

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLÁSTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Abner Michel Vasquez Rivasplata

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2021



DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a todas las personas que de alguna manera influenciaron para seguir adelante, en especial a mis padres por su apoyo incondicional en mi formación profesional dándome su comprensión, amor y consejos en los momentos difíciles de la vida, a mi familia por la motivación de seguir siempre adelante para poder ser una mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios que siempre ha guiado mis pasos, cuidándome y dándome la fuerza en todo momento para seguir adelante y por la bendición que nos brinda, a mis compañeros por su incondicional apoyo, por sus consejos para ser una persona con valores y finalmente a mis docentes que me inculcaron todo su conocimiento.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS	60
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	106
Referencias.....	113
ANEXOS.....	119
ANEXO 1: Ficha Resumen	119
ANEXO 2: Ficha de Recolección de Datos.....	122
ANEXO 3: Proporción de aporte óptimo del concreto con plástico reciclado.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Material de construcción utilizado en viviendas de Cajamarca	24
Tabla 2	Codificación internacional para los distintos plásticos.....	29
Tabla 3	Criterios de inclusión y exclusión.	34
Tabla 4	Estudios Seleccionados	34
Tabla 5	Número de investigaciones recolectadas.....	39
Tabla 6	Cuadro resumen de las técnicas e instrumentos de recolección de datos.	40
Tabla 7	Búsqueda de las palabras claves.....	47
Tabla 8	Características de agregado fino y agregado grueso de la Inv. 1	50
Tabla 9	Características de agregado fino y agregado grueso de la Inv. 2	51
Tabla 10	Características de agregado fino y agregado grueso de la Inv. 4	53
Tabla 11	Características de agregado fino y agregado grueso de la Inv. 5	54
Tabla 12	Comparación de los materiales utilizados en las investigaciones	56
Tabla 13	Ensayos en los proyectos de Investigación.	57
Tabla 14	Requisitos que debe tener el material empleado.	58
Tabla 15	Mejores resultados a compresión en el concreto y abrasión con plástico PET.	61
Tabla 16	Mejores resultados a compresión y Slump en el concreto con plástico PET.	62
Tabla 17	Mejores resultados a compresión, asentamiento y peso unitario en el concreto con % plástico PET.....	63
Tabla 18	Mejores resultados a compresión en el concreto con 0%, 5%, 10% y 20% de plástico PET.64	
Tabla 19	Mejores resultados en porcentaje a compresión en el concreto con 0% y 10% de plástico PET.	65
Tabla 20	Mejores resultados a compresión, succión y absorción en ladrillos de concreto con 0% y 3% plástico PET.	66
Tabla 21	Mejores resultados a compresión y Slump en el concreto con % plástico PET.	67
Tabla 22	Mejores resultados a compresión, peso unitario, slump, abrasión y tracción indirecta del concreto con plástico HDPE.....	68
Tabla 23	Mejores resultados a compresión, Slump y Peso Unitario en el concreto con % plástico HDPE.	70
Tabla 24	Mejores resultados a compresión, Succión, Absorción y Módulo de Rotura en ladrillos de concreto con 0%, 50% y 100% de plástico PVC.....	71
Tabla 25	Mejores resultados a compresión, tracción indirecta, flexión, Slump y Absorción en el concreto con % de plástico HDPE.	72

Tabla 26 Mejores resultados a compresión, tracción dividida y flexión en el concreto con % de plástico PVC.....	74
Tabla 27 Mejores resultados a compresión, tracción, flexión, Slump y Absorción en el concreto con % de plástico RPW.....	75
Tabla 28 Mejores resultados a compresión, tracción dividida, flexión y Slump en el concreto con % de plástico PVC.....	76
Tabla 29 Mejores resultados a compresión, tracción dividida y Slump en el concreto con % de plástico Pet.....	77
Tabla 30 Mejores resultados a compresión, tracción por flexión y Slump en el concreto con % de plástico HDPE.....	78
Tabla 31 Mejores resultados a compresión y flexión en el concreto con % de plástico Pet, PP y HDPE.....	78
Tabla 32 Mejores resultados a compresión en el concreto con % de plástico RPW + Ns + FA.....	79
Tabla 33 Mejores resultados a compresión, tracción indirecta, flexión y Slump en el concreto con % de plástico Pet y PP.....	80
Tabla 34 Mejores resultados a compresión, tracción, flexión y Slump en el concreto con % de plástico RPA.....	81
Tabla 35 Mejores resultados a compresión, tracción por división y Slump en el concreto con % de plástico PVC.....	82
Tabla 36 Mejores resultados a compresión, tracción por división y tracción por flexión en el concreto con % de plástico PP.....	83
Tabla 37 Mejores resultados a compresión, tracción por compresión diametral y flexión en el concreto con % de plástico PET.....	84
Tabla 38 Mejores resultados a compresión y slump en el concreto con % de plástico PP.....	85
Tabla 39 Mejores resultados a compresión, tracción por división, flexión y Slump en el concreto con % de plástico RPW.....	86
Tabla 40 Mejores resultados a compresión y tracción por división en el concreto con % de plástico RPW (pet y pp).....	87
Tabla 41 Mejores resultados a compresión, tracción por división, tracción por flexión y Slump en el concreto con % de plástico RPA.....	88
Tabla 42 Mejores resultados a compresión en el concreto con % de plástico RPW.....	89
Tabla 43 Mejores resultados a compresión, tracción por división, flexión y Slump en el concreto con % de polvo de plástico PVC.....	90

Tabla 44 Mejores resultados a compresión, tracción por división, tracción módulo de rotura y Slump en el concreto con % de plástico PVC.	91
Tabla 45 Mejores resultados a compresión, tracción por división y Slump en el concreto con % de plástico PVC.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Códigos de identificación de plásticos.....	21
Figura 2 Ficha resumen - 01.....	41
Figura 3 Ficha resumen - 02.....	42
Figura 4 Ficha resumen - 03.....	42
Figura 5 Fichas de recolección de datos - 01	43
Figura 6 Fichas de recolección de datos - 02	43
Figura 7 Fichas de recolección de datos – 03.....	44
Figura 8 Comparación de resultados de cálculo diseño	55
Figura 9 Etapas de la elaboración de la Investigación.	59
Figura 10 Resultados de los ensayos de 0 hasta 30% de adición con HDPE al concreto.	73
Figura 11 Resultados de los ensayos de 0 hasta 20% de adición con PVC al concreto.	74
Figura 12 Resultados a compresión con PET triturado de 0 – 10%, con agregado de río	93
Figura 13 Resultados a compresión con PET triturado de 10 – 100%, con agregado de río	94
Figura 14 Resultados a compresión con PVC triturado de 0 – 100%	95
Figura 15 Resultados a compresión con PP triturado de 0 – 100%.....	96
Figura 16 Resultados a compresión con HDPE triturado de 0 – 100%.....	97
Figura 17 Resultados a tracción con PET triturado de 0 – 100%.....	98
Figura 18 Resultados a tracción con PVC triturado de 0 – 100%	98
Figura 19 Resultados a tracción con PP triturado de 0 – 100%	99
Figura 20 Resultados a tracción con HDPE triturado de 0 – 100%	99
Figura 21 Resultados a flexión con Pet triturado de 0 – 100%	100
Figura 22 Resultados a flexión con PVC triturado de 0 – 100%.....	100
Figura 23 Resultados a flexión con PVC triturado de 0 – 100%.....	101
Figura 24 Resultados a slump con pet triturado de 0 – 100%	101
Figura 25 Resultados a slump con pvc triturado de 0 – 100%	102
Figura 26 Resultados a slump con pp triturado de 0 – 100%	102
Figura 27 Resultados a slump con HDPE triturado de 0 – 100.....	103
Figura 28 Resultados a tracción con RPW triturado de 0 – 100%	104
Figura 29 Resultados general de todos los ensayos realizados con plástico y convencional	105

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Formula química del PET (Hachi Quintana & Rodríguez Mejía, 2010)	22
Ecuación 2 Fórmula química del PVC	22
Ecuación 3 Formula química del PP	23
Ecuación 4 Formula química del HDPE	24
Ecuación 5 Ecuación promedio del módulo de rotura por flexión	26
Ecuación 6 Ecuación para muestras de concreto armado, ACI-02.....	26
Ecuación 7 Ecuación para muestras de concreto simple, ACI-02.....	26
Ecuación 8 Ecuación promedio de ensayo a compresión diametral.....	26
Ecuación 9 Orden de resistencia de resultado de ensayos.....	27
Ecuación 10 Ecuación de tracción directa por el ensayo de compresión diametral	27
Ecuación 11 Ecuación de tracción directa por el ensayo de rotura por flexión.....	27

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito determinar el efecto de las adiciones de plástico reciclado, en las propiedades mecánicas del concreto, de acuerdo a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, por el cual se realizó una investigación descriptiva de tipo aplicada, con un diseño no experimental y transversal, recopilando 35 investigaciones que contemplan las variables estudiadas que fueron elegidas por conveniencia del autor, empleando criterios de inclusión y exclusión, indicando la homogeneidad, el tiempo y espacio; utilizándose como instrumento una ficha de recolección de datos, para extraer los datos generales, principales características, materiales empleados y resultados más óptimos de los ensayos que fueron ejecutados en cada estudio. En los resultados obtenidos mostraron un buen comportamiento el uso del plástico (PET, PVC, PP y HDPE) en el reemplazo del agregado fino y/o agregado grueso, causando un efecto positivo en la resistencia a compresión, a tracción por flexión, resistencia dividida y una reducción de asentamiento. Finalmente se concluyó que es aceptada la hipótesis, es decir, dichos plásticos en el reemplazo con menos de 10% al agregado natural, mejora su resistencia del concreto hasta en un 25% con respecto al concreto patrón, asimismo a mayor proporción de polímeros se redujo su asentamiento.

Palabras clave: Plástico reciclado, resistencia del concreto, Revisión Bibliográfica, Ensayos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El plástico es un material muy común, con una innovación muy notable del siglo XX de crecimiento constante, entre ellos destaca el polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo, poliéster, entre otros polímeros, dichos materiales no son muy conocidos para algunas personas, pero están muy presentes en la fabricación de alimentos, en el sector construcción, en aparatos electrónicos, en la vestimenta, productos de cocina y en muchas otras cosas más.

Según estudios refleja que hasta el 2019 el 57% del plástico producido mundialmente acaba en la deriva por ser un material muy utilizado, sobre todo en lugares donde no se practica el reciclaje o tienen una cultura deficiente. Por ser un material con poca densidad, la gran mayoría se esparce por efectos del ambiente u otro motivo, y como son muy sólidos a la biodegradación estos terminan generando un impacto negativo de contaminación a todos los ecosistemas de la tierra y con el bienestar de las personas. (SeoBirdLife; Ecoembes, 2019).

El consumo de este material continúa subiendo y la acumulación de plástico en ambientes libres genera problemas al planeta. Ante esta situación algunas entidades están utilizando como una innovación para la construcción, ya que dicho sector representa como un segundo lugar en el que se utiliza el plástico, esto con el fin de reducir la presencia de dicho material y la contaminación ambiental. (SeoBirdLife; Ecoembes, 2019)

Es por ello que la producción mundial se fue desarrollando considerablemente, al respecto Guevara (2018) indica que la producción de plásticos en 2006 era de 245 millones de toneladas, el cual alcanzó a 348 hasta finales del 2017. Cubriendo un crecimiento notable con 3,9%, que obtuvo algo similar en los años 2016 (4%) y 2015 (3.5%), llegando a una mayor cobertura con plásticos termoplásticos y poliuretano de dichos años. En cuanto a la producción de empaques para el 2023 alcanza los USD 1 000 millones.

En el Perú, el presidente del Comité de Plásticos de la Sociedad Nacional de Industrias precisó que se generan 324 mil toneladas al año, y con esto el crecimiento de plásticos en el mundo aumentaría un 5% en 2018 el cual llegó a 359 millones de toneladas; para el 2019 sobrepasó los 368 millones de toneladas y en 2020 se redujo ligeramente en 0.3% a un valor de 367 millones de toneladas, a raíz de la pandemia de coronavirus, entre ellos los plásticos de mayor producción es el polietileno (PET), policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE) y el polipropileno (PP). Todo esto conlleva a innovar el sector construcción con los cuales lograría un impacto con múltiples beneficios, creando nuevos proyectos en la industria y la Ingeniería en varios sectores. (El Peruano, 2021).

La cultura, las buenas costumbres y la concientización, ha llevado a que el Departamento de Cajamarca por medio de sus autoridades tome nuevas medidas ante la coyuntura del crecimiento poblacional y a la vez trae consigo la contaminación ambiental, es por ello que se ha iniciado las prácticas de reciclaje, empleando contenedores para los desechos plásticos y otros tipos de materiales con la frase "Da vida al planeta, ¡recicla!", ya que en el Perú solo se recicla el 1.9% del total y entre otras acciones, como erradicar las bolsas plásticas y otros tipos de polímeros. (Municipalidad Provincial de Cajamarca, 2021)

Por otro lado, el concreto es el material con alta demanda en las diferentes obras de construcción en el mundo, llegando a generarse más de 20 mil millones de toneladas por año en 2015, para el cual el agregado se emplea entre un rango de 55 y 80% de dicho material, con el pasar de los años y el aumento poblacional para el 2023 llega alcanzar los 47.5 mil millones de toneladas de concreto y esto conlleva aumentar y aperturar nuevas canteras de agregados. (Alqahtani, Abotaleb, & ElMenshawy, 2021)

Estadísticamente algo parecido sucede en el ámbito Peruano, el sector construcción en el 2021 aumentó considerablemente en un 90.74% en comparación al año anterior y asimismo el cemento en un 66.24%, ya que venía de una caída abismal a raíz de la pandemia de coronavirus (Andina Difusión, 2021), a lo cual conlleva emplear nuevas alternativas de implementación para el cuidado del planeta, si la población aumenta, el sector construcción seguirá creciendo, entre ellos resalta las habilitaciones urbanas.

Estas alternativas en Cajamarca también contribuyen económicamente al sector construcción, a pesar que dicho sector aumentó, pero su economía cayó en 9.7% a consecuencia de las reglas de restricción por la pandemia de coronavirus, se está llevando el proceso de recuperación (IPE, 2021), pero el aporte de nuevas formas en la economía y la conservación ambiental, se vienen realizando en estudios anteriores, para el analizar el efecto del plástico y ser utilizado en las construcciones o proyectos, que más adelante veremos con más detalle.

Por estas razones, se ha llevado una serie de investigaciones de utilizar el plástico reciclado (RP), en reemplazo de los áridos naturales (NA) en el concreto, analizando su comportamiento en sus propiedades mecánicas y ser aplicadas en el sector construcción. Por tal motivo, Mohammed (2020) indica para las propiedades mecánicas del concreto con plástico reciclado (PVC, PP, HDPE), al realizar la prueba (7, 28 y 90 días) a compresión éstas disminuyen cuando poseen mayor porcentaje de plástico reciclado (25, 50 y 70%), lo mismo sucede con su módulo de elasticidad; pero a la vez también presenta una densidad baja de hasta un 46% con PP, haciendo que sea un concreto más ligero y así mismo un buen aislamiento térmico hasta con un 75% con el PVC. Pero caso contrario argumenta Arulrajah (2018) que los residuos plásticos reciclados (RPW) es viable en el reemplazo de agregado en el concreto, hasta

un 20% ya que está dentro del rango esperado, para las propiedades a compresión, tracción y absorción.

Algunas propuestas se vienen evaluando en diferentes partes del mundo para utilizar el plástico de desecho reciclado como material agregado en el concreto, es así que los estudiantes de ingeniería de la Universidad King Fahd de Petróleo y Minerales, Dhahran, Arabia Saudita se pronunciaron al respecto:

Existe una necesidad imperiosa de identificar vías para la utilización de plásticos reciclados. Su uso en el hormigón es una de las aplicaciones potenciales. La utilización de plástico reciclado en hormigón, como parcial/total sustitución de áridos naturales, resuelve la inquietud relacionada con su disposición segura y conserva los recursos de agregados naturales. El estudio informado se realizó para evaluar la posibilidad de utilizar plástico de desecho reciclado, como reemplazo de áridos naturales en hormigón. (2020, pág. 1)

Es por ello que muchas investigaciones se han venido desarrollando, ya que muchos demuestran que el concreto constituido hasta con un 10% con agregado reciclado sus propiedades físicas y mecánicas cumplen con su resistencia y eficiente comportamiento (Aquino Castro , 2019), algunas investigaciones indican que es viable pero reemplazando con un mínimo de plástico reciclado hasta de 5% comparando con el concreto patrón de 0% y la norma NTP 339.034 su resistencia disminuye así como sus demás propiedades (Quispe Boado & Miranda Mego, 2018)

Según los datos comparados y los que aún faltan, el propósito como todo proyecto o construcción es brindar un servicio óptimo, que beneficie con una mejora de vida a los usuarios, tratando de cubrir toda la brecha y la filosofía constructiva teniendo presente lo económico, como también el cuidado al medio ambiente. Así en la medida de lograr un correcto diseño

estructural, se han realizado los ensayos previos, para luego proponer un porcentaje adecuado y el tipo materiales a utilizar en las diferentes obras, ya que los valores porcentuales de polímeros reciclados como material de agregado, en generalidad algunos estudios coinciden en menos de 20%, pero como también otras investigaciones no dan viabilidad al adicionar estos materiales plásticos al concreto.

A partir de ello, surge la necesidad de comparar dichos estudios extrayendo sus resultados, para llegar a proponer rangos óptimos de material plástico reciclado incorporado al concreto, a partir de sus propiedades mecánicas. De tal forma, la presente investigación se estructura en la línea de investigación de Materiales de Construcción, que se desarrolla a partir de la recolección de información.

Por estas razones, el problema adicional por el cual se realiza este estudio, es que muchas investigaciones están dispersas, es decir, carecen de uniformidad en la determinación de las propiedades, en la cantidad de porcentajes y tipos de adición; es por ello que en esta tesis se intenta recopilar toda la información existente hasta la fecha, con el fin de determinar cuáles son las mejores proporciones, adiciones y que efectos mecánicos genera el plástico reciclado en el concreto.

Luego de lo indicado, se formuló la pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021?, presentando como variable independiente los porcentajes de adiciones del plástico utilizado en las investigaciones y como variable dependiente las propiedades mecánicas del concreto. Para el cual, su unidad de estudio viene hacer las 36 investigaciones recolectadas para extraer la información; para así seguir un objetivo a determinar el efecto de las adiciones de plástico

reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021; y luego replicar a la pregunta de investigación formulando una hipótesis de: las adiciones del plástico reciclado (PET, PVC, PP Y HDPE) aumenta su resistencia a compresión y flexión incorporando entre 5 y 10% de porcentaje al concreto.

Como sustento del tema de investigación, los estudios que se realizaron con polímeros como material de construcción, en las cuales demuestran los porcentajes empleados para realizar sus propiedades mecánicas, fueron las siguientes:

Inayath et ál. (2020) en su artículo científico denominado “Propiedades mecánicas y térmicas del plástico reciclado ligero hormigón agregado”, publicado por el departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad King Fahd de Petróleo y Minerales, Dhahran, Arabia Saudita, tuvo como objetivo determinar la posibilidad de emplear el plástico reciclado al concreto, sustituyendo a los agregados comunes. Para ello realizaron muestras que contienen PET, PVC, HDPE y PP en proporciones de 25, 50, 75 y 100% de dichos plásticos, en forma de gránulos, fibras y copos (negros, blancos y mixtos). En sus resultados obtuvieron que el peso unitario con una proporción de 25% de RPA llegó a 200 kg/m³, respecto al concreto convencional de 1500 kg/m³; la resistencia a compresión con el mismo contenido de 25% de RPA llegó a 35MPa (356.901 kg/cm²) respecto a los 17 MPa (173.352 kg/cm²) del tradicional; lo mismo sucedió con la resistencia a la flexión llegando a 4.9 MPa (49.9661 kg/cm²) con 25% RPA, respecto a los 4.5 MPa (45.8872 kg/cm²). A partir de ello indican que mientras más proporción de RPA disminuye su resistencia y peso, siendo con mejores propiedades mecánicas el de 25% de RPA con un contenido de cemento de 370 kg/m³ y w/c 0.4 al concreto; el tipo de forma más óptima de RPA a compresión es el granular y a flexión los de tipo copos.

El representante de la empresa “Ekojunto” en Costa Rica, Francisco Rodríguez, comentó algunas propiedades “el plástico es un buen aislante térmico y acústico, ya que disipa alrededor del 35% de la temperatura. A su vez, tiene una amplia variabilidad estética (...) pueden diseñar diversos acabados en la pintura, cerámica, repello, elementos naturales entre otros” presentando una de las principales ventajas es la facilidad constructiva y de instalación, lo cual representa un reducido costo de mano de obra. (Construir, 2017).

Por su parte Eduardo Hernández, emprendió una investigación para utilizar el HDPE de consumo reciclado en lugar de gravilla en los concretos arquitectónicos, señala que “por las propiedades del HDPE, que tiene mayor densidad y dureza que el PET o el policloruro de vinilo (PVC), busqué un proceso sencillo para incorporarlo al concreto; (...) me percaté de que lo más conveniente era la trituración mecánica”. Por el cual se genera partículas recicladas de polietileno de alta densidad de un tamaño óptimo para así ser incorporado con los materiales tradicionales del hormigón. El hecho de adicionar los polímeros como material nuevo al concreto opta a reducir sus propiedades de resistencia (compresión, flexotracción y tensión). La incorporación con el HDPE llegó a ubicarse normativamente con los rangos de resistencia que implantan algunos reglamentos de la construcción, en conclusión, el estudio es viable con este material estudiado. (Buscador de Arquitectura, 2016)

Estos son otros motivos por el cual se realizó este estudio que, al aprovechar las propiedades del plástico, estos influyen al ser atribuidos en los materiales de construcción en el concreto, según lo especificado, se justifica el aporte de esta investigación.

Asimismo Astopilco (2015), en su investigación “Comparación de las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca, 2015”, indicó como objetivo elaborar unidades de ladrillo y muestras de

concreto, siguiendo las reglas normativas, al adicionar residuos plásticos de PVC para luego comparar sus propiedades físico – mecánicas, se propone como una alternativa para el uso eficiente de dicho material, el tipo de investigación es de carácter Experimental – aplicada, para el cual se realizaron un total de 30 unidades de ladrillos como muestra. A partir de ello se realizaron los ensayos para determinar sus propiedades físico – mecánicas de las unidades de ladrillo de concreto adicionados con residuos plásticos de PVC, estas tienden a aumentar, pero en el caso del ensayo de la resistencia a la compresión el resultado está por debajo a comparación de las unidades de concreto sin PVC con un valor de 223.99 kg/cm², cumpliendo con el diseño de mezclas de $f'c = 210$ kg/cm², este tipo de material se podría utilizar en muros perimétricos, parapetos, jardinería, en albañilería aporticada y en muros no portantes.

Reyna (2016), en su investigación “Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo” tuvo como objetivo llegar a los resultados en la elaboración de concreto ecológico con la mezcla de residuos de plástico PET, papel y bagazo de caña y así determinar su resistencia a la compresión, empleándolos en la construcción de viviendas de bajo costo. El tipo de investigación es de carácter experimental con un nivel descriptivo, Para la población y la muestra está conformada por probetas de concreto simple y concreto mezclado con los tres tipos de materiales, con medida de 6” x 12” con una forma cilíndrica. Para llevar a cabo dicha investigación se realizó en 4 fases: en los primeros 7 días la preparación de los residuos que se van a mezclar, en los próximos 3 días la elaboración de especímenes, a los 28 días el curado de dichas probetas y finalmente 3 días para realizar los ensayos siguiendo con la Norma ASTM C39. Llegando a encontrar como resultados en el concreto con 5% de plástico PET presentando mejor resistencia a la compresión y a la vez un eficiente diseño de mezcla de concreto con los tres tipos de materiales utilizados con porcentajes

de 5%, 10% y 20%, por el contrario, si se le aumenta el residuo en el concreto esto va a disminuir su resistencia; y estos son algunos factores que nos brinda el plástico. La investigación propone como una buena alternativa el uso de estos residuos y a la vez económicamente es menos costoso que el concreto tradicional simple.

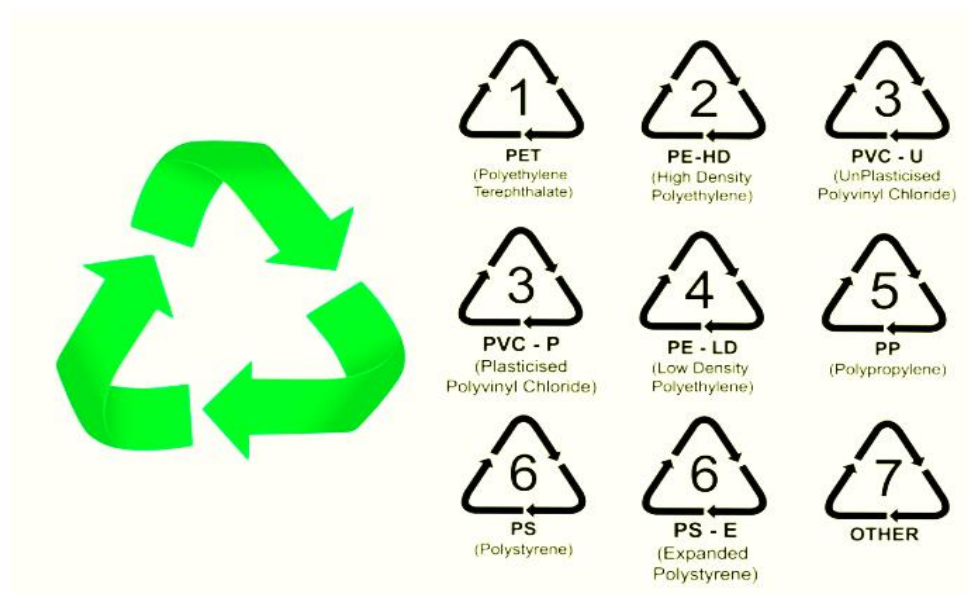
Al cual también Llanos (2019), en su investigación "Efecto de dos niveles de reemplazo del 10% y del 15% del agregado grueso por plástico sobre la resistencia a la compresión axial del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ tuvo por objetivo realizar una secuencia de actividades como es el diseño de mezclas empleando el método ACI, para luego analizar sus propiedades físicas del material que servirá para la elaboración del concreto convencional y del concreto agregado con plástico en dos proporciones, con el fin de determinar su resistencia a la compresión axial. Es una investigación experimental donde se realizó una metodología cuantitativa de los experimentos elaborados teniendo en cuenta las variables, se tomó en cuenta 72 probetas como muestra de las cuales se tomaron 6 por cada tratamiento, estos se distribuyen en 24 probetas para agregado convencional, los otros 24 para agregado con 15% de plástico y por último los otros 24 para agregado con 10% de plástico. Se realizó las mezclas con un f'_c de 210 kg/cm^2 para luego ser ensayados cada 7, 14, 21 y 28 días, usando protocolos y fichas de anotación para dichos ensayos. Luego llegar a la conclusión que no fue lo que se esperaba según las hipótesis, obteniendo una resistencia menor de las probetas con 10% de plástico hasta un 20% menos que las convencionales; y las probetas con 15% de plástico disminuyó hasta un 50% de los convencionales, de la misma manera también aumentó su costo a más de un 50%. Esta investigación nos muestra que el plástico como material de construcción no fue tan satisfactorio y talvez se podrá utilizar en otras formas constructivas, por lo tanto, con la mezcla convencional es mucho más eficiente.

Por su parte Peralta (2014) en su investigación “Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c=210$ kg. / cm^2 y el concreto con material reciclado polietileno tereftalato (PET) en la ciudad de Jaén – Cajamarca”. Es una investigación que fue elaborada en la zona rural de Jaén y los materiales de también obtenidos de las zonas cercanas. Esto tuvo como objetivo realizar probetas que fueron los especímenes de concreto las cuales serán de tipo convencional y con mezcla de plástico PET, para luego ser analizados realizando todos los procedimientos de los agregados y llegar a determinar su resistencia a la compresión de dichas muestras. Es una investigación experimental – descriptiva porque se enfocó en detallar y comparar los resultados obtenidos en el laboratorio, utilizando en su muestra 36 probetas de los dos tipos tanto convencional como de material PET. En la sección de materiales y métodos se utilizaron una serie de herramientas y equipos para llevar a cabo, su forma metodológica consistió en tres fases, el primero es en campo donde se obtuvo los agregados y la recolección del plástico que es el objetivo principal; para luego pasar a la fase de laboratorio es allí donde se realizaron los ensayos de suelos de los agregados según como indica el RNE y la NTP para ver si es apto utilizarlo en dicho proceso; y por último la fase de gabinete donde se realizó los ensayos de las muestras de concreto antes mencionada en el cual a porticada se realizará el análisis y discusión de resultados, para así determinar su resistencia a la compresión encontrando sus propiedades físico-mecánicas de los agregados, siguiendo los procedimientos de la norma E. 060, finalmente llegar a un análisis económico y los costos unitarios donde nos brindan una ligera diferencia de ahorro al utilizar concreto con plástico PET respecto al concreto convencional, pero en el caso de un sistema constructivo el costo con el plástico aumenta más que el convencional. Los resultados con el concreto PET fueron favorables solo para la mezcla con 15% de plástico para las demás no fueron resultados óptimos, estos comparándolos con el

concreto convencional. La investigación nos brinda una alternativa en pequeñas construcciones de utilización del plástico y a la vez reducir la contaminación con el reciclaje.

A partir de lo investigado en los antecedentes, es importante aclarar algunos puntos conceptuales que intervienen en las variables y que están relacionados con el tema de estudio, como:

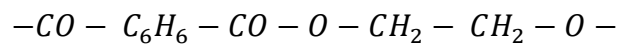
Figura 1 Códigos de identificación de plásticos



Nota: Detalle de los códigos con el cual se conocen los polímeros. (SP Group, 2018)

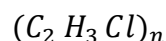
Plástico Polietileno Tereftalato (PET): El plástico PET, o polietileno tereftalato-poliéster, es un polímero plástico que se genera a partir de la policondensación de ácido tereftalático y el etilenglicol; pertenece a la familia de los termoplásticos, porque se puede derretir mientras se calienta y como también se endurece mientras se enfría. Por el cual a partir de su composición química forma parte de los productos sintéticos conocidos como poliésteres. Presentando por sus propiedades la transparencia y la resistencia al deterioro, impacto y a los productos químicos, como las propiedades mecánicas, a la rotura y al fuego (Arteplástica, 2017)

Existe tres tipos, según su grado, de plástico PET: El textil: Comenzó para reemplazar las fibras naturales, como el algodón o el lino, siendo el primer uso en el mundo industrial. La Botella: Principalmente envases, al tratarse de un material que puede estar en contacto con bebidas y alimentos, y que ayuda a conservar el aroma y sabor de los mismos. Y el Film: Alguno de sus usos más integrados en la sociedad son las películas fotográficas y de audio o rayos X. (Arteplástica, 2017)



Ecuación 1. Formula química del PET (Hachi Quintana & Rodríguez Mejía, 2010)

Plástico Policloruro de Vinilo (PVC): El cloruro de polivinilo (PVC o vinilo), pertenece a la familia de los termoplásticos, es un material económico y versátil que se utiliza en una variedad de aplicaciones, como edificación y construcción, cuidado de la salud, electrónica, automóviles y otros sectores, en productos que van desde tuberías y revestimientos, bolsas de sangre y tubos hasta alambres y aislamiento de cables, componentes del sistema del parabrisas y más. Cerca de tres cuartas partes de todo el material vinilo producido se usa en aplicaciones de edificación y construcción duradera. Los estudios del ciclo de vida indican que el PVC o vinilo es eficaz en la protección del medio ambiente, en términos de bajas emisiones de gases de efecto invernadero y la conservación de recursos y energía, debido a que es fuerte y resistente a la humedad y la abrasión, el vinilo es ideal para revestimientos, ventanas, techos, vallas, cubiertas, revestimientos de paredes y pisos. (ChemicalSafetyFacts.org, 2020)



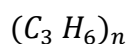
Ecuación 2 Fórmula química del PVC

El plástico PVC es el segundo plástico de mayor consumo en el mundo, con una cifra anual en torno a los 23 millones de toneladas, de los que cerca de 6 millones se consumen en

Europa Occidental. Alemania, con 1.500.000 toneladas de PVC, es el país de Europa con mayor consumo, mientras que el mercado del PVC en España es de 446.000 toneladas al año (Interempresas.Net, 2016).

Por ello, el consumo específico de PVC es aproximadamente los 11kg por español, un promedio que pese a no alcanzar los 21, 16 y 15 kg. /habitante/año de Estados Unidos, Japón y Europa respectivamente, es considerablemente alto si se compara con los 4 kg. de media en el resto del mundo. El 64% de las aplicaciones tiene una vida útil entre 115 y 100 años, y es esencialmente utilizado en el sector de la construcción para la fabricación de tubos, ventanas, puertas, persianas, suelos, entre otros (Interempresas.Net, 2016).

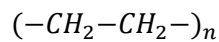
Plástico Polipropileno (PP): Este tipo de material es un polímero de categoría termoplástico, que se genera a partir de la polimerización del propileno, siendo un material muy utilizado y que se puede encontrar en muchos productos y equipos, a la vez puede tener estructura cristalina, originado en 1951 llegando a ubicarse en el segundo plástico más empleado en todos los sectores. Es un material muy resistente, en todas sus propiedades mecánicas como la compresión, tracción, flexión, entre otros; con baja absorción y a la vez trabajable con otros materiales; que cuenta con una disminución de densidad empleado como aislante eléctrico y con beneficio económico. Siendo un material reciclable en muchos países, este cuenta con un código de identificación número 5, se emplean botes de color amarillo para su recolección (Envaselia, 2018).



Ecuación 3 Formula química del PP

Plástico Polietileno de Alta Densidad (HDPE): El polietileno a alta densidad (HDPE del inglés high density polyethylene) es un polímero termoplástico derivado del petróleo. A

diferencia del polietileno a baja densidad (LDPE), las cadenas moleculares del HDPE presentan escasas ramificaciones: el resultado es una mayor resistencia a la atracción y mayor fuerza intermolecular respecto a la variedad de polietileno menos denso, que se traduce en una mayor fuerza específica del material. Estas características son inmediatamente visibles incluso a simple vista: una película de polietileno a alta densidad se presenta generalmente más duro y opaco que una película de LDPE. La densidad molecular más alta también determina una mejor resistencia a las temperaturas elevada, de modo que el HDPE pueda soportar hasta 110/120° grados (Cartenplast, 2018).



Ecuación 4 Formula química del HDPE

El Concreto: Se denomina concreto a la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento. La cantidad de cada material en la mezcla depende de la resistencia que se indique en los planos de estructuras. Teniendo en cuenta siempre la resistencia de las columnas y de los techos debe ser superior a la resistencia de cimientos y falsos pisos (Corporación Aceros Arequipa, 2020).

Tabla 1

Material de construcción utilizado en viviendas de Cajamarca

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA						
	CONCRETO	ADOBE	TAPIAL	QUINCHA	OTROS	TOTAL
TOTAL	27100	6752	3104	75	843	37874

Nota: (Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca, 2016). La MPC nos muestra un artículo sobre el plan de desarrollo urbano en la ciudad de Cajamarca, en la sección de Análisis y Caracterización de los Aspectos Sociales (p. 9): en la tabla presentada nos muestra un resumen del tipo de material de construcción utilizado en las viviendas de dicha ciudad dividido por denominaciones o sectores, siendo

el material predominante más utilizado el concreto que representa un 71.55% aproximadamente de todas las viviendas.

Reciclaje del Plástico: El principal motivo para reciclar el plástico es porque sus residuos tardan entre 100 y 1.000 años en degradarse. El carbón y el plástico del que esté fabricado no se disuelve. Además, si reciclamos el plástico, estaremos consumiendo menos cantidades de materias primas y de recursos naturales y energéticos no renovables. El plástico supone más del 12% de la cantidad de residuos sólidos urbanos. Y su acumulación supone un grave problema para el planeta. Además, si utilizamos productos reciclados disminuye el consumo de energía. Eso se traduce en menos emisiones de CO₂ a la atmósfera. Cada kilo de plástico reciclado supone que se deja de expeler 1,5 kg de CO₂. Así contribuimos a reducir el efecto invernadero. (Leonardo-gr, 2019)

Resistencia a la compresión del concreto: La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). El ensayo universalmente conocido para determinar la resistencia a la compresión, es el ensayo sobre probetas cilíndricas elaboradas en moldes especiales que tienen 150 mm de diámetro y 300 mm de altura. Las normas NTC 550 y 673 son las que rigen los procedimientos de elaboración de los cilindros y ensayo de resistencia a la compresión respectivamente. (360 En Concreto, 2019)

Resistencia a la tracción del concreto: esta resistencia como bien se sabe no está normalizado, por ende, a la tracción directa (*ft*) es complicado de realizar directamente los ensayos, puesto que estos se pueden realizar de manera indirecta, mediante dos formas:

- Módulo de rotura (f_r): más conocido como ensayo de tracción por flexión, dicha prueba se realiza generalmente a muestras prismáticas simplemente apoyadas, para llevar a cabo se considera esfuerzos internos uniformes. Se utiliza la fórmula para efectuar el promedio, como vemos a continuación:

$$f_r = 2.2\sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Ecuación 5 Ecuación promedio del módulo de rotura por flexión

Se deriva dos ecuaciones para indicar el módulo de rotura, el ACI y la NTP consideran la ecuación 6, pero específicamente esta ecuación el ACI lo utiliza para especímenes de concreto armado y la ecuación 7 para concreto simple, los cuales son sometidos a flexión.

$$f_r = 2\sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2) \text{ ACI-02 artículo 9.5.2.3}$$

Ecuación 6 Ecuación para muestras de concreto armado, ACI-02.

$$f_r = 1.3\sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2) \text{ ACI-02 artículo 22.5.1}$$

Ecuación 7 Ecuación para muestras de concreto simple, ACI-02.

- Split test (f_{sp}): se le conoce también como ensayo brasileño o ensayo de compresión diametral, al cual se realizan generalmente a testigos cilíndricos, sometidos a fuerzas puntuales en su diámetro, simulando la compresión transversal; como también esfuerzos uniformes indicando la fuerza de tracción. Luego de verificar los resultados calculamos el promedio mediante la siguiente fórmula:

$$f_{sp} = 1.7\sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Ecuación 8 Ecuación promedio de ensayo a compresión diametral

Se puede decir que los ensayos a tracción por flexión o módulo de rotura (f_r) indican una dispersión superior al ensayo brasileño o ensayo de compresión diametral (f_{sp}), ordenándose de la siguiente manera:

$$f_r > f_{sp} > f_t$$

Ecuación 9 Orden de resistencia de resultado de ensayos

$$f_t = 0.9 f_{sp}$$

Ecuación 10 Ecuación de tracción directa por el ensayo de compresión diametral

$$f_t = 0.5 f_r$$

Ecuación 11 Ecuación de tracción directa por el ensayo de rotura por flexión

Se puede concluir que la resistencia a tracción por flexión y la resistencia a la tracción directa no es recomendable, según los estudios, en todo caso es mejor utilizar el ensayo de compresión diametral (f_{sp}). Es por ello que en los cálculos a flexión o flexocompresión la resistencia a tracción se desprecia, puesto que su comportamiento es bajo. Pero sin embargo existe ámbitos en las cuales se considera la resistencia a tracción, esto se debe porque está presente una carga de servicio ocasionando una fisura o una deflexión, ya que el concreto se desarrolla en estado elástico, como es el caso de los pavimentos, cimientos sin armar, reservorios (Ottazzi Pasino, 2004).

Aislante Térmico: Los materiales aislantes se pueden definir como aquellos que presentan una elevada resistencia al paso del calor, reduciendo la transferencia de este calor a su cara opuesta, por lo tanto, podemos decir que protegen del frío y del calor. Por otro lado, se sabe que el aislante térmico contribuye a la eficiencia energética, que consiste en disminuir el consumo energético sin disminuir el confort. (Palomo cano, 2017)

Aislante Eléctrico: Es un material con escasa capacidad de conducción de la electricidad, utilizado para separar conductores eléctricos evitando un cortocircuito y para mantener alejadas del usuario determinadas partes de los sistemas eléctricos que de tocarse accidentalmente cuando se encuentran en tensión pueden producir una descarga, La elección del material aislante suele venir determinada por la aplicación, en cuanto al polietileno se

emplea en instalaciones de alta frecuencia, se emplea en condensadores eléctricos, para así también hay que seleccionar los aislantes según la temperatura máxima que deban resistir. (EcuRed (a), s.f.)

Permeabilidad: Definimos permeabilidad como la capacidad de un cuerpo (en términos particulares, un suelo) para permitir en su seno el paso de un fluido (en términos particulares, el agua) sin que dicho tránsito altere la estructura interna del cuerpo. Dicha propiedad se determina objetivamente mediante la imposición de un gradiente hidráulico en una sección del cuerpo, y a lo largo de una trayectoria determinada. El concepto permeabilidad puede recibir también las acepciones de conductividad o transmisividad hidráulica, dependiendo del contexto en el cual sea empleado. (Estudios Geotécnicos, 2013)

Curado del Concreto: El curado del concreto es el proceso mediante el cual se controla la pérdida de agua de la masa de concreto por efecto de la temperatura, sol, viento, humedad relativa, para garantizar la completa hidratación de los granos de cemento y por tanto garantizar la resistencia final del concreto. El objeto del curado es mantener tan saturado como sea posible el concreto para permitir la total hidratación del cemento; pues si está no se completa la resistencia final del concretos se disminuirá. (360 En Concreto, 2019)

Cemento: El cemento es el material más activo de la mezcla de concreto, por lo tanto, sus características y sobre todo su contenido (proporción) dentro de la mezcla tienen una gran influencia en la resistencia del concreto a cualquier edad. A mayor contenido de cemento se puede obtener una mayor resistencia y a menor contenido la resistencia del concreto va a ser menor. (360 En Concreto, 2019)

Agregados: La distribución granulométrica juega un papel importante en la resistencia del concreto, ya que si esta es continua permite la máxima capacidad

del concreto en estado fresco y una mayor densidad en estado endurecido, lo que se traduce en una mayor resistencia. La forma y textura de los agregados también influyen. Agregados de forma cúbica y rugosa permiten mayor adherencia de la interface matriz-agregado respecto de los agregados redondeados y lisos, aumentando la resistencia del concreto. Sin embargo, este efecto se compensa debido a que los primeros requieren mayor contenido de agua que los segundos para obtener la misma manejabilidad. (360 En Concreto, 2019)

Tabla 2

Codificación internacional para los distintos plásticos.

Tipo de plástico	Polietileno Tereftalato	Polietileno de alta densidad	Policloruro de vinilo	Polietileno de baja densidad	Polipropileno	Poliestireno	Otros
Acrónimo	PET	PEAD/ HDPE	PVC	PEBD/ LDPE	PP	PS	Otros
Código	1	2	3	4	5	6	7

Nota: (Hachi Quintana & Rodríguez Mejía, 2010). Plásticos más comunes con su codificación

Quintana y Mejía (2010). Mencionan en su investigación “Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (pet), en la ciudad de Guayaquil” que existen más de cien tipos de plástico, pero los más comunes son seis las cuales están representadas en la tabla 2; es un sistema de codificación donde los productos llevan una marca que consiste en el símbolo internacional de reciclado (♻️). El objetivo principal de este código es la identificación del tipo de polímero del que está hecho el plástico para su correcto reciclaje.

A partir de lo antes señalado, y de la cantidad de plástico que se genera hoy en día siendo los más utilizados en la industria del país, como también el material predominante que es el concreto, se justificó dicho estudio. De tal manera que se recolectó la información de diferentes

fuentes para extraer los datos necesarios de sus propiedades mecánicas, para su comparación y proponer rangos viables que se emplearían en la ciudad de Cajamarca. Las propiedades mecánicas del concreto con los polímeros (PET, PVC, PP y HDPE) que se comparó es compresión, flexión y tracción, teniendo en cuenta su slump, absorción, módulo de elasticidad, peso unitario, abrasión, entre otros. Dicho estudio se sustentó en antecedentes, en las cuales realizaron pruebas mecánicas a las muestras para obtener datos reales y que brindaron conclusiones de viabilidad al plástico reciclado como un nuevo agregado al concreto.

Por tal motivo la presente investigación se buscó proponer una alternativa para una mejor construcción, el uso del plástico reciclado en el hormigón en porcentajes mínimas del 1 al 20% de su volumen, ya que en la mayoría de estudios optan por estos rangos, para demostrar que puede ofrecer resultados más eficaces en los proyectos; a la vez incentivar la práctica del reciclaje, para poder darle algún uso en la construcción y así tratar de reducir la contaminación del medio ambiente.

De esta manera ser utilizado como una nueva alternativa económica para las construcciones de viviendas en la ciudad de Cajamarca. “La importancia fundamental de utilizar de residuos plásticos la cual contribuye a la protección del medio ambiente al reutilizar (...), para lograr y obtener un producto plástico, utilizado y aplicado en el sector de la construcción civil, con un menor costo” (Choquepuma Puma, 2007).

CAPÍTULO II. MÉTODO

En la ejecución de la presente investigación, se presentó los elementos metodológicos como la pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021?, de igual forma se indicó un objetivo de estudio general, en determinar el efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021; a partir de ello se disgrega para poder realizar los siguientes objetivos específicos: Determinar el efecto de la adición de plástico polietileno tereftalato(PET), en diferentes porcentajes, en la resistencia a compresión, tracción, flexión y slump del concreto, según los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021; seguidamente determinar el efecto de la adición de policloruro de vinilo(PVC) en diferentes porcentajes, en la resistencia a compresión, tracción, flexión y slump del concreto, según los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021; posterior a ello determinar el efecto de la adición de polipropileno(PP) en diferentes porcentajes, en la resistencia a compresión, tracción, flexión y slump del concreto, según los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021; y por último determinar el efecto de la adición de polietileno de alta densidad(HDPE) en diferentes porcentajes, en la resistencia a compresión, tracción, flexión y slump del concreto, según los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021. Finalmente, como respuesta a la pregunta de investigación se propuso la siguiente hipótesis: las adiciones menores a 10% de plástico reciclado (PET, PVC, PP Y HDPE) aumenta su resistencia a compresión, tracción indirecta y flexión del concreto tradicional. Cajamarca 2021.

Por otra parte, el enfoque analizado para la presente investigación es cuantitativa; porque según Ugalde y Balbastre (2013); los estudios cuantitativos buscan investigar consecuencias tomando como muestra un porcentaje de la población, tomando criterios descriptivos en la observación de las muestras estudiadas, de esta manera utilizar las categorías para la identificación de detalles que distinguen a toda la cobertura poblacional.

Posteriormente, el tipo de investigación de acuerdo al proceso de estudio para validar la hipótesis es del tipo descriptivo, ya que según Mousalli (2015); es un tipo de estudio que busca detallar las características, cualidades y particularidades de las personas, poblaciones, entidades, cosas o alguna muestra que se toma para realizar dicho estudio. Es por ello, que su proceso es solo medir y recopilar datos a modo individual o en grupo de acuerdo a las temas o variables a las que menciona, mas no estudiar su relación entre ellas. De igual manera, según el conocimiento perseguido la investigación se encuentra dentro del tipo aplicada, así como indica Vargas (2009), una investigación de tipo aplicada se inclina a dos órdenes tanto epistemológico como histórico; las cuales se orienta a encontrar el uso o poner en práctica los estudios adquiridos, asimismo adquiriendo otros conocimientos, a partir de desarrollar el método que se rige a la investigación y dar solución a la realidad problemática, sustentando con antecedentes y marco teórico, como es el caso de esta investigación las cuales hacen referencia al mejor comportamiento de sus propiedades mecánicas del concreto al adicionarle hasta 20% de RPW.

De tal manera esta investigación presenta un corte según el método de medición transversal, motivo por lo que según Rodriguez y Mendivelso (2018), indica que dicho corte se orienta a un estudio observacional, con un fin descriptivo y analítico; también conocido como encuesta transversal en la cual es reconocer la continuidad de situaciones o problemas en una

población, recolectando los datos en un tiempo determinado; por esta razón dicha investigación se realizó en un solo tiempo específico.

Por lo tanto, según la planificación en las mediciones o recolección de datos es de tipo retrospectivo, ya que según Dagnino (2014), indica en la revista chilena de anestesia, que el estudio retrospectivo se detalla a las situaciones ya ocurridas, estos estudios se realizan después que la población haya pasado por el problema o situación investigada y se desarrolla hacia atrás en el periodo, que a la vez también puede ser comparativo con otras poblaciones. Este tema de tesis se rige a las situaciones ya desarrolladas en estudios anteriores, respectivos al concreto.

Finalmente, este estudio propuso un diseño no experimental, puesto que se desarrolla sin alterar expresamente las variables, preside sencillamente en la observación del problema en cierta población para luego ser analizados, en estos estudios no se alteran las muestras, tan solo observados en su contexto real (EcuRed (e), s.f.).

En cuanto, a los que intervienen en esta investigación, la población donde se realizó una revisión bibliográfica y clasificó por conveniencia del autor teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, estuvo constituido por los estudios de adiciones de algún tipo de plástico (PET, PVC, PP y HDPE) en conjunto con los agregados naturales para formar el concreto. De esta manera la muestra se desarrolló por muestreo no probabilístico, la cual estuvo formado por 35 investigaciones reclutadas, tanto a nivel global y local de menor a mayor rango de similitud a las variables mencionadas.

Tabla 3

Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión y Exclusión			Total	
	La Homogeneidad	El Tiempo	El Espacio	
Población	Estudios que contengan una o varias características según las variables utilizadas: los cuatro tipos de plástico, concreto.	Estudios de un cierto tiempo: de 15 años atrás como máximo.	No se tomó en cuenta un área específica por lo que es un estudio descriptivo, pero las cuales tratar de llegar a una similitud que pueda ser empleado en Cajamarca.	35
Muestra	Investigaciones que contengan las características de los objetivos que vamos a realizar.	Es el mismo tiempo determinado en la población.	Estudios seleccionados los mismos de la población para mismo espacio.	35

Nota: En esta tabla nos muestra los criterios de elección de estudios utilizados en la investigación, tomando tres criterios principales para la población y a partir de ello se extrae la muestra.

Por lo tanto, para la muestra se tomó en cuenta las investigaciones que fueron seleccionadas por criterios y conveniencia del autor, las cuales fueron 35. Se detalla a continuación en un cuadro resumen:

Tabla 4

Estudios Seleccionados

N°	Título de Estudio	Autor
1	“Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote”	Bach. Hector Lafitte, Michael Anthony Bach. Villarreal Barragan, Edson Jesus
2	“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”	Pinedo Pérez, Jean Richard

- | | | |
|----|---|---|
| 3 | “Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional” | Aquino Castro, Yordy Jhoan |
| 4 | “Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c=210$ kg. / cm^2 y el concreto con material reciclado polietileno tereftalato (Pet) en la ciudad de Jaén • Cajamarca” | Peralta Guevara, Ronal |
| 5 | “Reutilización de plástico Pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo” | Reyna Pari, Cesar Alberto |
| 6 | “Efecto de dos niveles de reemplazo del 10% y del 15% del agregado grueso por plástico sobre la resistencia a la compresión axial del concreto $f'c = 210$ kg/ cm^2 ” | Bach. Llanos Marrufo Wilson
Bach. Llanos Marrufo Raúl Jaime |
| 7 | “Ladrillos de concreto con plástico Pet reciclado” | Echeverría Garro Evelyn Rosario |
| 8 | “Análisis de la utilización de residuos plásticos HDPE como reemplazo parcial de los componentes del concreto para resistencias $f'c = 210$ y 280 kg/ cm^2 , en la ciudad de Arequipa” | Calcina Paredes, Mauricio Rene
Delgado Medina, Carlos Armando |
| 9 | “Elaboración de concreto de $f'c 210$ kg/ cm^2 con adición de polietileno HDPE” | Bravo Monteza, Irwing Alfredo
Carrasco Lopez, Katerine Rossana |
| 10 | “Comparación de las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca, 2015” | Astopilco Valiente, Alexander Jhoel |
| 11 | “Investigación experimental de hormigón que incorpora residuos plásticos de HDPE y metacaolín” | Punitha, V.
Sakthieswaran, N.
Ganesh Babu, O. |

- | | | |
|-----------|---|--|
| 12 | "Resistencia mecánica del hormigón con agregados de PVC" | Mohammed, A. |
| 13 | "Propiedades mecánicas y térmicas del plástico reciclado agregado al hormigón ligero" | Shaik Inayath Basha
Ali, M. R.
Al-Dulaijan, S. U.
Maslehuddin, M. |
| 14 | "Rendimiento del hormigón con Fibras de PVC" | Senthil Kumar Kaliyavaradhan
Tung-Chai Ling |
| 15 | "Propiedades físicas, de resistencia y a microescala del hormigón reforzado con fibra plástica que contiene partículas finas de cerámica" | Awoyera, Paul O.
Olalusi, Oladimeji B.
Nkay Iweriebo |
| 16 | "Propiedades mecánicas del hormigón armado con HDPE reciclado fibras plásticas" | Ninoslav Pešic
Stana Zivanovic
Reyes Garcia
Panos Papastergiou |
| 17 | "Funciones e impactos de los desechos de plástico / caucho como agregado ecológico en concreto - Una revisión" | Xuemiao Li
Tung-Chai Ling
Kim Hung Mo |
| 18 | "Diseño experimental de mezclas de hormigón utilizando plástico reciclado, cenizas volantes, y nanopartículas de sílice" | Cotto Ramos, Anamarie
Dávila, Saylisse
Torres García, Wandaliz
Cáceres Fernández, Arsenio |
| 19 | "Propiedades del hormigón agregado de PVC reciclado bajo diferentes curados condiciones" | Haghighatnejad, Nikoo
Yasin Mousavi, S.
Jalal Khaleghi, S.
Tabarsa, Alireza
Saman, Yousefi |

- | | | |
|-----------|---|--|
| 20 | “Evaluaciones de resistencias, impacto y capacidad energética del hormigón bidireccional losas que incorporan residuos de plástico” | Mahmoud Hama, S. |
| 21 | “Uso de plástico reciclado en hormigón autocompactante: una completa revisión sobre propiedades frescas y mecánicas” | Faraj, Rabar H.
Hama Ali, Hunar F.
Sherwani Aryan, Far H.
Hassan, Bedar R.
Hogr, Karim |
| 22 | “El efecto del uso de partículas de tereftalato de polietileno en los aspectos físicos y propiedades del hormigón relacionadas con la resistencia; una evaluación de laboratorio” | Mahyar Azhdarpour, Amir
Mohammad Reza, Nikoudel
Taheri, Milad |
| 23 | “Efectos de residuos de plástico electrónico y polvo de mármol sobre endurecido propiedades del hormigón de alta resistencia” | Evrarn, Aliye
Akçaoglu, Tülin
Ramyar, Kambiz
Çubukçuoglu, Beste |
| 24 | “Rendimiento de durabilidad del hormigón que incorpora residuos metalizados. fibras plásticas y cenizas de combustible de aceite de palma” | Hossein Mohammad, Hosseini
Mahmood Tahir, M. |
| 25 | “La influencia de la incorporación de plástico en el hormigón y el uso potencial de curado por microondas; Una revisión” | Mohammed, Hazha
Sadique, Monower
Shaw, Andy
Bras, Ana |
| 26 | “Estudio de campo sobre acera de hormigón con plástico reciclado y vidrio triturado como materiales de relleno” | Choy Wonga, Yat
Perera, Sahan
Zhang, Zipeng
Arulrajah, Arul
Mohammadinia, Alireza |

- 27 “Efecto del plástico de polipropileno en las propiedades del hormigón como parcial reemplazo de agregado de piedra y ladrillo” Jahidul Islam, M.
Shahjalal, M.
- 28 “Propiedades mecánicas, físicas y morfología del hormigón que contiene residuos plásticos como agregado” Mohammed, Belmokaddem
Mahi, Abdelkader
Senhadji, Yassine
Yilmaz Pekmezci, Bekir
- 29 “Influencia del polvo de desecho de PVC y el humo de sílice en la resistencia y propiedades de la microestructura del hormigón: un estudio experimental” Manjunatha, M.
Dinesh, Seth
Balaji, K.
Chilukoti, Srilakshmie
- 30 “Algunas propiedades del hormigón con áridos plásticos derivados de láminas de PVC trituradas” Mohammed, Azad A.
Mohammed, Ilham I.
Mohammed, Shuaaib A.
- 31 “Un modelo para predecir la relación tensión-deformación de PVC-CFRP confinado trozos de columnas de hormigón bajo compresión axial” Yuan Fang
Feng Yu
Yucong Guan
Zhongwen Wang
Chaochao Feng
Dongang Li
- 32 “Propiedades del hormigón de áridos ligero preparado con granulado de PVC derivado de tubos de PVC raspados” Kou, S.C.
Lee, G.
Poon, C.S.
Lai, W.L.
- 33 “Estudio experimental y análisis de elementos finitos de PVC-CFRP confinado columna de hormigón - Junta de viga anular sometida a compresión excéntrica” Feng Yu
Zekang Song
Iman Mansouri
Jie Liu
Yuan Fang

- 34 “Evaluación de la fuerza de la utilización de residuos plásticos reciclados y reciclados de vidrio triturado en aceras de hormigón”
Mohammadinia, Alireza
Choy Wong, Yat
Arulrajah, Arul
Horpibulsuk, Suksun

- 35 “Tubo de PVC relleno de hormigón: una revisión” Abduljabar Abdulla, Nwzad

Nota: Título y autor (es) de las investigaciones seleccionadas para realizar dicho estudio.

Las investigaciones realizadas tiene una cobertura global, nacional y local, de tal manera que la recolección se realizó a partir de Tesis, artículos, documentos web, informes, tal como se muestra la cantidad en la siguiente tabla:

Tabla 5

Número de investigaciones recolectadas.

	Tesis	Artículos	Documentos web	Informes
Cantidad	17	9	4	5

Por otra parte, se utilizó como técnica e instrumento para la recolección de datos es la revisión documental, la cual se procedió a la búsqueda de dicha información, en el cual desarrollaron estudios a partir del concreto, al cual fue incorporado diferentes tipos de plásticos, para abordar con ensayos en laboratorio.

Las técnicas e instrumentos consisten en identificar las investigaciones ya realizadas anteriormente, las autorías, sus resultados y sus discusiones; delinear el objeto de estudio,

rastrear las preguntas y objetivos de investigación, observar y analizar su metodología, procedimiento y precisar ámbitos no explorados (Valencia López, 2016).

Tabla 6

Cuadro resumen de las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

	Técnica	Instrumento
Recolección de datos	Selección de información técnica	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha 1: Ficha resumen de recolección estructurado de cada estudio - Ficha 2: Ficha de recolección de datos, resultados de cada ensayo.

En esta investigación se tiene como técnica de recolección de datos a la selección de información de dichos estudios, la cual consistió en identificar cada parte ya antes mencionada.

En cuanto a los instrumentos se utilizaron fichas, éstas fueron creados, tal como se detalla a continuación:

- Las fichas resumen: Está conformada por revisión bibliográfica, en la cual se describirá el título de cada estudio, autor, país y año en la que se realizó y además de la URL de donde se obtuvo dicho trabajo; y contenido de investigación, comprendiendo la formulación del problema, objetivo general y específicos, tipo de investigación, variables de estudio, población y muestra, ensayos realizados, discusión de resultados y conclusiones de dichos estudios en investigación, es decir, todos las partes en forma resumida tal como muestran dichas tesis. Como se observa en el formato **(Anexo 1: Ficha Resumen)**.

- Las fichas de recolección de datos: En esta ficha se describirá los materiales que se utilizaron, su composición, resultados de las propiedades de los agregados, cada resultado obtenido de los ensayos realizados en cada una de las investigaciones y las propiedades de los aditivos (PET, PVC o HDPE) utilizados, es decir, los resultados extraídos y que son necesarios para realizar esta investigación. Ver formato (Anexo 2: Ficha de Recolección de Datos).

Para poder entender cada una de las fichas, se procede a detallar en que consiste cada parte y a la vez poder observar donde ingresará los datos extraídos de los estudios recolectados, de tal manera que brinda un orden y fácil manejo de información, para proceder a comparar los resultados obtenidos. Se detallan a continuación:


ANEXO 1: Ficha Resumen		
		
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA – CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FICHA RESUMEN DE INVESTIGACIÓN		
TESIS EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLÁSTICO RECIKLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021	N° DE FICHA RESUMEN: 01	
TESISTA VASQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel		
ASESOR Ing.		
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA		
AUTOR		
AÑO		
TÍTULO		
PAÍS		
URL		
CONTENIDO DE INVESTIGACIÓN		
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA		
OBJETIVOS:	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
HIPÓTESIS:		
METODOLOGÍA		
TIPO DE INVESTIGACIÓN		
VARIABLES DE ESTUDIO		
POBLACIÓN Y MUESTRA		
OBSERVACIONES:		
TESISTA		ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 2 Ficha resumen - 01

“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA - CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA RESUMEN DE INVESTIGACIÓN		
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	EFFECTO DE LAS ADICIONES DE PLASTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021
	TESISTA	VASQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel
	ASESOR	Ing.
		Nº DE FICHA RESUMEN: 01
TITULO DE INVESTIACION:		
ENSAYOS		
CONCRETO		
Granulometria	Absorción	
Contenido de Humedad	Slump	
Abrasion	Resistencia a la tracción	
Peso Unitario		
Resistencia a la compresion		
Resistencia a la flexion		
Peso especifico		
RESULTADOS		
OBSERVACIONES:		
TESISTAS		ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 3 Ficha resumen - 02

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA - CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA RESUMEN DE INVESTIGACIÓN		
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	EFFECTO DE LAS ADICIONES DE PLASTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021
	TESISTA	VASQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel
	ASESOR	Ing.
		Nº DE FICHA RESUMEN: 01
TITULO DE INVESTIACION:		
DISCUSION		
CONCLUSIONES		
OBSERVACIONES:		
TESISTA		ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:

Figura 4 Ficha resumen - 03

“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”

ANEXO 2: Ficha de Recolección de Datos

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - SEDE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA - CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLASTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	VASQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel	Nº DE FICHA: 01	
	ASESOR	Ing.		
	TITULO DE INVESTIACION:			
CONCRETO				
Resistencia (F _c)	TIPO DE ADITIVO	% DE ADICIÓN DE ADITIVO		
	Poliétileno Tereftalato (PET)	J		
	Policloruro de Vinilo (PVC)			
	Poliisopropileno (PI)			
	Poliétileno de Alta Densidad (HDPE)			
	PROPORCIÓN			
AGREGADOS				
Agregado de Río		Agregado de Cerro		
Agregado de Cantera				
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		
Contenido de Humedad		Contenido de Humedad		
Peso Específico		Peso Específico		
Módulo de Fadura		Módulo de Fadura		
Absorción		Absorción		
Peso Unitario Suelto		Peso Unitario Suelto		
Peso Unitario Compactado		Peso Unitario Compactado		
RESULTADOS				
% ADITIVO	ENSAYO: Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
CONCLUSIÓN	Aumenta la Resistencia a la Compresión del Concreto			
	Disminuye la Resistencia a la Compresión del Concreto			
OBSERVACIONES:				
TESISTA		ASESOR		
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:		
FECHA:	FECHA:	FECHA:		

Figura 5 Fichas de recolección de datos - 01

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - SEDE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA - CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLASTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	VASQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel	Nº DE FICHA: 01	
	ASESOR	Ing.		
	TITULO DE INVESTIACION:			
RESULTADOS				
% ADITIVO	ENSAYO: Tracción (kg/cm ²) (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
CONCLUSIÓN	Aumenta la Resistencia a Tracción del Concreto			
	Disminuye la Resistencia a Tracción del Concreto			
TITULO DE INVESTIACION:				
RESULTADO				
% ADITIVO	ENSAYO: Flexión (kg/cm ²) (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
CONCLUSIÓN	Aumenta la Resistencia a Flexión del Concreto			
	Disminuye la Resistencia a Flexión del Concreto			
OBSERVACIONES:				
TESISTA		ASESOR		
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:		
FECHA:	FECHA:	FECHA:		

Figura 6 Fichas de recolección de datos - 02

“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA – CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLASTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021		
	TESISTA	VASQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel	Nº DE FICHA TECNICA: 01	
	ASESOR	Ing.		
TITULO DE INVESTIACION:				
RESULTADOS				
% ADITIVO	ENSAYO: Slump (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
CONCLUSIÓN	Aumenta el Slump del Concreto Disminuye el Slump Concreto			
OBSERVACIONES:				
TESISTA		ASESOR		
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:		
FECHA:	FECHA:	FECHA:		

Figura 7 Fichas de recolección de datos – 03

En la parte “A” de las fichas de resumen, se puede observar los datos principales, como la universidad y facultad donde se desarrolló dicho estudio, el título de la investigación, nombre de la persona que elabora, el asesor que brinda el apoyo y el número de ficha.

Seguidamente, en la parte “B” se encuentra los datos generales del estudio investigado como es su autor, año de publicación, título del estudio, el país donde lo desarrolló y la fuente donde se encuentra dicha investigación.

Para la parte “C” se indica los contenidos del estudio, como la formulación del problema, los objetivos que se van a desarrollar y la hipótesis planteada en la investigación.

Posteriormente, la parte “D” da a conocer el tipo de investigación realizado, las variables y la población y muestra a los cuales se les está investigando, todo ello cubre la parte metodológica.

En la parte final "E" presenta algunas observaciones si en caso requiera sobre el estudio y posterior a ello se detalla la firma, nombre y fecha del tesista y asesor.

Para la parte "F" se define el título de investigación y los ensayos físicos y mecánicos que son encontrados en cada uno de los estudios recolectados.

Más seguido se encuentra la parte "G" donde se muestran los resultados que son definidos de los ensayos realizados anteriormente.

Luego se encuentra la parte "H" en el que indica las discusiones que son desarrollados de acuerdo a los resultados.

Finalmente, está la parte "I" que definen con conclusiones, de donde se puede verificar para extraer los resultados según los objetivos planteados.

Por otro lado, en las fichas de recolección de datos en la parte "J" se puede observar el porcentaje de adición que es empleado cada tipo de plástico (PET, PVC, PP, HDPE) al concreto y el total de proporción.

Seguidamente, en la parte "K" se indica el origen de los agregados y los resultados de cada una de las pruebas que son sometidos tanto el agregado fino como el agregado grueso, en caso aplique.

Para la parte "L" ya se encuentran los resultados extraídos del ensayo a compresión, en el que se ubica el porcentaje de adición del plástico y el dato que arroja la resistencia del concreto en diferentes días, para luego llegar a la conclusión si aumenta o disminuye dicha prueba realizada con estos aditivos.

De tal manera en la parte "M" se observa el mismo procedimiento que en la parte anterior, pero esta vez con el ensayo a Tracción.

Posteriormente, en la parte "N" se realiza el mismo procedimiento de los resultados, ahora con el ensayo a Flexión.

Por último, la parte "O" se encuentra el ensayo de Slump con los resultados obtenidos como el mismo procedimiento anterior.

En cuanto al método de diseño que se utilizaron para los ensayos mencionados en las fichas de recolección de datos, los autores indicaron en su proyecto, así como Peralta Guevara (2014), generalmente al concreto de referencia de $f'c$ 210 kg/cm², se emplea el método más conocido de American Concrete Institute (ACI 211), en el cuál se selecciona el contenido del tamaño máximo nominal de agregado grueso en referencia a la piedra triturada, en granulometría le corresponde $\frac{3}{4}$ " aproximadamente, determinando el contenido de aire total menor al 10% según el tipo de exposición; y la relación agua cemento acorde a la resistencia requerida ya sea con o sin aire incorporado, asimismo determinar el asentamiento para diferentes tipos de estructuras, en un rango de 2 a 10 cm, puesto que otros obtendrán rangos más elevados o mínimos; de tal manera que se desarrolla el volumen de agregado fino que es lo que faltaría para llegar a 1m³, para así referenciar el diseño de cemento, agua, aire y el agregado; llegando a determinar el peso de diseño.

Para el procedimiento de recolección de datos se recopiló información existente en fuentes de investigación garantizadas como es ScienceDirect, donde se encuentran los estudios a nivel global; Google Académico; Scielo; Repositorios entre ellos de la Universidad Privada del Norte, Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo, Universidad Nacional del Santa, entre otros, dentro de ello se encuentran las tesis, documentos web, informes, artículos científicos, libros, las cuales nos proporcionan una visión sobre el estado

del tema elegido en esta investigación, es decir los estudios que contengan ensayos del concreto con residuos de plástico reciclado (RPW) fueron elegidos, descartándose los estudios menos implicados en el tema de las variables, las cuales presentaron poca similitud en su contenido.

Se realizó la búsqueda con palabras claves (**Tabla 6**) de acuerdo a las variables y título de investigación, estas facilitan la búsqueda en las fuentes confiables; a partir de ello se procedió a la descarga todas las que presentaron similitud con este título, cabe resaltar que existieron estudios tanto en castellano como en inglés.

Tabla 7

Búsqueda de las palabras claves.

Palabras claves	Nº Artículos
El plástico PET, PVC, PP y HDPE	Science Direct, Scielo
Agregados Naturales	Google Académico, Revistas,
El Concreto y usos	Artículos científicos, libros,
Reciclaje del plástico	Repositorios.
Diagnóstico de Cajamarca	

Nota: En la tabla se muestra la selección de palabras claves y las fuentes de donde se consultó.

Seguidamente para poder organizar toda la información y seleccionar las fuentes más relevantes y de calidad, se elaboró una ficha resumen para cada revisión bibliográfica realizada con el propósito de facilitar la selección de estas. Organizadas las investigaciones, haciendo una lectura detenida de cada una de ellas, se seleccionó la información más focalizada orientándose en su relevancia y su calidad científica, teniendo en cuenta el material que se utilizó en cada uno de los estudios; sus objetivos para verificar que es lo que se va a desarrollar; la metodología para resaltar el tipo de información, las muestras utilizadas, entre otros; los tipos de plástico; resistencia de diseño guiándose de la norma de concreto armado (E 060); tipo de

agregados, ensayos físicos y mecánicos que se realizaron; terminando con revisar su discusión y con extraer sus conclusiones

Luego se prosiguió con la organización de fichas de recolección de datos de los materiales utilizados en cada investigación. En estas se tuvo en cuenta el porcentaje de aditivo que se empleó cada uno de los materiales plásticos, el resultado de los ensayos realizados de los agregados y del ensayo en sí a compresión, tracción, flexión y slump, de ser el caso las pruebas en los diferentes días, estos últimos datos nos ayudaran con la comparación hacia los demás resultados obtenidos y formular nuestras conclusiones y aporte. En algunos estudios se desarrollan una sola prueba en un tiempo determinado (28 días u otro), para así dar a conocer si los resultados si son favorables o no. Cabe resaltar si existe alguna observación, ya sea alguna prueba adicional o que el plástico trabaje en conjunto con otro tipo de material, u otro dato en particular, también se indica de ser el caso.

Una vez realizada la recolección de datos; se obtuvo información precisa para el desarrollo del tema seleccionado. Con ello se prefirió elegir como metodología la estadística descriptiva mediante datos agrupados y no agrupados. Una vez aplicadas y obtenido la información, se prosiguió a vaciar los datos en hojas de Excel, para ser concretas los resultados y pasar a la comprobación de acuerdo a la hipótesis planteada, cabe recordar que se tomaron en cuenta ciertos puntos para la recolección de datos: el resumen brinda una idea general de la investigación seleccionada, sus objetivos para dar a conocer qué es lo que se va a desarrollar, su desarrollo que implica todo lo relacionado al tema donde se va extraer sus resultados obtenidos. finalmente, sus conclusiones para ser comprobado si cumplieron con los objetivos y así poder extraer y estructurar las propias conclusiones de dicho estudio relacionándolo con el tema de investigación.

Posteriormente, los ensayos mecánicos se detallan en gráficos según las propiedades del alcance de sus resultados, para luego indicar el total de ensayos que fueron recolectados de todas las investigaciones. A partir de ello, se seleccionó la proporción de los porcentajes de plástico no mayor al 30%, ya que de ellos se obtuvo datos favorables y que a la vez se encuentran dentro del rango de la hipótesis planteada que es menor al 10%, los resultados desfavorables de las pruebas con adiciones de estos polímeros mayores al 30% también son separados, para así formular el aporte con un porcentaje óptimo de plástico que debe ser utilizado en el concreto, esto se compara de acuerdo al concreto de diseño, (ya sea con un $f'c$ 175, 210 o 245 kg/cm²) que se encuentra con 0% de dichas adiciones.

En cuanto al cálculo de diseño se tiene en cuenta el método a utilizar, que es el método ACI, tomándose en cuenta ciertas características de sus propiedades de ensayos para identificar la variación de sus resultados, y a la vez describiendo una comparación para identificar la variación de resistencia de las investigaciones, entre las cuales destacan a continuación:

Aquino Castro (2019), emplea el plástico Pet en agregado al concreto, con los siguientes aspectos para el cálculo de diseño:

- Concreto de referencia 210 kg/cm² a los 28 días
- Proporción de plástico utilizado: 1%, 2%, 5%, 10%
- Tamaño de partículas de plástico: 12.70 mm
- Agregado de cerro
- Tamaño máximo nominal (TMN) granulométrico del AG ½"
- Temperatura 110°C
- Volumen de agua: 216 lt/m³
- Cantidad de cemento 386.82 kg/m³

- Asentamiento: 3” – 4”
- Volumen de AG: 356.40 m³
- Compactación con 25 golpes cada capa
- Cemento portland tipo MS
- Aumenta su resistencia
- Características de los agregados.

Tabla 8 Características de agregado fino y agregado grueso de la Inv. 1

AGRAGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Contenido de Humedad (%)	0.56	Contenido de Humedad (%)	0.65
Peso Específico (gr/cc)	2.58	Peso Específico (gr/cc)	2.67
Módulo de Finura	2.63	Módulo de Finura	---
Absorción (%)	1.63	Absorción	1.66
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1748	Peso Unitario Suelto	1570.46
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	---	Peso Unitario Compactado	1678.76

Se puede observar en el cálculo de diseño de resistencia, que cambia a partir del peso seco compactado, para concreto convencional su peso seco compactado del agregado grueso es de 1678.76 kg/m³ y para concreto con plástico es de 1297.38 kg/m³, es por ello que se reduce el peso con la incorporación de plástico, a partir de ello variando los resultados de cálculo de diseño.

Pinedo Pérez (2019), destaca los siguientes criterios de diseño:

- Concreto de referencia 210 kg/cm² a los 28 días
- Proporción de plástico utilizado: 0%, 5%, 10%, 15%
- Tamaño de partículas de plástico: 4.8 mm
- Agregado de río
- Tamaño máximo nominal (TMN) granulométrico del AG ¾”

- Temperatura 110°C
- Volumen de agua: 205 lt/m³
- Cantidad de cemento 366.07 kg/m³
- Asentamiento: 3" – 4"
- Volumen de AG: 418.12 m³
- Compactación con 25 golpes cada capa
- Cemento portland tipo I
- Reduce su resistencia
- Características de los agregados.

Tabla 9 Características de agregado fino y agregado grueso de la Inv. 2

AGRAGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Contenido de Humedad (%)	0.70	Contenido de Humedad (%)	0.38
Peso Específico (g/cm ³)	2.54	Peso Específico (g/cm ³)	2.66
Módulo de Finura	2.63	Módulo de Finura	
Absorción (%)	2.84	Absorción (%)	0.71
Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)	1571	Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)	1706
Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)	1681	Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)	1746

Se puede apreciar que varía el tamaño máximo nominal del agregado grueso siendo de ¾", esto hace que varíe el volumen de agua por m³, según la tabla especificada en el método ACI, a menor tamaño de agregado el contenido de agua aumenta, en este caso es de 205 lt/m³ a comparación del proyecto anterior que es de 216 lt/m³; por el cual uno de los factores de reducción de resistencia del concreto es el contenido de cemento que puede tener la mezcla.

Peralta Guevara (2014), en su proyecto brinda las siguientes característica para el diseño:

- Concreto de referencia 210 kg/cm² a los 28 días
- Proporción de plástico utilizado: 0%, 15%, 30%, 45%
- Tamaño de partículas de plástico: 12.70 mm

- Agregado de río
- Tamaño máximo nominal (TMN) granulométrico del AG 1”
- Volumen de agua: 193 lt/m³
- Cantidad de cemento 351 kg/m³
- Asentamiento: 3”
- Volumen de AG: 591 m³
- Compactación con 25 golpes cada capa
- Cemento portland tipo I
- Reduce su resistencia

En esta investigación se puede comparar que varía considerablemente el peso específico compactado del agregado grueso siendo de 1470 kg/m³ respecto al 1678.76 kg/m³ del primer proyecto, un contenido de humedad superior al 1% a comparación de las anteriores investigaciones que están por debajo del 0%. Se toma un tamaño máximo nominal de 1” de tal manera que el agua se reduce a 193 lt/m³ según la tabla del método ACI; también aumenta el volumen de agregado grueso a 0.591 m³ a comparación del 0.288 m³ y a la vez reduciendo el contenido de cemento en este caso es de 351 kg/m³ a comparación de 386.82 kg/m³ de la investigación con mejores resultados. Es por ello que estos serían algunos factores que influyen la variación de resistencia del concreto con plástico reciclado.

Calcina y Delgado (2019), indican las siguientes características para el aumento de resistencia del concreto con plástico reciclado:

- Concreto de referencia 210 kg/cm² y 280 kg/cm² a los 28 días
- Proporción de plástico utilizado: 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%
- Tamaño de partículas de plástico: 4.8 mm
- Agregado de cerro

- Tamaño máximo nominal (TMN) granulométrico del AG ¾"
- Volumen de agua: 205 lt/m³
- Cantidad de cemento 367.38 kg/m³
- Asentamiento: 3" – 4"
- Volumen de AG: 374 m³
- Compactación con 25 golpes cada capa
- Cemento portland Yura IP (alta durabilidad a la compresión)
- Aumenta su resistencia
- Características.

Tabla 10 Características de agregado fino y agregado grueso de la Inv. 4

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Contenido de Humedad (%)	0.115	Contenido de Humedad (%)	0.146
Peso Específico masa (g/cm ³)	2.490	Peso Específico masa (g/cm ³)	2.712
Peso Específico masa SSS (g/cm ³)	2.547	Peso Específico masa SSS (g/cm ³)	2.732
Peso específico Aparente (g/cm ³)	2.642	Peso específico Aparente (g/cm ³)	2.768
Módulo de Finura	2.720	Módulo de Finura	6.310
Absorción (%)	2.3	Absorción (%)	0.744
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.543	Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.540
Peso Unitario Compactado (g/cm ³)	1.676	Peso Unitario Compactado (g/cm ³)	1.635

Según las condiciones para el cálculo del diseño del concreto, muestra un contenido de cemento superior al segundo proyecto que es de 367.38 kg/m³, a pesar que el peso unitario compactado es menor, con el mismo contenido de agua y con un tamaño máximo de partículas de plástico similares (4.8 mm), su resistencia aumenta, esto es probable al tipo de cemento utilizado y el origen de los agregados, en el cual se emplean un cemento superior en durabilidad al tradicional (Tipo IP) resistente a los agentes químicos y los sulfatos, asimismo el agregado de cerro respectivamente.

Carrasco Lopez (2019), establecen las siguientes características de diseño para el aumento de resistencia del concreto:

- Concreto de referencia 210 kg/cm² a los 28 días
- Proporción de plástico utilizado: 0%, 0.03%, 0.06%, 0.09%
- Tamaño de partículas de plástico: 6.5 mm – 9 mm
- Agregado de cerro
- Tamaño máximo nominal (TMN) granulométrico del AG ¾"
- Volumen de agua: 205 lt/m³
- Cantidad de cemento 366 kg/m³
- Asentamiento: 3" – 4"
- Volumen de AG: 359 kg/m³
- Compactación con 25 golpes cada capa
- Cemento portland tipo I
- Aumenta su resistencia
- Características.

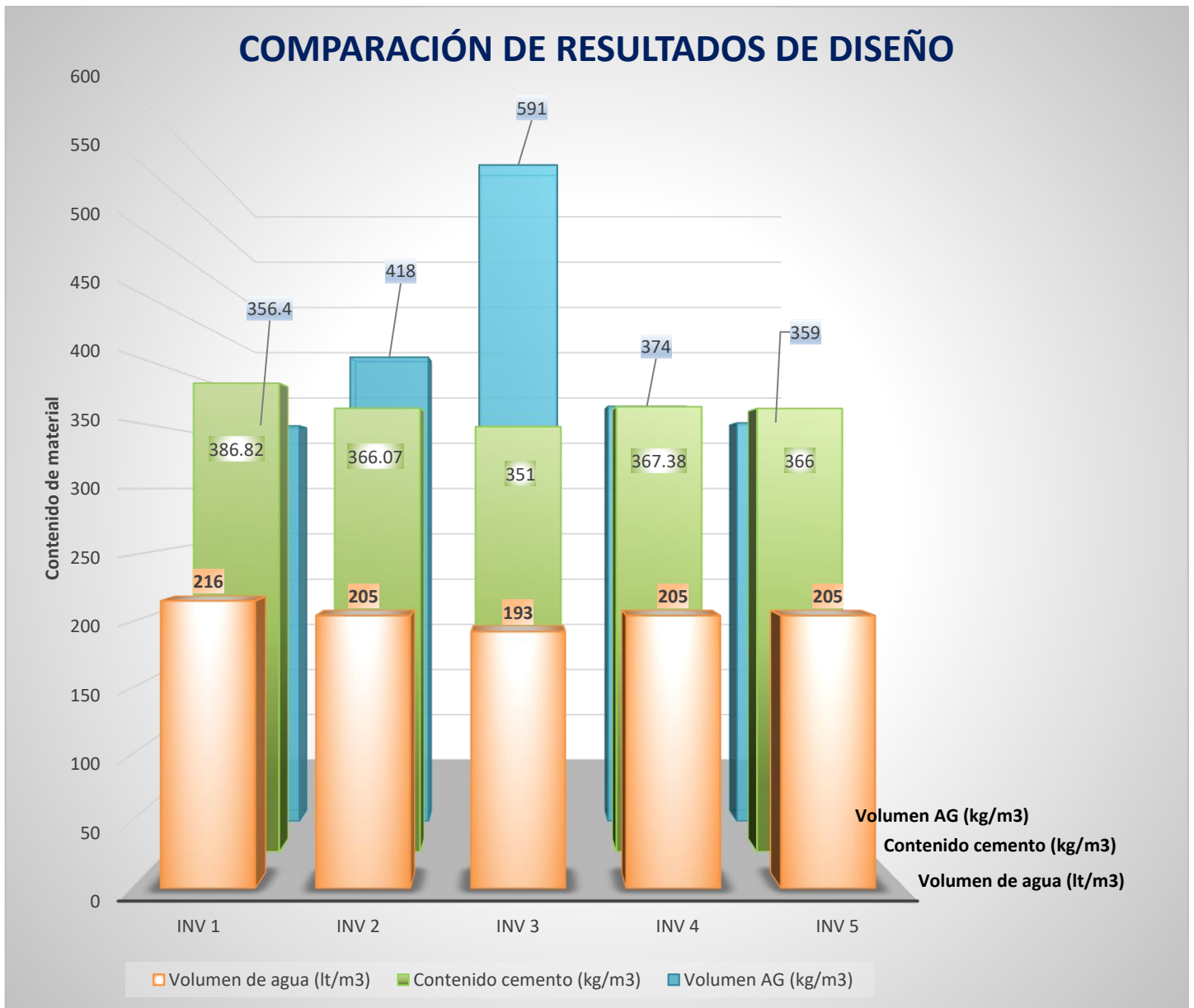
Tabla 11 Características de agregado fino y agregado grueso de la Inv. 5

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Contenido de Humedad	3.95%	Contenido de Humedad	2.52 %
Peso Específico	2.61 g/cm ³	Peso Específico	2.67 g/cm ³
Módulo de Finura	2.86	Módulo de Finura	6.79
Absorción	2.04 %	Absorción	1.23%
Peso Unitario Suelto	1581 kg/cm ³	Peso Unitario Suelto	1387 kg/cm ³
Peso Unitario Compactado	1726 kg/cm ³	Peso Unitario Compactado	1548 kg/cm ³

De acuerdo a los criterios utilizados en esta investigación, su resistencia aumenta a comparación del concreto tradicional y en los resultados anteriores de los proyectos 2 y 3, en el cual se diferencia el origen de los agregados, en este caso con material de cerro brinda resultados

óptimos a comparación del agregado de río; el volumen de agregado que interviene es de 359 kg/m³ siendo menor a 418.12 kg/m³ que indica en la investigación anterior.

Figura 8 Comparación de resultados de cálculo diseño



En esta figura se puede apreciar que las investigaciones 1, 4 y 5 son los que muestran resultados óptimos en su resistencia, a comparación de la 2 y 3 que brindan resultados menores al concreto tradicional, en conclusión, se debe al volumen de agregado grueso que se emplea,

cuanto más agregado grueso se utiliza el contenido de cemento se reduce y por consiguiente el volumen de agua, ocasionando una baja resistencia del concreto.

Tabla 12 Comparación de los materiales utilizados en las investigaciones

Comparación de los materiales utilizados					
Características	Inv. 1	Inv. 2	Inv. 3	Inv. 4	Inv. 5
Origen del agregado	cerro	río	río	cerro	cerro
Agregado TMN	½"	¾"	1"	¾"	¾"
Tipo de Cemento	MS	T. I	T. I	IP	T. I

Resalta algo muy notable en esta tabla, al realizar la comparación de materiales para el cálculo de diseño del concreto por el método ACI, en primer lugar el origen del agregado, como se sabe que las investigaciones 1, 4 y 5 son los resultados óptimos, quiere decir que el agregado de cerro brinda mejor comportamiento en los ensayos realizados a comparación del agregado de río; en cuanto al tamaño máximo nominal (TMN), el agregado grueso implica que a mayor dimensión su resistencia disminuye tal como se muestra en la tabla; para el tipo de cemento comúnmente se utiliza el tradicional que es el tipo I, pero ofrece mejores resultados los tipos de cemento que son resistentes al intemperie, el salitre, los agentes químicos o los sulfatos.

Lo que se busca es hacer un análisis estadístico, tanto comparativo del concreto con un determinado porcentaje de plástico con el concreto convencional, como obtener las características de los materiales que presenta frente a la adherencia con el material constructivo. Verificando que los resultados obtenidos en dichos proyectos de investigación cumplan con la hipótesis planteada al inicio de este tema.

Para extraer los resultados de dichas investigaciones se tuvo en cuenta algunas de estas características, que deben contar para llegar a obtener los datos necesarios.

Tabla 13 Ensayos en los proyectos de Investigación.

ENSAYOS EN LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	
PRINCIPALES	COMPLEMENTARIOS
Resistencia a la Compresión	Análisis Granulométrico
Resistencia a la Flexión	Contenido de Humedad
Resistencia a la Tracción	Peso Específico
Slump	Módulo de Finura
Características de los Plásticos	Peso Unitario Suelto
Resistencia a la Absorción	Peso Unitario Compactado
Abrasión	Alabeo
	Succión
	Índice de Plasticidad
	Límite Líquido
	Límite Plástico
	Compactación Proctor Modificado

Nota: En la tabla se muestra los ensayos encontrados en las investigaciones, los principales y los complementarios de los materiales.

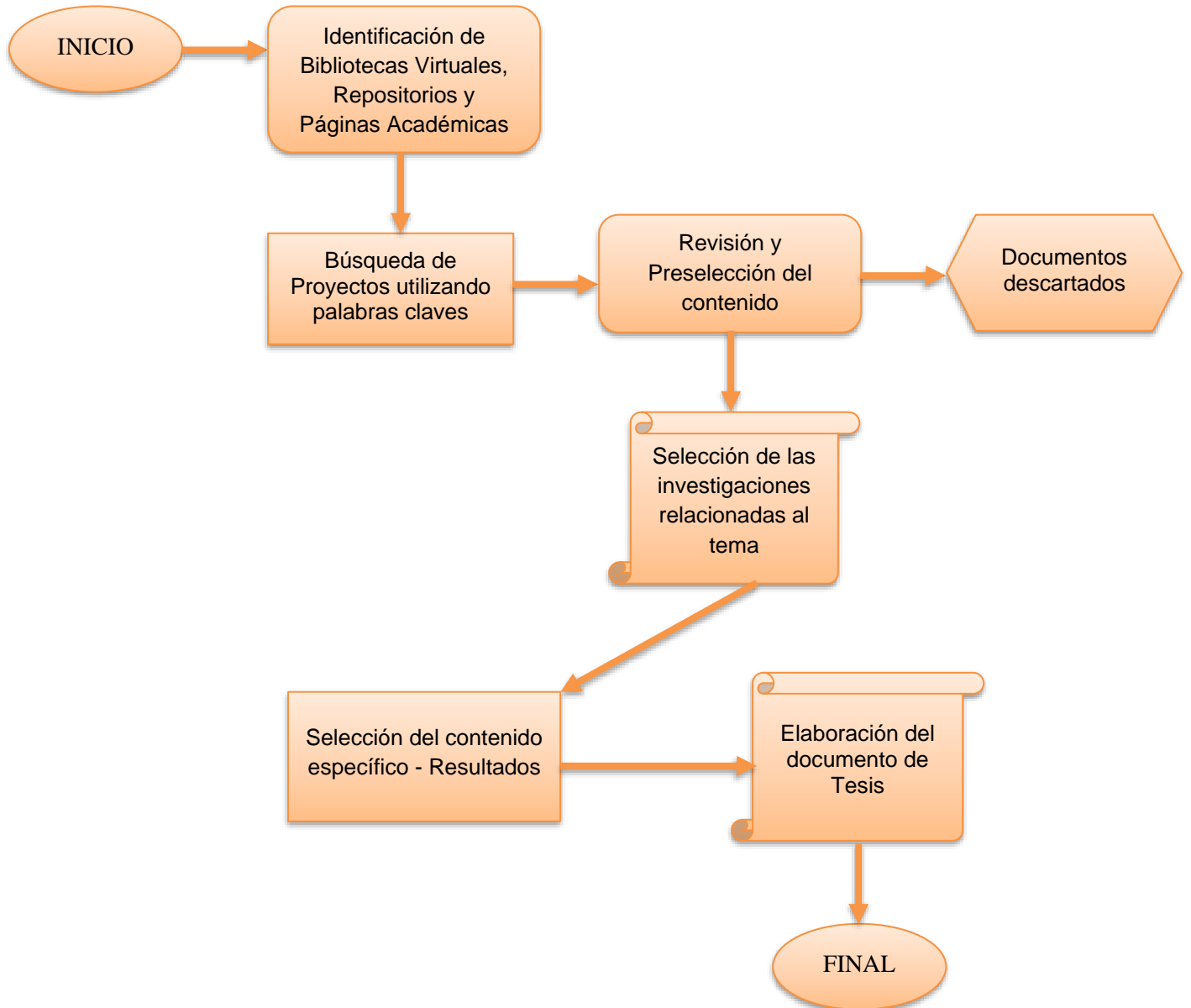
Por otra parte, para el tipo de material utilizado en sus ensayos como es en este caso los que predominan son los plásticos: PET, PVC, PP y el HDPE. Las cuales reemplazan al agregado y se tiene en cuenta ciertos requerimientos para extraer dicha información, el principal su análisis Granulométrico para determinar el espesor que ha sido triturado o ya sea en forma de fibras, copos, gránulos o en polvo. Asimismo, el tipo de agregado empleado en el concreto, como nos muestra la tabla a continuación:

Tabla 14 Requisitos que debe tener el material empleado.

	REQUERIMIENTOS
Plástico Utilizado: PET, PVC, PP y HDPE	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Granulométrico • Características • Porcentaje utilizado • Medidas de las muestras
Concreto	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado de río, de cantera o de cerro • Medidas de las muestras • Concreto diseño

Finalmente, según como se fue desarrollando el enfoque del estudio se realizó un análisis estadístico de los datos, al cual se utilizó conocimientos de la estadística descriptiva mediante métodos de datos agrupados y no agrupados. El instrumento utilizado en este estudio para dicho análisis fueron hojas Excel, tal como se mencionó anteriormente para separar los resultados y también en el cual se estructura la información recolectada de los diferentes estudios analizados, para ello mostrar las tablas comparativas y presentar una propuesta con la mejor elección de porcentaje de plástico incorporado al concreto, con criterios de acuerdo al tipo de agregado. De igual manera se procedió a realizar un aporte de concientización sobre el uso del plástico en la construcción para así disminuir la contaminación ambiental, en base a los criterios de los resultados obtenidos en los ensayos realizados en las investigaciones analizadas, como también en las fuentes de información que sirvieron de apoyo, en las cuales indican la problemática del incremento de los agregados naturales que son extraídos y del aumento del plástico que hasta la fecha viene atravesando el planeta.

Figura 9 Etapas de la elaboración de la Investigación.



CAPÍTULO III. RESULTADOS

En esta etapa se muestran los resultados de los ensayos obtenidos (a compresión, flexión, tracción y slump) de los estudios recolectados, con cuatro tipos de plástico (PET, PVC, PP y HDPE) en diferentes porcentajes reemplazando al agregado natural. Por el cual se pasó por etapas de selección de contenido de los documentos recolectados, para luego llegar a realizar dichos resultados.

De tal modo que se realizaron las comparaciones con resultados de los ensayos de los especímenes que se sometieron a diferentes pruebas, dichos efectos son los más óptimos o los que obtuvieron mejor resistencia y con bajo asentamiento, tomando criterios como el tipo de agregado, cantidad de porcentaje y tamaño de residuos plásticos, esto se dio con el concreto patrón o convencional.

El PET como es un material inerte puede ser empleado como agregado y de acuerdo a las propiedades que muestran algunas investigaciones tienen cierta similitud con la arena, ya que tiene un cierto grado de trituración que es reemplazado como un porcentaje de volumen en agregado fino, para así obtener una resistencia a compresión, flexión, tracción por flexión, compresión diametral, slump, con un cierto grado de dosificación según el concreto convencional, a continuación, las siguientes tablas nos muestra los resultados obtenidos de las muestras:

Tabla 15 Mejores resultados a compresión en el concreto y abrasión con plástico PET.

“Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional”			
Contribución del Pet al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PET	
		0% PET	1% PET
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	28	213	223
Abrasión (%)	28	10.5	12.6
Asentamiento (pulg)		4.0	2.8

Nota: Los datos son proporcionados por Aquino Castro (2019).

Características:

- Concreto de diseño 210 (kg/cm²)
- Probetas circulares
- Agregado de cerro
- Cemento portland tipo MS
- Plástico Pet reciclado. tamaño Máx. 12.70 mm

La tabla 12, se observa el mejor resultado a compresión obtenido en el concreto con 1% de plástico PET, a comparación con el concreto convencional, el cual se tomó en cuenta en los ensayos elaborados en este proyecto de investigación. Del cual se puede resaltar lo que brinda el plástico con 1% de porcentaje empleado en el agregado aumenta su resistencia a compresión al concreto.

En cuanto al ensayo a la abrasión con el 1% de PET a los 28 días muestra mejores resultados, brindando al concreto más resistencia a las cargas abrasivas a comparación que las demás muestras.

Tabla 16 Mejores resultados a compresión y Slump en el concreto con plástico PET.

“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” convencional			
Contribución del Pet al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PET	
		0% PET	5% PET
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	28	220.01	191.48
		0% PET	15% PET
Asentamiento Slump (pulg)	28	3.5	1

Nota: Los datos son proporcionados por Pinedo Pérez (2019)

Características:

- Concreto de diseño 210 (kg/cm²)
- Agregado de Río
- Plástico Pet triturado. tamaño Máx. 4.8 mm
- Cemento tipo I 375 (kg/cm³)
- Probetas cilíndricas

En la tabla 13 nos muestra el resultado de las probetas de concreto patrón es decir con 0% de concreto PET y el concreto con 5% de PET que es el que alcanzó el máximo de 191.48 kg/cm² a comparación de las demás muestras que están por debajo de este. Por el cual el resultado con 5% de concreto PET no aporta suficiente resistencia en la construcción a comparación del concreto patrón que aporta mucho más.

En cuanto al Slump o asentamiento en pulgadas, la muestra patrón que es de 0% de concreto PET y la muestra con 15% de concreto PET, siendo esta el mejor resultado obtenido a comparación de las demás muestras.

Tabla 17 Mejores resultados a compresión, asentamiento y peso unitario en el concreto con % plástico PET.

“Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c=210$ kg. / cm^2 y el concreto con material reciclado Polietileno Tereftalato (Pet) en la ciudad de Jaén - Cajamarca”

Contribución del PET al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PET	
		0% PET	15% PET
Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	28	282.32	242.52
		0% PET	45% PET
Asentamiento Slump (pulg)		4	1.5
		0% PET	45% PET
Peso Unitario (kg/m^3)		2352.05	2124.75

Nota: Los datos son proporcionados por Peralta Guevara (2014)

Características:

- Concreto de diseño 210 (kg/cm^2)
- Agregado de cantera
- Cemento portland tipo I
- Probetas cilíndricas
- Plástico Pet reciclado. tamaño Máx. 4.8 mm

En la tabla 14, la resistencia cumple con 15% de plástico PET en el concreto, de acuerdo al diseño que se tuvo en cuenta de 210 kg/cm^2 , a comparación con la muestra de concreto convencional, es decir, el de 0% de concreto muestra un resultado mucho más superior a todas las muestras realizadas. Entonces el aporte que brinda el plástico PET al concreto es factible porque resiste con 15%, pero si se le agrega más porcentaje de dicho material la resistencia va disminuyendo.

Asimismo, los ensayos de Slump en el concreto convencional es mucho más elevado que en el concreto con 45% con PET, siguiendo con las características que brinda el plástico al

agregado, aporta que mientras más porcentaje de plástico tenga el material constructivo el asentamiento es mucho menor.

En cuanto al Peso Unitario (PU) que tiene cada muestra de probetas ensayadas varía considerablemente de acuerdo a sus dimensiones, en este caso el peso unitario con 45% de plástico PET es mucho menor a las muestras con concreto convencional, es algo similar a las muestras de asentamiento, por el cual es una característica que brinda el plástico por ser ligero al concreto.

Tabla 18 Mejores resultados a compresión en el concreto con 0%, 5%, 10% y 20% de plástico PET.

“Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo”						
Contribución del PET al Concreto		Cantidad de contribución de PET				
		Tiempo (días)	0% PET	5% PET	10% PET	20 %PET
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		28	353.55	459.26	387.44	285.35

Nota: Los datos son proporcionados por Reyna Pari (2016)

Características:

- Concreto de diseño 210 (kg/cm²)
- Probetas circulares
- Plástico Pet reciclado en forma de pellets 5 mm
- Agregado de cantera de río
- Cemento portland Extraforte Ico

La tabla 15 nos muestra los resultados de las diferentes muestras ensayadas en este proyecto de investigación, las cuales todas cumplen con la muestra de diseño y la norma de 210 kg/cm², que sobrepasan los 280 kg/cm². Es por ello que en este caso las características del plástico PET contribuye de manera elevada a la resistencia al concreto.

Tabla 19 Mejores resultados en porcentaje a compresión en el concreto con 0% y 10% de plástico PET.

“Efecto de dos niveles de reemplazo del 10% y del 15% del agregado grueso por plástico sobre la resistencia a la compresión axial del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”

Contribución del PET al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PET	
		0% PET	10% PET
Resistencia a la compresión (%)	21	96.47	69.56
	28	103.49	78.42

Nota: Los datos son proporcionados por Llanos Marrufo (2019)

Características:

- Concreto de diseño 210 (kg/cm²)
- Agregado de río
- Probetas circulares
- Plástico Pet reciclado: tamaño: 2.3 mm – 19mm
- Cemento portland tipo I

Los resultados que muestra la tabla 16, son más superiores las muestras patrón, es decir, los de 0% de plástico PET son más resistentes que las muestras con 10%, por el cual se determina que las muestras convencionales están en el rango de resistencia mínima que brinda el ACI, en cuanto a las muestras con 10% PET su resistencia es baja y no alcanza a estar en este rango que dicta.

Tabla 20 Mejores resultados a compresión, succión y absorción en ladrillos de concreto con 0% y 3% plástico PET.

“LADRILLOS DE CONCRETO CON PLÁSTICO PET RECICLADO”		
Contribución del PET al Concreto	Cantidad de contribución de PET	
	0% PET	3% PET
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	161.96	127.08
Succión (gr/200cm ² -min)	6.50	10.38
Absorción (%)	7.10	9.05

Nota: Los datos son proporcionados por Echeverría Garro (2017)

Características:

- Bloques de ladrillo
- Agregado de río
- Agregado en hojuelas de Pet: tamaño Máx. 4.8 mm
- Cemento portland tipo I
- Resistencia a la compresión del ladrillo $f'b$: 130 (kg/cm²)

Los resultados mostrados en la tabla 17, muestra a los ladrillos de concreto con 3%, ya que las demás muestras con 6 y 9% sus valores son mucho más bajos, por ende, las muestras de plástico PET sometidos a compresión su valor está por debajo de los ladrillos convencionales, es decir, los ladrillos con 0% de plástico PET tienen mejor resistencia.

En cuanto a los resultados a Succión que nos muestra dicha tabla, son negativos con respecto a las muestras convencionales, es decir con 3% de plástico PET la succión aumenta, a manera que se va agregando más porcentaje de este plástico la succión va creciendo, es por ello que también no contribuye como un buen aporte al concreto según esta investigación.

Por último, los resultados en Absorción, son similares a los resultados en Succión, a manera que se va agregando más porcentaje de plástico PET la absorción va aumentando

creando poros mayores en este, es por ello que este tipo de plástico no contribuye de manera positiva en el concreto según este tema de investigación.

Tabla 21 Mejores resultados a compresión y Slump en el concreto con % plástico PET.

“Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote”				
Contribución del PET al Concreto		Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PET	
			0% PET	5% PET
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	f'c 175 kg/cm²	28	183.82	148.72
	f'c 210 kg/cm²	28	217.07	184
			0% PET	15% PET
Asentamiento	f'c 175 kg/cm²		4	1.5
Slump (pulg)	f'c 210 kg/cm²		4	1

Nota: Los datos son proporcionados por Lector y Villarreal (2017)

Características:

- Resistencia concreto 175 y 210 (kg/cm²)
- Agregado de cerro
- Plástico triturado Pet tamaño Máx. ¾”
- Cemento portland tipo I
- Probetas cilíndricas

Los resultados que se muestra la tabla 18, no son favorables en cuanto a las muestras de concreto con plástico PET, su resistencia está por debajo de la proporción de diseño de 175 y 210 kg/cm², es por ello que el concreto convencional a los 28 días cumple con el requerimiento, en este caso el plástico PET no contribuye como un buen efecto al concreto.

En cuanto a los resultados obtenidos en el Slump va reduciendo a medida que el plástico va incrementando en porcentajes al agregado, con las muestras convencionales su asentamiento es mucho mayor.

Tabla 22 Mejores resultados a compresión, peso unitario, slump, abrasión y tracción indirecta del concreto con plástico HDPE.

“Análisis de la utilización de residuos plásticos HDPE como reemplazo parcial de los componentes del concreto para resistencias $f'c = 210$ y 280 kg/cm², en la ciudad de Arequipa”			
Contribución del PET al Concreto		Cantidad de contribución de HDPE	
Peso Unitario (gr/cm ³)		PATRÓN	
		0% HDPE	
	Kg/cm ²		
	210		2.334
	280		2.349
		HDPE TRITURADO (AGRE. FINO)	HDPE EXTRUIDO (AGRE. GRUESO)
	30% HDPE	30% HDPE	
	Kg/cm ²		
	210	1.5	2.2
	280	1.2	2.032
Asentamiento (pulg)		PATRÓN	
		0% HDPE	
	Kg/cm ²		
	210		3.2
	280		3.1
		HDPE TRITURADO (AGRE. FINO)	HDPE EXTRUIDO (AGRE. GRUESO)
	30% HDPE	25% HDPE	
	Kg/cm ²		
	210	1.5	2.7
	280	1.2	1.9
Resistencia a Compresión (kg/cm ²) a los 28 días		PATRÓN	
		0% HDPE	
	Kg/cm ²		
	210		278.99
	280		347.33
		HDPE TRITURADO (AGRE. FINO)	HDPE EXTRUIDO (AGRE. GRUESO)
	5%	15% y 10%	
	Kg/cm ²		
	210	271.59	281.27
	280	347.44	355.77
Resistencia a la Abrasión (%) a los 28 días		PATRÓN	
		0% HDPE	
	Kg/cm ²		
	210		54.73
	280		50.39
		HDPE TRITURADO (AGRE. FINO)	HDPE EXTRUIDO (AGRE. GRUESO)
	25% y 15%	30% y 25% HDPE	
	Kg/cm ²		

"Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021"

	210	50.12	30.76
	280	35.78	23.01
Resistencia a la Tracción indirecta: ensayo brasilero (<i>fsp</i>) (kg/cm ²) a los 28 días	Kg/cm ²		PATRÓN
	210		0% HDPE
	280		25.89
		HDPE TRITURADO (AGRE. FINO)	HDPE EXTRUIDO (AGRE. GRUESO)
	Kg/cm ²	30%	30%
	210	21.86	23.56
	280	29.78	30.72

Nota: Los datos son proporcionados por Calcina y Delgado (2019)

Características:

- Resistencia concreto 210 y 280 (kg/cm²)
- Agregado de cerro
- Residuos plásticos de HDPE
- Agregado fino: tamaño Máx. 4.8 mm
- Agregado grueso: tamaño Máx. ¾"
- Cemento portland yura IP

Las características físico mecánicas que contribuye el plástico al concreto son de manera significativa, en este caso:

- El Peso Unitario para las muestras de concreto con 30% de HDPE es menor que el concreto patrón, es decir mientras más plástico se le agrega el peso va reduciendo, es un efecto positivo del plástico.
- En el Asentamiento el concreto patrón es mucho más que las muestras con HDPE, puesto que mientras más se le agrega plástico el Slump es mucho menor.
- En la Resistencia a la Compresión cumple con el concreto diseño de 210 y 280 kg/cm², es decir las muestras con HDPE se mantienen similar al concreto patrón.

- Para la resistencia a la Abrasión el desgaste es mucho menor en el concreto HDPE a comparación del concreto patrón, cumpliendo entre 15 y 25 %.
- En la resistencia a Tracción indirecta o ensayo brasilero hay una reducción ligera por parte del concreto de HDPE, el concreto patrón brinda mejores resultados, es por ello que en esta prueba el plástico no brinda un efecto positivo al material de construcción.

Tabla 23 Mejores resultados a compresión, Slump y Peso Unitario en el concreto con % plástico HDPE.

“elaboración de concreto f'c 210 kg/cm² con adición de polietileno HDPE”				
Contribución del HDPE al Concreto	HDPE al	Cantidad de contribución de HDPE		
			Tiempo (días)	0% HDPE
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		28	363.71	405.98
Asentamiento Slump (pulg)			0% HDPE 3.4	0.03% HDPE 3.5
Peso Unitario (kg/cm ³)			0% HDPE 2382.61	0.03% HDPE 2386.96

Nota: Los datos son proporcionados por Bravo y Carrasco (2019)

Características:

- Concreto diseño 210 (kg/cm²)
- Cemento portland tipo I
- Agregado de cerro
- Probetas circulares
- Plástico triturado entre 6.5 mm y 9.0 mm

El ensayo a compresión en el concreto adicionándole un porcentaje de 0.09% de plástico HDPE, brindan un mejor resultado a comparación de las demás muestras con porcentaje de este mismo material, puesto que sobrepasa al concreto patrón, es por ello que el HDPE interviene como un efecto positivo al concreto.

En cambio, nos muestra un asentamiento muy considerable, en el cual con 0.03% de plástico HDPE que es el más cercano no varía demasiado con respecto al concreto patrón, las demás muestras ya están más alejadas y los resultados no son óptimos, es por ello que dicho material su aporte no es muy diferencial al concreto, pero en el caso de más precisión se optaría por el concreto patrón.

Para el peso unitario con 0.03% de HDPE con respecto al concreto patrón, se tomó la muestra de mayor peso para realizar la comprobación en los casos más extremos posibles, las demás muestras están dentro del rango del concreto patrón, es por ello que dicho material si contribuye positivamente para el concreto, pero también verificando los costos que se podría generar.

Tabla 24 Mejores resultados a compresión, Succión, Absorción y Módulo de Rotura en ladrillos de concreto con 0%, 50% y 100% de plástico PVC.

¿Comparación las propiedades físico –mecánicas de unidades de ladrillos de concreto elaborados con residuos plásticos de PVC y ladrillos convencionales de concreto en Cajamarca, 2015?			
Contribución del PVC al Concreto	Cantidad de contribución de PVC		
	0%PVC	50% PVC	100% PVC
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	223.90	170.32	98.20
Succión (gr)	32.41	15.54	14.02
Absorción (%)	11.81	7.89	6.85
Módulo de Rotura (kg/cm²)	107.31	142.06	89.17

Nota: Los datos son proporcionados por Astopilco Valiente (2015)

Características:

- Concreto diseño 210 (kg/cm²)
- Residuos plásticos de PVC tamaño máx.: ½"
- Unidades de ladrillo
- Agregado de cantera de río

- Cemento portland tipo I

La tabla 21, muestras los tres tipos de ensayos, para el concreto con % de PVC no fueron lo esperado en cuanto a la compresión, no alcanzó al resultado de diseño de 210 kg/cm², en este caso solo cumplió el concreto patrón, es por ello que según este tema de investigación el plástico PVC no brinda un buen efecto positivo a los ladrillos de concreto.

En cuanto a la succión y absorción los resultados fueron positivos en el % con PVC, siendo mucho menor que el concreto patrón, presentando buenos resultados en este aspecto, por ello el plástico PVC se comporta satisfactoriamente, brindando un efecto viable al material de concreto para la construcción.

Tabla 25 Mejores resultados a compresión, tracción indirecta, flexión, Slump y Absorción en el concreto con % de plástico HDPE.

“Investigación experimental de hormigón que incorpora residuos plásticos de HDPE y metakaolin”			
Contribución del HDPE al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de HDPE+10% de metakaolin	
		0% HDPE	15% HDPE
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	356.90	377.29
		0% HDPE	5% HDPE
Resistencia a la Tracción dividida (<i>f_{sp}</i>) (kg/cm ²)	28	34.67	34.16
		0% HDPE	5% HDPE
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	38.75	31.00
		0% HDPE	30% HDPE
Asentamiento Slump (pulg)		1.26	0.47
		0% HDPE	30% HDPE
Absorción (%)		9.66	1.87

Nota: Los datos son proporcionados por Punitha, Sakthieswaran y Ganesh (2020)

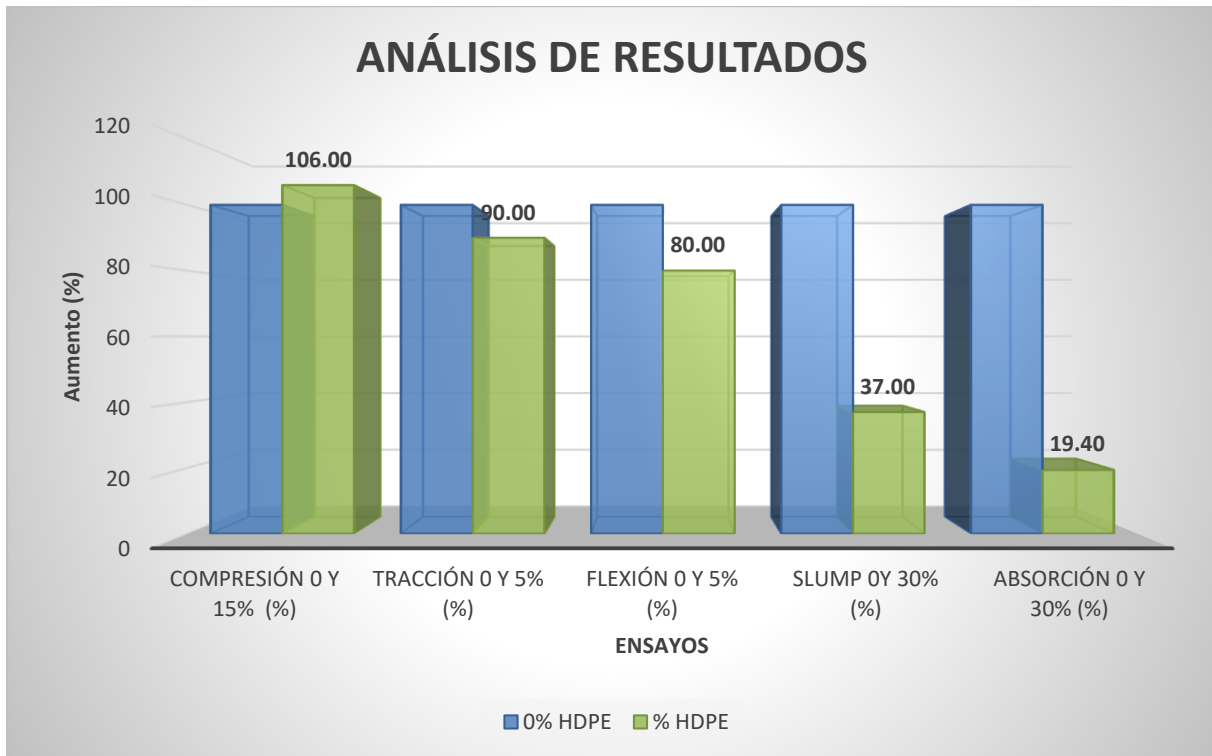


Figura 10 Resultados de los ensayos de 0 hasta 30% de adición con HDPE al concreto.

Características:

- Cemento diseño 350 (kg/cm²)
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo 1, grado 53
- HDPE en polvo
- Reemplazado en agregado fino
- Probetas a 28 días
- Contenido de cemento 346.5 (kg/m³)

En la tabla 22, nos muestra los resultados obtenidos de los ensayos, de tal manera que, a compresión, slump y absorción presentaron resultados viables frente al concreto convencional, con cierto porcentaje de HDPE; pero reduce su resistencia a tracción dividida y flexión, logrando a estar por debajo del concreto convencional.

Tabla 26 Mejores resultados a compresión, tracción dividida y flexión en el concreto con % de plástico PVC.

“Resistencia mecánica del hormigón con agregados de PVC”				
Contribución del PVC al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PVC		
		0% PVC	5% PVC	1% PVC
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	448.68	395.65	556.77
Resistencia a la Tracción por división (fsp) (kg/cm ²)	28	0% PVC	20% PVC	0.4% PVC
		35.70	32.12	40.48
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	0% PVC	5% PVC	
		34.67	32.94	

Nota: Los datos son proporcionados por Mohammed (2019)

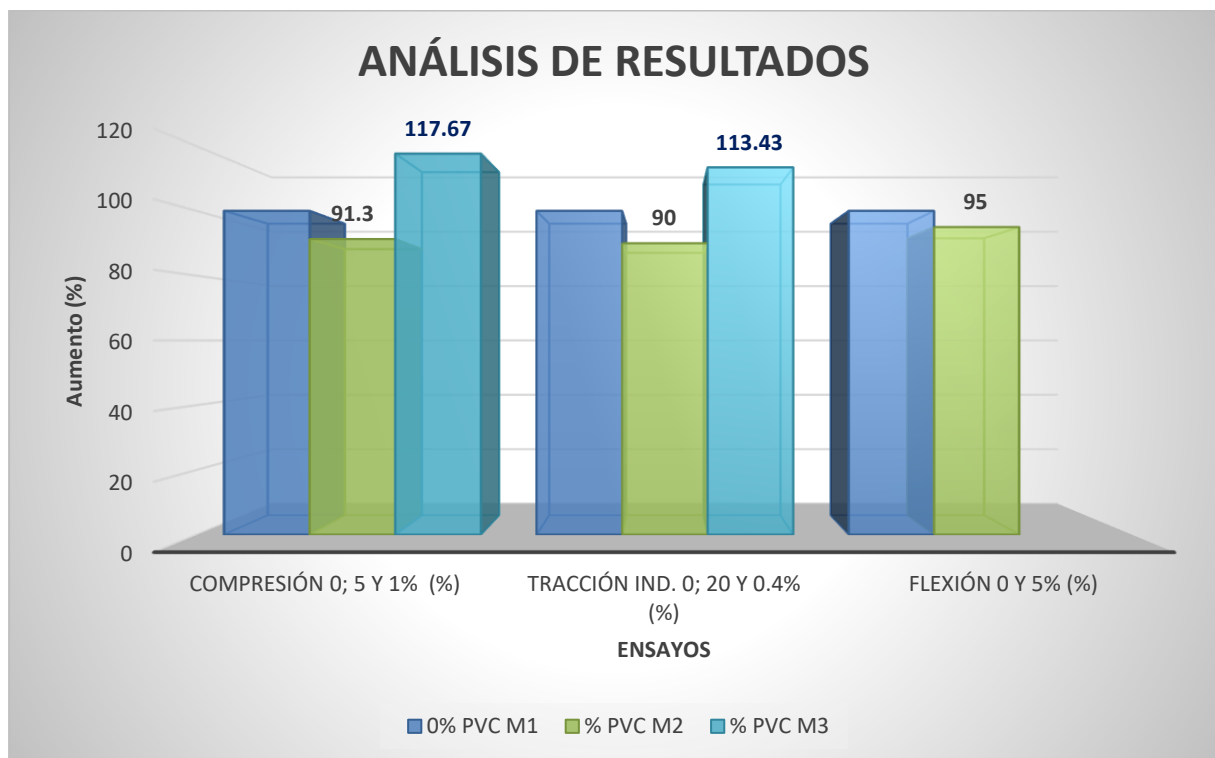


Figura 11 Resultados de los ensayos de 0 hasta 20% de adición con PVC al concreto.

Características:

- PVC en polvo tamiz de 0.4mm y cables cortados menores a 8mm, se reducen.
- Cable de desechos electrónicos de PVC con 3cm, aumenta.

- Probetas a 28 y 90 días
- Agregado arena de río

En la tabla 23, nos muestra los resultados obtenidos de los ensayos, de tal manera que a compresión y tracción dividida presentaron resultados positivos frente a la muestra convencional, esto se da con las probetas que contienen desechos electrónicos de PVC de 3cm de largo que aumenta su resistencia; a comparación de las probetas que contienen polvo de PVC de 0.4 a 8mm reduciendo su valor.

Tabla 27 Mejores resultados a compresión, tracción, flexión, Slump y Absorción en el concreto con % de plástico RPW.

“Propiedades mecánicas y térmicas del plástico reciclado agregado al hormigón ligero”								
Contribución del RPW al Concreto	Tiempo (días)	C° conv. Meta	Cantidad de contribución de RPW					
			25% Granular		25% Copos		25% Fibras	
			350	370	350	370	350	370
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	415.02/477. 23 (kg/cm ²)	kg/m ² 275.32	kg/m ² 356.90	kg/m ² 234.54	kg/m ² 285.52	kg/m ² 203.94	kg/m ² 224.34
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	40.79/45.89 (kg/cm ²)	36.71	48.95	45.89	49.97	41.81	42.83
Peso Unitario (kg/m ³)	28	2380/2400 (kg/m ³)	2045	2049	2042	2061	2016	2063

Nota: Los datos son proporcionados por Inayath, et al. (2020)

Características:

- Concreto diseño resistencia 175 (kg/cm²) y peso unitario de 1500(kg/m³)
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo 1
- Agregado fino arena y agregado grueso piedra caliza triturada
- Gránulos, fibras y escamas o copos de 2.36 a 6.3mm
- Probetas cilíndricas, muestras en cubos, vigas
- Contenido de cemento 350 y 370 (kg/m³)

- PET, PP, PVC y HDPE

En la tabla 24, nos muestra los resultados obtenidos de los ensayos, con cuatro tipos de formas de trituración del plástico, de tal manera que a compresión su resistencia es baja y está por debajo de la meta establecida; a flexión si cumple en su mayoría y su peso unitario se reduce.

Tabla 28 Mejores resultados a compresión, tracción dividida, flexión y Slump en el concreto con % de plástico PVC

“Rendimiento del hormigón con Fibras de PVC”			
Contribución del PVC al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PVC	
		0% PVC	0.8% PVC
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	387.49	550.65
		0% PVC	0.8% PVC
Resistencia a la Tracción dividida (<i>f_{sp}</i>) (kg/cm ²)	28	47.93	57.10
		0% PVC	0.8% PVC
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	71.38	82.60
		0% PVC	1% PVC
Asentamiento Slump (pulg)		2.36	2.13

Nota: Los datos son proporcionados por Kumar y Ling (2019)

Características:

- Concreto diseño resistencia 380 (kg/cm²)
- Residuos de PVC fibras, desechos cables eléctricos.
- Probetas circulares

En la tabla 25, indica en su totalidad los resultados fueron positivos frente al concreto patrón de cada ensayo, por lo tanto, según los resultados el plástico PVC aporta un efecto viable a la construcción.

Tabla 29 Mejores resultados a compresión, tracción dividida y Slump en el concreto con % de plástico Pet.

“Propiedades físicas, de resistencia y a microescala del hormigón reforzado con fibra plástica que contiene partículas finas de cerámica”			
Contribución del Pet al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de Pet	
		0% Pet	2.5% Pet + 100% Cf
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	224.34	254.93
Resistencia a la Tracción dividida (<i>f_{sp}</i>) (kg/cm ²)	28	27.53	32.63
Asentamiento Slump (pulg)		2.36	0.59

Nota: Los datos son proporcionados por Awoyera, Olalusi y Iweriebo (2020)

Características:

- Concreto diseño resistencia 210 (kg/cm²)
- Cemento portland ordinario (OPC)
- Fibras de plástico reciclado Pet: tamaño: largo 50 mm; diámetro 1 mm
- Reemplazo de Pet y cerámica fina (Cf) por agregado fino
- Muestras cúbicas y probetas cilíndricas
- Agregado de río
- Slump, relación w/c: 0.7

En la tabla 26, nos muestra resultados viables que se obtuvo a partir de los ensayos con el reemplazo de plástico Pet y cerámica fina (Cf) en el agregado fino, brindando un efecto positivo al concreto.

Tabla 30 Mejores resultados a compresión, tracción por flexión y Slump en el concreto con % de plástico HDPE.

“Propiedades mecánicas del hormigón armado con HDPE reciclado fibras plásticas”			
Contribución del HDPE al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de HDPE	
		0% HDPE	1.25% HDPE
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	90	388.51	408.91
Resistencia a la Tracción por flexión (fr) (kg/cm ²)	90	33.85	36.0
Asentamiento Slump (pulg)		2.56	0.51

Nota: Los datos son proporcionados por Ninoslav, et al. (2016)

Características:

- Concreto diseño resistencia 280 (kg/cm²)
- Cemento portland ordinario (OPC)
- Muestras cúbicas y probetas cilíndricas
- Contenido de cemento 380 (kg/m³)
- Fibras de HDPE, tamaño: largo 75 mm; diámetro 40 mm

En la tabla 27, según los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados en dicha investigación, estos son positivos, es decir, están por encima del concreto patrón, brindado un efecto positivo al concreto.

Tabla 31 Mejores resultados a compresión y flexión en el concreto con % de plástico Pet, PP y HDPE.

“Funciones e impactos de los desechos de plástico / caucho como agregado ecológico en concreto - Una revisión”			
Contribución del RPW al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de RPA	
		0% RPW	10% RPW
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	595.31	384.33
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	70.67	54.35

Nota: Los datos son proporcionados por Xuemiao Li, et al. (2019)

Características:

- Concreto diseño resistencia 175 (kg/cm²)
- Fibras RPW, tamaño máx.: 2 mm
- Cemento portland ordinario (OPC)

En la tabla 28, nos muestra que los resultados están por debajo de la resistencia del concreto convencional, por lo tanto, es más viable sin reemplazo de RPA según dicha investigación.

Tabla 32 Mejores resultados a compresión en el concreto con % de plástico RPW + Ns + FA.

“Diseño experimental de mezclas de hormigón utilizando plástico reciclado, cenizas volantes, y nanopartículas de sílice”			
Contribución del RPW al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de RPW	
		0% RPW	35 % RPW + nS + FA
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	696.47	326.31

Nota: Los datos son proporcionados por Cotto Ramos, et al. (2019)

Características:

- Concreto diseño resistencia 173.35 (kg/cm²)
- Cemento portland ordinario (OPC)
- Agregado de cantera
- Plástico Pet reciclado con fibras de carbono
- Pet reemplazo al agregado grueso, tamaño entre: 2.38 mm – 4.76 mm
- Probetas cilíndricas

En la tabla 29, el resultado a compresión es menor que el concreto convencional a pesar que cumple con el estándar establecido, por lo tanto, el concreto con RPW + cenizas volantes (FA) + nano-sílice (nS) no brinda un efecto positivo a la construcción.

Tabla 33 Mejores resultados a compresión, tracción indirecta, flexión y Slump en el concreto con % de plástico Pet y PP.

“Uso de plástico reciclado en hormigón autocompactante: una completa revisión sobre propiedades frescas y mecánicas”			
Contribución de Pet y PP al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de Pet y PP	
		0% Pet + PP	15% Pet + PP
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	254.93	295.72
Resistencia a la Tracción por flexión (<i>fr</i>) (kg/cm ²)	28	24.47	30.59
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	30.59	44.87
Asentamiento Slump (pulg)		2.95	2.68

Nota: Los datos son proporcionados por Faraj, et al. (2020)

Características:

- Concreto diseño resistencia 173.35 (kg/cm²)
- Cemento portland ordinario (OPC)
- Fibras plásticas Pet y PP, tamaño aprox. entre: 20 mm – 66 mm
- Probetas cilíndricas y prismáticas

En la tabla 30, nos presenta resultados positivos, las resistencias están por encima del convencional y un asentamiento menor que el concreto patrón. Presentando un efecto viable por parte del plástico reciclado.

Tabla 34 Mejores resultados a compresión, tracción, flexión y Slump en el concreto con % de plástico RPA.

“Efectos de residuos de plástico electrónico y polvo de mármol sobre endurecido propiedades del hormigón de alta resistencia”			
Contribución de RPW al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de RPW	
		0% RPW	15% RPW
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	28	683.21	632.22
Resistencia a la Tracción por división (fsp) (kg/cm ²)	28	0% RPW	15% RPW
		45.89	44.87
Asentamiento Slump (pulg)		0% RPW	15% RPW
		0.89	0.71

Nota: Los datos son proporcionados por Evram, et al. (2020)

Características:

- Concreto diseño resistencia 511.90 (kg/cm²)
- Cemento portland con escoria II/B-S
- Plástico triturado de RPA (Pet, PVC y PP)
- Tamaño de 5 a 14 mm
- Probetas cilíndricas

En la tabla 31, nos muestra los resultados de resistencia que están por debajo del concreto convencional, pero si cumplen con lo establecido, como también presenta un menor asentamiento ligero que el concreto patrón, por el cual el aporte del RPA no es muy significativo.

Tabla 35 Mejores resultados a compresión, tracción por división y Slump en el concreto con % de plástico PVC.

“Propiedades del hormigón agregado de PVC reciclado bajo diferentes curados condiciones”			
Contribución de PVC al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PVC	
		0% PVC	20% PVC
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	436.44	389.53
Resistencia a la Tracción por división (fsp) (kg/cm ²)	28	0% PVC	20% PVC
		35.69	37.73
Asentamiento Slump (pulg)		0% PVC	50% PVC
		3.94	2.05

Nota: Los datos son proporcionados por Haghigatnejad, et al. (2016)

Características:

- Concreto diseño resistencia 280 (kg/cm²)
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo I
- Agregado de río
- Probetas a los 28 días
- PVC reciclado (RPVC), raspado tamaño máx.: 5 mm
- Contenido de cemento 400(kg/m³)

En la tabla 32, solo nos muestra los resultados positivos obtenidos del slump, ya que a compresión y tracción por división son menores que el concreto tradicional, con un curado continuo.

Tabla 36 Mejores resultados a compresión, tracción por división y tracción por flexión en el concreto con % de plástico PP.

“Evaluaciones de resistencias, impacto y capacidad energética del hormigón bidireccional losas que incorporan residuos de plástico”					
Contribución de PP al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PP			
		0% PP cubos	0% PP probetas	15% PP cubos	15% PP probetas
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	448.68	356.90	522.30	428.28
Resistencia a la Tracción por división (<i>fsp</i>) (kg/cm ²)	28	0% PP probetas		15% PP probetas	
		33.55		39.26	
Resistencia a la Tracción por flexión (<i>fr</i>) (kg/cm ²)		0% PP cubos		50% PP cubos	
		36.91		43.64	

Nota: Los datos son proporcionados por Mahumoud Hama (2020).

Características:

- Concreto diseño resistencia 280 (kg/cm²)
- Plástico PP en reemplazo parcial al agregado grueso, tamaño máx.: 14 mm
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo I
- Probetas cilíndricas y cúbicas
- Contenido de cemento 375(kg/m³)
- Prueba carga de impacto en losas bidireccionales con una bola de acero de 4.5kg, desde altura 450mm

En la tabla 33, los resultados proporcionados son positivos entre 15 y 30%, pero si se le agrega más plástico su resistencia disminuye, por el cual entonces en este rango el plástico PP causa un efecto positivo al concreto.

Tabla 37 Mejores resultados a compresión, tracción por compresión diametral y flexión en el concreto con % de plástico PET.

“El efecto del uso de partículas de tereftalato de polietileno en los aspectos físicos y propiedades del hormigón relacionadas con la resistencia; una evaluación de laboratorio”			
Contribución de PET al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PET	
		0% PET	5% PET
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	356.90	520.06
Resistencia a la Tracción por compresión diametral o ensayo brasileño (<i>fsp</i>) (kg/cm ²)	28	25.49	33.65
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	44.87	62.20

Nota: Los datos son proporcionados por Mahyar, et al (2016).

Características:

- Concreto diseño resistencia 280 (kg/cm²)
- Agregado de río
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo I
- Plástico Pet en fragmentos de: 0.05 - 2mm
- Contenido de cemento 385(kg/m³)
- Probetas cilíndricas y prismáticas

En la tabla 34, muestran resultados positivos, pues las resistencias fueron superiores al concreto tradicional, hasta en un 20% de agregado plástico Pet en reemplazo del agregado fino, siendo el más óptimo con 5% de dicho material.

Tabla 38 Mejores resultados a compresión y slump en el concreto con % de plástico PP.

“Rendimiento de durabilidad del hormigón que incorpora residuos metalizados. fibras plásticas y cenizas de combustible de aceite de palma”			
Contribución de PP al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PP	
		0% PP	1.25% PP
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	406.87	502.72
Asentamiento Slump (pulg)		0% PP	1.25% PP
		7.48	1.18

Nota: Los datos son proporcionados por Hossein y Mahmood (2018)

Características:

- Concreto diseño resistencia 310 (kg/cm²)
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo I
- Probetas cilíndricas
- Contenido de cemento 445(kg/m³)
- Plástico PP película metalizada, tamaño máx.: 20mm

En la tabla 35, los resultados fueron viables, muestran valores más elevados que el tradicional en cuanto a la compresión y presenta un menor asentamiento, por lo tanto, el efecto del PP metálico es positivo al concreto.

Tabla 39 Mejores resultados a compresión, tracción por división, flexión y Slump en el concreto con % de plástico RPW.

“La influencia de la incorporación de plástico en el hormigón y el uso potencial de curado por microondas”			
Contribución de RPW al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de RPW	
		0% RPW	5% RPW
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	418.08	479.27
Resistencia a la Tracción por división (<i>f_{sp}</i>) (kg/cm ²)	28	0% RPW 55.07	5% RPW 38.75
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	0% RPW 50.99	1% RPW 58.12
Asentamiento Slump (pulg)		0% RPW 6.69	85% RPW 0.79

Nota: Los datos son proporcionados por Mohammed, et al (2020).

Características:

- Concreto diseño resistencia 280 (kg/cm²)
- Plásticos triturados RPW: PET, PP, PVC, HDPE. Tamaño máx.: 20mm
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo I
- Probetas cilíndricas y prismáticas

En la tabla 36, los resultados fueron positivos a compresión y flexión los cuales son superiores ligeramente en un 5 y 1% respectivamente; en cuanto a la tracción por compresión diametral su resistencia disminuye y el slump es menor al concreto convencional.

Tabla 40 Mejores resultados a compresión y tracción por división en el concreto con % de plástico RPW (pet y pp).

“Estudio de campo sobre acera de hormigón con plástico reciclado y vidrio triturado como materiales de relleno”			
Contribución de RPW al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de RPW	
		0% RPW	10% RPW
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	407.89	414.01
Resistencia a la Tracción por división (fsp) (kg/cm ²)	28	28.55	46.40

Nota: Los datos son proporcionados por Wong, et al (2020).

Características:

- Concreto diseño resistencia 203.94 (kg/cm²)
- Residuos plásticos (RPW) y vidrio triturado (RCG), tamaño máx.: 5mm
- Probetas cilíndricas
- Concreto grado M40 (proporción)

En la tabla 37, los resultados cumplieron con lo establecido en cuanto al concreto convencional, mostrando un ligero crecimiento en su resistencia con 10% de RPW (pet y pp), el cual ofrece un efecto positivo a las aceras de concreto.

Tabla 41 Mejores resultados a compresión, tracción por división, tracción por flexión y Slump en el concreto con % de plástico RPA.

“Efecto del plástico de polipropileno en las propiedades del hormigón como reemplazo parcial de agregado de piedra y ladrillo”			
Contribución de PP al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PP	
		0% PP	10% PP
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	295.72	346.70
Resistencia a Tracción por división (<i>f_{sp}</i>) (kg/cm ²)	28	46.91	55.07
Resistencia a la Tracción por flexión (<i>f_r</i>) (kg/cm ²)	28	23.45	29.57
Asentamiento Slump (pulg)		5	6

Nota: Los datos son proporcionados por Jahidul y Shahjalal (2021)

Características:

- Concreto diseño resistencia 254.93 (kg/cm²)
- Plástico polipropileno (PP), reemplazo al AG.
- Agregado de río
- Cemento compuesto portland tipo II
- Contenido de cemento 340(kg/m³)
- Probetas cilíndricas y prismáticas

En la tabla 38, los resultados fueron positivos, las resistencias estuvieron fueron superiores al concreto tradicional, mostrando un efecto viable del plástico al concreto hasta en un 10% de PP.

Tabla 42 Mejores resultados a compresión en el concreto con % de plástico RPW.

“Propiedades mecánicas, físicas y morfología del hormigón que contiene residuos plásticos como agregado”					
Contribución de PP al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PP			
		0% RPW	25% PVC	25% PP	25% HDPE
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	356.90	274.30	259.01	198.85

Nota: Los datos son proporcionados por Belmokaddem, et al (2020).

Características:

- Concreto diseño resistencia 173.352 (kg/cm²)
- Plásticos RPW (PP, PVC Y HDPE), tamaño máx.: 8 mm
- Cemento compuesto portland tipo II
- Agregado de río
- Probetas cilíndricas y cúbicas
- Contenido de cemento 350(kg/m³)

En la tabla 39, el resultado a compresión no fue favorable a pesar que cumple con lo establecido de diseño, con los tres tipos de plástico el más sobresaliente fue el PVC, pero el mejor comportamiento destaca el concreto convencional, por lo tanto, dicho residuo plástico no brinda un efecto positivo al concreto.

Tabla 43 Mejores resultados a compresión, tracción por división, flexión y Slump en el concreto con % de polvo de plástico PVC..

“Influencia del polvo de desecho de PVC y el humo de sílice en la resistencia y propiedades de la microestructura del hormigón: un estudio experimental”			
Contribución de PVC al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PVC	
		0% PVC	5% PVC
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	430.73	461.52
Resistencia a Tracción por división (<i>f_{sp}</i>) (kg/cm ²)	28	46.81	48.95
Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	28	45.89	48.09
Asentamiento Slump (pulg)		3.54	2.76

Nota: Los datos son proporcionados por Manjunatha, et al (2021).

Características:

- Concreto diseño resistencia 210 (kg/cm²)
- Probetas cilíndricas y prismáticas
- Concreto grado 40 (proporción)
- Polvo de PVC, tamaño máx.: 0.1 mm
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo I
- Agregado de río
- Contenido de cemento 412 (kg/m³)

En la tabla 40, se observa que los resultados a compresión, tracción dividida, flexión y slump fueron viables, pues aumentó su resistencia a comparación del concreto tradicional hasta en un 15% de polvo de plástico PVC; como también disminuyó su asentamiento cuando se reemplaza más plástico por cemento.

Tabla 44 Mejores resultados a compresión, tracción por división, tracción módulo de rotura y Slump en el concreto con % de plástico PVC.

“Algunas propiedades del hormigón con áridos plásticos derivados de láminas de PVC trituradas”			
Contribución de PVC al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PVC	
		0% PVC	5% PVC
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	423.28	475.19
Resistencia a Tracción por división (<i>f_{sp}</i>) (kg/cm ²)	28	0% PVC 35.79	15% PVC 35.28
Resistencia a la Tracción módulo de rotura (<i>f_r</i>) (kg/cm ²)	28	0% PVC 50.27	15% PVC 62.10
Asentamiento Slump (pulg)		0% PVC 6.69	40% PVC 1.57

Nota: Los datos son proporcionados por Mohammed, et al (2018).

Características:

- Concreto diseño resistencia 279.91(kg/cm²)
- Cemento portland ordinario (OPC) tipo I
- Agregado de río
- Triturado de PVC, tamaño máx.: 8 mm
- Probetas cilíndricas y prismáticas
- Contenido de cemento 455.4 (kg/m³)
- PVC reemplazo en agregado fino y agregado grueso

Para 41, se observa que los resultados tanto a compresión y por módulo de rotura, el cual cumplen con lo establecido, es superior al concreto tradicional; en cuanto a la resistencia por división es menor que el concreto patrón; pero también reduciendo su asentamiento.

Tabla 45 Mejores resultados a compresión, tracción por división y Slump en el concreto con % de plástico PVC.

“Propiedades del hormigón de áridos ligero preparado con granulado de PVC derivado de tubos de PVC raspados”			
Contribución de PVC al Concreto	Tiempo (días)	Cantidad de contribución de PVC	
		0% PVC	5% PVC
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	28	416.04	378.32
Resistencia a Tracción por división (fsp) (kg/cm ²)	28	31.20	29.47
Asentamiento Slump (pulg)		0% PVC	15% PVC
		6.89	6.69

Nota: Los datos son proporcionados por Kou, et al (2008).

Características:

- Concreto diseño resistencia 280(kg/cm²)
- Agregado de río
- Gránulos residuos PVC, tamaño máx.: 5 mm
- Cemento portland tipo I
- Probetas cilíndricas y cubos
- Contenido de cemento 415 (kg/m³)

Para 42, se observa que los resultados no eran favorables, pues su resistencia se mantuvo por debajo del concreto tradicional, por otro lado, la reducción de su asentamiento fue ligero prácticamente conservando un mismo nivel que la muestra patrón. Por lo tanto, en este caso el PVC no causó efecto positivo en el concreto.

A continuación, se representa las gráficas de la comparación de resultados obtenidos de las investigaciones recolectadas:

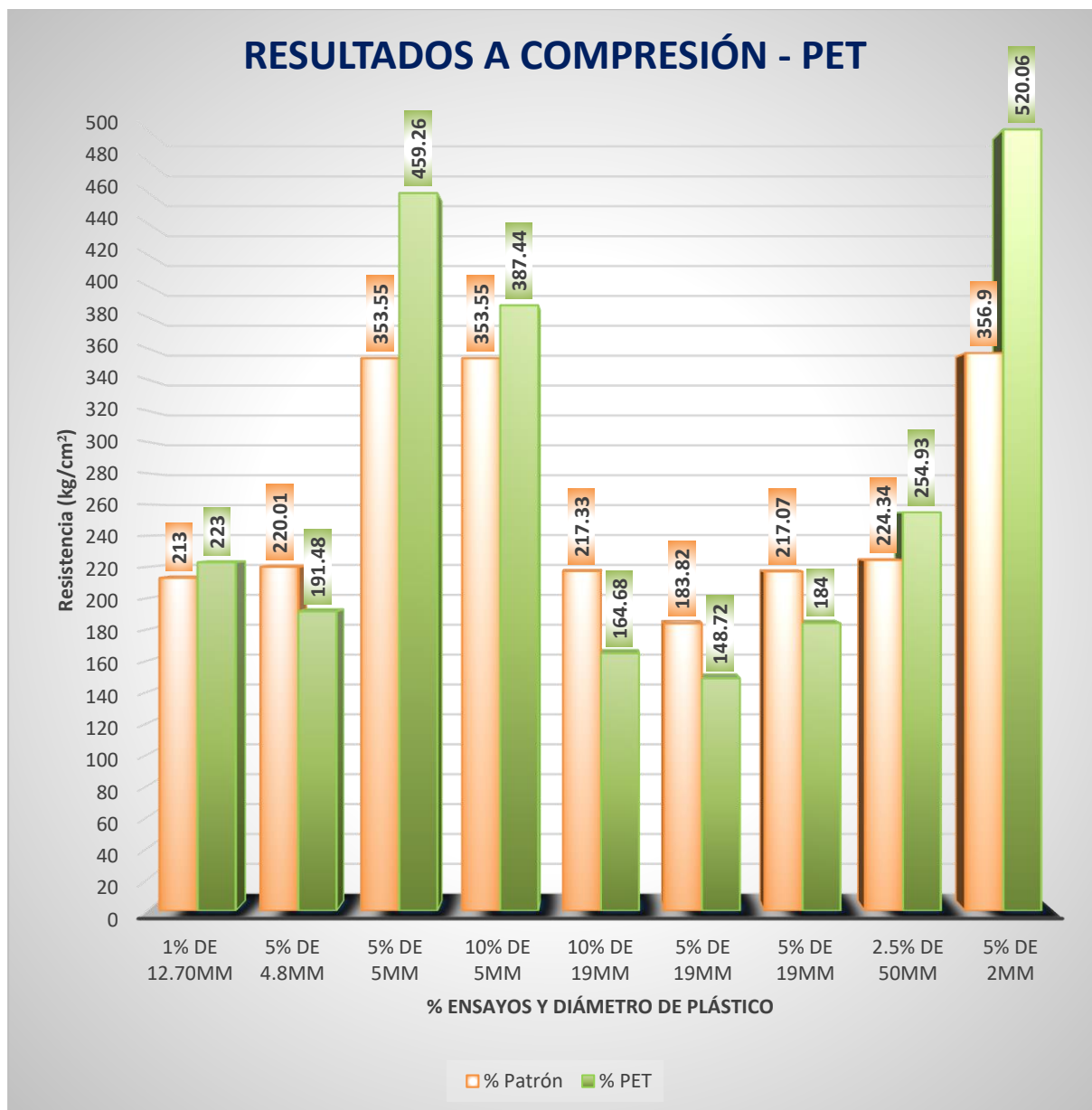


Figura 12 Resultados a compresión con PET triturado de 0 – 10%, con agregado de río

En referencia los resultados, que varían por consiguiente son las características del cálculo de diseño de concreto, para el concreto con la intervención del plástico PET, en los resultados mayores a 500 kg/cm² se emplea el cemento ordinario, con proporciones de tamaño máximo nominal de partículas de agregado grueso no mayores a $\frac{3}{4}$ ”, con una relación a/c 0.55, de tal manera que su peso específico compactado del agregado es mayor a 1860 kg/m³.

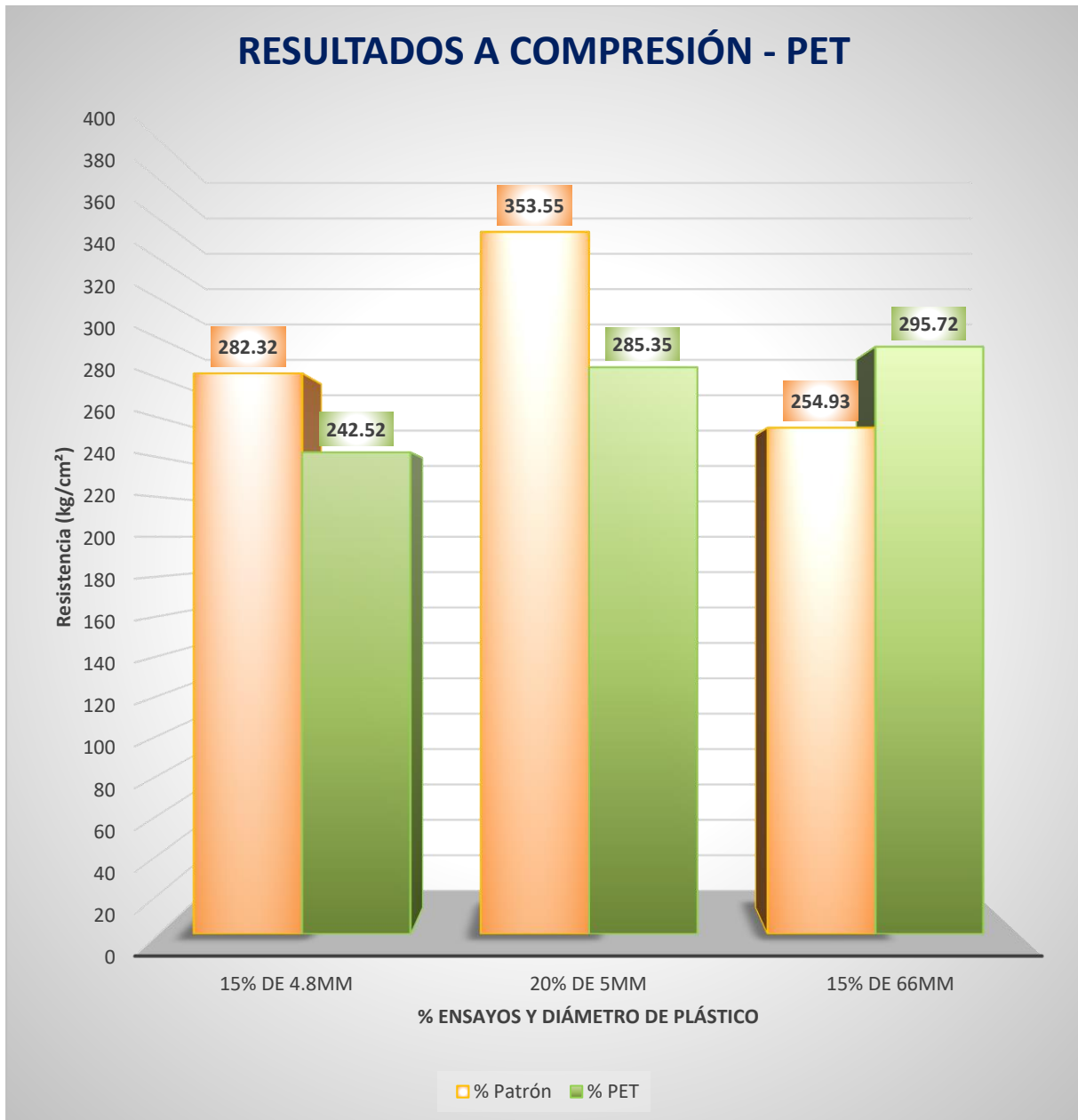


Figura 13 Resultados a compresión con PET triturado de 10 – 100%, con agregado de río

Los resultados no son favorables cuando se utiliza proporciones mayores a 10%, debido que se reduce la cantidad de agregado fino y por consiguiente el volumen de cemento, cabe resaltar que el ensayo con el tamaño de partículas de 66mm brinda un resultado óptimo a consecuencia que empleó un agregado con proporciones mayores al concreto patrón y un tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ".

"Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021"

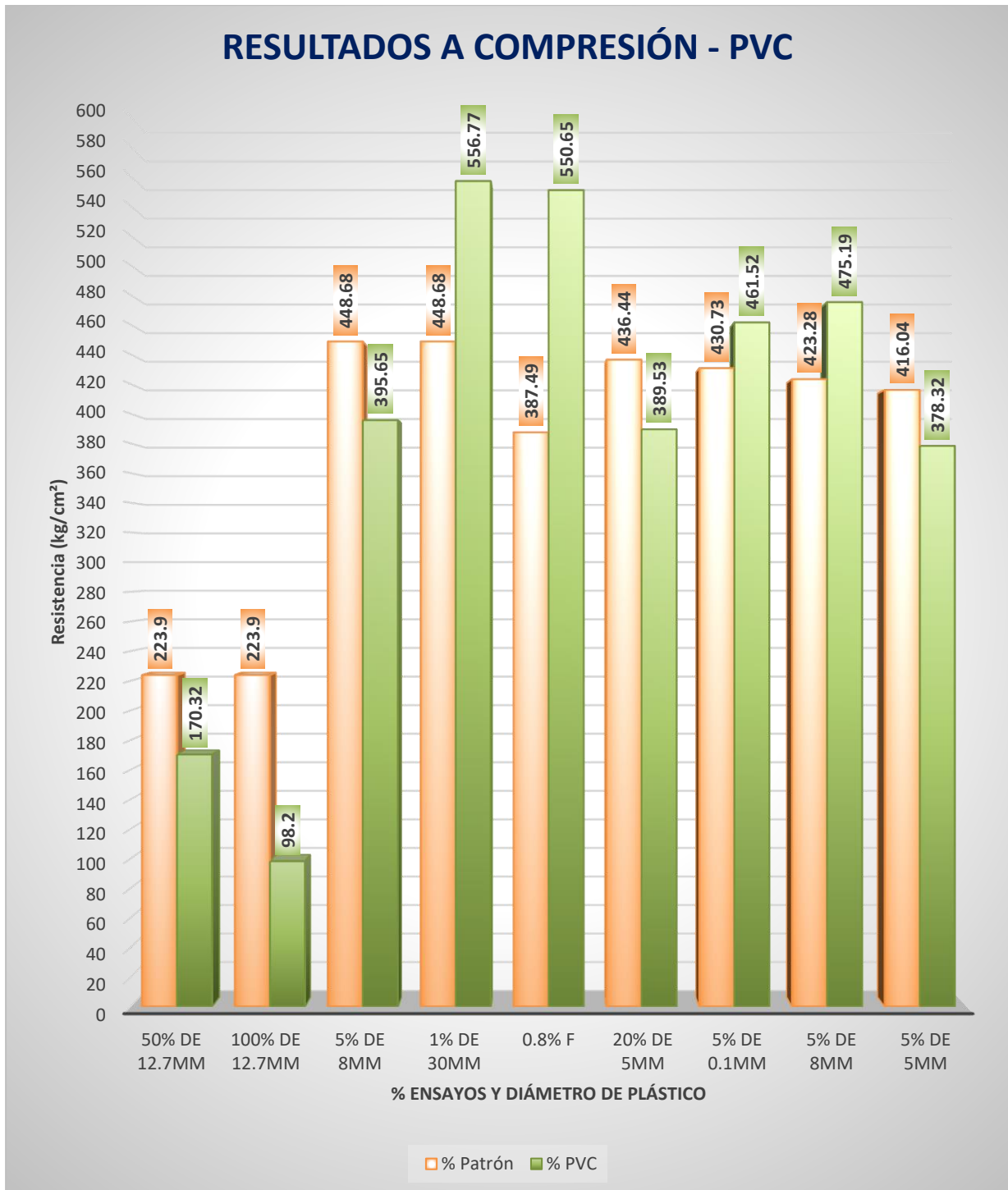


Figura 14 Resultados a compresión con PVC triturado de 0 – 100%

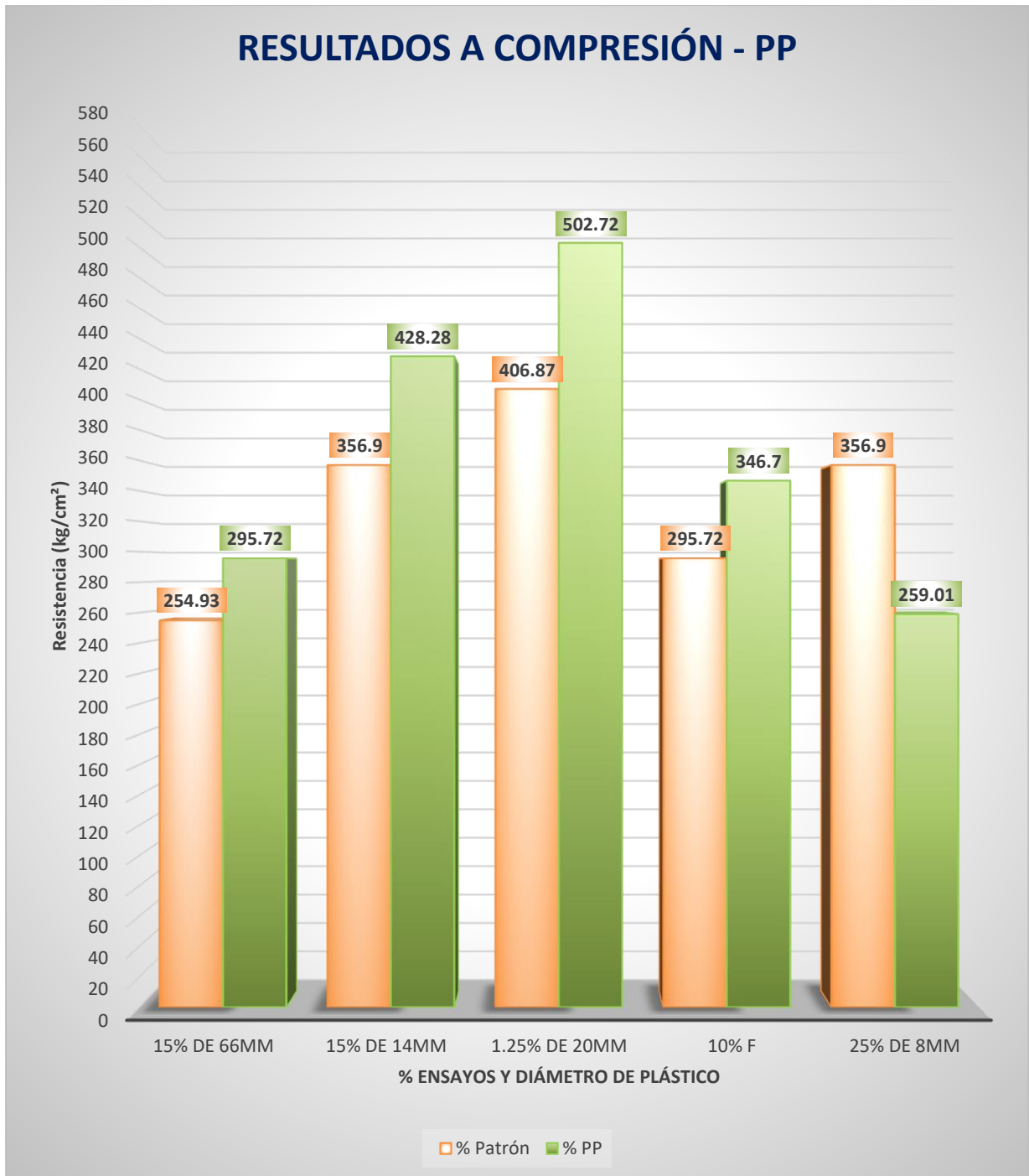


Figura 15 Resultados a compresión con PP triturado de 0 – 100%

“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”

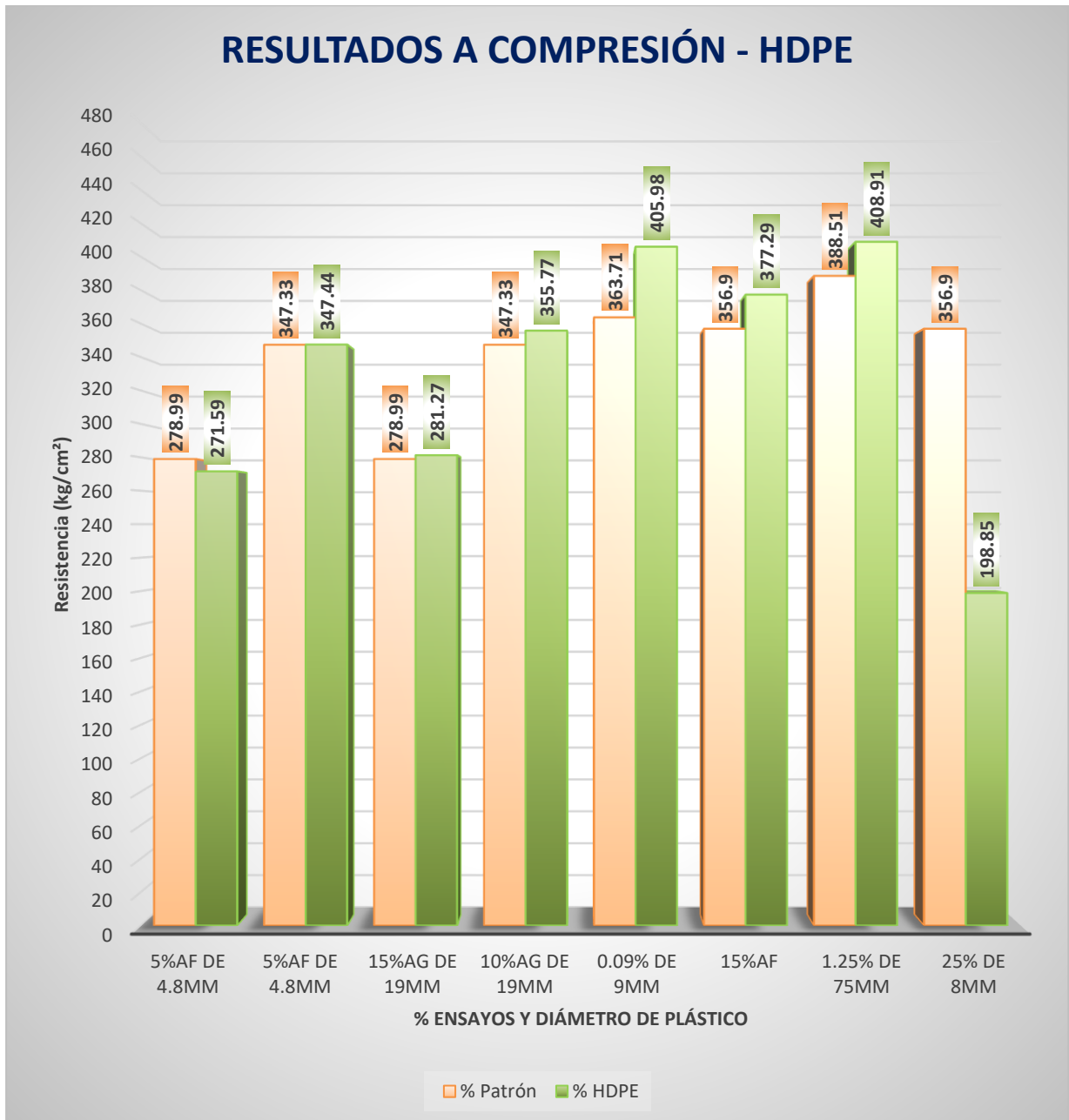


Figura 16 Resultados a compresión con HDPE triturado de 0 – 100%

“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”

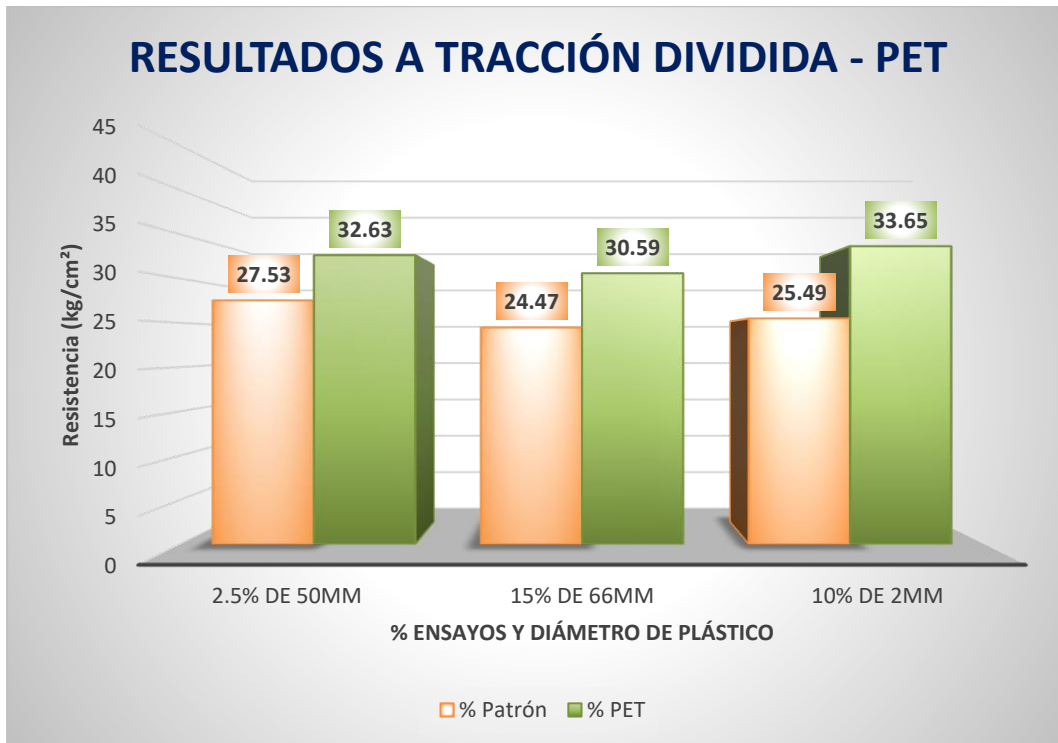


Figura 17 Resultados a tracción con PET triturado de 0 – 100%

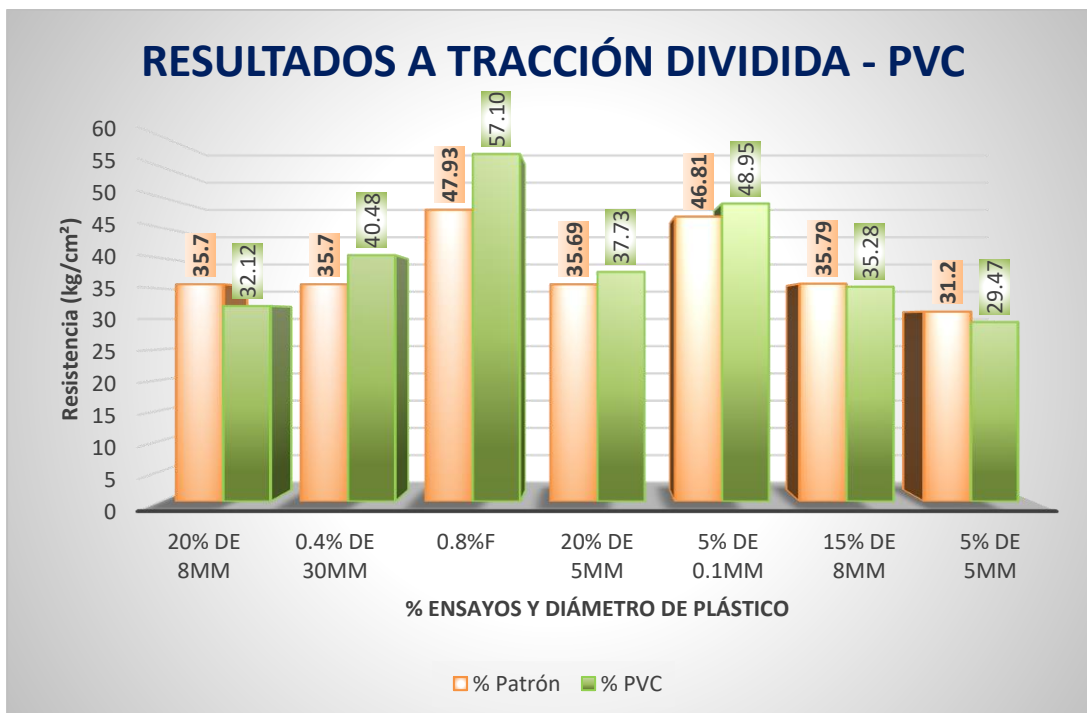


Figura 18 Resultados a tracción con PVC triturado de 0 – 100%

“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”

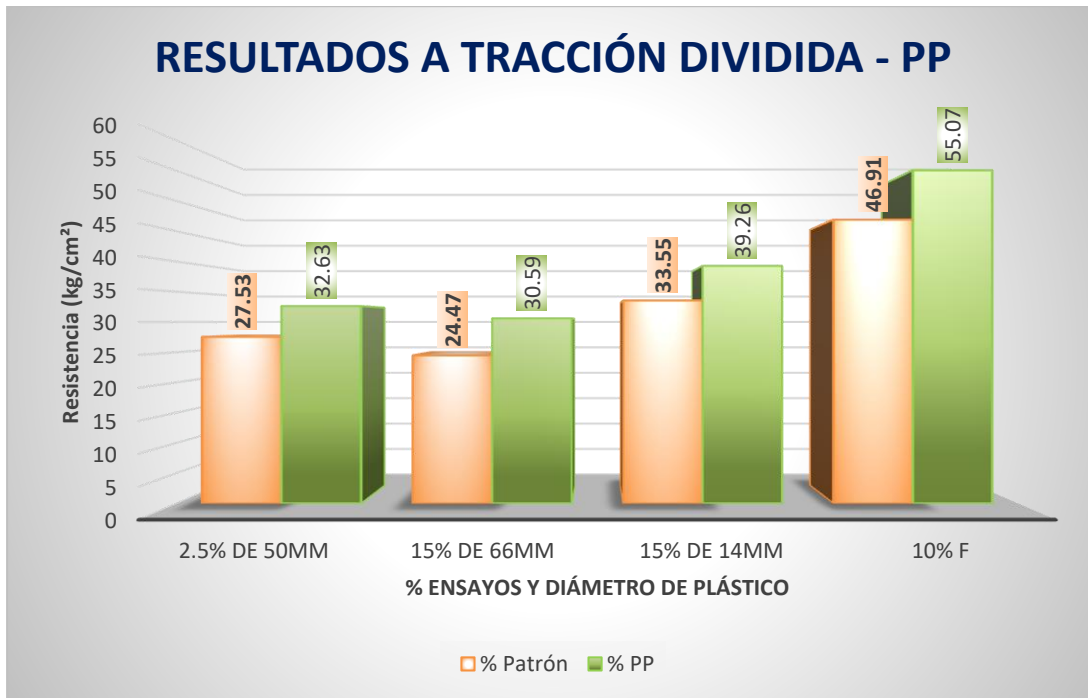


Figura 19 Resultados a tracción con PP triturado de 0 – 100%



Figura 20 Resultados a tracción con HDPE triturado de 0 – 100%

"Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021"



Figura 21 Resultados a flexión con Pet triturado de 0 – 100%

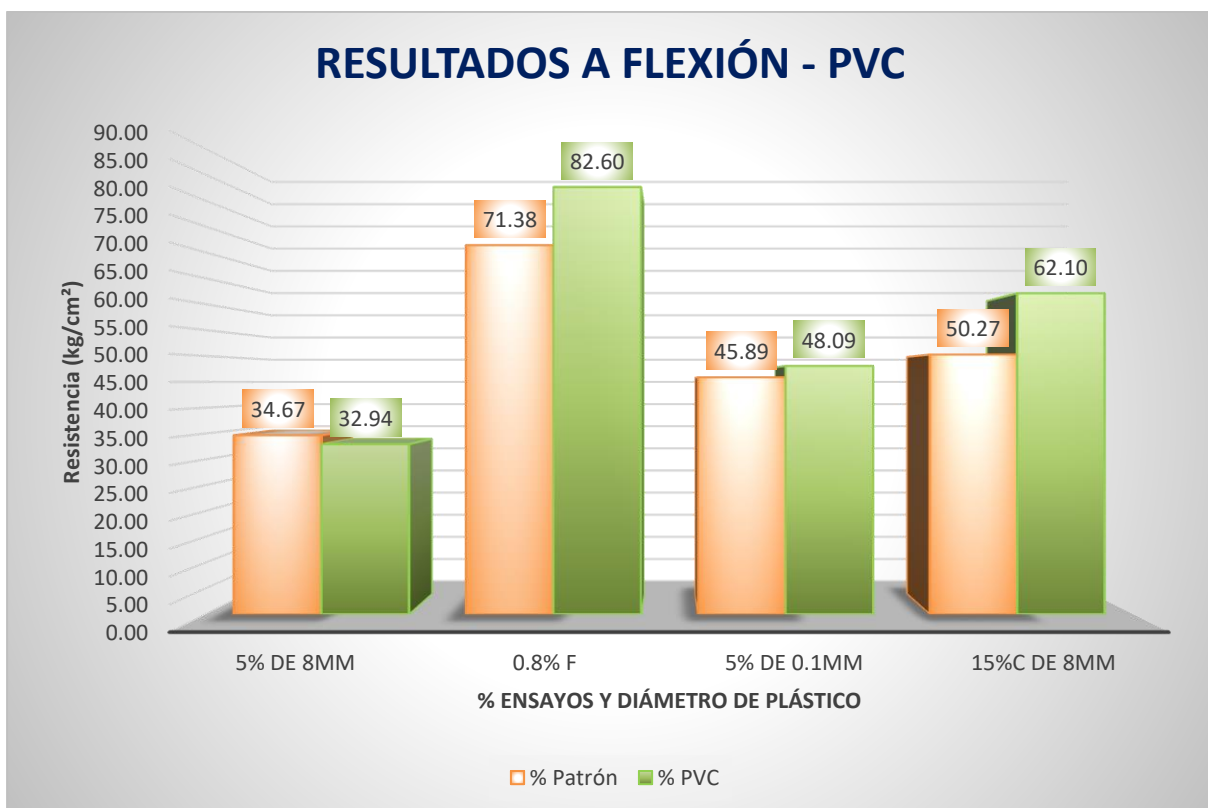


Figura 22 Resultados a flexión con PVC triturado de 0 – 100%

"Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021"

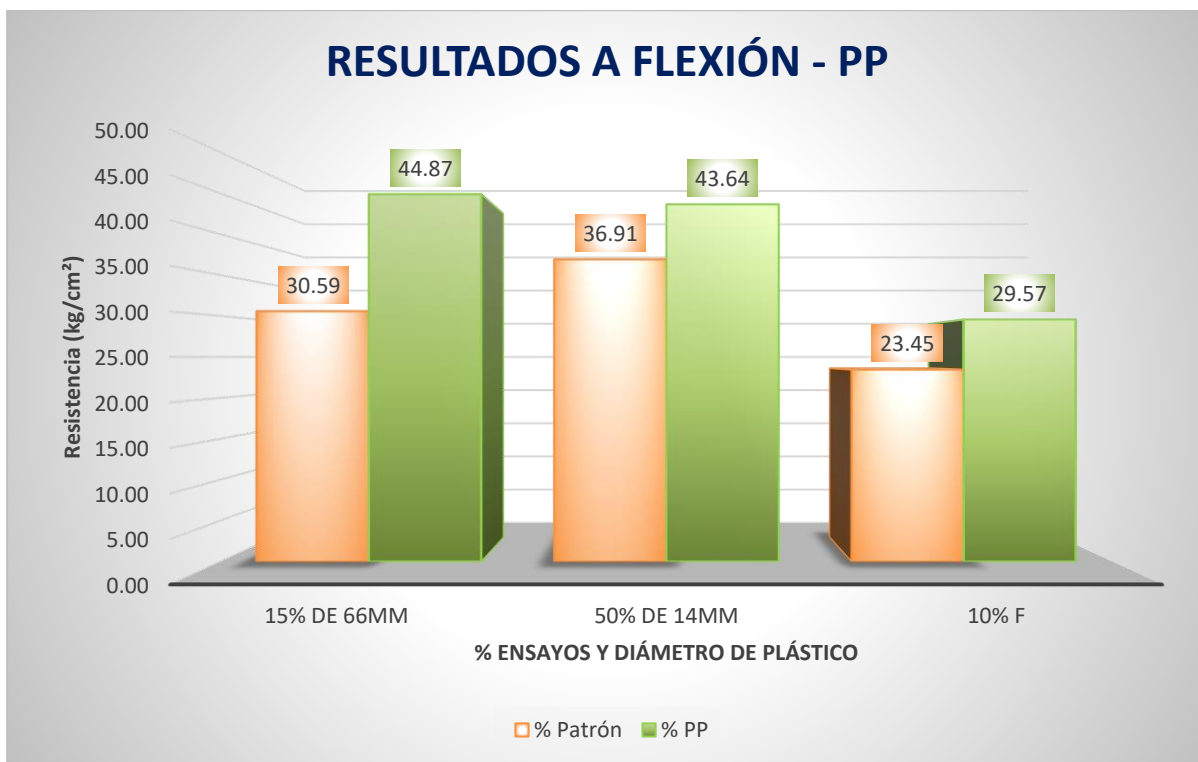


Figura 23 Resultados a flexión con PVC triturado de 0 – 100%

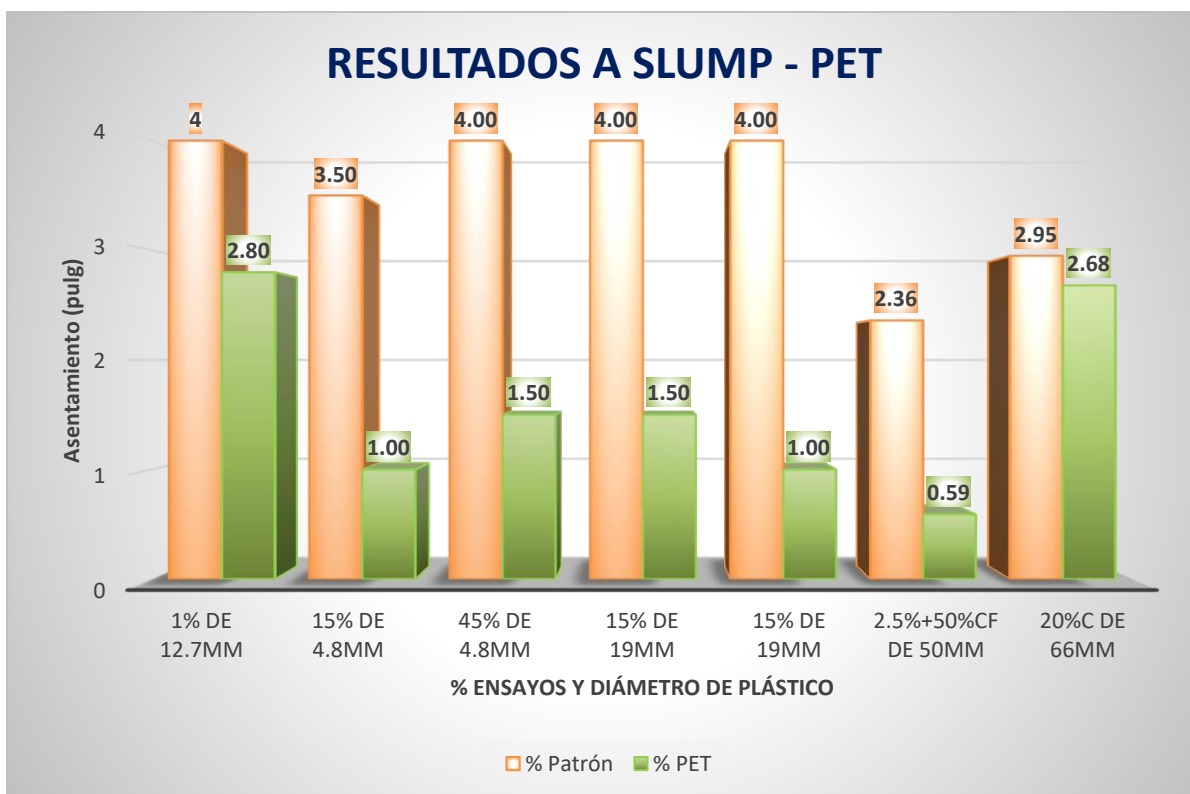


Figura 24 Resultados a slump con pet triturado de 0 – 100%

“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”

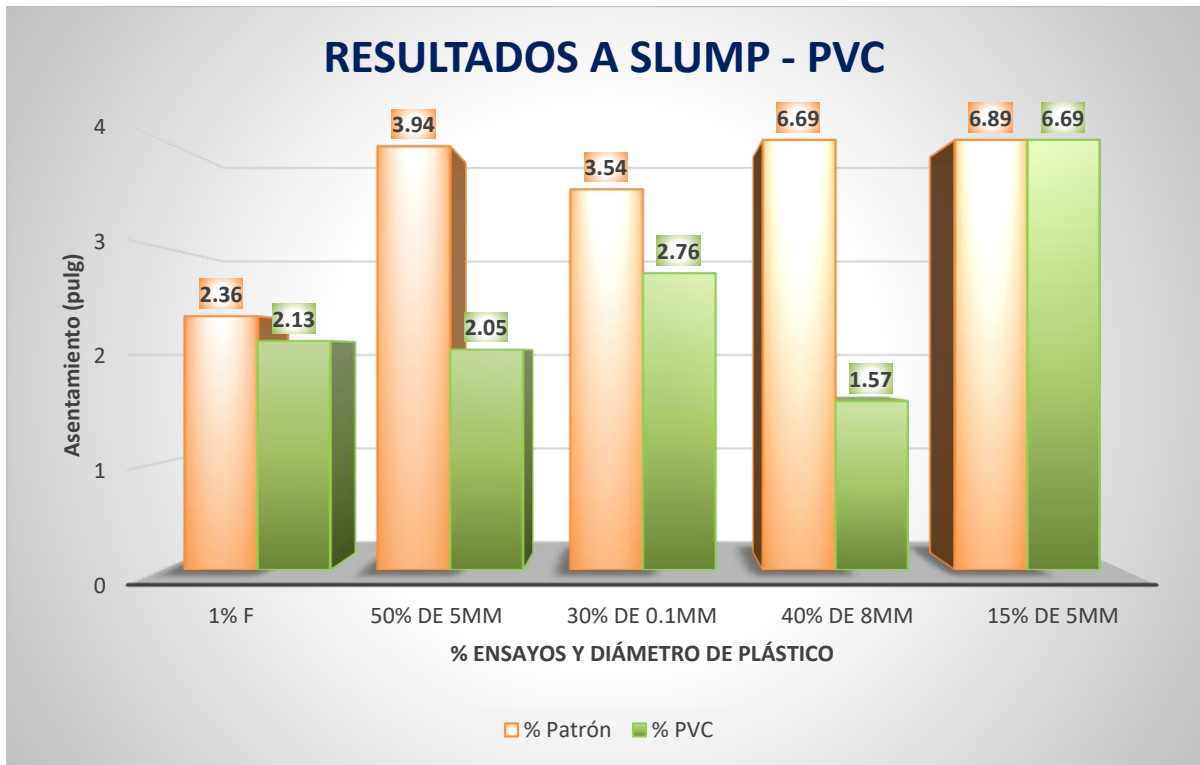


Figura 25 Resultados a slump con pvc triturado de 0 – 100%



Figura 26 Resultados a slump con pp triturado de 0 – 100%

“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”

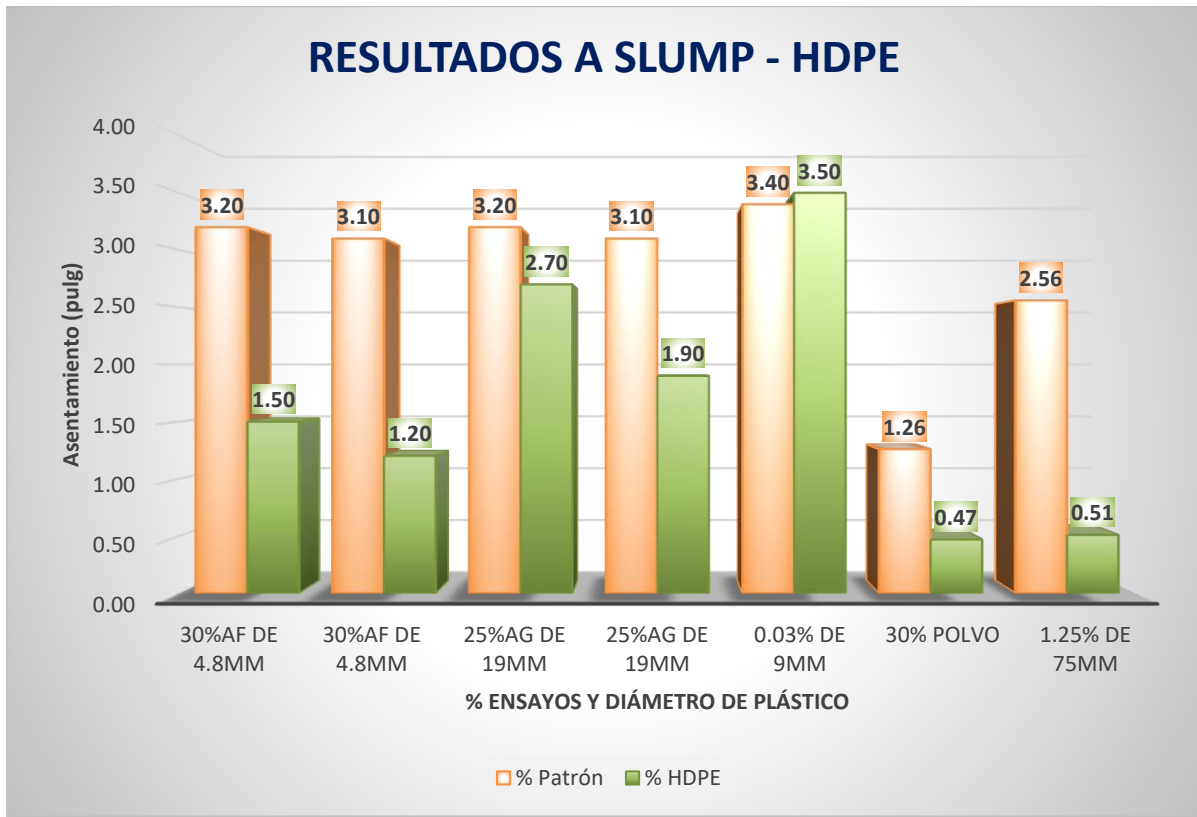


Figura 27 Resultados a slump con HDPE triturado de 0 – 100

RESULTADOS DE RPW

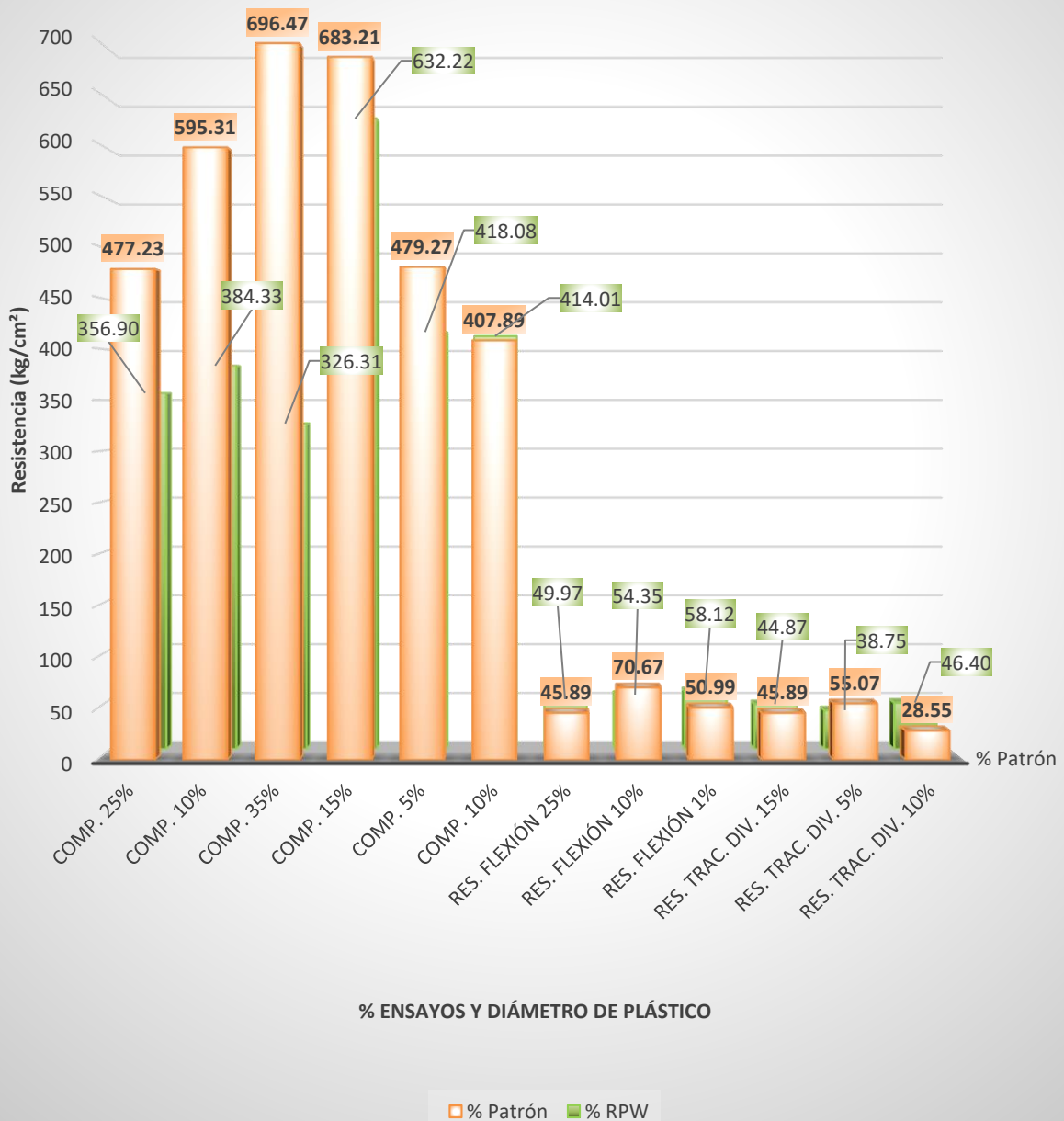


Figura 28 Resultados a tracción con RPW triturado de 0 – 100%

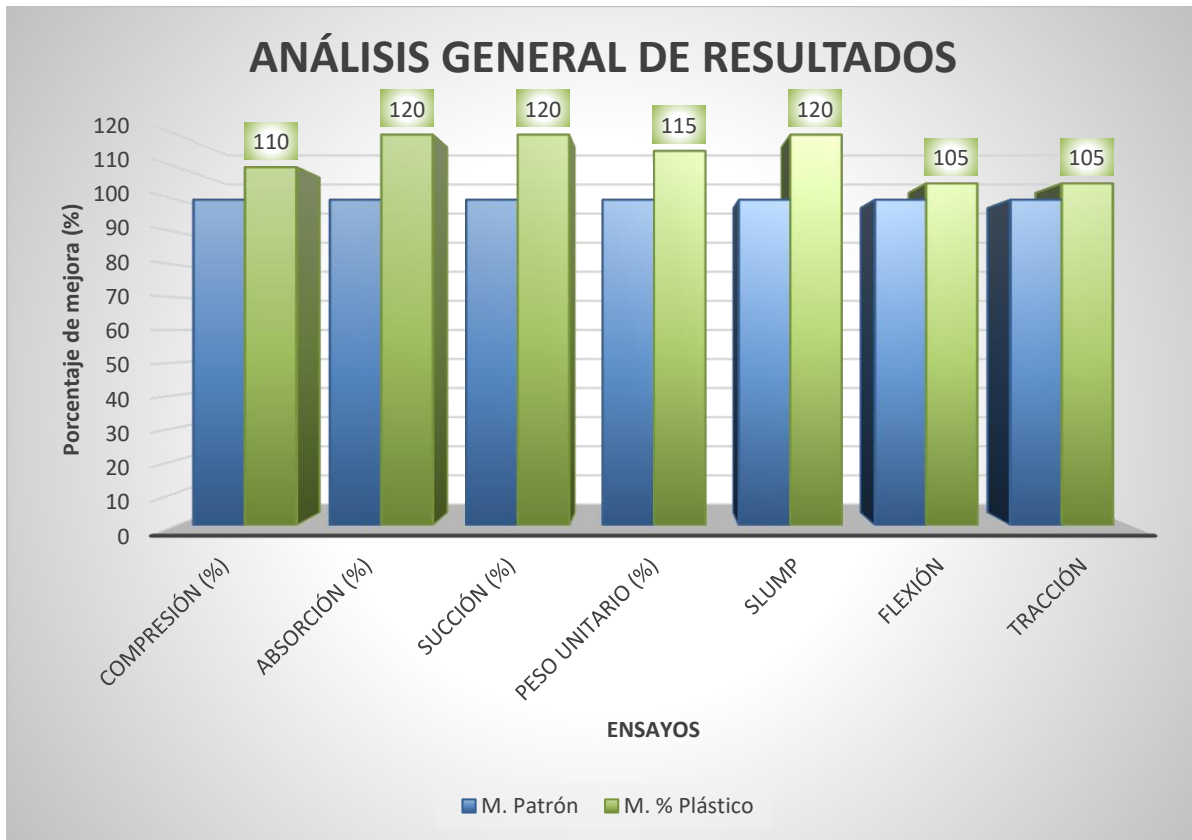


Figura 29 Resultados general de todos los ensayos realizados con plástico y convencional

La figura 25, muestra el resumen de los resultados de forma general, considerando el promedio de los principales ensayos que se realizaron, es por ello que muestra una forma global comparándose las muestras convencionales y las muestras con diferentes adiciones de plásticos, contribuyendo ventajas y desventajas como material de construcción.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los ensayos tienen características diferentes, pero con un método de diseño común que es el ACI, de tal manera que permite realizar las comparaciones de propiedades de los especímenes, en cuanto al cálculo de diseño de concreto en este caso algunas características son similares y que son establecidas por tablas, pero en el caso de la cantidad de agregado grueso que se emplea en las muestras, se puede decir que influye notablemente en su resistencia, del cual se puede apreciar que si se utiliza cantidades mayores a 400 kg/m^3 , este experimenta reducciones en sus propiedades físicas y mecánicas; con un contenido de cemento mayores a 370 kg/m^3 teniendo en cuenta la relación agua/cemento que no excedan los límites permitidos, y de la misma manera el contenido de agua a partir de 205 lt/m^3 .

Las canteras ofrecen agregados ya sea de cerro o de río, según los resultados que muestran las tablas en el Perú el agregado de cerro brinda resultados óptimos en su resistencia, puesto que en otros casos predomina el agregado de río, pero ya según el manejo del tamaño máximo nominal del agregado grueso que utilicen, esto que no excedan los $\frac{3}{4}$ " o 1" según los datos recolectados, y que serán adheridos con el tipo de cemento tradicional (Tipo I), que en un 70% de las investigaciones lo utilizan, mientras que otras tienden por emplear cementos resistentes al intemperie, el salitre, los agentes químicos o los sulfatos.

En cuanto a la investigación del estudio comparativo del plástico PET incorporado en el concreto convencional que se muestra en la tabla 12 realizado por Aquino Castro (2019), se puede observar la variación de acuerdo al concreto de diseño $210(\text{kg/cm}^2)$ en un 1.06% de aumento, con el óptimo inicial de 1% de adición de plástico pet reciclado en tamaño máximo de 12.70mm. Brindando un resultado viable al aumentar su resistencia a compresión según la NTP 339.034.

Por otro lado el plástico PET no ofrece un óptimo resultado según la tabla 13 del estudio de resistencia a compresión de dicho material en el concreto, de acuerdo al diseño de 210(kg/cm²), donde se realizó testigos con 0% y también con diferentes porcentajes de plástico Pet con tamaños máximos de 4.8mm en reemplazo por agregado fino, donde el resultado más cerca al 220.01 (kg/cm²) que arrojó la muestra tradicional, fue el de 5% llegando a 191.48 (kg/cm²), en el cual se observa una disminución de resistencia del 13%.

Asimismo, el plástico PET en la incorporación con el concreto según el estudio que presenta Mahyar (2016) en la tabla 34, se observa un incremento que varía considerablemente con respecto al concreto tradicional de 356.90 (kg/cm²), en un 31% a compresión, empleándose tamaños máximos de 2mm, utilizando agregado de río y cemento portland ordinario tipo I; de igual manera aumentó su resistencia a compresión diametral en un 24%, utilizando 10% de agregado pet.; Asimismo aumentó su resistencia a flexión en un 27% empleando 5% de dicho material.

Con respecto al policloruro de vinilo (PVC), su resistencia a compresión disminuye en un 12%, de igual forma su resistencia a tracción por división en un 10% y también a flexión en un 5%; esto según el estudio realizado por Mohammed (2019) que se muestra en la tabla 23, haciendo uso de cables de desechos electrónicos de PVC, con partículas menores a 30mm y empleando agregado de río.

Por otra parte Kumar y Ling (2019), demuestran lo contrario en su investigación del concreto con fibras de PVC que se muestra en la tabla 25, en el que se puede observar la variación de 30% con respecto a la resistencia a compresión con 0.8%, con el concreto patrón de 387.49 (kg/cm²), en el cual brinda una mejora al concreto, asimismo su resistencia a tracción dividida aumenta en un 16% y en un 14% su resistencia a flexión, de tal forma se reduce su

asentamiento en un 10%; en los cuales empleó fibras de cables eléctricos de PVC, para realizar probetas circulares en dichos ensayos.

En el caso del polipropileno (PP), según Mahumoud Hama (2020) en su estudio de dicho material con el concreto, se puede apreciar un aumento de resistencia a compresión de un 17% con respecto al concreto convencional de 356.90 (kg/cm²), asimismo aumento su resistencia a tracción dividida y su resistencia a flexión en un 14% y 15% respectivamente, en el cual utilizó partículas de tamaño máximo de 14mm y empleando agregado de río.

Asimismo, el plástico polipropileno (PP) aumenta su resistencia a compresión en un 19%, con respecto al concreto patrón de 406.87 (kg/cm²) según la tabla 33, en el cual se puede observar un asentamiento menor de parte del concreto con 1.25% de PP, con respecto a 7.48% de dicho material, de tal manera que utilizó tamaños máximos de 20mm y cemento portland tipo I.

En cuanto al polietileno de alta densidad (HDPE), su resistencia a compresión aumenta en un 5% con respecto al concreto patrón de 388.51 (kg/cm²), asimismo aumentó su resistencia a tracción por flexión en un 6% con respecto a 33.85 (kg/cm²), por otra parte, disminuyó su asentamiento en un 80% del total del material empleado, utilizando por su parte fibras no mayores a 75mm y con cemento portland tipo I.

En las muestras de concreto adicionados HDPE, se observa que existe un aumento no muy significativo en la resistencia a la compresión y más aún si el reemplazo se hace en el agregado fino. En los resultados de los ensayos realizados de peso unitario, al agregar 45% de plástico PET y 30% de plástico HDPE a las muestras de concreto estas disminuyen en un máximo de 15% con respecto a las muestras convencionales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede detallar los efectos que contribuye el plástico por medio de especímenes o testigos de concreto con agregado de PET, en sus

diferentes proporciones máximos de 20%, 35%, 45%, 50 y 100% y con una resistencia de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 , muestran un comportamiento desfavorable en referencia a las proporciones mínimas 0.09%, 0.3%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, 5%, 6%, 7%, 10% de acuerdo a cada investigación comparada en los resultados de ensayos de resistencia a la compresión con el concreto patrón.

Para los ensayos realizados en asentamiento nos muestra un resultado en las muestras convencionales con el mismo Slump, es decir con 0% de plástico Pet. Por otro lado, adicionando con 45% de dicho plástico su asentamiento es de 1.5 pulg; adicionando con 15% su asentamiento es de 1 pulg. Esto se debe a diferentes factores, en el caso de 45% de plástico Pet su Slump va disminuyendo en un 62.5%; para el caso de 15% de plástico Pet esto también va disminuyendo en un 75%; es decir, cuando se le incorpora menor material de plástico Pet el asentamiento estaría ligeramente por debajo de los resultados del concreto convencional (4” Slump), pero si se le sigue agregando el asentamiento va disminuyendo.

Según el caso con 15% de plástico Pet; y si se sigue adicionando aún más dicho plástico, sus resultados ya no van hacer favorables y nuevamente va aumentando su asentamiento, como se da en el caso de 45% de plástico Pet. Con estos porcentajes de adición cumplen porque están por debajo de los valores del concreto convencional, por ende, el plástico Pet es favorable y muestra factores positivos al concreto en cuanto a su Slump según las investigaciones desarrolladas.

Reyna Pari (2016), en su estudio “Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo”, demostró que, si se puede reutilizar residuos de plástico PET en los porcentajes de 5%, 10% y 20%, como reemplazo en los agregados del concreto; al analizar todas las investigaciones ninguna llegó a resultados favorables adicionando plástico PET en el

concreto ya sea con menos o más porcentajes de este, siendo la investigación de Reyna Pari, C., la única que obtiene resultados favorables en la adición de plástico PET en el concreto.

Una de las limitaciones que se puede apreciar en el diseño de concreto, es la proporción de agregado grueso utilizado, ya sea de canteras que no brindan el tamaño máximo nominal requerido para el diseño, es por ello que no obtenemos resultados superiores al concreto de referencia, por diferentes factores al no tener un agregado óptimo, esto afecta a la variación del contenido de agua y la reducción de la cantidad de cemento hasta menores de 380 kg/m^3 ; en cuanto al agregarle plástico reciclado su asentamiento se reduce, pero a la vez surge una nueva limitación que es el costo que se emplea para utilizar en mayores cantidades dichos plásticos.

Seguidamente otra de las limitaciones que también se tiene en cuenta es con respecto a los plásticos, puesto que presenta una baja resistencia a temperaturas elevadas, es por ello que dichos materiales no son recomendables para construcciones o ambientes que se encuentren expuestos al calor prominente como hornos, el cual conlleva a presentar variaciones en su comportamiento físico y mecánico.

Por otra parte, la limitación al poco acceso a la información con respecto a la adición del plástico PP, PVC, PP y HDPE en el concreto, los estudios analizados no cuentan con similares características con respecto a los ensayos, no todos cuentan con las mismas proporciones de agregados o tipo de material utilizado, para poder efectuar una mejor comparación y obtener resultados más específicos.

En cuanto a las implicancias, este estudio ofrece un aporte teórico, en el cual consiste según los resultados obtenidos, como primer efecto en mejorar el comportamiento del concreto en el uso que se le puede dar, de esta manera aumentar su resistencia significativamente empleando el plástico en partículas menores a 15mm, siendo los más óptimos los menores a 5mm, como un nuevo agregado que reemplazará al agregado fino con proporciones menores a

15% para el caso de PET, PP y HDPE, ya que estos mostraron un resultado más eficiente y un mejor comportamiento en resistencia, de tal forma haciendo uso de agregado de cerro y el cemento portland tipo I que es el más común en las construcciones, o en casos particulares de tipo MS o IP. Puesto que, si se le agrega mayor porcentaje de plástico, esto tiende a reducir su resistencia con respecto al concreto convencional, según el 90% de autores que coinciden con estas proporciones. Ver anexo 3. Por otra parte, con el uso del plástico reciclado se estaría involucrando en el aporte de reducción de contaminación ambiental que dichos materiales generan cada año, para luego optar por una mejora del planeta, según los datos estadísticos que indicaron fuentes antes ya mencionada.

Con respecto a las conclusiones, se puede mencionar que en la presente investigación se acepta la hipótesis planteada, ya que al emplear proporciones de plástico (PET, PVC, PP y HDPE) menores a 10% su resistencia aumenta hasta en un 35% con respecto al concreto convencional, siendo las proporciones más viables menores a 5%.

Con respecto a la incorporación de residuos de plástico reciclado de polietileno tereftalato (PET), proporcionó un efecto positivo al concreto, al reemplazar al agregado fino y/o agregado grueso en diferentes tamaños, en polvo de 0.05mm hasta partículas de 75mm. Dichos efectos fueron a compresión más del 60% de resultados positivos, a tracción dividida en un 100%, resistencia a la flexión en un 100% y slump en un 100% del total de ensayos, con porcentajes mayores al 15% de dicho agregado plástico, puesto que a mayor proporción disminuye su asentamiento. Esto se debe al aumento al tamaño óptimo de agregado utilizado.

Por otra parte, con respecto a los residuos de plástico de policloruro de vinilo (PVC), causó también un efecto positivo al concreto, pero con menos resultados viables que los demás plásticos. De tal manera que los efectos con respecto a la resistencia a compresión no fueron óptimos, ya que solo se recolectó un 40%, las cuales fueron positivas, es decir, resultados en el

que aumentó su resistencia y el restante fue negativo, es decir, resultados por debajo del concreto patrón; con respecto a tracción dividida fue 60% de resultados positivos; la resistencia a la flexión en un 70% y slump en un 100% del total de ensayos. Así mismo se reemplazó al agregado fino y/o agregado grueso en diferentes tamaños, en láminas o partículas desde de 1mm hasta 66mm de reciclado de tuberías, con proporciones plásticas mayores a 15%.

En cuanto al plástico reciclado de polipropileno (PP), los resultados fueron óptimos, ya que proporcionó un efecto positivo al concreto, se reemplazó al agregado fino y/o agregado grueso en diferentes tamaños, partículas desde 0.05mm hasta de 75mm. Tales efectos a compresión fueron más del 70% de resultados viables; a tracción dividida y resistencia a la flexión en un 100% y slump en un 60% del total de ensayos, con proporciones mayores a 20% de agregado plástico. Con una proporciones de TMN menores a 1”.

Asimismo, para el efecto del plástico de polietileno de alta densidad (HDPE), los resultados fueron convenientes, los cuales se reemplazó al agregado fino y/o agregado grueso en diferentes tamaños, partículas desde 0.05mm hasta de 75mm, según los diferentes ensayos. Es por ello que las pruebas a compresión fueron 80% de resultados positivos, en cuanto a su aumento de resistencia; a tracción dividida solo fue en un 40% y un asentamiento a más del 90% del total de ensayos con proporciones mayores al 25% de dicho agregado plástico.

De acuerdo a los estudios recolectados, el orden en el que el plástico ofrece resultados más óptimos de mayor a menor rango es el polipropileno (PP), seguidamente por el polietileno de alta densidad (HDPE), luego el polietileno tereftalato (PET) y por último no muy recomendable el policloruro de vinilo (PVC), esto con respecto a las propiedades mecánicas a las cuales fueron sometidas, siendo el más importante para la construcción en este caso es a compresión.

Referencias

- 360 En Concreto. (2019). Obtenido de Resistencia Mecánica del concreto y resistencia a la compresión: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>
- Alqahtani, F. K., Abotaleb, I. S., & ElMenshawy, M. (2021). *Análisis del costo del ciclo de vida del concreto verde liviano que utiliza agregados plásticos reciclados (tesis de pregrado)*. Universidad Americana de El Cairo, P.O. Box, New Cairo., El Cairo, Egipto.
- Amigos de la Tierra. (s.f.). Obtenido de Reciclaje del plástico - Fresno.pntic.mec.es: http://fresno.pntic.mec.es/mlopez26/Web_plasticos/Templates/Adt_reciclaje-plasticos-2.pdf
- Andina Difusión. (15 de marzo de 2021). Obtenido de INEI: sector construcción registró un crecimiento de 15.22% en enero del 2021: <https://andina.pe/agencia/noticia-inei-sector-construccion-registro-un-crecimiento-1522-enero-del-2021-837442.aspx>
- Aquino Castro, Y. J. (2019). *Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.
- Arteplástica. (2017). Obtenido de El Plástico PET, ¿para qué se usa?: <https://arteplastica.es/el-plastico-pet-para-que-se-usa/>
- Astopilco Valiente, A. J. (2015). *"Comparación de las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca, 2015"*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Awoyera, P. O., Olalusi, O. B., & Iweriebo, N. (2020). *"Propiedades físicas, de resistencia y a microescala del hormigón reforzado con fibra plástica que contiene partículas finas de cerámica"*. Ota, Nigeria.
- Belmokaddem, M., Mahi, A., Senhadji, Y., & Yilmaz Pekmezci, B. (2020). *"Propiedades mecánicas, físicas y morfología del hormigón que contiene residuos plásticos como agregado"*. Orán, Argelia.
- Belmokaddem, M., Mahi, A., Senhadji, Y., & Yilmaz Pekmezci, B. (2020). *Propiedades mecánicas, físicas y morfología del hormigón*. Universidad de Mascara, Argelia, Oran, Argelia.
- Bravo Monteza, I. A., & Carrasco Lopez, K. R. (2019). *"Elaboración de concreto f'c 210 kg/cm² con adición de polietileno HDPE"*. Jaén, Perú.
- Buscador de Arquitectura. (2016). Recuperado el 4 de setiembre de 2021, de <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/20998.html#>

- Calcina Paredes, M. R., & Delgado Medina, C. A. (2019). "Análisis de la utilización de residuos plásticos HDPE como reemplazo parcial de los componentes del concreto para resistencias $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 , en la ciudad de Arequipa". Arequipa, Perú.
- Cartenplast. (16 de Abril de 2018). Obtenido de HDPE Polietileno a alta densidad: <https://cartenplast.com/es/hdpe-polietileno-a-alta-densidad/>
- ChemicalSafetyFacts.org. (2020). Obtenido de Cloruro de polivinilo: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/cloruro-de-polivinilo/>
- Choquepuma Puma, F. (2007). "Estudio de factibilidad para la fabricación de separadores de concreto a partir del residuo plástico polietileno en la empresa representaciones". Lima.
- Construir. (5 de JULIO de 2017). Obtenido de ¿Qué papel juega actualmente el plástico en una construcción?: <https://revistaconstruir.com/papel-juega-actualmente-plastico-una-construccion/>
- Corporación Aceros Arequipa, S. (2020). *Manual de Construcción para Maestros de Obra*. Obtenido de Manual del Maestro Constructor: <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/materiales-de-construccion/concreto.html>
- Cotto-Ramos, A., Dávila, S., Torres-García, W., & Cáceres-Fernández, A. (2019). "Propiedades del hormigón agregado de PVC reciclado bajo diferentes curados condiciones". Puerto Rico, Estados Unidos.
- Dagnino, J. (2014). Tipos de estudios. *Revista chilena de anestesia*, 104-108. doi:<https://revistachilenadeanestesia.cl/tipos-de-estudios/>
- Echeverría Garro, E. R. (2017). "Ladrillos de concreto con plástico Pet". Cajamarca.
- Ecocosas. (16 de Julio de 2012). Obtenido de El adobe (ladrillos de barro y paja): <https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>
- EcuRed (a). (s.f.). Recuperado el 30 de Agosto de 2021, de Aislante eléctrico: https://www.ecured.cu/Aislante_el%C3%A9ctrico
- EcuRed (e). (s.f.). Recuperado el 08 de setiembre de 2021, de Investigación no experimental: https://www.ecured.cu/Investigaci%C3%B3n_no_experimental
- El Peruano. (12 de junio de 2021). Obtenido de Producción mundial de plástico retrocedió en 2020 debido a la pandemia: <https://elperuano.pe/noticia/122511-produccion-mundial-de-plastico-retrocedio-en-2020-debido-a-la-pandemia>
- Envaselia. (2018). Obtenido de Qué es el Polipropileno: <https://www.ensavelia.com/blog/que-es-el-polipropileno-id13.htm>
- Estudios Geotécnicos. (3 de Abril de 2013). Obtenido de Permeabilidad de los suelos: concepto y determinación ("in situ" y en laboratorio): <http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/permeabilidad-de-los-suelos/>

- et al., A.-D. (2020). Propiedades mecánicas y térmicas del plástico reciclado ligero. 1-14.
- Evrarn, A., Akçaog̃lu, T., Ramyar, K., & Çubukçuoğ̃lu, B. (2020). "Efectos de residuos de plástico electrónico y polvo de mármol sobre endurecido propiedades del hormigón de alta resistencia". Chipre del Norte, Turquía.
- Faraj, R. H., Hama Ali, H. F., Sherwani, A. H., Hassan, B. R., & Karim, H. (2020). "Uso de plástico reciclado en hormigón autocompactante: una completa revisión sobre propiedades frescas y mecánicas". Kurdistán, Irak.
- Gross, M. (16 de Septiembre de 2010). *Google Académico*. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=que+es+una+investigacion+descruptiva&btnG=
- Guevara Cárdenas, D. M. (DICIEMBRE de 2018). *Tecnología del Plástico*. Obtenido de 2019, un año de retos para la industria plástica en América Latina: <http://www.plastico.com/temas/2019,-un-ano-de-retos-para-la-industria-plastica-en-America-Latina+128679?pagina=1>
- Hachi Quintana, J., & Rodríguez Mejía, J. (2010). "Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (pet), en la ciudad de Guayaquil". Universidad Pilitécnica Salesiana, Ecuador.
- Haghighatnejad, N., Yasin Mousavi, S., Jalal Khaleghi, S., Tabarsa, A., & Yousefi, S. (2016). "Propiedades del hormigón agregado de PVC reciclado bajo diferentes curados condiciones". Lahijan, Iran.
- Hossein Mohammadhosseini, & Mahmood Md. Tahir. (2018). "Rendimiento de durabilidad del hormigón que incorpora residuos metalizados. fibras plásticas y cenizas de combustible de aceite de palma". Johor, Malaysia.
- Inayath Basha, S., Ali, M. R., Al-Dulaijan, S. U., & Maslehuddin, M. (2020). "Propiedades mecánicas y térmicas del plástico reciclado agregado al hormigón ligero". Dhahran, Saudi Arabia.
- Inayath Basha, S., Ali, M. R., Al-Dulaijan, S. U., & Maslehuddin, M. (2020). *Propiedades mecánicas y térmicas del plástico reciclado ligero hormigón agregado*. Universidad King Fahd de Petróleo y Minerales, Dhahran, Arabia Saudita.
- Interempresas.Net*. (1 de Mayo de 2016). Obtenido de INTEREMPRESAS. Canales Sectoriales - Plástico: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/6309-PVC-El-segundo-plastico-de-mayor-consumo-en-el-mundo-con-una-cifra-anual-de-23-Mt.html>
- IPE*. (20 de abril de 2021). Obtenido de Instituto Peruano de Economía: Economía de Cajamarca cae 9.7% en 2020 debido a medidas de restricción: <https://www.ipe.org.pe/portal/economia-de-cajamarca-cae-9-7-en-2020-debido-a-medidas-de-restriccion/>
- Jahidul Islam, M., & Shahjalal, M. (2021). "Efecto del plástico de polipropileno en las propiedades del hormigón como parcial reemplazo de agregado de piedra y ladrillo". Dhaka, Bangladesh.

- Kou, S., Lee, G., Poon, C., & Lai, W. (2008). "*Propiedades del hormigón de áridos ligero preparado con granulado de PVC derivado de tubos de PVC raspados*". Hung Hom, Hong Kong, China.
- Kumar Kaliyavaradhan, S., & Ling, T.-C. (2019). "*Rendimiento del hormigón con Fibras de PVC*". Changsha, China.
- Lector Lafitte, M. A., & Villarreal Barragan, E. J. (2017). "*Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote*". Nuevo Chimbote.
- Leonardo-gr. (26 de Julio de 2019). *¿Por qué es importante reciclar el plástico?* Obtenido de Principales motivos para reciclar plástico: <https://www.leonardo-gr.com/es/blog/por-qu-es-importante-reciclar-el-pl-stico>
- Llanos Marrufo, W., & Llanos Marrufo, R. (2019). "*Efecto de dos niveles de reemplazo del 10% y del 15% del agregado grueso por plástico sobre la resistencia a la compresión axial del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$* ". Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Mahmoud Hama, S. (2020). "*Evaluaciones de resistencias, impacto y capacidad energética del hormigón bidireccional losas que incorporan residuos de plástico*". Arabia Saudita.
- Mahyar Azhdarpour, A., Reza Nikoudel, M., & Taheri, M. (2016). "*El efecto del uso de partículas de tereftalato de polietileno en los aspectos físicos y propiedades del hormigón relacionadas con la resistencia; una evaluación de laboratorio*". Teherán, Irán.
- Manjunatha, M., Dinesh, S., Balaji, K., & Chilukoti, S. (2021). "*Influencia del polvo de desecho de PVC y el humo de sílice en la resistencia y propiedades de la microestructura del hormigón: un estudio experimental*". Karnataka, India.
- Mohammadinia, A., Choy Wong, Y., Arulrajah, A., & Horpibulsuk, S. (2018). *Evaluación de la fuerza de la utilización de residuos plásticos reciclados y reciclado de vidrio triturado en aceras de hormigón*. Universidad Tecnológica de Swinburne Melbourne, Victoria, Australia, Australia.
- Mohammed, A. A. (2019). "*Resistencia mecánica del hormigón con agregados de PVC*". Sulaimani, Irak.
- Mohammed, A., Mohammed, I., & Mohammed, S. (2018). "*Algunas propiedades del hormigón con áridos plásticos derivados de láminas de PVC trituradas*". Sulaimani, Irak.
- Mohammed, H., Monower Sadique, Shaw, A., & Bras, A. (2020). "*La influencia de la incorporación de plástico en el hormigón y el uso potencial de curado por microondas*". Liverpool, Reino Unido.
- Moreno, A. (26 de Febrero de 2018). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Anglismoreno/diseo-de-investigacin-89012765>
- Mousalli Kayat, G. (2015). *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa*. Universidad de los Andes, Venezuela.
- municaj.gob.pe*. (2016). Obtenido de 05-CAP-IV-S-3. Análisis y Caracterización de los Aspectos Sociales: <http://www.municaj.gob.pe/archivos/pdu/05-CAP-IV-S-3.pdf>

- Municipalidad Provincial de Cajamarca. (11 de febrero de 2021). Obtenido de Municaj: Instalamos contenedores con mensaje alusivo al cuidado del planeta mediante el reciclaje: <https://www.municaj.gob.pe/noticia/instalamos-contenedores-con-mensaje-alusivo-al-cuidado-del-planeta-mediante-el-reciclaje>
- Ninoslav Pešic, Stana Živanovic, Reyes Garcia, & Panos Papastergiou. (2016). *"Propiedades mecánicas del hormigón armado con HDPE reciclado fibras plásticas"*. Sheffield, Reino Unido.
- Ottazzi Pasino, G. (2004). *"Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado"*. Lima, Perú.
- Palomocano, M. (2017). Aislantes térmicos. España.
- Peralta Guevara, R. (2014). *Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y el concreto con material reciclado polietileno tereftalato (Pet) en la ciudad de Jaén, Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Pinedo Pérez, J. R. (2019). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c= 210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018*. Tarapoto, Perú.
- Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca. (2016). *ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LOS ASPECTOS SOCIALES*, 1-23.
- Punitha, V., Sakthieswaran, N., & Ganesh Babu, O. (2020). *"Investigación experimental de hormigón que incorpora residuos plásticos de HDPE y metacaolín"*. Tamilnadu, India.
- Quispe Boado, Á. A., & Miranda Mego, J. L. (2018). *influencia en la resistencia a la compresión d"El concreto convencional al sustituir agregado fino por plástico pet y caucho de llantas recicladas"*. Universidad Privada del Norte, Trujillo-Perú.
- Reyna Pari, C. A. (2016). *"Reutilización de plástico Pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo"*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Rodriguez, M., & Mendivelso, F. (2018). *Diseño de Investigación de Corte Transversal*. Fundación Universitaria Sanitas, Bogotá, Colombia.
- SeoBirdLife; Ecoembes. (2019). *Libera: Impacto del abandono del plástico en la naturaleza*. España. Obtenido de https://proyectolibera.org/dondeacabalabasuraleza/img/Impacto-de-los-plasticos-abandonados_LIBERA-def-1.pdf
- SP Group. (2018). *clasificación de los 7 códigos de identificación de los plásticos* . Obtenido de <https://www.spg-pack.com/blog/codigos-identificacion-plasticos/>
- Ugalde Binda, N., & Balbastre Benavent, F. (2013). *Investigación cuantitativa e Investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de Investigación*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Valencia López, V. E. (2016). *"Revisión documental en el proceso de investigación"*. Obtenido de UNIVIRTUAL: <https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf>


Vargas Cordero, Z. R. (2009). *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Wong, Y., Perera, S., Zhang, Z., Arulrajah, A., & Mohammadinia, A. (2020). *"Estudio de campo sobre acera de hormigón con plástico reciclado y vidrio triturado como materiales de relleno"*. Hawthorn, Australia.

Xuemiao Li, Tung-Chai Ling, & Kim Hung Mo. (2019). *"Funciones e impactos de los desechos de plástico / caucho como agregado ecológico en concreto - Una revisión"*. Hunan, China.

ANEXOS

ANEXO 1: Ficha Resumen


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA- CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
	FICHA RESUMEN DE INVESTIGACION		
	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLÁSTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021	
TESISTA	VASQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel	<u>N° DE FICHA</u> <u>RESUMEN:</u>	
ASESOR	Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel	01	

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
AUTOR	
AÑO	
TÍTULO	
PAÍS	
URL	

CONTENIDO DE INVESTIGACIÓN		
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA		
OBJETIVOS:	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
HIPÓTESIS:		

METODOLOGÍA	
TIPO DE INVESTIGACIÓN	
VARIABLES DE ESTUDIO	
POBLACIÓN Y MUESTRA	


OBSERVACIONES:		
TESISTA		ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA- CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
	FICHA RESUMEN DE INVESTIGACIÓN	
	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLÁSTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021
	TESISTA	VASQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel
ASESOR	Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel	<u>N° DE FICHA</u> <u>RESUMEN:</u> 01

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:	
ENSAYOS	
CONCRETO	
Granulometría	Absorción
Contenido de Humedad	Slump
Abrasión	Resistencia a la tracción
Peso Unitario	
Resistencia a la compresión	
Resistencia a la flexión	
Peso específico	

RESULTADOS

OBSERVACIONES:		
TESISTA		ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA – CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
	FICHA RESUMEN DE INVESTIGACION	
	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLÁSTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021
TESISTA	VÁSQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel	<u>N° DE FICHA</u> <u>RESUMEN:</u> 01
ASESOR	Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel	

TÍTULO DE INVESTIACIÓN:

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

OBSERVACIONES:

TESISTA

ASESOR

NOMBRE:

NOMBRE:


NOMBRE:

FECHA:

FECHA:

FECHA:

ANEXO 2: Ficha de Recolección de Datos


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - SEDE CAJAMARCA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA – CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS			
	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLÁSTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021		
TESISTA	VÁSQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel		N° DE FICHA: 01	
ASESOR	Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel			

TÍTULO DE INVESTIACIÓN:				
CONCRETO				
Resistencia (f'c)				
TIPO DE ADITIVO		% DE ADICIÓN DE ADITIVO		
Polietileno Tereftalato (PET)				
Policloruro de Vinilo (PVC)				
Polipropileno (PP)				
Polietileno de Alta Densidad (HDPE)				
PROPORCIÓN				

AGREGADOS				
Agregado de Río		Agregado de Cerro		Agregado de Cantera
AGRAGADO FINO			AGREGADO GRUESO	
Contenido de Humedad		Contenido de Humedad		
Peso Específico		Peso Específico		
Módulo de Finura		Módulo de Finura		
Absorción		Absorción		
Peso Unitario Suelto		Peso Unitario Suelto		
Peso Unitario Compactado		Peso Unitario Compactado		

RESULTADOS				
% ADITIVO	ENSAYO: Resistencia a la Compresión (kg/cm²) (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
CONCLUSIÓN	Aumenta la Resistencia a la Compresión del Concreto			
	Disminuye la Resistencia a la Compresión del Concreto			


OBSERVACIONES:		
TESISTA		ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA – CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
	FICHA DE REOLECCION DE DATOS		
	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLÁSTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021	
	TESISTA	VÁSQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel	N° DE FICHA TÉCNICA: 01
ASESOR	Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel		

TÍTULO DE INVESTIACIÓN:				
RESULTADOS				
% ADITIVO	ENSAYO: Tracción (kg/cm²) (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
CONCLUSIÓN	Aumenta la Resistencia a Tracción del Concreto			
	Disminuye la Resistencia a Tracción del Concreto			

TÍTULO DE INVESTIACIÓN:				
RESULTADOS				
% ADITIVO	ENSAYO: Flexión (kg/cm²) (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
CONCLUSIÓN	Aumenta la Resistencia a Flexión del Concreto			
	Disminuye la Resistencia a Flexión del Concreto			


OBSERVACIONES:		
TESISTA		ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA		
	FACULTAD DE INGENIERIA – CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
	FICHA DE REOLECCION DE DATOS		
	TESIS	EFECTO DE LAS ADICIONES DE PLÁSTICO RECICLADO EN DIFERENTES PORCENTAJES, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ACORDE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANTERIORES INVESTIGACIONES, CAJAMARCA 2021	
TESISTA	VÁSQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel	<u>N° DE FICHA</u> <u>TÉCNICA:</u> 01	
ASESOR	Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel		

TÍTULO DE INVESTIACIÓN:				
RESULTADOS				
% ADITIVO	ENSAYO: Slump (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
CONCLUSIÓN	Aumenta el Slump del Concreto			
	Disminuye el Slump Concreto			

OBSERVACIONES:		
TESISTA		ASESOR
NOMBRE:		NOMBRE:
FECHA:		FECHA:

ANEXO 3: Proporción de aporte óptimo del concreto con plástico reciclado

FICHA DE PROCESO																											
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – SEDE CAJAMARCA FACULTA DE INGENIERÍA – CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	Paginación de procedimiento: 1 de 1																									
		FECHA: 09/10/2021																									
	“PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS DE PLÁSTICO EN EL CONCRETO”	VERSIÓN: 1																									
ELABORADO POR	VÁSQUEZ RIVASPLATA, Abner Michel																										
<p>1. <u>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL</u></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">CONCRETO</th> <th style="width: 50%;">PLÁSTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Referencia 210 kg/cm² - Agregado de cerro - Relación agua cemento: 0.56 - Cemento portland Tipo I y/o MS - Agregado grueso TMN: ½” - Volumen de agua 216 lt/m³ - Contenido de humedad < 1% </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Plástico reciclado: PET, PP y HDPE - Partículas < 15mm - Proporciones menores al 15% - Fibras, partículas, polvo </td> </tr> </tbody> </table> <p>2. <u>PORCENTAJE DE MEZCLA</u></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">MATERIAL</th> <th colspan="6">PORCENTAJE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plástico</td> <td>3%</td> <td>5%</td> <td>7%</td> <td>9%</td> <td>11%</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Suelo</td> <td>97%</td> <td>95%</td> <td>93%</td> <td>91%</td> <td>89%</td> <td>85%</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. <u>OBTENCION DE FIBRAS DE PLÁSTICO</u> Para que sea factible la elaboración de concreto con plástico reciclado se recomienda utilizar fibras menores o iguales a 10 mm.</p> <p>4. <u>MEZCLA</u> Se tendrá en cuenta el porcentaje de adición del plástico, observando que al humedecer el suelo se tiene que retirar las piedras mayores a 5 mm y otros elementos extraños. Método de elaboración ACI.</p> <p>5. <u>SECADO</u> Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas. Las muestras pasaran a una temperatura de 110 °C ± 5°C El tiempo de ensayo a los 28 días</p> <p>6. <u>ENSAYOS</u> Los ensayos se realizarán en piezas totalmente secas, y esfuerzos admisibles mínimos serán los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Resistencia a la compresión de la unidad: Se ensayará cada espécimen F_c= 210 kg/cm² 			CONCRETO	PLÁSTICO	<ul style="list-style-type: none"> - Referencia 210 kg/cm² - Agregado de cerro - Relación agua cemento: 0.56 - Cemento portland Tipo I y/o MS - Agregado grueso TMN: ½” - Volumen de agua 216 lt/m³ - Contenido de humedad < 1% 	<ul style="list-style-type: none"> - Plástico reciclado: PET, PP y HDPE - Partículas < 15mm - Proporciones menores al 15% - Fibras, partículas, polvo 	MATERIAL	PORCENTAJE						Plástico	3%	5%	7%	9%	11%	15%	Suelo	97%	95%	93%	91%	89%	85%
CONCRETO	PLÁSTICO																										
<ul style="list-style-type: none"> - Referencia 210 kg/cm² - Agregado de cerro - Relación agua cemento: 0.56 - Cemento portland Tipo I y/o MS - Agregado grueso TMN: ½” - Volumen de agua 216 lt/m³ - Contenido de humedad < 1% 	<ul style="list-style-type: none"> - Plástico reciclado: PET, PP y HDPE - Partículas < 15mm - Proporciones menores al 15% - Fibras, partículas, polvo 																										
MATERIAL	PORCENTAJE																										
Plástico	3%	5%	7%	9%	11%	15%																					
Suelo	97%	95%	93%	91%	89%	85%																					