



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto  
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando plástico reciclado, Puerto  
Maldonado, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Aranibar Luna, Joao Tackeshi (0000-0003-0033-7060)

Silva Cornejo, Anthony (0000-0002-0434-4551)

**ASESOR:**

Ms. Ing. Civil Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (0000-0002-2026-0411)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Construcción sostenible / Diseño sísmico y estructural

ATE – PERÚ

2022

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y sobre todo a mis padres, mi madre por siempre estar pendiente de mí, cuidándome y exigiendo día a día que sea el mejor, mi padre por ser parte del pilar de la familia y brindándome su apoyo en todo momento, mi hermana porque a pesar de todo ella siempre me daba el ejemplo de cómo crecer profesionalmente y por último a todas las personas que creyeron en mí, familiares y amigos que día a día me motivaban a dar el gran paso, sin todo ellos no hubiera logrado alcanzar esta meta.

A mis padres Antonio y Beatriz quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, y enseñarme de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a dios por permitirme seguir aquí cumpliendo una meta más.

Agradezco a mis padres que a pesar de todo ellos siempre fueron los primeros en creer en mi dándome toda su confianza para lograrlo.

A mis familiares que siempre están ahí apoyándome con sus buenos deseos.

Finalmente, al ing. Luis Barrantes por exigirnos y guiarnos por un buen camino y a mis compañeros que me brindaron su granito de arena ayudándome con la elaboración de este proyecto.

Mi profundo agradecimiento a mis padres Antonio y Beatriz, por confiar en mí. De igual manera, mis agradecimientos a la Universidad Cesar Vallejo, a mi hermana familiares y amigos, compañeros de universidad, a mi compañero Joao, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Luis Alfonso Juan Barrantes Mann principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I. MARCO TEÓRICO .....	5
II. METODOLOGÍA .....	16
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	16
<b>3.2. Variables y operacionalización</b> .....	17
<b>3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis</b> .....	18
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	20
<b>3.5. Procedimientos</b> .....	21
<b>3.6. Método de análisis de datos</b> .....	36
<b>3.7. Aspectos éticos</b> .....	36
III. RESULTADOS .....	37
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54
V. CONCLUSIONES.....	55
VI. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS1	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de cemento .....	12
Tabla 2 Límites permisibles para uso del agua .....	13
Tabla 3 Sistema de identificación de envases PET .....	14
Tabla 4 Variables y operacionalización .....	17
Tabla 5 Equipos, materiales e instrumentos usados .....	20
Tabla 6 Granulometría del agregado grueso .....	37
Tabla 7 Peso específico y absorción del agregado grueso .....	38
Tabla 8 Peso unitario suelto del agregado grueso .....	39
Tabla 9 Peso unitario compactado del agregado grueso .....	39
Tabla 10 Contenido de humedad del agregado grueso .....	39
Tabla 11 Granulometría del agregado fino .....	40
Tabla 12 Peso específico y absorción del agregado fino .....	42
Tabla 13 Peso unitario suelto del agregado fino .....	42
Tabla 14 Peso unitario compactado del agregado fino .....	42
Tabla 15 Contenido de humedad del agregado fino .....	43
Tabla 16 Cuadro de resumen de datos .....	43
Tabla 17 Factor de seguridad para el diseño de mezcla .....	44
Tabla 18 Volumen unitario de agua según asentamiento .....	44
Tabla 19 Contenido de aire atrapado según TMN .....	45
Tabla 20 Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto .....	45
Tabla 21 Relación agua cemento .....	46
Tabla 22 Peso de materiales seco por metro cubico .....	46
Tabla 23 Diseño de mezcla corregido por humedad .....	47
Tabla 24 Resultado de ensayo a compresión edad 7 días .....	48
Tabla 25 Resultado de ensayo a compresión edad 14 días .....	48
Tabla 26 Resultado de ensayo a compresión, edad 28 días .....	48
Tabla 27 Resultado de ensayo a flexión, edad 7 días .....	49
Tabla 28 Resultado de ensayo a flexión, edad 28 días .....	49
Tabla 29 Resultado de ensayo a flexión, edad 28 días .....	49
Tabla 30 Resultado ensayo a tracción indirecta, edad 7 días .....	50
Tabla 31 Resultado de ensayos a tracción indirecta, edad 14 días .....	50
Tabla 32 Resultado de ensayos a tracción indirecta, edad 28 días .....	50
Tabla 33 Resumen de datos, ensayo a compresión .....	51
Tabla 34 Análisis de la varianza, ensayo compresión .....	51
Tabla 35 Tabla resumen de datos, ensayo a flexión .....	52
Tabla 36 Análisis de la varianza, ensayo a flexión .....	52
Tabla 37 Resumen de datos, ensayo a tracción indirecta .....	53
Tabla 38 Análisis de varianza, ensayo a tracción indirecta .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición del concreto .....	11
Figura 2. Proceso de extracción del agregado .....	12
Figura 3. Símbolo usado en envases .....	14
Figura 4. Proceso de reciclaje del PET .....	15
Figura 5. Proceso del proyecto de investigación .....	15
Figura 6. Probetas de concreto .....	18
Figura 7. Muestra del total de probetas .....	19
Figura 8. Plano de localización del proyecto de tesis .....	21
Figura 9. Botellas plásticas trituradas.....	22
Figura 10. Extracción de agregados para ensayarlas .....	23
Figura 11. Método del cuarteo.....	23
Figura 12. Tamizado del agregado grueso.....	24
Figura 13. Muestra saturada superficialmente seca .....	25
Figura 14. Ensayo del peso específico del agregado grueso .....	25
Figura 15. Ensayo de peso específico suelto y compactado.....	26
Figura 16. Tamices y muestra del agregado fino .....	27
Figura 17. Cono de absorción para el agregado fino .....	28
Figura 18. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino ...	29
Figura 19. Incorporación del plástico triturado al concreto .....	30
Figura 20. Mezclado del concreto .....	31
Figura 21. Briquetas con y sin incorporación de plástico triturado .....	32
Figura 22. Ensayo a compresión.....	33
Figura 23. Ensayo flexión .....	34
Figura 24. Ensayo a tracción indirecta .....	34
Figura 25. Procedimiento grafico.....	35
Figura 26. Aspectos éticos .....	36
Figura 27. Curva granulométrica del agregado grueso .....	38
Figura 28. Curva granulométrica del agregado fino .....	41

## RESUMEN

En la presente investigación se tiene como objetivo general optimizar las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando plástico reciclado en su diseño, Puerto Maldonado, 2022. Ya que hoy en día se viene investigando nuevos materiales en la incorporación del concreto con el fin de mejorar sus propiedades físico-mecánicas, es por ello el objetivo ya mencionado. El proyecto de investigación es de tipo aplicativo y diseño experimental en la cual se elaboraron 72 probetas de concreto entre ellas cilíndricas y rectangulares, todo a partir de un diseño de mezcla de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  por el método de ACI 211, donde se le incorporara plástico de botellas trituradas en los porcentajes de 4%, 8% y 12% las cuales serán sometidas a los ensayos de compresión, flexión y tracción indirecta, las cuales serán ensayadas en las edades de 7, 14 y 28 días. Los resultados finales que obtuvimos tanto para los ensayos a compresión, flexión y tracción indirecta fueron negativos, ya que a los 28 días de edad arrojaron resultados menores a los del concreto patrón, por lo que se concluye que la incorporación de botellas de plástico trituradas en concretos de diseño  $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  no son favorables ya que disminuyen la resistencia del concreto.

**Palabras claves:** concreto, plástico reciclado, compresión, flexión

## ABSTRACT

The general objective of this research is to optimize the mechanical properties of concrete  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  by adding recycled plastic in its design, Puerto Maldonado, 2022. Since today new materials are being investigated in the incorporation of concrete with in order to improve its physical-mechanical properties, it is for this reason the already mentioned objective. The research project is of an application type and experimental design in which 72 concrete specimens were made, among them cylindrical and rectangular, all from a mix design of  $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  by the ACI 211 method, where plastic from crushed bottles will be incorporated in the percentages of 4%, 8% and 12% which will be subjected to compression, bending and indirect traction tests, which will be tested at the ages of 7, 14 and 28 days. The final results that we obtained both for the compression, bending and indirect tensile tests were negative, since at 28 days of age they yielded lower results than those of the standard concrete, so it is concluded that the incorporation of crushed plastic bottles in design concretes  $F'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$  are not favorable since they decrease the resistance of the concrete.

**Keywords:** concrete, recycled plastic, compression, bendin



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento poblacional en el mundo va en aumento, lo que genera mayor incremento de desechos, contaminando los suelos, ríos y mares, siendo uno de estos las botellas plásticas, teniendo tiempos de vida sobre los 400 años, en los últimos años se han realizado investigaciones sobre el uso del plástico en el concreto, cada uno de ellos plantean diferentes formas de reutilización y beneficios en la construcción y el medio ambiente.

En la ciudad de Puerto Maldonado, el incremento de la contaminación es cada vez más mayor, se sabe que el relleno sanitario de la zona colapsó y lo que más abunda es el plástico. Se plantea estudiar un diseño de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con agregado de la concesión minera Kelly I, que en su proceso de extracción del oro, también extrae el agregado fino y agregado grueso (materiales de canto rodado) a dicho diseño se le plantea incorporar botellas de plástico recicladas trituradas, en los de porcentajes de 0%, 4%, 8% y 12%, con la finalidad de lograr así una mejora sustancial en sus propiedades mecánicas y además, ayudar a reducir la contaminación producida por el material de residuo.

### **Realidad problemática**

En el mundo; la producción del plástico va en aumento a cada momento, en muchos países se sabe que el manejo del reciclaje no se da, lo que ocasiona grandes volúmenes de basura. Miranda (2020) Miranda afirma que:

A cada instante se vende un millón de botellas de plástico, cada botella tarda aproximadamente en promedio unos 450 años en deshacerse, sin embargo, cuando no se encuentra a la intemperie el tiempo se acerca a los mil años. En Europa desde el 2006, el reciclaje de residuos sólidos (plástico) aumentado el doble, pero a pesar de esta mejora, el 25% de estos desechos aún siguen siendo botados a los vertederos. Durante el 2018, la elaboración global de plásticos fue de 359 millones de toneladas, un peso similar al aproximado de la población mundial (parr. 1).

En América Latina; muchos países vienen investigando y desarrollando tecnologías innovadoras con el uso del plástico reciclado empleado en el concreto.

Desde el 2016 se está investigando una innovadora tecnología, la cual permitirá reciclar la mayoría de residuos plásticos, que usualmente terminan en los rellenos sanitarios contaminando el medio ambiente. Hoy en día la construcción sostenible supone un gran adelanto en la construcción sostenible, ya que incrementa hasta 10 veces sus propiedades térmicas y acústicas, lo que se traduce en una mejor calidad constructiva y un mayor ahorro energético (Aparicio, 2020).

En el Perú; se sabe que “apenas el 4% del plástico producido es reciclado y solo 3 de cada 100 peruanos contribuyen en las iniciativas de reciclaje” (MINAN, 2021). Estos residuos son generados, en gran parte por envases de bebidas, por que solo son usadas una sola vez, generando grandes volúmenes y contaminando el medio ambiente, sin embargo no se observa inicios de proyectos donde realmente se le tome la importancia requerida al uso de plástico reciclado (botellas trituradas).

En Madre de Dios, la contaminación por el plástico va tomando fuerza, ya que en el tema de reciclaje es algo que no se toma en consideración, solo existe una recicladora de plástico que cuenta con una máquina trituradora, por lo cual, se plantea incluir dicho plástico triturado en el diseño de mezcla del concreto, con una incorporación de un 0%, 4%, 8% y 12%, los agregados que se usarán, serán de la concesión minera Kelly I, el cual cuenta con agregados de canto rodado, los que son agregado grueso y agregado fino.

La causa del problema ambiental, son los residuos sólidos (botellas plásticas) que son generadas por las personas y a la vez por un mal manejo del reciclaje, haciendo que los rellenos sanitarios sean insuficientes y colapsen. En la construcción siempre se está buscando nuevas adiciones al concreto, fáciles de adquirir y económicas, para poder incrementar sus propiedades físicas y mecánicas.

La consecuencia es que al no haber un manejo adecuado de los residuos sólidos, estos generan mayor contaminación, ocasionando que los rellenos sanitarios colapsen mucho más rápido.

### **Formulación del problema**

Frente a lo expuesto se formula el problema general, ¿Cómo optimizaría las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando plástico reciclado en su diseño, Puerto Maldonado, 2022?

### **Problemas específicos**

Los problemas secundarios que derivan del problema general son:

- ¿Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% aumentara la resistencia a la compresión?
- ¿Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% mejorara la resistencia a la flexión?
- ¿Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% incrementara la resistencia a la tracción indirecta?

### **Objetivo general**

El objetivo general que se plantea es, optimizar las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando plástico reciclado en su diseño, Puerto Maldonado, 2022

### **Objetivos específicos**

Se desglosan los siguientes objetivos específicos:

- Aumentar la resistencia a la compresión con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12%
- Mejorar la resistencia a la flexión con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12%
- Incrementar la resistencia a la tracción indirecta con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12%

## **Hipótesis principal**

En el presente trabajo de investigación se propone la hipótesis general, con la incorporación de plástico reciclado se incrementan las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Puerto Maldonado, 2022.

## **Hipótesis específicas**

H1: Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% aumenta la resistencia a la compresión.

H2: Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% mejora la resistencia a flexión.

H3: Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% incrementa la resistencia a tracción indirecta.

## **Justificación de la investigación**

Bajo los argumentos señalados nace la necesidad de investigar sobre el uso del plástico reciclado (botellas de plástico trituradas) en el diseño de mezcla en el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con agregados de canto rodado de la zona de Puerto Maldonado, ya que es esta vienen siendo una ciudad en crecimiento, poblacional y económicamente, lo que esta generado residuos sólidos en su mayoría el plástico que viene contaminando el medio ambiente y haciendo colapsar el relleno sanitario de la zona, es por eso que se requiere investigar la influencia que tiene el plástico triturado sobre el concreto. Consideremos que esta investigación contribuirá a un nuevo conocimiento para la ingeniería civil y para la ciudad de Puerto Maldonado ya que podrá ayudar a mejorar las características de un diseño de concreto  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  y sobre todo tener una forma más de reciclar dicho plástico y contribuir a la no contaminación del medio ambiente.

## I. MARCO TEÓRICO

### **Antecedentes internacionales**

Córdoba et al. (2020) en su investigación hablan sobre la basura plástica que se encuentra en el mar y lo poco que se hace para la reutilización de la misma. En su trabajo plantea un diseño de concreto tradicional y su incorporación de plástico extraído del mar como sustituto del agregado fino, manejándolos en los porcentajes de 2.5%, 5%, 7.5% y 10%. A partir de los ensayos requeridos y los componentes, se hizo el diseño para la fabricación de briquetas cilíndricas para la evaluación del asentamiento, densidad, resistencia y su modulo elástico. Los resultados de los ensayos indican que, a mayor porcentaje de plástico, tanto el asentamiento como la densidad disminuyen, pero, se obtuvo incrementos en la resistencia y en su modulo elástico. Las briquetas con 7.5% presentaron la mejor resistencia a compresión (185.48 Kg/cm<sup>2</sup>) equivalente al 90.5% del tradicional (203.94 Kg/cm<sup>2</sup>) (p. 1).

Caballero & Florez (2016) plantean en su estudio el problema de la explotación de minerales junto a la problemática de los residuos plásticos, con la finalidad de proponer nuevas opciones fuera de lo habitual. Dentro toda la investigación se muestra una propuesta ecológica, ya que dicho material es muy usado en las construcciones, desde viviendas pequeñas hasta edificios de grandes dimensiones, siendo estos los bloques de hormigón. Lo que se pretende investigar es la siguiente opción que se estudió, el reemplazar cierto porcentaje de contenido de agregado fino por desechos de PET triturados, los porcentajes que se usaron son 12,5%, 25% y 37,5%. Los estudios necesarios para la opción planteada y sus diferentes porcentajes, consiste en que se mantenga su proceso de fabricación del concreto, para que así sigan cumpliendo los parámetros establecidos en las normas NSR-10 y NTC del ICONETC. Al final de la investigación se demuestra una solución factible; para un 37.5% de sustitución de arena, los bloques de PET redujeron en un 2% respecto a los bloques convencionales los bloques con PET se redujeron con respecto al convencional. (p. 12).

Lugo & Torres (2019) en su investigación “caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET” pretende crear un nuevo concreto y a la vez este sea amigable con el medio ambiente, con el fin de demostrar que su aplicación dentro del concreto genere características mecánicas favorables y a su vez definir su viabilidad en la construcción, siendo una investigación netamente experimental se tomaron las muestras necesarias para el estudio de los agregados a utilizar y respectivamente se determinó los pesos de las fibras, Se hicieron 6 cilindros sin fibra con el fin de tener una resistencia base y compararla, posteriormente se elaboraron 6 testigos con fibras de 0.088% siendo 2kg por metro cubico del peso de la muestra, otros 6 testigos con fibras al 0.176% el cual es 4kg por metro cubico y por ultimo 6 testigos más con 0.264% de fibra, siendo este 6kg por metro cuadrado de concreto, al final se procesaron 24 testigos las cuales fueron ensayados en los días 7, 14 y 28 después de su fabricación, dichos ensayos se elaboraron respetando los parámetros de la norma ACI 211. Al final de los resultados se concluyó que para que el concreto obtenga resistencias mayores este deba tener la cantidad optima de fibra, el cual se encuentra entre 96kg y 110kg, el comportamiento a flexión que se observo es que a mayor contenido de fibras se obtendrá mejores resultados, por último, se recomienda que los agregados a usarse cumplan con las características requeridas para un buen concreto ya que de esto también influenciara a los resultados finales (pp. 58, 70).

Carreño (2020) en su investigación “análisis técnico-económico del uso de PET reciclado como reemplazo parcial de áridos finos en hormigones” menciona los altos niveles de contaminación ya que las industrias fabrican elementos no reutilizables como el plástico, haciendo que estos elementos terminen en vertederos, mares y ríos afectando la flora y fauna de la naturaleza, ya que estos desechos tardan muchos años en descomponerse. La investigación plantea como objetivo determinar una proporción optima de PET para reemplazar al agregado fino. Se trabajo considerando los criterios establecidos por la norma ACI318-11 y que dicho hormigón sea aceptable. Los resultados muestran que el porcentaje adecuado para la sustitución del agregado fino por PET no debe ser mayor del 20% ya que a porcentajes mayores el concreto presentara perdida de la resistencia a la compresión. La elaboración de dicho concreto con PET excede

en \$7.190 de uno convencional por metro cúbico, pero si se fabricarían 8.704 metros cúbicos de concreto, se podría reutilizar la cantidad de botellas de PET consumidas por 210.423 personas al año en Chile. Se propone el uso de este concreto para viviendas livianas, ya que es factible para el área de la construcción y así también permita desarrollar una tecnología sostenible (pp. 1, 11).

Palacios (2014) en su investigación, “elaboración de PET-concreto, buscando mejorar sus propiedades mecánicas de tensión y flexión”. En la actualidad uno de los principales problemas en el entorno es la contaminación por PET, lo cual afecta gravemente a los suelos, mares y ríos, incluso cuando este pasa por un proceso de quemado, generando gases tóxicos. Hoy en día se tiene como dato que México solo recicla el 10% de PET. Para poder atacar dicho problema y contribuir al reciclaje, se pretende utilizar PET triturado como parte del agregado fino para el concreto, de tal forma, que deba cumplir las condiciones mínimas establecidas por las normas mexicanas de concreto y así poder obtener buenos resultados en sus propiedades a flexión, tensión y contribuir a la industria de la construcción. Al analizar los resultados se observó que, si aumenta su resistencia a la flexión, pero debido a su falta de adherencia su resistencia a la compresión es baja, para lo cual se requiere usar más cemento de lo normal para poder llegar a la resistencia requerida, por lo tanto, se concluyó que el del PET en el concreto no es viable en concreto de alta resistencia, pero si se podría trabajar en concretos de bajas resistencias como banquetas, sardineles y solados (pp. 2, 64, 65).

### **Antecedentes nacionales**

Reyes (2018) en su investigación “diseño de un concreto con fibras de polietileno tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate – Lima Este (2018)” se debe a que zona en estudio es una de las zonas con alto índice de reciclaje de Lima metropolitana y a la vez teniendo una baja calidad de vida a la falta de proyectos civiles, entonces se pretende implementar nuevas medidas de reciclaje, para lo cual, se pretende realizar diseños de concreto con fibras de polietileno tereftalato reciclado y un aditivo al

Visco Crete 1110 (en 0.7%) en losas de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , siendo una tesis netamente experimental, se realizaron los ensayos respectivos a los agregados según la ASTM para poder hacer las briquetas de concreto, mediante el diseño de concreto empleando el método ACI. Analizando los resultados finales se concluyó que dicho diseño de concreto alcanzó la resistencia requerida, siendo el aditivo muy fundamental para dicho logro (pp. 19, 125-128).

Marquez (2019). En su investigación “estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa” detalla el problema que se vive a nivel mundial, la contaminación por plástico, y que esta sigue siendo generada en grandes volúmenes y a la vez perjudicando al medio ambiente, ya que los sistemas de reciclajes no son los suficientes para poder frenar dicha contaminación, es por ello que se plantea mitigar en parte dicho impacto, con su incorporación en el concreto convencional en los porcentajes estimados de 0.5%, 1% y 1.5%. Los resultados finales fueron favorables ya que el PP (plástico polipropileno) obtuvo mejores resultados en estado molido con 1.5%, el LDPE (plástico polietileno de baja densidad) en estado agrumado con 0.5% obtuvo mejores resultados y por último el LDPE (plástico polietileno de baja densidad) en estado de fibras obtuvo mejores resultados al 1.5%, de los tres tipos de plásticos, el PP fue el que arrojó mejores resultados a los ensayos de compresión y tensión al 1.5% de adición. Se concluye que la incorporación del plástico en el concreto ayudará a mitigar la contaminación del medio ambiente y también favorecerá a sus características mecánicas aumentando su resistencia a la compresión y tensión, podemos decir que su uso en el concreto es viable (pp. 1, 121-122).

Pinedo (2019) en su investigación “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”. Plantea su objetivo principal, el concreto con adición de plástico reciclado mejora su resistencia a la compresión. Para trabajar dicha investigación usó cemento tipo I, material grueso y fino, los cuales fueron obtenidos del río Huallaga. El PET triturado que usó fue las botellas plásticas recicladas, para el diseño del concreto se trabajó con la incorporación del PET en los porcentajes de 5%, 10%, 15%, posteriormente se realizó los ensayos



requeridos para la elaboración de probetas cilíndricas y realizar los ensayos a compresión en los días 7, 14 y 28. Los resultados a compresión del concreto sin PET a los 28 días, fue  $220\text{Kg/cm}^2$ , y para los concretos con PET en 5%, 10% y 15% se obtuvo  $191\text{Kg/cm}^2$ ,  $168.25\text{Kg/cm}^2$  y  $151.31\text{Kg/cm}^2$  respectivamente, llegando a la conclusión, a mayor porcentaje de PET en el diseño de mezcla ocasionara la disminución en su resistencia a la compresión. Podemos concluir, que hubo resultados sobre los  $140\text{ kg/cm}^2$  y  $175\text{ kg/cm}^2$  en el concreto con PET, por tal razón se recomienda que debería ser utilizado en diseños de baja resistencia, con el fin de ser usados y poder mitigar la contaminación ambiental (p. 17).

Flores (2018) en su Investigación “influencia de la dosificación en las características físico-mecánicas de la unidad de ladrillo fabricados con productos plásticos reciclados 2018”. Plantea el, determinar la masa, uniformidad dimensional y resistencia a la compresión. Con el propósito de solucionar los problemas que genera la dosificación para las unidades de albañilería fabricados con plástico reciclados, se analizó su influencia en dos tipos de muestra cada una con una diferente dosificación, M. 01 y M. 02, para lo cual se escogió, elaboro y por último se realizó el ensayo para determinar las características físicas: determinación de masa, Uniformidad dimensional y también en las características mecánicas: Resistencia a la compresión. Obteniéndose los siguientes resultados, M. 01 fue de  $104\text{ kg/cm}^2$  y en la M. 02 se obtuvo  $53.1\text{kg/cm}^2$ , Concluyendo que la dosificación al 70% PET y 30% PEAD influirá sobre la dosificación y en las características físico-mecánica de la unidad de ladrillo plástico reciclado (p.12).

Reyna (2016) en su proyecto de investigación “reutilización de plástico PET, papel bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo”, habla sobre la elaboración de concretos ecológicos incorporando al diseño de concreto residuos de PET, papel, bagazo de caña de azúcar, el cemento Portland extra fuerte, piedra de  $\frac{1}{2}$ ” y arena, siendo los mencionados la materia prima para el nuevo concreto, el PET, papel y la caña de azúcar sustituirán a la arena en peso en los porcentajes de 5%, 10% y 20%. Con estos datos y materiales

mencionados se elaboraron probetas cilíndricas de concreto simple, luego se realizó el ensayo de compresión a las probetas cilíndricas, según menciona la Norma ASTM C39, con lo cual se determinó que el concreto con 5% de plástico PET presentó la mejor resistencia a la compresión. Pudo verse que su resistencia disminuye cuando el porcentaje de residuos es mayor, se comparó el costo unitario del concreto simple y el concreto conteniendo PET, determinando que realmente hay un ahorro con la incorporación de PET, resultado que el uso del PET sea factible en la elaboración del concreto según el porcentaje recomendado (p. 4).

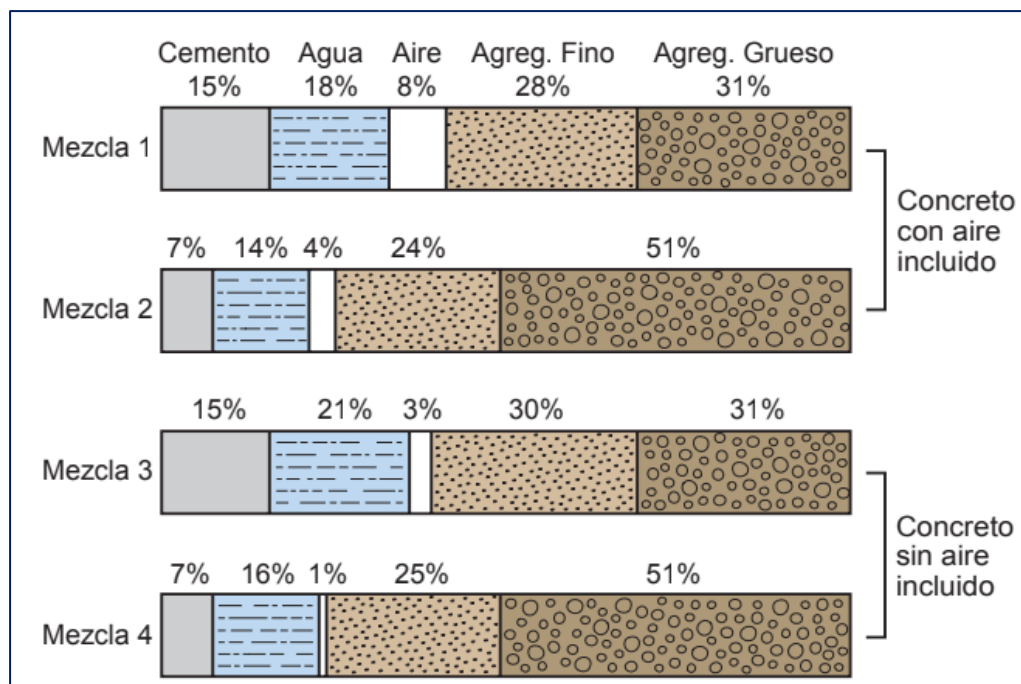
### **Componentes del concreto**

Es importante mencionar los componentes de un concreto y el porqué de sus características físicas. Nilson, 1999 afirma que:

El concreto endurecido viene a ser un material parecido a la piedra, ya que se obtiene mezclando cemento, arena, grava y agua, las cuales deben tener las proporciones adecuadas para alcanzar ciertas durezas deseadas. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso. El agua y el cemento reaccionan químicamente con el fin de unir las partículas de agregado y dar como resultado una masa sólida.

Las propiedades finales que adquiera un concreto dependerán mucho de la relación entre los agregados y el cemento y sobre todo la relación agua-cemento que se utilice para el diseño requerido del concreto.

Figura 1. Composición del concreto



Fuente: Kosmafka et al. (2022)

### Agregado grueso y fino

Los agregados gruesos y finos a emplearse en el tema de investigación serán procedente una concesión minera, que se encuentra en el departamento de Madre De Dios, Provincia y Distrito de Tambopata, en la comunidad de Otilia. La concesión minera en su proceso de extracción del oro, también extraen los agregados del subsuelo mediante un sistema de succión por tuberías de diámetros de 8 pulgadas, siendo vital el agua para que esta succión pueda trabajar adecuadamente. En el tramo final de la tubería contara con un sistema de tolvas de madera, donde se encontrarán alfombras especialmente para minerías, en la cual quedaran retenidos todos los minerales pesados, después de un jornal de trabajo serán retiradas y trasladadas a una fosa especial, donde se lavarán con el fin de desprender los materiales pesados.

En las tolvas mencionadas también se instalarán tamices donde llega primero el material succionado y así separa el agregado grueso en diferentes dimensiones. El agregado fino llegará hasta el final de la tolva ya que será arrastrado por el agua, acumulándose poco a poco para su acopio.

Cabe mencionar que los agregados y el agua a empleada en todo este proceso de extracción, se encuentra libre de químicos, ya que esta concesión minera trabaja con todos los protocolos de seguridad para evitar una contaminación al medio ambiente.

Figura 2. Proceso de extracción del agregado



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

## Cemento

Viene siendo uno de los materiales más empleados en las construcciones de edificios, puentes, viviendas y todo tipo de construcción, dicho material está compuesto principalmente de piedra caliza, que mediante procesos físico-químicos se obtiene el cemento, se clasifica según su uso y para el tipo de zona.

Tabla 1  
Tipos de cemento

TIPO	A.S.T.M.	DESCRIPCION
Tipo I	C 150 - 84	Portland común
Tipo II	C 150 - 85	Portland con moderada resistencia a sulfatos y calor de moderada hidratación
Tipo III	C 150 - 86	Portland de endurecido rápido
Tipo IV	C 150 - 87	Portland de bajo calor de hidratación
Tipo V	C 150 - 88	Portland resistente al sulfato
Tipo IP	C 595 - 83a	Portland puzolánico de 15% a 40% de puzolana

Fuente: Norma ASTM -150-99a

## Agua

Según lo que manifiesta Silva (2007) “La relación entre el agua y el cemento es muy importante, porque, cuando el cemento se hidrata reaccionara generando enlaces, convirtiéndolo en un material aglutinante”

Tabla 2  
*límites permisibles para uso del agua*

Descripción	Límites permisibles
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	100 ppm máximo
Sulfatos (ión SO <sub>4</sub> )	600 ppm máximo
Cloruros (ión Cl)	1000 ppm máximo
PH	5 a 9 máximo

Fuente: Norma ASTM -150-99a

## Plástico reciclado

Por el incremento de la población y la demanda de las mismas al consumo de bebidas embotelladas, genera que su elaboración se incremente cada vez más y a eso incluido la falta de reciclar desde el hogar. Existen industrias que elaboran sus productos a base de botellas recicladas, por ser muy pocas no llegan a ser lo suficiente para controlar que dichos embaces terminen en botaderos, alcantarillas, ríos y mares, contaminando la flora y la fauna. Blanco (2014) afirma que:

Que en 1941 John Rex Whilfeld y James Tennant Dickson descubren el Tereftalato de polietileno (PET); ya en 1965 aparece por primera vez en el mercado, Nathaniel Wyeth de la empresa DuPont, fabrica envases para bebidas carbonadas. Ya en el 1977, Pepsi-Cola comienzan a comercializar sus productos en botellas de PET, haciendo de este el material de más alto crecimiento de la época.

Figura 3. Símbolo usado en envases



Fuente: Estructplan 2000

Tabla 3  
Sistema de identificación de envases PET

Tipo de termoplástico	Clave	Tipo de uso
Tereftalato de polietileno (PET o PETE)	1	Se utiliza para botellas de refresco carbonatado y para recipientes de comida.
Polietileno de alta densidad (HDPE O PEAD)	2	Empleado en las botellas de leche, detergente, bolsas, entre otros.
Policloruro de vinilo (PVC)	3	Frecuente en los envases de película fina y envolturas.
Polietileno de baja densidad (LDPE)	4	Este plástico fuerte, flexible y transparente se puede encontrar en algunas botellas y bolsas muy diversas (de la compra o para comida congelada, pan, etc.)
Polipropileno (PP)	5	Usado para las cajas de botellas, maletas, tapas y etiquetas.
Poliestireno (PS)	6	Empleado en la producción de vasos y platos de estereofón y artículos moldeados por inyección.
Otros	7	Todas las demás resinas y materiales multilaminados. Son utilizados en productos que no tienen grandes especificaciones (defensas de autos, postes, etc.)

Fuente: Méndez, 2012

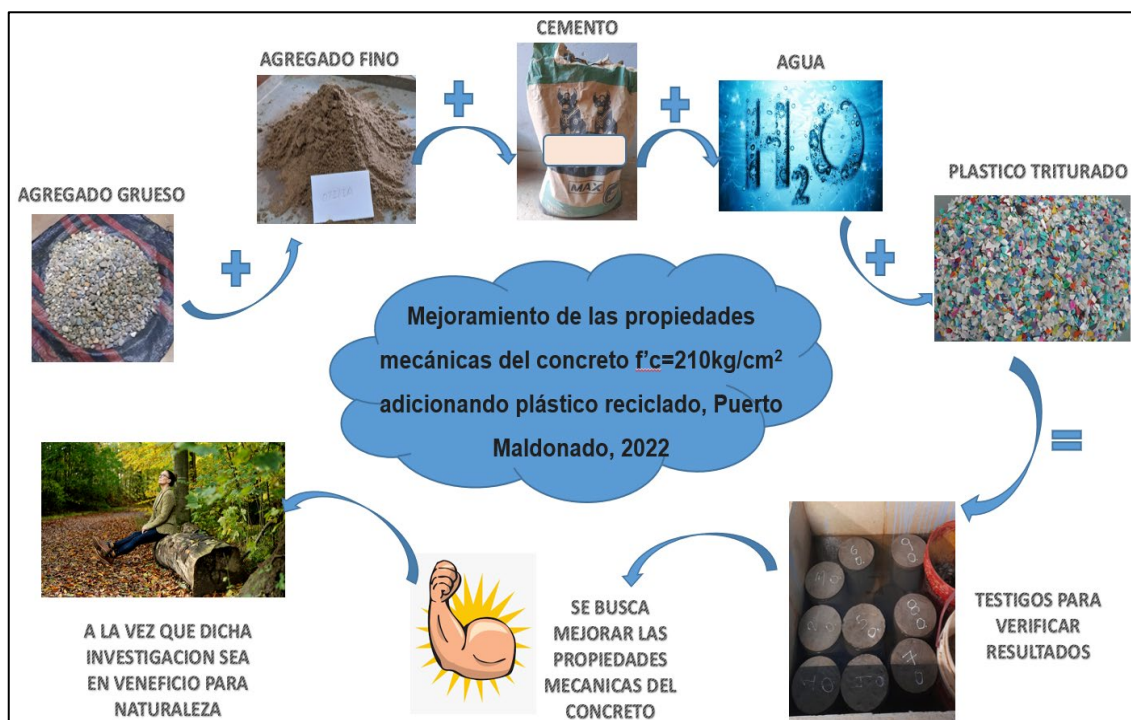
Para la obtención del plástico de botellas trituradas fuimos en busca de una recicladora que contara con una maquina trituradora ya que era fundamental contar con este material en nuestra zona de investigación. Solo pudimos encontrar dos recicladoras que contaban con esta máquina, ya que el objetivo de triturarlas era que reduzca su volumen y así poder ser enviadas a los departamentos de Juliaca y Arequipa para que entren en un proceso de industrialización.

Figura 4. Proceso de reciclaje del PET



Fuente: Ecologic

Figura 5. Proceso del proyecto de investigación



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

## II. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación es la aplicada, ya que según “su objetivo es identificar, a través del conocimiento científica, los medios (metodología, protocolo y tecnologías) para satisfacer las necesidades específicas y reconocidas” (CONCYTEC, 2018).

“la investigación aplicada también recibe el nombre de investigación empírica, porque busca la utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la practica basada en investigación” (Murillo, 2008).

De acuerdo a lo mencionado y teniendo en cuenta el objetivo principal, se pretende mejorar las propiedades mecánicas del concreto en un diseño de mezcla de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando plástico reciclado triturado. Esta nueva incorporación pretende que dichos resultados sean favorables para el concreto y también hallar una nueva forma de reciclar, con el fin de ayudar al medio ambiente. También podemos decir que nuestra investigación es de tipo correlacional ya que se evalúa la relación que existe entre nuestras dos variables.

#### **Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es experimental ya que existe una manipulación de las variables, donde mi variable dependiente variara respecto a cómo manipule mi variable independiente. Dichos resultados serán corroborados en el laboratorio. “es puramente explicativo, ya que su propósito es mostrar que los cambios en la variable dependiente son causados por la variable independiente. Es decir, pretende una correcta relación de causa y efecto” (Arias, 2012).



### 3.2. Variables y operacionalización

Tabla 4

Variables y operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIDAD DE VARIABLES						
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICION
<b>Variable dependiente:</b> <b>Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto</b> $f'c=210\text{kg/cm}^2$	"básicamente el concreto es una mezcla de agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento y agua que une a los agregados (arena y piedra) para formar una masa semejante a una roca" (GEOSEISMIC, 2017, parr. 5). Al adquirir un endurecimiento, se podrán analizar otras propiedades mecánicas, tal como resistencia a la compresión, flexión y tracción	Resultado de los ensayos a través del laboratorio para poder realizar el diseño de mezcla	<b>Propiedades de los materiales</b>	Cemento Granulometría Peso Unitario Humedad natural Slump Gravedad específica y absorción Agua	Ensayos en laboratorio	<b>Razón</b>
			<b>Diseño de mezcla</b>	Dosificación		
<b>Variable independiente:</b> <b>adición de Plástico reciclado</b>	"Plástico compone una serie de sustancias de estructura molecular y características físico-químicas semejantes, siendo estas la elasticidad y flexibilidad durante un intervalo de temperatura, permitiendo así su moldeado y adaptación a diversas formas" (Ondarse, 2021)	el plástico es un polímero con características elásticas y de moldura mediante procedimiento químicos	<b>Plástico reciclado</b>	Plástico de alta densidad	Ensayos en laboratorio	<b>Razón</b>
			<b>Propiedades físicas del plástico</b>	Peso específico		

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

### 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

#### Población

Se sabe que “de todo lo que se ´plantea estudiar la población viene siendo el total unidades. Este conjunto de unidades puede componerse por elementos, fenómenos, objetos o individuos, los cuales tienen distintas características a estudiar.” (Espinoza, 2016).

Según Zapata (2010) afirma que:

Es un conjunto de personas o casos que satisfacen ciertos criterios para una investigación, teniendo dos tipos de población, de interés, en el cual al investigador le gustaría hacer sus generalizaciones, y de accesibilidad, casos que están disponibles para que el investigador lleve a cabo su estudio. (p. 5, 6)

La población será conformada por 72 muestras de concreto, las cuales serán realizadas en base a la norma ASTM C38 y ASTM C78.

*Figura 6. Probetas de concreto*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

## Muestra

“la muestra puede ser de dos tipos, probabilísticos y no probabilísticos, las cuales vienen siendo subconjuntos del universo. A su vez otro grupo representado por una población, dan a conocer las características que determinan el uso del muestreo” (Espinoza, 2016).

La muestra será una parte de la población, ya que cada muestra representara un concreto diferente y a la vez serán ensayados en días diferentes, en los 7, 14 y 28 días.

## Muestreo

“Son los sujetos seleccionados de la investigación el cual se dieron mediante un proceso definido en la investigación para poder calcular previamente la muestra a utilizarse.” (Diaz, 2017). “también se sabe que el muestreo es un método para la selección de elementos específicos de la población en estudio la cual elaborara una muestra” (Espinoza, 2016, p. 5).

Para el proyecto de investigación el muestro es considerado a criterio del investigador.

*Figura 7. Muestra del total de probetas*



Fuente: Los autores – marzo 20222

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Viene siendo “una técnica donde en el cual toda la información quedara registrada, gracias a que se mediante observación de todos los acontecimientos ocurridos” (Martinez, 2018).

“La investigación se basa, en que los instrumentos para la obtención de datos, son recursos que son propuestos por el investigador para ser empleados en las variables a estudiar, y así obtener una información final” (Valderrama, 2013).

Las técnicas para la recolección de datos utilizadas y las herramientas conforman un sistema el cual ayudara para la obtención de la información necesaria para el desarrollo de la investigación. Dicha información se obtendrá de los ensayos realizados en laboratorio.

Tabla 5  
*Equipos, materiales e instrumentos usados*

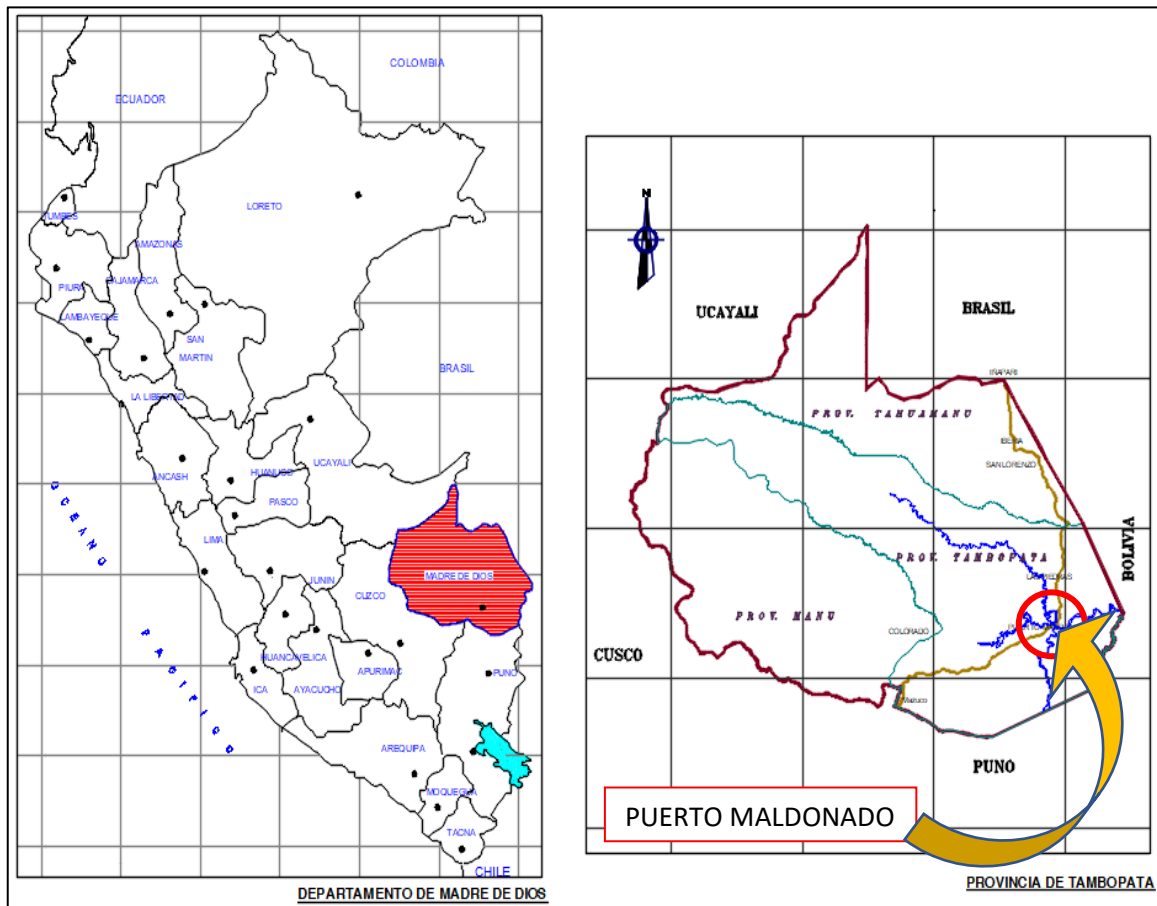
<b>Materiales</b>	<b>Equipos e instrumentos para el proceso de ensayos</b>	<b>Equipos e instrumentos para análisis de datos</b>
Cemento Tipo IP	Balanza electrónica	Hojas para recolección de datos
Agregados grueso y fino	Horno eléctrico	software de hojas en Excel
Plástico triturado (PET)	Tamices (según ASTM)	Laptop
Agua potable	Moldes cilíndricos	
	Moldes rectangulares	
	Mazo de goma	
	Vernier	
	Cono de absorción	
	Máquina para compresión	
	Máquina para flexión	
	Máquina para tracción indirecta	
	Pala	
	Varilla de compactación	
	Fuentes de aluminio	
	Cucharones metálicos	
	Pala	

Fuente: Los autores – marzo 20222

### 3.5. Procedimientos

El proyecto de investigación “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando plástico reciclado, Puerto Maldonado, 2022” se sitúa en:

Figura 8. Plano de localización del proyecto de tesis



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

se encuentra en el departamento de Madre De Dios, capital de la biodiversidad del Perú, en la provincia y distrito de Tambopata, ciudad de puerto Maldonado. Somos un departamento con abundante selva, a una altitud promedio de 204.85 msnm. con un clima tropical cálido y húmedo, en verano llegamos a temperaturas máximas de  $40^{\circ}\text{C}$  y en invierno temperaturas de  $10^{\circ}\text{C}$

Para la investigación que deseamos hacer primero debemos obtener los agregados y las botellas de plástico triturados las cuales someteremos a ensayos, cuyos resultados nos ayudaran a elaborar el diseño de mezcla y así evaluar las hipótesis planteadas

- Para la investigación empezamos consiguiendo las de botellas de plástico trituradas, para lo cual encontramos una recicladora y esta contaba con una maquina trituradora.

*Figura 9. Botellas plásticas trituradas*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- luego conseguimos los agregados para los ensayos necesarios para un diseño de mezcla, para lo cual nos dirigimos a la misma cantera para poder extraer el agregado grueso y fino.

*Figura 10. Extracción de agregados para ensayarlas*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Ya en laboratorio se ejecutaron los ensayos de granulometría del agregado grueso, realizando el método del cuarteo para una mejor toma de muestra, el cual consiste en homogenizar toda la muestra y dividirla en 4 lados igual, tomándose la muestra más homogénea según la observación.

*Figura 11. Método del cuarteo*



Fuente: Los autores 2022

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Una vez pesada la muestra, esta pasara por el horno para su secada y poder trabajar con una muestra seca, para proceder a pesarla con el fin de comprobar la diferencia de pesos, los tamices usados para el agregado grueso fueron los siguientes 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N°4 y fondo. Tener en cuenta que se debe hacer con cuidado evitando perder agregado ya que esto influenciara en los resultados.

*Figura 12. Tamizado del agregado grueso*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022



- el siguiente ensayo que se realizó al agregado grueso fue el de absorción y P.E. del agregado grueso. primero la muestra se secó en el horno, después paso a ser pesada, luego la muestra se dejó sumergida en agua durante 24 horas, con el fin de que absorba toda el agua posible, para al final secarla superficialmente y volverla a pesar, con el fin de encontrar esa diferencia entre los pesos final e inicial.

*Figura 13. Muestra saturada superficialmente seca*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

*Figura 14. Ensayo del peso específico del agregado grueso*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Para culminar con los ensayos del agregado grueso, procedimos a ensayar el peso unitario suelto y peso unitario compactado. El cual consiste en trabajar con un molde cilíndrico del cual tendremos su altura, diámetro y peso, para el peso unitario compactado procedimos a llenar el molde, vertiendo la muestra a una altura de máximo de 5cm del molde, llenándolo en 3 capas, en cada capa se chuseo con una varilla lisa de punta redondeado, un total de 25 veces por capa, al final enrasamos la muestra para que quede al nivel del molde, luego procedimos a pesar el molde junto con la muestra, este proceso se repitió 3 veces con el fin de tomar un dato homogéneo. Para el peso unitario suelto, es el mismo procedimiento, pero sin el chuseo de la varilla.

*Figura 15. Ensayo de peso específico suelto y compactado*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Con eso concluye los ensayos para el agregado grueso, ya que son los necesarios que nos piden para el diseño de mezcla por el método ACI 211.1 Luego se proceera con los ensayos para el agregado fino

- Granulometría de la arena. Este proceso inicio con el pesado de una porción de muestra, luego se procedió a un lavado para eliminar las impurezas y limos, después se introdujo al horno para el secado total de la muestra, después del horno se volvió a pesar con el fin de corroborar la diferencia de pesos, luego se procedió al tamizado con las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo. Todo el proceso de tamizado debe hacerse con cuidado ya que el tener perdidas de material puede afectar a los resultados finales.

*Figura 16. Tamices y muestra del agregado fino*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Luego procedemos a los ensayos de absorción y peso específico del agregado fino. Para este proceso se sumerge una porción de muestra en agua por 24 horas, después se extrae el agua y se hace secar al sol homogéneamente, pero no del todo, conservando cierta humedad exacta, la cual se consigue por la experiencia del observador. La arena se coloca en el cono de absorción apisonando 25 veces, repetiremos el proceso hasta encontrar una humedad optima.

*Figura 17. Cono de absorción para el agregado fino*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Luego haremos el ensayo para obtener el peso unitario suelto y el peso unitario compactado del agregado fino, trabajaremos con una porción homogénea de toda la muestra para cual habremos usado el método del cuarteo. Se trabajará un molde cilíndrico al cual se le sacara las medidas (peso, área circular y altura) para el peso suelto, se llenará el molde con el agregado fino en caída libre de máximo 5cm de altura del molden, todo en 3 capas y apisonando con una varilla 25 veces (varilla lisa y punta esférica) una vez lleno se enrasará al nivel del molde y se procederá a pesarlo, esto se repetirá 3 veces para una mejor toma de datos.

*Figura 18. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Con cada uno de los datos realizadas en cada ensayo procesaremos los cuadros y gráficos los cuales nos darán la información para hacer el cálculo del diseño de mezcla de  $210\text{kg}/\text{cm}^2$  por el método ACI 211.1
- Las porciones de plástico trituradas se incrementarán en los porcentajes de 4%, 8% y 12% respecto al volumen de cada briqueta, ya que, si fuera por el peso, este sería demasiado proporción por sus mismas características.
- Ya con el diseño de mezcla terminado nos dará las proporciones para elaborar las briquetas, para el proyecto de investigación hicimos un total de 72 briquetas de concreto en total, las cuales 24 serán ensayadas a compresión, 24 a flexión y otras 24 briquetas a tracción indirecta. Las briquetas serán ensayadas en los días 7, 14 y 28 después de su elaboración.

*Figura 19. Incorporación del plástico triturado al concreto*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Al realizar las briquetas se debe hacer un buen mezclado de los agregados y el plástico para que todo quede muy unificado.

*Figura 20. Mezclado del concreto*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Se realizaron 12 briquetas cada día, ya que el número de moldes con el que contábamos no eran los suficientes para hacerlos todos en un solo día.

*Figura 21. Briquetas con y sin incorporación de plástico triturado*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022



- ensayos realizados a compresión en los días 7, 14 y 28 después de su elaboración.

*Figura 22. Ensayo a compresión*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- ensayos realizados a flexión en los días 7, 14 y 28 después de su elaboración.

*Figura 23. Ensayo flexión*



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- ensayos realizados a tracción indirecta en los días 7, 14 y 28 después de su elaboración.

*Figura 24. Ensayo a tracción indirecta*

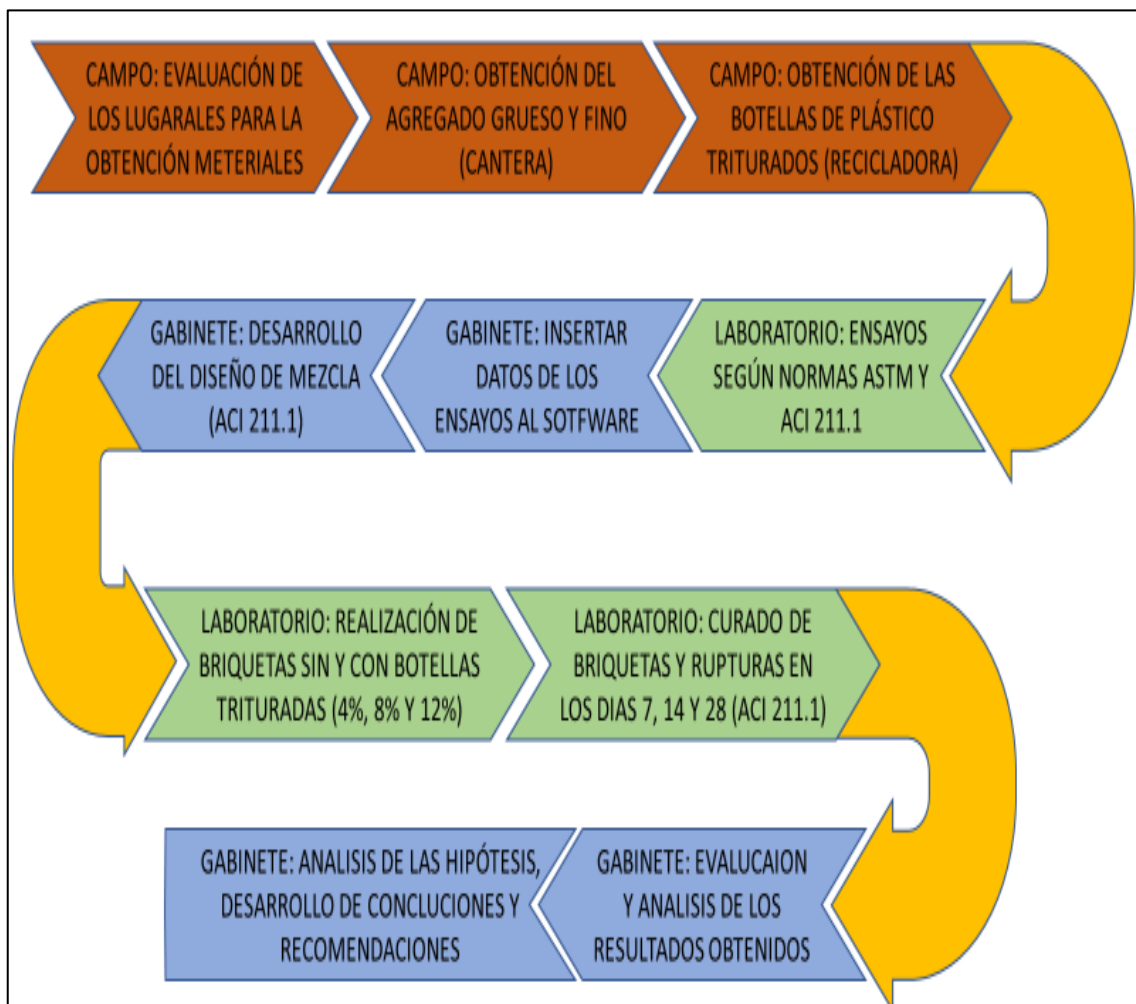


Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

- Los datos finales de los ensayos se analizaron detenidamente para lo cual presentaremos en el siguiente capítulo lo conclusiones y recomendaciones.
- Todos los ensayos realizados fueron hechos por los mismos investigadores, pero siempre con la supervisión y guía del ingeniero encargado del laboratorio.

en el siguiente diagrama mostramos el procedimiento resumido de toda la investigación.

Figura 25. Procedimiento grafico



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

### 3.6. Método de análisis de datos

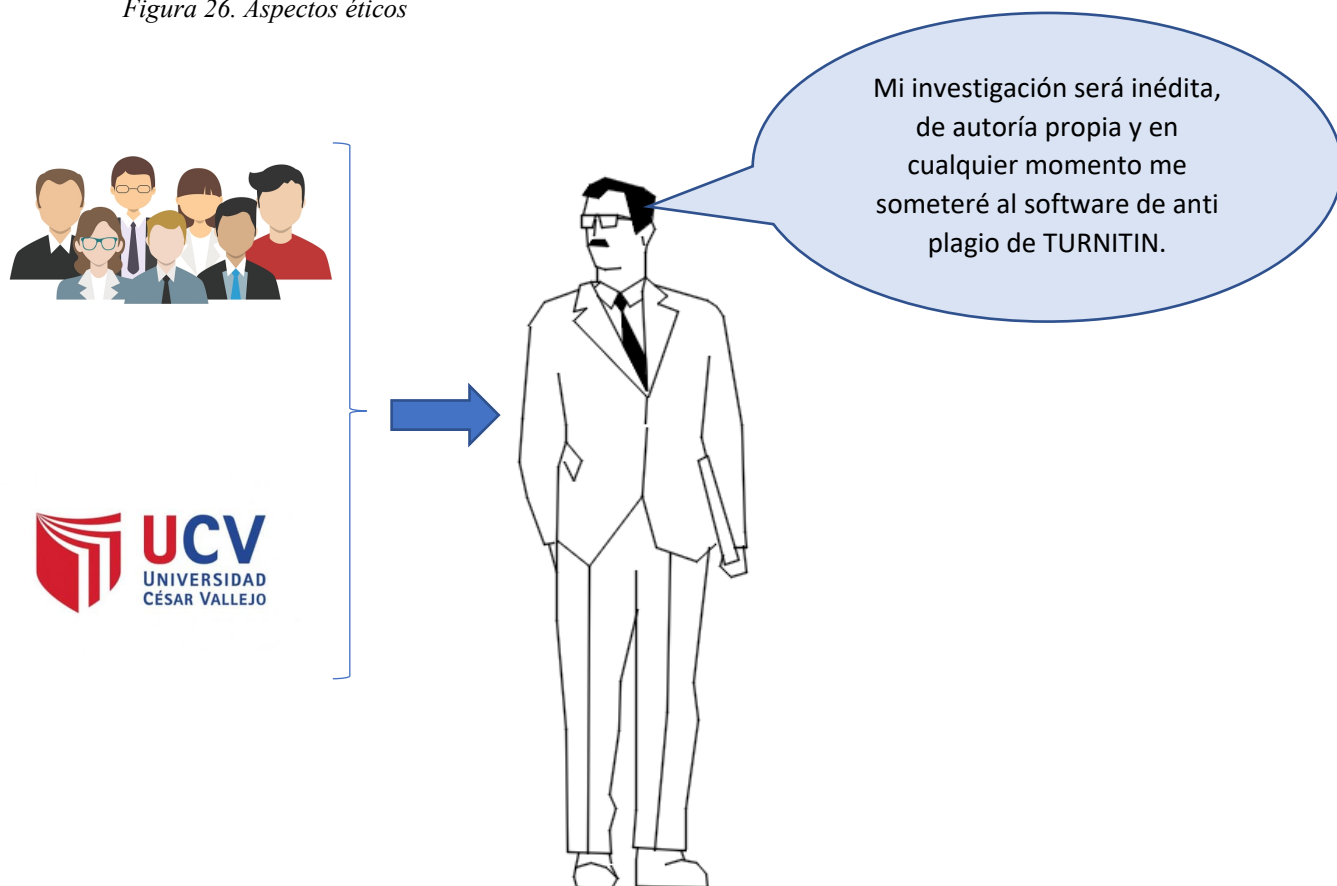
Para poder analizar los datos de la investigación fue mediante el trabajo de gabinete, ya que, una vez obtenido los diversos resultados de laboratorio, se analizaron por medio de hojas de cálculo del programa Excel.

### 3.7. Aspectos éticos

Manifiesto que mi investigación es inédita y de autoría propia por lo cual me someto en cualquier momento al anti plagio mediante el software de TURNITIN.

Así mismo, manifiesto que he leído y comprometo al cumplimiento estricto de la RCUN°0262-2020-UCV del 28 de agosto del 2020, la cual, corresponde al código de ética de investigación de nuestra universidad

Figura 26. Aspectos éticos



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

### III. RESULTADOS

#### 4.1 Resultado de las características físicas de los agregados

##### 4.1.1. Agregado grueso

En la siguiente tabla se muestran los resultados granulométricos del agregado

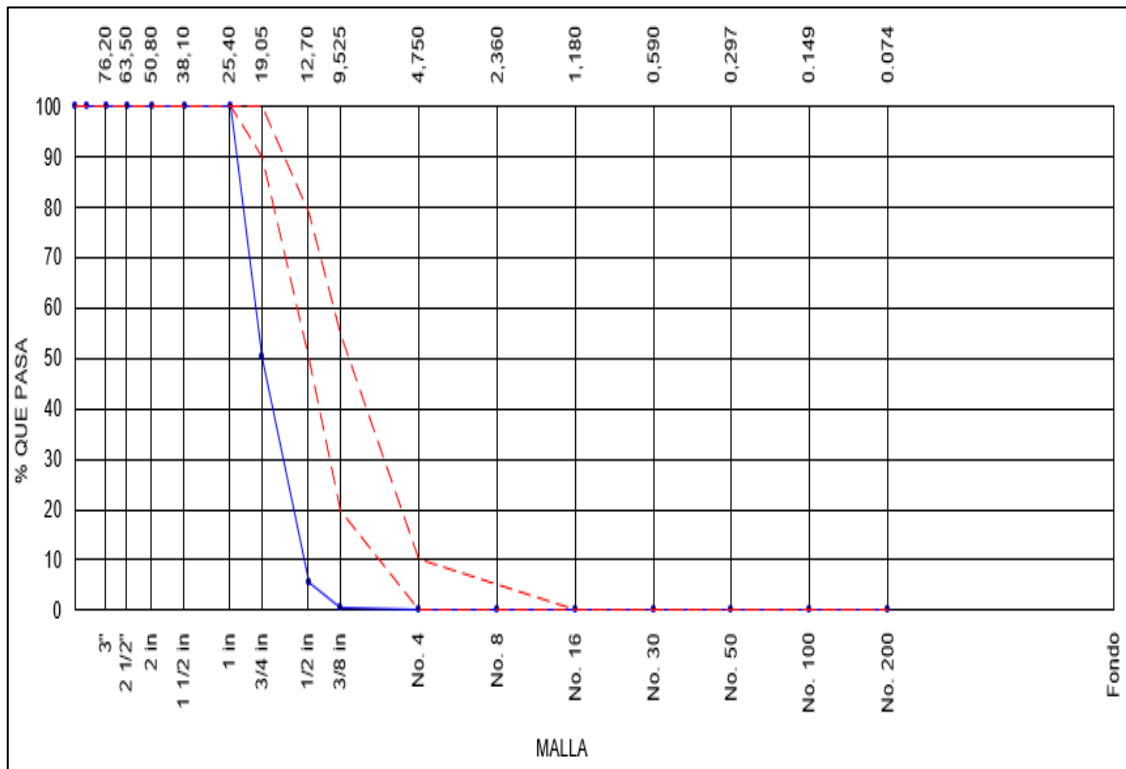
Tabla 6  
Granulometría del agregado grueso

ABERTURA DE TAMICES		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00				100.00	100.00	100.00
3/4 in	19.00	7450.2	49.69	49.69	50.31	90.00	100.00
1/2 in	12.50	6707.1	44.73	94.42	5.58	50.00	79.00
3/8 in	9.50	746.9	4.98	99.40	0.60	20.00	55.00
No. 4	4.75	89.7	0.60	100.00		0.00	10.00
No. 8	2.36			100.00		0.00	5.00
No. 16	1.18			100.00		0.00	0.00
No. 30	600 µm			100.00		0.00	0.00
No. 50	300 µm			100.00		0.00	0.00
No. 100	150 µm			100.00		0.00	0.00
No. 200	75 µm			100.00		0.00	0.00
< No. 200	< No. 200			100.00	0.00	-	-
						MF	12.96
						TMN	3/4 in

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Curva granulométrica del agregado grueso. se puede observar que dicha curva granulométrica no se encuentra dentro de los márgenes, y esto es debido a que todos los agregados de la zona tienen esta característica ya que no están bien gradadas.

Figura 27. Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia – marzo2022

Tabla 7

Peso específico y absorción del agregado grueso

DATOS		A
1	Peso de la muestra sss	5988.9
2	Peso de la muestra sss sumergida	3595.0
3	Peso de la muestra secada al horno	5945.0

RESULTADOS	1	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.483	2.483
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.502	2.502
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.530	2.530
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.7	0.7

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 8  
Peso unitario suelo del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO				
IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	8.491	8.491	8.491	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.003031	0.003031	0.003031	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.343	13.366	13.329	
Peso de muestra suelta (kg)	4.852	4.875	4.838	
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1601</b>	<b>1609</b>	<b>1596</b>	<b>1602</b>

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 9  
Peso unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO				
IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	8.491	8.491	8.491	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.00303	0.00303	0.00303	
	1	1	1	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.688	13.599	13.780	
Peso de muestra suelta (kg)	5.197	5.108	5.289	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1715</b>	<b>1685</b>	<b>1745</b>	<b>1715</b>

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 10  
Contenido de humedad del agregado grueso

ITEM	DESCRIPCION	UND.	1	2	3
1	Peso del Recipiente	g	101.5	83.5	72.8
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	594.2	542.2	561.2
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	593.9	541.9	560.3
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.18</b>
5	<b>PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>		<b>0.10</b>	

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

#### 4.1.2. Agregado fino

En la siguiente tabla se muestran los resultados granulométricos del agregado fino.

Tabla 11  
Granulometría del agregado fino

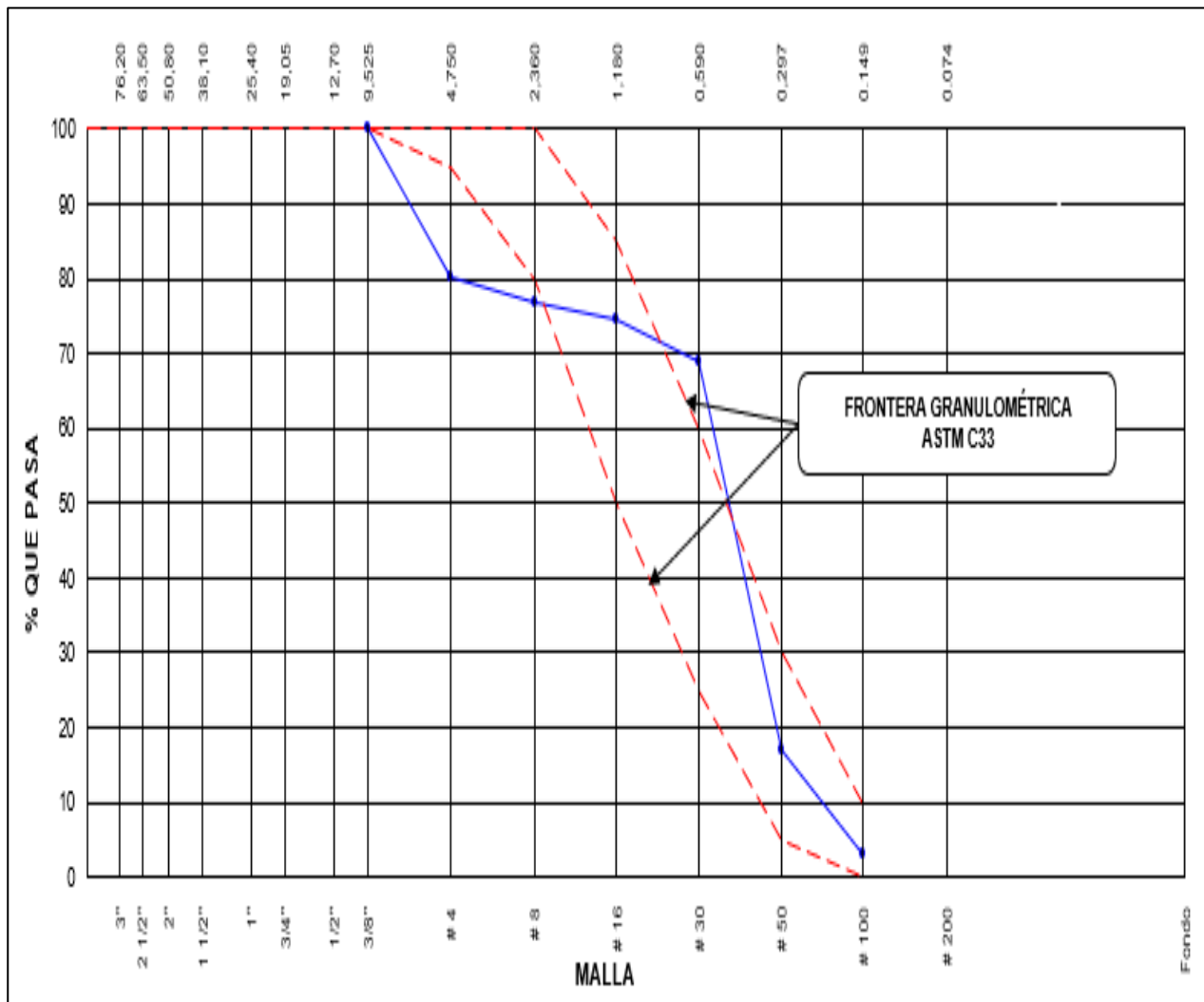
AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulad o Retenido	% Acumulad o que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"	
4"	100.00 mm				100.0	100.0	
					0	0	
3 1/2"	90.00 mm				100.0	100.0	
					0	0	
3"	75.00 mm				100.0	100.0	
					0	0	
2 1/2"	63.00 mm				100.0	100.0	
					0	0	
2"	50.00 mm				100.0	100.0	
					0	0	
1 1/2"	37.50 mm				100.0	100.0	
					0	0	
1"	25.00 mm				100.0	100.0	
					0	0	
3/4"	19.00 mm				100.0	100.0	
					0	0	
1/2"	12.50 mm				100.0	100.0	
					0	0	
3/8"	9.50 mm				100.0	100.0	
					0	0	
# 4	4.75 mm	593.8	19.69	19.69	80.31	95.00	100.0
						0	0
# 8	2.36 mm	107.0	3.55	23.23	76.77	80.00	100.0
						0	0
# 16	1.18 mm	65.8	2.18	25.42	74.58	50.00	85.00
# 30	600 µm	167.6	5.56	30.97	69.03	25.00	60.00
# 50	300 µm	1565.5	51.90	82.87	17.13	5.00	30.00
# 100	150 µm	427.3	14.17	97.04	2.96	0.00	10.00
Fondo	-	89.3	2.96	100.00	0.00	-	-
						MF	2.79
						TMN	---

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022



curva granulométrica del agregado fino, se puede observar que dicha granulometría no se encuentra dentro de los márgenes considerados por la norma ASTM C33 para ser una buena arena, esto se debe por la zona en la que nos encontramos ya que la mayoría de las canchales tienen características parecidas.

Figura 28. Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 12  
*Peso específico y absorción del agregado fino*

IDENTIFICACIÓN		1
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	216.4
B	Peso Frasco + agua	663.6
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	797.3
D	Peso del Mat. Seco	214.6
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$		2.59
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$		2.62
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$		2.65
% Absorción = $100*((A-D)/D)$		0.84

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 13  
*Peso unitario suelto del agregado fino*

PESO UNITARIO SUELTO				
IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	7.742	7.742	7.742	
Volumen de molde (m3)	0.003220	0.003220	0.003220	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	11.256	11.259	11.182	
Peso de muestra suelta (kg)	3.514	3.517	3.440	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1091	1092	1068	<b>1084</b>

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 14  
*Peso unitario compactado del agregado fino*

PESO UNITARIO COMPACTADO				
IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	7.742	7.742	7.742	
Volumen de molde (m3)	0.003220	0.003220	0.003220	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	11.740	11.809	11.662	
Peso de muestra suelta (kg)	3.998	4.067	3.920	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1242	1263	1218	<b>1241</b>

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 15  
*Contenido de humedad del agregado fino*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	1	2	3
1	Peso del Recipiente	g	98.9	90.4	88.9
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	362.0	316.0	367.2
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	358.7	313.1	363.6
4	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>1.27</b>	<b>1.30</b>	<b>1.31</b>
5	<b>PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%		<b>1.29</b>	

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Con todos estos ensayos realizados y datos recolectados proseguiremos a realizar en gabinete el diseño mezcla adecuado para dichos materiales, la incorporación final del plástico de botellas trituradas será en 4%, 8% y 12% en relación al volumen de cada briqueta.

Para el diseño de mezcla primero debemos hacer un cuadro resumen de los ensayos realizados a los agregados.

Tabla 16  
*Cuadro de resumen de datos*

Datos de Ensayos físicos de los agregados	unidades	Ag Fino	Ag Grueso
Tamaño Máximo Nominal TMN		---	3/4 pulgada
Módulo de Fineza del agregado		2.79	12.96
Peso Unitario Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1084	1602
Peso Unitario Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1241	1715
Peso específico de masa	g/cc	2.59	2.48
Absorción	%	0.84	0.7
Contenido de humedad	%	1.29	0.1

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Con estos datos previos podemos empezar a desarrollar el diseño de mezcla por el método ACI 211.1 con el cual hallaremos el volumen absoluto del concreto.

Seleccionaremos la resistencia requeridas para el diseño ( $f'_{cr}$ ). Para nuestro diseño utilizaremos un factor de seguridad según la siguiente tabla.

Tabla 17  
Factor de seguridad para el diseño de mezcla

<b>f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>f'<sub>cr</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Menos de 210	f <sub>c</sub> + 70
210 a 350	f <sub>c</sub> + 84
Mayor a 350	f <sub>c</sub> + 98

Fuente: Normas ACI 211.1

F'<sub>cr</sub> = 210 + factor de seguridad

F'<sub>cr</sub> = 210 + 84

F'<sub>cr</sub> = 294

Para determinar la cantidad de agua y aire retenido requerida para el diseño, lo haremos en base a las siguientes tablas.

Tabla 18  
Volumen unitario de agua según asentamiento

<b>VOLUMEN UNITARIO DE AGUA</b>								
Agua en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Normas ACI 211.1

Tabla 19 *Contenido de aire atrapado según TMN*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Fuente: Normas ACI 211.1

Con las tablas observadas podemos determinar el agua requerida siendo este de 205 L y el porcentaje de aire atrapado de 2%.

En el siguiente cuadro determinaremos el peso requerido del agregado grueso.

Tabla 20

*Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto*

<b>PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO</b>				
Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino. ( b / b <sub>o</sub> )				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Normas ACI 211.1

Según la tabla 20 podemos determinar el factor para hallar el peso requerido del agregado grueso, siendo este de 1063.3kg

En la siguiente tabla determinaremos la relación agua cemento según nuestra resistencia del diseño incluida con nuestro factor de seguridad, se trabajará sin aire incorporado, entonces nuestro factor será de 0.558, y en la tabla 18 determinamos que el agua sería de 205 L, entonces tendremos una relación de agua/cemento de 367

Tabla 21  
*Relación agua cemento*

f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Normas ACI 211.1

Con todos los datos hallamos podemos determinar el peso seco de los materiales por metro cubico.

Tabla 22  
*Peso de materiales seco por metro cubico*

<b>Peso de Materiales Seco por m3</b>		
Cemento	367.38	kg
Agua	205	l
Agregado grueso	1063.3	kg
Agregado Fino	595	kg
Peso Total	2230.40	

Fuente: Elaboración propia

Como los datos que calculamos son en estado seco, pero sabemos que en el ambiente y en su estado natural los agregados contienen humedad, por lo que tenemos que hacer una corrección de humedad de los agregados.

La corrección por humedad de los agregados se usará la siguiente fórmula

$$AGREGADO HUMEDO = AGREGADO SECO \times \left(1 + \left(\frac{CONTENIDO DE HUMEDAD}{100}\right)\right)$$

- La corrección por humedad del agregado fino sea 602.39 kg
- La corrección por humedad del agregado grueso será de 1064.36

También se volverá a recalcular el agua efectiva con la siguiente fórmula.

$$AGUA EF. = AGUA DISEÑO SECO + \left(P. AG. FINO \left(\frac{\% ADSOR. - CONT. HUM.}{100}\right)\right) + \left(P. AG. GRUESO \left(\frac{\% ADSOR. - CONT. HUM.}{100}\right)\right)$$

- Con el cual determinamos que el agua efectiva es de 208.7 L
- El cemento mantiene el resulta ya calculado

Los resultados finales del diseño sería el siguiente:

Tabla 23  
*Diseño de mezcla corregido por humedad*

Diseño de Mezcla	Peso en seco	Peso en Húmedo
Cemento	367.38	367.38
Agua	205	208.70
Agregado grueso	1063.3	1064.36
Agregado Fino	595	602.39
Peso Total	2230.40	2242.84

Fuente: Elaboración propia

como ya se mencionó la incorporación del plástico de botellas trituradas en los porcentajes de 4%, 8% y 12% será incluida en relación al volumen. En laboratorio al trabajar en briquetas y moldes rectangulares se realizó una conversión de volumen, para poder preparar mezclas exactas y la vez se determinó la cantidad exacta de plástico triturada que entro en cada briqueta y molde rectangular, tanto para las cilíndricas como para las rectangulares.

## Resultados de los ensayos realizados a compresión en 7, 14 y 28 días.

Tabla 24

*Resultado de ensayo a compresión edad 7 días*

Fecha de fabricación	Fecha de rotura	EDAD (DIAS)	% PLAST.	LECTURA	DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DIAM. (cm)	RESIST. (kg/cm <sup>2</sup> )	RESIST. %
17.01.2022	24.01.2022	7	0%	22500	210	15.10	125.65	59.83
				22430	210	15.15	124.43	59.25
17.01.2022	24.01.2022	7	4%	25800	210	15.20	142.19	67.71
				24600	210	15.15	136.47	64.99
17.01.2022	24.01.2022	7	8%	22300	210	15.35	120.51	57.38
				22800	210	15.10	127.32	60.63
17.01.2022	24.01.2022	7	12%	20890	210	15.15	115.89	55.18
				21780	210	15.20	120.03	57.16

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 25

*Resultado de ensayo a compresión edad 14 días*

Fecha de fabricación	Fecha de rotura	EDAD (DIAS)	% PLAST.	LECTURA	DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMT. (cm)	RESIST. (kg/cm <sup>2</sup> )	RESIST. %
17.01.2022	31.01.2022	14	0%	33410	210	15.10	186.57	88.84
				33100	210	15.15	183.62	87.44
17.01.2022	31.01.2022	14	4%	33320	210	15.20	183.63	87.44
				33060	210	15.15	183.40	87.33
17.01.2022	31.01.2022	14	8%	32690	210	15.35	176.65	84.12
				32500	210	15.10	181.49	86.42
17.01.2022	31.01.2022	14	12%	32300	210	15.15	179.18	85.33
				32220	210	15.20	177.57	84.56

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 26

*Resultado de ensayo a compresión, edad 28 días*

Fecha de fabricación	Fecha de rotura	EDAD (DIAS)	% PLAST.	LECTURA	DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMT. (cm)	RESIST. (kg/cm <sup>2</sup> )	RESIST. %
19.01.2022	16.02.2022	28	0%	34850	210	15.10	194.61	92.67
				34620	210	15.15	192.05	91.45
19.01.2022	16.02.2022	28	4%	34780	210	15.20	191.67	91.27
				34660	210	15.15	192.28	91.56
19.01.2022	16.02.2022	28	8%	34550	210	15.35	186.70	88.91
				34700	210	15.10	193.78	92.27
19.01.2022	16.02.2022	28	12%	33650	210	15.15	186.67	88.89
				33210	210	15.20	183.02	87.15

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022



## Resultados de los ensayos realizados a flexión en 7, 14 y 28 días.

Tabla 27  
Resultado de ensayo a flexión, edad 7 días

FECHA FABRICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (DIAS)	% PLASTICO	DISEÑO (Kg/cm2)	LECTURA (Kg/cm2)
28.01.2022	04.02.2022	7	0%	210	10.50
				210	11.20
29.01.2022	05.02.2022	7	4%	210	10.50
				210	10.30
31.01.2022	07.02.2022	7	8%	210	10.20
				210	10.40
01.02.2022	08.02.2022	7	12%	210	9.20
				210	9.40

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 28  
Resultado de ensayo a flexión, edad 28 días

FECHA FABRICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (DIAS)	% PLASTICO	DISEÑO (Kg/cm2)	LECTURA (Kg/cm2)
02.02.2022	16.01.2022	14	0%	210	15.80
				210	16.20
03.02.2022	17.01.2022	14	4%	210	15.60
				210	15.50
04.02.2022	18.01.2022	14	8%	210	15.40
				210	15.60
07.02.2022	21.01.2022	14	12%	210	14.50
				210	14.60

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 29  
Resultado de ensayo a flexión, edad 28 días

FECHA FABRICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (DIAS)	% PLASTICO	DISEÑO (Kg/cm2)	LECTURA (Kg/cm2)
08.02.2022	08.03.2022	28	0%	210	20.00
				210	20.50
09.02.2022	09.03.2022	28	4%	210	20.20
				210	20.30
10.02.2022	10.03.2022	28	8%	210	20.20
				210	19.00
11.02.2022	11.03.2022	28	12%	210	18.20
				210	18.30

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

## Resultados de los ensayos realizados a tracción indirecta en 7, 14 y 28 días.

Tabla 30  
*Resultado ensayo a tracción indirecta, edad 7 días*

FECHA FABRICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (DIAS)	% PLASTICO	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	LECTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
21.01.2022	28.01.2022	7	0%	210	18.50
				210	18.90
21.01.2022	28.01.2022	7	4%	210	18.80
				210	18.90
21.01.2022	28.01.2022	7	8%	210	18.90
				210	18.70
21.01.2022	28.01.2022	7	12%	210	18.60
				210	18.70

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 31  
*Resultado de ensayos a tracción indirecta, edad 14 días*

FECHA FABRICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (DIAS)	% PLASTICO	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	LECTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
21/01/2022	04.02.2022	14	0%	210	22.10
				210	21.50
21.01.2022	04.02.2022	14	4%	210	21.60
				210	21.60
21.01.2022	04.02.2022	14	8%	210	21.70
				210	21.60
21.01.2022	04.02.2022	14	12%	210	21.20
				210	21.30

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 32  
*Resultado de ensayos a tracción indirecta, edad 28 días*

FECHA FABRICACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (DIAS)	% PLASTICO	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	LECTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
24.01.2022	21.02.2022	28	0%	210	33.40
				210	33.30
24.01.2022	21.02.2022	28	4%	210	33.50
				210	33.40
24.01.2022	21.02.2022	28	8%	210	32.80
				210	32.90
24.01.2022	21.02.2022	28	12%	210	32.50
				210	32.20

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

## prueba de ANOVA

Donde respecto al ensayo a compresión determinaremos nuestra hipótesis nula (Ho) e hipótesis alterna (Ha):

Ho: todos los diseños son diferentes uno del otro respecto a los resultados a compresión del concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días.

Ha: Al menos un diseño es diferente uno del otro respecto a los resultados a compresión del concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días.

Tabla 33  
Resumen de datos, ensayo a compresión

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
0	2	386.66	193.33	3.2768
4%	2	383.95	191.975	0.18605
8%	2	380.48	190.24	25.0632
12%	2	369.69	184.845	6.66125

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 34  
Análisis de la varianza, ensayo compresión

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	83.16625	3	27.72208	3.15137	0.14826	6.59138
Dentro de los grupos	35.1873	4	8.796825			
Total	118.35355	7				

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

El nivel de significancia es de 0.05 donde:

Sig. < 0.05, Ho se rechaza

Sig. > 0.05, Ho no se rechaza

En la tabla 34 de análisis de la varianza por el método de ANOVA, podemos observar que el valor de la significancia es 0.14826 siendo mayor que 0.05, por lo tanto, el Ho no se rechaza.

Donde respecto al ensayo a flexión determinaremos nuestra hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alterna ( $H_a$ ):

$H_0$ : todos los diseños son diferentes uno del otro respecto a los resultados a compresión del concreto  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días.

$H_a$ : Al menos un diseño es diferente uno del otro respecto a los resultados a compresión del concreto  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días.

**Tabla 35**

*Tabla resumen de datos, ensayo a flexión*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	2	40.5	20.25	0.125
4%	2	40.5	20.25	0.005
8%	2	21.2	10.6	141.12
12%	2	36.5	18.25	0.005

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 36

*Análisis de la varianza, ensayo a flexión*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	126.38375	3	42.127917	1.192961	0.418604	6.591382
Dentro de los grupos	141.255	4	35.31375			
Total	267.63875	7				

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

El nivel de significancia es de 0.05 donde:

Sig. < 0.05,  $H_0$  se rechaza

Sig. > 0.05,  $H_0$  no se rechaza

En la tabla 34 de análisis de la varianza por el método de ANOVA, podemos observar que el valor de la significancia es 0.4118604 siendo mayor que 0.05, por lo tanto, el  $H_0$  no se rechaza.

Donde respecto al ensayo a tracción indirecta determinaremos nuestra hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alterna ( $H_a$ ):

$H_0$ : todos los diseños son diferentes uno del otro respecto a los resultados a compresión del concreto  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días.

$H_a$ : Al menos un diseño es diferente uno del otro respecto a los resultados a compresión del concreto  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días.

Tabla 37  
Resumen de datos, ensayo a tracción indirecta

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
0	2	66.7	33.35	0.005
4%	2	66.9	33.45	0.005
8%	2	65.7	32.85	0.005
12%	2	64.7	32.35	0.045

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

Tabla 38  
Análisis de varianza, ensayo a tracción indirecta

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.54	3	0.5133333	34.2222222	0.0026035	6.5913821
Dentro de los grupos	0.06	4	0.015			
Total	1.6	7				

Fuente: Elaboración propia – marzo 2022

El nivel de significancia es de 0.05 donde:

Sig. < 0.05,  $H_0$  se rechaza

Sig. > 0.05,  $H_0$  no se rechaza

En la tabla 34 de análisis de la varianza por el método de ANOVA, podemos observar que el valor de la significancia es 0.0026035 siendo menor que 0.05, por lo tanto, el  $H_0$  se rechaza.

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Parra (2019) en su proyecto de investigación determino que para su concreto convencional obtuvo un asentamiento de 4", para el concreto con 6% de plástico triturado un asentamiento de 3", para el concreto con un 12% un asentamiento de 3" y para el 18% también 3". Determino que la muestra patrón obtuvo una resistencia de 221.79 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y que los resultados en los porcentajes de 6% fue de 205.07 kg/cm<sup>2</sup>, al 12% fue de 197.81 y al 18% obtuvo 190.61 kg/cm<sup>2</sup>. Con estos resultados determino que el concreto con incorporación de plástico reciclado en los porcentajes de 6%, 12% y 18% no debe usarse en concretos estructurales y el cual recomienda su uso en mesas de concreto, bancas y ladrillos.

Según el objetivo general de la investigación, optimizar las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando plástico reciclado en su diseño, Puerto Maldonado, 2022.

Por lo cual, al realizar la contrastación y discusión de resultados, interpretamos que en nuestra investigación tanto en los ensayos realizados a compresión, flexión y tracción indirecta que se muestran en los tablas 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 y 32 se determinó que la influencia de las botellas de plástico trituradas en el concreto fue negativa, por lo que negamos la hipótesis: con la incorporación de plástico reciclado se incrementan las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Puerto Maldonado, 2022.

## V. CONCLUSIONES

Los ensayos realizados fueron con el propósito de elaborar un diseño de mezcla de  $210\text{kg}/\text{cm}^2$  por el método ACI 211.1 con la incorporación de botellas de plástico trituradas en los porcentajes de 4%, 8% y 12%. Los agregados utilizados fueron de la zona donde se realiza la investigación, todo el procedimiento está normado respecto al manual de ensayo del ministerio de transportes y a la vez estos mediante NTP y ASTM. Con los ensayos realizados en laboratorio interpretamos las siguientes conclusiones.

- Debido a que el agregado a usarse es de procedencia de canto rodado, se observó en los resultados de la granulometría que no cumplían con los parámetros mínimos granulométricos, lo cual posiblemente influyeron en un mejor resultado.
- Se observó que el concreto en los ensayos de compresión, flexión y tracción indirecta, en los porcentajes de plástico de 4% tuvieron mayor resistencia que el 8%, sin embargo, el concreto con 12% es donde se observa mayor disminución de la resistencia, por el cual podemos decir que es ahí el punto de falla, a mayor porcentaje de plástico, disminuirá la resistencia.
- La aplicación de botellas de plástico trituradas en los porcentajes de 4%, 8% y 12% no influye a mejorar la resistencia a compresión en el concreto  $f'_c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$
- La aplicación de botellas de plástico trituradas en los porcentajes de 4%, 8% y 12% no influye a mejorar la resistencia a flexión en el concreto  $f'_c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$
- La aplicación de botellas de plástico trituradas en los porcentajes de 4%, 8% y 12% no influye a mejorar la resistencia a tracción indirecta en el concreto  $f'_c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$

## VI. RECOMENDACIONES

- Para un mejor resultado de los ensayos, se recomienda ser ordenados en el laboratorio y cuidadosos en el momento de trabajar, ya que una mala toma de datos influye de manera considerable en los resultados.
- Se recomienda tener siempre la guía y asesoramiento de un ingeniero o técnico de laboratorio para evitar cometer errores en la toma muestras y recolección de datos.
- Se recomienda que tanto la piedra como la arena a usarse para el diseño de mezcla, estén dentro de los márgenes recomendados que se muestran en la figura 27 y 28.
- Se recomienda no usarse las botellas de plástico trituradas en concretos estructurales, ya que no mejora sus propiedades, por lo contrario las debilita. Pero seguiría siendo muy importante aplicar su uso en concretos simples, así de alguna forma ayudar a mitigar el tema de la contaminación por parte del plástico.
- Se recomienda realizar más investigaciones respecto al uso de plástico triturado, siendo una buena opción en fibras, ya que esto podría unir de mejor manera los agregados.



## REFERENCIAS

- Aparicio, C. (02 de Julio de 2020). *Portafolio*. Obtenido de <https://bit.ly/3qm6BrA>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigacion*. Caracas: EPISTEME, C.A. Obtenido de <https://bit.ly/3JAeKQY>
- Blanco Vargas, R. (2014). Los primeros pasos del PET. *Ambiente plastico 64*, 132. Obtenido de <https://bit.ly/3udoFp0>
- C-136.ASTM, A. (s.f.). *Standard Test Method For Sieve Analysis Of Fine And Coarse Aggregates*. ASTM Standards.
- Caballero Meza, B., & Florez Lengua, O. (01 de Marzo de 2016). *Elaboracion de bloques en cemento reutilizando el plastico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción*. Obtenido de <https://bit.ly/3iqhSmp>
- Carreño Cornejo, F. V. (17 de Agosto de 2020). *Análisis técnico-económico del uso de PET reciclado como reemplazo parcial de áridos finos en hormigones*. Obtenido de <https://bit.ly/3L0y365>
- CEMEX. (s.f.). *Diseño de Mezclas de concreto ACI 211*.
- comunicaciones, M. d. (Mayo de 2016). *Manual de ensayos de materiales*. Obtenido de <https://bit.ly/3tp4OE7>
- Diaz, M. E. (Julio de 2017). *Poblacion, muestra y muestreo*. Obtenido de <https://bit.ly/3It7ZPx>
- Espinoza, E. (Noviembre de 2016). *Universo, Muestra y Muestreo*. Obtenido de <https://bit.ly/367Id6l>
- Flores Escapa, N. V. (23 de Mazro de 2018). *Influencia de la dosificacion en las características físico-mecánica de la unidad de ladrillo fabricos con productos plasticos reciclados 2018*. Obtenido de <https://bit.ly/3D5u2e0>
- Lugo Mejia, J. E., & Torres Perez, Y. S. (01 de Noviembre de 2019). *Características del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras polimericas recicladas PET*. Obtenido de <https://bit.ly/3JqxIJn>
- Marquez Herrera, P. E. (2019). *Estudio del comportamiento del concreto con adicion de plastico reciclado en la ciudad de Arequipa*. Obtenido de <https://bit.ly/3lqAygM>
- Martinez Becerra, M. F. (Agosto de 2018). *Una mirada hacia la importancia de la observacion en la practica docente*. Obtenido de <https://bit.ly/3tsJcH5>
- MINAN. (3 de Julio de 2021). *Peru 21*. Obtenido de <https://bit.ly/3N9ZT1x>
- Miranda, D. (20 de Marzo de 2020). *NATHIONAL GEOGRAPHIC ESPAÑA*. Obtenido de <https://bit.ly/3u6dQVu>
- Murillo, J. (2008). *Clubensayos*. Obtenido de <https://bit.ly/3L3H6D8>
- Nicomedes, E. N. (2018). *CONCYTEC*. Obtenido de <https://bit.ly/36yxp0G>
- Nilson, A. (Junio de 1999). *Diseño de estructuras de concreto*. Santafé de Bogota: Emma Ariza H.

- Palacios Santillán, A. (01 de Octubre de 2014). *Elaboracion de PET-concreto, buscando mejorar sus propiedades mecanicas de tension y flexion*. Obtenido de <https://bit.ly/3wnlJbW>
- Parra Nauca, C. K. (27 de Mayo de 2019). *Repocitorio UCV*. Obtenido de <https://bit.ly/351d57S>
- Pinedo Pérez, J. R. (7 de Agosto de 2019). *Estudio de resistencia a la compresion del concreto  $f'c=210Kg/cm^2$ , con la adicion de plastico reciclado (PET) en la ciudad de Tarapoto, 2018*. Obtenido de <https://bit.ly/3lItD81>
- Reyes Montoya, I. M. (25 de Abril de 2018). *Diseño de un concreto con fibras de polietileno Tereftalato (pet) reciclado para la ejecucion de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)*. Obtenido de <https://bit.ly/3wjv17L>
- Reyna Pari, C. A. (2016). *Reutilizacion de plastico PET, papel y bagazo de caña de azucar como materia prima en la elaboracion de concreto ecologico para la construccion de viviendas de bajo costo*. Obtenido de <https://bit.ly/3JrYxgB>
- SENCICO. (2019). *NORMA E.060 CONCRETO ARMADO*. Obtenido de <https://bit.ly/3JAnW7W>
- Silva, O. J. (2007). *360 en concreto*. Obtenido de Argos: <https://bit.ly/3iIMRzU>
- Valderrama Mendoza, S. (2013). *Pasos para elaborar proyecto de tesis de investigacion cientifica*. Obtenido de <https://bit.ly/3N738qu>
- Venitez Mosquera, J. F., Mena Ramirez, K. P., Arbelaez Pérez, O. F., & Córdoba Palacios, Y. M. (11 de Mayo de 2020). *Revista politécnica*. Obtenido de <https://bit.ly/36hvZYB>
- Zapata Casiano, S. (01 de Febrero de 2010). *Poblacion, Muestra y Muestro*. Obtenido de <https://bit.ly/3trLq9v>

## ANEXOS

Matriz de consistencia									
Estudiantes:	Bach. Silva Cornejo, Anthony								
	Bach. Aranibar Luna, Joao Tackeshi								
Título:	"Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando plástico reciclado, Puerto Maldonado, 2022"								
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología	
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	DEPENDIENTE	Propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Dosificación del concreto	Agregado fino Agregado grueso cemento agua	Revistas indexadas Fichas técnicas Normatividad Software Publicaciones	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada	
¿Como optimizaría las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando plástico reciclado en su diseño, Puerto Maldonado, 2022?	optimizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando plástico reciclado en su diseño, Puerto Maldonado, 2022	con la incorporación de plástico reciclado se incrementan las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Puerto Maldonado, 2022.			Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión		<b>Diseño de investigación:</b> Experimental	
Problema Específicos:	Objetivo Específicos:	Hipótesis Especifica:			Propiedades en estado plástico	Slump		Tablas	<b>Método de investigación:</b> Científico
• ¿Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% aumentara la resistencia a la compresión?	• Aumentar la resistencia a la compresión con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12%	• Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% aumenta la resistencia a la compresión.							<b>Población:</b> 72 muestras
• ¿Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% mejorara la resistencia a la flexión?	• Mejorar la resistencia a la flexión con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12%	• Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% mejora la resistencia a flexión.	INDEPENDIENTE	Plástico reciclado	Propiedades físicas del plástico triturado	Densidad del plástico		<b>Muestreo:</b> Probabilístico	
• ¿Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% incrementara la resistencia a la tracción indirecta?	• Incrementar la resistencia a la tracción indirecta con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12%	• Con la incorporación de plástico reciclado en las proporciones de 4%, 8% y 12% incrementa la resistencia a tracción indirecta.			Dosificación del concreto con plástico triturado	Dosificación al 4% 8% y 12%		<b>Muestra:</b> Compresión 24 Flexión 24 Tracción 24	

PANEL FOTOGRAFICO

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionando plástico reciclado, Puerto Maldonado, 2022



FOTO N° 01: Cantera del agregado grueso y fino, concesión minera

FOTO N° 02: Maquina trituradora



FOTO N° 03: Botellas de plástico trituradas





FOTO N° 04: Cuarteo del agregado grueso



FOTO N° 05: Tamizado del agregado grueso



FOTO N° 06: Tamizado del agregado fino



FOTO N° 07: Secado en horno del agregado grueso



FOTO N° 08: Cono de absorción para el agregado fino



FOTO N° 09: Agregado grueso saturado superficialmente seco



FOTO N° 10: Control del slump en el concreto



FOTO N° 11: Control de temperatura del concreto





FOTO N° 12: Elaboración de la mezcla de concreto



FOTO N° 13: Ensayo a compresión



FOTO N° 14: Ensayo a flexión



FOTO N° 15: Ensayo a tracción indirecta