

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL



“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS  
NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA  
TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO  
DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE  
PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**TESISTA**

**Bach. Cinthia Roxana, VALDIVIESO ROJAS**

**ASESORA**

*Ing. Lili Tatiana, BOYANOVICH ORDOÑEZ*

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2019**



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 8:30 horas del día 28 del mes de MARZO del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. JOHNNY P. JACHA ROJAS (Presidente)

ING. JOSÉ W. TUANAMA LAVI (Secretario)

ING. GERMAN G. MARTINEZ MORALES (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 236-2019-D-FI-UDH, para evaluar la

**Tesis** intitulada:

N. ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA HUÁNUCO 2018 presentado por el (la) Bachiller Cinthia Roxana Valdivieso Rojas, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADA por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 9:30 horas del día 28 del mes de Marzo del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A mi señor padre Martin, quien es mi ejemplo a seguir por el fortaleza que representa y que me ha motivado siempre, por el amor y comprensión que me entrega a diario, y por darme siempre lo mejor.

A mi señora madre Neva, quien me ha formado como la persona que soy, por sus ánimos y consejos que me encaminaron por el sendero de la superación personal y porque siempre confió en este logro.

A mis hermanas Guilguiana y Giovana, quienes me ofrecen los agradables deleites de la vida, por el apoyo que siempre me brindaron en el trascurso de mi carrera universitaria.

Valdivieso Rojas Cinthia R.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco, por haberme dado la oportunidad de ser parte de la comunidad universitaria y abrirme sus puertas para estudiar mi carrera profesional.

A la Docente y Asesora de Tesis la Ingeniera Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez por darme la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento para la realización del presente trabajo de investigación.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería, quienes intervinieron en mi formación académica, por brindarme preciados conocimientos en la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la UDH.

A las personas que estuvieron siempre conmigo, quienes me impulsaron y animaron para continuar con esta investigación.

Valdivieso Rojas Cinthia R.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE.....	iv
RESUMKEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>13</b>
<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1. Descripción del problema .....	13
1.2. Formulación del problema .....	14
1.3. Objetivo general.....	15
1.4. Objetivos específicos .....	15
1.5. Justificación de la investigación.....	15
1.6. Limitaciones de la investigación .....	17
1.7. Viabilidad de la investigación.....	18
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>19</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	19
2.2. Bases teóricas .....	26
2.3. Definiciones conceptuales .....	47
2.4. Hipótesis.....	50
2.5. Variables.....	51
2.6. Operacionalización de variables .....	52

<b>CAPÍTULO III</b> .....	53
<b>3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	53
3.1. Tipo de investigación .....	53
3.2. Población y muestra .....	55
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	58
3.4. Ejecución de la investigación.....	65
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	90
<b>4. RESULTADOS</b> .....	90
4.1. Procesamiento de datos .....	90
4.2. Contrastación de hipótesis general y específicas.....	113
<b>CAPÍTULO V</b> .....	116
<b>5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	116
5.1. Contrastación de los resultados del trabajo de investigación .....	116
<b>CONCLUSIONES</b> .....	126
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	128
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	129
<b>ANEXOS</b> .....	132

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Densidades de las unidades de concreto elaboradas con diferentes agregados .....	31
<b>Tabla 2.</b> Granulometría de los agregados para bloques.....	34
<b>Tabla 3.</b> Módulo de fineza de la combinación de agregados.....	43
<b>Tabla 4.</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales .....	44
<b>Tabla 5.</b> Cantidad de especímenes según la Norma ITINTEC 331.019 .....	56
<b>Tabla 6.</b> Número de especímenes que conforma la población.....	57
<b>Tabla 7.</b> Número de especímenes que conforma la muestra .....	58
<b>Tabla 8.</b> Peso unitario suelto del agregado fino .....	90
<b>Tabla 9.</b> Peso unitario compactado del agregado fino.....	91
<b>Tabla 10.</b> Peso específico y % de absorción del agregado fino .....	92
<b>Tabla 11.</b> Contenido de humedad del agregado fino.....	92
<b>Tabla 12.</b> Análisis granulométrico de la muestra fina - 01 .....	93
<b>Tabla 13.</b> Análisis granulométrico de la muestra fina – 02 .....	94
<b>Tabla 14.</b> Análisis granulométrico de la muestra fina – 03 .....	95
<b>Tabla 15.</b> Peso unitario suelto del agregado grueso .....	96
<b>Tabla 16.</b> Peso unitario compactado del agregado grueso .....	96
<b>Tabla 17.</b> Peso específico y % de absorción del agregado grueso .....	97
<b>Tabla 18.</b> Contenido de humedad del agregado grueso.....	98
<b>Tabla 19.</b> Análisis granulométrico de la muestra gruesa - 01 .....	99
<b>Tabla 20.</b> Análisis granulométrico de la muestra gruesa – 02 .....	100
<b>Tabla 21.</b> Análisis granulométrico de la muestra gruesa – 03 .....	101
<b>Tabla 22.</b> Tamaño máximo nominal del agregado grueso.....	102
<b>Tabla 23.</b> Módulo de fineza del agregado fino.....	102
<b>Tabla 24.</b> Módulo de fineza del agregado grueso.....	103
<b>Tabla 25.</b> Tipo, marca y peso específico del cemento.....	103
<b>Tabla 26.</b> Resistencia a la compresión promedio .....	103
<b>Tabla 27.</b> Consistencia y asentamiento de la mezcla.....	104
<b>Tabla 28.</b> Diseño de mezcla de las unidades de albañilería.....	104
<b>Tabla 29.</b> Variación dimensional de las unidades de albañilería .....	107
<b>Tabla 30.</b> Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (7 días).....	108

<b>Tabla 31.</b> Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (14 días).....	109
<b>Tabla 32.</b> Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (21 días).....	109
<b>Tabla 33.</b> Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (28 días).....	110
<b>Tabla 34.</b> % de absorción de las unidades de albañilería .....	111
<b>Tabla 35.</b> Densidad de las unidades de albañilería .....	112
<b>Tabla 36.</b> Contenido de humedad de las unidades de albañilería .....	113
<b>Tabla 37.</b> Límites de la granulometría del agregado fino.....	120
<b>Tabla 38.</b> Límites de la granulometría del agregado grueso .....	120
<b>Tabla 39.</b> Resumen de la prueba de variación dimensional de las unidades de albañilería .....	122
<b>Tabla 40.</b> Resumen de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería a los 28 días de edad .....	122



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Textura abierta ideal .....	32
<b>Figura 2.</b> Textura cerrada no tan deseable .....	32
<b>Figura 3.</b> Estructura ideal del concreto en los bloques.....	33
<b>Figura 4.</b> Estructura deficiente del concreto en los bloques.....	33
<b>Figura 5.</b> Proceso de fabricación de las unidades de concreto .....	36
<b>Figura 6.</b> Pavimento rígido demolido.....	65
<b>Figura 7.</b> Proceso de reciclaje del pavimento rígido demolido .....	66
<b>Figura 8.</b> Acopio del pavimento rígido reciclado demolido .....	66
<b>Figura 9.</b> Descarga del pavimento rígido demolido reciclado en la planta chancadora “San Andrés” .....	67
<b>Figura 10.</b> Planta chancadora “San Andrés” .....	68
<b>Figura 11.</b> Proceso de trituración secundario con plancha compactadora..	68
<b>Figura 12.</b> Prueba de peso unitario suelto del agregado fino .....	70
<b>Figura 13.</b> Prueba de peso unitario compactado del agregado grueso.....	71
<b>Figura 14.</b> Masa picnómetro + agua + agregado saturado (ensayo de peso específico) .....	72
<b>Figura 15.</b> Masa seca del material al horno .....	73
<b>Figura 16.</b> Peso y puesta al horno de la muestra natural húmeda.....	74
<b>Figura 17.</b> Procedimiento del cuarteo de muestra.....	74
<b>Figura 18.</b> Lavado de muestras finas y gruesas.....	75
<b>Figura 19.</b> Serie de tamices ordenado progresivamente (análisis granulométrico) .....	76
<b>Figura 20.</b> Geometría de los bloques de concreto .....	78
<b>Figura 21.</b> Elaboración de bloques de concreto para muros no portantes con agregados de pavimento rígido triturado .....	79
<b>Figura 22.</b> Mezclado en seco de agregados .....	79
<b>Figura 23.</b> Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams80	
<b>Figura 24.</b> Moldeo de las unidades de albañilería.....	81
<b>Figura 25.</b> Desmoldeo de las unidades de albañilería .....	82
<b>Figura 26.</b> Especímenes en la posa de curado .....	82
<b>Figura 27.</b> Instrumentos de la prueba variación dimensional .....	83

<b>Figura 28.</b> Muestreo de las unidades de albañilería.....	84
<b>Figura 29.</b> Medición de dimensiones de las unidades de albañilería .....	85
<b>Figura 30.</b> Refrentado con yeso-cemento de las unidades de albañilería...	86
<b>Figura 31.</b> Planchas de soporte de acero con dimensiones de 42x14cm <sup>2</sup> .	86
<b>Figura 32.</b> Resistencia a la compresión aplicada a las unidades de albañilería .....	87
<b>Figura 33.</b> Saturación y secado a horno de las unidades de albañilería (Prueba de absorción) .....	88
<b>Figura 34.</b> Curva granulométrica de la muestra fina – 01 .....	93
<b>Figura 35.</b> Curva granulométrica de la muestra fina – 02 .....	94
<b>Figura 36.</b> Curva granulométrica de la muestra fina – 03 .....	95
<b>Figura 37.</b> Curva granulométrica de la muestra gruesa - 01 .....	99
<b>Figura 38.</b> Curva granulométrica de la muestra gruesa – 02 .....	100
<b>Figura 39.</b> Curva granulométrica de la muestra gruesa – 03 .....	101
<b>Figura 40.</b> Medición del asentamiento del concreto .....	106
<b>Figura 41.</b> Curva de incremento de la resistencia a la compresión a través del tiempo de curado .....	110
<b>Figura 42.</b> Resultado final de los pesos unitarios del agregado fino y grueso .....	116
<b>Figura 43.</b> Resultado final del peso específico del agregado fino y grueso	117
<b>Figura 44.</b> Resultado final del % de absorción del agregado fino y grueso	118
<b>Figura 45.</b> Resultado final del contenido de humedad de los agregados fino y grueso .....	119
<b>Figura 46.</b> Resultado final del módulo de fineza del agregado fino.....	121
<b>Figura 47.</b> Resultado final del % de absorción de las unidades de albañilería .....	123
<b>Figura 48.</b> Resultado final de la densidad de las unidades de albañilería .	124
<b>Figura 49.</b> Resultado final del contenido de humedad de las unidades de albañilería .....	125

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal elaborar bloques de concreto para muros no portantes con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la urbanización Las Flores del distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco, región Huánuco. Para lo cual, inicialmente se reciclaron y procesaron los residuos de pavimento rígido demolido con la intención de obtener agregados fino-gruesos de origen artificial apropiados para su utilización en la elaboración de dichas unidades de albañilería. Posteriormente se diseñó una mezcla de concreto con el fin de que, a los 28 días, los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm<sup>2</sup>), dado que la Norma del RNE E.070 así lo establece. Finalmente se efectuaron los ensayos de variación dimensional, resistencia a la compresión, absorción, densidad y contenido de humedad de acuerdo a los procedimientos establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 399.604 para determinar las principales propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto elaboradas con agregados de pavimento rígido triturado, arrojando como resultados de variación dimensional L = +0.54%, A = +0.76%, H = -0.19%, de resistencia característica a compresión 2.177 MPa o 22.20 kg/cm<sup>2</sup>, de absorción 10.07%, de densidad 1982.38 kg/m<sup>3</sup> y de contenido de humedad 5.90%, cuyos valores cumplen con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 de Albañilería.

En conclusión se recomienda la producción y utilización de unidades de albañilería de concreto integradas por agregados reciclados procedentes de la trituración de los pavimentos rígidos, puesto representa una excelente alternativa en la construcción que contribuye a mitigar los efectos de contaminación nuestro entorno ambiental.

**Palabras Clave:** pavimento rígido, bloques de concreto, albañilería, muros no portantes

## ABSTRACT

The main objective of the present investigation was the concrete blocks for the non-bearing walls with aggregates from the crushing of the recycled rigid pavement of the Las Flores urbanization of the Pillco Marca district, Huánuco province, Huánuco region. For whatever, the waste of the rigid pavement has been recycled and processed with the intention of obtaining coarse fine aggregates of artificial origin for its use in the elaboration of said masonry units. Later a concrete mixture was designed so that, after 28 days, the concrete blocks so that there is no minimum resistance in its gross area equal to 2.0MPa (20kg / cm<sup>2</sup>), given that the RNE Standard E.070 thus establishes it. Finally, the tests of dimensional variation, compressive strength, absorption, density and moisture content were carried out according to the principles of the Peruvian technical standard NTP 399.604 to determine the main physical and mechanical properties of concrete masonry units made with aggregates of crushed rigid pavement, yielding as a result of dimensional variation L = + 0.54%, A = + 0.76%, H = -0.19%, characteristic resistance to compression 2.177 MPa or 22.20 kg/cm<sup>2</sup>, absorption 10.07%, 1982.38 kg/m<sup>3</sup> and moisture content 5.90%, whose values comply with the requirements of the RNE E.070 Standard of Masonry.

In conclusion, the production and use of concrete masonry units integrated by recycled aggregates from the crushing of rigid pavements is recommended, an excellent representation in construction that contributes to mitigate the effects of environmental pollution.

**Keywords:** rigid pavement, concrete blocks, masonry, non-load bearing walls.

# INTRODUCCIÓN

La demolición es una actividad constructiva encargada de reducir a trozos pequeños una estructura que requiere optimizar su funcionalidad, de modo que, estos residuos al ser arrojados libremente en nuestro entorno repercuten en el deterioro medioambiental, dando origen a los desechos sólidos contaminantes.

En la actualidad una gran cantidad de escombros, a lo mejor no tóxicos ni peligros, van a parar a las orillas del río Huallaga provocando la contaminación de nuestros recursos naturales ya que persisten cientos de años. Con este problema surge la necesidad de minimizar estos residuos aprovechándolos si es posible en la fabricación de nuevos productos.

El desarrollo del presente trabajo de investigación tiene por objetivo general aprovechar los residuos producto de la demolición de los pavimentos rígidos, los cuales al ser procesados son transformados en agregados fino-gruesos capaces de integrar una nueva mezcla de concreto para fabricar unidades de albañilería para muros no portantes; con este objetivo se pretende determinar si las principales propiedades físicas y mecánicas que poseen los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con estos agregados reciclados de procedencia artificial obedecen los requerimientos de la Norma del RNE E.070 de Albañilería, y en efecto, garanticen y aseguren los requisitos de calidad mínimos.

Se están haciendo investigaciones a favor del medio ambiente a nivel mundial con la finalidad de crear conciencia ecológica para lograr un desarrollo sostenible que complazca las necesidades humanas de la actualidad, por consiguiente la utilización de residuos sólidos producto de las actividades de construcción desde una perspectiva económica es un beneficio que se podría aprovechar pudiéndose obtener grandes ahorros en la construcción.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Descripción del problema

Los residuos de construcción y demolición provocan la contaminación del medio ambiente por el volumen que estos representan cuando son echados libremente a los botaderos y no son debidamente valorados; dentro de estos residuos se encuentran los pavimentos rígidos demolidos que, para optimizar su funcionalidad, la estructura debe ser demolida y reconstruida generando desperdicio compuesto básicamente por concreto.

En nuestro país el sector construcción no promueve a otras industrias a incursionar en la producción de nuevas alternativas sostenibles que reemplacen los métodos de fabricación tradicional, por esta razón la presente investigación surge con la idea de minimizar estos residuos contaminantes aprovechándolos para la fabricación de nuevos productos y así hacer un uso responsable de este recurso contribuyendo con la conservación de nuestro entorno medioambiental.

El reutilizamiento del concreto viene a ser uno de los hábitos más significativos para lograr un desarrollo sostenible que complazca las necesidades humanas de la actualidad; esta práctica cada vez es más reconocida socialmente logrando que muchos países desarrollen políticas que promuevan la conservación del ecosistema, con este enfoque se sustenta que el uso de concreto reciclado es más que interesante porque extiende la vida útil de los botaderos y reduce el uso de recursos naturales no renovables, por lo tanto los residuos producto de las actividades de construcción y demolición desde una perspectiva económica es un beneficio que se podría aprovechar pudiéndose obtener grandes ahorros en la construcción.

A nivel provincial, la demolición de las calles de la Urbanización Las Flores del distrito de Pillco Marca trae consigo un impacto ambiental negativo dado que, estos residuos sólidos contaminantes producto las fisuras provocadas en consecuencia al colapso de las redes de distribución de agua potable que se encontraban por debajo de las pistas van a parar a cualquier espacio libre de nuestro entorno territorial sin brindar ningún beneficio.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿La utilización de agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permitirá la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ❖ ¿El procesamiento del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permitirá obtener agregados apropiados para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes?
- ❖ ¿El diseño de mezcla efectuado con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permitirá, a los 28 días, que los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm<sup>2</sup>) tal cual establece la Norma del RNE E.070?
- ❖ ¿Los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores cumplirán con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 efectuando las pruebas de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604?

### **1.3. Objetivo general**

Elaborar bloques de concreto para muros no portantes utilizando agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores del Distrito de Pillco Marca, Huánuco.

### **1.4. Objetivos específicos**

- ❖ Procesar el pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores y obtener agregados apropiados para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes.
- ❖ Diseñar una mezcla, con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido de la Urb. Las Flores con el fin de que, a los 28 días, los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm<sup>2</sup>) como indica la Norma del RNE E.070.
- ❖ Elaborar bloques de concreto para muros no portantes con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores que cumplan con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 efectuando las pruebas de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.

### **1.5. Justificación de la investigación**

#### **1.5.1. A nivel teórico**

El presente trabajo de investigación se justifica toda vez que contribuirá a mitigar los efectos de la contaminación del medio ambiente que podrían generar los desechos, previniendo riesgos y protegiendo el bienestar de las personas.

Exclusivamente, con la desarrollo del referido trabajo de investigación se pretende reducir la cantidad de desechos producto de



la demolición de los pavimentos rígidos, los cuales tras sobrepasar un proceso de trituración, son transformados en agregados de procedencia artificial capaces de integrar una nueva pasta de concreto para elaborar, particularmente en este caso, bloques de concreto para muros no portantes.

### **1.5.2. A nivel practico**

Considerando que en la ciudad de Huánuco, los residuos producto de las actividades de construcción y demolición van a parar a las riberas del rio Huallaga, se propone este trabajo de investigación que busca colaborar con la protección de nuestro entorno ambiental mediante la reducción de desechos de pavimentos rígidos demolidos u otros residuos de similar procedencia.

En el presente trabajo de investigación, la reducción de estos desechos se efectúa a través de la fabricación de unidades de albañilería, las cuales están integradas por pavimento rígido triturado reciclado, cemento y agua. Por lo tanto, la referida tesis es justificable puesto que impulsa la integración de concreto reciclado en la elaboración de nuevos materiales de construcción con una visión sostenible.

### **1.5.3. A nivel metodológico**

Los resultados del presente trabajo de investigación servirán como un aporte significativo que será útil para aquellos profesionales interesados en elaborar futuras investigaciones a favor de la conservación del medio ambiente, al mismo tiempo dichos resultados aportaran contribuciones a las entidades públicas (municipalidades, colegios profesionales) e industrias privadas dedicadas e interesadas en la aplicación de nuevas alternativas de construcción sostenible.

## 1.6. Limitaciones de la investigación

- ❖ Falta de bibliografías o investigaciones similares relacionadas al tema en la Ciudad de Huánuco.
- ❖ El pavimento rígido reciclado fue exclusivamente producto de la demolición de las calles de una zona urbana cercana para la investigadora denominada Urb. Las Flores ubicada en el distrito de Pillco Marca, dado que la tesista contaba con la autorización pertinente concedida por la empresa contratista para acceder, recolectar y retirar el residuo sólido de dicho lugar; por otra parte, no se utilizó pavimento rígido reciclado de otras zonas puesto que resultaría cuantioso y engorroso para efectuar una investigación con pavimentos demolidos de varias procedencias porque se tendría que analizar las propiedades físicas y mecánicas de cada residuo sólido a emplear.
- ❖ Actualmente, existe un sinnúmero de ensayos que se pueden aplicar a las unidades de albañilería para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, no obstante, los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores solo se sometieron a los ensayos de laboratorio correspondientes a la Norma Técnica Peruana NTP 399.604 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA “Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto”, dado que dicha Norma Técnica Peruana está recomendada por la Norma de Albañilería del RNE E.070 para garantizar el control de calidad de los bloques de concreto, utilizados como unidades de albañilería estructural y no estructural.
- ❖ En la concurrente investigación no se efectuó la construcción de un muro no portante (parapetos y cercos), ya que éste solo lleva cargas provenientes de su propio peso y cargas transversales a su plano; y no está diseñado para soportar cargas estructurales.

### **1.7. Viabilidad de la investigación**

Es viable el desarrollo del presente trabajo de investigación, puesto que la investigadora dispone de los recursos materiales y económicos necesarios para desarrollar lo comprendido en el proyecto de investigación, asimismo este estudio aportará impactos positivos esperados a favor del medio ambiente.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Caballero y Florez, (2017), realizaron la investigación: Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción, en la Universidad de Cartagena, en Colombia cuyo objetivo general fue comprobar, mediante ensayos normalizados y a la luz de la normas NSR-10 y Normas Técnicas Colombianas NTC del ICONTEC, si bloques de cemento hechos con diferentes proporciones de triturado de polietilen-tereftalato (PET), son una alternativa factible para ser usada en la construcción y de esta forma aportar a la sostenibilidad del medio ambiente. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La fabricación de bloques con remplazo de agregado fino por material PET puede ser una nueva alternativa de fabricación actual, considerando que cada vez es más preocupante la cantidad de polímeros desechados.
- Los bloques fabricados no cumplieron con la resistencia mínima requerida por la NTC porque estos valores fueron menores que los 5Mpa por lo estos bloques no pueden ser utilizados para la mampostería estructural pero si pueden ser utilizados para la construcción de muros no portantes. Pero los resultados de absorción fueron satisfactorios porque los porcentajes obtenidos son menores de 12% y 15% por tanto los bloques que presentan mayor resistencia a la compresión.
- Se nota que los bloques adicionados con PET triturado reduce el peso del block, lo cual es favorable porque se disminuyen los pesos de las estructuras cuando se construyan muros no portantes.
- Los bloques con PET triturado presentan poco porcentaje de humedad porque las partículas de plástico no absorben agua,

provocando que el bloque tenga porcentajes de humedad menores a los bloques convencionales.

- La proporción óptima a utilizar para la sustitución del agregado fino es un 10% de PET triturado.
- Al realizar el ensayo de absorción de agua para obtener el peso seco de los bloques, que el material PET superficial de los bloques se quemó al ser un plástico de baja resistencia al fuego. Esta característica puede ser una desventaja en la utilización de los bloques.
- En cuanto a los costos económicos el uso de bloques con PET triturado resulta más económico que un bloque convencional con diferencias en precios hasta de \$113,17 para una sustitución del 37.5% de arena.

Álvarez, (2004), realizó la investigación: Materiales sustitutos en la producción de tabicón con cementantes en Colima, en la Universidad de Colima, en México cuyo objetivo general fue obtener una mezcla hecha por un cementante y agregados sustitutos que generen un tabicón cuyo valor de resistencia sea aceptable a los parámetros de calidad mínimos estipulados por las normas de S.C.T. y a un costo menor de producción. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La pieza fabricada con una proporción 1:1 cemento-cal sin alterar los agregados originales (Granzón y Jal), cumplió con los criterios de aceptación y rechazo referentes al del costo y de su resistencia, por lo que existe la posibilidad de desarrollar una pieza de tabicón con un costo menor al de una pieza tradicional y cuya resistencia cumple con lo solicitado por la norma oficial a la que se hizo referencia. Esta pieza genera una disminución del costo en un 17.52%.
- Los tabicones solo fueron evaluados a la resistencia a la compresión axial y a su costo de producción, pero no se

investigaron las propiedades térmicas de estos, las cuales pueden hacer que los ensayos rechazados sean aceptados para otros usos.

- Las tapas plásticas en su forma íntegra no funcionaron como agregados sustitutos del jal, pero si se fraccionaran quizá si llegarían a cumplir con la función buscada
- De igual manera las tapas quizá funcionen como agregados en un concreto normal (definido normal como aquel que no se emplea para la fabricación de tabicones).
- El Pet empleado para esta investigación era en forma de hojuela, pero existe la forma de pelee, que por su forma geométrica quizá cumpla como sustituto del agregado.
- Se pueden medir los ensayos a un mayor número de pruebas para tener un mayor número de parámetros de comportamiento.

Monroy, (1999), realizó la investigación: Integración de aserrín en la fabricación de bloques de concreto, en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en México cuyo objetivo fue integrar el aserrín a la mezcla de concreto, de manera que sigamos obteniendo la resistencia marcada por los estándares y encontrar la mejor proporción que nos de este resultado sin la inclusión de aditivos y empleando la maquinaria a la las mismas condiciones con las que se fabrican los bloques de concreto normales. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La mezcla que cumplió con los estándares fue la que tiene la razón aserrín/cemento equivalente a 0.25. El aserrín, a pesar de su alto contenido en celulosa, no resulta compatible con el cemento, así que los bloques que contenían madera resultaron mucho más frágiles de lo que se esperaba.
- El % de cemento fue incrementado hasta obtener la resistencia adecuada para un bloque que contenga 5% en peso de aserrín.
- Las proporciones de los agregados influye significativamente en las propiedades del bloque, aunque el tamaño de partícula del aserrín es similar al de los agregados más gruesos, la diferencia en su

naturaleza, (mineral y vegetal respectivamente), provoca el decremento de la resistencia.

- El bloque que contiene aserrín es más ligero en un 20% y 10% que los bloques de concreto con aditivos y sin aditivos respectivamente, debido principalmente a la baja densidad de la madera, además la conductividad térmica del bloque con aserrín era menor que la de los otros dos en un 25%.
- La resistencia decrece drásticamente, aun cuando se aumentó la proporción de cemento en el bloque. Un punto interesante, sería la inclusión de algún tipo de aditivo que coadyuvara al aprovechamiento de la celulosa que contiene el aserrín.
- La retención de agua que presenta el bloque que contiene aserrín está muy por encima de los valores del bloque de concreto.
- En las pruebas de absorción de humedad, donde se introducían los bloques durante 24 a 110°, se pudo observar que el concreto normal, retenía el calor por más tiempo que el concreto que contiene aserrín.
- Las desviaciones con mayor valor fueron las de las pruebas de absorción de humedad, pues la prueba se ve afectada por las situaciones climatológicas.
- La absorción de humedad se incrementa con la integración de madera al bloque, por ello se deberá estudiar el tiempo de vida útil del bloque ya que al integrar la madera pueden surgir nuevas problemáticas como el ataque de insectos a la madera, la flamabilidad del bloque y la degradación del nuevo agregado dentro del concreto.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Echevarría, (2017), realizó la investigación: Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado, en la Universidad Nacional de Cajamarca cuyo objetivo general fue determinar las propiedades físico mecánicas de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado que considera la norma

técnica E.070 – Albañilería. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La resistencia a la compresión de los ladrillo, tuvo valores de  $f'b = 161.96 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 127.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 118.80$  y  $f'b = 110.46 \text{ kg/cm}^2$  para porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET respectivamente.
- Las propiedades físicas de los tres tipos de ladrillo de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) respecto a la variación dimensional, contenido de humedad, porcentaje de vacíos y alabeo no varía sustancialmente comparado con el ladrillo patrón (0% PET).
- Las propiedades físicas de los tres tipos de ladrillo de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) con respecto a la succión y absorción aumentan a medida que se incluye el PET en la mezcla, este comportamiento no permite un óptimo acomodo de las partículas del concreto, generando así mayores poros en éste.
- Las propiedades físicas de los tres tipos de ladrillo de concreto - PET (3%, 6%, 9% PET) respecto al peso unitario volumétrico disminuye un máximo de 14% comparado con el ladrillo patrón (0% PET).
- Las pilas de ladrillo de concreto vibrado proporcionaron la resistencia a compresión axial característica de  $f'm = 100.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'm = 79.79 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'm = 76.75 \text{ kg/cm}^2$  para porcentajes de 3%, 6% y 9%, habiendo una disminución máxima de  $51.8 \text{ kg/cm}^2$  o 40.3%, respecto de la mezcla patrón (0% PET)  $f'm = 128.55 \text{ kg/cm}^2$  y cumplen con los valores referenciales de la norma E.070 (2006).
- Los muretes de ladrillo de concreto vibrado proporcionaron la resistencia característica a corte de  $V'm = 12.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $V'm = 13.17 \text{ kg/cm}^2$  y  $V'm = 9.96 \text{ kg/cm}^2$  para porcentajes de 3%, 6% y 9%, habiendo una disminución máxima de  $6.51 \text{ kg/cm}^2$  o 39.5%, respecto de la mezcla patrón (0% PET)  $V'm = 16.47 \text{ kg/cm}^2$ , superando los valores de diseño estructural estipulados en la norma E.070 (2006).



- Los tres tipos de ladrillos de concreto – PET (3%, 6%, 9% PET) según sus propiedades se clasifican como ladrillos Clase III y el ladrillo patrón (0% PET) se clasifica como ladrillo Clase IV, todos pudiendo ser utilizados estructuralmente.

Ruelas, (2015), realizó la investigación: Uso de pavimento rígido reciclado de la ciudad de Puno, como agregado grueso para la producción de concreto, en la Universidad Nacional del Altiplano cuyo objetivo general evaluar las propiedades del concreto fresco y endurecido elaborado con pavimento rígido reciclado y determinar su potencial de uso. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- El árido reciclado proveniente del pavimento rígido presenta ciertas cualidades inferiores al árido natural, este tiene una calidad adecuada para producir concreto aunque el uso de este en una proporción mayor al 20% del agregado grueso es riesgoso, ya que a mayor cantidad de árido reciclado la resistencia a compresión disminuye.
- El pavimento rígido reciclado tiene características similares a las de un agregado natural. Aunque la resistencia a la abrasión y peso unitario resultaron ser las características físicas más deficientes, los áridos reciclados obtenidos se declaran aptos para la producción de concreto.
- El asentamiento, con algunas excepciones, se ha cumplido para todas las condiciones. Ninguno de los grupos ha excedido el volumen exudado máximo que se recomienda sea el 2% del agua utilizada para la mezcla.
- El árido reciclado puede usarse hasta en un 20%, sin provocar deficiencias en la resistencia de diseño del concreto.
- Se ha demostrado que el árido reciclado es más caro que el árido natural. Pero económicamente se declara viable el uso de áridos reciclados en un 20%.

Chumpitaz, (1995), realizó la investigación: Bloques de concreto con dolomita, en la Universidad Nacional de Ingeniería cuyo objetivo fue investigar las posibilidades de normalizar la fabricación y uso de los bloques ya que existe poca información técnica respecto a los materiales que se utilizan en esta ciudad. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- Las propiedades de los bloques están en función de la materia prima con que son elaboradas. Los bloques de concreto elaborados con dolomita a comparación de los bloques similares fabricados con otro tipo de agregado, resultan de mayor resistencia.
- Respecto al análisis químico, efectuado a la dolomita estudiada, no presentan elementos que puedan dañar el concreto ni rasgos que pueda presentarse eflorescencia.
- La resistencia promedio a la compresión de los bloques son:  
Con respecto al área bruta es: 39.64 kg/cm<sup>2</sup>  
Con respecto al área neta es: 70.55 kg/cm<sup>2</sup>  
Los bloques se clasifican como bloque tipo II
- La resistencia promedio a compresión axial de pilas son:  
Con respecto al área bruta es: 32.24 kg/cm<sup>2</sup>  
Con respecto al área neta es: 58.62 kg/cm<sup>2</sup>  
Los bloques se clasifican como bloque tipo II
- Las variaciones de las dimensiones cumplen con la norma E-070. Las variaciones de todas las dimensiones son menores de 4% resultando de buena calidad para el asentado.
- La absorción de la unidad de albañilería es de 5.94%, la norma indica 12% como máximo.
- La succión es de 25.5 gr. por lo que se recomienda mojar las unidades de albañilería antes de asentarlos. Sin embargo, el Reglamento Nacional de Construcción.
- La densidad promedio es 2606 kg/m<sup>3</sup> resultando un bloque pesado, otros bloques similares tienen una densidad en un rango de 500 - 2300 kg/m<sup>3</sup>.

- El módulo de elasticidad obtenido es de 14.691 Kg/cm<sup>2</sup> y es similar a otras referencias con valores que varían entre (8500 - 20000 kg/cm<sup>2</sup>).
- La relación E/f'm para pilas dan como resultado 251 según la norma E-070 Albañilería da E/f'm = 500. Para otros bloques similares están en el rango de (250 – 450).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Pavimento rígido reciclado**

El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de sub-base granular, no obstante esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2013)

El reciclado del concreto en pavimentos es perfectamente viable cuando se utiliza como árido en la base del pavimento. Además, se puede sustituir el 60% del árido grueso por árido reciclado procedente de un pavimento de concreto. Esta es una práctica extendida en Austria y también utilizada en Alemania y Polonia, entre otros. (ASOCEM, 2014)

### **2.2.2. Agregados reciclados de pavimento rígido**

#### **2.2.2.1. Origen de los agregados reciclados**

Obtener agregados de concretos hidráulicos provenientes de las capas de rodamiento de pavimentos rígidos, demolidos por haber cumplido ya con su vida útil, porque no cumplen con la función para la cual fue diseñada debido al incremento del Transito Diario Promedio Anual, porque sufren fallas prematuras debido a malos procedimientos constructivos o porque se tienen que hacer reparaciones en el sistema de abastecimiento de agua

potable y/o alcantarillado; se justifica como la mejor alternativa para reciclar, sobre los concretos de escombros de albañilería y los de concretos reforzados, ya que los concretos provenientes de escombros de albañilería representan un mayor trabajo y por lo tanto incremento en los costos debido a que generalmente se encuentran contaminados con otros tipos de residuos, el pensar en material proveniente de concretos reforzados aparenta ser de igual forma inconveniente ya que puede contener óxidos e incrementar los costos debido al trabajo adicional para la separación del acero, además de que la mayoría de las edificaciones de concreto son estructuras que no han llegado a su vida útil o que cumplen aun con la función para las que fueron diseñadas por lo que se descartaron estas dos últimas opciones. (Landa, 2009)

#### **2.2.2.2. Procesamiento y producción de los agregados reciclados**

El reciclaje del hormigón usado consiste en romper el hormigón existente, llevarlo a una planta adaptada, luego triturarlo y usarlo como árido en la nueva pasta de cemento. Su uso es posible en sub-base de pavimento, como agregado pétreo, pero también se puede usar en nuevo concreto, que sea estructural o no.

Si los escombros de concreto provienen de concreto armado, es necesario hacerle un tratamiento específico al quitar las armaduras, lo que vuelve el proceso bastante más caro. Es por esta razón económica que se puede reciclar en prioridad concreto no armado usado en pavimentos u otros.

Luego, el concreto sólo se procesa en una planta chancadora que lo tritura para llegar a un tamaño aceptable, según los requisitos exigidos. El uso predominante de los áridos hechos a partir de concreto reciclado es como reemplazo parcial o total del

árido grueso, se usa poco como parte del árido fino, debido a su gran demanda de agua. (Ruelas Paredes, 2015)

El centro de experimentación de obras (2011) citado por Ruelas Paredes (2015), señala que en la demolición de los pavimentos de concreto deben extraerse separadamente los materiales procedentes de las distintas capas y tomar precauciones para eliminar aquellos materiales que, como los concretos dañados por reacciones silico-alcálicas, no sean aprovechables. Por otra parte, con objeto de aplicar la técnica más adecuada de demolición y reciclaje, es aconsejable llevar a cabo estudios previos de los materiales en la carretera a demoler, mediante:

- Recopilación de información técnica existente: año de construcción, estructura del pavimento, cargas de tráfico sufridas (especialmente de vehículos pesados), estrategias de mantenimiento llevadas a cabo, etc.
- Inspección visual para evaluar posibles anomalías existentes en las capas de pavimento.
- Recopilación de información sobre la cantidad y calidad del material a reciclar mediante la extracción de testigos y la realización de ensayos in situ y en laboratorio.

Con la demolición del pavimento se trata fundamentalmente de reducir el material a un tamaño que haga fácil su manejo y transporte hasta una planta de machaqueo, y separar lo máximo posible los elementos metálicos que contenga, además de las impurezas de cualquier tipo.

#### **2.2.2.3. Propiedades físicas de los agregados reciclados**

El centro de experimentación de obras (2011) citado por Ruelas Paredes (2015), indica que la granulometría del material procesado debe adaptarse a las especificaciones que se exigen

para las distintas aplicaciones. En general, el contenido de finos (< 0,08 mm) es muy reducido.

El árido reciclado, al proceder del machaqueo, tiene formas muy angulares. Además, debido al contenido de mortero adherido a los áridos naturales con los que se fabricó el concreto, tiene su textura superficial más áspera, su densidad más baja, y su porosidad y capacidad de absorción de agua más altas que las de los áridos de partida del mismo tamaño. Al disminuir el tamaño del árido reciclado, disminuye también la densidad y aumenta la absorción.

#### **2.2.2.4. Propiedades químicas de los agregados reciclados**

El centro de experimentación de obras (2011) citado por Ruelas Paredes (2015), menciona que los componentes químicos del cemento son la causa de la alta alcalinidad de estos materiales en contacto con el agua ( $\text{pH} > 11$ ).

Si la alcalinidad es suficientemente alta se podrían llegar a dar en el concreto fabricado con áridos reciclados expansiones y fisuraciones no deseadas. En cualquier caso, no se recomienda el reciclaje de pavimentos que hayan presentado rápidos deterioros relacionados con reacciones silico-alcalinas y/o una mala calidad del concreto.

#### **2.2.2.5. Ventajas de los agregados reciclados**

La resistencia al congelamiento y descongelamiento del concreto hecho con material reciclado es generalmente mejor que la de un concreto hecho con agregados naturales. (Foster, 1986)

Conjuntamente con lo anterior, usar agregados reciclados permite adquirir beneficios a favor del medio ambiente.

#### **2.2.2.6. Consistencia de la mezcla con agregado reciclado**

Como dice Ruelas Paredes (2015), “la consistencia en el concreto elaborado con material reciclado es de suma importancia, aunque es posible controlar esta propiedad teniendo mucho cuidado en la dosificación y corrección por humedad durante el diseño de mezclas” (p.66).

En una investigación elaborada en la Universidad de Santiago de Chile, el autor precisa que el asentamiento de cono se ve afectado principalmente por la dosis de cemento, tipo de cemento y por el porcentaje de árido reciclado utilizado. En general, se observa un leve descenso de cono en los concretos con árido reciclado respecto a los concretos patrón. También se puede apreciar una pérdida de asentamiento de cono a medida que aumenta la cantidad de cemento empleada. Lo anterior puede atribuirse a que el aumento de la dosis de cemento implica una mayor cantidad de partículas de cemento a ser hidratadas con la misma dosis de agua, lo que produciría la pérdida de asentamiento registrada. (Carlos Aguilar , 2005)

#### **2.2.2.7. Dosificación de mezclas con agregados reciclados**

El material reciclado triturado puede ser usado para agregado fino y grueso. La dosificación de mezclas puede ser determinada a partir de mezclas de pruebas en laboratorio. El contenido de cemento va relacionado de acuerdo con la resistencia deseada como lo es en una mezcla convencional, y el contenido de agua la necesaria para poder garantizar una adecuada trabajabilidad y acabado sin ser tan alta que se requiera mayor contenido de cemento para mantener la resistencia. (Foster, 1986)

## 2.2.3. Bloques de concreto

### 2.2.3.1. Generalidades

Las unidades de concreto pueden ser ladrillos y bloques. Se producen en los tipos sólido y hueco. El formado de las unidades de concreto se hace exclusivamente por moldeo asistido por presión o vibración, o por una combinación de ambas. El color natural de las unidades es gris o gris verdoso. Lo peculiar de la fabricación de unidades de concreto es que las mezclas pueden ser dosificadas para producir unidades de resistencia variables dentro del mismo tipo de unidad. (Gallegos & Casabonne, 2005)

### 2.2.3.2. Materia prima

Las unidades de concreto -bloques y ladrillos- se hacen casi exclusivamente de cemento *portland*, agregados graduados y agua. Las mezclas pueden contener también otros ingredientes, tales como pigmentos y agregados especiales. Se fabrican de peso normal y de peso liviano, que derivan de la densidad de los agregados utilizados en el proceso de manufactura. En la tabla 1 se indican diferentes agregados y el rango de densidad de las unidades que con ellos se producen. (Gallegos & Casabonne, 2005)

**Tabla 1.** Densidades de las unidades de concreto elaboradas con diferentes agregados

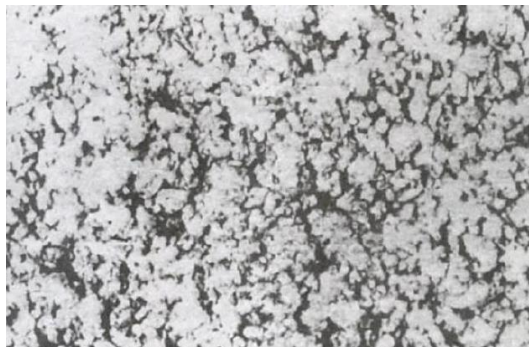
<b><i>Agregado</i></b>	<b><i>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</i></b>
<b><i>Arena y piedra</i></b>	<b><i>2000 – 2350</i></b>
<b><i>Escorias</i></b>	<b><i>1600 – 2200</i></b>
<b><i>Arcilla expandida</i></b>	<b><i>1200 – 1500</i></b>
<b><i>Piedra pómez</i></b>	<b><i>950 – 1300</i></b>
<b><i>Concreto celular</i></b>	<b><i>400 – 700</i></b>

*Fuente:* (Gallegos & Casabonne, 2005)

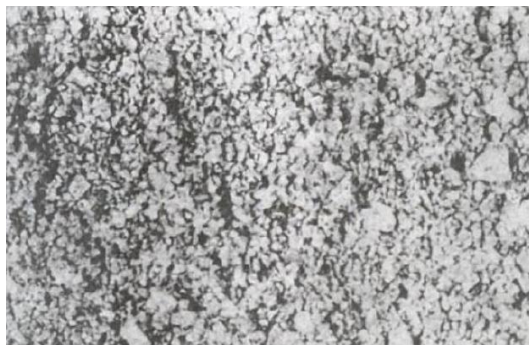


Producir unidades de concreto consiste en obtener una resistencia adecuada con la mínima densidad y con el mínimo contenido de cemento, de modo que sea posible reducir al mínimo el costo de los materiales y el riesgo de producir unidades con excesiva contracción de fragua.

El factor determinante es la textura de la superficie de la unidad, las partículas de agregado deben estar unidas por la pasta de cemento para formar una estructura relativamente abierta sobre la base de una compactación parcial del concreto bajo la influencia de vibración. Eso significa que mientras el concreto está siendo vibrado, la pasta de cemento debe licuarse y fluir a los puntos de contacto de las partículas de agregado, uniéndolas. Cuando la vibración cesa, la pasta de cemento deja de ser un líquido, y la unidad puede ser desmoldada manteniéndose firme en su manipuleo posterior, ver figura 1 y figura 2. (Gallegos & Casabonne, 2005)

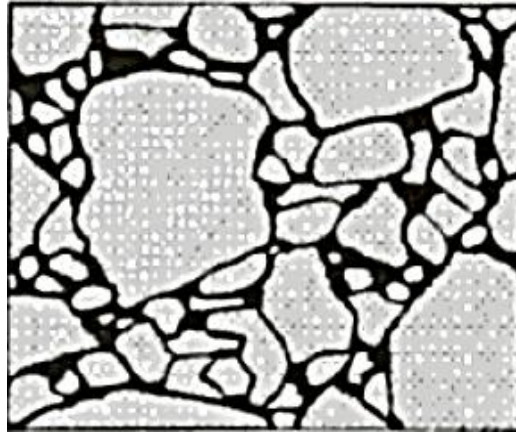


**Figura 1.** Textura abierta ideal

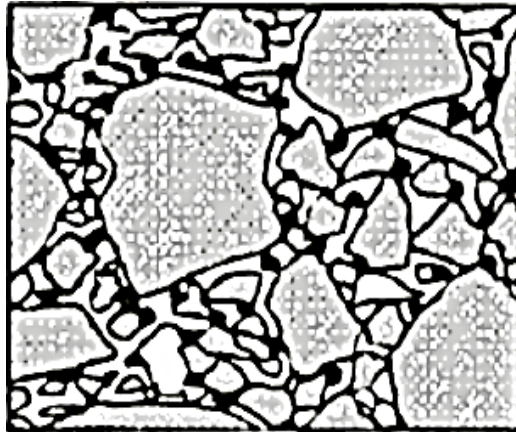


**Figura 2.** Textura cerrada no tan deseable

En caso de que las graduaciones correctas de agregado no sean adecuadas, la resistencia de bloque sólo podrá obtenerse aumentando la compactación y la densidad, y provocando una superficie de textura cerrada parecida a la del concreto (figura 3 y figura 4).



**Figura 3.** Estructura ideal del concreto en los bloques



**Figura 4.** Estructura deficiente del concreto en los bloques

En la tabla 2 se provee las granulometrías adecuadas para el agregado. La textura abierta de una unidad correctamente elaborada es superior a la textura de tipo concreto convencional, porque otorga una mejor adhesión con el mortero y porque tiene una capilaridad más reducida que impide la penetración de la humedad. (Gallegos & Casabonne, 2005)

**Tabla 2.** Granulometría de los agregados para bloques

<b>Tamiz ASTM</b>	<b>% que pasa</b>		
	<b><i>Textura fina</i></b>	<b><i>Textura media</i></b>	<b><i>Textura gruesa</i></b>
<b>3/8</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b># 4</b>	<b>79</b>	<b>75</b>	<b>70</b>
<b># 8</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	<b>50</b>
<b># 16</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>33</b>
<b># 30</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>19</b>
<b># 50</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>9</b>
<b># 100</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Módulo de fineza</b>	<b>3,5</b>	<b>3,7</b>	<b>4,2</b>

*Fuente:* (Gallegos & Casabonne, 2005)

### **2.2.3.3. Fabricación**

Los aspectos importantes del proceso de fabricación son los siguientes:

- Es importante que el concreto sea mezclado de forma totalmente homogénea. Esto se consigue utilizando mezcladoras de alta eficacia, que aseguran una rápida producción de los hidratos del cemento, o por el tiempo más largo de mezclado en mezcladoras convencionales para posibilitar la formación de los hidratos.
- En el caso de máquinas sofisticadas, ponedoras o estacionarias, la maquina distribuye automáticamente el concreto en el molde, lo compacta y lo desmolda repitiendo el ciclo. En el caso e maquinas estacionarias, el molde descansa en una bandeja que se utiliza luego para trasladar la unidad hasta un lugar de maduración; la bandeja debe permanecer hasta que la unidad pueda ser manipulada directamente.
- Los métodos de alimentación del concreto al molde no siempre distribuyen de forma pareja el concreto, muchas

veces, particularmente en la fabricación de bloques, las partes exteriores, lejanas del punto de alimentación, reciben menos material. Como todas las partes son compactas a la misma altura final, controlada por el cabezal de la máquina, estas partes exteriores serán de menor densidad y resistencia que las del resto del bloque, con la consecuente reducción de resistencia de toda la unidad. Debe darse, en todos los procesos de moldeo de unidad –particularmente de bloques– especial atención a la correcta y uniforme distribución del material en todas las partes del molde.

- El largo y ancho de las unidades se controla por las dimensiones del molde, y solo varían con el desgaste de este. La altura, sin embargo, es sensitiva a la operación del cabezal de la máquina y a su nivel de caída. Esta operación debe ser estrictamente controlada para limitar la variación de la altura de las unidades y para reducir la variación de compactación de una a otra.
- Una vez que las unidades –particularmente los bloques– dejan el molde, deben ser tratadas cuidadosamente para evitar daños hasta que adquieran la resistencia adecuada para su manipuleo.
- Después de desmoldar las unidades, estas deben ser maduradas. Esto implica, por lo menos, su curado húmedo bajo condiciones ambientales hasta el desarrollo de la resistencia adquirida.
- Sin embargo una vez adquirida la resistencia, las unidades de concreto deben dejarse secar y luego permanecer secas por lo menos quince días, para minimizar los efectos de la contracción del secado.
- En el método de curado a presión en autoclave, la resistencia de las unidades obtenidas es menor que la de las producidas por curado a baja presión; pero, por otro lado, su estabilidad volumétrica es sustancialmente mejor. (Gallegos & Casabonne, 2005)

En la figura 5 se muestra, esquemáticamente, la secuencia del proceso de fabricación de las unidades de concreto.



**Figura 5.** Proceso de fabricación de las unidades de concreto

#### **2.2.3.4. Propiedades**

Las propiedades principales de las unidades de albañilería deben extenderse en su relación con el producto terminado, que es la albañilería. En ese contexto, las principales propiedades relacionadas con la resistencia estructural:

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción, medida como resistencia a la tracción indirecta o a la tracción por flexión.
- Variabilidad dimensional con relación a la unidad nominal, o, mejor, con relación a la unidad promedio y, principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.
- Alabeos, medidos como concavidades o convexidades en las superficies de su asiento.
- Succión o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento.
- Textura de la cara de asiento.

Asimismo, las principales propiedades relacionadas con la durabilidad son:

- Resistencia a la compresión
- Absorción
- Absorción máxima
- Coeficiente de saturación

(Gallegos & Casabonne, 2005)

#### **2.2.3.5. Ensayos**

##### **a. Ensayo de compresión**

El ensayo de compresión se realiza usualmente en testigos de medias unidades secas, aunque algunas normas proponen o aceptan el ensayo de unidades enteras e incluso de dos medias unidades separadas por una junta de mortero. La carga de compresión se aplica perpendicular a las superficies de asiento. Si el

testigo es muy irregular, es rellenado o alisado con pasta de cemento *portland* poco antes de colocar el recubrimiento -normalmente azufre-, para lograr el contacto uniforme con los cabezales de la máquina de compresión. El ensayo se realiza hasta la rotura.

La resistencia a la compresión ( $f'c$ ) se determina dividiendo la carga de rotura ( $P_u$ ) entre el área bruta ( $A$ ) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta ( $A$ ) cuando es hueca o perforada; la norma peruana, sin embargo, considera siempre como divisor el área bruta, para evitar errores y poder comparar valores de resistencia directamente. Así se obtiene el valor:

$$f'c = \frac{P_u}{A}$$

Usualmente la prueba consiste en dos o tres ensayos. Las pruebas se evalúan estadísticamente para obtener el valor característico que, generalmente, está referido a la aceptación de 10% de resultados de pruebas defectuosas. (Gallegos & Casabonne, 2005)

#### **b. Ensayo de variación dimensional**

La determinación de la variación de dimensiones incluye la definición de las dimensiones promedio. Se efectúa sobre una muestra representativa y de por lo menos veinte unidades. Se miden todas sus dimensiones con precisión al milímetro y se promedian los resultados, obteniéndose los valores  $P$  ( $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ ). Luego se separan las medidas para cada dimensión: de un lado las que son mayores que  $P$  y

de otro las que son menores que P. Luego se promedia cada grupo obteniéndose  $P_{\min}$  ( $P_{1\min}$ ,  $P_{2\min}$  y  $P_{3\min}$ ) y  $P_{\max}$  ( $P_{1\max}$ ,  $P_{2\max}$  y  $P_{3\max}$ ). Los resultados se expresan del modo siguiente:

Dimensiones promedio  $P_1 \times P_2 \times P_3$

Variación en porcentajes  $+ V = \frac{P - P_{\max}}{P} \times 100$

$- V = \frac{P_{\min} - P}{P} \times 100$

(Gallegos & Casabonne, 2005)

### c. Ensayo de absorción

En el ensayo de absorción se miden la absorción de la unidad sumergida en agua fría durante veinticuatro horas, la absorción máxima de la unidad que corresponde al hervido de esta durante cinco horas, y el coeficiente de saturación, que es la relación entre la absorción y la absorción máxima. Para efectuar el ensayo las unidades se secan, se pesan y se someten al tratamiento antes dicho, y luego de eso se vuelven a pesar. Se llama absorción y absorción máxima a la diferencia de peso entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca. El coeficiente de saturación es simplemente la relación entre esos dos porcentajes. (Gallegos & Casabonne, 2005)

#### 2.2.3.6. Normas

Unidades de concreto

- Ladrillos de concreto. Requisitos NTP 339.601.2002.
- Bloque de concreto para uso estructural. Requisitos NTP 339.602.2002.



- Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto NTP 399.604.2002, ASTM C-55, ASTM C-90, ASTM – 145. (Gallegos & Casabonne, 2005)

#### **2.2.4. Diseños de mezclas de los bloques de concreto**

Lo peculiar de la fabricación de unidades de concreto es que las mezclas pueden ser dosificadas para producir unidades de resistencia variables dentro del mismo tipo de unidad. Las unidades de concreto se hacen casi exclusivamente de cemento portland, agregados graduados y agua. Dependiendo de los requisitos específicos, las mezclas pueden contener también otros ingredientes, tales como pigmentos y agregados especiales. Se fabrican de peso normal y de peso liviano, que derivan de la densidad de los agregados utilizados en el proceso de manufactura. (Gallegos & Casabonne, 2005)

Como menciona Echevarría Garro (2017) “actualmente no existe un método específico de dosificación para bloques de concreto, los métodos que se utilizan para el diseño de concretos convencionales no son apropiados” (p.22). Sin embargo, SENCICO (2007) citado por Echevarría Garro (2017), considera que la dosificación depende esencialmente de dos condiciones: la resistencia final requerida y las propiedades particulares de los agregados y su comportamiento en la mezcla. Además, sugiere una dosificación óptima para los agregados de Lima 1:5:2 (cemento: arena: confitillo), por cada unidad de volumen de cemento añadir 4/8 de volumen de agua; dosificación a la que se ha llegado producto de sucesivas comprobaciones mediante ensayos de laboratorio. El tamaño máximo del agregado grueso tendrá dimensiones inferiores al tercio del espesor de las paredes de la unidad de albañilería. Se debe tener presente que la dosificación señalada es de carácter práctico y debe ser corroborada o modificada por personal especializado.

Asimismo, Arrieta y Peñaherrera (2001) citado por Echevarría Garro (2017), menciona que a partir de bibliografías y experiencias pasadas, se plantearon el estudio de tres dosificaciones en volumen:

- 1 de cemento: 4 de arena gruesa: 2 de conquitillo
- 1 de cemento: 5 de arena gruesa: 2 de conquitillo
- 1 de cemento: 5 de arena gruesa: 3 de conquitillo

Para la dosificación del agua se partió de una relación en volumen 1:1, para luego ir agregando más agua hasta obtener una superficie húmeda para facilitar el proceso de desmolde; no siempre con la misma cantidad de agua se obtiene la misma textura. Los resultados obtenidos, usando cemento Portland tipo I y agregados de tres canteras distintas ubicadas en Lima, muestran que el diseño óptimo es 1:7.

#### **2.2.5. Diseño de mezclas por el método del módulo de fineza de la combinación de agregados**

El presente método de diseño de mezcla busca un procedimiento en el cual la relación fino-grueso se modifique en función del contenido de pasta en consideración al contenido de cemento de esta. Stanton Walker, conjuntamente con un grupo de investigación, ha formulado un procedimiento de selección de las proporciones de la unidad cubica de concreto en el cual los porcentajes de agregado fino y grueso se modifican en función de sus propios módulos de fineza, medida indirecta de sus granulometrías y superficies específicas, a partir de la determinación del módulo de fineza de la mejor combinación de agregados para las condiciones planteadas por las especificaciones de la obra. En el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, los contenidos de agregado fino y grueso varían para las diferentes resistencias, siendo esta variación función, principalmente, de la relación agua-cemento y del contenido total de agua, expresados a través del contenido de cemento en la mezcla. (Rivva López, 2015)

Este método tiene como consideración, que el módulo de fineza del agregado, fino o grueso, es un índice de su superficie específica y que

en la medida que esta aumenta se incrementa la demanda de pasta, además si se mantiene constante la pasta y se incrementa la fineza del agregado disminuye la resistencia por adherencia. Como consecuencia de las investigaciones realizadas se ha podido establecer una ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados fino y grueso, así como su participación porcentual en el volumen absoluto total del agregado. Aplicando dicha ecuación es posible determinar el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados más convenientes para condiciones dadas de la mezcla.

Dicha ecuación es:

$$m = r_r * m_r + r_g * m_g \cdots \alpha$$

En el cual:

$m$  Módulo de fineza de la combinación de agregados.

$m_r$  Módulo de fineza del agregado fino.

$m_g$  Módulo de fineza del agregado grueso.

$r_r$  Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

$r_g$  porcentaje de agregado grueso en relación al volumen absoluto total de agregado.

Del análisis de la ecuación se puede deducir que el módulo de fineza de una combinación de agregados fino y grueso es igual a la suma de los productos de los módulos de fineza de cada ingrediente por la relación del volumen absoluto de cada ingrediente al volumen absoluto de todos los ingredientes. (Rivva López, 2015)

Aplicando la ecuación  $\alpha$  es posible obtener diversos valores del módulo de fineza de combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para diversos contenidos de cemento por metro cubico de concreto. Dichos valores están indicados en la tabla 3.

**Tabla 3.** Módulo de fineza de la combinación de agregados

<b>Tamaño máximo nominal del agregado grueso</b>	<b>Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados</b>			
	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>3/8"</b>	<b>3,96</b>	<b>4,04</b>	<b>4,11</b>	<b>4,19</b>
<b>1/2"</b>	<b>4,46</b>	<b>4,54</b>	<b>4,61</b>	<b>4,69</b>
<b>3/4"</b>	<b>4,96</b>	<b>5,04</b>	<b>5,11</b>	<b>5,19</b>
<b>1"</b>	<b>5,26</b>	<b>5,34</b>	<b>5,41</b>	<b>5,49</b>
<b>1 1/2"</b>	<b>5,56</b>	<b>5,64</b>	<b>5,71</b>	<b>5,79</b>
<b>2"</b>	<b>5,86</b>	<b>5,94</b>	<b>6,01</b>	<b>6,09</b>
<b>3"</b>	<b>6,16</b>	<b>6,24</b>	<b>6,31</b>	<b>6,39</b>

Fuente: (Rivva López, 2015)

Del análisis de la tabla 3 se aprecia que es necesario conocer, para determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados, el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el contenido de cemento de la unidad cúbica de concreto. Además los valores de la tabla corresponden a concretos sin aire incorporado y pueden producir buenas mezclas cuando se emplean los métodos de colocación y compactación usuales. Sin embargo, pueden ser algo sobrearenosos para ser empleados en pavimentos o en estructuras en las que se utiliza concreto ciclópeo. (Rivva López, 2015)

La proporción de agregado fino, de módulo de fineza conocido, en relación al volumen absoluto total de agregado necesario para obtener un módulo de fineza determinado en la combinación de agregados puede ser calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$r_r = \frac{m_g - m}{m_g - m_r} * 100 \dots \beta$$

## 2.2.6. Norma E.070 de albañilería

### 2.2.6.1. Características generales de la unidad de albañilería

- Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017)

### 2.2.6.2. Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la tabla 4.

**Tabla 4.** Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION $f'_b$ mínimo en MPa (Kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
<b>Bloque P<sup>(1)</sup></b>	$\pm 4$	$\pm 3$	$\pm 2$	<b>4</b>	<b>4,9 (50)</b>
<b>Bloque NP<sup>(2)</sup></b>	$\pm 7$	$\pm 6$	$\pm 4$	<b>8</b>	<b>2,0 (20)</b>

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: (Norma E.070, 2006)

### **2.2.6.3. Pruebas**

#### **a. Muestreo**

Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

#### **b. Resistencia a la compresión**

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'_b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

#### **c. Variación dimensional**

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

#### **d. Alabeo**

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

### **e. Absorción**

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

#### **2.2.6.4. Aceptación de la unidad de albañilería**

- Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 12 mm para el Bloque clase NP.
- La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017)

#### **2.2.7. Muros no portantes**

Los muros no portantes son los que no reciben carga vertical, como por ejemplo: los cercos, los parapetos y los tabiques. Estos muros deben diseñarse básicamente ante cargas perpendiculares a su plano, originadas por el viento, sismo u otras cargas de empuje. Mientras que los cercos son empleados como elementos de cierre en los linderos de

una edificación (o de un terreno), los tabiques son utilizados como elementos divisorios de ambientes en los edificios; en tanto que los parapetos son usados como barandas de escaleras, cerramientos de azoteas, etc. (San Bartolomé , 1994)

En nuestro medio, los tabiques son generalmente hechos de albañilería, esto se debe a las buenas propiedades térmicas, acústicas e incombustibles de la albañilería. Por lo general, en estos elementos se emplea mortero de baja calidad y ladrillos tubulares (perforaciones paralelas a la cara de asentado) denominados "pandereta", cuya finalidad es aligerar el peso del edificio, con el consiguiente decrecimiento de las fuerzas sísmicas. Sin embargo, si los tabiques no han sido cuidadosamente aislados de la estructura principal, haciéndolos "flotantes", se producirá la interacción tabique-estructura en el plano del pórtico. (San Bartolomé , 1994)

Los muros no portantes (cercos, tabiques y parapetos) podrán ser construidos empleando unidades de albañilería sólida, hueca o tubular. (Norma E.070 Albañilería)

## **2.3. Definiciones conceptuales**

### **2.3.1. Agregado fino**

Son partículas provenientes de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 3/8". (NTP 400.011)

### **2.3.2. Agregado grueso**

Los agregados gruesos son partículas retenidas en el tamiz N°4 (4.75 mm), provenientes de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (NTP 400.011)



### **2.3.3. Agua**

Es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades. (Abanto Castillo, 1995)

### **2.3.4. Albañilería o mampostería**

Se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda. (Norma E.070 Albañilería)

### **2.3.5. Bloques de concreto**

Se denomina bloque a aquella unidad de albañilería que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. (Norma E.070 Albañilería)

### **2.3.6. Cemento**

Cal muy hidráulica que procede de la cocción de mezclas de cal, sílice y alúmina, pero de manera que no queda la cal libre, sino que se combina toda ella con otras materias. (AULA, 2018)

### **2.3.7. Concreto hidráulico**

Estará conformado por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregado fino y grueso y aditivos, cuando estos últimos se requieran. (Manual de Carreteras, 2013)

### **2.3.8. Diseño de mezcla**

Es dosificar una mezcla de concreto para determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiriera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse. (Rivera López, 1992)

### **2.3.9. Elaborar**

Preparar un producto por medio de un trabajo adecuado. (AULA, 2018)

### **2.3.10. Muro no portante**

Muro diseñado y construido en forma tal que solo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son por ejemplo, los parapetos y los cercos. (Norma E.070 Albañilería)

### **2.3.11. Pavimento rígido**

Conformado por losa de concreto de cemento hidráulico y una sub-base granular para uniformizar las características de cimentación de la losa (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2013)

### **2.3.12. Reciclar**

Someter una materia a un mismo ciclo para ampliar o incrementar los efectos de éste. (AULA, 2018)

### **2.3.13. Tabique**

Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral. (Norma E.070 Albañilería)

### **2.3.14. Tamaño máximo nominal**

Es tamaño de la abertura del tamiz que produce el primer retenido del agregado. (NTP 400.011, 2008)

### **2.3.15. Triturar**

Moler, desmenuzar una materia solida sin reducirla a polvo. (AULA, 2018)

### **2.3.16. Unidad de albañilería**

Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca alveolar o tubular. (Norma E.070 Albañilería)

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La utilización de agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- ❖ El procesamiento del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite obtener agregados apropiados para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes.

- ❖ El diseño de mezcla efectuado con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite, a los 28 días, que los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm<sup>2</sup>) tal cual establece la Norma del RNE E.070.
  
- ❖ Los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores cumplen con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 efectuando las pruebas de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

Variable1. Pavimento rígido reciclado

### **2.5.2. Variable dependiente**

Variable2. Bloques de concreto para muros no portantes

## 2.6. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable 1: Pavimento rígido reciclado</b>	Es la acción de hacer servir el pavimento rígido demolido sometiendo a un proceso de transformación o aprovechamiento para que pueda ser nuevamente utilizado.	El pavimento rígido demolido, reciclado y triturado será medido mediante pruebas estandarizadas en laboratorio.	Residuos de pavimento rígido demolido	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Reciclaje de pavimento rígido demolido</li> <li>❖ Trituración de pavimento rígido reciclado</li> </ul>	De Intervalo
			Agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Peso unitario suelto</li> <li>❖ Peso unitario compactado</li> <li>❖ Peso específico</li> <li>❖ % de absorción</li> <li>❖ Contenido de humedad</li> <li>❖ Análisis granulométrico</li> </ul>	
<b>Variable 2: Bloques de concreto para muros no portantes</b>	Son aquellas unidades de albañilería, que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo, elaboradas para muros no portantes (los parapetos y los cercos), que solo llevan cargas provenientes de su peso propio y cargas trasversales a su plano.	Los bloques de concreto para muros no portantes serán medidos mediante pruebas estandarizadas en laboratorio.	Diseño de mezcla	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Tamaño máximo nominal del agregado grueso</li> <li>❖ Módulo de fineza del agregado fino y grueso</li> <li>❖ Tipo y marca de cemento</li> <li>❖ Resistencia promedio</li> <li>❖ Selección del asentamiento</li> </ul>	De Intervalo
			Mezcla de concreto fresco	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Asentamiento del concreto, método del Cono de Abrams</li> </ul>	
			Pruebas NTP 399.604	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Variación dimensional</li> <li>❖ Resistencia a la compresión</li> <li>❖ Absorción</li> <li>❖ Densidad</li> <li>❖ Contenido de humedad</li> </ul>	

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

Como lo mencionan Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2010), “una investigación se denomina experimental porque en un estudio de este tipo se construye el contexto y se manipula de manera intencional a la variable independiente, después se observa el efecto de esta manipulación sobre la variable dependiente” (p.150).

La concurrente investigación es de tipo experimental, porque las propiedades que posee la variable dependiente fueron manejadas por la investigadora y los resultados dependieron de las especificaciones optadas y aplicadas intencionalmente en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes utilizando pavimento rígido reciclado.

- Experimental

#### 3.1.1. Enfoque

En el enfoque cuantitativo, el investigador utiliza su o sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencia respecto de los lineamientos de la investigación (si es que no se tienen hipótesis). (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

El presente trabajo de investigación posee un enfoque cuantitativo en vista de que se emplearon datos numéricos a través de los resultados que se obtuvieron por medio de las pruebas estandarizadas aplicadas en laboratorio a los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado.

- Cuantitativo

### **3.1.2. Alcance o nivel**

Los estudios de alcance correlacional tienen por finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. En cierta medida tiene un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

El alcance o nivel que posee la presente investigación es correlacional, dado que los estudios correlaciones proporcionan información a los alcances explicativos prediciendo el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos, a partir del valor que posean la o las variables vinculadas.

- Correlacional

### **3.1.3. Diseño**

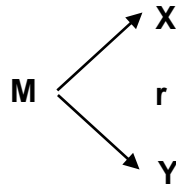
Es la descripción de las estrategias y procedimientos, ideados según el método científico, mediante los cuales se aborda una investigación. El diseño hace parte del plan general que se plasma en un proyecto. (Niño Rojas, 2011)

La presente investigación presenta un diseño experimental, porque posee un contexto de laboratorio que busca exponer un objeto de estudio a la influencia de ciertas variables para observar los resultados.

- Experimental

## ESQUEMA DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación presenta un esquema con un diseño experimental, cuyo esquema se puede observar detalladamente a continuación:



**Donde:**

**M** : Muestra

**X** : Pavimento rígido reciclado

**Y** : Bloques de concreto para muros no portantes

**r** : Correlación que presenta la variable dependiente e independiente

### 3.2. Población y muestra

#### 3.2.1. Población

Como lo menciona Niño Rojas (2011), “la población está constituida por una totalidad de unidades, vale decir, por todos aquellos elementos (personas, animales, objetos, sucesos, fenómenos, etcétera) que pueden conformar el ámbito de una investigación.” (p.55).

La población se determinó de acuerdo con lo establecido por la Norma ITINTEC 331.019 referida al muestreo de las unidades de albañilería. El muestreo será efectuado a un grupo de ladrillos extraídos al azar del mismo lote (conjunto de ladrillos bajo condiciones similares de fabricación). Para lotes de hasta 50 millares se realiza la secuencia A de ensayos, de acuerdo a la tabla 5.



**Tabla 5.** Cantidad de especímenes según la Norma ITINTEC 331.019

<b>Ensayos</b>	<b>Cantidad de especímenes</b>
	<b>Secuencia A</b>
<b>Variación dimensional</b>	<b>10</b>
<b>Resistencia a la compresión(*)</b>	<b>5</b>
<b>Absorción, densidad y contenido de humedad</b>	<b>5</b>

(\*) En la tabla 4, la Norma E.070 indica la resistencia característica a compresión mínima sobre el área bruta de las unidades de albañilería, las cuales serán obtenidas restando una desviación estándar a la resistencia promedio.

**Fuente:** (ITINTEC 331.019)

Para calcular el valor de la resistencia característica a compresión mínima sobre el área bruta de la unidad de albañilería se efectuó el ensayo de resistencia a la compresión a cuatro muestras integradas por 15 especímenes para obtener una desviación estándar con un alto grado de validación, por lo tanto a los 7, 14, 21 y 28 días de edad se efectuó el ensayo de resistencia a la compresión a las unidades de albañilería elaboradas con pavimento rígido demolido, reciclado y triturado.

A continuación, en la tabla 6 se exhibirá menudamente la población de la presente investigación integrada por 75 bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores.

**Tabla 6.** Número de especímenes que conforma la población

<b>Ensayos</b>	<b>Edad del bloque</b>	<b>N° mínimo ITINTEC 331.019</b>	<b>N° mínimo NTP 399.604</b>	<b>N° de bloques</b>	<b>Total de bloques</b>
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>7 días</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>75 bloques de concreto para muros no portantes</b>
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>14 días</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>21 días</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>28 días</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	
<b>Variación dimensional</b>	<b>24 días</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	
<b>Absorción, densidad y contenido de humedad</b>	<b>15 días</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	

**Nota:** Se ha seleccionado el mayor número de especímenes por ensayo para garantizar un alto nivel de certidumbre.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2. Muestra

Como lo mencionan Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2010), “la muestra es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p.175).

En esta investigación, particularmente, se analizó todos los especímenes como muestra, es decir, la muestra fue igual que la población, clasificándose como un muestreo probabilístico.

A continuación, en la tabla 7 de la presente investigación se ilustra el número de especímenes que conforman la muestra integrada por 75 unidades de albañilería.

**Tabla 7.** Número de especímenes que conforma la muestra

<b>Ensayos</b>	<b>Edad del bloque</b>	<b>N° de bloques</b>	<b>Total de bloques</b>
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>7 días</b>	<b>15</b>	<b>75 bloques de concreto para muros no portantes</b>
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>14 días</b>	<b>15</b>	
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>21 días</b>	<b>15</b>	
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>28 días</b>	<b>15</b>	
<b>Variación dimensional</b>	<b>24 días</b>	<b>10</b>	
<b>Absorción, densidad y contenido de humedad</b>	<b>15 días</b>	<b>5</b>	

*Fuente:* Elaboración propia

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

#### 3.3.1. Técnicas

Como lo menciona Niño Rojas (2011), “las técnicas son los procedimientos específicos que, en el desarrollo del método científico, se han de aplicar en la investigación para recoger la información o los datos requeridos” (p.61).

Específicamente, en el presente estudio de investigación se emplearon las pruebas estandarizadas como técnica de recolección de datos, las cuales fueron aplicadas en laboratorio siguiendo los respectivos procedimientos que establecen las Normas Técnicas Peruanas citadas a continuación:

- AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado NTP 400.017.
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino NTP 400.022.
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021.
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado NTP 339.185.
- AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global NTP 400.012.
- HORMIGÓN. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams NTP 339.035.
- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto NTP 399.604.

### **3.3.2. Instrumentos**

Como lo menciona Niño Rojas (2011), “un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información” (p. 87).

Los instrumentos de recolección de datos empleados en la presente investigación fueron los siguientes:

- Aparatos experimentales
- Fichas de registro

#### **3.3.2.1. Aparatos experimentales**

Se utilizó aparatos experimentales propios de cada ensayo efectuado en laboratorio, tales como balanzas digitales, barra compactadora con diámetro de 5/8” y 60cm de longitud, recipiente de medida, pala de mano, cesta con malla de alambre,

vasija de depósito de agua, tamices, horno eléctrico, picnómetros, recipientes metálicos para muestra, cono de Abrams, regla de acero graduada en mm, calibre Vernier, máquina de ensayo, planchas metálicas de soporte y otros. Por otra parte, es preciso recalcar que para efectuar el proceso de trituración del pavimento rígido demolido y la elaboración de las unidades de albañilería, que no fue en laboratorio, se utilizó una máquina trituradora de mandíbula y una mesa vibradora respectivamente.

### 3.3.2.2. Fichas de registro

Las fichas de registro fueron exclusivamente planteadas de acuerdo a los datos requeridos propios de cada ensayo efectuado en laboratorio, tal como se ilustra a continuación:

#### Ficha N° 01 Peso Unitario Suelto del Agregado

Descripción	Unid	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )					
Peso agregado suelto + recipiente					
Peso agregado suelto					
Volumen de recipiente de medida					
Peso unitario suelto					

#### Ficha N° 02 Peso Unitario Compactado del Agregado

Descripción	Unid	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )					
Peso agregado varillado + recipiente					

Peso agregado varillado					
Volumen de recipiente de medida					
Peso unitario compactado					

### Ficha N° 03 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Descripción	Unid	M-1	M-2	M-3	Promedio
Masa saturado superficialmente seco (S)					
Masa picnómetro + agua (B)					
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C)					
Masa seco del material al horno (A)					
Peso Específico de masa secado en horno					
Absorción					

### Ficha N° 04 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Descripción	Unid	M-1	M-2	M-3	Promedio
Masa seco del material al horno					
Masa saturado superficialmente seco					
Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido)					
Peso Específico de Masa					
Absorción					

### Ficha N° 05 Contenido de Humedad de los Agregados

Descripción	Unid	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de bandeja					
Peso natural húmedo + bandeja					
Peso natural seco + bandeja					
Peso natural húmedo					
Peso natural seco					
Contenido de humedad					

### Ficha N° 06 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/4"	19.000mm				
1/2"	12.500mm				
3/8"	9.500mm				
N°4	4.750mm				
N°8	2.360mm				
N°16	1.180mm				
N°30	0.600mm				
N°50	0.300mm				
N°100	0.150mm				
Cazoleta					
Total				M.F.	

### Ficha N° 07 Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N°4	4.750mm				
N°8	2.360mm				
N°16	1.180mm				
N°30	0.600mm				

N°50	0.300mm				
N°100	0.150mm				
Cazoleta					
Total					

**Ficha N° 08** Variación Dimensional (Largo, Ancho, Alto y Espesor) de los bloques de concreto

N°	Espécimen	Largo, Ancho, Alto o Espesor				
		1	2	3	4	Prom
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
<b>Medida Especificada</b>						
<b>Medida Promedio</b>						
<b>Variación Dimensional</b>						

**Ficha N° 09** Resistencia a la Compresión de los bloques de concreto

N°	Espécimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)		Área Total de Salientes cm2	Carga Máxima kgf	Área Bruta cm2	fib kg/cm2
		L1	L2	A1	A2	H1	H2				
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											



8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
										fb	
										$\sigma$	
										f'b	

**Ficha N° 10** Absorción de los bloques de concreto

N°	Espécimen	Peso Saturado (Ws)	Peso seco al horno (Wd)	Absorción (%)
1				
2				
3				
4				
5				
<b>Absorción Promedio</b>				

**Ficha N° 11** Densidad de los bloques de concreto

N°	Espécimen	Peso Saturado (Ws)	Peso Sumergido (Wi)	Peso Seco al Horno	Densidad kg/m <sup>3</sup>
1					
2					
3					
4					
5					
<b>Densidad Promedio</b>					

**Ficha N° 12** Contenido de Humedad de los bloques de concreto

N°	Espécimen	Peso Recibido (Wr)	Peso Saturado (Ws)	Peso Seco al Horno (Wd)	Contenido de Humedad (%)
1					
2					
3					
4					
5					
<b>Contenido de Humedad Promedio</b>					

### 3.4. Ejecución de la investigación

#### 3.4.1. Primera etapa: Reciclaje del pavimento rígido demolido

Los pavimentos de concreto hidráulico demolidos deben extraerse por separado de aquellos residuos dañados que no sean aprovechables, el reciclaje de los pavimentos rígidos es una práctica viable que trae consigo el aprovechamiento de éste desperdicio, que después de haber completado su vida útil, o por las múltiples causas que puedan generar su demolición, se fundamenta como una excelente alternativa para reciclar, a diferencia de los concretos armados o procedentes de los escombros de albañilería.

Particularmente en el proceso de reciclaje de la presente investigación, el pavimento rígido demolido se hallaba libre de impurezas, por lo cual no fue necesario efectuar algún tipo de tratamiento al concreto reciclado.



**Figura 6.** Pavimento rígido demolido

El reciclaje del pavimento rígido, objeto de estudio de la presente investigación, se efectuó en la Urbanización las Flores, ubicada en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco. El proceso de reciclaje se inició con previa autorización por parte de la empresa responsable de la obra, al ingresar a la zona de acopio se distinguía que las calles presentaban demolición solo de pistas sin incluir aceras (compuestas en su totalidad de pavimento rígido),

además el pavimento no fue demolido íntegramente, sino fue reducido en secciones asimismo el material ya estaba acumulado en partes estratégicas de las calles que impedían el ingreso de vehículos motorizados que puedan perturbar el desarrollo de las actividades llevadas a cabo, para posteriormente ser cargadas y eliminadas.



**Figura 7.** Proceso de reciclaje del pavimento rígido demolido

Para el reciclaje del material, que para la presente investigación viene a ser el pavimento rígido demolido de la Urbanización Las Flores, se solicitó el servicio de una moto carga para proceder con el recojo y traslado del material hacia donde pueda ser almacenado adecuadamente, mientras duren los procedimientos documentarios previos a la aplicación de la concurrente investigación.



**Figura 8.** Acopio del pavimento rígido reciclado demolido

### **3.4.2. Segunda etapa: Trituración del pavimento rígido reciclado**

Los residuos de concreto se aprovecharon para producir agregados procesados, por lo cual para obtener agregados compuestos originalmente de pavimento rígido reciclado, inicialmente, se efectuó un proceso de trituración primaria con una máquina trituradora de mandíbula en la Chancadora “San Andrés” ubicada en el centro poblado La Esperanza, predio San Andrés, Carretera Huánuco – Tingo María Km 8.9, lugar donde se condujo a través un camión volquete los residuos de pavimento rígido demolido reciclado para ser triturados a un tamaño inferior a 1/2" (1,25 cm) de diámetro, ya que el espesor de las paredes laterales del bloque de concreto posee una dimensión de 1,50 cm, sin embargo, a simple vista se evidenciaba que en el agregado de procedencia artificial habían confitillos que superaban el diámetro especificado, por lo cual inexcusablemente, se procedió a desarrollar un proceso de trituración secundario a los agregados que no atravesaban por medio de una zaranda de 1/2" de diámetro, asimismo para el referido proceso se utilizó una plancha compactadora con la que fue posible efectuar dicho procedimiento de trituración, puesto que los agregados al poseían un volumen reducido.



**Figura 9.** Descarga del pavimento rígido demolido reciclado en la planta chancadora “San Andrés”



**Figura 10.** Planta chancadora “San Andrés”



**Figura 11.** Proceso de trituración secundario con plancha compactadora

### **3.4.3. Tercera etapa: Aplicación de pruebas a los agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado**

Transcurrido el proceso de trituración al que fueron sometidos los residuos de pavimento rígido demolido reciclado, se obtuvieron agregados fino-gruesos de procedencia artificial con un tamaño inferior al diámetro de 1/2" (1.25 cm), posteriormente se seleccionó una muestra representativa, la cual fue conducida y experimentada en el laboratorio de suelos de la Universidad de Huánuco para diseñar una mezcla de concreto compuesta íntegramente por pavimento rígido triturado y cemento, con el fin de que, a los 28 días los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm<sup>2</sup>) como indica la Norma del RNE E.070, de modo que se logre con el segundo objetivo específico trazado en la presente investigación.

Los agregados fino-gruesos procedentes de la trituración del pavimento rígido demolido reciclado, fueron sometidos a diferentes pruebas de laboratorio siguiendo los procedimientos que establecen las Normas Técnicas Peruanas correspondientes al diseño de mezcla de concreto que requiere la presente investigación. Las pruebas desarrolladas en el laboratorio fueron peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico, % de absorción, contenido de humedad y análisis granulométrico.

#### **3.4.3.1. Peso unitario suelto**

El ensayo para determinar el peso unitario suelto del agregado fino y grueso se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.017.

Para efectuar el presente ensayo se seleccionó tres muestras para cada agregado en las cuales se llenó con una cuchara un recipiente de medida 1/10 ft<sup>3</sup> hasta rebosar por encima de la parte superior del recipiente, asimismo el agregado sobrante se

eliminó con una varilla metálica de 5/8". Previamente al registro del peso de agregado suelto más recipiente, se registró el peso y medidas del recipiente.



**Figura 12.** Prueba de peso unitario suelto del agregado fino

#### **3.4.3.2. Peso unitario compactado**

La prueba para determinar el peso unitario compactado del agregado fino y grueso se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.017.

Para efectuar la presente prueba por el procedimiento de apisonado se seleccionó tres muestras para cada agregado, en el cual se llenó la tercera parte del recipiente de medida 1/10 ft<sup>3</sup> y se apisonó mediante 25 golpes con la vara compactadora distribuidos uniformemente sobre la superficie, luego se llenó las dos terceras partes del recipiente y nuevamente se compactó efectuando 25 golpes como el proceso anterior, y finalmente se llenó el recipiente hasta rebosar y se compactó efectuando 25 golpes de nuevo, asimismo el agregado sobrante de la superficie se eliminó utilizando la barra compactadora.



**Figura 13.** Prueba de peso unitario compactado del agregado grueso

### 3.4.3.3. **Peso específico**

#### a. **Del agregado fino**

El ensayo para determinar el peso específico del agregado fino se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.022.

Para efectuar el presente ensayo se seleccionó tres muestras integradas por agregado fino, las cuales fueron saturadas en agua por un periodo de 24 horas, transcurrido el tiempo especificado, el agua superficial de las masas fueron secadas. En seguida se preparó el picnómetro, frasco de vidrio apropiado para efectuar el presente ensayo, llenando parcialmente con agua destilada, el cual fue pesado y registrado, luego se llenó el picnómetro con  $500 \pm 10$  gr de agregado fino saturado superficialmente seco y se adicionó agua hasta aproximadamente un 90% de su capacidad, finalmente se agitó manualmente el picnómetro para eliminar las burbujas de aire visible, una vez eliminadas todas las burbujas de aire se retiró el agregado fino del picnómetro y se secó en horno la muestra, se pesó y registró los resultados arrojados de ambos procedimientos.





**Figura 14.** Masa picnómetro + agua + agregado saturado (ensayo de peso específico)

#### **b. Del agregado grueso**

El ensayo para determinar el peso específico del agregado grueso se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.021.

Para efectuar el presente ensayo se seleccionó tres muestras integradas por agregado grueso, las cuales se tamizó y descartó todo el material que pasaba por el tamiz N°04, luego se lavó el agregado para remover el polvo e impurezas superficiales. Posteriormente se sumergió el agregado en agua a temperatura ambiente por un periodo de 24 horas, transcurrido el proceso de saturación se retiró el agua de las muestras, asimismo se colocó aproximadamente un kilogramo de cada muestra independientemente sobre una cesta suspendida por un alambre de metal sumergida totalmente en agua, la cual se pesó y registró como masa aparente de muestra saturada, inmediatamente después se secó con un paño absorbente hasta quitar toda mancha visible de humedad, se pesó y se registró como masa saturada superficialmente seca. Finalmente se secó las muestras en horno por un tiempo no menor de 24 horas, transcurrido dicho periodo se pesó cada

muestra y se registró los datos obtenidos como masa seca del material al horno.



**Figura 15.** Masa seca del material al horno

#### **3.4.3.4. % de absorción**

El ensayo para determinar el % de absorción del agregado fino y grueso se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.022 y NTP 400.021 respectivamente.

Para el caso del agregado fino, el % de absorción se determinó, registrando como masa de muestra seca al horno y masa de muestra saturada superficialmente seca a los mismos datos obtenidos de la prueba de peso específico del agregado fino, puesto que la NTP 400.022 así lo establece. Y para el caso del agregado grueso, el % de absorción se determinó, registrando como peso de muestra seca en horno y peso de muestra saturada superficialmente seca a los propios datos obtenidos de la prueba de peso específico del agregado grueso, puesto que la NTP 400.021 así lo establece.

#### **3.4.3.5. Contenido de humedad**

El ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 339.185. Para efectuar el presente ensayo se seleccionó tres muestras para agregado fino y tres muestras para agregado grueso, en las cuales se registró el peso natural húmedo y el

peso natural seco en horno, finalmente se procesaron los datos y se halló el contenido de humedad de ambos agregados.



**Figura 16.** Peso y puesta al horno de la muestra natural húmeda

### 3.4.3.6. Análisis granulométrico

Previamente al desarrollo de la prueba de análisis granulométrico, se realizó el procedimiento de obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo) de acuerdo a lo indicado en NTP 339.089, en el cual una vez separados los dos cuartos diagonalmente opuestos fueron tamizados con la malla N° 04 con el objeto de clasificar los agregados en fino y grueso.



**Figura 17.** Procedimiento del cuarteo de muestra

Finalizado el referido proceso, se seleccionó tres muestras de agregado fino y tres muestras de agregado grueso, las cuales fueron pesadas y registradas como peso natural. Posteriormente las muestras fueron secadas en horno por un periodo de 24 horas, transcurrido el tiempo especificado, las muestras fueron pesadas y registradas como peso natural seco. Luego, las muestras fueron lavadas a mano, las gruesas con el tamiz N° 04 y las finas con el tamiz N° 200 hasta eliminar todo tipo de impurezas, concluido el proceso de lavado, las muestras fueron puestas nuevamente en horno durante 24 horas, terminado el proceso de secado las muestras fueron pesadas y registradas como peso lavado seco.



**Figura 18.** Lavado de muestras finas y gruesas

Una vez terminado los procedimientos previos detallados anteriormente, se efectuó el ensayo de análisis granulométrico de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.012, en el cual las muestras de agregado seco fino y grueso fueron separadas a través de una serie de tamices ordenados progresivamente de una abertura mayor a una abertura menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas por medio del vibrado manual, seguidamente se pesó y registro los pesos retenidos en cada tamiz.



**Figura 19.** Serie de tamices ordenado progresivamente  
(análisis granulométrico)

#### **3.4.4. Cuarta etapa: Diseño de mezcla**

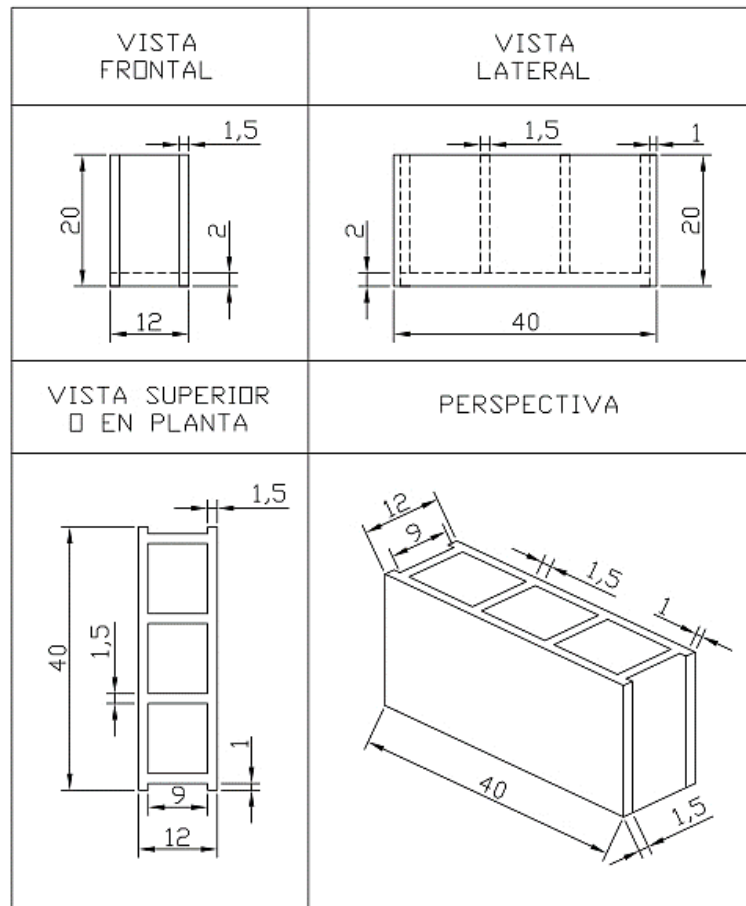
En la cuarta etapa del proceso de ejecución de la presente investigación se efectuó el diseño de mezcla por el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, proceso en el cual se seleccionó la proporción de materiales que integraron la mezcla de concreto de las unidades de albañilería.

El diseño de mezcla se realizó una vez determinadas las propiedades características del agregado fino y grueso tales como peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico de masa, % absorción, contenido de humedad, tamaño máximo nominal y módulo de fineza; asimismo para entonces también se determinó el peso específico del cemento y del agua, posteriormente se definió la resistencia promedio y la selección del asentamiento de consistencia seca, con los datos registrados se determinó la cantidad de agua de mezclado, la relación agua cemento y el contenido de cemento en bolsas. Además, se determinó el módulo de fineza de la combinación de agregados empleando la tabla 3, con el cual se fijó los contenidos de agregado fino y grueso conjuntamente con el volumen absoluto de la pasta, luego se corrigió por humedad los agregados y el agua efectiva. Finalmente se determinó la proporción de materiales en peso con relación de 1 de cemento : 4.01 de agregado fino: 3.64 de agregado

grueso y 44.57 litros de agua por bolsa de cemento, de esta manera para calcular las proporciones exactas del diseño de mezcla, integrado particularmente en la presente investigación por 75 unidades de albañilería, se determinó el volumen de las mismas en función de las dimensiones adoptadas para el diseño de bloques de concreto, las cuales serán presentadas a continuación.

### **DIMENSIONES DE LOS BLOQUES DE CONCRETO**

Las dimensiones adoptadas para la fabricación de bloques de concreto son las más usadas en la construcción de muros no portantes (los cercos, los parapetos y los tabiques) cuyas medidas modulares son de 40x20x12cm y medidas reales de 38x20x12cm, largo, alto y ancho respectivamente, asimismo las paredes laterales presentan un espesor de 1,50 cm y tres perforaciones verticales que terminan en la pared de la base de la unidad de albañilería cuyo espesor es de 2 cm, por lo tanto el volumen calculado por unidad de albañilería es de 0.004044 m<sup>3</sup>.



**Figura 20.** Geometría de los bloques de concreto

### 3.4.5. Quinta etapa: Elaboración de bloques de concreto

Una vez consumado las etapas del proceso de ejecución anteriormente detalladas en la presente investigación, se procedió con la elaboración de las unidades de albañilería de concreto para muros no portantes, en la cual se efectuó los procesos de mezclado, medición del asentamiento con el cono de Abrams, moldeo, desmoldeo y curado de las mismas, los cuales fueron cuidadosamente efectuados.





**Figura 21.** Elaboración de bloques de concreto para muros no portantes con agregados de pavimento rígido triturado

#### **3.4.5.1. Mezclado**

Una vez definida las dosificaciones de diseño, se calculó la cantidad de material especificado en la dosificación y se preparó la mezcla en forma manual distribuido en 02 tandas integradas por 01 bolsa de cemento, 170.3 kg de agregado fino, 154.6 kg de agregado grueso y 44.6 litros de agua cada una. Cada mezcla se preparó dando tres vueltas en seco y tres vueltas cuando se añadió el agua, la incorporación de los materiales que integran la mezcla se efectuó cuidadosamente con el fin de obtener una mezcla uniforme y de consistencia seca (slump de 1" a 2").



**Figura 22.** Mezclado en seco de agregados



## MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS

La presente prueba se efectuó de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 339.035 con el objeto de determinar asentamiento de la mezcla de concreto en estado fresco durante el periodo de elaboración de las unidades de albañilería.

Una vez preparada la mezcla de concreto, se llenó con una pala de mano un tercio de la capacidad total del cono de Abrams, instrumento metálico con forma de cono trunco, y luego se compactó aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente en todo el recorrido de su perímetro, inmediatamente después se aplicó el mismo procedimiento de llenado y compactado a los dos tercios y capacidad total de volumen que posee el cono, seguidamente se separó el molde de la mezcla de concreto colocada en el interior de cono, levantándolo cuidadosamente en dirección vertical, consecutivamente se midió las diferencias de alturas entre el molde metálico y la masa de concreto desplazada y el resultado se registró como el asentamiento del concreto.



**Figura 23.** Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams

### 3.4.5.2. Moldeo y desmoldeo

Una vez preparada la mezcla, se rellenó el molde metálico con una determinada cantidad de pasta de concreto colocado sobre la mesa vibradora, el tiempo de vibrado fue de 15 segundos por unidad de albañilería, lo cual permitió una uniforme y correcta distribución de concreto en todas las partes del molde.



**Figura 24.** Moldeo de las unidades de albañilería

Posteriormente se retiró el molde metálico de la mesa vibradora y se desmoldó la unidad de albañilería cuidadosamente sobre una superficie estable, seca y libre de impurezas retirando el molde en forma vertical levantando sus asas para iniciar el secado del bloque.



**Figura 25.** Desmoldeo de las unidades de albañilería

### 3.4.5.3. Curado

Trascurrido un tiempo de 24 horas después de haber efectuado la elaboración de las unidades de albañilería, se procedió al curado de las mismas tres veces al día durante tres días, tiempo suficiente, lo cual permitió al espécimen adoptar una resistencia considerable que permita el manipuleo y traslado de los bloques de concreto a la posa de curado ubicada en la Universidad de Huánuco.



**Figura 26.** Especímenes en la posa de curado

### **3.4.6. Sexta etapa: Aplicación de pruebas a los bloques de concreto**

#### **3.4.6.1. Variación dimensional**

Los bloques de concreto, generalmente presentan pequeñas diferencias en sus dimensiones (largo, alto, ancho) por el asentamiento que padece la mezcla de concreto durante desmolde de los especímenes, por esto se realiza la prueba de medición de dimensiones siguiendo el procedimiento que indica la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.

Para efectuar el presente ensayo se seleccionó diez unidades al azar del total de bloques que conforman el lote de la presente investigación, del mismo modo fueron medidas todas las dimensiones de los especímenes seleccionados con una regla de acero graduada en divisiones de 1,0 mm. Asimismo los espesores de las paredes laterales se midieron con un calibre Vernier, por lo tanto para cada unidad se registró cuatro medidas por cada una de las dimensiones principales.



**Figura 27.** Instrumentos de la prueba variación dimensional

#### **3.4.6.2. Resistencia a la compresión**

La prueba de resistencia a la compresión se efectuó de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.

Para efectuar la prueba de resistencia a la compresión, se seleccionó al azar 60 especímenes racionados en cuatro muestras integradas por 15 unidades de albañilería cada una, las cuales fueron experimentadas a la edad de 7, 14, 21 y 28 días con la intención de demostrar el incremento progresivo del esfuerzo máximo que adquieren las unidades de albañilería bajo una fuerza de aplastamiento.



**Figura 28.** Muestreo de las unidades de albañilería

Las unidades de albañilería fueron retiradas de la posa de curado 48 horas antes de efectuar el aplastamiento con el propósito de mantener los especímenes superficialmente secos, es decir libres de humedad visible o con manchas de humedad.

Posteriormente, se identificaron, marcaron y registraron las dimensiones (largo, ancho y alto) de los especímenes para determinar el área bruta de los mismos, el cual se empleará como divisor de las cargas últimas ( $P_u$ ) que poseen respectivamente cada una de las unidades.



**Figura 29.** Medición de dimensiones de las unidades de albañilería

Seguidamente al proceso preliminar de secado, se refrentaron los bloques de concreto con una capa de yeso-cemento (espesor  $< 3,2$  mm) que cubría la superficie superior e inferior de asentado de la unidad, dicho procedimiento se ejecutó tres horas antes de efectuar el ensayo de resistencia a la compresión con el objetivo de obtener la mejor coincidencia posible entre las superficies de apoyo y los soportes metálicos que fueron equipados en la máquina de ensayo.





**Figura 30.** Refrentado con yeso-cemento de las unidades de albañilería

Por último, la máquina de ensayo fue equipada con dos planchas de acero con la finalidad de cubrir las superficies de asentado superior e inferior, ya que el centro esférico de la prensa no cubría totalmente las caras de asentado, asimismo las dimensiones de las planchas metálicas fueron de 42 cm para la longitud y 14 cm para el ancho.



**Figura 31.** Planchas de soporte de acero con dimensiones de 42x14cm<sup>2</sup>

Después del equipamiento se efectuó la colocación de unidades enteras en la máquina de ensayo alineando verticalmente el centroide de sus superficies de apoyo con el centro de empuje de la prensa, además se ajustó los controles de la máquina con el fin de aplicar la carga máxima de

aplastamiento por un tiempo inferior a 2 minutos pero superior a 1 minuto.



**Figura 32.** Resistencia a la compresión aplicada a las unidades de albañilería

Terminado la prueba de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se procesó el resultado las cargas últimas obtenidas en kgf entre el área bruta en  $\text{cm}^2$  de los especímenes para obtener la resistencia a compresión ( $f_b$ ) de las 15 unidades individualmente, asimismo la resistencia característica a compresión ( $f'_b$ ) de la unidad de albañilería se obtuvo restando una desviación estándar a la resistencia de compresión ( $f_b$ ) promedio de la muestra.

#### **3.4.6.3. Absorción**

La prueba de absorción se efectuó de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.

Para hallar el % de absorción de los especímenes, se muestreó cinco unidades al azar del total de bloques que conforman el lote de la presente investigación, posteriormente se sumergió los especímenes seleccionados en agua a una temperatura ambiente durante 24 horas, transcurrido el tiempo



especificado se retiraron, secaron superficialmente y pesaron las unidades de albañilería en una balanza y el resultado se registró como peso saturado del espécimen ( $W_s$ ), consecutivamente al proceso de saturación, se secó los especímenes en un horno eléctrico por no menos de 24 horas, del mismo modo que el proceso anterior, pasado el tiempo especificado se retiró las unidades del horno, se dejó enfriar, se pesó y se registró como peso seco al horno de la unidad ( $W_d$ ).



**Figura 33.** Saturación y secado a horno de las unidades de albañilería (Prueba de absorción)

#### **3.4.6.4. Densidad**

La prueba de densidad o peso unitario se efectuó de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.

Con las mismas cinco unidades muestreadas al azar para efectuar la prueba de absorción, se procedió a calcular la densidad seca al horno como sigue, una vez registrado el peso saturado de las unidades de albañilería ( $W_s$ ) y antes de efectuar el secado de los especímenes en un horno eléctrico por no menos de 24 horas ( $W_d$ ), se realizó el proceso de peso sumergido de los especímenes ( $W_i$ ), el cual consiste en pesar los bloques de concreto mientras están suspendidos por un alambre de metal y sumergidos totalmente en agua, finalmente se registró los pesos arrojados y se procesó los datos.

#### **3.4.6.5. Contenido de humedad**

La prueba de contenido de humedad se efectuó de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.

Las cinco unidades de albañilería que fueron seleccionadas para efectuar la prueba de absorción y densidad de los bloques de concreto fueron las mismas que se utilizaron para determinar el contenido de humedad en porcentaje que poseen respectivas unidades. Una vez efectuado el muestreo, las unidades de albañilería, al retirarse de la posa de curado poseían un alto contenido de humedad, por lo cual fue necesario ejecutar un proceso de secado natural no menor de 48 horas, en efecto para el desarrollo del presente proceso se dispuso un tiempo de cuatro días. Transcurrido el tiempo especificado, los especímenes fueron marcados, pesados y registrados como peso recibido de la unidad ( $W_r$ ), este proceso se efectuó previamente a las tres pruebas ( $W_s$ ,  $W_i$ ,  $W_d$ ) descritas anteriormente.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento de datos

##### 4.1.1. Ensayos normalizados del agregado fino

##### 4.1.1.1. Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017)

El peso unitario suelto del agregado fino se calculó aplicando siguiente ecuación:

$$M = \frac{G - T}{V} \quad \dots \quad (1)$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado

G = Peso del agregado + recipiente

T = Peso recipiente

V = Volumen de recipiente de medida

**Tabla 8.** Peso unitario suelto del agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO					
		DIÁMETRO DEL RECIPIENTE:	15 cm	ALTURA DEL RECIPIENTE:	16.7 cm
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso recipiente (1/10 ft³)	gr	7495.00	7495.00	7495.00	-
Peso agregado suelto + recipiente	gr	11380.00	11390.00	11358.00	<b>11376.00</b>
Peso agregado suelto	gr	3885.00	3895.00	3863.00	<b>3881.00</b>
Volumen de recipiente de medida	cm³	2951.13	2951.13	2951.13	<b>2951.13</b>
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>gr/cm³</b>	<b>1.32</b>	<b>1.32</b>	<b>1.31</b>	<b>1.32</b>
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m³</b>	<b>1316.44</b>	<b>1319.83</b>	<b>1308.99</b>	<b>1315.09</b>

Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.1.2. Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017)

El peso unitario compactado del agregado fino se calculó aplicando la ecuación (1) anteriormente presentada.

**Tabla 9.** Peso unitario compactado del agregado fino

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO					
		DIÁMETRO DEL RECIPIENTE:	15 cm	ALTURA DEL RECIPIENTE:	16.7 cm
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso recipiente (1/10 ft³)	gr	7495.00	7495.00	7495.00	-
Peso agregado varillado + recipiente	gr	11718.00	11741.00	11749.00	<b>11736.00</b>
Peso agregado varillado	gr	4223.00	4246.00	4254.00	<b>4241.00</b>
Volumen de recipiente de medida	cm³	2951.13	2951.13	2951.13	<b>2951.13</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>gr/cm³</b>	<b>1.43</b>	<b>1.44</b>	<b>1.44</b>	<b>1.44</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m³</b>	<b>1430.98</b>	<b>1438.77</b>	<b>1441.48</b>	<b>1437.07</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.3. Peso específico y % de absorción del agregado fino (NTP 400.022)

El peso específico del agregado fino se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$Peso\ específico = \frac{A}{B + S - C} \quad \dots \quad (2)$$

Donde:

A = Masa seco del material al horno

B = Masa picnómetro + agua

C = Masa picnómetro + agua + agregado saturado

S = Masa saturado superficialmente seco

Y el % de absorción del agregado fino se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$Absorción, \% = 100 \left[ \frac{S - A}{A} \right] \quad \dots \quad (3)$$

**Tabla 10.** Peso específico y % de absorción del agregado fino

<b>DENSIDAD RELATIVA DE FINOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Masa saturado superficialmente seco (S)	gr	504.00	506.00	501.00	<b>503.67</b>
Masa picnómetro + agua (B)	gr	723.00	697.00	715.00	<b>711.67</b>
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C)	gr	1014.80	983.00	995.60	<b>997.80</b>
Masa seco del material al horno (A)	gr	464.40	466.70	465.70	<b>465.60</b>
<b>Peso Específico de masa secado en horno</b>	<b>gr/cm3</b>	<b>2.19</b>	<b>2.12</b>	<b>2.11</b>	<b>2.14</b>
<b>Peso Específico de masa secado en horno</b>	<b>kg/m3</b>	<b>2188.50</b>	<b>2121.36</b>	<b>2112.98</b>	<b>2140.95</b>
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	<b>8.53</b>	<b>8.42</b>	<b>7.58</b>	<b>8.18</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.4. Contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.185)

El contenido de humedad del agregado fino se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$P = \frac{100(W - D)}{D} \quad \dots \quad (4)$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable

W = Peso natural húmedo en gramos

D = Peso natural seco en gramos

**Tabla 11.** Contenido de humedad del agregado fino

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de bandeja	gr	56.70	61.40	57.10	-
Peso natural húmedo + bandeja	gr	556.70	561.40	557.10	<b>558.40</b>
Peso natural seco + bandeja	gr	521.40	525.90	520.90	<b>522.73</b>
Peso natural húmedo	gr	500.00	500.00	500.00	<b>500.00</b>
Peso natural seco	gr	464.70	464.50	463.80	<b>464.33</b>
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>7.60</b>	<b>7.64</b>	<b>7.81</b>	<b>7.68</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.5. Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012)

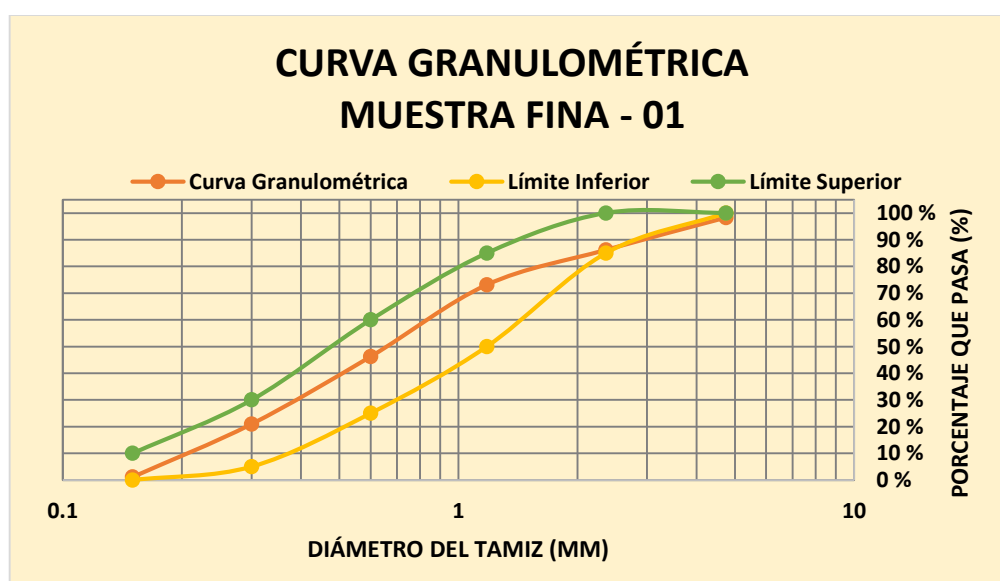
Para determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino por tamizado, se registró los pesos retenidos de las mallas N°04, N°08, N°16, N°30, N°50 y N°100.

A continuación, en la tablas 12, 13 y 14 se presentan los resultados del análisis granulométrico efectuado a tres muestras de agregado fino, cuyos valores cumplen con los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 de agregados.

**Tabla 12.** Análisis granulométrico de la muestra fina - 01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA FINA - 01					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N°04	4.750 mm	41.80	1.69	1.69	98.31
N°08	2.360 mm	300.30	12.12	13.80	86.20
N°16	1.180 mm	323.60	13.06	26.86	73.14
N°30	0.600 mm	666.30	26.88	53.74	46.26
N°50	0.300 mm	626.40	25.27	79.02	20.98
N°100	0.150 mm	492.20	19.86	98.88	1.12
Cazoleta		27.80	1.12	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>2478.40</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>2.74</b>

Fuente: Elaboración propia

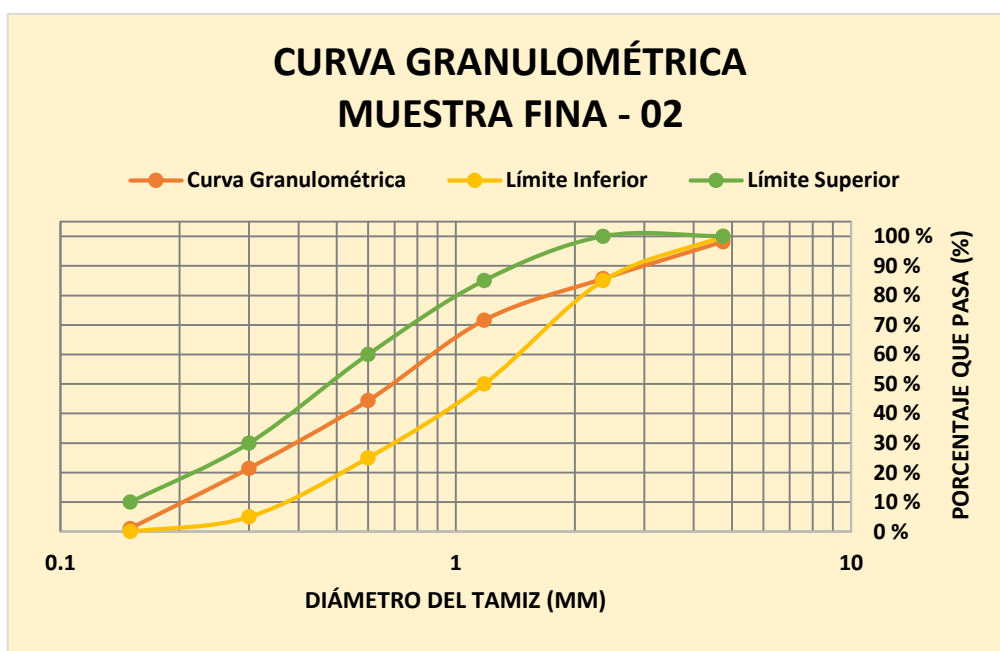


**Figura 34.** Curva granulométrica de la muestra fina – 01

**Tabla 13.** Análisis granulométrico de la muestra fina – 02

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA FINA - 02</b>					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N°04	4.750 mm	44.40	1.79	1.79	<b>98.21</b>
N°08	2.360 mm	310.50	12.54	14.33	<b>85.67</b>
N°16	1.180 mm	348.60	14.08	28.41	<b>71.59</b>
N°30	0.600 mm	674.70	27.25	55.66	<b>44.34</b>
N°50	0.300 mm	567.10	22.90	78.56	<b>21.44</b>
N°100	0.150 mm	505.20	20.40	98.96	<b>1.04</b>
Cazoleta		25.70	1.04	100.00	<b>0.00</b>
<b>Total</b>		<b>2476.20</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>2.78</b>

Fuente: Elaboración propia

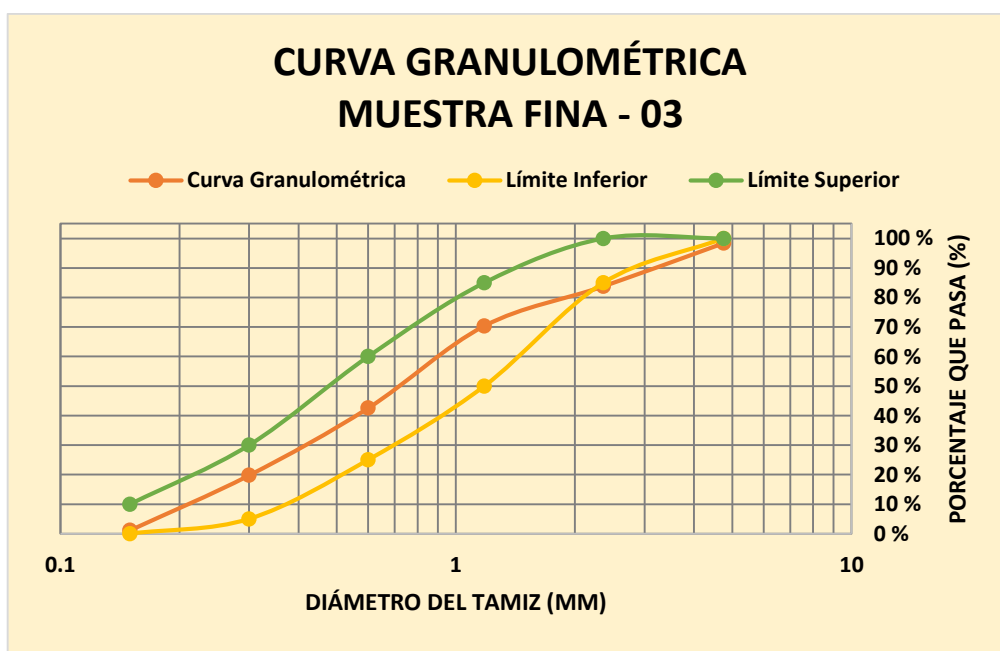


**Figura 35.** Curva granulométrica de la muestra fina – 02

**Tabla 14.** Análisis granulométrico de la muestra fina – 03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA FINA - 03					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N°04	4.750 mm	40.10	1.62	1.62	98.38
N°08	2.360 mm	362.20	14.60	16.22	83.78
N°16	1.180 mm	332.40	13.40	29.62	70.38
N°30	0.600 mm	690.10	27.82	57.44	42.56
N°50	0.300 mm	564.70	22.76	80.20	19.80
N°100	0.150 mm	462.00	18.62	98.82	1.18
Cazoleta		29.20	1.18	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>2480.70</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>2.84</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 36.** Curva granulométrica de la muestra fina – 03



#### 4.1.2. Ensayos normalizados del agregado grueso

##### 4.1.2.1. Peso unitario suelto del agregado grueso (NTP 400.017)

El peso unitario suelto del agregado grueso se calculó aplicando la ecuación (1) anteriormente presentada.

**Tabla 15.** Peso unitario suelto del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO					
		DIÁMETRO DEL RECIPIENTE:	15 cm	ALTURA DEL RECIPIENTE:	16.7 cm
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	gr	7495.00	7495.00	7495.00	-
Peso agregado suelto + recipiente	gr	11098.00	11105.00	11074.00	<b>11092.33</b>
Peso agregado suelto	gr	3603.00	3610.00	3579.00	<b>3597.33</b>
Volumen de recipiente de medida	cm <sup>3</sup>	2951.13	2951.13	2951.13	<b>2951.13</b>
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.22</b>	<b>1.22</b>	<b>1.21</b>	<b>1.22</b>
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1220.89</b>	<b>1223.26</b>	<b>1212.75</b>	<b>1218.97</b>

Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.2.2. Peso unitario compactado del agregado grueso (NTP 400.017)

El peso unitario compactado del agregado grueso se calculó aplicando la ecuación (1) anteriormente presentada.

**Tabla 16.** Peso unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO					
		DIÁMETRO DEL RECIPIENTE:	15 cm	ALTURA DEL RECIPIENTE:	16.7 cm
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	gr	7495.00	7495.00	7495.00	-
Peso agregado varillado + recipiente	gr	11505.00	11516.00	11521.00	<b>11514.00</b>
Peso agregado varillado	gr	4010.00	4021.00	4026.00	<b>4019.00</b>
Volumen de recipiente de medida	cm <sup>3</sup>	2951.13	2951.13	2951.13	<b>2951.13</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1358.80</b>	<b>1362.53</b>	<b>1364.22</b>	<b>1361.85</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.3. Peso específico y % de absorción del agregado grueso (NTP 400.021)

El peso específico del agregado grueso se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$Peso\ específico = \frac{A}{(B - C)} * 100 \quad \dots \quad (5)$$

Donde:

A = Masa seco al horno de material

B = Masa saturado superficialmente seco

C = Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido)

Y el % de absorción del agregado grueso se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$Ab, (\%) = \frac{B - A}{A} * 100 \quad \dots \quad (6)$$

**Tabla 17.** Peso específico y % de absorción del agregado grueso

DENSIDAD RELATIVA DE GRUESOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Masa seco del material al horno	gr	1585.30	1581.80	1582.10	1583.07
Masa saturado superficialmente seco	gr	1694.50	1685.90	1684.20	1688.20
Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido)	gr	1000.10	1000.10	1000.00	1000.07
<b>Peso Específico de Masa</b>	<b>gr/cm3</b>	<b>2.28</b>	<b>2.31</b>	<b>2.31</b>	<b>2.30</b>
<b>Peso Específico de Masa</b>	<b>kg/m3</b>	<b>2282.98</b>	<b>2306.50</b>	<b>2312.34</b>	<b>2300.61</b>
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	<b>6.89</b>	<b>6.58</b>	<b>6.45</b>	<b>6.64</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.4. Contenido de humedad del agregado grueso (NTP 339.185)

El contenido de humedad del agregado grueso se calculó aplicando la ecuación (4) anteriormente presentada.

**Tabla 18.** Contenido de humedad del agregado grueso

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de bandeja	gr	58.00	56.80	56.50	-
Peso natural húmedo + bandeja	gr	558.00	556.80	556.50	<b>557.10</b>
Peso natural seco + bandeja	gr	541.10	540.50	538.90	<b>540.17</b>
Peso natural húmedo	gr	500.00	500.00	500.00	<b>500.00</b>
Peso natural seco	gr	483.10	483.70	482.40	<b>483.07</b>
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>3.50</b>	<b>3.37</b>	<b>3.65</b>	<b>3.51</b>

*Fuente:* Elaboración propia

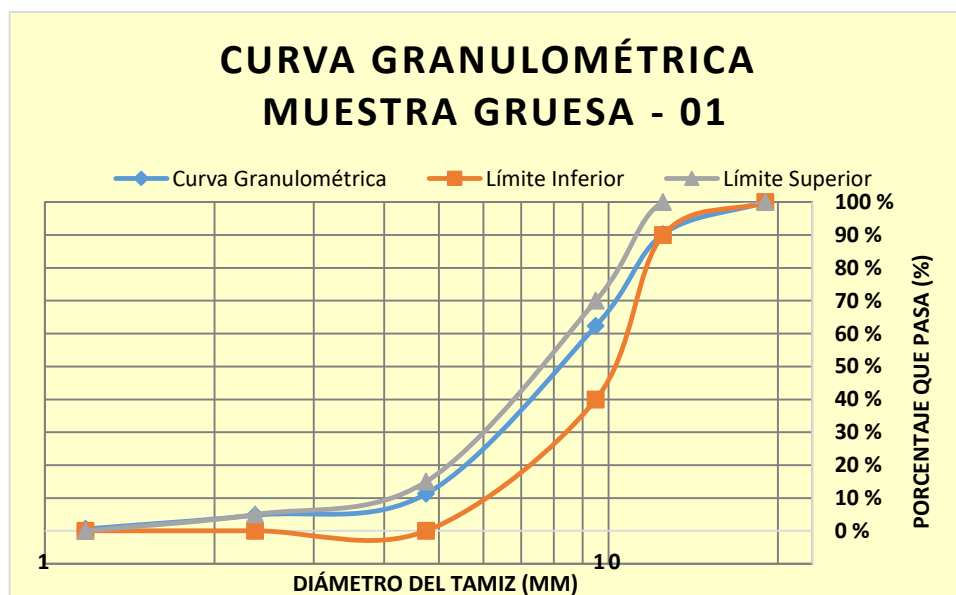
#### 4.1.2.5. Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP 400.012)

En el análisis granulométrico de tres muestras de agregado grueso, se registró los pesos retenidos de las mallas 3/4", 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50 y N°100, asimismo se determinó su módulo de fineza en función al porcentaje retenido acumulado (%), cuyos valores cumplen con los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 de agregados.

**Tabla 19.** Análisis granulométrico de la muestra gruesa - 01

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA GRUESA - 01</b>					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/4"	19.000 mm	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1/2"	12.500 mm	209.80	9.74	9.74	<b>90.26</b>
3/8"	9.500 mm	600.60	27.87	37.61	<b>62.39</b>
N°04	4.750 mm	1100.30	51.07	88.68	<b>11.32</b>
N°08	2.360 mm	140.50	6.52	95.20	<b>4.80</b>
N°16	1.180 mm	90.40	4.20	99.39	<b>0.61</b>
N°30	0.600 mm	8.50	0.39	99.79	<b>0.21</b>
N°50	0.300 mm	2.70	0.13	99.91	<b>0.09</b>
N°100	0.150 mm	1.90	0.09	100.00	<b>0.00</b>
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	<b>0.00</b>
<b>Total</b>		<b>2154.70</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>6.21</b>

Fuente: Elaboración propia

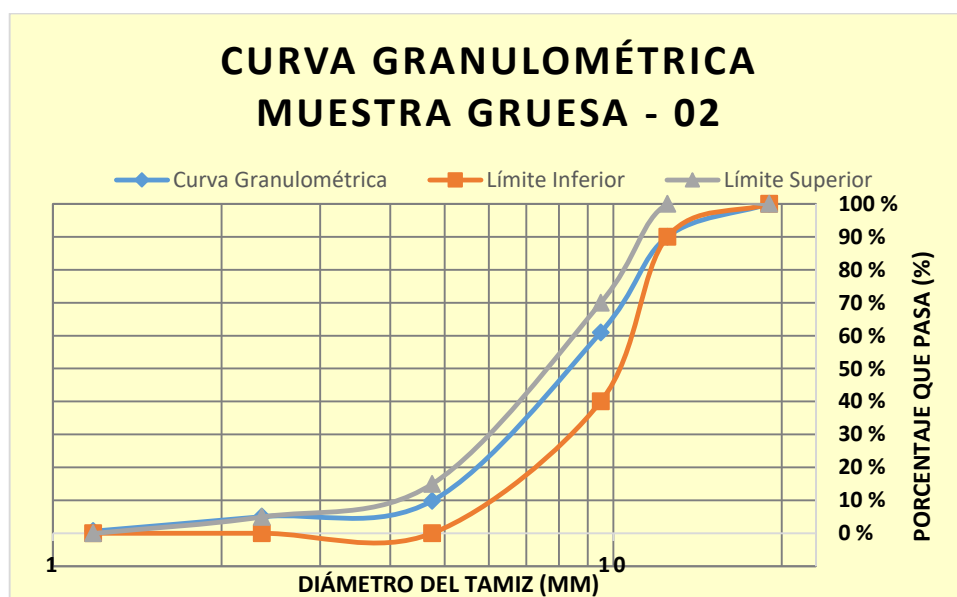


**Figura 37.** Curva granulométrica de la muestra gruesa - 01

**Tabla 20.** Análisis granulométrico de la muestra gruesa – 02

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA GRUESA - 02</b>					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/4"	19.000 mm	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1/2"	12.500 mm	210.90	9.99	9.99	<b>90.01</b>
3/8"	9.500 mm	613.30	29.05	39.04	<b>60.96</b>
N°04	4.750 mm	1079.30	51.12	90.16	<b>9.84</b>
N°08	2.360 mm	101.50	4.81	94.97	<b>5.03</b>
N°16	1.180 mm	92.90	4.40	99.37	<b>0.63</b>
N°30	0.600 mm	8.90	0.42	99.79	<b>0.21</b>
N°50	0.300 mm	2.80	0.13	99.92	<b>0.08</b>
N°100	0.150 mm	1.70	0.08	100.00	<b>0.00</b>
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	<b>0.00</b>
<b>Total</b>		<b>2111.30</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>6.23</b>

Fuente: Elaboración propia

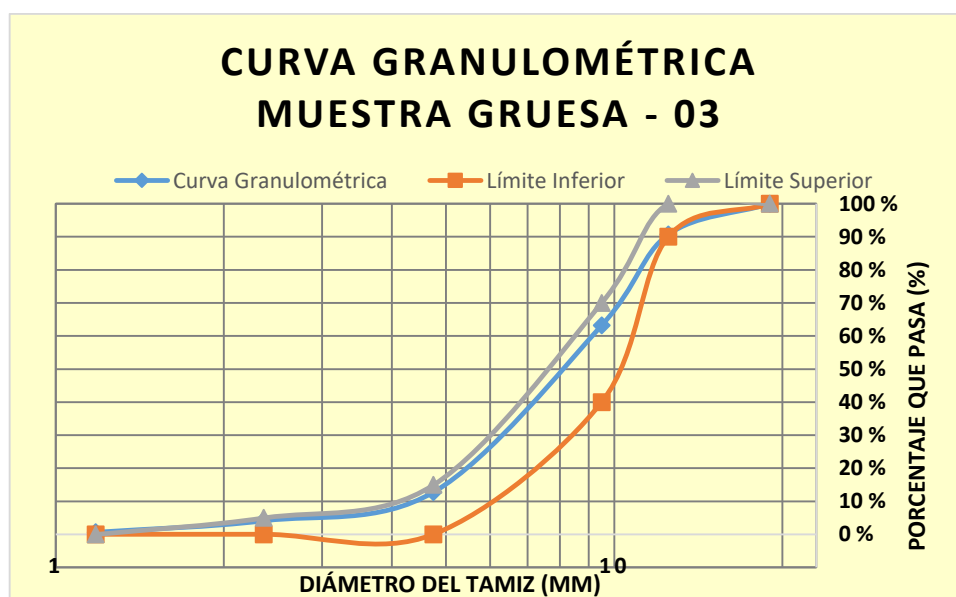


**Figura 38.** Curva granulométrica de la muestra gruesa – 02

**Tabla 21.** Análisis granulométrico de la muestra gruesa – 03

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA GRUESA - 03</b>					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/4"	19.000 mm	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1/2"	12.500 mm	204.40	9.31	9.31	<b>90.69</b>
3/8"	9.500 mm	602.60	27.45	36.76	<b>63.24</b>
N°04	4.750 mm	1107.30	50.44	87.19	<b>12.81</b>
N°08	2.360 mm	190.30	8.67	95.86	<b>4.14</b>
N°16	1.180 mm	76.70	3.49	99.35	<b>0.65</b>
N°30	0.600 mm	9.10	0.41	99.77	<b>0.23</b>
N°50	0.300 mm	2.80	0.13	99.90	<b>0.10</b>
N°100	0.150 mm	2.30	0.10	100.00	<b>0.00</b>
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	<b>0.00</b>
<b>Total</b>		<b>2195.50</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>6.19</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 39.** Curva granulométrica de la muestra gruesa – 03

### 4.1.3. Diseño de mezcla de los bloques de concreto

#### 4.1.3.1. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

Según la Norma Técnica Peruana NTP 400.037, el tamaño máximo nominal es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5% y 10%, por lo tanto en la presente investigación el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2".

**Tabla 22.** Tamaño máximo nominal del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO
TMN	1/2"

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.1.3.2. Módulo de fineza del agregado fino (NTP 400.012)

El módulo de fineza del agregado fino de las tres muestras seleccionadas se calculó sumando los porcentajes retenidos acumulado de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 400.012, cuyo promedio calculado será el módulo de fineza del agregado fino.

**Tabla 23.** Módulo de fineza del agregado fino

MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
M- 01	M - 02	M - 03	Módulo de Fineza
2.74	2.78	2.84	2.79

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.1.3.3. Módulo de fineza del agregado grueso (NTP 400.012)

El módulo de fineza del agregado grueso de las tres muestras seleccionadas se calculó efectuando el mismo procedimiento aplicado al módulo de fineza del agregado fino.

**Tabla 24.** Módulo de fineza del agregado grueso

<b>MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>M- 01</b>	<b>M - 02</b>	<b>M - 03</b>	<b>Módulo de Fineza</b>
<b>6.21</b>	<b>6.23</b>	<b>6.19</b>	<b>6.21</b>

*Fuente:* Elaboración propia

#### **4.1.3.4. Tipo y marca de cemento**

Determinar el tipo y marca de cemento a utilizar en el diseño de mezcla es importante puesto que existen diferentes tipos y marcas de cemento para determinadas condiciones de trabajo, por lo tanto en la presente investigación se utilizó el cemento Andino portland tipo I, material de construcción con el cual es posible trabajar con cualquier tipo de material y es de secado rápido, además el prestigio de la marca avala el producto.

**Tabla 25.** Tipo, marca y peso específico del cemento

<b>Tipo</b>	<b>Cemento Portland Tipo I</b>
<b>Marca</b>	<b>Andino</b>
<b>Peso específico</b>	<b>3.12 gr/cm<sup>3</sup></b>

*Fuente:* (Rivva López, 2015)

#### **4.1.3.5. Resistencia promedio**

La resistencia promedio requerida deberá ser determinada de acuerdo a lo indicado en tabla 26.

**Tabla 26.** Resistencia a la compresión promedio

<b>f'c</b>	<b>f'cr</b>
<b>Menos de 210</b>	<b>f'c + 70</b>

*Fuente:* (Rivva López, 2015)



#### 4.1.3.6. Selección del asentamiento

**Tabla 27.** Consistencia y asentamiento de la mezcla

Consistencia	Asentamiento
Seca	1" a 2"

Fuente: (Rivva López, 2015)

#### 4.1.3.7. Diseño de mezcla por el método del módulo de fineza de la combinación de agregados

**Tabla 28.** Diseño de mezcla de las unidades de albañilería

DISEÑO DE MEZCLA DE LAS UNIDADES DE ALBANILERÍA				
BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES				
DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO				
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES				
CARACTERÍSTICA	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto	1.32	gr/cm <sup>3</sup>	1.22	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1.44	gr/cm <sup>3</sup>	1.36	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.14	gr/cm <sup>3</sup>	2.30	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	8.18	%	6.64	%
Contenido de humedad	7.68	%	3.51	%
Tamaño máximo nominal	-		1/2"	pulg.
Módulo de fineza	2.79		6.21	
	<b>CEMENTO</b>		<b>AGUA</b>	
Peso específico de masa	3.12	gr/cm <sup>3</sup>	1.00	gr/cm <sup>3</sup>
	<b>BLOQUES DE CONCRETO</b>			
Resistencia a compresión	f'c =	20		kg/cm <sup>2</sup>
<b>1°</b>	<b>RESISTENCIA PROMEDIO</b>			
	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> ) = f'c + 70 =	20 kg/cm <sup>2</sup>	+	70 kg/cm <sup>2</sup> = 90 kg/cm <sup>2</sup>
<b>2°</b>	<b>SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO</b>			
	Consistencia: Seca	Slump: 1" a 2"		
<b>3°</b>	<b>SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>			
	TMN:	1/2"		
<b>4°</b>	<b>AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE</b>			
	Agua:	199	lt.	Aire: 2.5%
<b>5°</b>	<b>RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>			
	a/c:	0.92		
<b>6°</b>	<b>CONTENIDO DE CEMENTO</b>			
	C = Agua de mezclado / (relación a/c)			
	C=	216.30 kg	=	5.09 bolsas

<b>7°</b>	<b>MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS</b>					
	m=	4.39				
<b>8°</b>	<b>CONTENIDO DE AGREGADO FINO</b>					
	$r_r = \frac{mg - m}{mg - mr} =$	$\frac{6.21}{6.21} - \frac{4.39}{2.79}$	=	0.53		
<b>9°</b>	<b>CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO</b>					
	$r_g = 1 - r_r =$	0.47				
<b>10°</b>	<b>VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA</b>					
	Cemento =	0.07 m3	}	0.29	m3	
	Agua =	0.20 m3				
	Aire =	0.03 m3				
<b>11°</b>	<b>VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS</b>					
	1	-	0.29 m3	=	0.71 m3	
<b>12°</b>	<b>VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO</b>					
	Af (m3) =	0.71 m3	x	0.53	= 0.38 m3	
	Ag (m3) =	0.71 m3	x	0.47	= 0.33 m3	
<b>13°</b>	<b>PESO SECO DE AGREGADO FINO Y GRUESO</b>					
	Af (Kg) =	0.38 m3	x	2140 kg/m3	= 804.78 kg	
	Ag (Kg) =	0.33 m3	x	2300 kg/m3	= 760.40 kg	
<b>14°</b>	<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>					
	Af (Kg) =	804.78 kg	x	1.0768	= 866.59 kg	
	Ag (Kg) =	760.40 kg	x	1.0351	= 787.09 kg	
<b>15°</b>	<b>HUMEDAD SUPERFICIAL</b>					
	Af (%) = (%W.fino - %Abs. fino)		}	$\Sigma = -3.63 \%$		
	Af (%) =	-0.5 %				
	Ag (%) = (%W.grs - %Abs. grs)					
	Ag (%) =	-3.13 %				
<b>16°</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA</b>					
	Af (lt/m3) =	804.78 kg	x	-0.5 %	= -4.02	
	Ag (lt/m3) =	760.40 kg	x	-3.13 %	= -23.80	
				$\Sigma$	-27.82	
<b>17°</b>	<b>AGUA EFECTIVA</b>					
	199 lt	-	-27.82	=	226.82 lt	
<b>18°</b>	<b>PROPORCIÓN EN PESO</b>					
	Cemento =	216.30 kg	=	216.30 kg / 216.30 kg		
	Agregado Fino =	866.59 kg	=	866.59 kg / 216.30 kg		
	Agregado Grueso =	787.09 kg	=	787.09 kg / 216.30 kg		
	Agua =	226.82 lt	=	226.82 lt / 5.09 bolsas		
	Proporciones del diseño:	1	:	4.01	:	
				3.64	/	
					44.57lt/bls	
<b>19°</b>	<b>PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO DE CEMENTO</b>					
	Cemento =	1	x	42.5	= 42.5 kg	
	Agregado Fino =	4.01	x	42.5	= 170.3 kg/bls	
	Agregado Grueso =	3.64	x	42.5	= 154.6 kg/bls	
	Agua =	44.57	lt/bls		= 44.6 lt/bls	
<b>20°</b>	<b>VOLUMEN POR TANDA DE UN SACO DE CEMENTO</b>					
	Cemento =	42.5 kg	/	3120 kg/m3	= 0.01362 m3	

Agregado Fino =	170.3 kg/bls / 2140 kg/m <sup>3</sup>	=	0.07956 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso =	154.6 kg/bls / 2300 kg/m <sup>3</sup>	=	0.06724 m <sup>3</sup>
Agua =	44.6 lt/bls / 1000 kg/m <sup>3</sup>	=	0.04457 m <sup>3</sup>
		$\Sigma$ =	0.20499 m <sup>3</sup>
<b>21°</b>	<b>VOLUMEN REQUERIDO PARA 75 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>		
	Volumen por unidad de albañilería =	0.00404 m <sup>3</sup>	
	Volumen por 75 unidades de albañilería =	0.30330 m <sup>3</sup>	<i>∴ Se requiere más de una tanda</i>
<b>22°</b>	<b>N° DE TANDAS, % DE DESPERDICIO Y N° UNIDADES</b>		
	N° tandas=	02 = 0.20499 x 2 =	0.40998 m <sup>3</sup>
	% de desperdicio =	-10% p/t = 0.40998 - 20% =	0.32799 m <sup>3</sup>
	N° de unidades por tanda=	0.32799 m <sup>3</sup> / 0.00404 m <sup>3</sup> =	40.55 unidades

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.1.4. Medición del asentamiento de concreto con el cono de Abrams (NTP 339.035)

Para definir la consistencia de la mezcla de concreto se efectuó la medición del asentamiento del concreto en estado fresco con el cono de Abrams, prueba en la cual se registró un imperceptible descenso del concreto, clasificándose como concretos consistentes o secos correspondientes a asentamientos de 1" a 2" (25mm a 50mm) según las Normas Alemanas.



**Figura 40.** Medición del asentamiento del concreto

#### 4.1.5. Ensayos normalizados de los bloques de concreto

##### 4.1.5.1. Variación dimensional (NTP 399.604)

En la tabla 29 se presenta los resultados de la prueba de variación dimensional.

**Tabla 29.** Variación dimensional de las unidades de albañilería

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES ELABORADOS CON PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES																					
N°	Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)					Espesor (mm)				
		L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom	E1	E2	E3	E4	Eprom
1	VDIM-01	394.50	399.00	400.00	398.50	<b>398.00</b>	115.00	118.00	116.00	119.50	<b>117.13</b>	220.00	199.50	201.50	202.00	<b>205.75</b>	15.00	14.80	16.00	14.80	<b>14.63</b>
2	VDIM-02	394.50	394.00	399.50	401.00	<b>397.25</b>	118.00	120.00	116.50	119.50	<b>118.50</b>	199.00	197.00	199.00	199.50	<b>198.63</b>	14.90	14.70	14.90	16.00	<b>14.70</b>
3	VDIM-03	395.50	395.00	397.00	399.00	<b>396.63</b>	118.50	120.00	118.00	122.50	<b>119.75</b>	202.00	201.00	198.50	197.50	<b>199.75</b>	14.50	15.80	15.00	14.90	<b>14.70</b>
4	VDIM-04	398.50	398.50	398.50	399.50	<b>398.75</b>	117.50	119.00	119.50	121.50	<b>119.38</b>	203.50	204.50	201.50	201.50	<b>202.75</b>	14.90	15.50	14.50	14.90	<b>14.70</b>
5	VDIM-05	394.50	394.50	401.00	398.50	<b>397.13</b>	117.50	120.00	118.50	121.00	<b>119.25</b>	199.00	200.00	195.00	200.50	<b>198.63</b>	14.80	15.00	14.50	14.70	<b>13.75</b>
6	VDIM-06	395.50	394.50	402.00	402.50	<b>398.63</b>	121.00	116.50	117.00	119.50	<b>118.50</b>	199.50	201.50	197.00	201.00	<b>199.75</b>	15.00	14.90	15.00	14.90	<b>14.53</b>
7	VDIM-07	394.50	395.00	400.50	399.50	<b>397.38</b>	120.00	122.50	120.50	119.00	<b>120.50</b>	202.50	196.00	203.00	200.50	<b>200.50</b>	14.90	14.70	14.50	14.90	<b>14.00</b>
8	VDIM-08	394.50	395.00	400.50	399.50	<b>397.38</b>	119.50	119.50	118.00	120.50	<b>119.38</b>	199.50	197.50	200.00	198.50	<b>198.88</b>	14.50	14.90	14.60	14.70	<b>13.68</b>
9	VDIM-09	394.50	396.00	402.50	402.50	<b>398.88</b>	119.50	120.00	116.50	119.50	<b>118.88</b>	199.50	200.00	199.50	200.00	<b>199.75</b>	14.60	14.90	15.00	14.90	<b>13.93</b>
10	VDIM-10	394.00	397.50	400.50	401.00	<b>398.25</b>	118.50	122.50	117.50	120.00	<b>119.63</b>	197.50	200.50	201.00	198.50	<b>199.38</b>	14.50	14.80	16.00	14.80	<b>14.45</b>
		Largo Especificado (mm)			<b>L:</b>	400.00	Ancho Especificado (mm)			<b>A:</b>	120.00	Altura Especificada (mm)			<b>H:</b>	200.00	Espesor Especificado (mm)			<b>E:</b>	15.00
		Largo Promedio (mm)			<b>Lp:</b>	397.83	Ancho Promedio (mm)			<b>Ap:</b>	119.09	Altura Promedio (mm)			<b>Hp:</b>	200.38	Espesor Promedio (mm)			<b>Ep:</b>	14.93
		<b>Var. Dimensional (%)</b>			<b>V%:</b>	<b>0.54%</b>	<b>Var. Dimensional (%)</b>			<b>V%:</b>	<b>0.76%</b>	<b>Var. Dimensional (%)</b>			<b>V%:</b>	<b>-0.19%</b>	<b>Var. Dimensional (%)</b>			<b>V%:</b>	<b>0.48%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5.2. Resistencia a la compresión (NTP 399.604)

En las tablas 30, 31, 32 y 33 se presentan los resultados de la prueba de resistencia a compresión de las unidades de albañilería, efectuada a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente, cuya resistencia característica a compresión se obtuvo restando la desviación estándar hallada a la resistencia promedio de la muestra.

**Tabla 30.** Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (7 días)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 7 DÍAS 05-DIC-18										
N°	Espécimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)	Área Total de Salientes	Carga Máxima	Área Bruta	fb
		L1	L2	A1	A2	H	cm2	kgf	cm2	kg/cm2
1	BLQ 07 - 01	38.0	38.2	11.9	12.1	19.6	6.0	4900.0	463.2	10.58
2	BLQ 07 - 02	37.5	38.0	12.0	12.1	20.0	6.0	6010.0	460.9	13.04
3	BLQ 07 - 03	37.8	38.5	12.0	12.2	19.9	6.0	5900.0	467.6	12.62
4	BLQ 07 - 04	37.6	38.3	12.0	12.1	20.0	6.0	6950.0	463.3	15.00
5	BLQ 07 - 05	37.4	38.1	12.0	12.1	20.0	6.0	8150.0	460.9	17.68
6	BLQ 07 - 06	37.6	38.2	12.0	12.0	19.8	6.0	8710.0	460.8	18.90
7	BLQ 07 - 07	37.9	38.5	12.2	12.0	20.0	6.0	8280.0	468.2	17.68
8	BLQ 07 - 08	38.0	38.1	12.0	12.1	20.2	6.0	6540.0	464.5	14.08
9	BLQ 07 - 09	37.5	38.0	11.9	12.1	19.7	6.0	7810.0	459.0	17.02
10	BLQ 07 - 10	37.7	38.1	12.0	12.1	20.0	6.0	7030.0	462.7	15.19
11	BLQ 07 - 11	37.7	38.4	12.0	12.2	20.0	6.0	5410.0	466.4	11.60
12	BLQ 07 - 12	37.7	38.7	11.9	12.0	20.0	6.0	5740.0	462.5	12.41
13	BLQ 07 - 13	37.8	38.0	12.0	12.0	19.8	6.0	6160.0	460.8	13.37
14	BLQ 07 - 14	38.0	38.0	12.0	12.2	19.7	6.0	6180.0	465.8	13.27
15	BLQ 07 - 15	37.7	37.9	12.0	12.0	20.0	6.0	4330.0	459.6	9.42
									<b>fb:</b>	<b>14.12</b>
									<b>σ:</b>	<b>2.77</b>
									<b>f'b:</b>	<b>11.36</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31.** Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (14 días)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 14 DÍAS 12-DIC-18										
N°	Espécimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)	Área Total de Salientes cm <sup>2</sup>	Carga Máxima kgf	Área Bruta cm <sup>2</sup>	fb kg/cm <sup>2</sup>
		L1	L2	A1	A2	H				
1	BLQ 14 - 01	37.6	38.2	12.0	12.0	19.6	6.0	9610.0	460.8	20.86
2	BLQ 14 - 02	37.7	38.0	12.2	12.2	20.0	6.0	9130.0	467.8	19.52
3	BLQ 14 - 03	37.4	38.0	12.0	12.0	20.0	6.0	6640.0	458.4	14.49
4	BLQ 14 - 04	37.5	38.5	12.0	12.0	19.8	6.0	7740.0	462.0	16.75
5	BLQ 14 - 05	37.5	38.5	12.0	12.0	20.0	6.0	8290.0	462.0	17.94
6	BLQ 14 - 06	37.5	38.0	12.0	12.0	19.9	6.0	8900.0	459.0	19.39
7	BLQ 14 - 07	37.7	38.2	11.9	11.9	20.0	6.0	7620.0	457.6	16.65
8	BLQ 14 - 08	38.0	37.7	12.2	12.2	20.0	6.0	6420.0	467.8	13.72
9	BLQ 14 - 09	37.5	37.9	12.0	12.0	20.0	6.0	9230.0	458.4	20.14
10	BLQ 14 - 10	37.4	38.0	12.1	12.1	20.0	6.0	7800.0	462.2	16.88
11	BLQ 14 - 11	37.8	38.0	12.2	12.2	20.0	6.0	7730.0	468.4	16.50
12	BLQ 14 - 12	37.7	37.8	12.1	12.1	20.0	6.0	8000.0	462.8	17.29
13	BLQ 14 - 13	37.5	38.2	12.1	12.1	19.8	6.0	9940.0	464.0	21.42
14	BLQ 14 - 14	37.5	37.9	12.0	12.0	20.0	6.0	7250.0	458.4	15.82
15	BLQ 14 - 15	37.5	38.2	12.0	12.2	20.1	6.0	7420.0	464.0	15.99
									fb:	17.56
									σ:	2.28
									f'b:	15.28

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32.** Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (21 días)

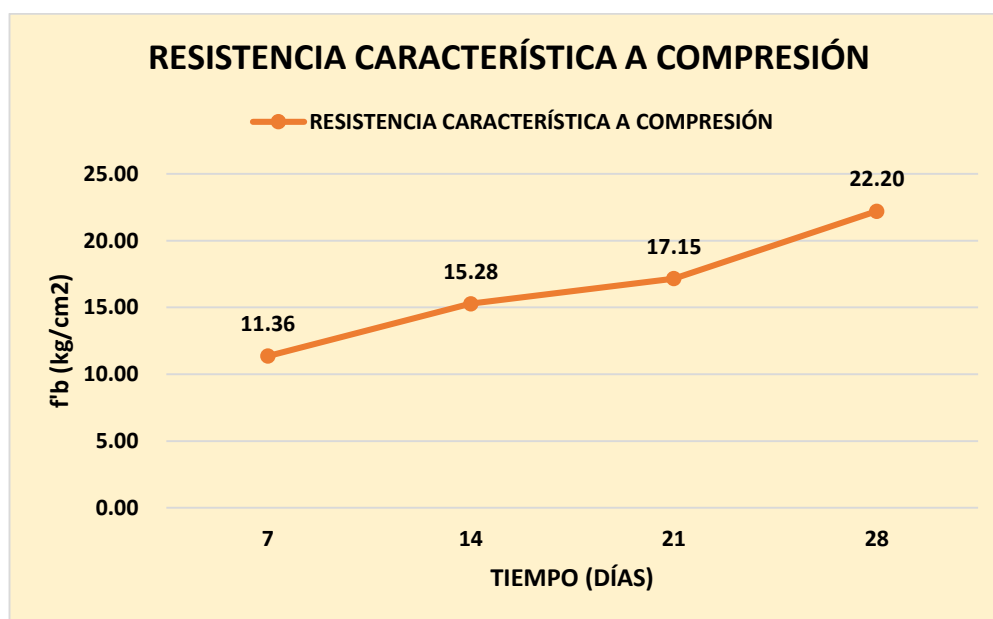
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 21 DÍAS 19-DIC-18										
N°	Espécimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)	Área Total de Salientes cm <sup>2</sup>	Carga Máxima kgf	Área Bruta cm <sup>2</sup>	fb kg/cm <sup>2</sup>
		L1	L2	A1	A2	H				
1	BLQ 21 - 01	37.9	38.4	12.3	12.0	20.1	6.0	8930.0	469.5	19.02
2	BLQ 21 - 02	37.4	38.0	12.0	12.0	20.2	6.0	7720.0	458.4	16.84
3	BLQ 21 - 03	37.9	38.0	12.1	12.0	20.1	6.0	8720.0	463.3	18.82
4	BLQ 21 - 04	37.5	38.0	12.0	12.0	20.1	6.0	10520.0	459.0	22.92
5	BLQ 21 - 05	37.8	38.3	12.0	12.0	19.9	6.0	9240.0	462.6	19.97
6	BLQ 21 - 06	38.0	38.7	12.1	12.0	20.2	6.0	9190.0	468.1	19.63
7	BLQ 21 - 07	38.0	38.7	12.0	12.1	20.1	6.0	10290.0	468.1	21.98
8	BLQ 21 - 08	38.0	38.1	12.1	12.0	20.2	6.0	7990.0	464.5	17.20
9	BLQ 21 - 09	37.6	38.1	12.2	12.0	20.1	6.0	7880.0	464.0	16.98
10	BLQ 21 - 10	38.3	38.0	12.1	12.3	20.0	6.0	7990.0	471.4	16.95
11	BLQ 21 - 11	37.7	38.4	12.0	12.0	20.1	6.0	10660.0	462.6	23.04
12	BLQ 21 - 12	37.8	38.1	12.2	12.0	20.2	6.0	9660.0	465.2	20.77
13	BLQ 21 - 13	37.6	38.0	12.1	12.0	20.0	6.0	8440.0	461.5	18.29
14	BLQ 21 - 14	37.8	38.6	12.1	12.0	20.2	6.0	7880.0	466.3	16.90
15	BLQ 21 - 15	37.6	38.0	12.0	11.9	20.0	6.0	9890.0	457.7	21.61
									fb:	19.40
									σ:	2.25
									f'b:	17.15

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33.** Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (28 días)

RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 DIAS 26-DIC-18										
N°	Espécimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)	Área Total de Salientes	Carga Máxima	Área Bruta	fb
		L1	L2	A1	A2	H	cm2	kgf	cm2	kg/cm2
1	BLQ 28 - 01	37.9	38.2	12.1	12.0	20.1	6.0	9770.0	464.5	21.03
2	BLQ 28 - 02	38.0	38.4	12.1	12.1	20.2	6.0	13390.0	468.2	28.60
3	BLQ 28 - 03	37.6	37.9	12.3	12.0	19.9	6.0	10570.0	464.7	22.75
4	BLQ 28 - 04	38.1	38.2	12.1	12.0	20.0	6.0	12120.0	465.7	26.02
5	BLQ 28 - 05	37.5	38.5	12.0	12.2	20.0	6.0	11830.0	465.8	25.40
6	BLQ 28 - 06	37.6	38.6	12.2	12.0	20.1	6.0	10150.0	467.0	21.73
7	BLQ 28 - 07	37.7	38.7	12.2	12.0	20.0	6.0	11960.0	468.2	25.54
8	BLQ 28 - 08	38.1	38.8	12.0	12.2	20.0	6.0	12180.0	471.2	25.85
9	BLQ 28 - 09	38.9	38.2	12.0	12.0	20.1	6.0	12040.0	468.6	25.69
10	BLQ 28 - 10	37.9	38.0	12.1	12.1	20.0	6.0	11980.0	465.2	25.75
11	BLQ 28 - 11	37.9	38.9	12.2	12.0	20.0	6.0	11920.0	470.6	25.33
12	BLQ 28 - 12	37.6	38.0	12.2	12.2	20.0	6.0	11170.0	467.2	23.91
13	BLQ 28 - 13	37.8	38.3	12.2	12.0	20.0	6.0	9820.0	466.4	21.05
14	BLQ 28 - 14	37.8	38.2	12.1	12.3	20.1	6.0	10960.0	469.6	23.34
15	BLQ 28 - 15	37.9	38.5	12.0	12.1	20.1	6.0	10790.0	466.3	23.14
									<b>fb:</b>	<b>24.34</b>
									<b>σ:</b>	<b>2.14</b>
									<b>f'b:</b>	<b>22.20</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 41.** Curva de incremento de la resistencia a la compresión a través del tiempo de curado

#### 4.1.5.3. Absorción (NTP 399.604)

El % de absorción de las unidades de albañilería se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Absorción, \%} = \left[ \frac{W_s - W_d}{W_d} \right] * 100 \dots (7)$$

Donde:

$W_s$  = peso saturado de espécimen, (kg)

$W_d$  = peso seco al horno del espécimen, (kg)

**Tabla 34.** % de absorción de las unidades de albañilería

<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN (%)</b>				
<b>N°</b>	<b>Espécimen</b>	<b>Peso Saturado (Ws)</b>	<b>Peso seco al horno (Wd)</b>	<b>Absorción (%)</b>
1	ABS - 01	9.79 kg	8.93 kg	9.65%
2	ABS - 02	9.85 kg	8.78 kg	12.19%
3	ABS - 03	9.93 kg	8.89 kg	11.61%
4	ABS - 04	9.91 kg	9.12 kg	8.68%
5	ABS - 05	9.90 kg	9.14 kg	8.22%
			<b>Absorción Promedio</b>	<b>10.07%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5.4. Densidad (NTP 399.604)

La densidad o peso unitario de las unidades de albañilería se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad (D), } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \left[ \frac{W_d}{W_s - W_i} \right] * 1000 \dots (8)$$



Donde:

$W_d$  = peso seco al horno de espécimen, (kg)

$W_s$  = peso saturado del espécimen, (kg)

$W_i$  = peso sumergido del espécimen, (kg)

**Tabla 35.** Densidad de las unidades de albañilería

<b>ENSAYO DE DENSIDAD</b>					
<b>N°</b>	<b>Espécimen</b>	<b>Peso Saturado (Ws)</b>	<b>Peso Sumergido (Wi)</b>	<b>Peso seco al horno (Wd)</b>	<b>Densidad kg/m<sup>3</sup></b>
1	ABS - 01	9.79 kg	5.31 kg	8.93 kg	1992.63
2	ABS - 02	9.85 kg	5.30 kg	8.78 kg	1931.12
3	ABS - 03	9.93 kg	5.37 kg	8.89 kg	1953.01
4	ABS - 04	9.91 kg	5.39 kg	9.12 kg	2014.13
5	ABS - 05	9.90 kg	5.37 kg	9.14 kg	2021.00
				<b>Densidad Promedio kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1982.38</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5.5. Contenido de humedad (NTP 399.604)

El contenido de humedad de las unidades se albañilería se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de humedad, \%} = \left[ \frac{W_r - W_d}{W_d} \right] * 100$$

Donde:

$W_r$  = peso recibido de la unidad, (kg)

$W_d$  = peso seco al horno de la unidad, (kg)

**Tabla 36.** Contenido de humedad de las unidades de albañilería

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
<b>N°</b>	<b>Espécimen</b>	<b>Peso Recibido (Wr)</b>	<b>Peso Seco al Horno (Wd)</b>	<b>Contenido de Humedad (%)</b>
1	ABS - 01	9.46 kg	8.93 kg	5.96%
2	ABS - 02	9.33 kg	8.78 kg	6.30%
3	ABS - 03	9.43 kg	8.89 kg	6.05%
4	ABS - 04	9.60 kg	9.12 kg	5.23%
5	ABS - 05	9.62 kg	9.14 kg	5.26%
<b>Contenido de Humedad Promedio</b>				<b>5.76%</b>

*Fuente:* Elaboración propia

## 4.2. Contrastación de hipótesis general y específicas

### 4.2.1. Contrastación de hipótesis general

**H.G:** “La utilización de agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes”

Con respecto a la Hipótesis General planteada en la presente investigación es posible precisar que, los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado son una gran alternativa sostenible de construcción, dado que **SI CUMPLEN** satisfactoria con los controles y requisitos mínimos de calidad, por lo tanto es posible reiterar que, la utilización de los agregados de procedencia artificial producto de la trituración del pavimento rígido reciclado permite la elaboración de unidades de albañilería para muros no portantes, demostrando así que, la Hipótesis General **ES VERDADERA.**

#### 4.2.2. Contrastación de hipótesis específicas

**H.e.1:** “El procesamiento del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite obtener agregados apropiados para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes”

De acuerdo a la referente hipótesis específica planteada en la presente investigación es posible determinar que, los ensayos de peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico, absorción, contenido de humedad y análisis granulométrico efectuados a los agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado **SI CUMPLEN** con los requerimientos de las respectivas normas citadas, por lo tanto se consideran apropiados para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes, demostrando así que, la hipótesis específica 1 **ES VERDADERA**.

**H.e.2:** “El diseño de mezcla efectuado con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite, a los 28 días, que los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm<sup>2</sup>) tal cual establece la Norma del RNE E.070”

De acuerdo a la concurrente hipótesis específica planteada es posible determinar que, el diseño de mezcla de las unidades de albañilería efectuado con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado se considera **SATISFACTORIO**, dado que el valor de resistencia a la compresión arrojado a los 28 días fue de 2.177 MPa (22.20 kg/cm<sup>2</sup>) y el valor requerido de resistencia a compresión mínimo sobre su área bruta fue de 2.0MPa (20kg/cm<sup>2</sup>). Por lo tanto se confirma que la hipótesis específica 2 **ES VERDADERA**.

**H.e.3:** “Los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido

reciclado de la Urb. Las Flores cumplen con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 efectuando las pruebas de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604”

De acuerdo con los ensayos efectuados de variación dimensional, resistencia a la compresión, absorción, densidad y contenido de humedad, es posible afirmar que los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados compuestos de pavimento rígido reciclado **SI CUMPLEN** con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 de Albañilería. Por lo tanto, se recomienda la fabricación y utilización de dichas unidades de albañilería, dado que la hipótesis específica 3 **ES VERDADERA.**

## CAPÍTULO V

### 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Contrastación de los resultados del trabajo de investigación

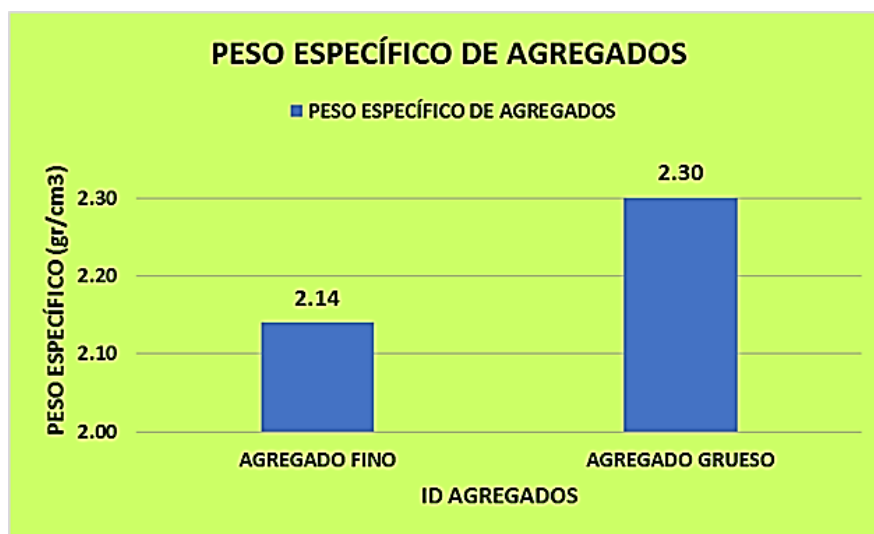
##### 5.1.1. Resultado final de los pesos unitarios del agregado fino y grueso



**Figura 42.** Resultado final de los pesos unitarios del agregado fino y grueso

De acuerdo con los resultados plasmados en la figura 42, se puede deducir que los pesos unitarios de los agregados fino-gruesos de origen artificial procedente de la trituración de pavimentos rígidos demolidos **NO CUMPLEN** con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 400.017, cuyos valores oscilan entre 1.5 gr/cm<sup>3</sup> y 1.7gr/cm<sup>3</sup> para agregados normales, dado que los resultados arrojados producto de dicha prueba fueron de 1.32gr/cm<sup>3</sup> y 1.22gr/cm<sup>3</sup> para el peso unitario suelto del agregado fino y grueso respectivamente y de 1.44 gr/cm<sup>3</sup> y 1.36 gr/cm<sup>3</sup> para el peso unitario compactado del agregado fino y grueso respectivamente, sin embargo los pesos unitarios que poseen valores muy bajos son ideales para integrar mezclas de baja resistencia, por lo tanto utilizar dichos agregados en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes ( $f'b = 20$  kg/cm<sup>2</sup>) es más que admisible.

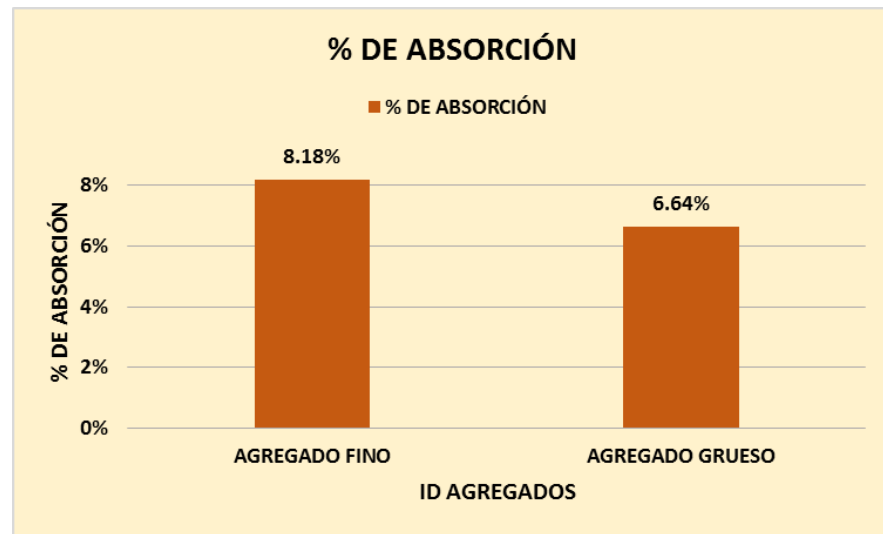
### 5.1.2. Resultado final del peso específico del agregado fino y grueso



**Figura 43.** Resultado final del peso específico del agregado fino y grueso

Tal como se aprecia en la figura 43, los valores de los pesos específicos del agregado fino y grueso procedentes de la trituración del pavimento rígido demolido **NO CUMPLEN** con los parámetros establecidos por las Normas Técnicas Peruanas NTP 400.022 y NTP 400.021, cuyos valores deberán ser siempre mayor que 2.4 gr/cm<sup>3</sup> y menor que 2.8 gr/cm<sup>3</sup> para concretos con peso normal, dado que los resultados obtenidos producto de dicha prueba fueron de 2.14 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado fino y 2.30 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado grueso, en efecto mientras los pesos específicos posean valores más bajos, los agregados serán más porosos, sin embargo producir unidades de albañilería con la integración de dichos agregados es factible, puesto que las unidades de albañilería elaboradas con material reciclado se caracterizan por tener un peso específico bajo con relación a las unidades tradicionales.

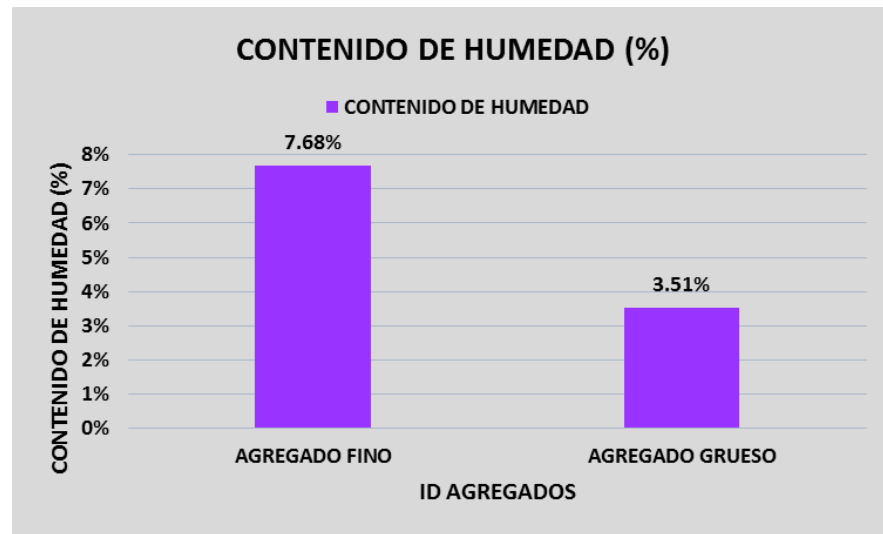
### 5.1.3. Resultado final del % de absorción de los agregados fino y grueso



**Figura 44.** Resultado final del % de absorción del agregado fino y grueso

Al observar la figura 44 es posible deducir que, los valores del porcentaje de absorción del agregado fino (8.18%) y grueso (6.64%) procedentes de la trituración del pavimento rígido demolido **SI CUMPLEN** con los parámetros establecidos por el investigador colombiano Jesús Castaño, ingeniero civil que, basándose en los estudios técnicos realizados a los agregados reciclados de concreto, determinó que los valores del porcentaje de absorción (%) del estos agregados oscilan entre 3% y 13%, de este modo se tomó la referencia de dicho investigador, dado a que no existe una normativa peruana con parámetros máximos y mínimos del porcentaje de absorción para agregados reciclados.

#### 5.1.4. Resultado final del contenido de humedad de los agregados fino y grueso



**Figura 45.** Resultado final del contenido de humedad de los agregados fino y grueso

De acuerdo con los resultados plasmados en la figura 45 es posible deducir que, los valores del contenido de humedad de los agregados fino y grueso procedentes de la trituración del pavimento rígido demolido se encuentran por debajo del parámetro máximo establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 339.185, la cual indica que el contenido de humedad (%) de los agregados no será mayor que 8%, dado que los resultados arrojados producto de dicha prueba fueron de 7.68% para el agregado fino y de 3.51% para el agregado grueso. Por lo tanto se confirma que los contenidos de humedad del agregado fino y grueso **SI CUMPLEN** con lo referido en la respectiva normativa.



### 5.1.5. Resultado final del análisis granulométrico del agregado fino

**Tabla 37.** Límites de la granulometría del agregado fino

Tamiz	Límite Inferior (%)	Porcentaje que pasa (%) M - 01	Porcentaje que pasa (%) M - 02	Porcentaje que pasa (%) M - 03	Límite Superior (%)
N°04	100	98.31	98.21	98.38	100
N°08	85	86.20	85.67	83.78	100
N°16	50	73.14	71.59	70.38	85
N°30	25	46.26	44.34	42.56	60
N°50	5	20.98	21.44	19.80	30
N°100	0	1.12	1.04	1.18	10

*Fuente:* Elaboración propia

Al observar la tabla 37 se deduce que, el porcentaje que pasa (%) de las tres muestras de agregado fino se encuentran dentro de los límites inferior y superior establecidos por las Norma Técnica Peruana NTP 400.037, pese a que existe una minúscula diferencia en el porcentaje que pasa (%) por el tamiz N°04 es posible afirmar que dichos resultados **SI CUMPLEN** con la respectiva normativa.

### 5.1.6. Resultado final del análisis granulométrico del agregado grueso

**Tabla 38.** Límites de la granulometría del agregado grueso

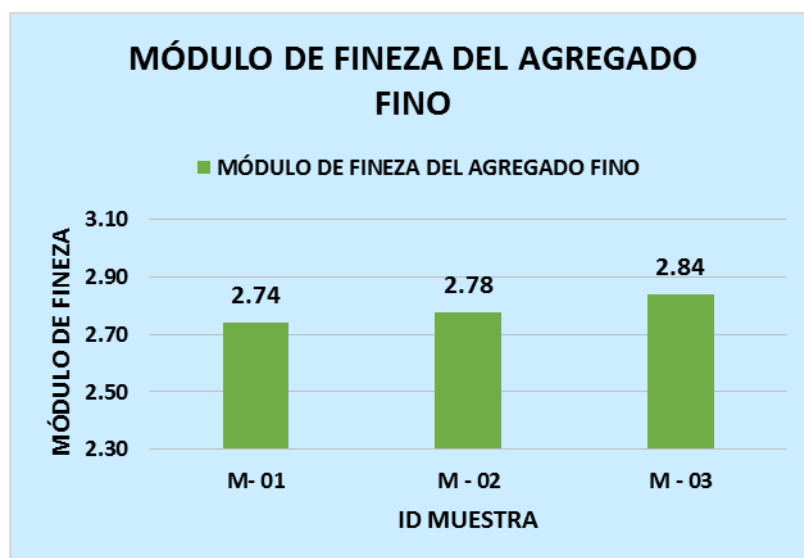
Tamiz	Límite Inferior (%)	Porcentaje que pasa (%) M - 01	Porcentaje que pasa (%) M - 02	Porcentaje que pasa (%) M - 03	Límite Superior (%)
3/4"	100	100.00	100.00	100.00	100
1/2"	90	90.26	90.01	90.69	100
3/8"	40	62.39	60.96	63.24	70
N°04	0	11.32	9.84	12.81	15
N°08	0	4.80	5.03	4.14	5
N°16	0	0.61	0.63	0.65	0
N°30	0	0.21	0.21	0.23	0
N°50	0	0.09	0.08	0.10	0
N°100	0	0.00	0.00	0.00	0

*Fuente:* Elaboración propia

Al observar la tabla 38 se concluye que, el porcentaje que pasa (%) de las tres muestras de agregado grueso se encuentran dentro de los límites inferior y superior establecidos por las Norma Técnica Peruana NTP 400.037, las cuales cumplen con los requisitos del Huso 7, por lo tanto se confirma que el porcentaje de agregado grueso que pasa (%) **SI CUMPLE** con la respectiva normativa.

#### 5.1.7. Resultado final del módulo de fineza del agregado fino

Tal como se puede observar a continuación en la figura 46, se presentan los valores arrojados del módulo de fineza producto de la prueba de análisis granulométrico efectuada a tres muestras de agregado fino, cuyo promedio es de 2.79, valor que se encuentra dentro de los intervalos establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 400.037, la cual especifica que dicho valor no será menor de 2.3 ni mayor de 3.1. Por lo tanto se tanto se confirma que el valor promedio del módulo de fineza del agregado fino, **SI CUMPLE** con la respectiva normativa.



**Figura 46.** Resultado final del módulo de fineza del agregado fino

### 5.1.8. Resultado final de la variación dimensional de los bloques de concreto

**Tabla 39.** Resumen de la prueba de variación dimensional de las unidades de albañilería

DIMENSIÓN	MEDIDA ESPECIFICADA	MEDIDA PROMEDIO	V%
Largo (mm)	400.00	397.83	+0.54%
Ancho (mm)	120.00	119.09	+0.76%
Alto (mm)	200.00	200.38	-0.19%

*Fuente:* Elaboración propia

Al observar la tabla 39 se puede deducir que los bloques de concreto para muros no portantes poseen una variación dimensional aprobatoria puesto que **SI CUMPLEN** con los valores determinados por la Norma del RNE E.070 de Albañilería, cuya variación dimensional máxima en porcentaje es de  $L = \pm 7\%$ ,  $A = \pm 6\%$ ,  $H = \pm 4\%$ , y los porcentajes obtenidos producto de dicho ensayo fueron de  $L = +0.54\%$ ,  $A = +0.76\%$ ,  $H = -0.19\%$ .

### 5.1.9. Resultado final de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto

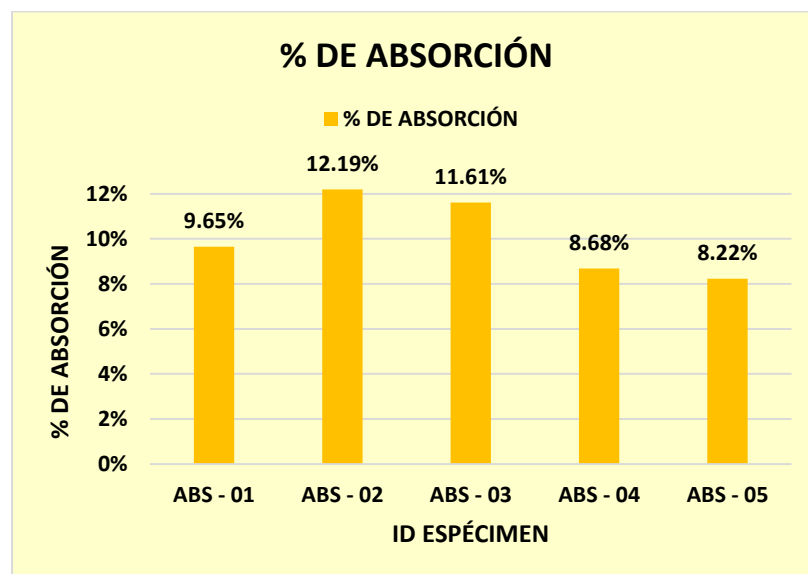
**Tabla 40.** Resumen de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería a los 28 días de edad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA A LOS 28 DÍAS DE EDAD		
Resistencia a la compresión promedio	fb:	24.34 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar	$\sigma$ :	2.14 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a compresión	f'b:	22.20 kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente:* Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla 40, el valor de la resistencia característica a compresión ( $f_b$ ) de las unidades de albañilería **SI CUMPLE** con lo establecido en la Norma del RNE E.070 de Albañilería, cuya resistencia característica compresión mínima para bloques tipo NP es de 2.0 MPa o 20 kg/cm<sup>2</sup>, y el resultado que arrojó dicho ensayo es de 2.177 MPa o 22.20 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto se confirma que **SI CUMPLE** con una resistencia aprobatoria.

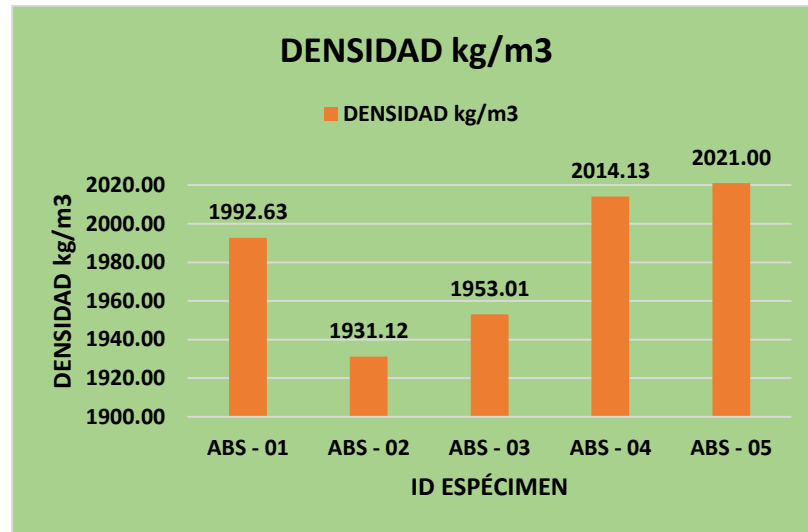
#### 5.1.10. Resultado final del % de absorción de los bloques de concreto



**Figura 47.** Resultado final del % de absorción de las unidades de albañilería

Como se puede observar en la figura 47, los valores del porcentaje de absorción de los especímenes a prueba se encuentran por debajo del parámetro máximo establecido por la Norma del RNE E.070 de Albañilería, la cual indica que la absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%. Por lo tanto, **SI CUMPLE** con el RNE.

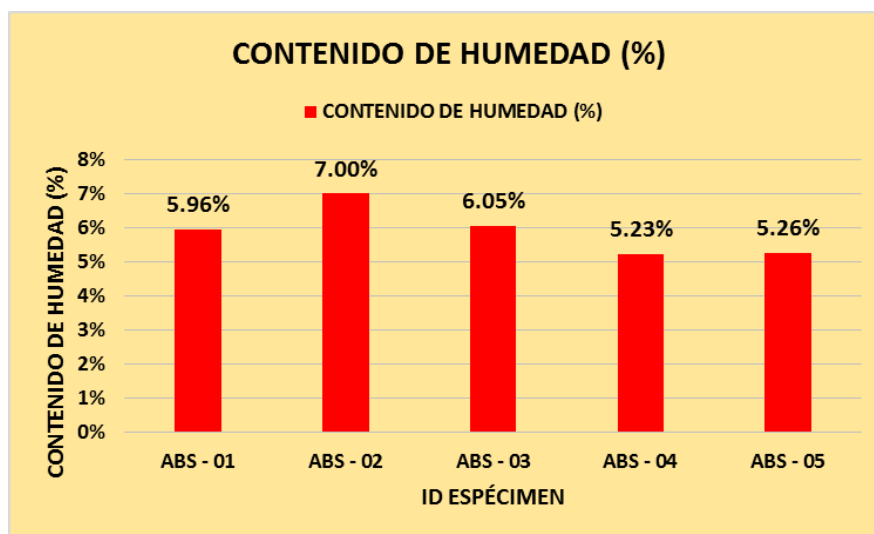
### 5.1.11. Resultado final de la densidad o peso unitario de los bloques de concreto



**Figura 48.** Resultado final de la densidad de las unidades de albañilería

Como se puede observar en la figura 48, se plasman los valores arrojados producto de la prueba de densidad efectuada a las unidades de albañilería, cuyo promedio es de 1982.38 kg/m<sup>3</sup> o 1.98 gr/cm<sup>3</sup>, valor que se supera la densidad mínima establecida de 1.60 gr/cm<sup>3</sup> especificado en la Norma E.070 de Albañilería del derogado RNC. Por lo tanto se confirma que, **SI CUMPLE** con la respectiva normativa.

### 5.1.12. Resultado final del contenido de humedad de los bloques de concreto



**Figura 49.** Resultado final del contenido de humedad de las unidades de albañilería

De acuerdo con los resultados plasmados en la figura 49 es posible deducir que, el valor promedio del contenido de humedad de las unidades de albañilería elaboradas con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado se encuentra por debajo del parámetro máximo establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 399.604, la cual indica que el contenido de humedad (%) de las unidades de albañilería de concreto no deben superar el 40% del valor fijado como absorción máxima, esto quiere decir que, el contenido de humedad no será mayor que 6%, por lo tanto, es posible determinar que contenido de humedad de los bloques de concreto cuyo valor promedio es de 5.90% **SI CUMPLEN** con la respectiva normativa.

## CONCLUSIONES

- ❖ Los agregados fino–gruesos procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores presentaron propiedades características aptas para la producción de concreto, dado que los resultados arrojados producto de las pruebas efectuadas a estos cumplieron con los requerimientos establecidos por las Normas Técnicas Peruanas.
- ❖ Pese a que se ha logrado obtener agregados reciclados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado con cualidades apropiadas para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes, las características físicas más deficientes fueron los pesos unitarios y los pesos específicos debido a que los resultados arrojados estuvieron por debajo de los límites establecidos por las Normas Técnicas Peruanas, sin embargo los agregados con pesos unitarios y pesos específicos de valores muy bajos son ideales para integrar mezclas de baja resistencia y concretos de pesos específicos bajos.
- ❖ Los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado presentaron un (%) porcentaje de variación dimensional aceptable debido a que los resultados arrojados se encuentran por debajo de los valores máximos establecidos por la Norma del RNE E.070 de Albañilería.
- ❖ A los 28 días de edad, los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado presentaron una resistencia característica a compresión ( $f'_b$ ) de 2.177 MPa o 22.20 kg/cm<sup>2</sup>, resultado que superó la resistencia característica a compresión mínima establecida para bloques tipo NP por la Norma del RNE E.070 de Albañilería.

- ❖ El porcentaje de absorción promedio de los bloques de concreto fabricados tuvo como resultado 10.07%, cuyo valor se encuentra por debajo del porcentaje máximo establecido por la Norma del RNE E.070 de Albañilería, la cual indica que la absorción del bloque tipo NP, no será mayor que 15%.
- ❖ Los bloques de concreto fabricados presentaron una densidad promedio satisfactoria, debido a que el resultado fue de 1982.38 kg/m<sup>3</sup> o 1.98 gr/cm<sup>3</sup>, resultado que superó la densidad mínima determinada por la Norma E.070 de Albañilería del derogado RNC, cuyo valor es de 1600.00kg/m<sup>3</sup> o 1.60 gr/cm<sup>3</sup>.
- ❖ Los bloques de concreto fabricados presentaron un contenido de humedad promedio favorable debido a que el porcentaje arrojado tuvo como resultado 5.90%, valor que se encuentra por debajo del parámetro máximo establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.



## RECOMENDACIONES

- ❖ Los desechos sólidos producto de la demolición de una determinada estructura que pretendan ser reciclados deberán ser seleccionados y clasificados cuidadosamente evitando contacto directo con otros tipos de residuos contaminados para garantizar la calidad de estos y facilitar ahorros de tiempo y dinero antes de su procesamiento.
- ❖ Para obtener agregados fino–gruesos por un único proceso de trituración, cuyos diámetros tomen tamaños apropiados para su utilización en la elaboración de unidades de albañilería de concreto, se deberá procesar los residuos de pavimento rígido demolido en una máquina trituradora de cono, lo que permitirá ajustar y controlar los tamaños de las partículas del agregado.
- ❖ A las personas interesadas en realizar futuras investigaciones relacionadas al tema, se les recomienda diseñar mezclas para unidades de albañilería con proporciones óptimas integradas por agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado que posean valores de resistencia a compresión más altos para determinar mediante ensayos de laboratorio si dichas unidades de albañilería son capaces de integrar muros portantes.
- ❖ Que en futuras investigaciones relacionadas al tema, se determinen las propiedades térmicas (conductividad térmica) y acústicas de los bloques de concreto elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido.
- ❖ Que se tomen en cuenta los resultados de la presente investigación como un antecedente que justifica y garantiza la fabricación y utilización de los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (1995). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.
- Álvarez Cárdenas, M. (2004). Materiales sustitutos en la producción de tabicón con cementantes en Colima. (*Tesis*). Universidad de Colima, Colima, México.
- ASOCEM, A. d. (2014). *Pavimentos de hormigón: Una alternativa inteligente y sostenible*. Lima, Perú: IECA - Instituto español del cemento y sus aplicaciones.
- AULA. (2018). *Diccionario Enciclopédico Universal Siglo XXI* (2018 ed.). México: Apolo, S.A. de C.V.
- Caballero Meza, B., & Florez Lengua, O. (2017). Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (pet) como alternativa sostenible para la construcción. (*Tesis*). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.
- Carlos Aguilar , M. P. (2005). *Utilización del hormigón reciclado como material de reemplazo de árido grueso para la fabricación de hormigones*. Santiago, Chile: Universidad Santiago de Chile.
- Castaño Tabares, J. O. (2013). Comportamiento mecánico de concretos con agregados reciclados tratados con lechadas pobres. (*Tesis de Maestría*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Claudio Chumpitaz, S. (1995). Bloques de concreto con dolomita. (*Tesis*). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Echevarría Garro, E. R. (2017). Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado. (*Tesis*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Edificaciones, R. N. (2015). *Norma E.070 Albañilería*. Lima, Perú: Megabyte.
- Foster, S. W. (1986). *Recycled Concrete as Aggregate*. *Concrete International*.

- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (Tercera ed.). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México D.F., México: McGRAW-HILL.
- Landa, C. G. (2009). *Características mecánicas de concretos reciclados fabricados*. Xalapa, México: Facultad de Ingeniería Civil.
- Manual de Carreteras. (2013). *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras* (Vol. I). Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras. En Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos*. Lima, Perú: ICG.
- Monroy Rodríguez, A. (1999). Integración de aserrín en la fabricación de bloques de concreto. (Tesis). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, México.
- Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- NTP 339.035. (2009). *HORMIGÓN. Método de ensayo para la medición de del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 399.604. (2002). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.011. (2008). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concreto*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.012. (2013). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú: INDECOPI.

- NTP 400.017. (2011). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar en peso unitario del agregado*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.021. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.022. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2017). *Norma E.070 Albañilería*. Lima: Megabyte.
- Rivera López, G. A. (1992). *Tecnología del Concreto y Moretero*. Popayán, Colombia.
- Rivva López, E. (2015). *Diseño de Mezclas* (Tercera ed.). Lima, Perú: Williams E.I.R.L.
- Ruelas Paredes, E. C. (2015). *Uso de pavimento rígido reciclado de la ciudad de Puno, como agregado para la producción de concreto. (Tesis)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- San Bartolomé , A. (1994). *Construcciones de Albañilería* (Primera ed.). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica.

# **ANEXOS**

## (ANEXO N° 01)

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>Problema General:</b> ¿La utilización de agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permitirá la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ El procesamiento del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permitirá obtener agregados apropiados para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General:</b> Elaborar bloques de concreto para muros no portantes utilizando agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores del Distrito de Pillco Marca, Huánuco.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Procesar el pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores y obtener agregados apropiados para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b> La utilización de agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes.</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ El procesamiento del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite obtener agregados apropiados para su utilización en la elaboración de bloques de concreto para muros no portantes.</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p><b>Variable 1:</b> Pavimento rígido reciclado.</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p><b>Variable 2:</b> Bloques de concreto para muros no portantes.</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> La concurrente investigación es de tipo experimental</p> <p><b>Enfoque:</b> El presente trabajo de investigación posee un enfoque cuantitativo</p> <p><b>Alcance o Nivel:</b> El alcance o nivel que presenta la investigación es explicativo.</p>	<p><b>Población:</b> La población de la presente investigación está integrada por 75 especímenes de concreto elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra está integrada por 75 especímenes de concreto elaborados con agregados procedentes</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ ¿El diseño de mezcla efectuado con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permitirá, a los 28 días, que los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm2) tal cual establece la Norma del RNE E.070?</li> <li>❖ ¿Los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores cumplirán con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 efectuando las pruebas de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Diseñar una mezcla, con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido de la Urb. Las Flores con el fin de que, a los 28 días, los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm2) como indica la Norma del RNE E.070.</li> <li>❖ Elaborar bloques de concreto para muros no portantes con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores que cumplan con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 efectuando las pruebas de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.604.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ El diseño de mezcla efectuado con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores permite, a los 28 días, que los bloques de concreto para muros no portantes presenten una resistencia a compresión mínima sobre su área bruta igual a 2.0MPa (20kg/cm2) tal cual establece de la Norma del RNE E.070.</li> <li>❖ Los bloques de concreto para muros no portantes elaborados con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores cumplen con los requerimientos de la Norma del RNE E.070 efectuando las pruebas de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 399.60.</li> </ul>		<p><b>Diseño:</b></p> <p>La presente investigación presenta un diseño experimental</p>	<p>de la trituración del pavimento rígido reciclado, es decir, la muestra es igual que la población.</p>
--	---	--	--	--	--

**(ANEXO N° 02)**

**RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 963-2018-CF-FI-UDH**

Huánuco, 07 de Noviembre de 2018

Visto, el Oficio N° 488-C-EAPIC-FI-UDH-2018, del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente al bachiller Cinthia Roxana, VALDIVIESO ROJAS, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

**CONSIDERANDO:**

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2288-18, del Programa Académico de, Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller Cinthia Roxana, VALDIVIESO ROJAS ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 488-C-EAPIC-FI-UDH-2018, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 07 de Noviembre del 2018 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.- APROBAR**, el Proyecto de Investigación y su ejecución intitulado:

“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018” representado por el bachiller Cinthia Roxana, VALDIVIESO ROJAS, del Programa Académico de Ingeniería Civil

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*[Signature]*  
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO OCCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*[Signature]*  
Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

**(ANEXO N° 03)**

**RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR**

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 707-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 01 de agosto de 2018

Visto, el Oficio N° 305-C-EAPIC-FI-UDH-2018 presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1357-18-FI, de la estudiante **Cinthia Roxana, VALDIVIESO ROJAS**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el proyecto de Investigación.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1357-18-FI, presentado por el (la) estudiante **Cinthia Roxana, VALDIVIESO ROJAS**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone a la Ing. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo Único.- DESIGNAR**, como Asesor de Tesis de la estudiante **Cinthia Roxana, VALDIVIESO ROJAS**, a la Ing. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez, Docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
Ing. Ricardo Sachun Garcia  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

#### Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIC – Asesor – Mat. y Reg. Acad. – File Personal – Interesado – Archivo.  
RSG/JPJR/nto.

**(ANEXO N° 04)**

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO Y  
TRABAJO INVESTIGACIÓN**

**(ANEXO N° 05)**

**RESULTADOS DEL TRABAJO DE LABORATORIO**



### **PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO**

**TESIS** : "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018"

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA - AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 23/11/2018

### **NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.017**

**OBJETIVO** : Determinar el peso unitario suelto del agregado fino

**RESULTADOS:**

<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO</b>					
		DIÁMETRO DEL RECIPIENTE:	15 cm	ALTURA DEL RECIPIENTE:	16.7 cm
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	gr	7495.00	7495.00	7495.00	-
Peso agregado suelto + recipiente	gr	11380.00	11390.00	11358.00	11376.00
Peso agregado suelto	gr	3885.00	3895.00	3863.00	3881.00
Volumen de recipiente de medida	cm <sup>3</sup>	2951.13	2951.13	2951.13	2951.13
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.32</b>	<b>1.32</b>	<b>1.31</b>	<b>1.32</b>
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1316.44</b>	<b>1319.83</b>	<b>1308.99</b>	<b>1315.09</b>

GERARDO GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.O.P. N° 22331



**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 23/11/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.017**

**OBJETIVO** : Determinar el peso unitario compactado del agregado fino

**RESULTADOS:**

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO					
		DIÁMETRO DEL RECIPIENTE:		ALTURA DEL RECIPIENTE:	
		15 cm		16.7 cm	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso recipiente (1/10 ft³)	gr	7495.00	7495.00	7495.00	-
Peso agregado varillado + recipiente	gr	11718.00	11741.00	11749.00	11736.00
Peso agregado varillado	gr	4223.00	4246.00	4254.00	4241.00
Volumen de recipiente de medida	cm <sup>3</sup>	2951.13	2951.13	2951.13	2951.13
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.43</b>	<b>1.44</b>	<b>1.44</b>	<b>1.44</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1430.98</b>	<b>1438.77</b>	<b>1441.48</b>	<b>1437.07</b>

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 35803



**PESO ESPECÍFICO Y % DE ABSORCIÓN DEL  
AGREGADO FINO**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 22/11/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.022**

**OBJETIVO** : Determinar el peso específico y % de absorción del agregado fino

**RESULTADOS:**

DENSIDAD RELATIVA DE FINOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Masa saturado superficialmente seco (S)	gr	504.00	506.00	501.00	503.67
Masa picnómetro + agua (B)	gr	723.00	697.00	715.00	711.67
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C)	gr	1014.80	983.00	995.60	997.80
Masa seco del material al horno (A)	gr	464.40	466.70	465.70	465.60
<b>Peso Específico de masa secado en horno</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.19</b>	<b>2.12</b>	<b>2.11</b>	<b>2.14</b>
<b>Peso Específico de masa secado en horno</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>2188.50</b>	<b>2121.36</b>	<b>2112.98</b>	<b>2140.95</b>
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	<b>8.53</b>	<b>8.42</b>	<b>7.58</b>	<b>8.18</b>

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 35803





### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 23/11/2018

### NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.185

**OBJETIVO** : Determinar el contenido de humedad del agregado fino

**RESULTADOS:**

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso de bandeja	gr	56.70	61.40	57.10	-
Peso natural húmedo + bandeja	gr	556.70	561.40	557.10	<b>558.40</b>
Peso natural seco + bandeja	gr	521.40	525.90	520.90	<b>522.73</b>
Peso natural húmedo	gr	500.00	500.00	500.00	<b>500.00</b>
Peso natural seco	gr	464.70	464.50	463.80	<b>464.33</b>
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>7.60</b>	<b>7.64</b>	<b>7.81</b>	<b>7.68</b>

GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 35603



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 24/11/2018

### NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012

**OBJETIVO** : Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino por tamizado

**MUESTRA** : M-01

**RESULTADOS:**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA FINA - 01					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N°04	4.750 mm	41.80	1.69	1.69	98.31
N°08	2.360 mm	300.30	12.12	13.80	86.20
N°16	1.180 mm	323.60	13.06	26.86	73.14
N°30	0.600 mm	666.30	26.88	53.74	46.26
N°50	0.300 mm	626.40	25.27	79.02	20.98
N°100	0.150 mm	492.20	19.86	98.88	1.12
Cazoleta		27.80	1.12	100.00	0.00
Total		2478.40	100.00	M.F.	2.74

  
GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 58603



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 24/11/2018

#### **NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012**

**OBJETIVO** : Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino por tamizado

**MUESTRA** : M-02

**RESULTADOS:**

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA FINA - 02</b>					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N°04	4.750 mm	44.40	1.79	1.79	98.21
N°08	2.360 mm	310.50	12.54	14.33	85.67
N°16	1.180 mm	348.60	14.08	28.41	71.59
N°30	0.600 mm	674.70	27.25	55.66	44.34
N°50	0.300 mm	567.10	22.90	78.56	21.44
N°100	0.150 mm	505.20	20.40	98.96	1.04
Cazoleta		25.70	1.04	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>2476.20</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>2.78</b>

  
GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 55608



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

**TESIS** : "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018"

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA - AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 24/11/2018

#### **NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012**

**OBJETIVO** : Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino por tamizado

**MUESTRA** : M-03

**RESULTADOS:**

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA FINA - 03</b>					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
N°04	4.750 mm	40.10	1.62	1.62	98.38
N°08	2.360 mm	362.20	14.60	16.22	83.78
N°16	1.180 mm	332.40	13.40	29.62	70.38
N°30	0.600 mm	690.10	27.82	57.44	42.56
N°50	0.300 mm	564.70	22.76	80.20	19.80
N°100	0.150 mm	462.00	18.62	98.82	1.18
Cazoleta		29.20	1.18	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>2480.70</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>2.84</b>

  
GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 55608



**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 23/11/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.017**

**OBJETIVO** : Determinar el peso unitario suelto del agregado grueso

**RESULTADOS:**

<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO</b>					
		DIÁMETRO DEL RECIPIENTE:	15 cm	ALTURA DEL RECIPIENTE:	16.7 cm
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso recipiente (1/10 ft³)	gr	7495.00	7495.00	7495.00	-
Peso agregado suelto + recipiente	gr	11098.00	11105.00	11074.00	<b>11092.33</b>
Peso agregado suelto	gr	3603.00	3610.00	3579.00	<b>3597.33</b>
Volumen de recipiente de medida	cm <sup>3</sup>	2951.13	2951.13	2951.13	<b>2951.13</b>
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.22</b>	<b>1.22</b>	<b>1.21</b>	<b>1.22</b>
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1220.89</b>	<b>1223.26</b>	<b>1212.75</b>	<b>1218.97</b>

GERMAN GASTON MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 58608



**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 23/11/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.017**

**OBJETIVO** : Determinar el peso unitario compactado del agregado grueso

**RESULTADOS:**

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>					
		DIÁMETRO DEL RECIPIENTE:		ALTURA DEL RECIPIENTE:	
		15 cm		16.7 cm	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	gr	7495.00	7495.00	7495.00	-
Peso agregado varillado + recipiente	gr	11505.00	11516.00	11521.00	<b>11514.00</b>
Peso agregado varillado	gr	4010.00	4021.00	4026.00	<b>4019.00</b>
Volumen de recipiente de medida	cm <sup>3</sup>	2951.13	2951.13	2951.13	<b>2951.13</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>	<b>1.36</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1358.80</b>	<b>1362.53</b>	<b>1364.22</b>	<b>1361.85</b>

GERMAN GASTON MARTÍNEZ MORALES  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 56608



**PESO ESPECÍFICO Y % DE ABSORCIÓN DEL  
AGREGADO GRUESO**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 21/11/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.021**

**OBJETIVO** : Determinar el peso específico y % de absorción del agregado grueso

**RESULTADOS:**

DENSIDAD RELATIVA DE GRUESOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Masa seco del material al horno	gr	1585.30	1581.80	1582.10	1583.07
Masa saturado superficialmente seco	gr	1694.50	1685.90	1684.20	1688.20
Masa aparente de muestra saturado en agua (sumergido)	gr	1000.10	1000.10	1000.00	1000.07
<b>Peso Específico de Masa</b>	<b>gr/cm3</b>	<b>2.28</b>	<b>2.31</b>	<b>2.31</b>	<b>2.30</b>
<b>Peso Específico de Masa</b>	<b>kg/m3</b>	<b>2282.98</b>	<b>2306.50</b>	<b>2312.34</b>	<b>2300.61</b>
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	<b>6.89</b>	<b>6.58</b>	<b>6.45</b>	<b>6.64</b>

  
GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 38608



### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

**TESIS** : "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018"

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 23/11/2018

### **NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.185**

**OBJETIVO** : Determinar el contenido de humedad del agregado grueso

**RESULTADOS:**

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso de bandeja	gr	58.00	56.80	56.50	-
Peso natural húmedo + bandeja	gr	558.00	556.80	556.50	<b>557.10</b>
Peso natural seco + bandeja	gr	541.10	540.50	538.90	<b>540.17</b>
Peso natural húmedo	gr	500.00	500.00	500.00	<b>500.00</b>
Peso natural seco	gr	483.10	483.70	482.40	<b>483.07</b>
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>3.50</b>	<b>3.37</b>	<b>3.65</b>	<b>3.51</b>

  
GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 58603





**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO  
GRUESO**

**TESIS** : "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018"

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA - AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 26/11/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012**

**OBJETIVO** : Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado grueso por tamizado

**MUESTRA** : M-01

**RESULTADOS:**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA GRUESA - 01					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/4"	19.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500 mm	209.80	9.74	9.74	90.26
3/8"	9.500 mm	600.60	27.87	37.61	62.39
N°04	4.750 mm	1100.30	51.07	88.68	11.32
N°08	2.360 mm	140.50	6.52	95.20	4.80
N°16	1.180 mm	90.40	4.20	99.39	0.61
N°30	0.600 mm	8.50	0.39	99.79	0.21
N°50	0.300 mm	2.70	0.13	99.91	0.09
N°100	0.150 mm	1.90	0.09	100.00	0.00
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>2154.70</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>6.21</b>

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 58608



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO  
GRUESO**

**TESIS** : "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018"

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA - AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 26/11/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012**

**OBJETIVO** : Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado grueso por tamizado

**MUESTRA** : M-02

**RESULTADOS:**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA GRUESA - 02					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/4"	19.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500 mm	210.90	9.99	9.99	90.01
3/8"	9.500 mm	613.30	29.05	39.04	60.96
N°04	4.750 mm	1079.30	51.12	90.16	9.84
N°08	2.360 mm	101.50	4.81	94.97	5.03
N°16	1.180 mm	92.90	4.40	99.37	0.63
N°30	0.600 mm	8.90	0.42	99.79	0.21
N°50	0.300 mm	2.80	0.13	99.92	0.08
N°100	0.150 mm	1.70	0.08	100.00	0.00
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>2111.30</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>6.23</b>

  
GERMAN GASTON MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 56503



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 26/11/2018

### NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012

**OBJETIVO** : Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado grueso por tamizado

**MUESTRA** : M-03

**RESULTADOS:**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO / MUESTRA GRUESA - 03					
Tamiz	Diámetro	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido parcial (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/4"	19.000 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500 mm	204.40	9.31	9.31	90.69
3/8"	9.500 mm	602.60	27.45	36.76	63.24
N°04	4.750 mm	1107.30	50.44	87.19	12.81
N°08	2.360 mm	190.30	8.67	95.86	4.14
N°16	1.180 mm	76.70	3.49	99.35	0.65
N°30	0.600 mm	9.10	0.41	99.77	0.23
N°50	0.300 mm	2.80	0.13	99.90	0.10
N°100	0.150 mm	2.30	0.10	100.00	0.00
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>2195.50</b>	<b>100.00</b>	<b>M.F.</b>	<b>6.19</b>

  
GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 56608



**DISEÑO DE MEZCLA DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 27/11/2018

**MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS**

**OBJETIVO** : Determinar las proporciones optimas de los materiales que integren la mezcla de concreto para elaborar unidades de albañilería con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado de la Urb. Las Flores

**RESULTADOS:**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE LAS UNIDADES DE ALBANILERÍA</b>				
<b>BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES</b>				
DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO				
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>				
<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso unitario suelto	1.32	gr/cm <sup>3</sup>	1.22	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1.44	gr/cm <sup>3</sup>	1.36	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.14	gr/cm <sup>3</sup>	2.30	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	8.18	%	6.64	%
Contenido de humedad	7.68	%	3.51	%
Tamaño máximo nominal	-		1/2"	pulg.
Módulo de fineza	2.79		6.21	

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 56608



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL**



	CEMENTO		AGUA	
Peso específico de masa	3.12	gr/cm <sup>3</sup>	1.00	gr/cm <sup>3</sup>
	<b>BLOQUES DE CONCRETO</b>			
Resistencia a compresión	f <sub>c</sub> =	20		kg/cm <sup>2</sup>
<b>1° RESISTENCIA PROMEDIO</b>				
	f <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) = f <sub>c</sub> + 70 = 20 kg/cm <sup>2</sup>		+	70 kg/cm <sup>2</sup> = 90 kg/cm <sup>2</sup>
<b>2° SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO</b>				
Consistencia: Seca	Slump: 1" a 2"			
<b>3° SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>				
	TMN: 1/2"			
<b>4° AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE</b>				
	Agua: 199	lt.	Aire: 2.5%	
<b>5° RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>				
	a/c: 0.92			
<b>6° CONTENIDO DE CEMENTO</b>				
	C = Agua de mezclado / (relación a/c)			
	C =	216.30 kg	=	5.09 bolsas
<b>7° MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS</b>				
	m = 4.39			
<b>8° CONTENIDO DE AGREGADO FINO</b>				
	$r_r = \frac{mg - m}{mg - mr} = \frac{6.21 - 4.39}{6.21 - 2.79}$		=	0.53
<b>9° CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO</b>				
	$r_g = 1 - r_r = 0.47$			
<b>10° VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA</b>				
	Cemento = 0.07 m <sup>3</sup>	}	0.29 m <sup>3</sup>	
	Agua = 0.20 m <sup>3</sup>			
	Aire = 0.03 m <sup>3</sup>			
<b>11° VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS</b>				
	1	-	0.29 m <sup>3</sup>	= 0.71 m <sup>3</sup>
<b>12° VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO</b>				
	Af (m <sup>3</sup> ) = 0.71 m <sup>3</sup>	x	0.53	= 0.38 m <sup>3</sup>
	Ag (m <sup>3</sup> ) = 0.71 m <sup>3</sup>	x	0.47	= 0.33 m <sup>3</sup>
<b>13° PESO SECO DE AGREGADO FINO Y GRUESO</b>				
	Af (Kg) = 0.38 m <sup>3</sup>	x	2140 kg/m <sup>3</sup>	= 804.78 kg
	Ag (Kg) = 0.33 m <sup>3</sup>	x	2300 kg/m <sup>3</sup>	= 760.40 kg
<b>14° CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>				
	Af (Kg) = 804.78 kg	x	1.0768	= 866.59 kg
	Ag (Kg) = 760.40 kg	x	1.0351	= 787.09 kg

GERMAN GASTON MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 56608



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL



<b>15° HUMEDAD SUPERFICIAL</b>			
Af (%) = (%W.fino - %Abs. fino)			
Af (%) = -0.5 %	}		Σ= -3.63 %
Ag (%) = (%W.grs - %Abs. grs)			
Ag (%) = -3.13 %			
<b>16° APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA</b>			
Af (lt/m <sup>3</sup> ) = 804.78 kg	x	-0.5 %	= -4.02
Ag (lt/m <sup>3</sup> ) = 760.40 kg	x	-3.13 %	= -23.80
			Σ -27.82
<b>17° AGUA EFECTIVA</b>			
199 lt	-	-27.82	= 226.82 lt
<b>18° PROPORCIÓN EN PESO</b>			
Cemento = 216.30 kg	=		216.30 kg / 216.30 kg
Agregado Fino = 866.59 kg	=		866.59 kg / 216.30 kg
Agregado Grueso = 787.09 kg	=		787.09 kg / 216.30 kg
Agua = 226.82 lt	=		226.82 lt / 5.09 bolsas
Proporciones del diseño:	1	:	4.01 : 3.64 / 44.57lt/bls
<b>19° PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO DE CEMENTO</b>			
Cemento = 1	x	42.5	= 42.5 kg
Agregado Fino = 4.01	x	42.5	= 170.3 kg/bls
Agregado Grueso = 3.64	x	42.5	= 154.6 kg/bls
Agua = 44.57	lt/bls		= 44.6 lt/bls
<b>20° VOLUMEN POR TANDA DE UN SACO DE CEMENTO</b>			
Cemento = 42.5 kg	/ 3120 kg/m <sup>3</sup>	=	0.01362 m <sup>3</sup>
Agregado Fino = 170.3 kg/bls	/ 2140 kg/m <sup>3</sup>	=	0.07956 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso = 154.6 kg/bls	/ 2300 kg/m <sup>3</sup>	=	0.06724 m <sup>3</sup>
Agua = 44.6 lt/bls	/ 1000 kg/m <sup>3</sup>	=	0.04457 m <sup>3</sup>
		Σ =	0.20499 m <sup>3</sup>
<b>21° VOLUMEN REQUERIDO PARA 75 UNIDADES DE ALBAÑERÍA</b>			
Volumen por unidad de albañilería =	0.00404 m <sup>3</sup>		
Volumen por 75 unidades de albañilería =	0.30330 m <sup>3</sup>		<i>∴ Se requiere más de una tanda</i>
<b>22° N° DE TANDAS, % DE DESPERDICIO Y N° UNIDADES</b>			
N° tandas =	02 = 0.20499 x 2 =		0.40998 m <sup>3</sup>
% de desperdicio =	-10% p/t = 0.40998 - 20% =		0.32799 m <sup>3</sup>
N° de unidades por tanda =	0.32799 m <sup>3</sup> / 0.00404 m <sup>3</sup> =		40.55 unidades

  
GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 66608

**VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 22/12/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604**

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LOS BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES ELABORADOS CON PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES																											
N°	Especímen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)					Espesor (mm)										
		L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom	E1	E2	E3	E4	Eprom						
1	VDIM-01	394.50	399.00	400.00	398.50	398.00	115.00	118.00	116.00	119.50	117.13	220.00	199.50	201.50	202.00	205.75	15.00	14.80	16.00	14.80	14.63						
2	VDIM-02	394.50	394.00	399.50	401.00	397.25	118.00	120.00	116.50	119.50	118.50	199.00	197.00	199.00	199.50	198.63	14.90	14.70	14.90	16.00	14.70						
3	VDIM-03	395.50	395.00	397.00	399.00	396.63	118.50	120.00	118.00	122.50	119.75	202.00	201.00	198.50	197.50	199.75	14.50	15.80	15.00	14.90	14.70						
4	VDIM-04	398.50	398.50	398.50	399.50	398.75	117.50	119.00	119.50	121.50	119.38	203.50	204.50	201.50	201.50	202.75	14.90	15.50	14.50	14.90	14.70						
5	VDIM-05	394.50	394.50	401.00	398.50	397.13	117.50	120.00	118.50	121.00	119.25	199.00	200.00	195.00	200.50	198.63	14.80	15.00	14.50	14.70	13.75						
6	VDIM-06	395.50	394.50	402.00	402.50	398.63	121.00	116.50	117.00	119.50	118.50	199.50	201.50	197.00	201.00	199.75	15.00	14.90	15.00	14.90	14.53						
7	VDIM-07	394.50	395.00	400.50	399.50	397.38	120.00	122.50	120.50	119.00	120.50	202.50	196.00	203.00	200.50	200.50	14.90	14.70	14.50	14.90	14.00						
8	VDIM-08	394.50	395.00	400.50	399.50	397.38	119.50	119.50	118.00	120.50	119.38	199.50	197.50	200.00	198.50	198.88	14.50	14.90	14.60	14.70	13.68						
9	VDIM-09	394.50	396.00	402.50	402.50	398.88	119.50	120.00	116.50	119.50	118.88	199.50	200.00	199.50	200.00	199.75	14.60	14.90	15.00	14.90	13.93						
10	VDIM-10	394.00	397.50	400.50	401.00	398.25	118.50	122.50	117.50	120.00	119.63	197.50	200.50	201.00	198.50	199.38	14.50	14.80	16.00	14.80	14.45						
Largo Especificado (mm)		L:					400.00	Ancho Especificado (mm)					A:		120.00	Altura Especificada (mm)			H:		200.00	Espesor Especificado (mm)			E:		15.00
Largo Promedio (mm)		Lp:					397.83	Ancho Promedio (mm)					Ap:		119.09	Altura Promedio (mm)			Hp:		200.38	Espesor Promedio (mm)			Ep:		14.93
Var. Dimensional (%)		V%:					0.54%	Var. Dimensional (%)					V%:		0.76%	Var. Dimensional (%)			V%:		-0.19%	Var. Dimensional (%)			V%:		0.48%

  
 GERMAN GASTON MARTÍNEZ MORALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 56603



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA A LOS 7 DÍAS DE CURADO**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 05/12/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604**

**OBJETIVO** : Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería elaboradas con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado

**RESULTADOS:**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 7 DÍAS 05-DIC-18										
N°	Especimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)	Área Total de Salientes	Carga Máxima	Área Bruta	fb
		L1	L2	A1	A2	H	cm <sup>2</sup>	kgf	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	BLQ 07 - 01	38.0	38.2	11.9	12.1	19.6	6.0	4900.0	463.2	10.58
2	BLQ 07 - 02	37.5	38.0	12.0	12.1	20.0	6.0	6010.0	460.9	13.04
3	BLQ 07 - 03	37.8	38.5	12.0	12.2	19.9	6.0	5900.0	467.6	12.62
4	BLQ 07 - 04	37.6	38.3	12.0	12.1	20.0	6.0	6950.0	463.3	15.00
5	BLQ 07 - 05	37.4	38.1	12.0	12.1	20.0	6.0	8150.0	460.9	17.68
6	BLQ 07 - 06	37.6	38.2	12.0	12.0	19.8	6.0	8710.0	460.8	18.90
7	BLQ 07 - 07	37.9	38.5	12.2	12.0	20.0	6.0	8280.0	468.2	17.68
8	BLQ 07 - 08	38.0	38.1	12.0	12.1	20.2	6.0	6540.0	464.5	14.08
9	BLQ 07 - 09	37.5	38.0	11.9	12.1	19.7	6.0	7810.0	459.0	17.02
10	BLQ 07 - 10	37.7	38.1	12.0	12.1	20.0	6.0	7030.0	462.7	15.19
11	BLQ 07 - 11	37.7	38.4	12.0	12.2	20.0	6.0	5410.0	466.4	11.60
12	BLQ 07 - 12	37.7	38.7	11.9	12.0	20.0	6.0	5740.0	462.5	12.41
13	BLQ 07 - 13	37.8	38.0	12.0	12.0	19.8	6.0	6160.0	460.8	13.37
14	BLQ 07 - 14	38.0	38.0	12.0	12.2	19.7	6.0	6180.0	465.8	13.27
15	BLQ 07 - 15	37.7	37.9	12.0	12.0	20.0	6.0	4330.0	459.6	9.42
<b>fb:</b>										<b>14.12</b>
<b>σ:</b>										<b>2.77</b>
<b>f<sub>b</sub>:</b>										<b>11.36</b>

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 56608





**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA A LOS 14 DÍAS DE CURADO**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 12/12/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604**

**OBJETIVO** : Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería elaboradas con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado

**RESULTADOS:**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 14 DÍAS 12-DIC-18											
N°	Especimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)		Área Total de Salientes cm <sup>2</sup>	Carga Máxima kgf	Área Bruta cm <sup>2</sup>	fb kg/cm <sup>2</sup>
		L1	L2	A1	A2	H					
1	BLQ 14 - 01	37.6	38.2	12.0	12.0	19.6	6.0	9610.0	460.8	20.86	
2	BLQ 14 - 02	37.7	38.0	12.2	12.2	20.0	6.0	9130.0	467.8	19.52	
3	BLQ 14 - 03	37.4	38.0	12.0	12.0	20.0	6.0	6640.0	458.4	14.49	
4	BLQ 14 - 04	37.5	38.5	12.0	12.0	19.8	6.0	7740.0	462.0	16.75	
5	BLQ 14 - 05	37.5	38.5	12.0	12.0	20.0	6.0	8290.0	462.0	17.94	
6	BLQ 14 - 06	37.5	38.0	12.0	12.0	19.9	6.0	8900.0	459.0	19.39	
7	BLQ 14 - 07	37.7	38.2	11.9	11.9	20.0	6.0	7620.0	457.6	16.65	
8	BLQ 14 - 08	38.0	37.7	12.2	12.2	20.0	6.0	6420.0	467.8	13.72	
9	BLQ 14 - 09	37.5	37.9	12.0	12.0	20.0	6.0	9230.0	458.4	20.14	
10	BLQ 14 - 10	37.4	38.0	12.1	12.1	20.0	6.0	7800.0	462.2	16.88	
11	BLQ 14 - 11	37.8	38.0	12.2	12.2	20.0	6.0	7730.0	468.4	16.50	
12	BLQ 14 - 12	37.7	37.8	12.1	12.1	20.0	6.0	8000.0	462.8	17.29	
13	BLQ 14 - 13	37.5	38.2	12.1	12.1	19.8	6.0	9940.0	464.0	21.42	
14	BLQ 14 - 14	37.5	37.9	12.0	12.0	20.0	6.0	7250.0	458.4	15.82	
15	BLQ 14 - 15	37.5	38.2	12.0	12.2	20.1	6.0	7420.0	464.0	15.99	
										fb:	17.56
										σ:	2.28
										f <sub>b</sub> :	15.28

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 56608



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA A LOS 21 DÍAS DE CURADO**

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 19/12/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604**

**OBJETIVO** : Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería elaboradas con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado

**RESULTADOS:**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 21 DÍAS 19-DIC-18										
N°	Especimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)	Área Total de Salientes	Carga Máxima	Área Bruta	f <sub>b</sub>
		L1	L2	A1	A2	H	cm <sup>2</sup>	kgf	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	BLQ 21 - 01	37.9	38.4	12.3	12.0	20.1	6.0	8930.0	469.5	19.02
2	BLQ 21 - 02	37.4	38.0	12.0	12.0	20.2	6.0	7720.0	458.4	16.84
3	BLQ 21 - 03	37.9	38.0	12.1	12.0	20.1	6.0	8720.0	463.3	18.82
4	BLQ 21 - 04	37.5	38.0	12.0	12.0	20.1	6.0	10520.0	459.0	22.92
5	BLQ 21 - 05	37.8	38.3	12.0	12.0	19.9	6.0	9240.0	462.6	19.97
6	BLQ 21 - 06	38.0	38.7	12.1	12.0	20.2	6.0	9190.0	468.1	19.63
7	BLQ 21 - 07	38.0	38.7	12.0	12.1	20.1	6.0	10290.0	468.1	21.98
8	BLQ 21 - 08	38.0	38.1	12.1	12.0	20.2	6.0	7990.0	464.5	17.20
9	BLQ 21 - 09	37.6	38.1	12.2	12.0	20.1	6.0	7880.0	464.0	16.98
10	BLQ 21 - 10	38.3	38.0	12.1	12.3	20.0	6.0	7990.0	471.4	16.95
11	BLQ 21 - 11	37.7	38.4	12.0	12.0	20.1	6.0	10660.0	462.6	23.04
12	BLQ 21 - 12	37.8	38.1	12.2	12.0	20.2	6.0	9660.0	465.2	20.77
13	BLQ 21 - 13	37.6	38.0	12.1	12.0	20.0	6.0	8440.0	461.5	18.29
14	BLQ 21 - 14	37.8	38.6	12.1	12.0	20.2	6.0	7880.0	466.3	16.90
15	BLQ 21 - 15	37.6	38.0	12.0	11.9	20.0	6.0	9890.0	457.7	21.61
<b>f<sub>b</sub>:</b>										<b>19.40</b>
<b>σ:</b>										<b>2.25</b>
<b>f<sub>b</sub>:</b>										<b>17.16</b>

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 58608



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA A LOS 28 DÍAS DE CURADO**

**TESIS** : "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018"

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 26/12/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604**

**OBJETIVO** : Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería elaboradas con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado

**RESULTADOS:**

RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 DIAS 26-DIC-18											
N°	Especimen	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)		Área Total de Salientes	Carga Máxima	Área Bruta	fb
		L1	L2	A1	A2	H	cm <sup>2</sup>	kgf	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
1	BLQ 28 - 01	37.9	38.2	12.1	12.0	20.1	6.0	9770.0	464.5	21.03	
2	BLQ 28 - 02	38.0	38.4	12.1	12.1	20.2	6.0	13390.0	468.2	28.60	
3	BLQ 28 - 03	37.6	37.9	12.3	12.0	19.9	6.0	10570.0	464.7	22.75	
4	BLQ 28 - 04	38.1	38.2	12.1	12.0	20.0	6.0	12120.0	465.7	26.02	
5	BLQ 28 - 05	37.5	38.5	12.0	12.2	20.0	6.0	11830.0	465.8	25.40	
6	BLQ 28 - 06	37.6	38.6	12.2	12.0	20.1	6.0	10150.0	467.0	21.73	
7	BLQ 28 - 07	37.7	38.7	12.2	12.0	20.0	6.0	11960.0	468.2	25.54	
8	BLQ 28 - 08	38.1	38.8	12.0	12.2	20.0	6.0	12180.0	471.2	25.85	
9	BLQ 28 - 09	38.9	38.2	12.0	12.0	20.1	6.0	12040.0	468.6	25.69	
10	BLQ 28 - 10	37.9	38.0	12.1	12.1	20.0	6.0	11980.0	465.2	25.75	
11	BLQ 28 - 11	37.9	38.9	12.2	12.0	20.0	6.0	11920.0	470.6	25.33	
12	BLQ 28 - 12	37.6	38.0	12.2	12.2	20.0	6.0	11170.0	467.2	23.91	
13	BLQ 28 - 13	37.8	38.3	12.2	12.0	20.0	6.0	9820.0	466.4	21.05	
14	BLQ 28 - 14	37.8	38.2	12.1	12.3	20.1	6.0	10960.0	469.6	23.34	
15	BLQ 28 - 15	37.9	38.5	12.0	12.1	20.1	6.0	10790.0	466.3	23.14	
										<b>fb:</b>	<b>24.34</b>
										<b>σ:</b>	<b>2.14</b>
										<b>f<sub>b</sub>:</b>	<b>22.20</b>

GERWAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 56803



### ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**TESIS** : “ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018”

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 13/12/2018

#### NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604

**OBJETIVO** : Determinar el porcentaje de absorción (%) de las unidades de albañilería elaboradas con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado

**RESULTADOS:**

ENSAYO DE ABSORCIÓN (%)				
N°	Espécimen	Peso Saturado (Ws)	Peso seco al horno (Wd)	Absorción (%)
1	ABS - 01	9.79 kg	8.93 kg	9.65%
2	ABS - 02	9.85 kg	8.78 kg	12.19%
3	ABS - 03	9.93 kg	8.89 kg	11.61%
4	ABS - 04	9.91 kg	9.12 kg	8.68%
5	ABS - 05	9.90 kg	9.14 kg	8.22%
Absorción Promedio				10.07%

  
GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 56608



### DENSIDAD DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**TESIS** : "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018"

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA – AMARILIS – HUÁNUCO – HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 13/12/2018

#### NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604

**OBJETIVO** : Determinar la densidad o peso unitario de las unidades de albañilería elaboradas con agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado

**RESULTADOS:**

ENSAYO DE DENSIDAD					
N°	Espécimen	Peso Saturado (Ws)	Peso Sumergido (Wi)	Peso seco al horno (Wd)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
1	ABS - 01	9.79 kg	5.31 kg	8.93 kg	1992.63
2	ABS - 02	9.85 kg	5.30 kg	8.78 kg	1931.12
3	ABS - 03	9.93 kg	5.37 kg	8.89 kg	1953.01
4	ABS - 04	9.91 kg	5.39 kg	9.12 kg	2014.13
5	ABS - 05	9.90 kg	5.37 kg	9.14 kg	2021.00
Densidad Promedio kg/m <sup>3</sup>					1982.38

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 56603



**CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

**TESIS** : "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018"

**UBICACIÓN** : LA ESPERANZA - AMARILIS - HUÁNUCO - HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS

**FECHA** : 13/12/2018

**NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.604**

**OBJETIVO** : Determinar el contenido de humedad de las unidades de albañilería elaboradas con agregados procedentes de la trituration del pavimento rígido reciclado

**RESULTADOS:**

CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Espécimen	Peso Recibido (Wr)	Peso Seco al Horno (Wd)	Contenido de Humedad (%)
1	ABS - 01	9.46 kg	8.93 kg	5.96%
2	ABS - 02	9.39 kg	8.78 kg	7.00%
3	ABS - 03	9.43 kg	8.89 kg	6.05%
4	ABS - 04	9.60 kg	9.12 kg	5.23%
5	ABS - 05	9.62 kg	9.14 kg	5.26%
<b>Contenido de Humedad Promedio</b>				<b>5.90%</b>

  
GASTÓN MARTÍNEZ MORALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 36603

**(ANEXO N° 06)**

**CONSTANCIA DEL TRABAJO DE LABORATORIO**



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



EL COORDINADOR DE LA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO, DEJA:

**CONSTANCIA:**

Que la Señorita CINTHIA ROXANA VALDIVIESO ROJAS, Bachiller en Ingeniería Civil aprobado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Huánuco, ha realizado sus ensayos en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de Huánuco para la Tesis titulada "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS NO PORTANTES CON AGREGADOS PROCEDENTES DE LA TRITURACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO DE LA URB. LAS FLORES DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO 2018" entre las fechas comprendidas del 19 de noviembre al 26 de diciembre del año 2018.

Se expide la presente para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 20 de febrero de 2019

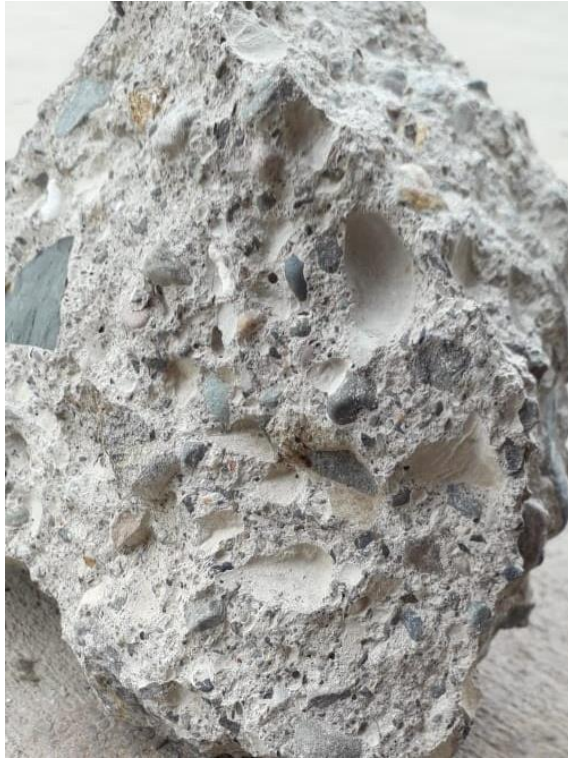
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL  
Mg. Johnny P. Jacha Rojas  
Coordinador Académico

Atentamente.



**(ANEXO N° 07)**

**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto 01.** Residuo demolido de pavimento rígido reciclado



**Foto 02.** Residuos demolidos de pavimento rígido reciclado puestos en el ingreso de alimentación de la máquina trituradora de mandíbula



**Foto 03.** Agregados procedentes de la trituración del pavimento rígido reciclado



**Foto 04.** Molde metálico utilizado en la elaboración de bloques de concreto



**Foto 04.** Consistencia húmeda de la mezcla de concreto para elaborar las unidades de albañilería



**Foto 05.** Traslado y puesta de especímenes a la posa de curado



**Foto 06.** Curado de los bloques de concreto en la posa de la UDH



**Foto 06.** Falla provocada al bloque de concreto producto de la prueba de resistencia a la compresión