

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Estudio comparativo de investigaciones sobre concreto elaborado con material plástico reciclado como partículas en adición y/o reemplazo de los agregados**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Narcis Hidalgo Sanchez**

**ASESOR**

**Hector Augusto Gamarra Uceda**

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

**Chiclayo, 2022**

# TIB NARCIS HIDALGO SANCHEZ - 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

29%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://www.uca.edu.sv">www.uca.edu.sv</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.untumbes.edu.pe:8080">repositorio.untumbes.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
9	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1%

## Índice

Resumen .....	4
Abstract.....	5
I. Plan de Investigación .....	6
1. Planteamiento del Problema:.....	6
1.1. Situación Problemática .....	6
1.2. Formulación del problema .....	10
1.3. Justificación .....	10
2. Marco Teórico:.....	11
2.1. Antecedentes del Problema.....	11
2.1.1. Normativas Técnica Peruana .....	15
2.1.2. Manual de elaboración de materiales- MTC .....	17
2.2. Definición de Términos Básicos .....	17
2.2.1. Concreto .....	17
2.2.2. Componentes del Concreto.....	19
2.2.3. Curado del Concreto .....	20
2.2.4. Plástico .....	20
3. Hipótesis y Variables: .....	21
3.1. Formulación de la Hipótesis .....	21
3.2. Variables – Operacionalización .....	22
3.2.1. Variables.....	22
3.2.2. Operacionalización .....	22
3.3. Objetivo General.....	23
3.4. Objetivos Específicos .....	23
4. Diseño Metodológico:.....	23
4.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis .....	23

4.2.	Población, muestra de estudio .....	23
4.3.	Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	24
4.3.1.	Métodos .....	24
4.3.2.	Técnicas .....	24
4.3.3.	Instrumentos .....	24
4.4.	Plan de Procesamiento para análisis de datos .....	24
5.	Conclusiones y Recomendaciones .....	25
5.1.	Conclusiones .....	25
5.2.	Recomendaciones .....	25
6.	Referencias .....	26
II.	Actividades y Previsión de recursos.....	28
1.	Cronograma de Actividades.....	28
2.	Presupuesto .....	29
3.	Financiamiento.....	29

## Resumen

La presente investigación tiene por objetivo realizar una comparación entre las metodologías de diseño de mezclas de concreto hecho con partículas plásticas de origen reciclado. Así mismo, se busca comparar los resultados sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto hecho con porcentajes de adición o como sustitución del agregado fino de acuerdo a trabajos elaborados a nivel nacional e internacional. La búsqueda de materiales reciclados que hagan del concreto un elemento sostenible en construcción es importante dada al crecimiento en la demanda de concreto en la ciudad, como material constructivo por su noble comportamiento mecánico ante esfuerzos de compresión y su función aportadora de resistencia a flexión conjuntamente con el refuerzo requeridos en proyectos de edificaciones, es que se busca aportar en la verificación de la interacción de los materiales tradicionales que conforman la mezcla con las partículas de plástico reciclado. La alternativa, además, busca disminuir la explotación de los recursos áridos, en específico la arena, dándole un nuevo uso al material plástico que es reciclado y procesado hasta su trituración o por medio de fibras y por ende siendo una solución ingenieril con enfoque ecológico. La hipótesis que se plantea es que se obtendrá posibles porcentajes de uso como reemplazo en el proyecto de investigación, así como el procedimiento más conveniente para su aplicabilidad con agregados de la localidad de Chiclayo. El proyecto maneja como variables dependientes el comportamiento mecánico y propiedades físicas del concreto y como independientes el porcentaje de adición y/o reemplazo de partículas plásticas.

**Palabras clave:** comportamiento mecánico, concreto, plástico, recopilación investigativa

### **Abstract**

The objective of this research is to make a comparison between the methodologies for the design of concrete mixtures made with plastic particles of recycled origin. Likewise, it seeks to compare the results on the physical and mechanical properties of concrete made with addition percentages or as a replacement for fine aggregate according to works carried out at a national and international level. The search for recycled materials that make concrete a sustainable element in construction is important given the growth in the demand for concrete in the city, as a construction material due to its noble mechanical behavior in the face of compressive stresses and its role in providing resistance to bending together with The reinforcement required in building projects is that it seeks to contribute to the verification of the interaction of the traditional materials that make up the mixture with the recycled plastic particles. The alternative also seeks to reduce the exploitation of arid resources, specifically sand, giving a new use to the plastic material that is recycled and processed until it is crushed or through fibers and therefore being an engineering solution with an ecological approach. The hypothesis that arises is that possible percentages of use will be obtained as a replacement in the research project, as well as the most convenient procedure for its applicability with aggregates from the town of Chiclayo. The project handles the mechanical behavior and physical properties of the concrete as dependent variables and the percentage of addition and/or replacement of plastic particles as independent variables.

**Keywords:** mechanical behavior, concrete, plastic, investigative collection

## I. Plan de Investigación

### 1. Planteamiento del Problema:

#### 1.1. Situación Problemática

Durante la última década se ha visto reflejado en nuestra localidad y a nivel nacional la necesidad de construir más infraestructura de vivienda y demás servicios que hagan de la población una convivencia digna y segura, en consecuencia, la demanda de concreto como elemento estructural y no estructural ha ido en aumento. Así mismo se ha venido buscando formas alternativas de hacer del concreto un material más sostenible con nuestro medio y a la vez buscar que sus propiedades, mecánicas y de durabilidad, alcancen las exigencias requeridas para su puesta en servicio y mejor aún ser potenciadas. Por lo que se plantea realizar diseños de mezclas con materiales plásticos reciclados y estudiar cual es la mejor aplicabilidad de este elemento artificial.

Las construcciones en la ciudad de Chiclayo han ido en aumento a lo largo de la última década, se llegó a registrar a partir del 2010 en el departamento de desarrollo urbano de la Municipalidad provincial un aumento solo en el número de licencias de edificaciones en las diversas modalidades como lo son proyectos de ampliación, edificaciones nuevas, remodelación y cerco (ver Cuadro 01). Además, se tiene conocimiento que anualmente se venían otorgando un promedio de 1000 licencias de ejecución hasta el año 2020 por parte de la subgerencia de obras privadas. Por lo que, se hace notar que la demanda de concreto como material estructural en el uso para obras civiles de edificaciones y demás está en crecimiento; así mismo se hace hincapié que si bien la situación sanitaria ha originado una disminución del desarrollo y ejecución de muchas obras a nivel nacional y regional, conforme la seguridad sanitaria se vea recuperada el sector construcción tendrá nuevos retos y un mayor alcance debido a la necesidad en infraestructura y vivienda que requieren los ciudadanos.

El concreto como material de construcción universal que tiene buen comportamiento a esfuerzos por compresión, se conoce que entre sus componentes son los agregados quienes ocupan alrededor de un 75% del volumen de la mezcla. Por lo que, complementado a lo descrito en el párrafo anterior es más que lógico

que el consumo de agregados como la arena gruesa acreciente definitivamente para la elaboración del concreto y dado a sus propiedades la extraída en canteras locales es de mejor calidad. En consecuencia, se estaría aportando significativamente a disminuir la cantidad del árido fino que conforma el diseño de concreto y así darle un respiro a su explotación, teniendo como alternativa la reutilización de material reciclado PET mecánicamente triturado.

Cuadro 01: Edificaciones 2010-2013 (m2) por Destino [1].

EDIFICACIONES	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Ampliación	118 341,31	168 947,22	181 452,99	209 712,34	678 453,86
Edificación nueva	138 946,70	167 953,75	311 225,75	331 225,75	949 351,95
Remodelación	4 218,49	6 578,82	9 613,91	12 585,39	32 996,61
Cerco	5 414,21	6 327,15	8 693,85	10 037,64	30 472,85
<b>TOTAL</b>	<b>266 920,71</b>	<b>349 806,94</b>	<b>510 986,50</b>	<b>563 561,12</b>	<b>1 691 275,27</b>

Fuente: Gerencia De Urbanismo-MPCH

A continuación, en el Cuadro 02 se muestra la cantidad en toneladas métricas de arena extraída de canteras de nivel nacional. Este registro actualizado hasta el año 2019 muestra un aumento en la explotación de este recurso no renovable de que conforma al concreto en aproximadamente dos millones de toneladas.

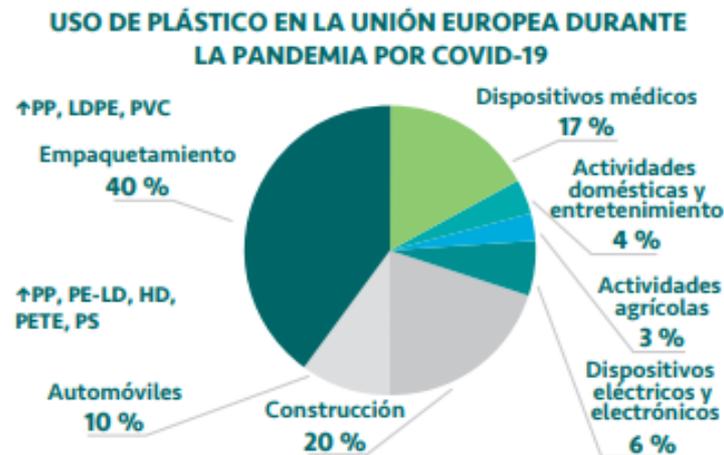
(Toneladas métricas)					
Productos	2015	2016	2017	2018	2019 P/
Andalucita	539 560	639 776	561 045	751 070	750 620
Andesita	13 542	11 261	18 215	22 013	46 760
Arcilla	1 419 778	1 368 114	1 382 743	1 139 282	1 377 765
<b>Arena</b>	<b>1 873 669</b>	<b>1 699 371</b>	<b>1 501 715</b>	<b>1 618 979</b>	<b>1 922 162</b>
Arenisca/Cuarcita	84 854	74 634	73 022	67 758	43 853
Asbesto	-	-	-	132 913	-
Baritina	28 407	7 953	9 182	15 621	16 373
Bentonita	21 341	19 410	756	2 383	46 887
Borato / Ulexita	662 709	33 792	-	100 552	111 108
Calcita	1 587 265	2 149 981	1 908 364	2 157 358	2 036 524
Caliza / Dolomita	24 661 948	18 819 424	20 273 312	30 515 555	16 385 556
Caolín	43 251	19 098	17 700	16 004	9 208
Carbón antracita	143 208	150 640	186 044	106 427	111 614
Carbón bituminoso	108 580	118 215	115 132	112 227	69 395
Carbón grafito	-	28	270	133	13
Conchuela	443 363	1 270 521	922 161	1 400 341	1 628 285
Diatomita	120 672	107 265	96 590	96 532	91 103
Dolomita	332	91	-	8 469	35 845
Feldespato	16 979	16 630	14 930	31 588	29 134
Fosfato	11 161 636	10 561 111	8 450 379	10 308 276	11 091 502
Granito	-	-	-	-	3 650
Granodiorita ornamental	213	8 766	288	412	394
Hormigón	7 202 734	5 529 134	7 014 038	8 463 956	6 262 348
Mármol	707	304	220	223	310
Mica	115	111	234	183	52
Ónix	158	271	562	402	238
Piedra (Construcción)	2 189 092	1 708 521	1 342 812	1 591 116	1 618 663
Piedra laja	1 511	3 039	1 431	2 187	3 240
Pirofilita	26 209	17 872	22 760	26 675	25 039
Pizarra	65 593	65 554	51 436	23 731	31 459
Puzolana	1 420 153	1 010 267	1 053 821	1 186 500	1 321 617
Sal	1 471 131	1 450 415	1 481 398	1 509 564	1 266 347
Silicato	500	90	415	7 113	350
Sílice	409 616	375 735	377 146	435 255	401 785
Sulfato	272	205	172	296	256
Talco	26 781	11 507	19 363	20 634	18 935
Travertino	567 686	149 294	129 906	144 454	113 568
Yeso	438 025	257 423	286 657	458 479	254 382

Cuadro 02: Producción minero No metálica, según principales productos de extracción 2015-2019. Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Promoción y Sostenibilidad Minera [2].

Por otra parte, la contaminación ambiental continúa siendo un problema social vigente en nuestra sociedad peruana, y uno de estos agentes contaminadores es el **plástico (PET, HDPE, PVC, LPDE, PP, PS, otros)**; que afecta en general a muchos ecosistemas naturales, al ornamento urbano, la infraestructura de alcantarillado de la ciudad y aumenta la cantidad de residuos que sin ser segregados son llevados a los puntos de acumulación de basura de la ciudad de Chiclayo y sus diversos pueblos.

El problema de los residuos de este tipo es frecuente tanto en países y regiones del mundo, tanto en países desarrollados y en desarrollo económico, no obstante, se continúa con interés humano en la compleja tarea de darle un nuevo fin a este tipo de residuo y disminuir el volumen no segregado y procesado, que, si bien es posible reciclar, ésta no es de manera total; según la ONU Medio Ambiente, anualmente en el mundo los residuos plásticos alcanzan los 300 millones de toneladas, y en la actualidad solo 14% se recolecta para el reciclaje [3]. Se tiene información que el 42% de plástico usado a nivel mundial es empleado para el empaquetamiento de alimentos y manufactura. En otras palabras, el plástico ha sido utilizado por un corto tiempo por el consumidor [4]. Aún más debido a la situación sanitaria desencadenada hace poco más de un año a nivel mundial. Uno de los sólidos de común uso y desecho es el plástico, el cual ha venido registrando cifras mayores de consumo y requerimiento a través de envases plásticos como medios de almacenamiento de bebidas y diversos alimentos, según investigaciones se ha previsto un aumento en 40% en Europa del consumo de plásticos que cumplen esta función (ver Figura 01).

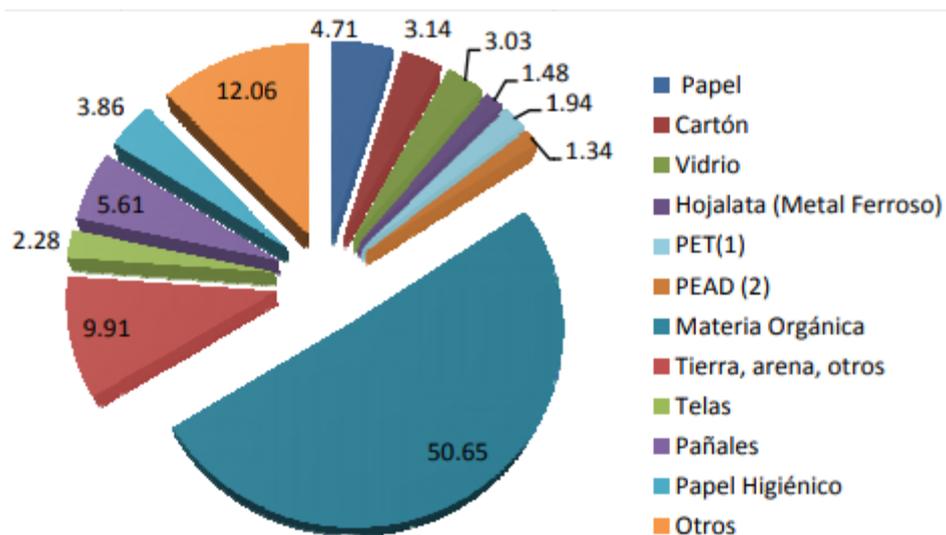
Figura 01: Gráfico estadístico de Consumo de plástico en Europa durante la emergencia sanitaria mundial 2020-2021 [5].



En nuestra localidad los residuos sólidos no se segregan de manera eficaz entre los diferentes tipos de materiales reciclables, como es el caso del papel, cartón, latas, vidrio y el plástico; para posteriormente darles un nuevo uso, luego de finalizada su vida útil de consumo. Solamente en la región Lambayeque, se registró un total de 18.28% de materiales que se podían reciclar y darle un uso alternativo, así mismo de este total se obtuvo aproximadamente un 1.94% de residuos de origen plástico PET (ver Figura 02).

Figura 02: Gráfico estadístico de Composición Física Promedio de los Residuos.

Fuente: PIGARS- Chiclayo 2012 [6].



De acuerdo al registro del MINAM durante el 2014, en el Distrito de Chiclayo el residuo sólido registrado en porcentajes es: 57.0% de materia orgánica, 2.4% madera, 10.3% papel, 3.8% cartón, 1.8% **vidrio**, **2.7% plástico PET**, **5.6% plástico duro**, 1.8% bolsas, 2.7% Tecnopor y equivalentes, 1.1% metales, 0.9% telas y textiles, 1.5% de caucho, cuero y jebe, 0.2% pilas, 0.03% sobras de medicina y focos, 0.2% residuos sanitarios, 3.4% material inerte [7].

## 1.2. Formulación del problema

¿Qué estudios sobre el comportamiento físico-mecánico del concreto elaborado con materiales plásticos como adición y/o reemplazo se conocen?

## 1.3. Justificación

El proyecto busca recopilar y analizar los resultados de investigaciones relacionadas a la reacción que experimenta el concreto trabajado con adiciones en porcentaje de peso de material plástico y en ciertos casos reemplazando alguno de los agregados de manera parcial en el contexto nacional e internacional.

El estudio comparativo permitirá evaluar qué porcentajes serán idóneos para el desarrollo de experimentación, los mismos que se fundamentarán con el resultado de la granulometría que se realice al material plástico previo al diseño de mezclas. Por lo que se espera dar un mayor alcance a la investigación para el concreto con hecho con agregados procedentes de canteras de la localidad de Chiclayo.

### **Técnica**

El propósito de la investigación es dar alcance a través de la comparación de los estudios realizados al concreto sobre los resultados del comportamiento mecánico (compresión y flexión) y otras propiedades, físicas y de durabilidad, de nuevas mezclas de concreto donde se adicionan o reemplacen agregado (fino o grueso) por partículas plásticas que conforma la unidad de muestra.

### **Social**

Como se sabe el consumo de concreto aumenta a nivel local y nacional dado a la demanda de un material constructivo noble con buenas propiedades mecánicas,

para la viabilidad de proyectos de necesidades sociales y económicos en el contexto de situaciones sanitarias.

### **Ambiental**

El aporte busca una alternativa ecológica ante la explotación de los agregados y el consumo requerido por parte del sector construcción, para la elaboración de concreto.

Teniendo presente que la contaminación por parte de plástico es un problema latente y que se ha complicado debido al aumento de consumo de alimentos y otros productos envasados dado a la situación sanitaria; por lo que se busca incentivar la segregación, recolección y reutilización del plástico reciclado como elemento no tradicional que conforme el concreto.

## **2. Marco Teórico:**

### **2.1. Antecedentes del Problema**

Algunos trabajos de investigación locales, nacionales e internacionales que se han desarrollado afines al proyecto propuesto de estudio destacamos a:

TESIS: UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS DE RECICLAJE COMO ADICIÓN EN LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE NUEVO CHIMBOTE, 2017

La finalidad de la investigación fue fabricar un concreto adicionando plástico reciclado tipo PET. El trabajo es experimental donde se realizó un concreto con  $f'c$ : 175 y 210 Kg/cm<sup>2</sup> comenzando con de plástico PET, concluyeron que el concreto tiene una disminución en su densidad al aumentar la proporción de plástico, debido a que el peso del agregado plástico material es menor, la depreciación es de un 5% a 13 %, lo que se caracteriza porque esta disminución relacionada con la aglomeración entre sus partículas y no con la agregación de plástico, lo que se traduce en un incremento del contenido. Aire en concreto fresco y donde pueden ocurrir defectos en el concreto [8].

TESIS: ESTUDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'C=210\text{KG}/\text{CM}^2$ , CON LA ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO (PET), EN LA CIUDAD DE TARAPOTO, 2018

El estudio es de línea experimental y su finalidad analizar si las cargas de compresión del concreto mejoran al adicionare plástico reciclado PET. Manifiesta que, a los 28 días la resistencia a la compresión del concreto sin PET fue de  $220\text{ Kg}/\text{cm}^2$ , y con 5, 10 y 15% de plástico PET reciclado se logró  $191\text{ Kg}/\text{cm}^2$ ,  $168,25\text{ Kg}/\text{cm}^2$  y  $151,31\text{ Kg}/\text{cm}^2$  respectivamente, se concluyó que, a mayor proporción de PET en la mezcla, menor resistencia a la compresión del concreto. Posteriormente, gracias a las resistencias a compresión obtenidas de más de  $140\text{ kg}/\text{cm}^2$  y  $175\text{ kg}/\text{cm}^2$ , el concreto adicionado con plástico PET reciclado puede ser manejado en elementos no estructurales, reduciendo así la contaminación ambiental incitada por el plástico PET, creando una opción reciclable al uso de la construcción [9].

TESIS: APLICACIÓN DEL PLÁSTICO RECICLABLE EN LA MEZCLA DE CONCRETO  $F'C=210\text{ KG}/\text{CM}^2$  PARA VERIFICAR SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, 2019

El estudio investigó el efecto de la aplicación de plásticos reciclables de alta densidad del concreto en las características plásticas (revenimiento, peso unitario, temperatura) y mecánicas (compresión). Con base en su investigación, concluyó que la aplicación de plásticos reciclables en el concreto no logró mejorar la resistencia a la compresión: PT6%, PT12% y PT18% con  $205,07\text{ kg}/\text{cm}^2$ ,  $197,81\text{ kg}/\text{cm}^2$  y  $190,61\text{ kg}/\text{cm}^2$  respectivamente, porque su resistencia decrece continuamente con respecto a la mezcla patrón MP[10].

TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2019

La finalidad del estudio es mitigar los efectos de la contaminación causada por los plásticos. Con dicha investigación, se puede confirmar que por cada metro cubico de concreto se puede añadir como máximo 4,60 kilogramos de plástico, lo que supone un gran avance en el uso de un material reciclado la construcción. Para la parte experimental se ejecutaron pruebas de resistencia a la compresión, esfuerzo a

la compresión diametral y esfuerzo a la flexión con la finalidad de controlar las propiedades que los plásticos imparten al concreto, seguido de un estudio comparativo. Estos estudios muestran que el plástico reciclado es una alternativa rentable y, sobre todo, ecológica como aditivo para el concreto. En base a esto, nuestra elección principal fue utilizar polipropileno, que aumenta significativamente la resistencia a la tracción. [11]

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DEL PLÁSTICO (PET) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DURABILIDAD DEL CONCRETO RECICLADO Y CONCRETO CONVENCIONAL, 2019

La finalidad del estudio fue encontrar la composición adecuada (expresada en porcentaje) donde se pueda reemplazar de manera parcial al agregado grueso en diseños de mezclas convencionales, donde los porcentajes de sustitución utilizados fueron 1, 2, 5 y 10%, considerando la diferencia que existe en los pesos volumétricos del agregado grueso y el plástico, con dosificación para concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> usando cemento Portland Tipo MS, agregados gruesos y finos de una cantera cercana, y la relación c/c del concreto de 0.5, según lo recomendado por ACI 211 Diseño de mezcla[12].

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE ELEMENTOS FABRICADOS DE HORMIGÓN CON MATERIAL RECICLADO PET (POLIETILENO TEREFALATO) Y DE HORMIGÓN CONVENCIONAL, 2012

El trabajo muestra las propiedades del concreto PET y lo compara con concreto convencional y características físicas: contenido de aire, gravedad específica y capacidad de absorción, temperatura y trabajabilidad; propiedades mecánicas (compresión y flexión), esfuerzo explícito, módulo de elasticidad, resistencia al fuego, adherencia y velocidad del sonido para ver las fortalezas y debilidades de uno sobre el otro[13].

ARTÍCULO: RECICLAJE DE BOTELLAS DE PET COMO ÁRIDO FINO EN HORMIGÓN, 2002

Realizo un concreto donde reemplazó el 5% en peso de la arena con PET molido sin tratamiento, asegurando que la arena tuviera el mismo tamaño de partícula que el PET. En la mezcla se varía la cantidad de cemento y la relación a/c. Los resultados muestran que cuando se acrecienta la relación a/c, la resistencia reduce significativamente, y los valores de fluidez y consistencia obtenidos son muy próximos a los valores de mención en cuanto al comportamiento en estado fresco[14]

ARTÍCULO: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADOS PLÁSTICO Y ENDURECIDO, 2011

Se estudió y analizó el resultado de la adición de fibras cortas de propileno sobre las características del concreto fresco y endurecido. Se consideran variables tamaño máximo de agregado grueso y contenido de arena de acabado y de fibra. Se prepararon ocho mezclas de concreto y se probaron su frescura y envejecimiento a los 7 y 28 días. Determinación del asentamiento, contenido de aire, masa unitaria y fisuras por retracción plástica del concreto fresco; resistencia a la compresión, módulo elástico, relación de Poisson, resistencia a la tracción, durabilidad, resistencia al impacto y contracción por secado en estado endurecido [15].

ARTÍCULO: POLIETILENO TEREFTALATO COMO REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN MEZCLAS DE CONCRETO, 2017

El artículo de investigación presenta resultados experimentales que evalúan la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado mediante la sustitución parcial de agregado fino con tereftalato de polietileno (PET) reciclado. Demostraron que, al acrecentar la proporción de arena sustituida, la resistencia a la compresión disminuyó, en tanto, la manejabilidad no presentó cambios al mantener la curva granulométrica de los agregados. Se estableció que una proporción de sustitución del 15% era el más conveniente porque la manejabilidad era adecuada, se reemplazó una gran cantidad de arena y la disminución en la resistencia a la compresión fue aceptable. Para la densidad, se concluyó que hubo pocos cambios, el de referencia logro  $2437 \text{ kg/m}^3$  y con el 20% de PET se obtuvo  $2343 \text{ kg/m}^3$  [16].

Hernández [17] explica que, al realizar mezclas de concreto con PEAD incorporando partículas de proceso mecánico de trituración similares al agregado natural obtuvo un material más flexible en comparación al tradicional y que, mientras se aumenta la cantidad de polietileno de alta densidad, se logra obtener insumos con importante conductividad y difusividad térmica.

## Bases Teórico-Científicas

### 2.1.1. Normativas Técnica Peruana

- ❖ NTP 339.034 2008. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

La guía normalizada indica el procedimiento y aplicación de cargas axiales para testigos de concretos estándares determinar su resistencia a compresión para su aceptación y verificación de calidad del concreto.

- ❖ NTP 339.035 2009. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland

La guía normalizada detalla el procedimiento de desarrollo de verificación de fluidez de la mezcla, como indicador de la consistencia del concreto fresco.

- ❖ NTP 339.036 1999. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco

La guía normalizada realiza las indicaciones necesarias para tomar y aceptar muestras de concreto fresco ya sea en obra, planta de pre mezclado y procedentes de camiones mixers.

- ❖ NTP 339.044 y NTP 339.045. Preparación de probetas prismáticas

- ❖ NTP 339.046. Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.

La guía normalizada admite establecer el Peso Unitario del concreto a partir del desarrollo de registro datos en laboratorio del testigo de concreto fresco, para su posterior análisis con la aplicación de la fórmula del cociente de la diferencia entre masas del medidor con y sin concreto sobre el volumen de del medidor.

- ❖ NTP 339.078. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

- ❖ NTP 339.183 2013. CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.

La guía normalizada proporciona los requisitos para la preparación de los insumos, mezcla, así como la producción y el curado de especímenes de concreto bajo condiciones externas controladas.

- ❖ NTP 339.185. Contenido de humedad del agregado fino y grueso
- ❖ NTP 400.012 2001. Análisis granulométrico de agregado fino y grueso

La guía normalizada indica la gradación de insumos áridos para su utilización como agregados. El tratamiento se realizará con un tamizado de los dos tipos de componentes granulares, para lograr obtener tanto su módulo de finura del agregado grueso y fino, como el máximo tamaño nominal del agregado grueso.

- ❖ NTP 400.017. Peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino y grueso

La guía normalizada nos da alcance para establecer el valor del peso unitario suelto y compactado de vacíos de los agregados finos y gruesos. estos datos son requeridos para el diseño de mezcla de concreto.

Para el primero de ellos solo se realiza un proceso de llenado del molde con agregado fino/grueso a cierta altura hasta alcanzar el ras luego se toma el peso del conjunto muestra de árido más molde y finalmente se le resta el peso del modelo vacío. El procedimiento para el segundo caso es similar, se realiza un proceso de llenado del molde con agregado fino/grueso desde cierta altura, pero esta vez dividido en tres capas a las cuales le acompañará un proceso de chuseado (25 golpes) con el uso de una varilla hasta alcanzar el ras luego se toma el peso del conjunto muestra de árido más molde y finalmente se le resta el peso del modelo vacío.

- ❖ NTP 400.021. Peso específico de masa, grado de absorción del agregado grueso

La guía normalizada fija la manera para conseguir el peso específico seco, aparente y saturado superficialmente seco de los agregados. Así mismo el peso específico SSS y el nivel de absorción son determinados luego de 24 horas debido a que requieren del remojo del árido grueso.

Estos datos son importantes para ejecutar un diseño de mezcla de un concreto.

- ❖ NTP 400.022. Peso específico de masa, grado de absorción del agregado fino

La guía normalizada presenta las indicaciones para determinar la gravedad específica del árido fino, el mismo que sirve para determinar la cantidad de volumen que abarca el agregado en la mezcla de concreto.

El nivel de absorción es necesario para calcular la variación de la masa del árido fino, puesto que sus poros logran absorber una cierta cantidad de agua.

## 2.1.2. Manual de elaboración de materiales- MTC

Se hará uso de este manual con el objetivo de verificar el desarrollo de ensayos de acuerdo a la normativa nacional o internacional estándar.

## 2.2. Definición de Términos Básicos

### 2.2.1. Concreto

Rivva [18] señala que, es un componente artificial que radica de un medio ligante designado pasta, en cuyo interior se localizan embebidos los agregados como parte del medio ligado.

La pasta es el efecto de la mezcla del material cementante con el agua. En [18] se explica que, la pasta es el período continuo del concreto porque siempre está incorporada a algo en todo el concreto. El agregado, por otro lado, es el periodo discontinuo del concreto porque sus partículas no están conectadas o no están relacionados entre sí, sino separadas por lechada endurecida de diferentes espesores.

## 2.2.1.1. Propiedades del concreto Fresco

### 2.2.1.1.1. Trabajabilidad

La trabajabilidad manifiesta si habrá o no dificultades en el concreto a la hora de realizar su mezclado, traslado, ubicación y su compactación. Su análisis es referente, es por ello que existirá una dependencia de la fluidez que exista manual o mecánicamente en su disposición a la hora realizar sus etapas de proceso, debe tenerse en cuenta que, si un concreto se puede trabajar bajo situaciones de colocación y compactación, no garantiza que mantenga su trabajabilidad si se presenta un cambio en sus condiciones [18].

### 2.2.1.1.2. Consistencia

Característica física que precisa la humedad de la mezcla a través del grado de fluidez de la misma. La consistencia depende del contenido de agua, granulometría y propiedades físicas de sus áridos. Normalmente se mide a partir del grado de asentamiento de la mezcla, a través de la prueba de asentamiento del cono de Abrams.

### 2.2.1.1.3. Segregación

La presencia de densidades diferentes entre los componentes de un concreto va a provocar que de manera natural haya descendencia de las partículas más pesadas. La pasta con agregados finos presenta una densidad de 20 % menos que de los agregados gruesos, lo cual unido a su viscosidad va a generar que el agregado grueso detenido y sumergido en la matriz [18].

### 2.2.1.1.4. Exudación

La exudación es una propiedad física donde se puede observar que una cantidad de agua perteneciente a la mezcla se aleja de masa y presenta su salida hacia la superficie del concreto [18].

### 2.2.1.1.5. Peso Unitario

Resultado que se logra al dividir el peso de las partículas entre el volumen total sumándole los vacíos. Al incorporar vacíos entre partículas: está dominado por el

modo a la que se ajustan dichas partículas o la forma de convertirlo en parámetro hasta un punto referente [19].

## 2.2.1.2. Propiedades del concreto Fraguado

### 2.2.1.2.1. Resistencia

Debido a las propiedades adhesivas de la lechada, la resistencia se define como la capacidad para resistir cargas y esfuerzos, y los resultados son mejores en compresión que en tracción [18].

### 2.2.1.2.2. Durabilidad

El concreto tiene que estar preparado para soportar los agentes externos presentes en el ambiente, producido por efectos químicos y desgaste, que vienen siendo sometidos en su estado de servicio. El mayor problema por intemperie que experimentan los concretos son atribuidos a los periodos de congelaciones y descongelaciones, otros factores dañinos ácidos inorgánicos, acéticos y carbónicos y los sulfatos (gentes químicas).

Por otra parte, el reglamento nacional indica especificaciones a considerarse ante la exposición de iones de cloruro que generan la corrosión del refuerzo al tenerse un concreto con alto porcentaje de estos agentes en la muestra endurecida.

## 2.2.2. Componentes del Concreto

### 2.2.2.1. Cemento

El cemento es obtenido al pulverizar el Clinker, que es procedente del calcinamiento hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos [20].

### 2.2.2.2. Agregados

Los agregados pueden ser partículas de orígenes naturales o artificiales que se pueden procesar. Su tamaño vario comenzando en partículas casi invisibles hasta piedras, así como agua y cemento, que forman los tres componentes obligatorios para preparar el concreto [21].

#### 2.2.2.2.1. Agregado Fino

Pase por el tamiz No. 4. Debe estar limpias, fuertes, duras y ajenas a impurezas como: polvo, limo, pizarra, álcalis y compuestos orgánicos. La arcilla o el limo y la materia orgánica no deben exceder el 5 % y 1,5 % respectivamente [16].

#### 2.2.2.2.2. Agregado Grueso

Es retenido en el tamiz N°4. Este compuesto por roca granítica, diorítica y sienítica. Emplean piedra partida en chancadoras o grava zarandeada de los lechos de los ríos o yacimientos naturales. Se debe verificar que las arcillas o finos y materias orgánicas, carbon etc. Que no excedan 5% y 1.5% respectivamente[16].

#### 2.2.2.3. Agua

El agua empleada en las mezclas de concreto tiene que ser limpias y ajena a aceite, álcalis, sales y compuestos orgánicos. Es recomendable el uso de agua potable en la preparación del concreto. La hidratación al cemento es una de sus principales funciones. También es fundamental su utilización para tener mezclas con una buena trabajabilidad [20].

#### 2.2.3. Curado del Concreto

Es una forma de mantener las condiciones ambientales, como las temperaturas y humedades, en el transcurso del fraguado o endurecimiento del concreto.

#### 2.2.4. Plástico

##### 2.2.4.1. Definición

2.2.4.2. El PET es una materia prima plástica procedente del petróleo. Se forma de petróleo crudo, gas natural y aire. Según ALIPLAST, la asociación latinoamericana de la industria del plástico, un kilogramo de PET se compone del 64% de petróleo, un 23% de procedente del líquido de gas natural y con 13% de aire [10].

##### 2.2.4.3. Características

Generalmente el plástico se caracteriza por que tiene altas resistencias en relación a las densidades, aislamientos térmicos, aislamientos eléctricos, resistencias a los ácidos, álcalis y disolventes, etc.

Figura 04: Esquema Tipos de plásticos, identificación, usos comunes y propiedades [5].

Símbolo	Polímero	Usos comunes	Propiedades	Posibilidad de reciclaje
	Poliétileno tereftalato	Botellas plásticas (agua, bebidas gasificadas, aceite de cocina, etc.)	Ligero, transparente y resistente	Sí, ampliamente reciclado
	Poliétileno de alta densidad	Botellas para productos de limpieza y desinfectantes	Rígido y resistente al fraccionamiento	Sí, ampliamente reciclado
	Policloruro de vinilo	Tubos de plástico, pisos de vinilo, aislamiento de cableado eléctrico	Puede ser rígido o ligero, usado en la construcción, cuidado de la salud y electrónica	Frecuentemente no reciclable debido a sus propiedades químicas
	Poliétileno de baja densidad	Bolsas plásticas, envolturas de alimentos	Ligero, de bajo costo, versátil, frágil a la acción mecánica y térmica	Fácil de romper, hace difícil su reciclaje
	Polipropileno	Tapas de botellas, muebles, utensilios de cocina, automóviles, dispositivos médicos, etc.	Dureza y resistencia, barrera efectiva contra el agua y agentes químicos	Frecuentemente no reciclable debido a sus propiedades químicas
	Poliestireno	Envases de comida para llevar, menaje de plástico, bandeja de huevos	Ligero, estructuralmente débiles, de fácil dispersión	Raramente reciclable
	Otros plásticos (acrílicos, policarbonatos, fibras polilácticas)	Botellas resistentes a la refrigeración, congelamiento, biberones, fibra de vidrio	Diverso en naturaleza y con varias propiedades	No se puede reciclar, riesgo de contaminación durante el reciclaje

Fuente: Recuperado de Ritchie, 2020. FAQs on Plastics.

### 3. Hipótesis y Variables:

#### 3.1. Formulación de la Hipótesis

Mediante el estudio se obtendrán porcentajes de adición y/o reemplazo de uso alternativo, así como la metodología de diseño de mezcla más conveniente para elaboración de concreto con partículas de plástico reciclado en la ciudad de Chiclayo.

### 3.2. Variables – Operacionalización

#### 3.2.1. Variables

- **DEPENDIENTES:**
  - Propiedades físicas y mecánicas del concreto
  
- **INDEPENDIENTES:**
  - Porcentajes de adición y/o reemplazo por partículas plásticas

#### 3.2.2. Operacionalización

Cuadro 03: Operacionalización. Variables Dependientes

##### VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Características de concreto Fresco	Peso unitario	kg/m <sup>3</sup>	balanza, molde, varilla, martillo de goma y NTP
		Consistencia (Slump)	pulg	cono de Abrams, varilla martillo de goma, wincha y
	Resistencia mecánica del concreto	Resistencia a compresión	kg/cm <sup>2</sup>	máquina de ensayo a compresión, observación y NTP
		Resistencia a flexión	kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 04: Operacionalización. Variables Independientes

##### VARIABLES INDEPENDIENTES

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Partículas plásticas de adición y/o reemplazo	Forma de las partículas	fibras / trituradas	mm	Tamices, recipientes, escalímetro y balanza
	Porcentajes de reemplazo de arena	Cantidades de adición / reemplazo	%	Balanza, recipientes y Fichas

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Objetivo General

Estudiar el comportamiento mecánico y físico de investigaciones sobre concreto elaborado con partículas plásticas como adición o reemplazo de agregados a nivel nacional.

### 3.4. Objetivos Específicos

- Estudiar las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional.
- Estudiar el comportamiento mecánico de mezclas de concreto con adición de partículas plásticas.
- Estudiar el comportamiento mecánico de mezclas de concreto con partículas plásticas como reemplazo del agregado fino.
- Realizar una comparación a partir de los resultados entre las metodologías de diseño de mezcla con material plástico como adición y como reemplazo de agregados.
- Seleccionar la metodología de diseño de mezcla con partículas plásticas y porcentajes posibles para el proyecto de investigación.

## 4. Diseño Metodológico:

### 4.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

La presente investigación se desarrollará de acuerdo a los lineamientos de una investigación descriptiva, puesto que describe el comportamiento de dos elementos hechos con diferentes metodologías de aplicación del material reciclado, como componente de mezclas de concreto, haciendo uso de estudios y documentación relacionados.

### 4.2. Población, muestra de estudio

No cuenta con una población específica, sino que el universo de investigaciones analizadas será sobre estudios de concreto elaborado con partículas plásticas como alternativa no tradicional y ecológica.

Tesis: 10 (nacionales e internacionales)

Artículos científicos: 5 (internacionales)

#### 4.3. Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

##### 4.3.1. Métodos

Se utilizará la técnica del fichaje, hechas en hojas en Excel, donde se podrá anotar los datos más importantes, de las ideas y las críticas que brindaron las distintas fuentes de información que se estudiaron, para ordenarlas de forma sistemática.

Para la búsqueda de la información, se realizaron cuatro pasos:

- ❖ En el primer paso consistió en la selección de palabras claves para el proceso de búsqueda de artículos y tesis. Esta palabra claves consideradas para la búsqueda de información: características físicas y mecánicas, concreto y plástico
- ❖ En segundo lugar, se menciona las bases de datos que se utilizó para las búsquedas de los artículos.
- ❖ En el tercer paso se describe en detalle el proceso de búsqueda.
- ❖ En el cuarto paso se utilizaron criterios de inclusión y exclusión que se aplicaron a las bases de datos utilizadas.

##### 4.3.2. Técnicas

Análisis de documentos

##### 4.3.3. Instrumentos

###### **Fuentes de investigación**

- ✓ Artículos, guías, tesis, manuales, normativas.

###### **Programas de cómputo**

- ✓ Office: Excel, Power Point, Word.

#### 4.4. Plan de Procesamiento para análisis de datos

##### **PRIMERO:** La recopilación de información

- ✓ Recolección de información bibliográfica

- ✓ Selección de artículos e informes de investigación afines al tema
- ✓ Estudio de normativa nacional e internacional

**SEGUNDO:** Análisis de resultados

- ✓ Comparación de resultados de las investigaciones
- ✓ Conclusiones y Recomendaciones.
- ✓ Elaboración del Tablas y gráficos sobre resultados de investigaciones.

**TERCERO:** Presentación y sustentación final de investigación

## **5. Conclusiones y Recomendaciones**

### 5.1. Conclusiones

- El material plástico más fácil de reciclar y más utilizado a nivel doméstico es el tipo PET.
- Los porcentajes de adición de material plástico no deben ser mayores al 20% porque induciría a una pérdida considerable de la resistencia a compresión.
- La forma de las partículas del material plástico reciclado de uso más idóneo y económico sería de una característica granulada y mediante un diseño de mezcla de sustitución de los agregados finos.

### 5.2. Recomendaciones

- Para la preparación de mezclas de concreto se debe utilizar material plástico en condiciones libres de impurezas orgánicas y polvo.
- Para elaborar diseños con plástico granulado como reemplazo se recomienda realizar una granulometría del material de tal manera se pueda correlacionar con el tamaño del agregado fino.

## 6. Referencias

- [1] Y. M. VASQUEZ ALBURQUEQUE, «Proyecto de pre factibilidad para la implementación de una planta de concreto seco-premezclado,» Chiclayo, 2016.
- [2] INEI, «Portal INEI-Economía,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>. [Último acceso: Junio 2021].
- [3] RR. Profesional, «Residuos Profesional,» Enero 2019. [En línea]. Available: <https://www.residuosprofesional.com/14-residuos-plasticos-reciclan/>. [Último acceso: Junio 2021].
- [4] D. Miranda, «NATIONAL GEOGRAPHIC España,» Marzo 2020. [En línea]. Available: [https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/20-datos-sobre-problema-plastico-mundo\\_15282](https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/20-datos-sobre-problema-plastico-mundo_15282). [Último acceso: Junio 2021].
- [5] P. Flores Arévalo, «La problemática del consumo de plásticos durante la pandemia del la covid-19,» *South Sustainability*, vol. 1, n° 2, p. 9, 2020.
- [6] AMBIDES SAC; ONG ODS, «Plan Integral de Gestion de Residuos Sólidos de la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque-2012,» Chiclayo, 2012.
- [7] C. E. CÓRDOVA SÁNCHEZ, «Análisis de concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados dela ciudad de chiclayo,» Chiclayo, 2018.
- [8] M. A. LÉCTOR LAFITTE y E. J. VILLARREAL BARRAGÁN, «Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote,» Nuevo Chimbote, 2017.
- [9] J. R. Pinedo Pérez, «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, 2019.
- [10] C. K. Parra Nauca, «Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  para verificar su influencia a la resistencia a compresión,» Chiclayo, 2019.

- [11] P. E. Márquez Herrera, «ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA,» AREQUIPA, 2019.
- [12] Y. J. Aquino Castro, «ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DEL PLÁSTICO (PET) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DURABILIDAD DEL CONCRETO RECICLADO Y CONCRETO CONVENCIONAL,» Trujillo, 2019.
- [13] E. J. Chacón Guerra y G. A. Lema Carrera, «ESTUDIO COMPARATIVO DE ELEMENTOS FABRICADOS DE HORMIGÓN CON MATERIAL RECICLADO PET (POLIETILENO TEREFTALATO) Y DE HORMIGÓN CONVENCIONAL,» Quito, 2012.
- [14] M. Frigione, «Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete,» *Waste Management*, vol. 30, n° 6, pp. 1101-1106, 2002.
- [15] C. J. Mendoza, C. Aire y P. Dávila, «Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido,» *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, vol. 2, n° 2, 2011.
- [16] A. B. Acevedo Jaramillo y J. E. Posada Franco, «Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto,» *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, vol. 18, n° 34, pp. 45-56, 2019.
- [17] E. Hernández Guerrero, «El Universal,» Julio 2015. [En línea]. Available: <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/cultura/2015/07/4/proyecto-unam-aprovechan-plastico-de-desecho-en-concretos>. [Último acceso: Junio 2021].
- [18] E. Rivva López, *Naturaleza y materiales del concreto*, Lima: ACI Perú, 2000.
- [19] E. Pasquel Carbajal, *Tópicos de tecnología de concreto*, Lima: CIP, 1998.
- [20] T. Harmsen, *Diseño de estructuras de concreto armado*, Lima: Fondo Editorial PUCP, 2002.
- [21] S. Chávez, *Concreto armado*, Tarapoto: UNSM, 2003.

## II. Actividades y Previsión de recursos

### 1. Cronograma de Actividades

Cuadro 05: Cronograma de desarrollo de actividades mediante diagrama de Gantt

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA UN CONCRETO CON PLÁSTICO PET TRITURADO COMO REEMPLAZO PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO, CHICLAYO EN EL 2021																																
PORCENTAJE	30%																70%															
DESCRIPCIÓN	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32
<b>Recopilación de información y Materiales</b>																																
Recolección de información bibliográfica: tesis	■	■	■	■																												
Recolección de información bibliográfica: artículos científicos					■	■	■	■	■	■	■	■																				
Recolección de información bibliográfica: manuales y normativas									■	■	■	■	■	■	■	■																
Revisión parcial del asesor													■	■	■	■																
<b>Análisis de resultados</b>																																
Elaboración del proyecto de investigación																	■	■	■	■	■	■	■	■								
Discusión de los datos obtenidos																	■	■	■	■	■	■	■	■								
Conclusiones y Recomendaciones																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elaboración de Tablas y gráficos de sobre resultados de investigaciones																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Presentación y sustentación final de tesis</b>																																
Elaboración final del proyecto de investigación																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Levantamiento de observaciones																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Presentación y sustentación final de tesis																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## 2. Presupuesto

Cuadro 06: Presupuesto de gastos para el proyecto de investigación: ESTUDIO COMPARATIVO DE INVESTIGACIONES SOBRE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO COMO PARTÍCULAS EN ADICIÓN Y/O

ESTUDIO COMPARATIVO DE INVESTIGACIONES SOBRE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO COMO PARTÍCULAS EN ADICIÓN Y/O REEMPLAZO DE LOS AGREGADOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES DE GABINETE</b>					
Papel Bond A4-80 g	Millar	1	15	15	890.0
Útiles de escritorio	Glb	1	200	200	
Libros y manuales relacionados con el tema de tesis	Glb	3	150	450	
Memoria USB de 16 GB	und	1	40	40	
Discos CD	und	2	2.5	5	
Tinta para impresiones menores	Glb	4	45	180	
<b>ALQUILER DE EQUIPOS Y/O ADQUISICION DE EQUIPOS MENORES</b>					
Laptop portátil	Und	1	3500	3500	4500.0
Impresora	Und	1	600	600	
Cámara digital	Und	1	400	400	
<b>SERVICIOS DE TERCEROS</b>					
Anillados	Und	5	5	25	2355.0
Fotocopias	Und	100	0.1	10	
Servicios de celular RPM	Mes	8	60	480	
Uso del ambiente de trabajo	Mes	8	150	1200	
Servicios de Internet	Mes	8	40	320	
Energía eléctrica	Mes	8	40	320	
<b>COSTO TOTAL DE TESIS</b>					<b>S/. 7,745.00</b>

## REEMPLAZO DE LOS AGREGADOS

## 3. Financiamiento

RECURSO PROPIO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNTARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES DE GABINETE</b>					
Memoria USB de 16 GB	Und	1	40	40	S/870.00
Libros y manuales relacionados con el tema de tesis	Gb	3	150	450	
Útiles de escritorio	Glb	1	200	200	
Tinta para impresiones menores	Gb	4	45	180	
<b>ALQUILER DE EQUIPOS Y/O ADQUISICION DE EQUIPOS MENORES</b>					
Laptop portátil	Und	1	3500	3500	S/4,500.00
Impresora	Und	1	600	600	
Cámara digital	Und	1	400	400	
<b>SERVICIOS DE TERCEROS</b>					
Servicios de celular RPM	Mes	8	60	480	S/2,320.00
Uso del ambiente de trabajo	Mes	8	150	1200	
Servicios de Internet	Mes	8	40	320	
Energía eléctrica	Mes	8	40	320	
<b>RECURSO PROPIO</b>					<b>S/. 7,690.00</b>

AUTOFINANCIAMIENTO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNTARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIALES DE GABINETE</b>					
Papel Bond A4-80 g	Millar	1	15	15	S/20.00
Discos CD	Glb	2	2.5	5	
<b>SERVICIOS DE TERCEROS</b>					
Anillados	Und	5	5	25	S/35.00
Fotocopias	Und	100	0.1	10	
<b>RECURSO NO DISPONIBLE (AUTOFINANCIAMIENTO)</b>					<b>S/. 55.00</b>