

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**Resistencia de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo  
agregado grueso en 10%, 30% y 50% por material reciclado,  
Huaraz.**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor**

Huamán Mendoza, Gabriela Nieves

**Asesor**

Flores Reyes, Gumercindo

Huaraz – Perú

2018

**PALABRAS CLAVE:**

<b>Tema</b>	Resistencia del Concreto
<b>Especialidad</b>	Tecnología de Concreto

**KEY WORDS:**

<b>Theme</b>	Concrete Resistance
<b>Specialty</b>	Concrete Technology

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

<b>Área</b>	Ingeniería y Tecnología
<b>Sub área</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería Civil

**TITULO**

**RESISTENCIA DEL CONCRETO FC=210KG/CM<sup>2</sup>,  
SUSTITUYENDO AGREGADO GRUESO EN 10%,  
30% Y 50% POR MATERIAL RECICLADO, HUARAZ.**

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es determinar la resistencia a compresión de un concreto  $F'c = 210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo el agregado grueso en un 10%, 30% y 50% por material reciclado de similar granulometría en la Ciudad de Huaraz-2017, utilizando el agregado de la chancadora “Tarmeño” y con un cemento portland tipo I, con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

Esta investigación trató sobre la sustitución del agregado grueso por agregado de similar granulometría en el concreto, en primer lugar, se estudió los materiales que lo componen, la sustitución del agregado será por agregado de similar granulometría en un 10%, 30% Y 50%, teniendo en cuenta tanto sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, luego las propiedades del concreto de cemento-arena con dosificaciones según lo que menciona la norma técnica peruana 339.051 (2013), seguido se realizaron las muestras de patrón y experimental.

Obtuvieron los resultados siguientes, a los 28 días: el concreto patrón 100.88%, el concreto con sustitución de agregado de similar granulometría con el 10% alcanzo una resistencia de 108.21%, la sustitución del 30% alcanzo una resistencia de 116.28%, finalmente la sustitución del 50% alcanzó una resistencia de 111.00%. Obteniendo una diferencia de 15.40% entre el concreto patrón y el concreto con sustitución de agregado de similar granulometría del 30 %.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation is to determine the compressive strength of a concrete  $F'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ , replacing the coarse aggregate by 10%, 30% and 50% by recycled material of similar granulometry in the City of Huaraz-2017 , using the aggregate of the "Tarmeño" crusher and with a type I portland cement, in order to find alternative materials for its application in the field of civil engineering

This research dealt with the substitution of the coarse aggregate by adding a similar granulometry in the concrete, firstly, the materials that make it up were studied, the substitution of the aggregate will be by adding a similar granulometry in 10%, 30% and 50% , taking into account both its chemical, physical and mechanical properties, then the cement-sand concrete properties with dosages according to what is mentioned in the Peruvian technical standard 339.051 (2013), followed by standard and experimental samples

They obtained the following results, at 28 days: the concrete pattern 100.88%, the concrete with substitution of aggregate of similar granulometry with 10% reached a resistance of 108.21%, the substitution of 30% reached a resistance of 116.28%, finally the 50% substitution reached a resistance of 111.00%. Obtaining a difference of 15.40% between the concrete and the concrete with substitution of aggregate of similar granulometry of 30%

## ÍNDICE GENERAL

<b>PALABRAS CLAVE</b> .....	<b>i</b>
<b>TITULO</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>v</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>38</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>41</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>45</b>
<b>ANEXOS Y APÉNDICE</b> .....	<b>47</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1 Componentes principales del cemento portland tipo I .....	9
TABLA 2 Composición química del cemento. ....	9
TABLA 3 Granulometría del agregado fino.....	10
TABLA 4 Granulometría del agregado grueso .....	11
TABLA 5 Variable Dependiente .....	15
TABLA 6 Variable Independiente .....	16
TABLA 7 Diseño en bloque completo al azar .....	18
TABLA 8 Las técnicas e instrumentos de investigación.....	18
TABLA 9 Resultado De Fluorescencia De Rayos X del agregado reciclado.....	20
TABLA 10 Ph Del agregado grueso y agregado reciclado .....	21
TABLA 11 Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216).....	22
TABLA 12 Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216).....	22
TABLA 13 Contenido de humedad agregado reciclado (ASTM D-2216).....	22
TABLA 14 Granulometría del agregado fino.....	23
TABLA 15 Granulometría del agregado grueso .....	24
TABLA 16 Granulometría del agregado reciclado .....	25
TABLA 17 Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127).....	25
TABLA 18 Gravedad Específica Y Absorción Agregado grueso (Según Norma ASTM C-127) .....	26
TABLA 19 Gravedad Específica Y Absorción Agregado reciclado (Según Norma ASTM C-127) .....	26
TABLA 20 Peso Unitario compactado Del Agregado Fino .....	27
TABLA 21 Peso Unitario compactado Del Agregado grueso.....	27
TABLA 22 Peso Unitario compactado Del Agregado reciclado.....	27
TABLA 23 Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto patrón. ....	28
TABLA 24 Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 10% de agregado reciclado .....	28
TABLA 25 Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 30% de agregado reciclado .....	29

TABLA 26 Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 50% de agregado reciclado. ....	29
TABLA 27 Proporción total De Materiales Utilizados para las 36 probetas .....	29
TABLA 28 Ensayos de Compresión Patrón 7 días.....	30
TABLA 29 Ensayos de Compresión Patrón 14 días.....	30
TABLA 30 Ensayos de Compresión Patrón 28 días.....	31
TABLA 31 Ensayos de Compresión Experimental 10% de 7 días.....	31
TABLA 32 Ensayos de Compresión Experimental 10% de 14 días.....	31
TABLA 33 Ensayos de Compresión Experimental 10% de 28 días.....	31
TABLA 34 Ensayos de Compresión Experimental 30% de 7días.....	32
TABLA 35 Ensayos de Compresión Experimental 30% de 14días.....	32
TABLA 36 Ensayos de Compresión Experimental 30% de 28días.....	32
TABLA 37 Ensayos de Compresión Experimental 50% de 7días.....	33
TABLA 38 Ensayos de Compresión Experimental 50% de 14días.....	33
TABLA 39 Ensayos de Compresión Experimental 50% de 28días.....	33
TABLA 40 Resultados Finales de los Ensayos de Compresión .....	33
TABLA 41 Ensayos de Compresión Patrón en Porcentajes .....	34
TABLA 42 Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes.....	34
TABLA 43 Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes.....	36
TABLA 44 Cálculo de la prueba ANOVA.....	37

#### INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de reciclaje del concreto .....	13
Figura 2 Granulometría del agregado fino.....	23
Figura 3 Granulometría del agregado grueso .....	24
Figura 4 Granulometría del agregado reciclado.....	25
Figura 5: Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a los 7 días .....	35
Figura 6: Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a los 14 días .....	35
Figura 7: Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a los 28 días .....	36
Figura 8: Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	37



## INTRODUCCION

La ingeniería de materiales de construcción como rama de la ciencia es una disciplina que avanza día a día, en una constante búsqueda por tener mejores alternativas para dar solución a los distintos requerimientos del mercado. Se desea que las estructuras sean lo más resistentes posibles, que aseguren una determinada vida útil, y un óptimo desempeño de los materiales empleados, pero sin perder de vista la rentabilidad del proyecto, todo esto enmarcado en el ambiente en el cual nos desenvolvemos como sociedad. Enmarcándose en este contexto nace este proyecto de investigación, el cual está comprendido entre los aspectos antes mencionados: innovación tecnológica, específicamente en los materiales de ingeniería; reducción de costos asociados, y cuidado del medioambiente.

El concreto es por lejos el material más utilizado en la construcción, debido a su buen comportamiento, cuando se diseña y se produce adecuadamente el concreto presenta excelentes propiedades mecánicas, en cuanto a resistencia a distintos esfuerzos, impactos, la acción del fuego, ambientes agresivos, etc.

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunos trabajos relevantes a esta investigación, como el de Agreda, G. y Moncada, G. (2015) en su trabajo de investigación busco elaborar mezclas de concreto con distintos porcentajes de contenido de agregado grueso reciclado para evaluar su comportamiento físico y mecánico en prefabricados. Los investigadores tuvieron las siguientes conclusiones:

Al evaluar las propiedades físicas y mecánicas se logró concluir mediante los ensayos practicados que la resistencia a la compresión en los tres tipos de mezcla fue favorable.

Así mismo al realizar el ensayo a flexión se evidencio que la probeta que mayor valor obtuvo es la que presenta 70% de contenido de agregado grueso reciclado.

La mezcla de diseño con contenido de agregado grueso reciclado de 70% presenta los mejores resultados por lo que sería la dosificación más óptima para la elaboración de nuevos productos.

El análisis de resultados de cada una de las muestras ensayadas, en los diferentes periodos, evidencia que la muestra con contenido del 25% presenta valores incluso más bajos que los obtenidos en los de mezcla convencional.

Por otro punto, en la investigación de Laverde, J. (2014) busco las propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados. Al culminar el trabajo el investigador obtuvo las siguientes conclusiones:

Un concreto con un reemplazo de agregado natural por ACR hasta el 25%, tiene un comportamiento similar al del concreto convencional, como se pudo comprobar en este estudio ya que la reducción de la resistencia a la compresión es tan solo el 10%, lo que implica que es viable su uso en el país.

Es importante conocer las propiedades de los ACR, entre ellos su absorción, densidad, contenido de contaminantes, contenido de mortero adherido y resistencia a la abrasión, ya que estos factores inciden en la resistencia a la compresión del concreto.

La reducción del módulo de elasticidad para el tipo de ACR utilizado en este estudio fluctúa entre un 18% a un 25% cuando el porcentaje de reemplazo de ACR en las mezclas es del 100%.

Así mismo se revisó la investigación de Tafur, Y (2015) estudio el comportamiento físico-mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la Ciudad de Cajamarca. Concluyendo que El porcentaje de incremento en la resistencia a la compresión, de un concreto elaborado con agregado grueso reciclado es de 4.15% mayor que la resistencia del concreto elaborado con agregado natural, también se obtiene un concreto con características similares.

La diferencia del módulo de elasticidad a los 28 días del concreto elaborado con agregado natural es menor en 5.30 kg/cm<sup>2</sup>.

Por los resultados obtenidos, se puede afirmar que el agregado grueso reciclado no influye negativamente en la resistencia mecánica de un nuevo concreto.

También se revisó la investigación de Montilla, K., Porto, E., Romero, G., Zarate, Y. & Vilora, A. (2016) abordaron la investigación del análisis del concreto con agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años, teniendo como objetivo analizar los procedimientos para la obtención del agregado grueso reciclado a partir de los residuos de demolición y construcción. Concluyeron que:

Los agregados obtenidos del reciclaje de escombros, aunque presenten diferencias en algunas de sus características pueden ser susceptibles de emplearse como materias primas en un nuevo material para la construcción como el concreto.

También en su investigación Bojacá, N. (2013) estudio las propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado, concluyo que el agregado reciclado proveniente de la trituración de concreto comparado con el agregado natural, presenta mayor humedad de absorción, menor densidad (aparente y nominal), menor coeficiente de forma y menor resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles y en el ensayo Micro Deval, lo cual coincide con los autores consultados.

Remplazos de hasta 40% de agregado grueso reciclado por agregado natural no producen deterioro de las propiedades mecánicas del concreto; la resistencia a compresión de concreto con 40% de remplazo fue similar a la de la muestra de control, mientras que la de concreto con 20% de remplazo fue ligeramente superior.

Además, Jordan, J. y Viera, N. (2014) en su tesis para optar el título profesional de ingeniería civil, “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra” concluyo que, La mezcla con un aporte de 25% de agregado de concreto reciclado según los resultados, demuestran que. se tiene un incremento de la resistencia a la compresión de manera ascendente y homogéneo, sin embargo, los gastos operativos en la producción del mismo son más elevados en comparación con la utilización del 50% de agregado de concreto reciclado, debido a que en esta proporción genera el uso de mayor cantidad de agregado grueso natural.

De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación

El agregado grueso reciclado es un material que podría tener un uso importante en el campo de la construcción y a la vez reducir gastos en la obra, por tal motivo se podría sustituir en porcentajes al agregado grueso en un nuevo concreto modificado.

Por lo mencionado anteriormente y considerando las propiedades del concreto se hace indispensable el estudio de las características principales del mismo cuando se sustituya el agregado grueso reciclado y cómo podría influir en la mezcla, en cuanto a la resistencia y su uso en la construcción.

En el presente proyecto de investigación, se busca también mejorar la resistencia obtenida en el concreto, la conservación del medio ambiente al buscar alternativas, esto conlleva a darle mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya la vienen utilizando.

En nuestro país en el sector de la construcción se utiliza esencialmente al cemento como material primordial en los trabajos relacionado con obras civiles debido a esto ha surgido la necesidad de mejorar la calidad de las mezclas del cemento, por tal motivo los profesionales de la construcción deben estar en la capacidad de proponer el uso de diferentes adiciones en mezclas que puedan brindar soluciones tomando en consideración los costos y el medio ambiente.

En la Ciudad de Huaraz se originan mensualmente de 2.5 a 3 toneladas de desmonte en el cual lo primordial es de concreto producido de la demolición de pavimentos, casas, diferentes construcciones, lo cual no existe un botadero dentro de la ciudad ni en sus alrededores.

Esta investigación servirá a los estudiantes de Ingeniería Civil para realizar investigaciones posteriores a este trabajo de investigación, ya que, hay una serie de aplicaciones que bien se podrían aprovechar sustituyendo el agregado grueso por el agregado grueso reciclado.

Al investigar las problemáticas estructurales y medioambientales generales existentes en nuestra localidad, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que el agregado reciclado es desechado de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se puede dar.

En Bogotá se disponen ilegalmente más de 450 toneladas de escombros diarias, debido al desarrollo de infraestructura tanto pública como privada. Debido a la falta de control existente y a pesar de existir cartillas para la gestión de escombros de acuerdo al origen del mismo sólo un bajo porcentaje de RCD llega a sitios destinados para su disposición final y un alto porcentaje termina en botaderos no autorizados, bermas, humedales e invadiendo el espacio público y privado del área urbana de la ciudad (Personería de Bogotá D.C., 2009).

En Estados Unidos la Agencia Federal de Carreteras, recicla los pavimentos de concreto. En 1985, durante la ampliación de 7.000 Kilómetros de carreteras en Wyoming, el agregado fue una mezcla de materiales naturales y reciclados, con lo que se ahorró el 16% del costo total del proyecto.

Estados Unidos, Dinamarca, Holanda, Gran Bretaña, Alemania y Japón poseen programas para reciclar materiales de construcción con la creación de plantas de tratamiento. Dinamarca empezó a imponer multas desde el 1º de enero de 1990, por tonelada de residuos que no se recicle. Japón prevé reciclar de 10 a 12 millones de toneladas de concreto por año (NATALANI, MARIO B. – KLEES, DELIA R. – TIRNER, 2000).

En cuanto a los países de América Latina, el primer país que contó con una planta de reciclaje de RCD, por medio de la resolución expuesta por el CONAMA en el año 2002 fue Brasil, la cual se encarga específicamente de los residuos de construcción civil y a partir de esto sus municipios han venido retomando sus acciones como por ejemplo Sao Pablo, Salvador y otros (Cortina Ramírez, 2007).

Por lo tanto, es importante que en Perú-Huaraz se tomen acciones tendientes a minimizar la carga de escombros en las ciudades siguiendo los modelos implementados en otros países. Para tal efecto, el concreto juega un papel importante, ya que en él se puede incorporar los agregados de concreto reciclado (ACR). Sin embargo, es de suma importancia evaluar las propiedades mecánicas y de durabilidad de estos concretos para garantizar un comportamiento adecuado en las diferentes estructuras a construir.

Los resultados obtenidos serán un referente para el uso de concretos con ACR en Perú-Huaraz, con el objetivo de conocer su comportamiento y al implementar su uso, aliviar la gran carga de escombros de los sitios destinados para tal fin, garantizando un desarrollo sostenible y encaminando el futuro del concreto, hacia la producción del llamado Green Concrete, el cual es diseñado para reducir el impacto medioambiental, comparado con el concreto tradicional.

Por lo mencionado se formula el problema ¿cuál es la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  cuando se sustituye el agregado grueso por material reciclado de similar granulometría en un 10%, 30% y 50% en la ciudad de Huaraz-2017?

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que serán útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

El Concreto es un material de construcción producido por medio de la combinación de tres elementos fundamentales: el principal componente es el cemento que puede llegar a ocupar de un 7% un 15% de la mezcla y tiene propiedades de adherencia y cohesión que pueden suministrar una buena resistencia a la compresión, el segundo es el agua que ocupa entre un 14% y 18% de la mezcla que hidrata el cemento por medio de complejas reacciones químicas y el tercero es el agregado, definido como material inerte, de forma granular, naturales o artificiales, y se encuentra separado en fracciones finas (arenas) y fracciones gruesas (gravas). Se puede decir que el concreto es un material durable, resistente y adherente con forma indefinida, puesto que es una mezcla maleable. (Agreda, G. & Moncada, G. 2015, pág.16).

Concreto en estado fresco: Es desde que se mezcla el concreto hasta que fragua el cemento. El comportamiento del concreto fresco depende de:

Trabajabilidad: Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga.

Consistencia: Esta definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada. El ensayo de consistencia llamado de revenimiento (asentamiento) es utilizado para caracterizar el comportamiento del

concreto fresco, es la prueba desarrollada por DUFF ABRAMS fue adaptada en 1921 por el ASTM y corregida en 1978.rueba.

Uniformidad: Se le llama cuando es en varias amasadas.

Esta característica depende de:

- ✓ Buen amasado.
- ✓ Buen transporte.
- ✓ Buena colocación en obra.

Homogeneidad: Es la cualidad que tiene un concreto para que sus componentes se distribuyan regularmente en la masa.

Concreto en estado endurecido:

Impermeabilidad: El concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. Se entiende por permeabilidad como la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de sus poros un fluido.

Para lograr una mayor impermeabilidad se pueden utilizar aditivos impermeabilizantes, así como mantener una relación agua cemento muy baja.

Durabilidad: El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste a los cuales estará sometido al servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación.

Resistencia: La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>) a una edad de 28 días se le designe con el símbolo  $f'_c$ . Para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas de concreto.

Elasticidad: En general es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga sin tener deformación permanente. El concreto no es un material elástico que

estrictamente hablando ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga – deformación en compresión.

Exudación: El proceso de exudación se produce porque los morteros están constituidos por materiales de distinto peso específico, razón por la cual los materiales más pesados tienden a decantar y los más livianos como el agua tienden a ascender.

Fraguado: Se define como fraguado el cambio de estado físico que sufre una pasta desde una condición blanda hasta una condición de rigidez.

Cemento: El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

El cemento es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire.

Cemento portland: producto que se obtiene por la pulverización del clinker portland con la adición de una o más formas de yeso (sulfato de calcio). Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica.

Tipos de Cementos Portland: Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los seis tipos de cementos Portland que se indican a continuación):

- ✓ Tipo I: Cemento de uso general. Es utilizado en construcción en donde no se necesiten sollicitaciones específicas en el concreto. En el Perú, es el cemento con mayor demanda debido al menor costo frente a los demás tipos.
- ✓ Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento Portland Tipo I y las proporciones generales en que intervienen son:



TABLA 1

Componentes principales del cemento portland tipo I

<b>OXIDOS</b>	<b>CONTENIDO (%)</b>
<b>Oxido de Calcio (CaO)</b>	60-67
<b>Oxido de Sílice (SiO<sub>2</sub>)</b>	17-25
<b>Oxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</b>	3-8
<b>Oxido de Hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</b>	0.5-6.
<b>Oxido de Magnesio (MgO)</b>	0.1-4.0
<b>Álcalis</b>	0.2-1.3
<b>Óxido de Azufre (SO<sub>3</sub>)</b>	1-3

Fuente: Norma ASTM C-150

El cemento empleado para el presente proyecto de investigación fue el cemento Portland Tipo I.

TABLA 2

Composición química del cemento.

<b>Items</b>	<b>ASTM C150</b>	
	<b>Units</b>	<b>Specification</b>
<b>Chemical analysis</b>		
<b>SiO<sub>2</sub></b>	%	22.0
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	%	5.80
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	%	4.00
<b>CaO</b>	%	59.00
<b>MgO</b>	%	6.00
<b>SO<sub>3</sub></b>	%	3.0

Fuente: Norma ASTM C-150.

Características: Cemento Portland Tipo I, Cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP) 334. 009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150. Producto obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso. Cuenta con la fecha y hora de envasado impresa en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

Ventajas: Es usado en concretos de muchas aplicaciones y preferido por el buen desarrollo de resistencias a la comprensión a temprana edad, Desarrolla un adecuado

tiempo de fraguado, requerido por los maestros constructores en las diferentes aplicaciones requeridas del cemento.

El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.

Agregados: Para Sotil & Zegarra (2015), La norma de concreto armado E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones clasifica como agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4; la grava, proveniente de la desintegración de los materiales pétreos; la piedra triturada o chancada. Asimismo, define al agregado fino como la arena proveniente de la desintegración natural de las rocas. Finalmente, de acuerdo a dicha norma, los agregados deben cumplir con los requisitos de cada ensayo establecidos en cada NTP específica.

Agua. Según Sotil & Zegarra (2015), el agua es un elemento muy importante para la producción del concreto ya que, al unirse con el cemento, como se ha explicado anteriormente, ocurre la hidratación produciéndose así la pasta. La norma técnica peruana para agua de mezclado está basada en criterios de performance.

Debemos considerar que generalmente el agua potable es conveniente para preparación del concreto, si no fuera así o no hubiera en la zona agua potable se deberá cumplir con los criterios de la NTP 339.088 “Agua para morteros y hormigones de cemento Portland. Requisitos”. Además de su función como hidratante, ayuda a la mejora de la Trabajabilidad de la mezcla.

Agregado Fino: Es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan por el tamiz de 3/8” (9.51mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011.

TABLA 3

Granulometría del agregado fino.

<b>MALLA ASTM</b>	<b>% QUE PASA</b>
<b>N° 4 (4.75mm)</b>	100
<b>N° 8 (2.36mm)</b>	95 a 100
<b>N° 16 (1.18mm)</b>	70 a 100
<b>N° 30 (0.60mm)</b>	40 a 75
<b>N° 50 (0.30mm)</b>	10 a 35
<b>N° 100 (0.15mm)</b>	2 a 15
<b>N° 200 (0.075mm)</b>	Menos de 2

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.011.

**Agregado Grueso:** La grava o agregado grueso es uno de los principales componentes del hormigón o concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de hormigón.

El agregado grueso debe estar bien gradado entre los límites fino y grueso y debe llegar a la planta de concreto separado en tamaños normales cuyas granulometrías se indican a continuación:

TABLA 4  
Granulometría del agregado grueso.

<b>MALLA ASTM</b>	<b>% QUE PASA</b>
<b>2" (50mm)</b>	100
<b>1½" (38mm)</b>	95-100
<b>1" (25mm)</b>	35-70
<b>¾" (19mm)</b>	35-70
<b>½" (13mm)</b>	10-30
<b>3/8"</b>	10-30
<b>N° 4(4.8mm)</b>	0-5
<b>N° 8 (2.4mm)</b>	0

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.011.

#### Propiedades Físicas de los agregados finos y gruesos:

**Densidad:** Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

**Porosidad:** La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad 12 volúmenes y viceversa.

**Porcentajes de vacíos:** Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por

lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Se evalúa usando la siguiente expresión recomendada por ASTM C 29.

$$\% \text{ vacios} = \frac{(SxW - P.U.C.)}{SxW} \times 100$$

Donde:

S: Peso específico de masa.

W: Densidad del agua.

P.U.C.: Peso Unitario Compactado seco del agregado.

Humedad: La cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma.

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

Agregado Reciclado: El AR es un material que se obtiene como resultado de la trituración del concreto proveniente de la demolición de estructuras o del concreto sobrante en plantas de producción debido a excesos en el volumen despachado o por no reunir todos los requisitos técnicos como asentamiento o dosificación adecuada para ser despachados a las obras. Igualmente sucede con los concretos que son devueltos por los clientes a las plantas de producción por presentar no conformidades. Dichos concretos muchas veces se solidifican y son dispuestos como escombros o dichos sobrantes son sometidos a procesos de lavado para recuperar los agregados de la mezcla.

Los agregados reciclados provenientes de concretos de cimentaciones, pavimentos, puentes y edificios, son procesados y triturados en diferentes tamaños. El acero de refuerzo y otros contaminantes deben ser removidos en el proceso de selección para garantizar la calidad de los agregados.

Trituración de fragmentos: En este proceso pueden utilizarse diversos tipos de maquinaria para obtener diferentes tamaños de agregados. Lo normal es una trituradora primaria que reduce los fragmentos a un material de diámetro entre 80 y 100 mm, y una trituradora secundaria que reduce estos remanentes al tamaño máximo de agregado que se busca. Pueden usarse trituradoras de tipo cono, de mandíbula, de impacto u otras.

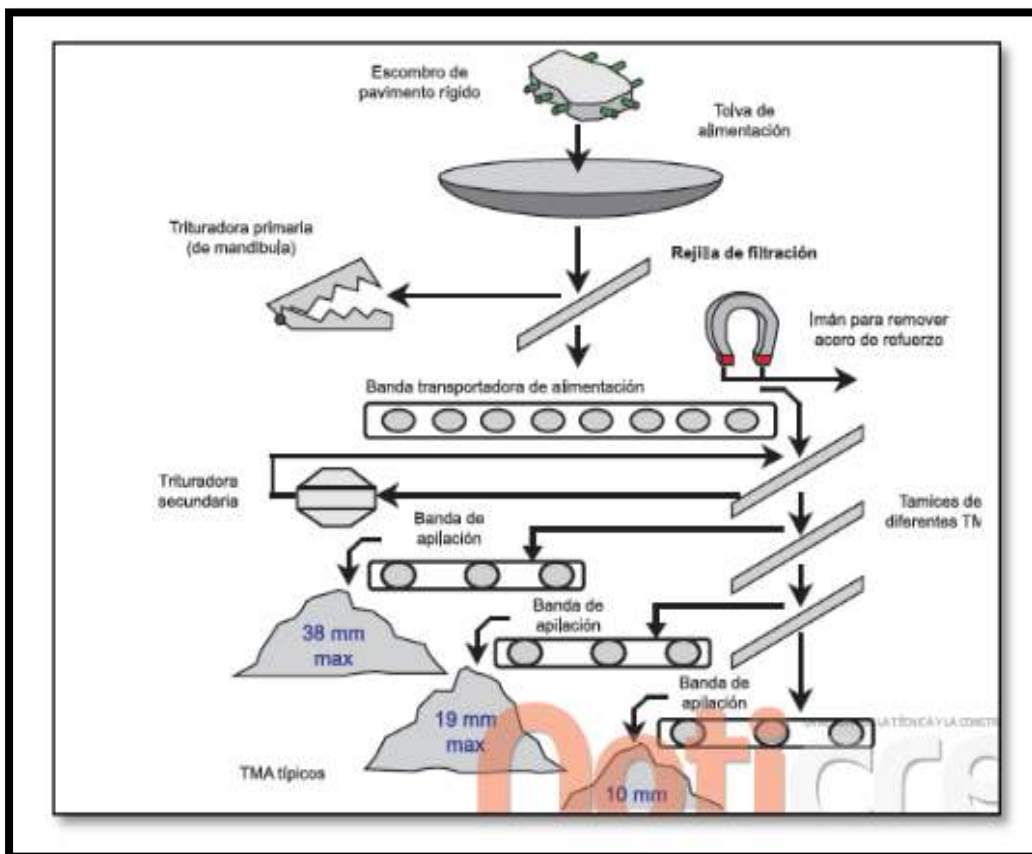


FIGURA 1: Proceso de reciclaje del concreto

Fuente: Noticreto Edición 108.

La mayoría de las plantas de reciclaje tienen una trituradora primaria y una secundaria. La trituradora primaria usualmente reduce el material a tamaños por debajo de 80 mm a 100 mm. En la trituración secundaria el material es pasado a través de dos tamices con tamaños mayores a 19 mm, entre 19 y 7 mm, y menores de 7 mm. El material entre 19 y 7 mm es tamizado para producir el agregado reciclado grueso.

Los agregados provenientes de demoliciones de estructuras, contienen una cantidad significativa de mortero adherido en su superficie. Un procesamiento prolongado podría reducir la cantidad de mortero adherido en la superficie de los agregados, controlando que no se fracture este material.

Una vez finalizado el proceso de trituración secundaria, es muy importante el retiro de contaminantes presentes en los agregados.

#### Propiedades Físicas:

Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado, depende de las características del concreto fuente del cual son extraídos. Como fue indicado previamente, los agregados producto de demoliciones tienen una mayor variabilidad en sus características y por tanto existe una mayor variación en sus propiedades.

La densidad de los AR es generalmente menor que la de los agregados naturales. Esto teniendo en cuenta que el mortero adherido es menos denso que la roca subyacente. En un estudio de Katrina MCNeil & Thomas H.-K. Kang (como se cita en Limbachiya et al, 2000) se ha demostrado que la densidad de los ACR en su condición saturado y superficialmente seco es aproximadamente un 7 – 9% menor que la de los agregados naturales (AN).

En cuanto a la absorción, los agregados naturales, tienen una menor absorción debida a una porosidad más baja. El mortero adherido en los ACR tiene una alta porosidad lo que da lugar a una mayor capacidad de mantener agua en sus poros con respecto a los AN.

Estas propiedades físicas son de vital importancia para establecer límites en la absorción, densidad y porosidad para su uso en concreto estructural.

#### Propiedades Químicas:

##### Resistencia a la compresión:

Varias investigaciones han demostrado que la calidad, resistencia y especificaciones del concreto usado para la fabricación del agregado reciclado, tiene

influencia significativa en las características y propiedades del concreto con AR. De igual manera la cantidad de agregados reciclados usados en los diseños así como sus propiedades inciden en el comportamiento del concreto con AR.

Módulo de elasticidad:

El principal factor que afecta el módulo de elasticidad de concreto con AR, es el módulo de elasticidad del agregado en sí mismo. Ya que los agregados de concreto reciclado son más propensos a la deformación que los agregados naturales, la debilidad del AR reduce el módulo de elasticidad del concreto cuando el AR es usado en mezclas de concreto. (Exteberria, M., Vásquez, E., & Marí, A.R, 2007).

Durabilidad:

En el presente la más importante patología en estructuras de concreto reforzado es el deterioro por corrosión, causado por la penetración de cloruros a través del concreto, al igual que el fenómeno de carbonatación, pero en menor medida. La corrosión genera afectaciones en la durabilidad de las estructuras de concreto, reportando pérdidas económicas superiores a los 276 billones de dólares anuales. (R Corral Higuera, S.P Arredondo-Rea, M.A Neri Flores, J.M Gómez-Soberón, J.L Almaral Sánchez, J.H Casterona González, A. MArtínez Villafane, F. Almeraya Calderón, 2011).

Agua: Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo y en su forma gaseosa denominada vapor. Es una sustancia bastante común en el universo y el sistema solar, donde se encuentra principalmente en forma de vapor o de hielo. Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

TABLA 5

Variable Dependiente:

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>Resistencia del concreto.</b>	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo una carga 210kg.	Kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente:* Elaboración propia

TABLA 6

Variable Independiente:

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>Aplicación de Agregado reciclado</b>	Sustitución de un porcentaje de agregado grueso por agregado de similar granulometría”	Porcentaje 0%, 10%, 30% y 50%

*Fuente:* Elaboración propia

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis, Si se sustituye el agregado grueso en 10%, 30% y 50% por agregado de similar granulometría en un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , mejoraría su resistencia a la compresión del concreto.

El objetivo General del presente estudio es: Determinar la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  cuando se sustituye el agregado grueso en 10%, 30% y 50% por agregado de similar granulometría. Y como objetivos específicos:

- Determinar las propiedades físico-mecánico de los agregados a utilizar y material reciclado.
- Determinar la composición química del agregado de similar granulometría mediante FRX (Fluorescencia de rayos X)
- Determinar la relación agua cemento del concreto patrón y experimentales.
- Determinar el Ph del agregado de similar granulometría.



- Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  usando el agregado de similar granulometría en 10%, 30% y 50% a los 7, 14 y 28 días de curado.
- Comparar los resultados del concreto patrón y los sustituidos.

## **METODOLOGIA**

La investigación fue de tipo aplicada - explicativa ya que teniendo en cuenta los conocimientos previos ya estudiados, se comprobó de manera experimental la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con agregado grueso sustituido en 10%, 30% y 50% por el agregado de similar granulometría.

Los ensayos de resistencia a la compresión se hicieron de manera experimental, haciendo del tiempo un factor importante para la deducción de resultados.

La mayor parte del estudio, se realizó en el laboratorio de suelos, observando debidamente los resultados obtenidos con técnicos profesionales en el ámbito de la materia.

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual se estudió el diseño convencional del concreto ( $F'c$  210  $\text{kg/cm}^2$ ) en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución parcial de agregado de similar granulometría, el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizados obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

TABLA 7  
Diseño en bloque completo al azar

DIAS DE CURADO	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del agregado grueso en % por agregado de similar granulometría.							
	Sin Sustitución		Con Sustitución		Con Sustitución		Con Sustitución	
	0%		10%		30%		50%	
7	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	
	P3		P3		P3		P3	
14	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	
	P3		P3		P3		P3	
28	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	
	P3		P3		P3		P3	

Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas con un diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Para realizar los ensayos, el material a usar fue los agregados que fueron adquiridos de la cantera El Tarmeño del Distrito de Huaraz - Ancash, el cemento fue de Tipo I, el agregado grueso reciclado de los desmontes producidos en la Ciudad de Huaraz, el cual sus ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos para verificar nuestra hipótesis.

La muestra está constituida por 36 probetas de concreto con un diseño de  $f'c= 210$  kg/cm. 9 probetas para 0%, 9 probetas para 10%, 9 probetas para 30% y 9 probetas para 50%. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones).

Las técnicas e instrumentos de investigación se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 8

Técnicas de Recolección de Información	Instrumento

<b>La Observación científica.</b>	✓ GUÍA DE OBSERVACIÓN ✓ RESUMEN ✓ FICHAS TÉCNICAS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO
-----------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental y realizar ensayos de las muestras de población en un laboratorio se opta por usar como Técnica de Investigación: LA OBSERVACIÓN. (Guía de observación como instrumento), en donde se fue comparando la variación de la resistencia a medida que llego a su fraguado final y comportamiento de los agregados que se utilizó en nuestro diseño de mezcla ya sea para concretos convencionales o agregado de similar granulometría, la cual nos brindó una resistencia para cada tipo de probeta (con o agregado de similar granulometría o convencional).

Teniendo en cuenta así que el material que se utilizó en nuestro diseño de concreto requirió ser evaluados por una serie de ensayos ya que dichos ensayos son los que determinaron si los materiales son buenos para nuestra mezcla que se utilizó, por ello se debe tener en cuenta los siguientes ensayos:

Los Instrumentos fueron tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo Granulométrico
- Ensayo de Peso Específico de Arena
- Ensayo de Peso Unitario de Arena
- Contenido de Humedad
- Módulo de fineza.
- Ensayo de Peso Específico del agregado grueso natural.
- Ensayo de Peso Unitario del agregado grueso natural.
- Contenido de Humedad del agregado grueso natural.
- Ensayo de Peso Específico del agregado grueso reciclado.
- Ensayo de Peso Unitario del agregado grueso reciclado

- Contenido de Humedad del agregado grueso reciclado
- Diseño de Mezcla
- Cono de Abrams
- Elaboración de las probetas
- Ensayo a la Comprensión a los 7, 14 y 28 días.

Para la validez de la guía de observaciones, se ha consultado a personas entendidas, del tema de estudio, solicitando una consulta y colaboración.

En primera instancia se verifico si la guía de observación es aceptable y nos permita considerar las variables que se consideró y de modo contrario se realizó las correcciones pertinentes hasta lograr una guía de observación aceptable, la cual los ingenieros dieron por aprobada y firmada nuestra guía de observación.

El proceso de los datos se realizó con el apoyo del programa SPSS y EXCEL

El análisis de los datos se realizó con tablas, graficas, prueba, media, varianza y una prueba de hipótesis (ANOVA).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en diversos laboratorios, se muestran a continuación:

### Caracterización Química

TABLA 9

Resultado De Fluorescencia De Rayos X del agregado reciclado.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Dióxido de Aluminio ( $Al_2O_3$ )	10.274	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x
Dióxido de Silicio ( $SiO_2$ )	43.432	
Dióxido de Azufre ( $SO_2$ )	1.444	
Dióxido de Azufre ( $ClO_2$ )	0.125	
óxido de Potasio ( $K_2O$ )	0.078	
óxido de Calcio ( $CaO$ )	22.835	
Dióxido de Titanio ( $TiO_2$ )	0.355	
Oxido de Vanadio( $V_2O_5$ )	0.016	
Oxido de Cromo ( $Cr_2O_3$ )	0.004	

óxido de Manganeso (MnO)	0.050
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.054
óxido de níquel (Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.005
óxido de Cobre (CuO)	0.005
óxido de Zinc (ZnO)	0.020
óxido de Estroncio (SrO)	0.030
óxido de itrio (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.003
óxido de circonio (ZrO <sub>2</sub> )	0.014

*Fuente:* Laboratorio de química de la UNMSM

Espectrómetro de fluorescencia de rayos x Shimadzu “edx” 800 hs Este equipo emplea una técnica de análisis no destructivo permitiendo la medida de una amplia variedad de tipos de muestras (sólidas, polvos, líquidos y films). La espectrometría de fluorescencia de rayos-X consiste en analizar la radiación X característica generada por una muestra al ser ésta irradiada con rayos-X emitido desde un tubo de rayos X, esta información es única para cada tipo de elemento químico detectado. El equipo EDX-800HS permite una alta resolución espectral con su detector de Si (Li), siendo detectados, en un barrido completo, elementos desde el sodio (Na) al Uranio (U) con un límite de detección de 0.002% (20ppm) en un tiempo estimado de 200 segundos por cada muestra, siendo el porcentaje de error del equipo  $\pm 0.02$ .

### Potencial Hidrogeno

TABLA 10

Ph Del agregado grueso y agregado reciclado.

Muestra	PH
Agregado grueso	8.90
Agregado reciclado	11.40
Agregado grueso + 10% de material reciclado.	10.91
Agregado grueso + 30% de material reciclado.	10.73
Agregado grueso + 50% de material reciclado.	10.56

*Fuente:* Laboratorio de Ensayos químicos UNSAM

Se determinó que el PH es calificado para el uso como material de construcción, debido a ser extremadamente alcalina, es un material de capacidad cementante.

### Propiedades del agregado

TABLA 11

Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	43	8
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	850.5	938.5
PESO RECIP. + SUELO SECO.	832.5	99.5
PESO RECIPIENTE	166.6	167.2
PESO DEL AGUA	18.0	19.0
PESO SUELO SECO	665.9	752.3
HUMEDAD	2.7	2.5
HUMEDAD PROMEDIO	2.6	

*Fuente:* Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 12

Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	8	10
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	1241.0	1325.0
PESO RECIP. + SUELO SECO.	1237.5	1320.5
PESO RECIPIENTE	167.3	169.70
PESO DEL AGUA	3.5	4.5
PESO SUELO SECO	1070.2	1150.8
HUMEDAD	0.33	0.39
HUMEDAD PROMEDIO	0.36	

*Fuente:* Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 13

Contenido de humedad agregado reciclado (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	11	46
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	845.0	862.0
PESO RECIP. + SUELO SECO.	827.0	839.5
PESO RECIPIENTE	158.3	175.4
PESO DEL AGUA	18.0	22.5
PESO SUELO SECO	668.7	664.1
HUMEDAD	2.7	3.4

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 14

Granulometría del agregado fino

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
N°8	2.380	204.5	9.57	9.57	90.43
N°16	1.190	459.5	21.49	31.06	68.94
N°30	0.590	656.5	30.71	61.76	38.24
N°50	0.297	508.0	23.76	85.52	14.48
N°100	0.149	179.5	8.40	93.92	6.08
N°200	0.074	46.5	2.17	96.09	3.91
PLATO		83.5	3.91	100.00	0.00
TOTAL		2138.0	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

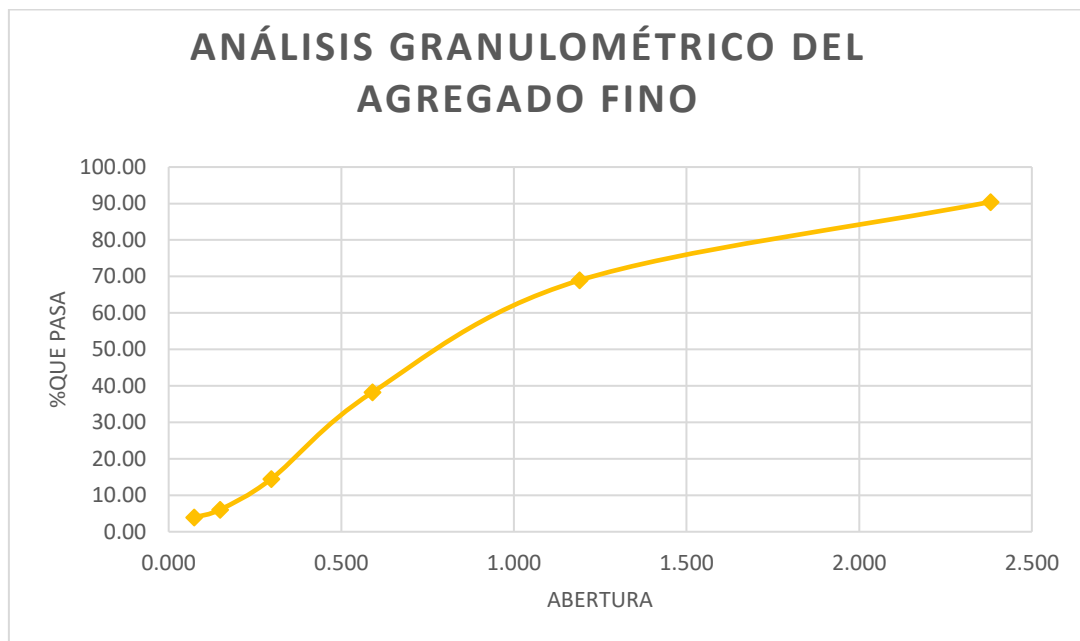


FIGURA 2 Granulometría del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 15

Granulometría del agregado grueso

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
3/4"	19.050	2878.0	32.20	32.20	67.80
1/2"	12.500	4638.0	51.88	84.08	15.92
3/8"	9.500	1025.0	11.47	95.55	4.45
N°4	4.750	380.0	4.25	99.80	0.20
N°8	2.380	18.0	0.20	100.00	0.00
PLATO		0.0	0.00		0.00
TOTAL		8939.0	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

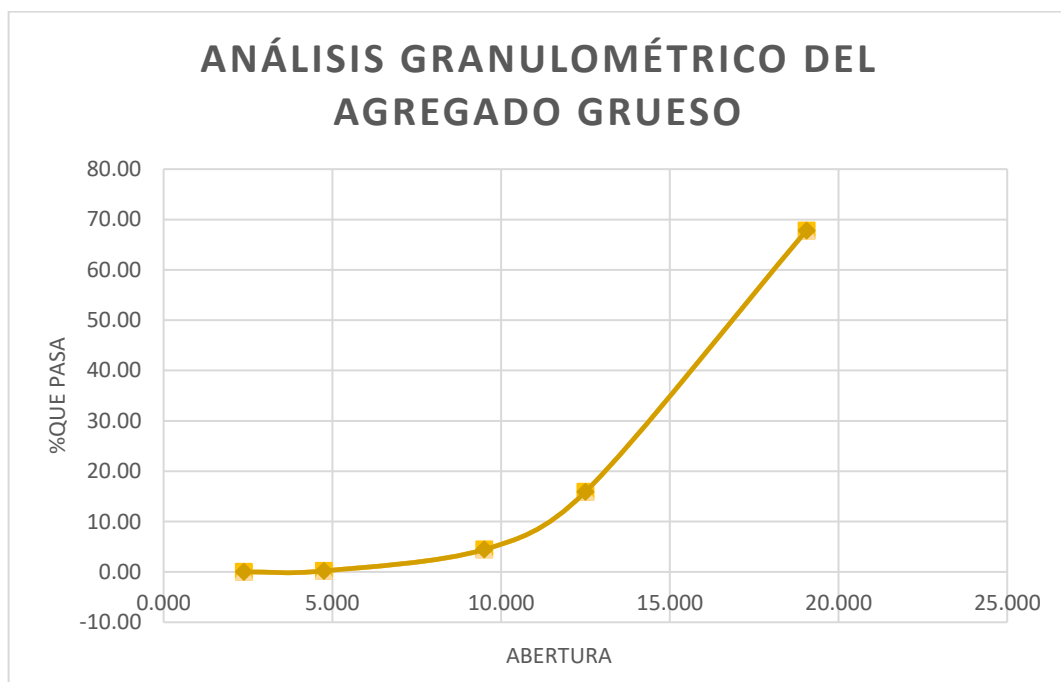


FIGURA 3 Granulometría del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.



TABLA 16

Granulometría del agregado reciclado

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
3/4"	19.050	1868.5	17.46	17.46	82.54
1/2"	12.500	4163.0	38.90	56.36	43.64
3/8"	9.500	1686.5	15.76	72.11	27.89
Nº4	4.750	2464.5	23.03	95.14	4.86
Nº8	2.380	520.0	4.86	100.00	0.00
PLATO		0.0	0.00		0.00
TOTAL		10702.5	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

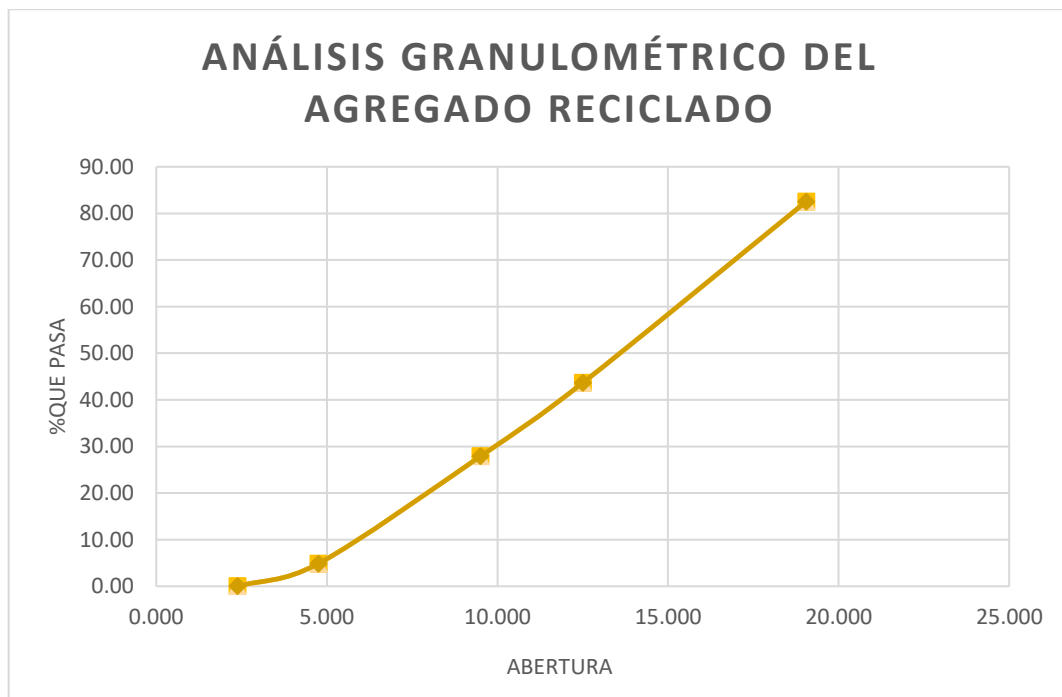


FIGURA 4 Granulometría del agregado reciclado

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 17

Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	21
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	300.0
PESO FRASCO +H2O	670.7

PESO DE FRASCO +H2O	970.7
PESO DEL MAT. +H2O EN EL FRASCO	855.9
VOL. MASA + VOL.DE VACIO	114.8
PESO DEL MAT. SECO EN ESTUFA (105°C)	296.3
VOL. DE MASA	424.8
PE BULK (BASE SECA)	2.581
PE BULK (BASE SATURADA)	2.613
PE APARENTE (BASE SECA)	0.698
% DE ABSORCION	1.30

*Fuente:* Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 18

Gravedad Específica Y Absorción Agregado grueso (Según Norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	13	8	10
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	951.0	1004.0	1004.0
PESO MAT.SAT.SECA(EN AGUA)	599.5	613.3	634.5
VOL.DE MASAS/VOL.DE VACIOS	351.5	390.7	369.5
PESO MAT.SECA EN ESTUFA (105°C)	942.0	997.0	1000.5
VOL. MASA	342.5	383.7	366.0
PE BULK (BASE SECA)	2.68	2.55	2.71
PE BULK(BASE SATURADA)	2.71	2.57	2.72
PE APARENTE (BASE SECA)	2.75	2.60	2.73
% DE ABSORCION	0.96	0.70	0.35

*Fuente:* Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 19

Gravedad Específica Y Absorción Agregado reciclado (Según Norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	21	28	42
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	965.0	951.0	924.5
PESO MAT.SAT.SECA(EN AGUA)	467.0	457.5	446.0
VOL.DE MASAS/VOL.DE VACIOS	498.0	493.5	478.5
PESO MAT.SECA EN ESTUFA (105°C)	921.5	908.5	884.0
VOL. MASA	454.5	451.0	438.0
PE BULK (BASE SECA)	1.85	1.84	1.85
PE BULK(BASE SATURADA)	1.94	1.93	1.93
PE APARENTE (BASE SECA)	2.03	2.01	2.02
% DE ABSORCION	4.72	4.68	4.58

*Fuente:* Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 20

Peso Unitario compactado Del Agregado Fino

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE		7710.0	695.0	7695.0	8060.0	8070.0	8075.0
PESO DEL MOLDE		3420.0	420.0	3420.0	3420.0	3420.0	3420.0
PESO DEL MATERIAL		4290.0	275.0	4275.0	4640.0	4650.0	4655.0
VOLUMEN DEL MOLDE		2776.0	776.0	2776.0	2776.0	2776.0	2776.0
PESO UNITARIO		1.545	.540	1.540	1.671	1.680	1.680
PESO UNITARIO PROMEDIO			1.542			1.674	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 21

Peso Unitario compactado Del Agregado grueso

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE		7920.0	7925.0	7919.0	8070.0	8072.0	8078.0
PESO DEL MOLDE		3420.0	3420.0	3420.0	3420.0	3420.0	3420.0
PESO DEL MATERIAL		4500.0	4505.0	4499.0	4650.0	4652.0	4658.0
VOLUMEN DEL MOLDE		2776.0	2776.0	2776.0	2776.0	2776.0	2776.0
PESO UNITARIO		1.621	1.623	1.621	1.675	1.676	1.678
PESO UNITARIO PROMEDIO			1.622			1.676	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 22

Peso Unitario compactado Del Agregado reciclado

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
MUESTRA N°		1	2	3	1	3	

PESO MATERIAL + MOLDE	6850.0	6865.0	6770.0	7195.0	7210.0	7210.0
PESO DEL MOLDE	3420.0	3420.0	3420.0	3420.0	3420.0	3420.0
PESO MATERIAL DEL	3430.0	3445.0	3350.0	3775.0	3790.0	3790.0
VOLUMEN MOLDE DEL	2776.0	2776.0	2776.0	2776.0	2776.0	2776.0
PESO UNITARIO	1.236	1.241	1.207	1.360	1.365	1.365
PESO UNITARIO PROMEDIO		1.228			1.363	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Para elaborar los especímenes de mortero patrón y experimental se realizarán en cuatro tandas para obtener las 36 muestras de concreto para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

Determinación de la fluidez del concreto.

Para determinar la fluidez del concreto se realizó en base a la NTP 334.057:2011 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland.

Para el concreto se utilizará cemento Portland, con una relación A/C=0.68, 0.67 y 0.66

Dosificación de materiales

TABLA 23

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto patrón.

Descripción	cemento (kg)	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
Patrón (3und.)	5.787	3.990	14.958	20.265
Patrón (6und.)	11.574	7.980	29.916	40.530
Patrón (9und.)	17.361	11.970	44.874	60.795

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 24

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 10% de agregado reciclado.

Descripción	cemento (kg)	Ag. reciclado 10%	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
-------------	-----------------	----------------------	--------------	---------------	-----------------

Patrón (3und.)	5.787	1.959	4.479	15.144	17.631
Patrón (6und.)	11.574	3.918	8.958	30.288	35.262
Patrón (9und.)	17.361	5.877	13.437	45.432	52.893

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 25

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 30% de agregado reciclado.

Descripción	cemento	Ag. reciclado	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
	(kg)	30%			
Patrón (3und.)	5.787	5.682	4.983	15.294	13.254
Patrón (6und.)	11.574	11.364	9.966	30.588	26.508
Patrón (9und.)	17.361	17.046	14.949	45.882	39.762

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 26

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 50% de agregado reciclado.

Descripción	cemento	Ag. reciclado	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
	(kg)	50%			
Patrón (3und.)	5.787	9.468	5.178	15.099	9.468
Patrón (6und.)	11.574	18.936	10.356	30.198	18.936
Patrón (9und.)	17.361	28.404	15.534	45.297	28.404

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 27

Proporción total De Materiales Utilizados para las 36 probetas.

Descripción	cemento	Ag. reciclado	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
	(kg)	(kg)			
muestra	69.444	51.327	55.890	181.485	181.854

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

## RELACION AGUA CEMENTO

$$\text{Relación agua/cemento} = \frac{\text{PATRÓN } 196.630}{300} = 0.655 = 0.66$$

EXPERIMENTAL 10%

$$\text{Relación agua/cemento} = \frac{198.280}{300} = 0.661 = 0.66$$

EXPERIMENTAL 30%

$$\text{Relación agua/cemento} = \frac{200.660}{300} = 0.669 = 0.67$$

EXPERIMENTAL 50%

$$\text{Relación agua/cemento} = \frac{203.500}{300} = 0.678 = 0.68$$

## Ensayos De Compresión

Patrón

TABLA 28

Ensayos de Compresión Patrón 7 días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
PATRÓN 7D (P1)	176.71	28142	159.255	75.836
PATRÓN 7D (P2)	176.71	28751	162.702	77.477
PATRÓN 7D (P3)	176.71	29788	168.570	80.271
<i>Promedio</i>			163.509	77.861

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 29

Ensayos de Compresión Patrón 14 días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
PATRÓN 14D (P1)	176.71	31057	175.751	83.691
PATRÓN 14D (P2)	176.71	31275	176.985	84.279
PATRÓN 14D (P3)	176.71	30007	169.809	80.862
<i>Promedio</i>			174.182	82.944

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 30

Ensayos de Compresión Patrón 28 días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
PATRÓN 28D (P1)	176.71	37221	210.633	100.302
PATRÓN 28D (P2)	176.71	37079	209.830	99.919
PATRÓN 28D (P3)	176.71	38007	215.081	102.420
<i>Promedio</i>			211.848	100.880

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

**EXPERIMENTAL 10%**

TABLA 31

Ensayos de Compresión Experimental 10% de 7 días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
10% 7D (P1)	176.71	29007	164.150	78.167
10% 7D (P2)	176.71	30049	170.047	80.975
10% 7D (P3)	176.71	29176	165.107	78.622
<i>Promedio</i>			166.435	79.255

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 32

Ensayos de Compresión Experimental 10% de 14 días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
10% 14D (P1)	176.71	32015	181.173	86.273
10% 14D (P2)	176.71	31231	176.736	84.160
10% 14D (P3)	176.71	32065	181.455	86.407
<i>Promedio</i>			179.788	85.613

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 33

Ensayos de Compresión Experimental 10% de 28 días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
10% 28D (P1)	176.71	39024	220.836	105.160

10% 28D (P2)	176.71	40724	230.457	109.741
10% 28D (P3)	176.71	40721	230.440	109.733
<i>Promedio</i>			227.244	108.212

*Fuente:* Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP

### EXPERIMENTAL 30%

TABLA 34

Ensayos de Compresión Experimental 30% de 7días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
30% 7D (P1)	176.71	32291	182.734	87.016
30% 7D (P2)	176.71	32057	181.410	86.386
30% 7D (P3)	176.71	31312	177.194	84.378
<i>Promedio</i>			180.446	85.927

*Fuente:* Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 35

Ensayos de Compresión Experimental 30% de 14días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
30% 14D (P1)	176.71	36025	203.865	97.079
30% 14D (P2)	176.71	35205	199.225	94.869
30% 14D (P3)	176.71	36522	206.678	98.418
<i>Promedio</i>			203.256	96.788

*Fuente:* Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 36

Ensayos de Compresión Experimental 30% de 28días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
30% 28D (P1)	176.71	43340	245.261	116.791
30% 28D (P2)	176.71	42500	240.507	114.527
30% 28D (P3)	176.71	43620	246.845	117.545
<i>Promedio</i>			244.204	116.288

*Fuente:* Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

### EXPERIMENTAL 50%



TABLA 37

Ensayos de Compresión Experimental 50% de 7días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
50% 7D (P1)	176.71	30221	171.020	81.438
50% 7D (P2)	176.71	31079	175.876	83.750
50% 7D (P3)	176.71	30007	169.809	80.862
<i>Promedio</i>			172.235	82.017

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 38

Ensayos de Compresión Experimental 50% de 14días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
50% 14D (P1)	176.71	36052	204.018	97.151
50% 14D (P2)	176.71	35999	203.718	97.009
50% 14D (P3)	176.71	35111	198.693	94.616
<i>Promedio</i>			202.143	96.259

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 39

Ensayos de Compresión Experimental 50% de 28días

Descripción	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Fuerza (kg- cm <sup>2</sup> )	FC= (kg/cm <sup>2</sup> )	FC en %
50% 28D (P1)	176.71	40752	230.615	109.817
50% 28D (P2)	176.71	41895	237.083	112.897
50% 28D (P3)	176.71	40925	231.594	110.283
<i>Promedio</i>			233.098	110.999

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

### Resultados Finales

TABLA 40

Resultados Finales de los Ensayos de Compresión

Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )				
Días	Patrón	Experimental 10%	Experimental 30%	Experimental 50%
7	163.50	166.43	180.44	172.23
14	174.18	179.78	203.25	190.82
28	211.84	227.24	244.20	233.09

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según concreto patrón.

TABLA 41

Ensayos de Compresión Patrón en Porcentajes.

Días	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Patrón
7	163.500	77.86%
14	174.18	82.94%
28	211.84	100.88%

*Fuente:* Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

De los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio que supera un 70% en los primeros 7 días. Así mismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 días superaron el promedio del 80% y a los 28 días se obtuvo una resistencia de 244.20Kg/cm<sup>2</sup>.

Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según concreto experimentales

TABLA 42

Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes

Días	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )					
	Experimental 10%		Experimental 30%		Experimental 50%	
7	166.43	79.25%	180.44	85.92%	172.23	82.01%
14	179.78	85.61%	203.25	96.79%	190.82	90.87%
28	227.24	108.21%	244.20	116.28%	233.09	111.00%

*Fuente:* Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

Según apreciamos con los resultados obtenidos, podemos concluir que con el material sustituido con el 30% las resistencias iniciales son superiores en cuanto a comparación al patrón.

También se puede apreciar que, a partir de los 7 días, las tres sustituciones logran superar la resistencia patrón, ocurriendo lo mismo en 28 días.

Ensayos de compresión (kg/cm<sup>2</sup>) de concreto patrón y experimentales con 10%, 30% y 50 % de sustitución a los 7 días de edad.

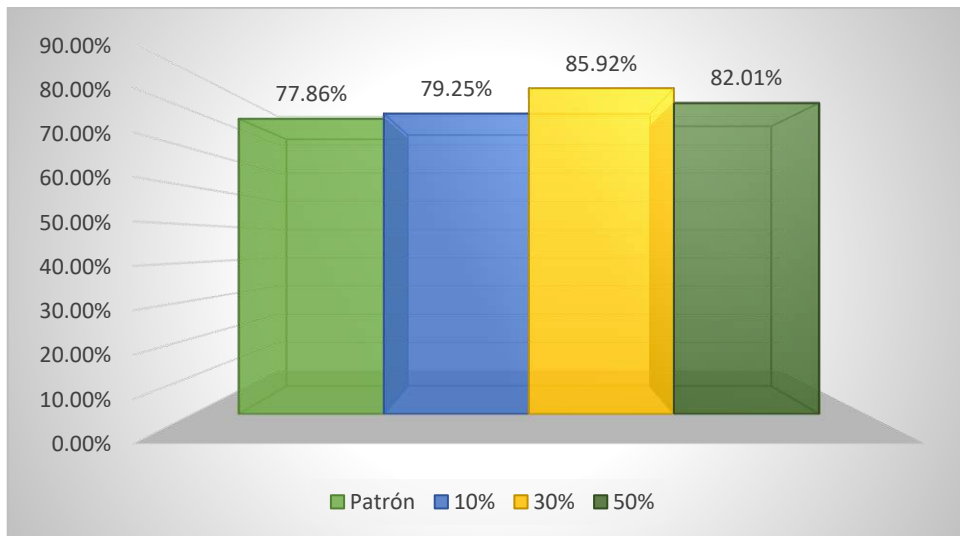


Figura 5: Resistencia a la Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) a los 7 días  
 Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – USP

Ensayos de compresión (kg/cm<sup>2</sup>) de concreto patrón y experimentales con 10%, 30% y 50 % de sustitución a los 14 días de edad.

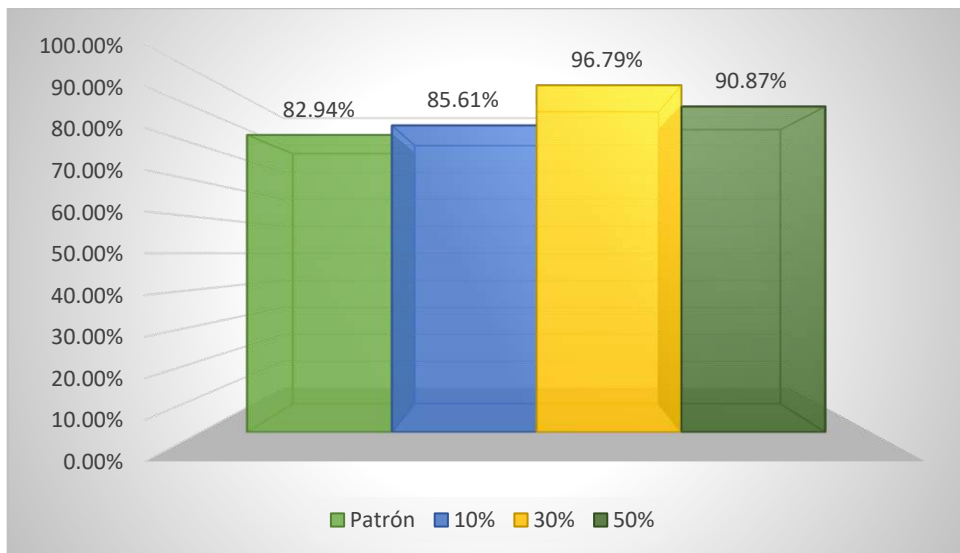


Figura 6: Resistencia a la Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) a los 14 días  
 Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – USP

Ensayos de compresión (kg/cm<sup>2</sup>) de concreto patrón y experimentales con 10%, 30%, 50 % de sustitución a los 28 días de edad.

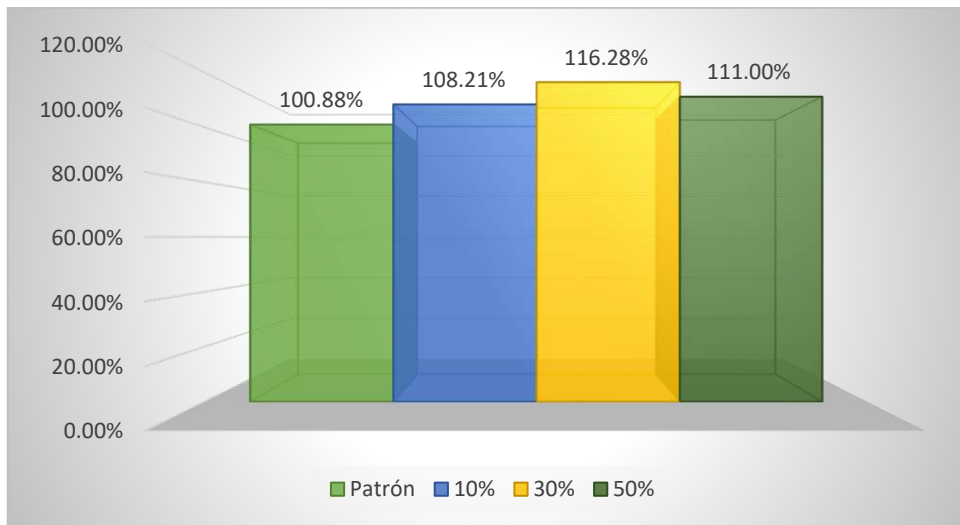


Figura 7: Resistencia a la Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días  
 Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – USP

TABLA 43

Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes

Días	Resistencia (%)			
	Patrón	Experimental 10%	Experimental 30%	Experimental 50%
7	83.25%	85.54%	91.31%	88.30%
14	90.13%	93.70%	100.11%	96.26%
28	103.57%	110.01%	113.59%	107.48%

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

En la Tabla 43 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los especímenes de concreto son mayores a los 28 días de curado.

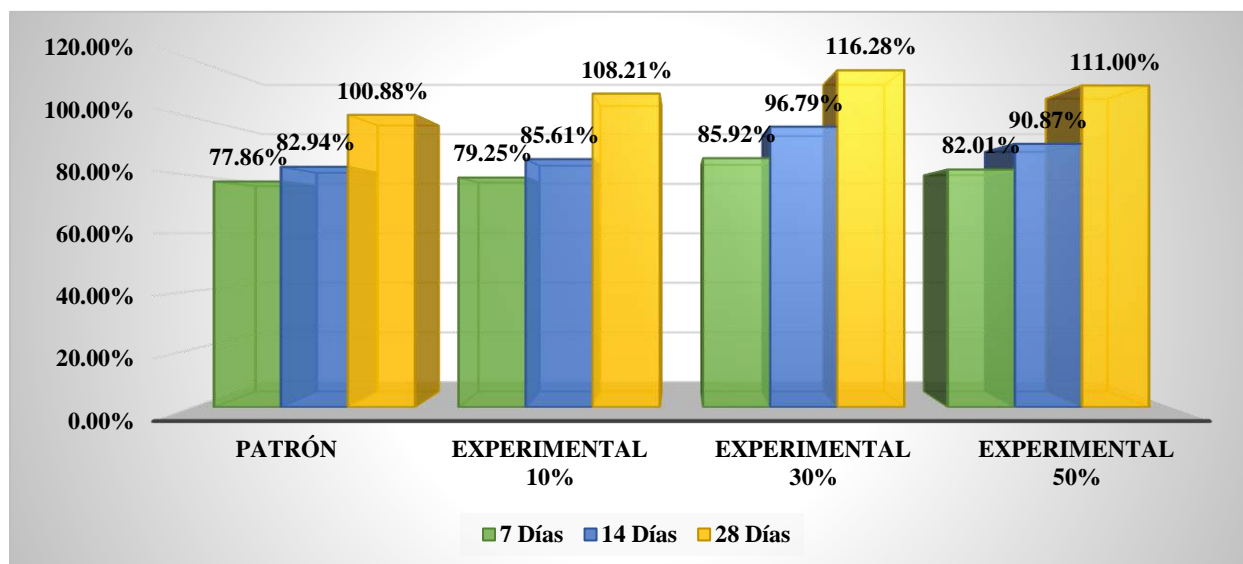


Figura 8: Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – USP

TABLA 44

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Días de curado	7272,32112	2	3636,16056	234,190404	<b>0,000002336</b>	5,14325285
Sustitución	1114,54487	3	371,514956	23,9277766	<b>0,000974514</b>	4,757062663
Error	93,1590833	6	15,5265139			
Total	8480,02507	11				

Fuente: Resultados de las Pruebas de Hipótesis con el excel

En la tabla 44 se puede visualizar que el Probabilidad > 0.05 (  $p=0.000002336$ ,  $p > 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm2 logradas en las probetas de concreto, según porcentaje de agregado reciclado (10%, 20% y, 30%) son diferentes. Es decir, si existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-value} < \alpha$  ( $0.000 < 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencias de los día de curado.

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

En la relación con antecedentes, lo siguiente:

Jordan, J. y Viera, N. (2014) conoció los procesos de variación del comportamiento estructural del concreto, elaborados con diferentes porcentajes de agregados gruesos reciclados, para su respectiva utilización, determinando las resistencias a la compresión. Lo cual se pudo apreciar que el testigo patrón sobrepasó el porcentaje de

resistencia estándar requerida a los 7, 14 y 28 días, por lo tanto es una muestra patrón aceptable, en comparación con el testigo trabajado con agregado reciclado AR=25%. El testigo a base de agregado de concreto reciclado muestra una resistencia a los 7, 14 y 28 días por debajo del testigo patrón, pero siempre más arriba que el porcentaje de resistencia estándar, también, El testigo a base de agregado de concreto reciclado al 50% muestra una resistencia a los 7, 14 días por debajo del testigo patrón, pero siempre más arriba que el porcentaje de resistencia estándar. A comparación del testigo a base de agregado de concreto reciclado muestra una resistencia a los 28 días por encima del testigo patrón y del porcentaje de resistencia estándar, El testigo a base de agregado de concreto reciclado al 100% muestra una resistencia a los 7, 14 y 28 días por debajo del testigo patrón, pero siempre superior que el porcentaje de resistencia estándar.

Si comparamos con respecto a mi estudio se puede apreciar que el testigo patrón sobrepasa el porcentaje de resistencia estándar requerida a los 7, 14 y 28 días, y en comparación con el testigo experimental del 10% se muestra una resistencia a los 7, 14 y 28 días por encima del testigo patrón, también con el testigo experimental del 30% y experimental del 50% ocurre lo mismo siempre la resistencia está por encima del testigo patrón, en el curado de los 28 días el experimental del 30% tiene la mayor resistencia que los demás testigos.

De los ensayos realizados, se puede mencionar:

En las tablas N°18, 19, 21 y 22 se puede observar que el agregado reciclado tiene menor peso unitario en comparación con el agregado grueso, también tiene mayor porcentaje de absorción, se puede decir que por esta razón es que con la sustitución del 50% de agregado reciclado tiene una disminución de resistencia ya de acuerdo al peso unitario el agregado reciclado tiene mayor porosidad lo cual esto conlleva a tener menor resistencia.

En la tabla N° 9, se puede observar los resultados de Fluorescencia De Rayos X del agregado reciclado. Dentro de sus componentes químicos más importantes a los óxidos de silicio en 43.432%, aluminio en 10.274%, calcio (Cao) en 22.835%, Óxido de Hierro ( $Fe_2O_3$ ) en 3.054% estos valores permiten estimar la actividad puzolánica de este material bajo el estándar de la ASTM, el cual menciona que la suma de los óxidos de silicio, aluminio, calcio y hierro deben superar el 70% para que un material pueda considerarse como un material puzolánico, en este caso la suma porcentuales de los óxidos 79.595% el criterio de puzolanidad ya mencionado, es decir el proceso realizado para la activación del material ha permitido obtener un material de gran reactividad puzolánica que al combinarse con los óxidos activados de calcio presentes en el cemento originarían un material cementante.

En la tabla N° 10 se muestra el PH de los materiales utilizados como agregado reciclado con un valor de 11.40, agregado grueso con 8.90, las combinaciones de 10% de sustitución con 10.91, 30% con 10.73 de PH y 50% con 10.56, observando los valores extremadamente alcalinos que permitirán la reacción con el cemento para poder alcanzar las resistencias óptimas deseables, ya que debemos tener en cuenta que la activación alcalina de materiales silicoaluminosos con disoluciones fuertemente alcalinas tras un corto periodo de curado permiten obtener un material con buenas propiedades cementantes. Según el manual de inspecciones técnicas de edificios el cemento portland tiene un PH entre 12,6 a 14, las muestras obtenidas del PH del material aglomerante a utilizar permanecen en este rango, lo cual es favorable al mantener un material extremadamente alcalino lo que ayudará a mejorar la resistencia del concreto.

En la figura N°8 ,se observa cómo va aumentando la resistencia del patrón y los experimentales de acuerdo a los días de curado, el patrón tiene un aumento de 16.3% respecto a los 14 días y un 17.94 % con los 28 días, el experimental del 10% de sustitución tiene un aumento de 6.36% con los 14 días, de la misma manera un 22.6% con los 28 días, también el experimental del 30% y 50% tienen un aumento de 10.87% , 8.86% respectivamente a los 14 días, un 19.49% y 20.13% de aumento a los 28 días respectivamente.



En las sustituciones podemos observar la presencia de silicato tricálcico se pone de manifiesto al observar una gran velocidad de hidratación, con favorables características hidráulicas, produciéndose un rápido endurecimiento que contribuye en forma esencial en las resistencias iniciales en la sustitución de 10% y 50%, en el caso de la sustitución del 30% la presencia de silicatos dicálcico se pone de manifiesto en cuanto a la velocidad de hidratación, fraguado y endurecimiento es más lento logrando alcanzar resistencias superiores a partir de 7 días y obteniendo el máximo valor a los 28 días, esto se produce por las reacciones de materiales puzolánicos, en este caso se produce una rotura del enlace SiO y AlO de la puzolana por efecto de los iones OH- producidos en la hidratación del cemento y la reacción de los iones silicato y aluminato en la disolución.

En la tabla N° 42, Ensayos de Compresión del concreto patrón y experimentales en Porcentajes, se observa como incrementa la resistencia a medida que los días de curado son mayores, alcanzando la mayor resistencia con la sustitución del 30% (116.28% a 28 días) en las diferentes edades, con el 10% alcanzando una resistencia de (108.21% a 28 días) y con el 50 % alcanzando una resistencia de (111.00% a 28 días), finalmente el concreto patrón alcanzo una resistencia de (100.88% a 28 días).

De la tabla N° 44, podemos decir que estadísticamente por el ensayo de ANOVA las Sustituciones al 10%, 30% y 50% son diferentes. Es decir, si existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto lo cual nos indicaría que si se cumple con la hipótesis planteada ya que si aumentaría su resistencia de acuerdo a los experimentales (10%, 30% y 50%),

## **CONCLUSIONES**

En la presente investigación llego a las siguientes conclusiones:

El agregado reciclado tiene mayor porcentaje de absorción y contenido de humedad con relación al agregado grueso ya que es un material compuesto y son extremadamente alcalinas resultando mayor a la del agregado grueso, obteniendo las combinaciones del 10%, 30% y 50% valores de 10.91, 10.73 y 10.56.

La composición química del agregado reciclado, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 82.963% de componentes puzolánicos y llegando a pasar el 70% para que el material sea realmente puzolanico (Norma ASTM C-168) siendo estos Dióxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) 43.432%, Dióxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 10.274%, óxido de Calcio (Cao) 22.835%.

La relación agua cemento para el patrón, sustitución del 10%, 30% y 50%, fueron A/C = 0.66, 0.67 y 0.68, respectivamente, siendo el factor más importante en el diseño de mezclas del concreto, se tomó en cuenta el tamaño máximo nominal y tipo de agregado.

El concreto experimental que más resistencia tuvo a los 28 días, fue el de la sustitución del 30% de agregado de concreto reciclado, también teniendo presente la compresión ascendente y homogénea.

Así mismo la resistencia a la compresión obtenida del concreto patrón y experimentales del 10%, 30% y 50% a los 28 días fueron: 211.84 Kg/cm<sup>2</sup>, 227.24 Kg/cm<sup>2</sup>, 244.20 Kg/cm<sup>2</sup> y 233.09 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

## **RECOMENDACIONES**

La utilización de materiales provenientes del reciclaje en proyecto como este, debido a que favorecería a la disminución en la explotación de materias no renovables.

Al momento del curado para mantener al concreto en una solución alcalina, mantenerlo en una solución saturada de hidróxido de calcio (cal).

Para comprobar si el material sigue ganando resistencia, se debe alargar las edades de curado en 60, 120 y 180 días, para así poder tener una mejor visión sobre la resistencia.

Utilizar otros porcentajes de la sustitución de agregado grueso por agregado reciclado por ejemplo 40% y 45% para así tener un panorama más amplio en el estudio de este material y optimizar su porcentaje de sustentación.

El uso de concreto con una proporción del 30% de agregado de concreto reciclado y una resistencia a la compresión de  $f_c=210\text{Kg/cm}^2$ , puede ser utilizados en concretos estructurales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios y a la vida, por haberme dado la oportunidad de tener personas realmente maravillosas a mi lado y por permitirme culminar la carrera.

A mi incomparable madre por cada consejo, por siempre apoyarme e incondicional, por demostrarme que el respeto, el amor, la humildad, la dedicación son los mejores atributos de una persona. Gracias por existir. Eres la madre que miles de personas quisieran tener.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto, F. (2009). Tecnología del Concreto. 2° Edición. Perú: San Marcos.
- Agreda, G. y Moncada, G. (2015). Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados. Universidad Católica de Colombia, Bogotá-Colombia.
- ASTM C-127.(2004). Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino. Recuperado de <https://es.slideshare.net/Jayagupta286/astm-c127>.
- ASTM C 136-06. (2005). Análisis granulométrico del agregado fino según los requisitos físicos de gradación. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/276047132/ASTM-C-136-06-pdf>
- ASTM C 150. (2015). Especificación Normalizada para Cemento Portland. Recuperado de <https://es.slideshare.net/LuisCM3/astm-c150>
- ASTM C 29. (1997). Método de Prueba Estándar para Densidad de masa (“Peso Unitario”) y vacíos en Agregado. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/144753885/ASTM-C29-pdf>
- ASTM C 670. (2005). Práctica estándar para preparar las declaraciones de precisión y en los métodos de ensayo de materiales de construcción. Recuperado de <http://www.ebay.com/itm/ASTM-C-670-Preparing->
- ASTM D-2216. (2010). Contenido De Humedad Agregado Fino. Recuperado de <https://prezi.com/uhr7gilisqrg/contenido-de-humedad-astm-d2216/>
- Bojacá, N. (2013). Propiedades Mecánicas y de Durabilidad de concretos con agregado reciclado. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá-Colombia.
- Corral, S., Rea, M, Neri, J., Gómez, J., Almaral, J., Casterona, A. MArtínez, F. y Almeraya, C. (2011). Velocidad de carbonatación y acero de refuerzo Corrosión de hormigón con Agg de Concreto Reciclado regatas y suplementario Materiales de cementación. Universidad Autónoma de Sinaloa-México.
- Cortina,R. (2007). Guía para el manejo de residuos sólidos generados en la industria de la construcción. Cholula, Puebla-México.

- Díaz, L. (2001) "El Manejo de Residuos de Construcción y Demolición"[en línea].  
CEPIS / OPS. Recuperado de  
<http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/residuos/resicons.html>.
- Jordan, J. y Viera, N. (2014). Estudio de la Resistencia del Concreto, Utilizando como agregado el concreto reciclado en obra. Universidad del Santa, Facultad de Ingeniería, Chimbote-Perú.
- Laverde, J. (2014) Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá-Colombia.
- León, L. & Vásquez, A. (2012). Estudio del surgimiento y desarrollo de los morteros en la construcción. Cuba: Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"  
Recuperado de: <http://www.empai-matanzas.co.cu/revista/Vol.8.pdf>
- Montilla, K., Porto, E., Romero, G. Zarate, Y. & Vilora, A. (2016) Análisis del concreto con agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años. Instituto Universitario Politécnico "Santiago Marino", Mérida-Venezuela. Recuperado de  
[https://issuu.com/german16/docs/proyecto\\_de\\_investigacion.docx](https://issuu.com/german16/docs/proyecto_de_investigacion.docx)
- Natalani, M. B, Klees, D. R. y Tirner, J (2000). Reciclaje y reutilización de materiales residuales de construcción y demolición. Chaco-Argentina.
- Neville, A. M. (1999). Tecnología del Concreto, México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- NTP 339.051 (2013). Propiedades del concreto de cemento-arena con dosificaciones. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/283562490/Normas-Tecnicas-Peruanas-Cemento>.
- NTP 339.088. (2004). Requisitos de calidad del agua para el concreto. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/kiaramirellaporrascrisostomo/ntp-339088>
- NTP 400.011. (2008). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones. Recuperado de <https://edoc.site/ntp-400011-2008-pdf-free.html>

NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Recuperado de: [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma\\_tecnica\\_peruana\\_dos.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf)

NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Rivera, G (2011). Concreto Simple, Colombia: Universidad del cauca.

Rivera, T. (2014), Concreto. Recuperado de [https://es.slideshare.net/tahinariveraquio/concreto-y-sus-propiedades\\_](https://es.slideshare.net/tahinariveraquio/concreto-y-sus-propiedades_)

Sotil, L y Zegarra, J. (2015). Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con agregado reciclado aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú.

Tafur, Y (2015) Estudio del comportamiento físico-mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-Perú.

## ANEXOS Y APÉNDICE



Foto 1: Recolección del agregado reciclado de una pista.



Foto 2: Recolección de agregado reciclado en probetas.





Foto 3: Agregado reciclado ya convertido en piedra chancada.



Foto 4: Adquisición de los agregados a utilizar.

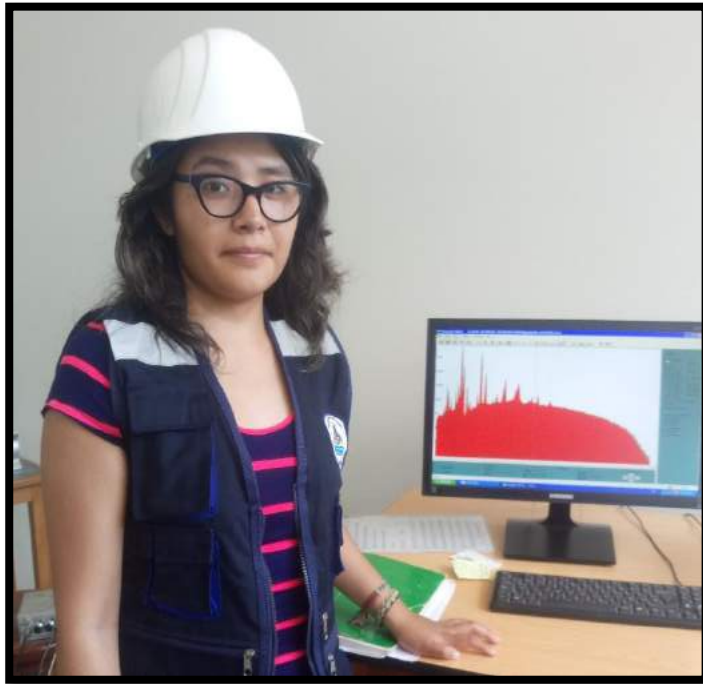


Foto 5: Muestra del exposímetro del ensayo de FRX.



Foto 6: Pesado del agregado grueso para hallar el contenido de humedad.



Foto 7: Pesado del agregado fino para hallar el contenido de humedad.



Foto 8: Muestra de los materiales que serán utilizados.



Foto 9: Tamizado del agregado grueso.



Foto 10: Tamizado del agregado reciclado.



Foto 11: El agregado fino ya introducido en la viola.



Foto 12: Pesado del agregado grueso para hallar la gravedad específica



Foto 13: Nivelado de la arena con el molde para ser pesado



Foto 14: llenado del molde con agregado grueso para hallar el peso suelto



Foto 15: Elaboración de probetas



Foto 16: Elaboración de probetas



Foto 17: Desencofrado de probetas



Foto 18: Rotura de las probetas a los 7 días de curado.





Foto 19: Alistando una de las probetas para ponerlo en la máquina de compresión.



Foto 20: Rotura de las probetas a los 14 días.



Foto 21: Rotura de las probetas a los 14 días.



Foto 22: Rotura de las probetas a los 28 días.



Foto 23: Rotura de las probetas a los 28 días.



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°10-LAQ/2018**

**Análisis de una muestra de agregado reciclado por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de una muestra de agregado reciclado a pedido de la Srta. **Huamán Mendoza, Gabriela Nieves**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia de Concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  Sustitución Agregado Grueso en 10%, 30%, y 50% por Material Reciclado, Huaraz”**

La muestra está en forma de grano grueso de color plomo.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu\text{A}$ . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 5380 cts/s. La muestra recibida se pasó por un tamiz de 2 mm para separar el grano grueso; una porción del restante se molió en un mortero de ágata.

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico  $Z$  igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de  $Z$  y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ( $Z=12$ ) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

---

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

**Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de agregado reciclado. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía de los rayos-X característicos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de agregado grueso en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.274	12.383
SiO <sub>2</sub>	43.432	52.351
SO <sub>2</sub>	1.144	1.379
ClO <sub>2</sub>	0.125	0.154
K <sub>2</sub> O	0.078	0.853
CaO	22.835	27.524
TiO <sub>2</sub>	0.355	0.428
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.016	0.019
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004	0.005
MnO	0.050	0.061
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.054	3.681
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.005	0.006
CuO	0.005	0.006
ZnO	0.020	0.024
SrO	0.030	0.036
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.004
ZrO <sub>2</sub>	0.014	0.016
Totales	82.963	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg, que esta técnica no puede detectar, o diferentes que óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Archeometría**

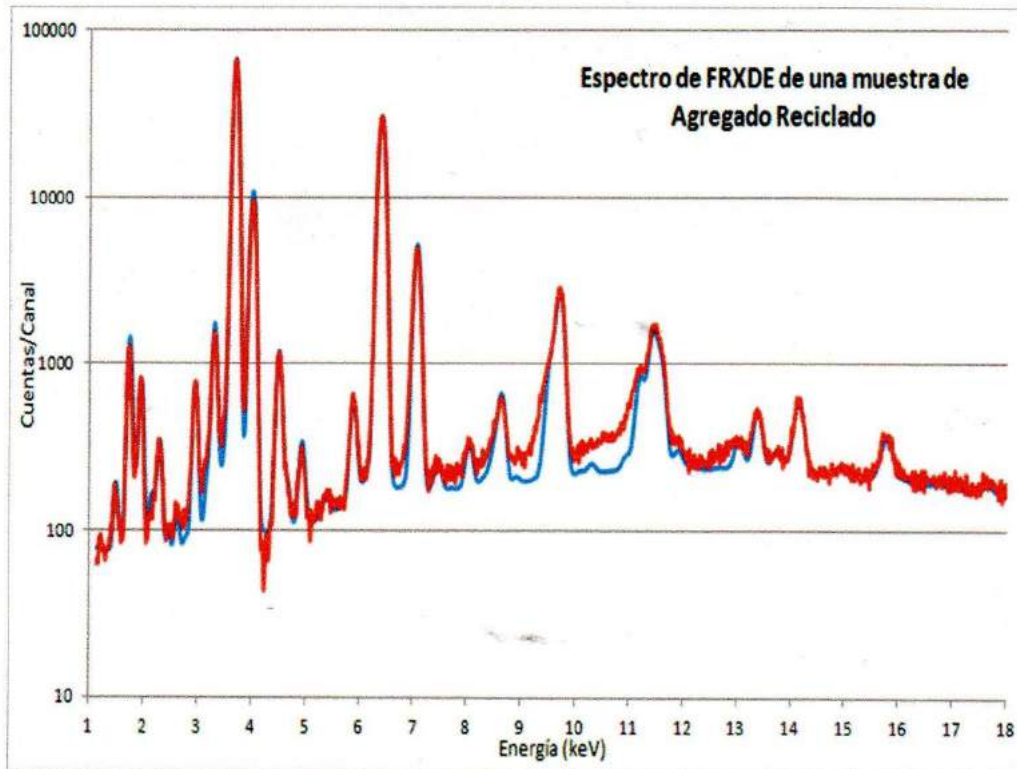


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de agregado reciclado en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:  
Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Archeometría



Lima, 05 de febrero del 2018



## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia de Concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , Sustituyendo Agregado Grueso en 10 %, 30 % y 50 % por Material Reciclado, Huaraz"

TESISTA : Huamán Mendoza Gabriela Nieves -tesista

MUESTRA : Agregado Grueso

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 30-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31-01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 31-01-18

Muestra N°	pH
Agregado Grueso	8.90

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como fuertemente alcalina

Huaraz, 31 de Enero del 2018.

Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS





## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia de Concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , Sustituyendo Agregado Grueso en 10 %, 30 % y 50 % por Material Reciclado, Huaraz"

TESISTA : Huamán Mendoza Gabriela Nieves -tesista

MUESTRA : Material Reciclado

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 30-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31-01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 31-01-18

Muestra N°	pH
Material Reciclado	11.04

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de Enero del 2018.





## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia de Concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz”

**TESISTA** : Huamán Mendoza Gabriela Nieves -tesista

**MUESTRA** : Agregado grueso + 10 % de material reciclado

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 30-01-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 31-01-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 31-01-18

Muestra N°	pH
Agregado grueso + 10 % de material reciclado	10.91

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de Enero del 2018.





## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia de Concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , Sustituyendo Agregado Grueso en 10 %, 30 % y 50 % por Material Reciclado, Huaraz"

TESISTA : Huamán Mendoza Gabriela Nieves -tesista

MUESTRA : Agregado grueso + 30 % de material reciclado

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 30-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31-01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 31-01-18

Muestra N°	pH
Agregado grueso + 30 % de material reciclado	10.73

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de Enero del 2018.

  
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia de Concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , Sustituyendo Agregado Grueso en 10 %, 30 % y 50 % por Material Reciclado, Huaraz"

TESISTA : Huamán Mendoza Gabriela Nieves -tesista

MUESTRA : Agregado grueso + 50 % de material reciclado

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 30-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31-01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 31-01-18

Muestra N°	pH
Agregado grueso + 50 % de material reciclado	10.56

### ENSAYOS

#### 1.- Determinación de pH

#### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

#### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de Enero del 2018.





**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
<b>TESIS</b> : " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado Huaraz"					
<b>SOLICITA</b> : Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves					
<b>DISTRITO</b> : HUARAZ			<b>HECHO EN</b> : USP -HUARAZ		
<b>PROVINCIA</b> : HUARAZ			<b>FECHA</b> 25/01/2018		
<b>PROG (KM.)</b> :			<b>ASESOR</b>		
DATOS DE LA MUESTRA					
<b>CALICATA</b> :					
<b>MUESTRA</b> : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO TARMEÑO					
<b>PROF. (m)</b> :					
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		8	10		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1241.0	1325.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1237.5	1320.5		
PESO DE AGUA	(g)	3.50	4.50		
PESO DEL TARRO	(g)	167.30	169.7		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1070.20	1150.8		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.33	0.39		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.36	
AGREGADO FINO					
Nº TARRO		43	8		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	850.5	938.5		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	832.5	919.5		
PESO DE AGUA	(g)	18.00	19.00		
PESO DEL TARRO	(g)	166.60	167.2		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	665.90	752.3		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.70	2.5		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			2.6	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
ENSAYOS DE MATERIALES

*Elizabeth Maza*  
**Ing. Elizabeth Maza Ambrosio**  
CIP: 116544  
JEFE

**ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA**

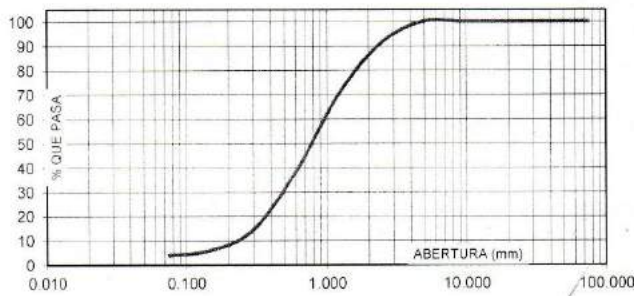
SOLICITA : **Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves**  
 TESIS : " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 25/01/2018 CANTERA : TARMEÑO MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2138
PESO SECO LAVADO	2054.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	83.50

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	204.50	9.57	9.57	90.43
N° 16	1.180	459.50	21.49	31.06	68.94
N° 30	0.600	656.50	30.71	61.76	38.24
N° 50	0.300	508.00	23.76	85.52	14.48
N° 100	0.150	179.50	8.40	93.92	6.08
N° 200	0.075	46.50	2.17	96.09	3.91
PLATO		83.50	3.91	100.00	0.00
TOTAL		2138.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8  
 MODULO DE FINEZA : 2.8  
 HUMEDAD : 2.60%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS +  
 ENSAYOS DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Mazza Ambrosetti  
 CIP: 116544  
 JEFE



**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

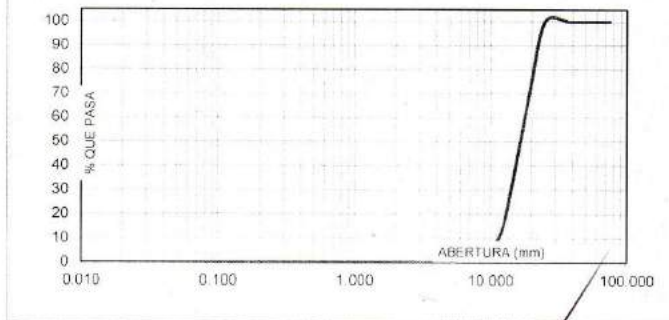
SOLICITA : **Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves**  
 TESIS : " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 25/01/2018 CANTERA : TARMEÑO MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	8939
PESO SECO LAVADO	8939.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	2878.00	32.20	32.20	67.80
1/2"	12.500	4638.00	51.88	84.08	15.92
3/8"	9.500	1026.00	11.47	95.55	4.45
N° 4	4.750	380.00	4.25	99.80	0.20
N° 8	2.360	18.00	0.20	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		8939.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"  
 MODULO DE FINEZA : 7.28  
 HUMEDAD : 0.36%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosini  
 CIP: 116544  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves  
 TESIS : " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TARMEÑO  
 MATERIAL : AGREGADO FINO  
 FECHA : 25/01/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de frasco+ agua  
 C = A + B : Peso frasco + agua +material  
 D : Peso de material+agua en el frasco  
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio  
 F : Peso Material seco en horno  
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) :  $((A-F)/F) \times 100$   
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E  
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300.0		
670.7		
970.7		
855.9		
114.8		
296.3		
-111.1		
1.25		
1.25		

**PROMEDIO**

2.58		
2.61		
-2.67		

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.61		
2.64		
-2.69		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYOS DE MATERIALES

*Elizabeth Maza Ambrosio*  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio,  
 CIP: 116544  
 JEFE





**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves  
 OBRA : " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TARMEÑO  
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO  
 FECHA : 25/01/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)  
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios  
 D : Peso de material seco en el horno  
 E = C - ( A - D ) : Volumen de masa

951.0	1004.0	1004.0
599.5	613.3	634.5
351.5	390.7	369.5
942.0	997.0	1000.5
342.5	383.7	366.0
0.96	0.70	0.35
0.67		

ABSORCION (%) :  $((A-D)/D) \times 100$   
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C  
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO		
2.68	2.55	2.71
2.71	2.57	2.72
2.75	2.60	2.73

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.62
2.64
2.67



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENGAÑOS DE MANUALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves

**TESIS :** " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"

**LUGAR :** HUARAZ

**CANTERA :** TARMEÑO

**MATERIAL :** AGREGADO FINO

**FECHA :** 25/01/2018

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7710	7695	7695
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4290	4275	4275
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1545	1540	1540
<b>Peso unitario prom.</b>	1542 Kg/m <sup>3</sup>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8060	8070	8075
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4640	4650	4655
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1671	1675	1677
<b>Peso unitario prom.</b>	1674 Kg/m <sup>3</sup>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

*Elizabeth Maza Ambrosio*  
**Ing. Elizabeth Maza Ambrosio**  
CNP: 116544  
JEFE



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves

**TESIS :** " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"

**LUGAR :** HUARAZ

**CANTERA :** TARMEÑO

**MATERIAL :** AGREGADO GRUESO

**FECHA :** 25/01/2018

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7920	7925	7919
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4500	4505	4499
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1621	1623	1621
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1622 Kg/m3</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8070	8072	8078
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4650	4652	4658
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1675	1676	1678
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1676 Kg/m3</b>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYOS DE MATERIALES  
  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2. Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado. Huaraz"				
SOLICITA	: <b>Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves</b>				
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN : USP -HUARAZ			
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA 25/01/2018			
PROG. (KM.)	:	ASESOR			
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO RECICLADO				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO RECICLADO					
N° TARRO		11	46		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	845.0	862.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	827.0	839.5		
PESO DE AGUA	(g)	18.00	22.50		
PESO DEL TARRO	(g)	158.30	175.4		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	668.70	664.1		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.69	3.4		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	3.04			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896  
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042  
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

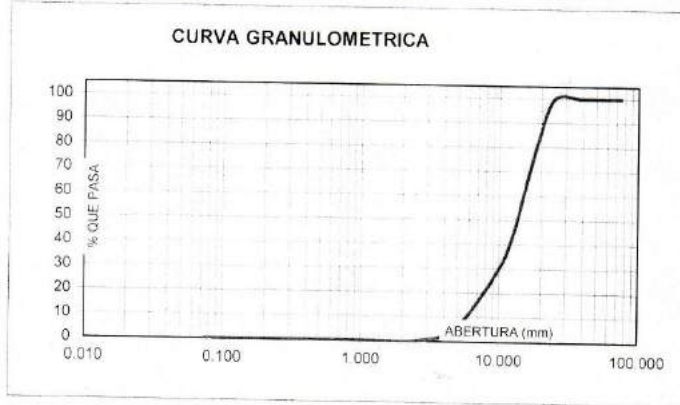
SOLICITA : **Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves**  
 TESIS : " Resistencia del Concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ , Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 25/01/2018 CANTERA : RECICLADO MATERIAL : AGREGADO RECICLADO

PESO SECO INICIAL	10702.5
PESO SECO LAVADO	10702.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	1868.50	17.46	17.46	82.54
1/2"	12.500	4163.00	38.90	56.36	43.64
3/8"	9.500	1886.50	15.76	72.11	27.89
N° 4	4.750	2464.50	23.03	95.14	4.86
N° 8	2.360	520.00	4.86	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		10702.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"  
 MODULO DE FINEZA : 6.85  
 HUMEDAD : 3.04%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosini  
 CIP: 116544  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves  
 OBRA : " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : RECICLADO  
 MATERIAL : AGREGADO RECICLADO  
 FECHA : 25/01/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)  
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios  
 D : Peso de material seco en el horno  
 E = C - ( A - D ) : Volumen de masa

ABSORCION (%) :  $((A-D/D) \times 100)$   
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C  
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

965.0	951.0	924.5
467.0	457.5	446.0
498.0	493.5	478.5
921.5	908.5	884.0
454.5	451.0	438.0
4.72	4.68	4.58
4.66		

**PROMEDIO**

1.85	1.84	1.85
1.94	1.93	1.93
2.03	2.01	2.02

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

1.85
1.93
2.02



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Huaman Mendoza, Gabriela Nieves

**TESIS :** " Resistencia del Concreto F'c= 210 Kg/Cm2, Sustituyendo Agregado Grueso en 10%, 30% y 50% por Material Reciclado, Huaraz"

**LUGAR :** HUARAZ

**CANTERA :** RECICLADO

**MATERIAL :** AGREGADO RECICLADO

**FECHA :** 25/01/2018

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	6850	6865	6770
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3430	3445	3350
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1236	1241	1207
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1228 Kg/m3</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7195	7210	7210
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3775	3790	3790
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1360	1365	1365
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1363 Kg/m3</b>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN

### 1. Especificaciones: Agregados de "El Tarmeño"-Taclán

**METODO ACI:** El método de mezcla se realizó por el método ACI ya que los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C 33.

### 2. Materiales:

#### 2.1. Cemento:

Tabla 5.2			
Cementos en el Perú			
Marca	Tipo	Peso Especifico	Superficie Especifica
Sol	I	3.11	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	2.85	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	3.06	3800

Portland ASTM Sol tipo I

Peso específico= 3.15 gr/cm<sup>3</sup>

#### 2.2. Agua:

Potable de la red de servicio público de Huaraz.

#### 2.3. Agregado Fino:

Peso específico	2.64	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.25	%
Contenido de humedad	2.60	%
Módulo de finesa	2.80	
f'c	210	kg/cm <sup>2</sup>

#### 2.4. Agregado Grueso:

Tamaño máximo nominal	3/4	pulg	
Peso seco compactado	1.68	gr/cm <sup>3</sup>	1676 kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico	2.64	gr/cm <sup>3</sup>	
Absorción	0.67	%	
Contenido de humedad	0.36	%	

### 3. Determinación de la resistencia promedio

f'c	210
-----	-----

tabla 7.4.3	
Resistencia a la compresión Promedia	
f'c	f'cr
sin factor	f'c+0
Menos de 210	f'c+70
210 a 350	f'c+84
sobre 350	f'c+98

f'cr	210	kg/cm <sup>2</sup>
------	-----	--------------------



#### 4. Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño maximo nominal	3/4 pulg
-----------------------	----------

#### 5. Selección del asentamiento

mezclas secas	0 a 2 pulg
mezclas plásticas	3 a 4 pulg
mezclas fluida	≥5 pulg

mezcla plastica	3 a 4 pulg
-----------------	------------

#### 6. Volumen Unitario de agua

Tabla 10.2.2						
volumen unitario de agua						
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6 a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado

204	lt/m <sup>3</sup>
-----	-------------------

#### 7. Contenido de aire

Tabla 11.2.1	
Contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

% Aire	2%
--------	----

### 8. Relacion de agua y cemento

Tabla 12.2.2		
Relacion agua/cemento por resistencia		
f'cr (28 dias )	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

200	0.7
210	x
250	0.62

relacion agua y cemento

0.68

### 9. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relacion agua / cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua-cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{204}{0.68} = 300 \quad \text{kg/m}^3 = \frac{300^*}{42.5} = 7.059 \text{ bolsas/m}^3$$

### 10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el metodo del comité 211 del ACI. Se debe entrar a la Tabla 16.2.2.

tabla 16.2.2				
peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulus de finiza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

contenido de agregado grueso = 0.62

peso del agregado grueso 0.62 x 1676 = 1039.12kg

### 11. Cálculo de volúmenes absolutos

conocido los pesos del cemento, agua y agregado. Así como el volumen de aire, se produce a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos materiales:

Volumen absoluto de

$$\begin{array}{lcl} \text{Cemento} & = & \frac{300}{3.15 \times 1000} = 0.095 \text{ m}^3 \\ \text{Agua} & = & \frac{204.0}{1 \times 1000} = 0.204 \text{ m}^3 \\ \text{Aire} & = & 2\% = 0.020 \text{ m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & = & \frac{1039.12}{2640} = 0.394 \text{ m}^3 \\ \text{SUMA} & = & 0.713 \text{ m}^3 \end{array}$$

### 12. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.713 = 0.287 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.287 \times 2.64 \times 1000 = 757.680 \text{ kg}$$

### 13. Valores de diseño

$$\begin{array}{lcl} \text{Cemento} & = & 300 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agua} & = & 204 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & = & 1039.12 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregado fino} & = & 757.68 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

### 14. Corrección por humedad de los agregados

$$\begin{array}{lcl} \text{Agregado fino} & = & 757.68 \times (1 + 2.60/100) = 777.379 \text{ kg} \\ \text{Agregado grueso} & = & 1039.12 \times (1 + 0.36/100) = 1042.861 \text{ kg} \end{array}$$

### 15. Aporte de agua a la mezcla

$$\begin{array}{lcl} \text{Agregado fino} & = & \frac{(2.60 - 1.25) \times 777.379}{100} = 10.49 \text{ lt} \\ \text{Agregado grueso} & = & \frac{(0.36 - 0.67) \times 1042.861}{100} = 3.23 \text{ lt} \\ \text{SUMA} & = & 7.26 \text{ lt} \end{array}$$

### 16. Agua efectiva

$$\text{Agua} = 204 - 7.26 = 196.74 \text{ lt}$$

**17. Proporciónamiento del diseño**

Cemento	=	300.000 kg
Agua	=	196.740 lt
Agregado grueso	=	1042.861 kg
Agregado fino	=	777.379 kg

**18. Proporción en peso**

Relacion agua/cemento de diseño =  $204/300 = 0.68$

Relacion agua/cemento efectivo =  $196.740/300 = 0.66$

$300/300 + 765.600/300 + 1039.12/300 = 1 : 2.55 : 3.46$

$300/300 + 777.379/300 + 1042.861/300 = 1 : 2.59 : 3.48$

1 : 2.55 : 3.46 / 28.90 lt / bolsa (en peso seco)

1 : 2.59 : 3.48 / 27.86 lt / bolsa

**19. Peso por tanda de una bolsa**

Cemento	=	1 x 42.5 =	42.5 kg/bolsa
Agua	=		27.855lt/bolsa
Agregado grueso	=	3.48 x 42.5 =	147.900kg/bolsa
Agregado fino	=	2.59 x 42.5 =	110.075kg/bolsa

**DOSIFICACION DE MATERIAL PARA 9 MOLDES**

Medida del molde	}	diametro:	15cm	volumen del molde =	5301,437 cm <sup>3</sup>
		altura:	30cm	más el 10% del volumen =	63617,244 cm <sup>3</sup>

para	1m <sup>3</sup>	➡	2350.619 kg	
para	0.006362 m <sup>3</sup>	➡	14.742 kg	➡ 15 kg

CANTIDAD DE MOLDES	1m <sup>3</sup>	1	3	6	9	
PORCENTAJES		Patrón	Patrón	Patrón	Patrón	
CEMENTO	300.000	1.929	5.787	11.574	17.361	kg
AGUA	196.740	1.330	3.990	7.980	11.970	kg
AGREGADO GRUESO	1076.500	6.755	20.265	40.530	60.795	kg
AGREGADO FINO	777.379	4.986	14.958	29.916	44.874	kg
<b>TOTAL</b>	<b>2350.619</b>	<b>15.000</b>	<b>45.000</b>	<b>90.000</b>	<b>135.000</b>	<b>kg</b>

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON SUSTITUCION DE 10%

**1. Especificaciones:** Agregados de "El Tarraño"-Tacllan

**METODO ACI:** El método de mezcla se realizó por el método ACI ya que los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C 33.

### 2. Materiales:

#### 2.1. Cemento:

Tabla 5.2			
Cementos en el Perú			
Marca	Tipo	Peso Especifico	Superficie Especifica
Sol	I	3.11	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	2.85	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	3.06	3800

Pórtland ASTM Sol tipo I

Peso específico= 3.15 gr/cm<sup>3</sup>

#### 2.2. Agua:

Potable de la red de servicio público de Huaraz.

#### 2.3. Agregado Fino:

Peso específico	2.64	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.25	%
Contenido de humedad	2.60	%
Módulo de fineza	2.8	
f <sub>c</sub>	210	kg/cm <sup>2</sup>

#### 2.4. Agregado Grueso:

Tamaño máximo nominal	3/4	pulg
Peso seco compactado	1645	kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico	2.57	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.07	%
Contenido de humedad	0.63	%

### 3. Determinación de la resistencia promedio

f <sub>c</sub>	210
----------------	-----

tabla 7.4.3	
Resistencia a la compresión Promedia	
f <sub>c</sub>	f <sub>cr</sub>
sin factor	f <sub>c</sub> +0
Menos de 210	f <sub>c</sub> +70
210 a 350	f <sub>c</sub> +84
sobre 350	f <sub>c</sub> +98

f <sub>cr</sub>	210	kg/cm <sup>2</sup>
-----------------	-----	--------------------

#### 4. Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño maximo nominal	3/4 pulg
-----------------------	----------

#### 5. Selecccion del asentamiento

mezclas secas	0 a 2 pulg
mezclas plásticas	3 a 4 pulg
mezclas fluida	≥5 pulg

mezcla plastica	3 a 4 pulg
-----------------	------------

#### 6. Volumen Unitario de agua

Tabla 10.2.2						
volumen unitario de agua						
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6 a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado

204	lt/m <sup>3</sup>
-----	-------------------

#### 7. Contenido de aire

Tabla 11.2.1	
Contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

% Aire	2%
--------	----

### 8. Relacion de agua y cemento

Tabla 12.2.2		
Relacion agua/cemento por resistencia		
f'cr (28 dias )	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

200	0.7
210	x
250	0.62

relacion agua y cemento

0.68

### 9. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relacion agua / cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua-cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{204}{0.68} = 300 \quad \text{kg/m}^3 = \frac{300}{42.5} = 7.059 \text{ bolsas/m}^3$$

### 10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el metodo del comité 211 del ACI. Se debe entrar a la Tabla 16.2.2.

tabla 16.2.2				
peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

contenido de agregado grueso =

0.62

peso del agregado grueso  $0.62 \times 1645 = 1019.900\text{kg}$

### 17. Proporciónamiento del diseño

Cemento	=	300.000 kg
Agua	=	198.28 lt
Agregado grueso	=	1026.325 kg
Agregado fino	=	758.419 kg

### 18. Proporción en peso

$$\text{Relacion agua/cemento de diseño} = 204/300 = 0.68$$

$$\text{Relacion agua/cemento efectivo} = 198.280/300 = 0.66$$

$$300/300 + 739.20/300 + 1019.900/300 = 1 : 2.46 : 3.40$$

$$300/300 + 758.419/300 + 1026.325/300 = 1 : 2.53 : 3.42$$

$$1 : 2.46 : 3.40 / 28.90 \text{ lt / bolsa (en peso seco)}$$

$$1 : 2.53 : 3.42 / 28,09 \text{ lt / bolsa}$$

### 19. Peso por tanda de una bolsa

Cemento	=	1 x 42.5 =	42.5 kg/bolsa
Agua	=		28.127lt/bolsa
Agregado grueso	=	3.42 x 42.5 =	145.350kg/bolsa
Agregado fino	=	2.53 x 42.5 =	107.525kg/bolsa

Medida del molde		diametro:	15cm	volumen del molde =	5301,437 cm <sup>3</sup>
		altura:	30cm	más el 10% del volumen =	63617,244 cm <sup>3</sup>

para	1m <sup>3</sup>	➡	2283.024 kg	
para	0.006362 m <sup>3</sup>	➡	14.530 kg	➡ 15 kg

CANTIDAD DE MOLDES PORCENTAJES	1m <sup>3</sup>	1	3	6	9	
		10%	10%	10%	10%	
CEMENTO	300.000	1.929	5.787	11.574	17.361	kg
AGUA	198.280	1.493	4.479	8.958	13.437	kg
AGREGADO GRUESO	1026.325	5.877	17.631	35.262	52.893	kg
AGREGADO FINO	758.419	5.048	15.144	30.288	45.432	kg
AGREGADO RECICLADO		0.653	1.959	3.918	5.877	kg
<b>TOTAL</b>	<b>2283.024</b>	<b>15.000</b>	<b>45.000</b>	<b>90.000</b>	<b>135.000</b>	<b>kg</b>



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON SUSTITUCION DE 30%

**1. Especificaciones:** Agregados de "El Tarmaño"-Tacllan

**METODO ACI:** El método de mezcla se realizó por el método ACI ya que los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C 33.

### 2. Materiales:

#### 2.1. Cemento:

Tabla 5.2			
Cementos en el Perú			
Marca	Tipo	Peso Especifico	Superficie Especifica
Sol	I	3.11	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	2.85	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	3.06	3800

Pórtland ASTM Sol tipo I

Peso específico=  gr/cm<sup>3</sup>

#### 2.2. Agua:

Potable de la red de servicio público de Huaraz.

#### 2.3. Agregado Fino:

Peso específico	2.64	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.25	%
Contenido de humedad	2.60	%
Módulo de fineza	2.8	
f <sub>c</sub>	210	kg/cm <sup>2</sup>

#### 2.4. Agregado Grueso:

Tamaño máximo nominal	3/4	pulg
Peso seco compactado	1582	kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico	2.47	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.87	%
Contenido de humedad	1.16	%

### 3. Determinación de la resistencia promedio

f <sub>c</sub>	210
----------------	-----

tabla 7.4.3	
Resistencia a la compresión Promedia	
f <sub>c</sub>	f <sub>cr</sub>
sin factor	f <sub>c</sub> +0
Menos de 210	f <sub>c</sub> +70
210 a 350	f <sub>c</sub> +84
sobre 350	f <sub>c</sub> +98

f <sub>cr</sub>	210	kg/cm <sup>2</sup>
-----------------	-----	--------------------

#### 4. Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño maximo nominal	3/4 pulg
-----------------------	----------

#### 5. Selección del asentamiento

mezclas secas	0 a 2 pulg
mezclas plásticas	3 a 4 pulg
mezclas fluida	≥5 pulg

mezcla plastica	3 a 4 pulg
-----------------	------------

#### 6. Volumen Unitario de agua

Tabla 10.2.2						
volumen unitario de agua						
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6 a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado

204	lt/m <sup>3</sup>
-----	-------------------

#### 7. Contenido de aire

Tabla 11.2.1	
Contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

% Aire	2%
--------	----

### 8. Relacion de agua y cemento

Tabla 12.2.2		
Relacion agua/cemento por resistencia		
f'cr (28 dias)	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

200	0.7
210	x
250	0.62

relacion agua y cemento

0.68

### 9. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relacion agua / cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua-cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{204}{0.68} = 300 \quad \text{kg/m}^3 = \frac{300^{\text{kg}}}{42.5} = 7.059 \text{ bolsas/m}^3$$

### 10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el metodo del comité 211 del ACI. Se debe entrar a la Tabla 16.2.2.

tabla 16.2.2				
peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulos de finza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

contenido de agregado grueso =

0.62

peso del agregado grueso  $0.62 \times 1582 = 980.840\text{kg}$

### 11. Cálculo de volúmenes absolutos

conocido los pesos del cemento, agua y agregado. Así como el volumen de aire, se produce a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos materiales:

Volumen absoluto de

$$\begin{array}{lcl} \text{Cemento} & = & \frac{300}{3.15 \times 1000} = 0.095 \text{ m}^3 \\ \text{Agua} & = & \frac{204.0}{1 \times 1000} = 0.204 \text{ m}^3 \\ \text{Aire} & = & 2\% = 0.020 \text{ m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & = & \frac{980.840}{2470} = 0.397 \text{ m}^3 \\ \text{SUMA} & = & 0.716 \text{ m}^3 \end{array}$$

### 12. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.716 = 0.284 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.283 \times 2640 = 747.120 \text{ kg}$$

### 13. Valores de diseño

$$\begin{array}{lcl} \text{Cemento} & = & 300.000 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agua} & = & 204 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & = & 980.840 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregado fino} & = & 747.120 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

### 14. Corrección por humedad de los agregados

$$\begin{array}{lcl} \text{Agregado fino} & = & 747.12 \times (1 + 2.60/100) = 769.254 \text{ kg} \\ \text{Agregado grueso} & = & 980.84 \times (1 + 1.16/100) = 992.218 \text{ kg} \end{array}$$

### 15. Aporte de agua a la mezcla

$$\begin{array}{lcl} \text{Agregado fino} & = & \frac{(2.60 - 1.25) \times 769.254}{100} = 10.38 \text{ lt} \\ \text{Agregado grueso} & = & \frac{(1.16 - 1.87) \times 992.218}{100} = 7.04 \text{ lt} \\ \text{SUMA} & = & 3.34 \text{ lt} \end{array}$$

**16. Agua efectiva**

Agua =  $204 - 3.34 = 200.66$  lt

**17. Proporciónamiento del diseño**

Cemento	=	300.000 kg
Agua	=	200.66 lt
Agregado grueso	=	992.218 kg
Agregado fino	=	769.254 kg

**18. Proporción en peso**

Relación agua/cemento de diseño =  $204/300 = 0.68$

Relación agua/cemento efectivo =  $200.66/300 = 0.67$

$300/300 + 749.76/300 + 980.84/300 = 1 : 2.50 : 3.27$

$300/300 + 769.254/300 + 992.218/300 = 1 : 2.56 : 3.31$

1 : 2.50 : 3.27 / 28.90 lt / bolsa (en peso seco)

1 : 2.56 : 3.31 / 28.43 lt / bolsa

**19. Peso por tanda de una bolsa**

Cemento	=	$1 \times 42.5 = 42.5$ kg/bolsa
Agua	=	28.426lt/bolsa
Agregado grueso	=	$3.31 \times 42.5 = 140.675$ kg/bolsa
Agregado fino	=	$2.56 \times 42.5 = 108.800$ kg/bolsa

Medida del molde	}	diametro:	15cm	volumen del molde =	5301,437 cm <sup>3</sup>
		altura:	30cm	más el 10% del volumen =	63617,244 cm <sup>3</sup>

para	1m <sup>3</sup>	⇒	2263.132 kg	
para	0.006362 m <sup>3</sup>	⇒	14.742 kg	⇒ 15 kg

CANTIDAD DE MOLDES	1m <sup>3</sup>	1	3	6	9	
PORCENTAJES		30%	30%	30%	30%	
CEMENTO	300.000	1.929	5.787	11.574	17.361	kg
AGUA	200.660	1.661	4.983	9.966	14.949	kg
AGREGADO GRUESO	992.218	4.418	13.254	26.508	39.762	kg
AGREGADO FINO	769.254	5.098	15.294	30.588	45.882	kg
AGREGADO RECICLADO	0.000	1.894	5.682	11.364	17.046	kg
<b>TOTAL</b>	<b>2262.132</b>	<b>15.000</b>	<b>45.000</b>	<b>90.000</b>	<b>135.000</b>	<b>kg</b>

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON SUSTITUCION DE 50%**

**1. Especificaciones:** Agregados de "El Tarmaño"-Tacllan

**METODO ACI:** El método de mezcla se realizó por el método ACI ya que los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C 33.

**2. Materiales:**

**2.1. Cemento:**

Tabla 5.2			
Cementos en el Perú			
Marca	Tipo	Peso Especifico	Superficie Especifica
Sol	I	3.15	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	2.85	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	3.06	3800

Pórtland ASTM Sol tipo I

Peso específico=  gr/cm<sup>3</sup>

**2.2. Agua:**

Potable de la red de servicio público de Huaraz.

**2.3. Agregado Fino:**

Peso específico	2.64	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.25	%
Contenido de humedad	2.60	%
Módulo de finza	2.8	
f <sub>c</sub>	210	kg/cm <sup>2</sup>

**2.4. Agregado Grueso:**

Tamaño máximo nominal	3/4	pulg
Peso seco compactado	1520	kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico	2.29	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	2.67	%
Contenido de humedad	1.70	%

**3. Determinación de la resistencia promedio**

f <sub>c</sub>	210
----------------	-----

tabla 7.4.3	
Resistencia a la compresión Promedia	
f <sub>c</sub>	f <sub>cr</sub>
sin factor	f <sub>c</sub> +0
Menos de 210	f <sub>c</sub> +70
210 a 350	f <sub>c</sub> +84
sobre 350	f <sub>c</sub> +98

f <sub>cr</sub>	210	kg/cm <sup>2</sup>
-----------------	-----	--------------------

#### 4. Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño maximo nominal	3/4 pulg
-----------------------	----------

#### 5. Selección del asentamiento

mezclas secas	0 a 2 pulg
mezclas plásticas	3 a 4 pulg
mezclas fluida	≥5 pulg

mezcla plastica	3 a 4 pulg
-----------------	------------

#### 6. Volumen Unitario de agua

Tabla 10.2.2						
volumen unitario de agua						
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6 a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado

204	lt/m <sup>3</sup>
-----	-------------------

#### 7. Contenido de aire

Tabla 11.2.1	
Contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

% Aire	2%
--------	----

### 8. Relacion de agua y cemento

Tabla 12.2.2		
Relacion agua/cemento por resistencia		
f <sub>cr</sub> (28 dias )	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

200	0.7
210	x
250	0.62

relacion agua y cemento

0.68

### 9. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relacion agua / cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua-cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{204}{0.68} = 300 \quad \text{kg/m}^3 = \frac{300^{\text{mm}}}{42.5} = 7.059 \text{ bolsas/m}^3$$

### 10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el metodo del comité 211 del ACI. Se debe entrar a la Tabla 16.2.2.

tabla 16.2.2				
peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

contenido de agregado grueso =

0.62

peso del agregado grueso  $0.62 \times 1520 = 942.400\text{kg}$



### 11. Cálculo de volúmenes absolutos

conocido los pesos del cemento, agua y agregado. Así como el volumen de aire, se produce a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos materiales:

Volumen absoluto de

$$\begin{array}{rcl} \text{Cemento} & = & \frac{300}{3.15 \times 1000} = 0.095 \text{ m}^3 \\ \text{Agua} & = & \frac{204.0}{1 \times 1000} = 0.204 \text{ m}^3 \\ \text{Aire} & = & 2\% = 0.020 \text{ m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & = & \frac{942.400}{2290} = 0.412 \text{ m}^3 \\ \text{SUMA} & = & 0.731 \text{ m}^3 \end{array}$$

### 12. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.731 = 0.269 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.268 \times 2640 = 707.52 \text{ kg}$$

### 13. Valores de diseño

$$\begin{array}{rcl} \text{Cemento} & = & 300.000 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agua} & = & 204 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & = & 942.400 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregado fino} & = & 707.520 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

### 14. Corrección por humedad de los agregados

$$\begin{array}{rcl} \text{Agregado fino} & = & 707.52 \times (1 + 2.60/100) = 725.916 \text{ kg} \\ \text{Agregado grueso} & = & 942.4 \times (1 + 1.70/100) = 958.421 \text{ kg} \end{array}$$

### 15. Aporte de agua a la mezcla

$$\begin{array}{rcl} \text{Agregado fino} & = & \frac{(2.60 - 1.25) \times 725.916}{100} = 9.80 \text{ lt} \\ \text{Agregado grueso} & = & \frac{(1.70 - 2.67) \times 958.421}{100} = 9.30 \text{ lt} \\ \text{SUMA} & = & 0.50 \text{ lt} \end{array}$$

**16. Agua efectiva**

Agua =  $204 \cdot 0.50 = 203.5$  lt

**17. Proporcionalamiento del diseño**

Cemento = 300.000 kg  
 Agua = 203.500 lt  
 Agregado grueso = 958.421 kg  
 Agregado fino = 725.916 kg

**18. Proporción en peso**

Relacion agua/cemento de diseño =  $204/300 = 0.68$

Relacion agua/cemento efectivo =  $203.500/300 = 0.68$

$300/300 + 710.16/300 + 942.40/300 = 1 ; 2.37 ; 3.14$

$300/300 + 725.916/300 + 958.421/300 = 1 ; 2.42 ; 3.19$

1 : 2.37 : 3.14 / 28.90 lt / bolsa (en peso seco)

1 : 2.42 : 3.19 / 28.82 lt / bolsa

**19. Peso por tanda de una bolsa**

Cemento =  $1 \times 42.5 = 42.5$  kg/bolsa  
 Agua = 28.823lt/bolsa  
 Agregado grueso =  $3.19 \times 42.5 = 135.575$ kg/bolsa  
 Agregado fino =  $2.42 \times 42.5 = 102.850$ kg/bolsa

Medida del molde { diametro: 15cm volumen del molde = 5301,437 cm<sup>3</sup>  
 altura: 30cm más el 10% del volumen = 63617,244 cm<sup>3</sup>

para 1m<sup>3</sup> ⇒ 2190.505 kg  
 para 0.006362 m<sup>3</sup> ⇒ 14.742 kg ⇒ 15 kg

CANTIDAD DE MOLDES	lm <sup>3</sup>	1	3	6	9	
PORCENTAJES		50%	50%	50%	50%	
CEMENTO	300.000	1.929	5.787	11.574	17.361	kg
AGUA	203.460	1.726	5.178	10.356	15.534	kg
AGREGADO GRUESO	958.421	3.156	9.468	18.936	28.404	kg
AGREGADO FINO	725.916	5.033	15.099	30.198	45.297	kg
AGREGADO RECICLADO	0.000	3.156	9.468	18.936	28.404	kg
<b>TOTAL</b>	<b>2187.797</b>	<b>15.000</b>	<b>45.000</b>	<b>90.000</b>	<b>135.000</b>	kg

CANTIDAD DE MOLDES	36
CEMENTO	69.444
AGUA	55.890
AGREGADO GRUESO	181.854
AGREGADO FINO	181.485
AGREGADO RECICLADO	51.327
<b>TOTAL</b>	<b>540.000</b>

= 1 bolsa + 26.944 kg

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - CONCRETO PATRÓN**

SOLICITA Bach. HUAMÁN MENDOZA, Gabriela Nieves

TESIS RESISTENCIA DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , SUSTITUYENDO AGREGADO GRUESO EN 10%, 30% Y 50% POR MATERIAL RECICLADO, HUARAZ.

FECHA: 20/03/2018

FC: 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>	FC/F'C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	PATRÓN	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	159,3	75,83
2	PATRÓN	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	162,7	77,47
3	PATRÓN	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	168,6	80,27
4	PATRÓN	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	175,7	83,69
5	PATRÓN	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	177,0	84,28
6	PATRÓN	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	169,8	80,86
7	PATRÓN	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	210,6	100,30
8	PATRÓN	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	209,8	99,92
9	PATRÓN	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	215,1	102,42

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y  
ENSAYOS DE MATERIALES

*Elizabeth Maza Ambrosio*  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
GIP: 116544  
JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - CONCRETO CON SUSTITUCION DEL 10% DEL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO RECICLADO**

SOLICITA : Bach. HUAMÁN MENDOZA, Gabriela Nieves

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO  $FC=210\text{KG}/\text{CM}^2$ , SUSTITUYENDO AGREGADO GRUESO EN 10%, 30% Y 50% POR MATERIAL RECICLADO, HUARAZ.

FECHA: 20/03/2018

FC: 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	164,1	78,16
2	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	170,0	80,97
3	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	165,1	78,62
4	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	181,2	86,27
5	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	176,7	84,16
6	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	181,5	86,41
7	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	220,8	105,16
8	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	230,5	109,74
9	Experimental 10%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	230,4	109,73

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
PRINCIPAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYOS MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - CONCRETO CON SUSTITUCION DEL 30%  
DEL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO RECICLADO**

SOLICITA : Bach. HUAMÁN MENDOZA, Gabriela Nieves

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO  $FC' = 210 \text{ KG/CM}^2$ , SUSTITUYENDO AGREGADO GRUESO EN 10%, 30% Y 50%  
POR MATERIAL RECICLADO, HUARAZ.

FECHA: 20/03/2018

F'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	182,7	87,01
2	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	181,4	86,38
3	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	177,2	84,38
4	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	203,9	97,08
5	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	199,2	94,87
6	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	206,7	98,42
7	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	245,3	116,79
8	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	240,5	114,52
9	Experimental 30%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	246,8	117,54

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENGENIERIA DE MATERIALES  
*[Signature]*  
Ing. Elizabeth Maza Ambrósio  
CIP: 116544  
JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - CONCRETO CON SUSTITUCION DEL 50% DEL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO RECICLADO**

SOLICITA : Bach. HUAMÁN MENDOZA, Gabriela Nieves

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , SUSTITUYENDO AGREGADO GRUESO EN 10%, 30% Y 50% POR MATERIAL RECICLADO, HUARAZ.

FECHA: 20/03/2018

$f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'c
				MOLDEO	ROTURA			
1	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	171,0	81,44
2	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	175,9	83,75
3	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	12/02/2018	7	169,8	80,86
4	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	187,0	89,06
5	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	198,1	94,31
6	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	19/02/2018	14	187,4	89,22
7	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	230,6	109,81
8	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	237,1	112,89
9	Experimental 50%	-	-	06/02/2018	02/03/2018	28	231,6	110,28

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYO DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE