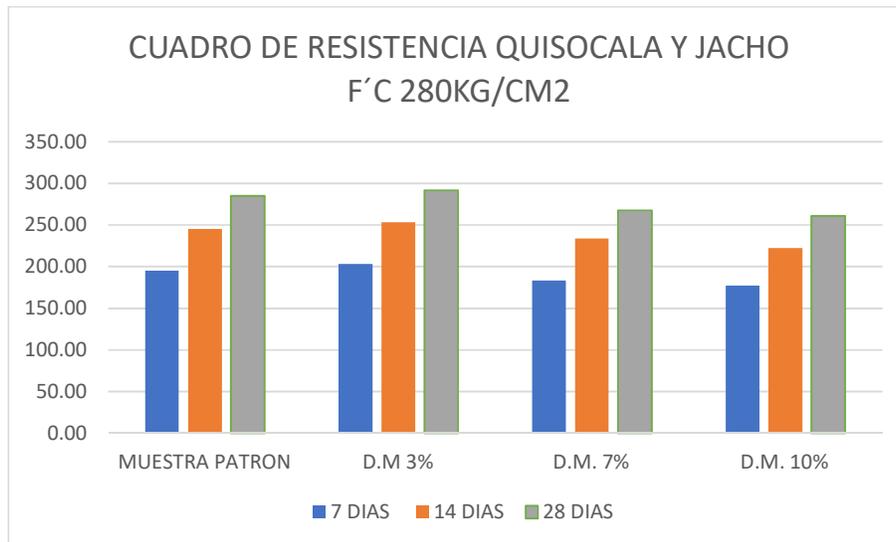
Su objetivo general fue, Analizar la resistencia a la compresión de un concreto convencional 280 kg/cm² se verificó que la mezcla con 3% de PET es la más eficaz en comparación a los resultados de la muestra patrón.

GRAFICO N° 6 Cuadro comparativo de resistencias



Elaboración propia – 2022

GRAFICO N° 7 Cuadro de resistencia Quisocala y Jacho



Elaboración propia - 2022

Interpretación: cómo se puede observar en los gráficos comparativos ambas tesis logran alcanzar resultados óptimos a los esperados, En ambas tesis los diseños de mezcla al momento de ensayarlas a compresión logran obtener la resistencia esperada, sobrepasando la resistencia estimada que se basa en comparación a la muestra patrón. Lográndose alcanzar los objetivos planteados.

En su tesis Quisocala y Jacho determinan en sus conclusiones que el porcentaje de PET con mejor respuesta es el 3%, ya que a mayor aporte de PET en su investigación las resistencias van disminuyendo, dado el caso al momento de hacer las roturas de las probetas al 10% de PET.

Estos resultados a comparación de nuestros porcentajes de PET varían en las resistencias, se podría determinar lo siguiente:

Quisocala y Jacho realizan un solo diseño de mezcla basándose en la muestra patrón, por lo tanto, nuestra presente tesis realizo 3 diseños de mezcla siendo analizados por cada porcentaje de PET a incorporar, Diseño de mezcla de muestra patrón, Diseño de Mezcla utilizando 5%

de PET, Diseño de Mezcla utilizando el 10% para obtener una resistencia $f'c$ 280kg/cm². Es muy importante realizar los ensayos correspondientes a los agregados finos o arena gruesa, ya que ese es el material que será directamente remplazado, por lo tanto, las dosificaciones presentan variaciones, en toda la recolección de datos.

Quisocala y Jacho, trabajan su mezcla de concreto con un plástico reciclado, cortado en cintas, en la presente tesis trabajamos la incorporación de PET con plástico triturado, por lo tanto, nuestro material llega a aportar un mayor porcentaje de piedra contenida en la mezcla, ya que nuestro plástico triturado toma la forma de una piedra chanchada como gravilla de 1/4".

Discusión 2.

Morales en su tesis (Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado Lima 2016), trabaja con botellas descartables de bebidas post consumo, la cual fueron trituradas por una máquina trituradora, obteniendo plásticos PET en forma de partículas irregulares con dimensiones de 0.5mm de espesor y de 1mm a 5 mm de diámetro. Con todos los materiales a disposición, se ensayaron para determinar las propiedades físicas de los agregados según la NTP. Se estudiaron las dosificaciones del concreto, empleando la relación agua/cemento (0.57) sustituyendo en tres porcentajes en peso del agregado fino (arena) por 5%, 10% y 15% de PET reciclado. Para el cálculo de la resistencia, las probetas fueron ensayadas a edades de 7, 14, 21 y 28 días. Observando el comportamiento del concreto, se comparó los valores de la muestra patrón y las muestras con 5%, 10, y 15% de PET reciclado, con los antecedentes encontrados. De acuerdo a los resultados obtenidos del objetivo general, se verificó que la muestra con reemplazo parcial de arena en proporción de 5%, mostró un mejor resultado en las propiedades físico-mecánicas de concreto.

VI. CONCLUSIONES

El PET reemplazando un 5% y 10 % a la arena gruesa influye de manera positiva en la resistencia a la compresión para un concreto $f'c= 280$ kg/cm². Teniendo más influencia positiva el concreto experimental con PET reciclado que reemplaza un 10% a la arena gruesa.

Los resultados del análisis de los agregados de la cantera Romanof nos indica que cuenta con propiedades mecánicas y físicas óptimas para la elaboración de un concreto $f'c= 280$ kg/cm².

El diseño de mezcla para un concreto convencional $f'c 280$ kg/cm² nos da como resultado la siguiente dosificación para 1m³ de concreto: 1 bls cemento, 10 lamp. Arena gruesa, 16 lamp. Piedra chancada y 1.37 latas de agua.

El diseño de mezcla para un concreto experimental con uso de PET reciclado que reemplazará en 5% a la arena gruesa, para un 1m³ de concreto: 1 bls cemento, 12 lamp. Arena gruesa, 15 lamp. Piedra chancada, 1.73 latas de agua y 1 lamp. PET reciclado.

El diseño de mezcla para un concreto experimental con uso de PET reciclado que reemplazará en 10% a la arena gruesa, para un 1m³ de concreto: 1 bls cemento, 11 lamp. Arena gruesa, 16 lamp. Piedra chancada, 1.33 latas de agua y 1.1 lamp. PET recicladas

El comportamiento a compresión del concreto convencional $f'c= 280$ kg/cm² fue 367.13 kg/cm² y los resultados del concreto utilizando PET reciclado que reemplaza en 5% y 10% a la arena gruesa fueron 389.07 kg/cm² y 394.053 kg/cm² respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda elaborar los diseños de mezcla para cada tipo de concreto ya sea convencional y experimental, de tal manera que se pueda alcanzar la resistencia a compresión esperada.
- Se recomienda utilizar el PET reciclado triturado, ya que al ser triturado tiene una mejor conglomeración con el agregado fino.
- Se recomienda realizar investigaciones utilizando mayores porcentajes de PET reciclado reemplazando a la arena en la elaboración de un concreto.
- Se ha podido observar que a medida que se van reemplazando los porcentajes de PET reciclado el peso unitario del concreto va disminuyendo, lo cual haría que nuestra estructura sea más liviana, se recomienda utilizar estos diseños de mezcla en la construcción de elementos no estructurales, ya sea en solados, entre otros.

REFERENCIAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto (Vol. Segunda Edición)*. Lima - Perú: San Marcos E.I.R.L.
- Cesar Luaces, Primera edición: 2007. Los áridos y el cemento, el recorrido de los materiales
- Capeco, 2016. *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Collins, R.J. noviembre 1998: "BRE Digest 433: *Recycled Aggregates*".
- Dolores García del Amo, 2004. Reactividad árido-álcali en áridos para hormigón I. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Eduardo Martínez Pizon, 2010. *Problemas de Resistencia de Materiales*.
- François Buyle-Bodin, Roumiana Zaharieva, 2003. Assessment of the surface permeation properties of recycled aggregate concrete. *Cement & Concrete Composites*.
- Gulikers, J. 1996: "Reliability of Chloride Analysis in Determining the Corrosivity of Concrete".
- Gonzalo A. Valdés y Jorge G. Rapimán, Chile. 2007. Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados.
- José Luís Peñate Fleites. Caracterización de la industria extractiva de materiales de construcción en la provincia de Villa Clara.
- José-Luís Parra y Alfaro. Aprovechamiento como áridos reciclados de RCDs (Residuos de Construcción y Demolición). Curso de Tecnología de Áridos.
- Jhon E. Gere, Edición limitada. *Resistencia de materiales (Timoschenko)*.
- Karlsen, J. 2002; Petkovic, G.; Lahus, O.: "A Norwegian Certification Scheme for Recycled Aggregate (RCA)".
- La norma ACI 211
- Manuel Vázquez, 2010. *Mecánica para Ingenieros*.
- Meta and Monterio, 1986. Concrete (structure, properties and materials), PrenticeHall, Englewood Cliffs, N.J, 37-42.
- Miren Etxeberria, 2003. "*Hormigón Reciclado*".

- Miren Etxeberria, 2007. Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete.
- Morales, Miller. 2016. *Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado Lima 2016*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Pablo, Josué. 2017. *Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco – 2017*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Alcides Carrión.
- Pere Adserá Sáez. Influencia de los áridos reciclados en la permeabilidad del hormigón.
- Quenta, Darwin. 2020. “Efectos del reciclado de las fibras de las botellas PET en la resistencia del concreto normal”
- Quisocala, Junior y JACHO, Edgar. 2021. *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm² con adición de fibras PET recicladas Juliaca – Puno*. Puno: Universidad Cesar Vallejos.
- Quintero, Cristian y Macheda, Jeisson. 2016. *Propiedades mecánicas de un concreto reforzado con fibras de PET reciclados*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Rilem, 1994: (International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures): “Specifications for Concrete with Recycled Aggregates”.
- Sanchez De Guzman, D. (2010). *Tecnología del concreto y mortero*. Bogotá: Bhandar Editores.
- Soriano J., Alaejos P., Bermúdez M.A., García Calleja M. A., Lanza V. Degradación de un hormigón por una reacción árido-cemento.
- Torre, A. (2013). *Curso básico de concreto*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- <https://www.bbc.com/mundo/noticias-40664725>
- <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59608879>
- <https://rpp.pe/peru/actualidad/peru-solo-recicla-aun-el-4-de-las-900000-toneladas-de-plastico-que-desecha-noticia-1242755>
- <http://www.recicladoslared.es/proceso-de-reciclaje-de-plasticos/>
- <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3737>

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_8b2d23a82d658c24434608571471ccde/Details

<https://www.construyendoseguro.com/cuales-son-las-propiedades-del-concreto/>

<https://www.youtube.com/watch?v=MnegVK8Z4Ls>

ANEXOS

Figura N° 7 Análisis Granulométrico agregado fino (5%PET)



Figura N° 8 Análisis Granulométrico agregado fino (10% PET)



Figura N° 9 Peso específico agregado fino (5% y 10% PET)



Figura N° 10 Peso unitario suelto del agregado fino (5% PET)



Figura N° 11 Peso unitario suelto del agregado fino (10% PET)

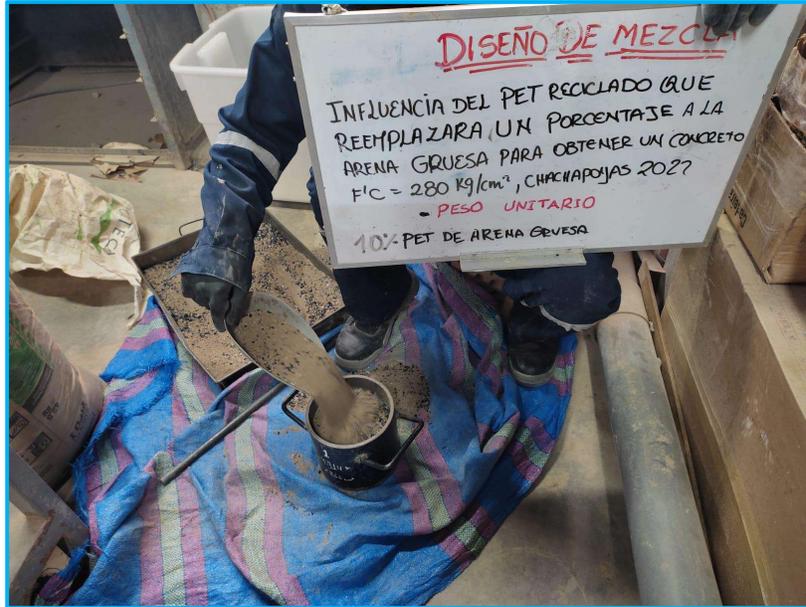


Figura N° 12 Peso unitario compactado del agregado fino (10% PET)



Figura N° 13 Agregados utilizados para concreto patrón



Figura N° 14 Incorporación de la arena gruesa a la mezcla



Figura N° 15 Incorporación del cemento a la mezcla



Figura N° 16 Chuceado de probetas concreto



Figura N° 17 Probetas de concreto



Figura N° 18 Materiales para elaboración de concreto experimental



Figura N° 19 Incorporación del PET reciclado a la mezcla



Figura N° 20 Incorporación de agua a la mezcla



Figura N° 21 Probetas de concreto experimental (5% PET)



Figura N° 22 Probetas de concreto patrón y experimental



Figura N° 23 Agregado Grueso cantera Romanof



Figura N° 24 Movilización de agregados hacia el laboratorio



Figura N° 25 Cuarteo de agregado grueso



Figura N° 26 Tamizado por la malla 3/8"



Figura N° 27 Peso específico del agregado fino



Figura N° 28 Pesado de arena gruesa para diseño patrón



Figura N° 29 Pesado de cemento para diseño patrón



Figura N° 30 Pesado de piedra para diseño patrón



Figura N° 31 Probetas de concreto Patrón (rotura de 14, 21 y 28 días)



Figura N° 32 Probetas de concreto experimental (10% PET)



Figura N° 33 Rotura de probeta de concreto convencional – 14 días



Figura N° 34 Rotura de probeta de concreto experimental – 21 días





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Influencia del PET reciclado que reemplazará en 5 y 10 por ciento a la arena gruesa para obtener un concreto $F'c=280$ kg/cm², Chachapoyas 2022", cuyos autores son TRUJILLANO MORI ERIKA CANDY, HERRERA PICON MARIA SANTOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 26 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES DNI: 18210638 ORCID: 0000-0001-9560-6846	Firmado electrónicamente por: AHERRERAV el 27- 08-2022 17:57:26

Código documento Trilce: TRI - 0424521