



## INDICE

1

2

### 3 I. GENERALIDADES

4 1.1. Título de la investigación

5 1.2. Año

### 6 II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

7 2.1. Descripción y Fundamentación del Problema

8 2.2. Formulación del Problema

9 2.2.1. Problema General

10 2.2.2. Problemas específicos

11 2.3. Objetivos

12 2.3.1. General

13 2.3.2. Específicos

14 2.4. Justificación e Importancia:

15 2.5. Limitaciones y Alcances:

16 2.6. Hipótesis

17 2.6.1. General

18 2.6.2. Específicas

19 2.7. Sistema de variables – dimensiones e indicadores

20 2.7.1. Variables independientes

21 2.7.2. Variables dependientes

22 2.8. Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores

### 23 III. MARCO TEÓRICO

24 3.1. Antecedentes o revisión de estudios realizados

25 3.1.1. Antecedentes en el contexto local

26 3.1.2. Antecedentes en el contexto nacional

27 3.2. Bases teóricas

28 3.2.1. Consideraciones sobre el diseño de mezcla

29 3.2.2. Resistencia del concreto a la compresión

30 3.2.3. Propiedades físicas de los agregados

31 3.2.3.1. Granulometría:

32 3.2.3.1. Módulo de Fineza

33 3.2.3.1. Densidad

34 3.2.3.1. Peso unitario

35 3.2.3.1. Peso específico

36 3.2.3.1. Absorción



- 37                    3.2.3.1. Humedad
- 38                    3.3. Agua
- 39                    3.4. Consideraciones del concreto con agregados reciclados
- 40                    3.4.1. Dosificación
- 41                    3.4.2. Contenido de agua
- 42                    3.4.3. Contenido de cemento
- 43                    3.4.5. Relación agua/cemento
- 44                    3.4.6. Dosificación del agregado de concreto reciclado
- 45                    3.5. Procedimiento para la obtención de agregados reciclados
- 46                    3.6. Diferencia de costos entre un concreto con agregado convencional y un concreto con
- 47                    sustitución de determinado % de agregado reciclado.
- 48                    3.7. Agregado de concreto reciclado
- 49                    3.8. Concreto
- 50                    3.9. Cemento Portland
- 51                    3.9.1. Tipos de Cementos Portland:
- 52                    3.10. Concreto reciclado
- 53                    3.11. Manejo de residuos de la actividad de la construcción (ntp 400.050)
- 54                    3.12. Definición de términos básicos

#### 55    **IV. MARCO METODOLÓGICO**

- 56                    4.1. Tipo y Nivel de Investigación
- 57                    4.1.1. Tipo de Investigación
- 58                    4.1.2. Nivel de Investigación
- 59                    4.2. Diseño de la investigación
- 60                    4.3. Determinación del universo/población
- 61                    4.4. Muestra
- 62                    4.5. Técnicas de recolección y tratamiento de datos
- 63                    4.5.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos
- 64                    4.5.2. Procesamiento y Presentación de Datos

#### 65    **V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES**

- 66                    5.1. Potencial humano
- 67                    5.2. Recursos Materiales
- 68                    5.3. Recursos Financieros.
- 69                    5.4. Cronograma De Gantt
- 70                    5.5. Presupuesto

#### 71    **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 72                    6.1. Bibliografía Física
- 73                    6.2. Bibliografía Electrónica

#### 74    **ANEXOS**

#### 75    **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

76  
77

## I. GENERALIDADES

### 1.1. Título de la investigación

“Análisis de la influencia de los agregados de concreto reciclado sobre un diseño de mezcla de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  en función a la proporción de agregados reciclados que reemplazan a los agregados naturales, en la ciudad de Pucallpa”.

### 1.2. Año: 2021

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. Descripción y Fundamentación del Problema

Con el surgimiento de nuevas ciudades y el crecimiento de las ciudades existentes, estas poblaciones necesitan vivienda, servicios básicos, vías de acceso, etc. Para cubrir estas necesidades debe haber materias primas naturales para la producción de concreto, aunque son suficientes en este momento, estas se agotarán porque no son renovables. Los recursos se agotarán en el futuro, por lo que es necesario reciclar los residuos de construcción y demolición (RCD) y ver la posibilidad de utilizarlos como áridos reciclados en la producción de concreto.

Los RCD por lo general no son clasificados de manera individual y cualquier residuo, de cualquier origen son desechados en botaderos informales, esto se debe en gran parte a que no existe la infraestructura necesaria para hacer frente a estos residuos, lo que genera problemas ambientales, sociales y económicos. Por ello, el uso de partículas de concreto reciclado para producir nuevas mezclas tendrá un impacto positivo en el medio ambiente, porque cada día se generan una gran cantidad de RCD y podemos utilizarlos ampliamente de esta manera.

La NTP 400.053 “Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción” es una de las normas técnicas que menciona este tema, y lo define de manera bastante general, su uso para aplicaciones no estructurales tales como: muros no portantes, veredas, prefabricación de adoquines, ladrillos, bloques, postes, bermas, separadores, etc. No especifica los requisitos mínimos que deben considerarse para su

correcto uso, por ello para la presente investigación se está tomando como referencia NTP E-060 en la cual en su capítulo 5 indica que la resistencia mínima del concreto estructural,  $f'c$  diseñado y construido de acuerdo con esta Norma no debe ser inferior a 17 MPa ( $170 \text{ kg/cm}^2$ ).

## 2.2. Formulación del Problema

### 2.2.1. Problema General

¿De qué manera influye los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con agregado global en la ciudad de Pucallpa?

### 2.2.2. Problemas específicos

1.- ¿De qué manera influye las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados de concreto sobre el concreto patrón elaborado con agregado global de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ?

2.- ¿De qué manera influye el agregado grueso reciclado (en función al porcentaje utilizado) en la resistencia a la compresión sobre el concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregado global?

3.- ¿De qué manera difiere el costo del concreto elaborado con agregados naturales y reciclados respecto a un concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregado global?

## 2.3. Objetivos

### 2.3.1. General

Determinar la influencia de los agregados de Concretos Reciclados en la Resistencia a la Compresión sobre el concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregado global en la ciudad de Pucallpa.

### 2.3.2. Específicos

1.- Analizar la influencia de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados de concreto sobre el concreto patrón elaborado con agregado global de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

2.- Determinar la influencia del agregado grueso reciclado (de acuerdo a la proporción utilizada) en la resistencia a la compresión sobre el concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con agregado global.

3.- Determinar la diferencia en costo del concreto elaborado con agregados naturales y reciclados respecto a un concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregado global?

### 2.4. Justificación e Importancia:

En las ciudades, el continuo desarrollo, reconstrucción y demolición de edificios, carreteras, acueductos, alcantarillas, canales, etc. que han completado su ciclo de vida generan una gran cantidad de residuos, que ahora se han convertido en un grave problema de contaminación ambiental. Por tanto, el uso granulado de concreto como agregados para la producción de concreto reciclado ayudará a reducir la contaminación provocada por estos residuos.

El municipio es responsable de la recolección, transporte y disposición final segura de los desechos sólidos dentro de su jurisdicción. Deben evaluar y determinar el espacio adecuado para lograr el relleno sanitario, o determinar dónde se pueden seleccionar adecuadamente los residuos sólidos. El uso de concreto reciclado para obtener agregado grueso reciclado necesario para producir un nuevo diseño de mezcla que pueda ser empleado en la construcción de elementos no estructurales como veredas, muros no portantes, postes, etc. esto contribuiría a evacuar los lugares de almacenamiento y poder recoger nuevas cantidades de residuos de construcción para su selección apropiada, lo cual es muy necesario para poder hacer un mejor aprovechamiento de estos materiales de desecho en diferentes regiones de nuestro país.

En cuanto a de donde se van obtener los agregados reciclados en la ciudad de

Pucallpa, hay que tener en cuenta el Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales realizado por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014) en el que se afirma que existe una fuerte relación entre crecimiento poblacional (tasa de crecimiento poblacional) y generación de residuos sólidos (toneladas/año). Por ello se va a tener en cuenta información del Compendio Estadístico del año 2018 (INEI, 2018), en el que las regiones (departamentos) de nuestro país presentan un crecimiento poblacional importante, no siendo una excepción el departamento de Ucayali, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada

Departamento	Tasa de Crecimiento Promedio Anual					
	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Amazonas	2,9	4,6	3,0	2,4	0,8	0,1
Áncash	1,5	2,0	1,4	1,2	0,8	0,2
Apurímac	0,5	0,6	0,5	1,4	0,4	0,04
Arequipa	1,9	2,9	3,2	2,2	1,6	1,8
Ayacucho	0,6	1,0	1,1	-0,2	1,5	0,1
Cajamarca	2,0	1,9	1,2	1,7	0,7	-0,3
Prov. Const. del Callao	4,6	3,8	3,6	3,1	2,2	1,3
Cusco	1,1	1,4	1,7	1,8	0,9	0,3
Huancavelica	1,0	0,8	0,5	0,9	1,2	-2,7
Huánuco	1,6	2,1	1,6	2,7	1,1	-0,6
Ica	2,9	3,1	2,2	2,2	1,6	1,8
Junín	2,1	2,7	2,2	1,6	1,2	0,2
La Libertad	2,0	2,8	2,5	2,2	1,7	1,0
Lambayeque	2,8	3,8	3,0	2,6	1,3	0,7
Lima	4,4	5,0	3,5	2,5	2,0	1,2
Loreto	2,8	2,9	2,8	3,0	1,8	-0,1
Madre de Dios	5,4	3,3	4,9	6,1	3,5	2,6
Moquegua	2,0	3,4	3,5	2,0	1,6	0,8
Pasco	2,0	2,3	2,0	0,5	1,5	-1,0
Piura	2,4	2,3	3,1	1,8	1,3	1,0
Puno	1,1	1,1	1,5	1,6	1,1	-0,8
San Martín	2,6	3,0	4,0	4,7	2,0	1,1
Tacna	2,9	3,4	4,5	3,6	2,0	1,3
Tumbes	3,7	2,9	3,4	3,4	1,8	1,2
Ucayali	6,8	5,9	3,4	5,6	2,2	1,4

Nota: Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según departamento. Adaptado de “Compendio Estadístico 2018”, por INEI, 2014.

Se puede apreciar que Ucayali, Lima, Arequipa, la Provincia Constitucional del Callao, entre otros departamentos presentan una tasa de crecimiento poblacional similar, siendo estas significativas y por ende también la generación de residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y residuos provenientes de C&D. Por ello es necesario ir seleccionando y acopiando los residuos de construcción, para que en el futuro se pueda aplicar de forma masiva la elaboración de concreto con agregado reciclado.

De acuerdo al diagnóstico sobre Residuos Sólidos de Construcción y Demoli-  
ción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento presentado en  
marzo del 2008, en el año 2007 se tuvo una producción nacional de Residuos  
Sólidos de Construcción igual a 5 663 062 TM; distribuidos por departamentos  
de la siguiente manera:

#### Generación de RSC por Departamentos para el Año 2007

Nº	DEPARTAMENTO	POBLACIÓN 2007	PRODUCCION DE RSC (TM/AÑO)
1	Amazonas	421,064	52,757
2	Ancash	1 123,070	339,826
3	Apurímac	452,595	76,426
4	Arequipa	1 232,625	427,042
5	Ayacucho	669,184	93,281
6	Cajamarca	1 468,401	182,809
7	Cusco	1 265,790	209,909
8	Huancavelica	483,034	101,376
9	Huánuco	789,694	62,314
10	Ica	719,161	53,233
11	Junín	1 241,400	147,564
12	La Libertad	1 663,699	178,912
13	Lambayeque	1 179,385	222,102
14	Lima	9 324,567	2 098,562
15	Loreto	955,303	220,461
16	Madre de Dios	95,742	11,996
17	Moquegua	172,127	40,367
18	Pasco	288,233	99,147
19	Piura	1 762,021	127,664
20	Puno	1 345,750	316,812
21	San Martín	723,895	367,377
22	Tacna	296,588	137,040
23	Tumbes	207,143	33,880
24	Ucayali	434,836	62,203
	<b>TOTAL</b>		<b>5 663,062</b>

Fuente: Diagnostico Residuos Sólidos de la Construcción y Demoliciones en el Perú. Marzo 2008. Mi-  
nisterio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

La composición de los RCDs los que llegan al vertedero contiene un 75% de escombros desglosados en:

### Composición Porcentual de los componentes de Escombros - 2007

Material	Porcentaje (%)
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54
Hormigón	12
Piedra	5
Arena, grava y otros áridos	4
Madera	4
Vidrio	0.5
Plásticos	1.5
Metales	2.5
Asfalto	5
Yeso	0.2
Papel	0.3
Basura	7
Otros	4

Fuente: Diagnostico Residuos Sólidos de la Construcción y Demoliciones en el Perú. Marzo 2008. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

### 2.5. Limitaciones y Alcances:

El desarrollo de la presente investigación se realizará en la ciudad de Pucallpa, la misma que tiene como finalidad evaluar y comparar el comportamiento del concreto con diferentes proporciones de reemplazo del agregado natural (AN) por agregado de concreto reciclado (ACR). La presente investigación pretende en un principio que el concreto a elaborar con cierto porcentaje de reemplazo de los agregados naturales por agregados reciclados sea utilizado en la construcción de elementos no estructurales, en cuanto a los porcentajes de reemplazo que se prevé analizar en la presente serán del 15% AGR-C, 25% AGR-C, 50% AGR-C, 75% AGR-C y 100% AGR-C, dichos concretos serán comparados con un concreto patrón de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  realizado con agregados naturales (hormigón). En el caso de la sustitución del hormigón por agregado grueso reciclado de concreto (AGR-C), de ser necesario se utilizará arena para cumplir con los requisitos granulométricos. Los agregados reciclados son obtenidos de residuos sólidos de construcción y demolición (edificaciones, veredas, pavimentos rígidos, lozas, etc), a los que previamente se hará una limpieza



general, separando sólo residuos de concreto previo a su traslado al lugar de trituración. Ya en el lugar se tritura y separa el concreto del acero, a través de mallas de diferentes tamaños se obtiene el agregado reciclado.

Las propiedades físico - mecánicas de los agregados (naturales y reciclados) se determinarán a través de los ensayos de: Granulometría, peso unitario, peso específico, % de humedad y % de absorción. Se analizará las propiedades físicas y mecánicas del concreto reciclado obtenido de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP).

## 2.6. Hipótesis

### 2.6.1. General

El uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregado global en la ciudad de Pucallpa.

### 2.6.2. Específicas

1.- Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de concreto reciclado influyen negativamente sobre el concreto patrón de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregado global.

2.- Dependiendo de la cantidad de agregado grueso reciclado de concreto utilizado, varía progresivamente la resistencia a compresión del concreto respecto al concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con agregado global.

3.- El costo del concreto realizado con agregado grueso reciclado y agregados naturales es similar o menor al del concreto elaborado con agregado global.

## 2.7. Sistema de variables – dimensiones e indicadores

252

### 253 2.7.1. Variables independientes

- 254 • Comportamiento del diseño concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  fabricado con
- 255 agregados naturales y agregados reciclados.
- 256 • Propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados.
- 257 • Proporciones adecuadas de agregados naturales y reciclados.
- 258 • Costo de la producción de concreto con agregados naturales y reci-
- 259 clados.

260

### 261 2.7.2. Variables dependientes

- 262 • Empleo del concreto elaborado con agregado reciclado en la cons-
- 263 trucción de elementos no estructurales.
- 264 • Diseño de mezclas de concreto.
- 265 • Obtención de un concreto con resistencia a la compresión  $f'c=175$
- 266  $\text{kg/cm}^2$ .
- 267 • Aplicación progresiva.

268

### 269 2.8. Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores

HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIONES
<b>HIPOTESIS</b>  <b>GENERAL:</b>  <b>El uso de agrega-</b> <b>dos de Concretos</b> <b>Reciclados como</b> <b>un sustituto parcial</b>	V.I  Comportamiento del di- seño concreto $f'c = 175$ $\text{kg/cm}^2$ fabricado con agregados naturales y agregados reciclados.	✓ Durabilidad del con- creto con agregado reciclado.  ✓ Ductilidad	✓ Calidad del concreto  ✓ Agregados  ✓ módulo de elasticidad

del agregado global no influye de forma significativa la resistencia a la compresión sobre el concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregado global en la ciudad de Pucallpa.	V.D  Empleo del concreto elaborado con agregado reciclado en la construcción de elementos no estructurales.	✓ Resistencia a la compresión.	
<b>HIPOTESIS</b>  <b>ESPECÍFICAS:</b>  Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de concreto reciclado influyen negativamente sobre el concreto patrón de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregado global.	V.I  Propiedades físicas de los agregados naturales y reciclados  V.D  Diseño de mezcla de concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de retenidos en tamices estandarizados.</li> <li>✓ Suelto y compactado.</li> <li>✓ Peso específico</li> <li>✓ % de humedad.</li> <li>✓ Agregado reciclado (3/4").</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Granulometría.</li> <li>✓ Peso Unitario.</li> <li>✓ Peso específico de agregado de peso normal</li> <li>✓ Contenido de humedad.</li> <li>✓ Tamaño</li> </ul>
Dependiendo de la cantidad de agregado grueso reciclado de concreto utilizado, varía progresivamente la resistencia a compresión del concreto respecto al concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con agregado global.	V.I  Proporciones adecuadas de agregados naturales y reciclados  V.D  Obtención de un concreto con resistencia a la compresión $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proporción en peso de cemento, agregado natural (hormigón y arena), agregado reciclado y de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nivel de trabajabilidad.</li> </ul>
El costo del concreto realizado con	V.I  Costo de la producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de agregados naturales y reciclados a utilizar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Propiedades físicas de los agregados.</li> </ul>

agregado grueso reciclado y agregados naturales es similar o menor al del concreto elaborado con agregado global.	de concreto con agregados naturales y reciclados.	en la mezcla. ✓ Variación del costo de producción entre el concreto convencional y el concreto obtenido con agregados naturales y agregados reciclados.	✓ Costo de producción
	V.D Aplicación progresiva		

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes o revisión de estudios realizados

##### 3.1.1. Antecedentes en el contexto local

A nivel regional y local, no existen investigaciones similares de lo que se pretende estudiar, pero utilizaremos todas las fuentes primarias, secundarias y bibliográficas para la investigación.

##### 3.1.2. Antecedentes en el contexto nacional

✓ El bach. Erazo Gonzales Nilo Elio (2018), en su investigación desarrollada en la ciudad de Lima “Evaluación del diseño de concreto  $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales”, uno de los aspectos evaluados es el económico en el que el costo total de material de 1 metro cúbico de concreto reciclado con IGV es de S/. 194,81, mientras que para 1m<sup>3</sup> de concreto convencional se obtuvo un costo total incluido IGV de S/. 211.08, siendo el costo de materiales en 1m<sup>3</sup> de concreto reciclado un 8% menor que el de un concreto convencional, por lo que se concluye que el uso de agregados reciclados es económico y rentable.

- ✓ Bachs. Jordan Saldaña, José Carlos y Viera Caballero, Neiser (2014), “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra” (Estudio realizado en la Universidad Nacional del Santa), Perú, Objetivo General: Conocer los procesos de variación del comportamiento estructural del concreto, elaborados con diferentes porcentajes de agregados gruesos reciclados, para su respectiva utilización, determinando las resistencias a la compresión.
- ✓ Bach. Asencio Sangay, Armando Régulo (2014), “Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ” (Estudio realizado en la Universidad Nacional de Cajamarca), Perú, Objetivo General: Determinar el efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

## **3.2. Bases teóricas**

### **3.2.1. Consideraciones sobre el diseño de mezcla**

El proporcionamiento de mezclas de concreto, comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- a) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
- b) Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento” para producir un, tan económico como sea posible, concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

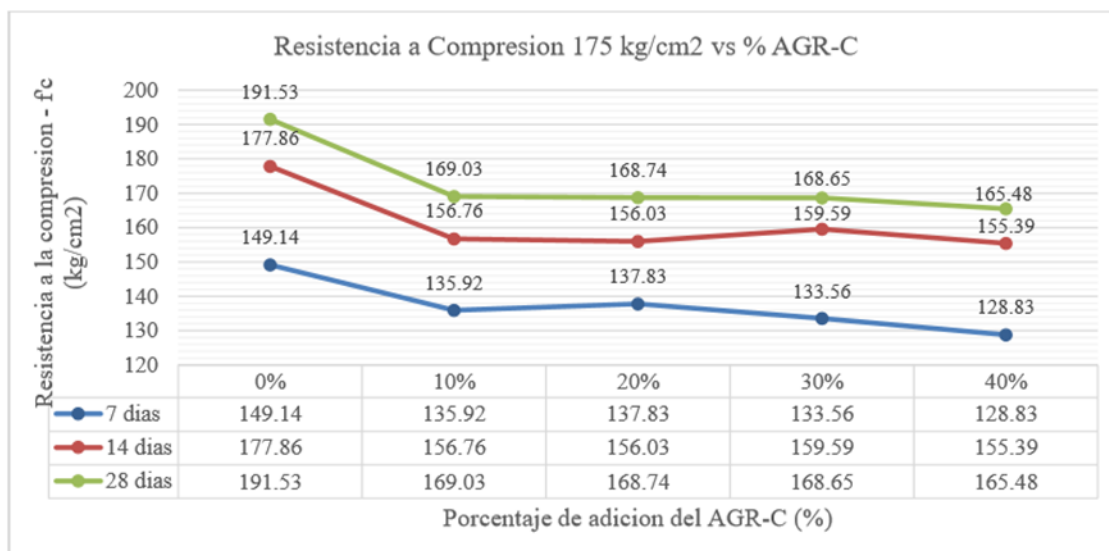
A pesar que se han realizado gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas, en buena parte permanece como un procedimiento empírico. Aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño, están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad especificada, así como una trabajabilidad apropiada.

### 3.2.2. Resistencia del concreto a la compresión

Según Etxeberria (2004) en la tesis doctoral: “Estudio experimental sobre microestructura y comportamiento estructural del hormigón con agregado reciclado”, se concluye: La capacidad de absorción de los áridos reciclados es la propiedad que realmente debe tenerse en cuenta durante la producción de hormigón. El hormigón fabricado con 100% de agregados gruesos reciclados tiene un 20-25% menos de resistencia a la compresión que el hormigón convencional a los 28 días, con la misma proporción eficaz de  $a/c = 0,50$  y cemento 325 kg de cemento por  $m^3$ . El hormigón de media resistencia a la compresión hecho con un 25% de agregados gruesos reciclados alcanza las mismas propiedades mecánicas que el del hormigón convencional empleando la misma cantidad de cemento y la misma relación de  $a/c$ .

El concreto de resistencia a la compresión media fabricado con 50% o 100% de agregados gruesos reciclados necesita una relación eficaz de 4 a 10% menos y un 5-10% más de cemento que el concreto convencional para lograr la misma resistencia a la compresión a los 28 días. La elasticidad del módulo es menor que la del hormigón convencional. Sin embargo, la resistencia a la tracción del hormigón agregado reciclado puede ser mayor que el hormigón convencional (concreto que utiliza agregados en bruto).

Los bachs: Cubas Resurrección, Hervin Abdías y Cabrera Herrera, Josias (2019), en su investigación desarrollada en la ciudad de Lima “Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional”, evaluó la resistencia a la compresión dependiendo el porcentaje de adición (AGR-C 0%, AGR-C 10%, AGR-C 20%, AGR-C 30%, AGR-C 40%) de agregados naturales por agregados reciclados obteniéndose para un concreto  $f'c$  175  $kg/cm^2$  lo siguiente:



Resistencia de diseño  $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a través del tiempo de curado

El concreto patrón realizado con 100% de agregados naturales obtuvo una resistencia a la compresión de  $191.53 \text{ kg/cm}^2$ , la cual supera la resistencia de diseño ( $175 \text{ kg/cm}^2$ ). Para un concreto con 10% de adición de AGR-C se obtuvo un resultado de  $169.03 \text{ kg/cm}^2$ , es decir llegó a 96.59% de la resistencia para el cual fue diseñado ( $175 \text{ kg/cm}^2$ ). En un concreto con la adición del 20% de AGR-C se llegó a una resistencia de  $168.74 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa un 96.42% de la resistencia de diseño.

Se puede apreciar que a medida que se incrementa el porcentaje de agregados reciclados, la resistencia a la compresión del concreto elaborado disminuye. Es por ello que para la presente investigación se plantea en un principio que el concreto a elaborar con cierto porcentaje de reemplazo de los agregados naturales por agregados reciclados sea utilizado en la construcción de elementos no estructurales, en cuanto a los porcentajes de reemplazo que se prevé analizar en la presente serán del 15% AGR-C, 25% AGR-C, 50% AGR-C, 75% AGR-C y 100% AGR-C, dichos concretos serán comparados con un concreto patrón realizado con agregados naturales (concreto convencional).

### 3.2.3. Propiedades físicas de los agregados

Los agregados constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. El papel que cumplen y sus diferentes tipos es muy variado en la construcción civil; para determinar su idoneidad es necesario conocer su procedencia y calidad; para eso, necesitamos hacer ensayos en laboratorio con la finalidad de conocer sus principales propiedades y las influencias de este para con la mezcla a realizar.

### 3.2.3.1. Granulometría:

La granulometría o gradación de un agregado se refiere a la distribución de los tamaños de partículas. Esta propiedad es muy importante en términos del estado fresco del concreto. Mezclas cohesivas de concreto se obtienen siempre y cuando esté presente la suficiente cantidad de finos, y particularmente las mezclas con bajo contenido de cemento son las que requieren una granulometría de agregado con una adecuada cantidad de "finos". La gradación y sus efectos no solo afectan el estado plástico del concreto pues, si no se puede colocar y compactar de manera idónea, el resultado del concreto endurecido no será el deseado debido a su mala trabajabilidad y dificultad al compactarlo en estado fresco.

En general, las granulometrías de los agregados de concreto reciclado se sitúan dentro de los límites que fijan las diferentes recomendaciones tanto para agregado natural como para agregado de concreto reciclado. El módulo granulométrico del agregado de concreto reciclado, para un mismo tamaño máximo del agregado, presenta pequeñas variaciones dependiendo principalmente del sistema de trituración empleado y en menor medida de la calidad del concreto original. En principio, el agregado de concreto reciclado genera finos durante su manipulación debido a la aparición de pequeñas partículas de mortero que se desprenden, la presencia de estas partículas en la superficie del agregado puede originar problemas de adherencia entre éste y la pasta de cemento, además de provocar un aumento de la cantidad de agua de amasado necesaria. Por otra parte, después de obtener la fracción gruesa en el agregado de concreto reciclado, éste sigue presentando pequeños porcentajes de arena (partículas menores de 4mm) debido a la disgregación que sufre el agregado al manipularse. Los valores más frecuentes oscilan entre 0,5-2%. Así, las recomendaciones de la International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM Recommendation:1994) y las especificaciones de Hong Kong para la utilización de agregado de concreto reciclado, establecen un límite del 5% para el contenido de partículas de tamaño inferior a 4mm en el agregado de concreto reciclado (Fong, Yeung & Poon, 2004).



## Granulometría del agregado fino y grueso:

El análisis granulométrico se realiza mediante varios procedimientos en el laboratorio haciendo uso de tamices de diferentes numeraciones, que permiten separar los granos del mismo tamaño que conforman los agregados, estos van desde las partículas visibles a simple vista hasta los más pequeños, las cuales están descritas en la Norma Técnica Peruana NTP 400.012. Con este ensayo de granulometría para ambos agregados podemos determinar el módulo de fineza y el tamaño máximo, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso respectivamente. La granulometría es determinada por análisis de tamices. Los tamices a utilizar: 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", ⅜", N°4, N°8, N°16, N°50, N°100, N°200), los cuales serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. (norma NTP 400.012).

**- Agregado fino.** El agregado fino son las partículas que pasan por el tamiz 3/8 y queda retenido en la malla N° 200, debe ser limpia y libre de productos químicos que afecten al concreto. El agregado fino más común es la arena. Mientras que, al material que pasa el tamiz N°200 se le conoce como Fuller o "los finos", entre este tipo de material se tienen partículas de arcilla, limo y triturado de roca, sin embargo, a la arcilla se le considera perjudicial para el concreto porque tiene carácter expansivo (hace tracciones y compresiones) y puede generar fisuras después del endurecimiento y afectar la estructura. Es por eso que es muy importante el análisis granulométrico del agregado, para determinar el porcentaje en cada tamiz, y que debe cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037.

### Requisitos Granulométricos del agregado fino (NTP 400.037)

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

NOTA: Concretos elaborados con agregado fino con deficiencias en los tamices 300 µm (N° 50) y 150 µm (N°100) algunas veces presentan dificultades en la trabajabilidad, bombeo o excesiva exudación. La deficiencia de finos puede ser subsanada con cemento adicional. Las adiciones minerales o aditivos.



**- Agregado grueso.** El agregado grueso consistirá en grava, piedra chancada, concreto reciclado, o la combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma. El agregado grueso reciclado puede necesitar precauciones adicionales, sobre todo en zonas donde existe el fenómeno de congelación y deshielo u otros agentes agresivos como sulfatos, cloruros o materia orgánica. (NTP 400.037, 2014, p. 12).

### Requisitos Granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25,0 mm a 4,75mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾ pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (¾ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 <sup>A</sup>	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida.

### - Agregado global (hormigón)

La NTP 400.037 en su ANEXO A (INFORMATIVO), indica los requisitos necesarios para realizar el análisis granulométrico del agregado global (hormigón), cabe recordar que este anexo sólo es de carácter informativo, ya que en el Perú aún no está normado como ocurre en Inglaterra, Francia, Alemania. La Comisión Panamericana de Normas Técnicas (CO-PANT) también recoge estas consideraciones.

Granulometría del agregado global

Tamiz	Tamaño máximo nominal		
	Tamaño máximo nominal 37,5 mm (1 ½ pulg)	Tamaño máximo nominal 19,9 mm (3/4 pulg)	Tamaño máximo nominal 9,5 mm (3/8 pulg)
50 mm (2 pulg)	100		
37,5 mm (1 ½ pulg)	95 a 100	100	
19,0 mm (3/4 pulg)	45 a 80	95 a 100	
12,5 mm (1/2 pulg)			100
9,5 mm (3/8 pulg)			95 a 100
4,75 mm (No. 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2,36 mm (No. 8)			20 a 50
1,18 mm (No. 16)			15 a 40
600 µm (No. 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (No. 50)			5 a 15
150 µm (No. 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*
*Incrementar 10% para finos de roca triturada			

Fuente: NTP 400.037.2014.

### Tamaño

Analizar el tamaño de los agregados es muy importante, ya que de ello va a depender el nivel de trabajabilidad del concreto en estado fresco y la resistencia del concreto en estado endurecido.

### - Tamaño Máximo

Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

### - Tamaño Máximo Nominal (TMN)

Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido. El tamiz de TMN debe retener entre 5 % y 10 % del agregado.

#### 3.2.3.2. Módulo de Fineza

Es un valor empírico igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de los tamices.

El agregado fino no tendrá más de 45 % entre dos mallas consecutivas y su módulo de fineza no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1. (NTP 400.037, 2014, p. 8). Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ acumulados retenidos (mallas TMN ... .. } N^{\circ} 100)}{100}$$

#### 3.2.3.3. Densidad

La densidad de un sólido se define como la relación entre masa que posee y el volumen que ocupa, la cual se expresa en la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{M_s}{V_s}$$

Donde,  $M_s$  y  $V_s$  son la masa y el volumen del sólido, respectivamente.

De acuerdo con lo anterior es importante conocer la diferencia entre los distintos tipos de densidad:

- **Densidad real:** Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo sus poros permeables o saturables y los no saturables o impermeables.

- **Densidad nominal:** Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo únicamente los poros permeables o saturables.

**- Densidad aparente:** Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, incluyendo tanto poros permeables o saturables como poros impermeables o no saturables (volumen aparente o absoluto).

De los tres tipos de densidades antes definidas, la densidad aparente es la que se emplea en el cálculo de mezclas, porque se parte que el material primero se satura.

El mortero residual adherido en los agregados de concreto reciclado (ACR) es uno de los factores que afecta su densidad, porosidad y absorción. La densidad de los ACR es generalmente menor que la de los agregados naturales. Esto teniendo en cuenta que el mortero adherido es menos denso que la roca subyacente. En un estudio de McNeil & Kang (2000) se ha demostrado que la densidad de los ACR en su condición saturado y superficialmente seco es aproximadamente un 7 - 9% menor que la de los agregados naturales (AN).

#### 3.2.3.4. Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Este valor es requerido cuando se trata de clasificar agregados ligeros o pesados. El peso unitario del agregado varía de acuerdo a condiciones intrínsecas, como la forma, granulometría y tamaño máximo. (NTP 400.017, 2011).

Esta propiedad se determina colocando una muestra de agregado dentro un recipiente con volumen y peso conocidos (ASTM C29). El grado de compactación cambiará la cantidad de espacios vacíos y, por lo tanto, el peso unitario también. Es por esto que existen dos tipos de pesos unitarios y los detallaremos a continuación:

**- Peso unitario suelto:** Para hallar el peso unitario suelto simplemente se llena el contenedor hasta rebosar con una pala, luego se nivela y se determina la masa del contenedor con su contenido. Se resta la masa del recipiente para hallar la masa del agregado, y peso unitario suelto se obtendrá dividiendo la masa resultante entre el volumen del recipiente.

$$PUS = \frac{\text{masa del recipiente con agregado} - \text{masa del recipiente vacío}}{\text{volumen del recipiente}}$$

**- Peso Unitario Compactado:**

Este método requiere la colocación de tres capas de igual volumen aproximadamente de agregado seco en un recipiente de volumen conocido, cada una de las capas se empareja y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, se nivela la superficie, y luego se prosigue a determinar la masa del contenedor con su contenido. Se resta la masa del recipiente para hallar la masa del agregado, y el peso unitario compactado se obtendrá dividiendo la masa resultante entre el volumen del recipiente. La varilla compactadora es de acero, cilíndrica de 5/8" de diámetro, con una longitud aproximada de 60 cm (24"), con un extremo redondeado.

$$PUC = \frac{\text{masa del recipiente con agregado} - \text{masa del recipiente vacío}}{\text{volumen del recipiente}}$$

En las arenas, el peso unitario compactado varía entre 1550 kg/m<sup>3</sup> y 1750 kg/m<sup>3</sup> disminuyendo cerca de un 30 % para el peso unitario suelto.

Se calculará el peso unitario suelto y compactado tanto de los agregados naturales como del agregado grueso reciclado.

### **Clasificación de los agregados por su peso unitario**

**a) Normales:** Son aquellos agregados de uso más común y general que se utilizan en el 90% de las construcciones Su peso unitario se encuentra entre 1000-1800 kg/m<sup>3</sup>.

**b) Livianos:** Son aquellos agregados que tienen un peso unitario por debajo de 1000 kg/m<sup>3</sup> y se encuentran en un rango de 700-800 kg/m<sup>3</sup> y con su uso se obtienen concretos livianos.

**c) Pesados:** Son aquellos agregados que tienen un peso unitario por encima de 2000 kg/m<sup>3</sup> y provienen de rocas que contienen elementos pesados. Con su uso se obtienen concretos pesados para pantallas contra radiaciones.

### **3.2.3.5. Peso específico**

Es el cociente de dividir el peso de un agregado entre el volumen del mismo sin considerar los vacíos. Se usa para establecer la condición de volumen en diseños de mezcla. Los valores son adimensionales.

$$Pe = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso en agua del agregado ya saturado con superficie seca}}$$

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.

### 3.2.3.6. Absorción

Es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un período de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, expresado como porcentaje de la masa seca. La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

$$\% \text{ de absorción} = \frac{P_{sss} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Donde:

P<sub>sss</sub>: Peso saturado superficialmente seco de la muestra.

Peso seco: Peso secado al horno de la muestra.

La absorción es una de las propiedades físicas del agregado de concreto reciclado que presenta una mayor diferencia con respecto al agregado natural (AN), esto es debido a la elevada capacidad de absorber agua que tiene la pasta que queda adherida. Generalmente, los agregados naturales tienen capacidad de absorción entre 0.5 % y 2 %, lo cual es totalmente aceptable para la mayoría de las aplicaciones del concreto. Sin embargo, al referirse al uso de ACR en mezclas nuevas de concreto hay que tener ciertas precauciones debido a la mayor porosidad de sus partículas. Por lo tanto, para una mezcla con las mismas proporciones de materiales, pero empleando ACR requerirá mayor cantidad de agua (5% más, en promedio) para garantizar una trabajabilidad igual a la del concreto inicial con agregados naturales (R. Sri Ravindrarajah, 1985).

Los agregados provenientes de la trituración de concreto por lo general poseen una absorción mayor que los agregados naturales ya que son más porosos y ligeros.

Yang et al. En su investigación publicada en el ACI Materials Journal, clasifican los agregados reciclados según las Normas Industriales Coreanas para ensayos de concreto. Dichos estándares clasifican a los agregados gruesos en tres grupos, y a los finos en dos grupos, según su porcentaje de absorción, como lo muestra la Tabla:

Clasificación de agregados reciclados según Estándares Coreanos

AGREGADO	TIPO	ABSORSIÓN	APLICACIÓN
GRUESO	I	<3%	Concreto Estructural
	II	<5%	Concreto No Estructural
	III	<7%	Concreto No Estructural o filler para construcción de pavimentos
FINO	I	<5%	Concreto Estructural
	II	<10%	Concreto No Estructural

### 3.2.3.7. Humedad

La cantidad de agua retenida por las partículas del agregado es el contenido de humedad, esta propiedad varía en función del tiempo y condiciones ambientales, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla.

Según la NTP 339.185 lo que busca este ensayo es determinar el porcentaje total de contenido de humedad en el agregado fino o grueso por el método de secado.

El procedimiento a seguir para este ensayo es el siguiente:

Se coloca el material húmedo en un recipiente y se pesa en la balanza, luego se procede a colocar el recipiente con el material en la estufa y se remueve el material hasta lograr el secado. Se pesa el material seco en la balanza.

El contenido de humedad en porcentaje se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso natural} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

### 3.4. Agua



El agua es un elemento esencial para que el cemento sea hidratado, debido a ello es recomendable que esté completamente limpia para que no afecte a la calidad y trabajabilidad del concreto. Asimismo, para fabricar concreto necesitamos que éste se encuentre en óptimas condiciones. También no debe contener agentes químicos agresivos o estar contaminada por residuos orgánicos para evitar perder propiedades de resistencia y fallas continuas en el mismo durante el ciclo de fraguado y endurecimiento (Cruz y Moreno, 2016, pág. 32).

### **3.4. Consideraciones del concreto con agregados reciclados**

#### **3.4.1. Dosificación**

Para la dosificación del concreto con agregado reciclado, en principio se pueden emplear los métodos convencionales de dosificación, aunque se han desarrollado algunas experiencias específicas respecto a la utilización de agregados de concreto reciclado.

#### **3.4.2. Contenido de agua**

Para determinar el contenido de agua de la dosificación de concreto con agregado de concreto reciclado, hay que tener en cuenta que la absorción de agua es mucho mayor en los agregados de concreto reciclado que en los convencionales, debido entre otros factores, al mortero adherido a los agregados originales. Para asumir este incremento en la demanda de agua se puede pre saturar el agregado o incrementar el agua de mezclado.

#### **3.4.3. Contenido de cemento**

En principio, los tipos de cemento utilizados serán los mismos que se emplearían en un concreto convencional para las mismas prestaciones. Debido a la menor calidad del agregado de concreto reciclado, para mantener la misma resistencia y consistencia, el concreto con agregado grueso de concreto reciclado necesitará un mayor contenido de cemento en su dosificación.

#### **3.4.5. Relación agua/cemento**

Como punto de partida, para un porcentaje de agregado de concreto reciclado reducido se puede considerar inicialmente que la relación agua/cemento necesario para alcanzar una categoría resistente será la

misma para el concreto convencional y el concreto con agregado de concreto reciclado; aunque en la práctica, para sustituciones por encima del 50%, se deberá ajustar la relación agua/cemento en el concreto preparado con agregados de concreto reciclado mediante los ensayos correspondientes.

#### **3.4.6. Dosificación del agregado de concreto reciclado**

Las propiedades del concreto fabricado con agregados de concreto reciclado tienden a empeorar a medida que aumenta el porcentaje de sustitución. En la práctica, los valores aconsejables de sustitución llegan hasta el 50%. Esto se recoge en diferentes normativas, estableciéndose limitaciones a su dosificación.

En la mayor parte de las experiencias realizadas, no se ha considerado el empleo de agregado fino de concreto reciclado por las deficientes prestaciones que suele proporcionar, debido a sus características, que difieren en gran medida de las que posee el correspondiente agregado natural: elevada presencia de contaminantes, dificultad en el control del agua libre, acusadas pérdidas de resistencia y elevada absorción de agua con consecuencias negativas para las características del nuevo concreto.

#### **3.5. Procedimiento para la obtención de agregados reciclados**

Para la obtención de agregados reciclados que se va utilizar en el diseño de mezcla, se va a seguir el siguiente procedimiento:

- a) Identificar los lugares de los que se puede obtener los agregados reciclados.
- b) Toma de muestras: Romper y extraer el concreto antiguo de los lugares seleccionados.
- c) Transporte de los residuos sólidos de construcción y demolición al lugar donde se encuentra la chancadora.
- d) Limpieza y clasificación del material: El material es acopiado en un lugar adecuado; se realiza la limpieza del material separando el plástico, acero, y otras impurezas para quedarnos sólo con residuos sólidos de concreto.
- e) Triturar en una trituradora primaria y secundaria el concreto antiguo, retirar el refuerzo de acero u cualquier material embebido en él.
- f) Realizar una gradación del agregado.
- g) Almacenar el agregado grueso resultante.

#### **3.6. Diferencia de costos entre un concreto con agregado convencional y un concreto con sustitución de determinado % de agregado reciclado.**

- Los bachs: Cáceres Vilca, Edson Alberto y Valencia Salas, Víctor André (2018), en su investigación desarrollada en la ciudad de Arequipa “Estudio de la influencia del tipo y porcentaje de reemplazo de los agregados reciclados en las propiedades del concreto, para diseños de  $f'c$  175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, en la ciudad de Arequipa”, evaluó la influencia en el costo del concreto dependiendo el porcentaje de reemplazo (AR 0%, AR 25%, AR 50%, AR 100%) de agregados naturales por agregados reciclados obteniéndose para un concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> lo siguiente:

#### Análisis de costo unitario para los diseños de mezclas de $f'c=175$ kg/cm<sup>2</sup>

Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (S./)	Costo de parcial (S./)	Costo Total (S./)	Diferencia (%)
175-1/2-P	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	194.55	0.00
	A.G.	0.347	m3	48.20	16.70		
	A.F.	0.292	m3	38.80	11.33		
	Agua	0.231	m3	5.00	1.16		
175-1/2-I-25	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	193.14	-0.72%
	A.G.	0.260	m3	48.20	12.54		
	A.F.	0.293	m3	38.80	11.37		
	A.R.	0.088	m3	30.46	2.68		
	Agua	0.238	m3	5.00	1.19		
175-1/2-I-50	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	191.73	-1.45%
	A.G.	0.174	m3	48.20	8.38		
	A.F.	0.294	m3	38.80	11.41		
	A.R.	0.176	m3	30.46	5.36		
	Agua	0.245	m3	5.00	1.23		
175-1/2-I-100	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	188.90	-2.90%
	A.G.	0.000	m3	48.20	0.00		
	A.F.	0.296	m3	38.80	11.49		
	A.R.	0.353	m3	30.46	10.75		
	Agua	0.260	m3	5.00	1.30		
175-1/2-II-25	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	193.20	-0.70%
	A.G.	0.260	m3	48.20	12.54		
	A.F.	0.294	m3	38.80	11.41		
	A.R.	0.089	m3	30.46	2.71		
	Agua	0.235	m3	5.00	1.17		



748

175-1/2-II-50	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	191.83	-1.40%
	A.G.	0.174	m3	48.20	8.38		
	A.F.	0.295	m3	38.80	11.45		
	A.R.	0.179	m3	30.46	5.46		
	Agua	0.239	m3	5.00	1.19		
175-1/2-II-100	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	189.11	-2.80%
	A.G.	0.000	m3	48.20	0.00		
	A.F.	0.299	m3	38.80	11.61		
	A.R.	0.358	m3	30.46	10.91		
	Agua	0.246	m3	5.00	1.23		
175-1/2-III-25	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	193.23	-0.68%
	A.G.	0.260	m3	48.20	12.54		
	A.F.	0.295	m3	38.80	11.45		
	A.R.	0.089	m3	30.46	2.71		
	Agua	0.233	m3	5.00	1.17		
175-1/2-III-50	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	191.90	-1.36%
	A.G.	0.174	m3	48.20	8.38		
	A.F.	0.297	m3	38.80	11.53		
	A.R.	0.179	m3	30.46	5.46		
	Agua	0.236	m3	5.00	1.18		
175-1/2-III-100	Cemento	8.066	Bolsa	20.50	165.36	189.25	-2.72%
	A.G.	0.000	m3	48.20	0.00		
	A.F.	0.303	m3	38.80	11.76		
	A.R.	0.359	m3	30.46	10.92		
	Agua	0.241	m3	5.00	1.20		
175-3/4-P	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	187.80	0.00
	A.G.	0.397	m3	48.20	19.15		
	A.F.	0.267	m3	38.80	10.35		
	Agua	0.214	m3	5.00	1.07		
175-3/4-I-25	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	186.15	-0.88%
	A.G.	0.298	m3	48.20	14.36		
	A.F.	0.269	m3	38.80	10.43		
	A.R.	0.099	m3	30.46	3.02		
	Agua	0.224	m3	5.00	1.12		
175-3/4-I-50	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	184.50	-1.76%
	A.G.	0.199	m3	48.20	9.58		
	A.F.	0.270	m3	38.80	10.47		
	A.R.	0.199	m3	30.46	6.06		
	Agua	0.233	m3	5.00	1.17		
175-3/4-I-100	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	181.32	-3.45%
	A.G.	0.000	m3	48.20	0.00		
	A.F.	0.274	m3	38.80	10.62		
	A.R.	0.401	m3	30.46	12.20		
	Agua	0.252	m3	5.00	1.26		

749

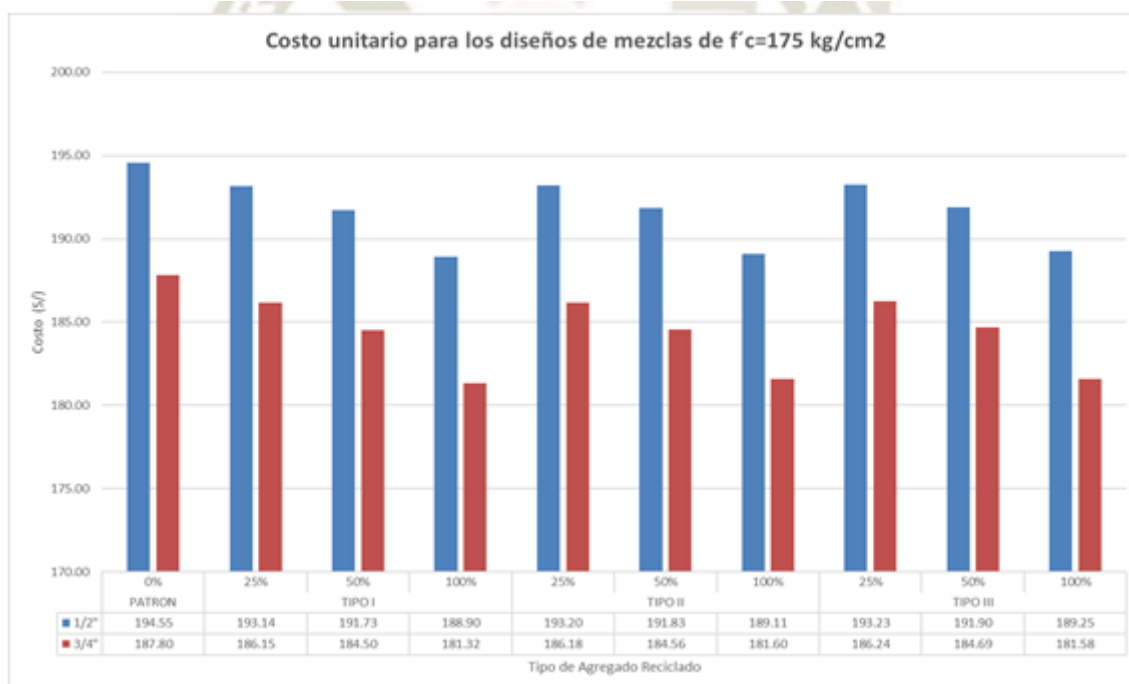
175-3/4-II-25	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	186.18	-0.86%
	A.G.	0.298	m3	48.20	14.36		
	A.F.	0.270	m3	38.80	10.47		
	A.R.	0.099	m3	30.46	3.02		
	Agua	0.222	m3	5.00	1.11		
175-3/4-II-50	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	184.56	-1.73%
	A.G.	0.199	m3	48.20	9.58		
	A.F.	0.272	m3	38.80	10.54		
	A.R.	0.199	m3	30.46	6.06		
	Agua	0.230	m3	5.00	1.15		
175-3/4-II-100	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	181.60	-3.30%
	A.G.	0.000	m3	48.20	0.00		
	A.F.	0.278	m3	38.80	10.78		
	A.R.	0.406	m3	30.46	12.37		
	Agua	0.245	m3	5.00	1.22		
175-3/4-III-25	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	186.24	-0.83%
	A.G.	0.298	m3	48.20	14.36		
	A.F.	0.271	m3	38.80	10.50		
	A.R.	0.100	m3	30.46	3.06		
	Agua	0.218	m3	5.00	1.09		
175-3/4-III-50	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	184.69	-1.66%
	A.G.	0.199	m3	48.20	9.58		
	A.F.	0.275	m3	38.80	10.66		
	A.R.	0.201	m3	30.46	6.11		
	Agua	0.222	m3	5.00	1.11		
175-3/4-III-100	Cemento	7.670	Bolsa	20.50	157.23	181.58	-3.31%
	A.G.	0.000	m3	48.20	0.00		
	A.F.	0.283	m3	38.80	10.98		
	A.R.	0.401	m3	30.46	12.22		
	Agua	0.230	m3	5.00	1.15		

*Análisis de costo unitario para los diseños de mezclas de  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$*

Fuente: Tesis “Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional”, presentada por los bachs. Hervin Abdías Cubas Resurrección y Josias Cabrera Herrera (2019), para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana Unión - Lima Perú.

En la tabla podemos ver que los investigadores han analizado los costos unitarios de cada diseño de mezclas propuestos, utilizando tanto agregados reciclados cuyo TMN es de 1/2” como de 3/4”, y con proporciones de reemplazo del 25%, 50% y 100%; las cuales son comparadas con concretos patrones (realizados con agregados naturales).

760



761

762

763

764

765

766

De la gráfica se puede observar que a medida que se aumenta el nivel de reemplazo del agregado de concreto reciclado va disminuyendo el costo del concreto tanto para el de las mezclas que usaron agregado de 1/2" y 3/4"; esto debido que el costo unitario de agregado reciclado calculado en el punto anterior es menor que el de agregado grueso natural.

767

768

769

770

771

772

Además, se observa que todas las mezclas que usaron agregado de 1/2" fueron las que obtuvieron un mayor costo, esto debido a la mayor cantidad de cemento que requería en su diseño, por último, se puede notar que las mezclas que usaron agregados de 3/4" presentan un mayor ahorro respecto a las mezclas que usaron agregados de 1/2".

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

- Los bachs: Cubas Resurrección, Hervin Abdías y Cabrera Herrera, Josias (2019), en su investigación desarrollada en la ciudad de Lima "Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional", evaluó la influencia en el costo del concreto dependiendo el porcentaje de reemplazo (0% AGR, 10% AGR, 20% AGR, 30% AGR, 40% AGR) de agregados naturales por agregados reciclados para concretos con resistencias a la compresión de  $f'c$  140; 175; 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo lo siguiente:

Resistencia a compresión de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Precio del concreto por m <sup>3</sup> para cada porcentaje de adición de AGR (s/.)				
	0% AGR	10% AGR	20% AGR	30% AGR	40% AGR
140	266.46	265.86	265.26	264.66	264.06
175	279.64	279.04	278.44	277.84	277.24
210	300.24	299.64	299.04	298.44	297.84
280	336.71	336.11	335.51	334.91	334.31

El concreto elaborado con agregado grueso reciclado tiene un precio que varía en función del porcentaje de AGR y su costo de producción es menor que el concreto convencional. Además, mientras mayor sea el porcentaje de AGR menor será el costo de dicho concreto.

- El Bach. Conoc Alejos, Julio Cesar (2018), en su investigación desarrollada en la ciudad de Lima "Viabilidad del uso de agregado reciclado para la elaboración de concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> proveniente de la trituración de probetas del laboratorio de ensayos de materiales de una obra en el distrito de la Molina", evaluó la variación en el costo entre un concreto patrón y un concreto con agregado reciclado dependiendo la resistencia del concreto a realizar:

Variación de costo entre un concreto convencional y un concreto con agregado reciclado

Resistencia a compresión de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	PATRON	RECICLADO	DIF.
175	100,00 %	93,95 %	6,05 %
210	100,00 %	94,56 %	5,44 %
245	100,00 %	95,29 %	4,71 %
350	100,00 %	95,51 %	4,49 %

Se puede apreciar que el concreto elaborado con agregado reciclado tiene un menor costo, asimismo se puede deducir a partir de ello que a mayor resistencia de concreto menor es el ahorro al usar agregados reciclados para elaboración del concreto.

De todas estas investigaciones podemos concluir que al usar agregados reciclados para la elaboración de concreto se tiene un costo de producción ligeramente menor. Se esperaría que el costo del concreto elaborado con agregados

reciclados sea mucho menor, ya que no se paga por derecho de extracción y el lugar para la obtención de estos está más próximo al área urbana (al lugar donde van a ser procesados). Pero este ahorro que se tiene tanto en el pago de impuestos por extracción y costo de transporte, se tiene que utilizar en el pago de la cuadrilla encargada de selección y limpieza del agregado, así como también en el pago del equipo triturador; por ello es que se llega a tener un costo similar.

### 3.7. Agregado de concreto reciclado

Material granular proveniente de residuos de construcción y demolición de obras civiles, tiene características técnicas aplicadas en ingeniería de construcción e infraestructura.

Los agregados de concreto reciclado no tienen características homogéneas, es decir pueden variar según la fuente, por tanto, se considera necesario realizar ensayos, a cada una de las muestras tanto de agregados como de concreto para los casos en los que se pretenda utilizar ACR.

La N.T.P. 400.053 (1999) "Manejo de Residuos de Actividades de Construcción" se refiere a ellos como granulados de concreto y los define como materiales de construcción auxiliares para el procesamiento del concreto y mortero de demolición hasta que alcance partículas de tamaño similar a los agregados, el cual para ser usado como agregado reciclado deberá estar libre de sustancias deletéreas de manera similar a los agregados convencionales. La utilización de granulados de concreto en losas de pavimentos de concreto y en concreto reciclado es el más compatible con el ambiente.

### 3.8. Concreto

El concreto (del inglés concrete y del latín contrētus) es un material compuesto utilizado en la construcción, compuesto principalmente por un aglomerante, al que se le añaden agregados (áridos), agua y aditivos específicos.

Al mezclar se produce un material plástico que se pueden moldear y trabajar con facilidad y al cabo de algunas horas va perdiendo este tipo de plasticidad y



obteniendo el comportamiento sólido, convirtiéndose en un concreto endurecido resistente a la compresión.

### 3.9. Cemento Portland

El cemento Portland es un producto que se obtiene pulverizando clínker Portland y finalmente añadiendo sulfato de calcio. La premisa es que la norma correspondiente determina que su contenido no afecta el desempeño del cemento obtenido, se pueden agregar otros productos que no excedan el 1% del peso total. Todos los productos añadidos deben pulverizarse junto con el clínker. Cemento Portland Pozolánico: Es el cemento Portland que tiene cierto porcentaje de material pozzolánico (entre 15% a 50%).

#### 3.9.1. Tipos de Cementos Portland:

La NTP 334.044 especifica los requisitos que deben cumplir los seis tipos de cementos Portland que se indican a continuación:

- Tipo I: Es apto para todos los usos que no requieran otras propiedades especiales de otros cementos.
- Tipo II: Para uso general, especialmente cuando se requiere una resistencia moderada a los sulfatos;
- Tipo II (MH): Para uso general, principalmente cuando se requiere un calor moderado de hidratación y una resistencia moderada a los sulfatos;
- Tipo III: Para utilizarlo cuando se requiere altas resistencias iniciales;
- Tipo IV: Para usarlo cuando se desea poco calor de hidratación;
- Tipo V: Para usar cuando se requiere una alta resistencia a los sulfatos.

### 3.10. Concreto reciclado

La NTP 400.053 define el concreto reciclado como aquel concreto en el que la parte o todo el agregado proviene de partículas de concreto, grava y arena reciclada.

### 3.11. Manejo de residuos de la actividad de la construcción (ntp 400.050)

La Norma Técnica Peruana (NTP) se aplica a los residuos de la actividad de la construcción, los cuales son todos aquellos residuos generados durante el proceso de construcción o tras la remoción, levantamiento, demolición, reparación y / o reforzamiento o adaptación a cambios de uso en general.

Se recomienda adoptar un plan de manejo, enfocándose en el plan de reutilización y reciclaje de estos materiales, por ejemplo, para la construcción de obras civiles y carreteras. Los residuos peligrosos y basura doméstica que resulten de las actividades antes mencionadas están sujetos a las regulaciones correspondientes vigentes no incluidas en esta norma.

### 3.12. Definición de términos básicos

**Cemento:** Material pulverizado que mediante la adición de una cantidad adecuada de agua forma una pasta aglomerante que puede endurecerse tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos. NORMA NTP 334.001.

**Agua:** Es un componente esencial para la elaboración de concretos y morteros que permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante, hidratar el cemento y dar manejabilidad al concreto.

**Agregado:** Material granulado de origen natural o artificial (como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno) se utiliza con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.



894

895

896

**Agregado fino:** Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que puede pasar a través de un tamiz 9,5 mm (3/8").

897

898

899

**Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), el cual proviene de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

900

901

902

**Arena:** Agregado fino, procedente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. NTP. 400.037.

903

904

905

**Concreto:** Mezcla de cemento Portland u otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

906

907

908

909

910

**Concreto reciclado:** El concreto reciclado se caracteriza fundamentalmente por tener agregados de concreto reciclado que se mezclan con cemento, agregados naturales (grava y arena), agua y aditivos para obtener un concreto con propiedades físicas y mecánicas similares al concreto convencional.

911

912

913

914

915

**Agregado reciclado:** Material graduado de acuerdo con las especificaciones, resultante del procesamiento de materiales de construcción que han sido recuperados y complementados con otros materiales faltantes. Norma NTP 400.050.

916

917

918

919

**Agregado de concreto reciclado:** Es un material de construcción secundario, procedente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta que alcanza partículas de tamaño similar a los agregados.

920

**Concreto de demolición:** Es un término general que se aplica a los fragmentos de concreto obtenidos por demolición de elementos de las construcciones civiles de concreto (simple o armado) y pavimentos de concreto, e incluye también el concreto procedente de los excedentes de obra.

**Dosificación:** Uso de las proporciones apropiadas para realizar una mezcla.

**Fraguado:** Proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del concreto.

**Mezcla:** La mezcla tiene como objetivo recubrir todas las partículas de agregado con la pasta de cemento y combinar todos los componentes del concreto hasta obtener una masa uniforme.

## IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Tipo y Nivel de Investigación

#### 4.1.1. Tipo de Investigación

Es una investigación Cuantitativa, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos.

#### 4.1.2. Nivel de Investigación

**Descriptiva.** Puesto que se describirá las propiedades del agregado del concreto reciclado y también se describirá la resistencia a la compresión del concreto

**Experimental.** Puesto que se determinará las características físicas y mecánicas de las muestras de concreto, con el uso de agregados naturales y reciclados, a través de ensayos en un laboratorio geotécnico.

**Analítica:** Porque los resultados obtenidos nos permitirán llegar a conclusiones y a la vez servirán para la solución de problemas relacionados a los materiales utilizados en la construcción. La hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos.

#### 4.2. Diseño de la investigación

Según el problema planteado, la estrategia del diseño de la investigación es la investigación experimental, en donde se someterá a los agregados naturales y agregados de concreto reciclado (variables independientes) a pruebas (ensayos), para observar los efectos que ocurren en la producción de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a utilizar en la construcción de elementos no estructurales. Esto se realizará siguiendo el siguiente esquema:

1. Investigación bibliográfica sobre diseño de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con agregados naturales y reciclados, realizadas en otras regiones del país.
2. Identificación de las canteras de agregados naturales utilizados en la ciudad de Pucallpa, asimismo identificar la ubicación de los lugares de los cuales podemos obtener los agregados reciclados.
3. Efectuar el transporte de los residuos sólidos, limpieza, clasificación de los materiales y trituración del material para obtención del agregado reciclado.
4. Realizar ensayos a los agregados reciclados y agregados naturales (granulometría y pasante N° 200, absorción y humedad, peso específico y peso unitario).
5. Diseño y ajuste de mezclas con el método ACI, para obtener un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .
6. Efectuar ensayos al concreto en estado fresco, aleatorizar y codificar las probetas.
7. Ensayo de compresión de probetas de acuerdo NTP. 339.034 y evaluar la aplicación del concreto reciclado en elementos no estructurales.

## 8. Conclusiones y Recomendaciones.

## 9. Elaboración del informe final.

Para realizar la presente investigación, se tendrá en cuenta los pasos descritos en los ítems antes mencionados. Los tiempos de ejecución de cada uno de ellos se especifican en el cronograma de Gantt.

### 4.3. Determinación del universo/población

El universo está dado por la mezcla de concreto que se realiza con agregados naturales (hormigón y arena de las canteras de agregados utilizados en la ciudad de Pucallpa) y agregado grueso reciclado (granulado de concreto reciclado con TMN = 3/4") el cual es proveniente de concretos obtenidos de demoliciones y residuos sólidos de construcción de la ciudad de Pucallpa.

### 4.4. Muestra

Se obtendrán muestras de agregados globales u hormigón de las canteras de Nuevo Piura y Pachitea y de los agregados reciclados obtenidos, los que se someterán a pruebas de laboratorio para determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Después de conocer sus características, podemos considerar los criterios para el diseño de mezclas.

Se realizaron testigos (probetas) de concreto endurecido de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura según la Norma NTP 339.033. A estos testigos se le realizará el ensayo a la compresión en los días 7;14;21 y 28 de elaborada la mezcla de concreto.

### 4.5. Técnicas de recolección y tratamiento de datos

#### 4.5.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

**Fuentes Primarias:** Información sobre las características granulométricas y físico – mecánicas del hormigón (canteras Nuevo Piura y Pachitea) y los agregados reciclados provenientes de la trituración de bloques de concreto de demoliciones de pavimentos rígidos, demolición de viviendas, probetas de concreto, etc. Así como la resistencia a la compresión obtenida a través de ensayos en un laboratorio geotécnico, la cual será recopilada mediante guías de observación y notas de campo.

**Fuentes Secundarias:** libros, revistas, manuales, tesis, normas, material electrónico.

#### 4.5.2. Procesamiento y Presentación de Datos

Los datos obtenidos serán procesados de las siguientes maneras:

Se realizarán ensayos en un laboratorio de geotécnico para determinar las características granulométricas y físico - mecánicas de los agregados naturales (hormigón y arena) y los agregados reciclados, la resistencia a la compresión del concreto.

El procesamiento de datos con herramientas digitales como el word, Excel, etc. y las técnicas que se utilizarán en la investigación serán: Tablas, gráficos y cuadros.

## V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES

### 5.1. Potencial humano

Tesista a cargo de la investigación.

### 5.2. Recursos Materiales

Entre ellos contamos con material Bibliográfico (libros, revistas, Normatividad) e Internet. Para el procesamiento en el gabinete, contamos computadoras por-

tátiles, impresoras, escáneres, papel y útiles de escritorio. Los diferentes ensayos necesarios para el desarrollo de la investigación, los cuales se llevarán a cabo en un laboratorio geotécnico.

### 5.3. Recursos Financieros.

Los costos incurridos por la investigación serán cubiertos por el Tesista, además se cuenta con el apoyo de laboratorios geotécnicos de la ciudad Pucallpa y la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali para los ensayos de laboratorio.

Para la validación de resultados de no encontrar un laboratorio registrado en INACAL en la ciudad de Pucallpa, los ensayos finales serían realizados en la ciudad de Lima.

### 5.4. Cronograma De Gantt

ACTIVIDADES		MESES						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Investigación bibliográfica sobre el uso de agregados naturales y reciclados para la elaboración de concreto	X						
2	Identificación de las canteras de agregados naturales y los lugares de los cuales se puede obtener los agregados reci-		X					
3	Visitas de campo y toma de muestra			X	X			
4	Realizar ensayos de laboratorio				X	X		
5	Conclusiones						X	
6	Recomendaciones						X	
7	Elaboración del Proyecto de Tesis							X

### 5.5. Presupuesto

Bienes:	S/. 950.00
Papel, útiles de escritorio	s/. 400.00





Material de impresión	s/. 350.00
Otros	s/. 200.00
<b>Servicios:</b>	<b>S/. 4000.00</b>
Trabajos de Campo	s/. 700.00
Pruebas de Laboratorio	s/. 1 800.00
Movilidad local	s/. 600.00
Viáticos-Otros	s/. 900.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 4 950.00</b>

1054

## 1055 VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1056

### 1057 6.1. Bibliografía Física

- 1058 ✓ Julio Cesar Conocc Alejos, 2019. Viabilidad del uso de agregado reciclado  
1059 para la elaboración de concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> proveniente de la tritura-  
1060 ción de probetas del laboratorio de ensayos de materiales de una obra en  
1061 el distrito de la Molina, Tesis para optar por el Título Profesional de Ingenie-  
1062 ría Civil, Universidad Privada del Norte - Lima Perú.
- 1063
- 1064 ✓ Aníbal Rogelio Meléndez Cueva, 2016. Utilización del concreto reciclado  
1065 como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla  $f'c$  = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
1066 en la ciudad de Huaraz-2016, Tesis para optar por el Título Profesional de  
1067 Ingeniero Civil, Universidad San Pedro - Huaraz Perú.
- 1068
- 1069 ✓ Hervin Abdías Cubas Resurrección y Josias Cabrera Herrera, 2019. Influen-  
1070 cia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión  
1071 de un concreto convencional, Tesis para optar por el Título Profesional  
1072 de Ingeniero Civil, Universidad Peruana Unión - Lima Perú.
- 1073
- 1074 ✓ Armando Régulo Asencio Sangay, 2014. Efecto de los agregados de con-  
1075 creto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $f'c=210$



kglcm2 en la ciudad de Cajamarca-2014, Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca - Cajamarca Perú.

## 6.2. Bibliografía Electrónica.

- ✓ [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628103/Bazalar\\_LPL.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628103/Bazalar_LPL.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

## ANEXOS

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO/ DIMENSIONES.	METODOLOGÍA
<p>“Análisis de la influencia de los agregados de concreto reciclado sobre un diseño de mezcla de concreto <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> en función a la proporción de agregados reciclados que reemplazan a los agregados naturales, en la ciudad de Pucallpa”.</p>	<p><b>1. Problema General:</b> ¿De qué manera influye los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el Concreto <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con agregado global en la ciudad de Pucallpa?</p> <p><b>2. Problema Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿De qué manera influye las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados de concreto sobre el concreto patrón elaborado con agregado global de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup>?</li> <li>- ¿De qué manera influye el agregado grueso reciclado (en función al porcentaje utilizado) en la resistencia a la compresión sobre el concreto de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregado global?</li> <li>- ¿De qué manera difiere el costo del concreto elaborado con agregados naturales y reciclados respecto a un concreto de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregado global?</li> </ul>	<p><b>1.Objetivo general:</b> Determinar la influencia de los agregados de Concretos Reciclados en la Resistencia a la Compresión sobre el concreto de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregado global en la ciudad de Pucallpa.</p> <p><b>2.Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la influencia de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados de concreto sobre el concreto patrón elaborado con agregado global de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup>.</li> <li>- Determinar la influencia del agregado grueso reciclado (de acuerdo a la proporción utilizada) en la resistencia a la compresión sobre el concreto de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregado global.</li> <li>- Determinar la diferencia en costo del concreto elaborado con agregados naturales y reciclados respecto a un concreto de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregado global?</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b> El uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa la resistencia a la compresión sobre el concreto de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregado global en la ciudad de Pucallpa.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de concreto reciclado influyen negativamente sobre el concreto patrón de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregado global.</li> <li>- Dependiendo de la cantidad de agregado grueso reciclado de concreto utilizado, varía progresivamente la resistencia a compresión del concreto respecto al concreto de <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregado global.</li> <li>- El costo del concreto realizado con agregado grueso reciclado y agregados naturales es similar o menor al del concreto elaborado con agregado global.</li> </ul>	<p><b>Variables independientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamiento del diseño concreto <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup> fabricado con agregados naturales y agregados reciclados.</li> <li>- Propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y reciclados.</li> <li>- Proporciones adecuadas de agregados naturales y reciclados.</li> <li>- Costo de la producción de concreto con agregados naturales y reciclados.</li> </ul> <p><b>Variables dependientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empleo del concreto elaborado con agregado reciclado en la construcción de elementos no estructurales.</li> <li>- Diseño de mezclas de concreto.</li> <li>- Obtención de un concreto con resistencia a la compresión <math>f'c = 175</math> kg/cm<sup>2</sup>.</li> <li>- Aplicación progresiva.</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Cuantitativa.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Descriptiva, Experimental, Analítica</p> <p><b>Método:</b> Recolección de información: Fuente: Primaria y secundaria.</p> <p><b>Técnica:</b> Laboratorio. Procesamiento de la Información: Tablas, gráficos y cuadros. Uso de herramientas digitales como el word, Excel, etc.</p> <p><b>Nivel de Contraste de Hipótesis:</b></p> <p><b>H<sub>0</sub>: i = 0: (nula)</b> Todos los coeficientes de las variables <math>X_i</math> no son significativos, es decir las variables independientes no influyen sobre la variable dependiente.</p> <p><b>H<sub>1</sub>: i ≠ 0: (alternativa)</b> Al menos un coeficiente de las variables <math>X_i</math> son significativos por lo tanto las variables independientes sí influyen en la variable dependiente.</p>