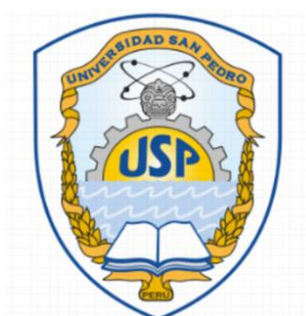


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**UTILIZACION DEL CONCRETO RECICLADO COMO
AGREGADO (GRUESO Y FINO) PARA UN DISEÑO DE
MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ EN LA CIUDAD DE
HUARAZ-2016.**

TESIS

**Para obtener el Título Profesional de
INGENIERIA CIVIL**

AUTOR:

Bach. Meléndez Cueva Aníbal Rogelio

ASESOR:

ING. MIGUEL SOLAR JARA

HUARAZ – PERU

2016

PALABRAS CLAVES

<p>Agregado fino: Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas</p> <p>Agregado grueso: es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava</p> <p>Granulometría Graduación del tamaño de las piedras o granos que constituyen los agregados fino y grueso. Método para determinar dicho graduación.</p> <p>Probeta Tubo o vaso de cristal o plástico, generalmente graduado y con pie, utilizado para contener y medir líquidos.</p> <p>Cemento: Se denomina cemento a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua.</p>	<p>Fine aggregate: It is defined as passing the sieve 3/8 "and remains retained on the No. 200, the most common is the resulting sand from the disintegration of rocks</p> <p>Coarse aggregate: is that which is retained in the sieve No. 4 and comes from the disintegration of rocks; can in turn be classified into crushed stone and gravel</p> <p>Granulometry Graduation size of the stones or grains constituting the fine and coarse aggregates. Method for determining such graduation.</p> <p>Test tube Glass tube or glass or plastic, usually graduate and foot, used to contain and measure liquids.</p> <p>Cement: It is called a cement binder formed from a mixture of limestone and clay calcined and then crushed, which has the property of hardening on contact with water.</p> <p>Portland cement: Hydraulic cement produced with Portland clinker and</p>
---	--

<p>Cemento Portland: Cemento hidráulico producido con Clinker Portland y yeso natural. Se comercializa en cinco tipos diferentes.</p> <p>Concreto: Es una mezcla de cemento como un medio aglutinador, agregados finos (arenas), agregados gruesos (gravas) y agua.</p> <p>Curado: Tratamiento que se da al concreto recién colado, para asegurar la disponibilidad permanente de agua que permita el progreso de las reacciones químicas</p> <p>Diseño de Mezcla: proceso de selección de los ingredientes más adecuados y dela combinación más conveniente, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuados y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador indicados en los planos y/o las especificaciones de la obra</p> <p>Dosificación del concreto: Proceso que consiste en pesar o medir volumétricamente los ingredientes del concreto: (arena, grava, cemento y</p>	<p>gypsum. It is marketed in five different types.</p> <p>Concrete: It is a mixture of cement as a binder medium, fine aggregates (sand), coarse aggregate (gravel) and water.</p> <p>Cured: Treatment given to freshly poured concrete to ensure the continued availability of water to allow the progress of chemical reactions</p> <p>Mix Design: Process of selecting the most suitable ingredients and most suitable combination, in order to obtain a product in the hardened state does not have the workability and suitable consistency and hardened meets the requirements set by the designer indicated on the drawings and / or specifications of the work</p> <p>Concrete proportions: The process of weighing or volumetrically measured concrete ingredients (sand, gravel, cement and water), and introduce them to the mixer.</p> <p>Compressive strength: It can be defined as the maximum measured resistance of a specimen of concrete or mortar to axial load. It usually</p>
--	---

<p>agua), e introducirlos al mezclador.</p> <p>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/cm²) a una edad de 28 días se le designe con el símbolo f' c.</p>	<p>expressed in kilograms per square centimeter (kg / cm²) at an age of 28 days will be designated with the symbol f 'c.</p>
--	---

**UTILIZACION DEL CONCRETO RECICLADO COMO
AGREGADO (GRUESO Y FINO) PARA UN DISEÑO DE
MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ EN LA CIUDAD DE
HUARAZ-2016.**

RESUMEN

El presente trabajo presenta lo concerniente a la utilización de un concreto reciclado como agregado fino y grueso, aunque no es muy aplicado en forma tradicional, es de suma importancia para disminuir la contaminación del medio ambiente.

Este proyecto de investigación se realizó con el fin de presentar el desempeño del concreto elaborado con agregado proveniente de un concreto reciclado extraído de un pavimento rígido. No obstante, el concreto reciclado puede tener algunas propiedades al hecho con los agregados naturales, se puede usar para fabricar concretos fuertes y durables con la debida atención en las pruebas de laboratorio.

Para verificar la resistencia del concreto reciclado, se realizó un diseño de mezcla con agregado natural y diseño de mezcla con agregado reciclado, se elaboraron pruebas de concreto endurecido para cada una de ellas, las cuales fueron ensayadas a compresión, con los requisitos que establecen las normas. En la parte práctica, se realizaron 3 mezclas de la cantera Rolan y 3 mezclas del concreto reciclado.

La metodología seguida plantea optimizar la proporción de los agregados de la zona, y los agregados extraídos del concreto reciclado, luego efectuar un diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando una relación $a/c=0.59$ para ambos diseños.

A 7 días el concreto con agregado normal llego a una resistencia promedio de 177.1 kg/cm^2 haciendo el 84 % de la resistencia y el concreto con agregado reciclado llego a una resistencia promedio de 163.10 kg/cm^2 haciendo el 78 % de la resistencia, a 14 días el concreto normal llego a una resistencia de 207.9 haciendo un 99% y el concreto con agregado reciclado llego a una resistencia de 185.5 haciendo un 88% y por ultimo a 28 días en el concreto con agregado normal se logró una resistencia de 213.8% haciendo un 102% y el concreto con agregado reciclado llego a una resistencia de 199.7 haciendo un 95%.

Los resultados experimentales mostraron que el comportamiento del concreto con agregados reciclados, es bueno comparado al del concreto con agregados naturales, lo que sugiere que puede ser utilizado como agregado.

ABSTRACT

The present work presents the use of a recycled concrete as a fine and coarse aggregate, although it is not very applied in the traditional way, it is of utmost importance to reduce the contamination of the environment.

This research project was carried out in order to present the performance of the concrete made with aggregate from a recycled concrete extracted from a rigid pavement. Although recycled concrete may have some properties to the fact with natural aggregates, it can be used to manufacture strong and durable concrete with due attention in laboratory tests.

In order to verify the resistance of the recycled concrete, a mix design with natural aggregate and mix design with recycled aggregate was made, tests of hardened concrete for each one were made, which were tested under compression, with the requirements established by the rules. In the practical part, 3 mixtures of the Rolan quarry and 3 mixtures of the recycled concrete were made.

The methodology followed proposes to optimize the proportion of the aggregates of the area, and the aggregates extracted from the recycled concrete, then make a concrete design $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ using a relation $a / c = 0.59$ for both designs.

At 7 days the concrete with normal aggregate reached an average resistance of 177.1 kg / cm^2 making 84% of the resistance and the concrete with recycled aggregate reached an average resistance of 163.10 kg / cm^2 making 78% of the resistance, a 14 days the normal concrete arrived at a resistance of 207.9 doing 99% and the concrete with recycled aggregate reached a resistance of 185.5 doing 88% and finally to 28 days in the concrete with normal aggregate a resistance of 213.8% Making 102% and concrete with recycled aggregate reached a resistance of 199.7 making 95%.

The experimental results showed that the behavior of concrete with recycled aggregates is good compared to concrete with natural aggregates, suggesting that it can be used as an aggregate.

INDICE

PALABRAS CLAVES	i
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCION	1
Concreto	5
Concreto Reciclado	21
Definición	21
Consideraciones del concreto con agregados reciclados	27
Ventajas y Desventajas de Concreto Reciclado	28
Procedencia de la muestra a reciclar	28
Toma de muestras	28
Estudios Realizados	29
Materiales y equipos para la elaboración de probetas	32
Resistencia a la compresión del concreto	33
Hipótesis	33
Variables	33
Identificación de variables	33
Clasificación de las variables	33
Objetivos	34
Objetivo general	34
Objetivos específicos	34
II. METODOLOGIA DE TRABAJO	34
Tipo y diseño de investigación:	34
Tipo de Investigación:	34
Técnicas e instrumentos de investigación	36
Procesamiento y análisis de la información	36
III. RESULTADOS	36
Agregado de la Cantera Rolan	36
Granulometría	36
Peso unitario	38
Peso específico y capacidad de absorción	39
Contenido de humedad	41

Agregado reciclado	42
Granulometría del agregado grueso.....	42
Peso unitario.....	44
Peso específico y capacidad de absorción.....	45
Contenido de humedad.....	47
Diseño de mezcla	48
IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN.....	49
Diseño de la cantera Rolan.....	49
Diseño del agregado reciclado.....	50
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
VI. AGRADECIMIENTO	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58
VIII. APENDICES Y ANEXOS	60
8.1 Tablas para diseño de mezcla.....	60
8.1.1 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	60
8.1.2 Volumen unitario de agua	60
8.1.3 Contenido de aire atrapado.....	60
8.1.4 Relacion Agua Cemento	61
8.1.5 Peso del agregado por volumen.....	61
8.2 Diseño de mezcla	62
8.3 Estudios del agregado de la cantera Rolan	76
8.4 Estudios del agregado Reciclado.....	85
8.5 Resultados de ruptura de probetas.....	93
8.6 Resultado de análisis del agregado	96
8.7 Panel fotográfico	97

LISTA DE TABLAS

Cuadro N°1: Tipos de Cemento.	6
Cuadro N°2: Valores típicos de los compuestos de los diferentes tipos de cemento portland.	7
Cuadro N° 3: Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas.	11
Cuadro N° 4: Clasificación de las partículas del agregado según su forma	12
Cuadro N° 5: Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura	16
Cuadro N° 6: Especificaciones granulométricas para agregado grueso	18
Cuadro N°7: Límites granulométricos para el agregado fino.	18
Cuadro N° 8: Porcentaje que pasa por cada Tamiz	29
Cuadro N° 9: Porcentaje que pasa por cada Tamiz	30
Cuadro N° 10: Cantidad de probetas	35
Cuadro N° 11: Granulometría del agregado grueso	36
Cuadro N° 12: Granulometría del agregado fino.....	37
Cuadro N° 13: Peso unitario del agregado grueso.....	38
Cuadro N°14: Peso unitario del agregado fino.....	39
Cuadro N° 15: Peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso.....	39
Cuadro N° 16: Peso específico y capacidad de absorción del agregado fino	40
Cuadro N° 17: Contenido de humedad del agregado grueso.....	41
Cuadro N°18: Contenido de humedad del agregado fino	41
Cuadro N° 19: Granulometría del agregado grueso	42
Cuadro N° 20: Granulometría del agregado fino.....	43
Cuadro N° 21: Peso unitario del agregado grueso.....	44
Cuadro N°22: Peso unitario del agregado fino	45
Cuadro N° 23: Peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso.....	45
Cuadro N° 24: Peso específico y capacidad de absorción del agregado fino	46
Cuadro N° 25: Contenido de humedad del agregado grueso.....	47
Cuadro N°26: Contenido de humedad del agregado fino	47
Cuadro N°27: Resumen de proporciones de diseño de la cantera Rolan y el Agregado reciclado.....	48
Cuadro N° 28: Resumen de las Resistencias alcanzadas.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Bolsa de cemento	8
Figura N° 2: Curva Granulometría de la grava	37
Figura N° 3: Curva Granulométrica de la arena.....	38
Figura N° 4: Curva Granulometría de la grava	43
Figura N° 5: Curva Granulométrica de la arena.....	44
Figura N° 6: Curva del comportamiento del diseño de la cantera Rolan.....	50
Figura N° 7: Curva de comportamiento del agregado reciclado.	51

I. INTRODUCCION

Entre los antecedentes y fundamentación científica que tenemos podemos indicar que internacionalmente tenemos el estudio.

En Bolívar, Barroso & Gómez (2001), en su tesis “Análisis de la incorporación de materiales reciclados de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales o no estructurales” realizada en la universidad De Oriente, tuvo como objetivo Analizar la incorporación de materiales reciclados a partir de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales o no estructurales. Concluyó que el concreto elaborado con agregado grueso reciclado es más parecido al concreto con agregado natural o fabricado convencionalmente de lo que inicialmente se pudiera pensar.

En Santa Fe, Begliardo (2011), en su tesis “valorización de agregados reciclados de hormigón, realizado en la Universidad Tecnológica Nacional, tuvo como objetivo proponer la utilización en obras civiles de hormigones elaborados con agregados de material reciclado de hormigón. Concluyó que los valores finales de resistencia obtenidos, tanto para los hormigones convencionales estructurales como no estructurales, satisfacen los requisitos de resistencia para los usos pretendidos. En el primer caso, para su empleo en estructuras resistentes de pequeño a mediano porte. Los estudios realizados ratifican experiencias similares de otros investigadores, comprobándose que es posible aprovechar para uso estructural (edificios, pavimentos, etc.) los hormigones recuperados de demoliciones o descartes. Asimismo, aquellas fracciones que no son aprovechables para uso en hormigón estructural, se ha demostrado que son útiles para hormigones no estructurales, tales como pavimentos de bajo tránsito y carga, o contra pisos, evidenciando una mejor prestación resistente que los materiales de uso convencional para este fin

De Oliveira y Silveira de Assis (2006), en Sao Paulo, Brasil, trataron de evaluar el efecto que podría ocasionar el uso de agregado reciclado en la adherencia concreto-acero. Las pruebas de laboratorio indicaron que los elementos fabricados con este tipo de concreto podrían soportar incluso tensiones superiores a 25 Mpa.

Entre los antecedentes y fundamentación científica que tenemos podemos indicar que nacionalmente tenemos el estudio.

En Juliaca, Parrillo & Camargo (2015), en su investigación “Reutilización de residuos sólidos en la producción de pavimentos rígidos de bajo costo en el distrito de Juliaca, Puno” tuvo como objetivo cuantificar la influencia de la proporción en que se combinen y se incorporen agregados reciclados, provenientes del colapso y demolición de los pavimentos rígidos de concreto en la región Puno, con agregados naturales en la elaboración de mezclas de concreto, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto endurecido elaborados con estos materiales. . Concluyó que la utilización de agregados reciclados obtenidos de la trituración de pavimentos rígidos, para la elaboración de nuevos concretos permitirá disminuir la cantidad de residuos sólidos de la construcción y demolición, preservando los recursos no renovables de la ciudad de Juliaca.

Entre los antecedentes y fundamentación científica que tenemos podemos indicar que en la entidad tenemos el estudio.

En Huaraz, Milla & Valladares diseño de un concreto utilizado como agregado grueso el reciclado de las demoliciones de concreto de resistencia $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

En Huaraz, Osorio & Rodríguez, en su tesis Comportamiento del concreto reciclado como agregado grueso en diseño de mezclas $f'c = 175 \text{ kg/c}^2$ y $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Justificación de la investigación.

La investigación propuesta se justifica plenamente si se considera que los resultados, encontrados a lo largo del estudio, si cumple para la utilización como agregados el concreto reciclado, esta investigación será usado en diversos laboratorios de concreto, de igual manera en construcciones ya sea a nivel Regional, Provincial y Distrital. La construcción es una actividad que produce un fuerte impacto en el ambiente, a través de la producción de residuos en sus distintas etapas.

Debido a los cambiantes patrones de suministro, demandas de materiales y a la creciente preocupación por conservar la calidad del ambiente. Existen materiales de desecho tales como el escombros que se pueden emplear como agregados para el concreto.

El problema social es que todavía no se ha tomado conciencia suficiente acerca de la necesidad de recurrir a prácticas más ecológicas y que la preservación de los recursos reducirá la contaminación ambiental.

Esta investigación es muy conveniente porque utilizaremos concreto reciclado de la ciudad de Huaraz, y podremos reducir la contaminación ambiental existente en el río Quillcay.

Problema

En nuestra ciudad de Huaraz el problema del concreto reciclado es sumamente complejo. El Concreto a reciclar en Huaraz es bastante atractivo ya que lo utilizan para aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios que se encuentran a lo largo del Río Quillcay como también al borde del Río Santa, por la zona de Tacllan. La mayor parte de los desechos sólidos se manejan de forma inadecuada, ya que la basura se encuentra dispersa básicamente en tiraderos como, lotes, calles de la ciudad y hasta en las propias casas. Es por esto la importancia de

conocer e incentivar a la utilización de concreto reciclado para la construcción en la ciudad de Huaraz.

Los estudios sobre el reciclado de materiales de construcción en la actualidad es ya una realidad con esto se pretende ofrecer una visión global de la problemática y situación referente a los residuos de construcción y demolición. Por esto la búsqueda y el análisis de este material desde una perspectiva probabilística se hace relevante.

He visto por conveniente seleccionar el tema de concreto reciclado en la CIUDAD de Huaraz, por razones de desconocimiento del tema, al agotamiento progresivo de los recursos del agregado natural y a la importancia que tendría en la ciudad la fabricación de elementos de concreto con material reciclado.

Por lo tanto nos planteamos la siguiente interrogación:

El problema central que se plantea resolver es ver si un concreto reciclado sirve como agregado en la ciudad de Huaraz.

Formulación del problema

Formulación proposicional del problema.

Teniendo en cuenta el paradigma ambiental en la construcción existe la necesidad de utilizar el concreto reciclado como agregado (grueso y fino) en la ciudad de Huaraz.

Formulación interrogativa del problema.

El uso del concreto reciclado como insumo para obtener agregado grueso y fino en la ciudad de Huaraz. ¿Cumplirá con los parámetros establecidos para el concreto para ser usado en la construcción como agregado?

Marco referencial

Diseño de concreto

Se puede decir que las propiedades del concreto se estudian principalmente con el propósito de seleccionar los ingredientes adecuados de la mezcla. El diseño impone dos criterios para esta selección: resistencia del concreto y su durabilidad.

Concreto

La palabra concreto viene del latín “concretus” que significa compuesto. Consiste en una mezcla de agregados pétreos graduados unidos con una pasta de cemento y agua.

Materiales de diseño.

Cemento.

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamada Clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega yeso para que adquiera la propiedad de fraguar al añadirle agua y endurecerse posteriormente.

Laínez, Cruz, Martínez, y Velásquez (2012), obtención del título para ingeniero civil en la universidad de el salvador, define el cemento como un aglomerante en una mezcla de concreto, y actualmente se utilizan los denominados cementos Pórtland en sus distintos tipos los cuales la ser mezclados con agua tienen las propiedades de fraguar y endurecer. Este cemento es el resultado de pulverizar piedra caliza y arcilla los cuales se mezclan en hornos en temperatura de 1400 a 1600 grados centígrados, así se obtiene un material gris oscuro llamado Clinker, calcinadas y posteriormente molidas y mezcladas con yeso, que sirve para retardar el fraguado de la mezcla; tienen las propiedades de adherencia y cohesión, las cuales les permite unir fragmentos minerales entre sí, para formar un todo compacto con resistencia y durabilidad adecuada. Las diferentes marcas y tipos tendrán distintas características de desarrollo de resistencia debido a

variaciones en su composición y en su finura, dentro de los límites que permite la norma ASTM C 150. - norma NTP 334.082.

Tipos de cementos

Cuadro N°1: Tipos de Cemento.

Tipo I	Normal
Tipo IA	Normal, incluso de aire
Tipo II	Resistencia Moderada a los Sulfatos
Tipo IIA	Resistencia Moderada a los sulfatos, incluso de aire
Tipo III	Alta resistencia a edad temprana
Tipo IIIA	Alta resistencia a edad temprana, incluso de aire
Tipo IV	Bajo calor de Hidratación
Tipo V	Resistencia elevada a los sulfatos

Composición química del cemento.

Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una fórmula química. No obstante, los compuestos químicos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852 y que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado, tenemos los siguientes:

➤ **Silicato Tricálcico**

Este compuesto químico define la resistencia inicial y tiene incidencia directa en el calor de hidratación.

➤ **Silicato Dicálcico**

Este compuesto define la resistencia a largo plazo, teniendo menos incidencia en el calor de hidratación.

➤ **Aluminato Tricálcico.**

Este compuesto por sí solo no incide en la resistencia del cemento, pero en combinación con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso de 3% a 6% para controlarlo.

➤ **Ferro aluminato tetracalcio**

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y en menor incidencia en el calor de hidratación.

Cuadro N°2: Valores típicos de los compuestos de los diferentes tipos de cemento portland.

Cemento	Composición Química en %			
	C3S	C2S	C3A	C4AF
Portland	Silicato Tricálcico	Silicato Dicalcico	Aluminato Tricálcico	Ferroaluminato Tetracálcico
Tipo I	48	25	12	8
Tipo II	40	35	5	13
Tipo III	62	13	9	8
Tipo IV	25	50	5	12
Tipo V	38	37	4	9

Cemento a utilizar en el diseño.

El cemento a utilizar para el diseño es el cemento SOL, de tipo I ya que son los más utilizados en nuestra zona.

Cemento Tipo I

El Cemento Sol Portland Tipo 1, en bolsas de 42.5 Kg, y a granel .El cemento Sol Pórtland Tipo 1 tiene un comportamiento es ampliamente conocido por el sector de Construcción Civil. Ofrece un endurecimiento controlado y es versátil para muchos usos. Se logran altas resistencias a temprana edad. Además, a partir de este cemento se logran otros tipos de cemento.



Figura N° 1: Bolsa de cemento

Características

- Cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP) 334. 082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.
- Producto obtenido de la molienda conjunta de clínker y yeso.
- Ofrece un fraguado controlado.
- Por su buen desarrollo de resistencias a la compresión a temprana edad, es usado en concretos de muchas aplicaciones.
- Es versátil para muchos usos.

- Su comportamiento es ampliamente conocido por el sector de construcción civil.

Usos y Aplicaciones

- Para construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requiera características especiales o no se especifique otro tipo de cemento.
- El acelerado desarrollo de sus resistencias iniciales permite un menor tiempo de desencofrado.
- Pre-fabricados de hormigón.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos, adoquines.
- Mortero para asentado de ladrillos, tarrajeo, enchapes de mayólicas y otros materiales.
- Peso específico (cm³) =3.11

Ventajas

- Es usado en concretos de muchas aplicaciones y preferido por el buen desarrollo de resistencias a la compresión a temprana edad.
- Desarrolla un adecuado tiempo de fraguado, requerido por los maestros constructores en las diferentes aplicaciones requeridas del cemento.

Recomendaciones

- Como en todo cemento, se debe respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Es importante utilizar agregados de buena calidad. Si estos están húmedos es recomendable dosificar menor cantidad de agua para mantener las proporciones correctas.
- Como todo concreto es recomendable siempre realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

- Para asegurar una conservación del cemento se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y protegidas del aire húmedo.

Agregados.

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

Vilca (2008) para la obtención del título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, define el agregado como un conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.011. Los agregados son la parte inerte del concreto, sin embargo al constituir entre 65% y 75% aproximadamente del total del concreto, debemos tener muy clara su importancia, la cual antiguamente y durante muchos años fue poco considerada.

Clasificación de los agregados

✓ Clasificación de los agregados según su origen.

Agregados Naturales: Son los que se encuentran en la corteza terrestre (casi siempre en un mismo lugar de origen), y sus partículas se forman por la acción directa con la naturaleza o por proceso de trituración y fragmentación inducidos por el hombre.

Agregados Artificiales: Se obtienen a través de procesos industriales por fenómenos de licuefacción y pulverización.

✓ Clasificación de los agregados según su tamaño

Agregado Grueso: Son materiales cuyas partículas tienen tamaños de

7.6 cm (3") a 4.76 mm. (# 4). Todo lo que esté por encima de 3" todavía no tiene condiciones para el concreto.

Agregado Fino: Materiales cuyas partículas están entre el tamiz #4 y el tamiz # 200 es decir entre 4,76 mm y 0.074 mm

Cuadro N° 3: Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas.

Tamaño en mm.	Denominaciones más comunes	Clasificación	Uso como agregado de mezclas
<0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No Recomendable
0.002 – 0.074	Limo	Fracción Fina	No Recomendable
0.074 – 4.76 #200 – #4	Arena	Agregado Fino	Material apto para mortero
4.76 – 19.1 #4 – ¾"	Gravilla	Agregado Grueso	Material Apto para concreto
19.1 – 50.8 ¾" – 2"	Grava		Material Apto para concreto
50.8 – 152.4 2" – 6"	Piedra		
>152.4 6"	Rajón, piedra Bola		Concreto Ciclópeo

Fuente: Gerardo A. (2008) Concreto simple. Cauca, Popayán: Colombia.

✓ Clasificación según su forma y textura superficial

La presencia de partículas alargadas o aplanadas puede afectar la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad de las mezclas, porque tienden a orientarse en un solo plano lo cual dificulta la manejabilidad; además debajo de las partículas se forman huecos de aire y se acumula agua perjudicando las propiedades de la mezcla endurecida.

Partícula larga: Es aquella cuya relación entre la longitud y el ancho es

mayor de 1,5.

Partícula plana: Es aquella cuya relación entre el espesor y el ancho es menor de 0,5.

Cuadro N° 4: Clasificación de las partículas del agregado según su forma

Forma	Descripción	Ejemplo
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento	Grava de río o playa, arena de desierto, playa
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otras gravas, pedernales del suelo o de excavación.
Escamosa	Material en el cual él es pequeño en relación a las otras dos dimensiones.	Roca laminada.
Angular	Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada.
Alongadas	Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	

✓ **Clasificación de los agregados según su densidad.**

Agregados Ligeros: Son aquellos cuya densidad está entre 500 - 1000 Kg/m³. Se utiliza en concreto de relleno o en mampostería estructural, concreta para aislamiento

Agregado Normal: Son aquellos cuya densidad están entre 1300 - 1600 Kg/m³. Se utiliza en concreto de toda índole es decir concreta estructural y no estructural.

Agregados Pesado: Son aquellos cuya densidad están entre los 3000 - 7000 Kg / m³. Se utilizan en concretos especiales, que van a estar expuestos a rayos ultravioletas y radiaciones

Propiedades del agregado.

a) Propiedades químicas:

Tal como se expresó en la definición de agregado, la mayoría de los áridos son inertes. Sin embargo, desde hace algún tiempo se han observado reacciones entre agregado y cemento

Epitaxia.- Mejora la adherencia entre ciertos agregados calizos y la pasta de cemento, a medida que transcurre el tiempo; lo cual favorece el desarrollo de las propiedades en el concreto endurecido.

Reacción Alkali-Sílice.- Los álcalis en el cemento están constituidos por el óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo Normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción.

Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones que se encuentran definidas en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado.

Reacción Alkali-carbonatos.- Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.

Los procedimientos para la evaluación de esta característica se encuentran normalizados en ASTM C-586

b) Propiedades físicas.

Peso unitario de los agregados (N.T.P. 400.017 / A.S.T.M. C-29): Se denomina peso unitario del agregado al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Este valor es requerido cuando se trata de clasificar agregados ligeros o pesados. El peso unitario del agregado varía de acuerdo a condiciones intrínsecas, como la forma, granulometría y tamaño máximo.

Peso específico (N.T.P. 400.022 / A.S.T.M. C-128): el peso específico de los agregados adquiere importancia en la construcción, cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite, sea máximo o mínimo. El peso específico es un indicador de calidad.

Absorción: la capacidad que tiene los agregados de atrapar las moléculas de agua en sus poros, producido por la capilaridad, es la absorción. Su influencia radica en el aporte de agua al concreto haciendo variar propiedades importantes como la resistencia y la trabajabilidad.

El curado es de extrema importancia en la producción de concretos de alta resistencia. A fin de producir una pasta cuyo contenido de sólidos sea tan alto como sea posible. El concreto deberá contener el mínimo posible de agua de mezclado.

Densidad: Las partículas del agregado están conformadas por masa del agregado, vacíos que se comunican con la superficie llamados poros permeables o saturables y vacíos que no se comunican con la superficie, es decir que quedan en el interior del agregado llamados poros impermeables o no saturables; de acuerdo con lo anterior tenemos tres densidades a saber:

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

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

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

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

Contenido de humedad (N.T.P. 400.011 / A.S.T.M. C-125): la cantidad de agua retenida por las partículas del agregado es el contenido de humedad, esta propiedad varía en función del tiempo y condiciones ambientales

Granulometría (N.T.P. 400.012 / A.S.T.M. C-33): Es la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados; se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de

partículas; la medida de la cuantía de cada fracción se denomina como granulometría.

Curvas granulométricas.

Para una mejor comprensión e interpretación de los resultados se acostumbra a representar gráficamente el análisis granulométrico en la curva denominada granulométrica o línea de cribado.

En la curva de granulometría se representa generalmente sobre el eje de las ordenadas el porcentaje pasa, en escala aritmética; y en las abscisas la abertura de los tamices en escala logarítmica.

Módulo de finura. (N.T.P. 400.011 / A.S.T.M. C-125)

El módulo de finura es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. Está definido como la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en la siguiente serie de tamices: (No.100), (No.50), (No.30), (No.16), (No.8), (No.4), (3/8"), (3/4"), (1½") y los tamices siguientes cuya abertura está en relación de 1 a 2.

El módulo de finura se puede calcular a cualquier material, sin embargo, se recomienda determinar el módulo de finura al agregado fino y según su valor, este agregado se puede clasificar tal como se presenta

Cuadro N° 5: Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura

Módulo de Finura	Agregado fino
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino
2,00 – 2,30	Fino
2,30 – 2,60	Ligeramente fino
2,60 – 2,90	Mediano

2,90 – 3,20	Ligeramente grueso
3,20 – 3,50	Grueso
Mayor de 3,50	Muy Grueso o extra grueso

Tamaño Máximo.

Está definido como la menor abertura del tamiz que permite el paso de la totalidad del agregado. De manera práctica representa el tamaño de la partícula más grande que tiene el material.

Tamaño Máximo Nominal.

El tamaño nominal máximo de las partículas es el mayor tamaño del tamiz, listado en la norma aplicable, sobre el cual se permite la retención de cualquier material.

Es más útil que el tamaño máximo porque indica de mejor manera el promedio de la fracción gruesa, mientras que el tamaño máximo solo indica el tamaño de la partícula más grande de la masa de agregados, la cual puede ser única. El tamaño máximo y el tamaño máximo nominal se determinan generalmente al agregado grueso únicamente.

c) Propiedades mecánicas

Resistencia: La resistencia de las partículas de los agregados tiene gran importancia en un concreto, ya que algunas veces las fallas del mismo son ocasionadas por la falta de resistencia de los agregados que conforman el concreto. La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia.

Tenacidad: La tenacidad o resistencia a la falla por impacto en un concreto, está relacionada directamente con los agregados. Estos no deben ser débiles

al momento de las cargas de impacto, porque si esto ocurre, alterarán su granulometría y originarán una baja calidad para ser utilizados en concreto

Dureza: Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. Son propiedad que depende de la constitución mineralógica, la estructura y la procedencia de los agregados. Aunque la resistencia del agregado no es el principal factor de alteración en la resistencia del concreto.

Adherencia: Es la interacción existente en la zona de contacto del agregado y la pasta de cemento que ocurre durante los procesos de fraguado y endurecimiento. Depende de la calidad de la pasta de cemento y, en gran medida del tamaño, forma, rigidez y textura de las partículas de los agregados, especialmente cuando se trata de resistencia a la flexión.

Especificaciones granulométricas.

Cuadro N° 6: Especificaciones granulométricas para agregado grueso

Tamiz	Agregado n° 3 % pasa	Agregado n° 4 % pasa	Agregado n° 5 %pasa
2”	100	-	-
1 1/2”	95 – 100	100	-
1”		95 – 100	100
3/4”	35 – 70		90 – 100
1/2”		25 – 60	
3/8”	10 – 30		20 – 55
N° 4	0 - 5	0 -10	0 – 10
N° 8		0 – 5	0 – 5

Cuadro N°7: Límites granulométricos para el agregado fino.

Tamiz estándar	Porcentaje que pasa
3/8" (9.51 mm)	100
N° 4 (4.75 mm)	95 a 100
N° 8 (2.38 mm)	80 a 100
N° 16 (1.19 mm)	50 a 85
N° 30 (0.595 mm)	25 a 60
N° 50 (0.297 mm)	5 a 30
N° 100 (0.148 mm)	0 a 10

Fuente: Norma técnica Peruana NTP 400.037

El análisis granulométrico consiste en hacer pasar el agregado a través de una serie de tamices que tienen aberturas cuadradas

$$P = \frac{B}{A} \times 100$$

Dónde:

P = Porcentaje parcial del árido retenido en un determinado tamiz.

A = Peso de la muestra de ensayo.

B = Peso de la cantidad de material parcial retenido en un determinado tamiz.

Características de los agregados

La limpieza, sanidad, resistencia y forma de las partículas son importantes en cualquier agregado.

Los agregados se consideran limpios si están exentos de exceso de arcilla, limo, mica, materia orgánica, sales químicas y granos recubiertos. Un agregado es físicamente sano si conserva su integridad bajo cambios de temperatura o humedad y si resiste la acción de la intemperie sin descomponerse.

Se realizan variadas pruebas en los agregados del hormigón para:

- Establecer que se satisfagan requisitos mínimos de calidad; se incluyen esas cualidades básicas deseables como tenacidad, solidez y resistencia a la abrasión,
- Determinar características útiles para seleccionar las proporciones para el hormigón; como la gravedad específica y la absorción.

Agua.

Desde el punto de vista de tecnología del concreto, el agua se puede definir como el componente del concreto que le permite al cemento, experimentar reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados.

El agua para amasar y curar el hormigón será satisfactoria si es potable (adecuada para el consumo humano). Esta debe estar razonablemente limpia y sin cantidades dañinas de materia orgánica, fango y sales.

El agua se puede clasificar como agua de mezclado y agua de curado.

Agua de mezclado. Es la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario, para producir una pasta suficientemente hidratada, con una fluidez tal que le permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentre en estado plástica (agua de diseño de mezcla), en otras palabras es la cantidad de agua necesaria para que los elementos del cemento se hidraten eficientemente.

Agua de curado. El curado puede definirse como el conjunto de

condiciones necesarias para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el concreto alcance sus propiedades potenciales. Estas propiedades se refieren básicamente a la humedad y la temperatura.

Concreto Normal.

El concreto es un material de la construcción que está hecho básicamente de agua, agregados (grava y arena), cemento y aire, gana resistencia después de un cierto tiempo de reacción con el agua. Aunque actualmente se les puede agregar otro ingrediente dependiendo su disposición final y el factor del tiempo, los denominados aditivos.

La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tensión, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de concreto armado, teniendo en conjunto un comportamiento muy favorable ante las diversas sollicitaciones a las que será sometido en la práctica.

Las principales características de un concreto normal son las siguientes:

Resistencia a compresión: de 100 a 400 kg/cm² para el concreto ordinario.

Resistencia a flexión: proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.

Concreto Reciclado

Definición

Se entiende por agregado reciclado aquél “agregado resultante del procesamiento de materiales inorgánicos utilizados previamente en la construcción”

Los residuos de concreto de cemento con clinker Portland y agregados naturales, triturados, cribados y procesados en plantas de reciclado dan lugar al material secundario “agregado de concreto reciclado”.

En años recientes, el concepto de utilizar hormigón viejo de pavimentos, edificios y otras estructuras como una fuente de agregados ha sido demostrado en varios proyectos, resultando en un ahorro tanto de material como de energía.

El procedimiento consiste en:

- ❖ Romper y extraer el Hormigón antiguo
- ❖ Triturar en una trituradora primaria y secundaria
- ❖ Retirar el refuerzo de acero u cualquier material embebido en el.
- ❖ Realizar una gradación y lavar
- ❖ Almacenar el agregado grueso y fino resultante.

Es principalmente utilizado en reconstrucción de pavimentos. Ha sido usado satisfactoriamente como agregado en sub-bases granulares y de hormigón pobre, suelo cementos y en hormigón nuevo reemplazando total o parcialmente al agregado convencional.

En Cochabamba, Quiroz & Salamanca (2006), en su trabajo “Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de tecnología del hormigón”, El hormigón reciclado, generalmente tiene una mayor absorción (del 3% al 10%) y baja gravedad específica en relación al agregado convencional. Esta alta absorción hace necesario el añadir más agua para alcanzar la misma trabajabilidad y revenimiento que con el agregado convencional. Por este motivo se debe pre humedecer o mantener húmedo el acopio.

Características del Agregado reciclado

Muskesh Limbachiya (2003) en su investigación Reutilización del concreto. Adición de cenizas volátiles. Pág. 02.- Respecto al agregado natural, el reciclado tiene una densidad entre 4 a 8% más baja, y una mayor capacidad de absorción de agua (2 a 6 veces). Lo cual debe tomarse en cuenta para la preparación y

facilidad de trabajo del concreto, e incluso en sus propiedades como concreto endurecido.

- Prueba de contenido de humedad de agregados
- Contenido de materia orgánica
- Resistencia al desgaste de agregados
- Masa unitaria y porcentaje de vacío de agregados gruesos
- Humedad natural de agregados gruesos y finos
- Densidad aparente, peso específico y otro
- Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos
- Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznales agregados.

Densidad

Libardo E. ARRIAGA TAFHURT, (2013) en su Maestría “utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado”, Pág. 36. La densidad del concreto es inferior a la de un concreto convencional debido a la menor densidad que presenta el agregado de concreto reciclado.

La densidad del agregado de concreto reciclado suele oscilar entre 2100 y 2400 kg/m³, mientras que la densidad saturada con superficie seca varía entre 2300 y 2500 kg/m³, por lo que en todos los casos se pueden considerar estos agregados de densidad normal (no livianos: con una densidad cuando están sueltos y secos de 1120 kg/m³ o menos de acuerdo a ASTM C330/NTC 4045).

Absorción

Libardo E. ARRIAGA TAFHURT, (2013) en su Maestría “utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado”, Pág. 26 Absorción promedio del 10% para el concreto con agregado reciclado equivalente a una mayor absorción frente al concreto con agregado natural del 43%.

Humedad de absorción promedio 7,8% para el concreto con agregado reciclado equivalente a una mayor absorción frente al concreto con agregado natural del doble.

La absorción es una de las propiedades físicas del agregado de concreto reciclado que presenta una mayor diferencia con respecto al agregado natural, debido a la elevada absorción de la pasta que queda adherida a él. Los principales aspectos que influyen tanto en la densidad como en la absorción del agregado de concreto reciclado son: el tamaño de las partículas, la calidad del concreto original y las técnicas de procesado.

Durabilidad

Los concretos con agregados de concreto reciclado es la presencia de una pasta de distinta naturaleza a la del nuevo concreto y que puede influir en la reacción álcali-agregado.

Porosidad, absorción y permeabilidad

La presencia de agua es el principal factor en el deterioro del concreto, con excepción del deterioro mecánico. El transporte de agua a través del concreto viene determinado por el tipo, tamaño, distribución e interconexión de los poros y fisuras. Estos factores determinan la permeabilidad del concreto y a su vez, ésta condiciona decisivamente la durabilidad. Una vez producida la entrada del agua desde la superficie mojada, ésta circula por el concreto en función de su porosidad, transportando a su vez las sustancias agresivas disueltas.

La incorporación del agregado reciclado en el concreto representa un aumento de su porosidad, de su capacidad de absorción y de su permeabilidad, aunque el resultado final depende también de las características de la nueva matriz cementante.

Propiedades del agregado de concreto reciclado

Granulometría. - La granulometría de los agregados de concreto reciclado varía según el proceso de trituración que se realice, pudiéndose seleccionar mediante pequeños ajustes en la apertura de las trituradoras.

El porcentaje de agregado grueso que se obtiene puede variar entre 70% y 90% del agregado total producido. Este porcentaje depende además del tamaño máximo del agregado grueso de concreto reciclado producido y de la composición del concreto original.

En general, las granulometrías de los agregados de concreto reciclado se sitúan dentro de los límites que fijan las diferentes recomendaciones tanto para agregado natural como para agregado de concreto reciclado.

En principio, el agregado de concreto reciclado genera finos durante su manipulación debido a la aparición de pequeñas partículas de mortero que se desprenden, la presencia de estas partículas en la superficie del agregado puede originar problemas de adherencia entre éste y la pasta de cemento, además de provocar un aumento de la cantidad de agua de amasado necesaria

Forma y textura superficial

La presencia del mortero que queda adherido a los agregados del concreto original provoca que la textura de los agregados de concreto reciclado sea más rugosa y porosa que la de los agregados naturales como consecuencia del proceso de trituración. No obstante, el coeficiente de forma del agregado de concreto reciclado es similar al que puede presentar el agregado natural. En una investigación nacional se obtuvo un coeficiente de forma para el agregado grueso reciclado de 0,24 y de 0,31 para el agregado grueso natural.

Los estudios que han empleado el método del índice de partículas planas y alargadas ASTM D 4791 para determinar la forma del agregado grueso han encontrado sin embargo diferencias entre el agregado natural y el agregado de concreto reciclado, siendo menor el valor del índice en el caso del agregado.

La influencia de la calidad del concreto de origen sobre la forma, ya que los agregados de concreto reciclado tienden a ser más redondeados cuanto mayor es la relación agua/cemento del concreto original y por lo tanto menor la resistencia del mortero.

Densidad y absorción

La densidad del agregado de concreto reciclado es inferior a la del agregado natural, debido a la pasta de cemento que queda adherida a los granos. La densidad del agregado de concreto reciclado suele oscilar entre 2100 y 2400 kg/m³, mientras que la densidad saturada con superficie seca varía entre 2300 y 2500 kg/m³, por lo que en todos los casos se pueden considerar estos agregados de densidad normal (no livianos: con una densidad cuando están sueltos y secos de 1120 kg/m³

Propiedades químicas y durabilidad

Contenido de cloruros

Los agregados de concreto reciclado pueden presentar un contenido apreciable de cloruros, en función de la procedencia del concreto usado como materia prima, especialmente en concretos procedentes de obras marítimas, puentes o pavimentos expuestos a las sales para el deshielo. Así mismo, los concretos en los que se haya utilizado aditivos acelerantes, pueden también contener una elevada cantidad de cloruros.

Contenido de sulfatos

El agregado de concreto reciclado puede contener un elevado contenido de sulfatos, ya que, al contenido propio del agregado natural, se le añaden los sulfatos que contienen la pasta adherida y la presencia de contaminantes como el yeso cuando el concreto procede de edificación. Los sulfatos combinados presentes en la pasta de cemento pueden producir problemas en el concreto nuevo.

Consideraciones del concreto con agregados reciclados

Dosificación

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

Contenido de agua

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

Contenido de cemento

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

Relación agua/cemento

Como punto de partida, para un porcentaje de agregado de concreto reciclado reducido se puede considerar inicialmente que la relación agua/cemento necesario para alcanzar una categoría resistente será la misma para el concreto convencional y el concreto con agregado de concreto reciclado; aunque en la práctica, para sustituciones por encima del 50%, se deberá ajustar la relación agua/cemento en el concreto preparado con agregados de concreto reciclado mediante los ensayos correspondientes.

Dosificación del agregado de concreto reciclado

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

Ventajas y Desventajas de Concreto Reciclado

Ventajas

- Reducción del impacto ambiental por:
- Menor disposición de escombros
- Se disminuye la necesidad de explotar nuevas fuentes de materiales
- Menor consumo de energía y contaminación generada por transporte de materias primas
- Menores tiempos de ejecución

Desventajas

- Necesidad de estudiar los materiales con más detalle
- Presencia de contaminantes como pinturas (con plomo) impacto ambiental.
- Recolección selectiva de la materia prima (escombros y desechos industriales)

Procedencia de la muestra a reciclar

Toma de muestras

En la actualidad existen diversos países en el mundo, donde ya se encuentran operando plantas de reciclado de concreto.

Regularmente, las operaciones de reciclado se realizan mediante una portátil alimentada por un cargador frontal que comprende un triturador.

En nuestro caso realizaremos la trituración golpeando con comba.

a) Limpieza preliminar y reducción de tamaño

El escombros que se lleva al sistema de reciclado está compuesto en su mayor parte por trozos de concreto con incrustaciones de varillas de refuerzo o alambres, es por ello que es necesario realizar la limpieza. Para luego reducir el tamaño de los trozos de concreto y sacar el tamaño máximo nominal.

Estudios Realizados

a) Granulometría

Granulometría de los agregados finos

Para el análisis granulométrico del agregado fino, Los tamices a considerar serán el 3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N° 100 siendo los porcentajes que pasan según la norma ASTM C33.

Cuadro N° 8: Porcentaje que pasa por cada Tamiz

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100
N°4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85

N°30	25-60
N°50	10-30
N°100	2-10

Fuente: Norma ASTM C 136

Con este ensayo de granulometría para ambos agregados podemos determinar el módulo de fineza y el tamaño máximo, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso respectivamente. La granulometría es determinada por análisis de tamices (norma ASTM C 136).

Módulo de Fineza: Es la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N°. 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y posteriormente dividido entre 100.

Granulometría de los agregados grueso

Según especificaciones técnicas el análisis granulométrico del agregado grueso debe estar graduado dentro de los siguientes.

Cuadro N° 9: Porcentaje que pasa por cada Tamiz

Tamiz	Porcentaje que pasa
1 1/2"	100
1"	95-100
3/4"	68-85
1/2"	25-60

3/8"	12-45
N° 4	0-10

b) Peso unitario

Es el peso por unidad de volumen (aparente). Se determinan dos formas de peso unitario.

Peso Unitario Suelto: En el que el recipiente se llena normalmente sin presión alguna.

Peso Unitario Compactado: En el que el recipiente se llena con tres capas compactando cada una con la varilla estándar.

Especificaciones Técnicas

En las arenas, el peso unitario compactado varía entre 1550 kg/m³ y 1750 kg/m³ disminuyendo cerca de un 30 % para el peso unitario suelto.

c) Peso específico

Es el peso por unidad de volumen (agua desplazada por inmersión).

El peso específico puede varias, entre intervalos 1.2 a 2.2 gr/cm³ para concretos ligeros, cuando su valor esta entre 2.3 a 2.9 gr/cm³

El porcentaje de absorción de los agregados, comúnmente se halla en el intervalo de (0.20% - 3.50 %).

d) Contenido de humedad.

Especificaciones Técnicas

El contenido de humedad es una de las propiedades físicas del agregado, que no se encuentra en especificaciones, sin embargo, se puede manifestar que, en los agregados finos, el contenido de humedad puede llegar a representar un

8% o más, mientras que en el agregado grueso dichos contenidos pueden representar a un 4%.

e) Capacidad de absorción.

Es aquel contenido de humedad que tiene el agregado que se encuentra en el estado saturado superficialmente seco. Este es el estado de equilibrio de los agregados, es decir en que no absorben ni sueltan agua.

Materiales y equipos para la elaboración de probetas

El material y equipo necesario para preparar las muestras de ensayo está constituido por lo siguiente:

- ✓ Agregado grueso.
- ✓ Agregado fino.
- ✓ Cemento.
- ✓ Agua.
- ✓ Aditivo
- ✓ Moldes cilíndricos de 152.5 mm de diámetro por 305 mm de altura. (6"x12").
- ✓ Base de molde maquinada.
- ✓ Varilla compactadora de acero liso, de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud. La barra será terminada en forma de semiesfera.
- ✓ Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería.
- ✓ Aceites derivados de petróleo, como grasa mineral blanda.
- ✓ Los moldes deben ser de material impermeable no absorbente y no reactivo con el cemento. Los moldes normalizados se construyen de acero.
- ✓ Mezcladora eléctrica de 3 pie³ de capacidad.
- ✓ Balanza.

Resistencia a la compresión del concreto

Este parámetro es obtenido a través del ensayo de un cilindro estándar de 6" (15 cm) de diámetro y 12" (30 cm) de altura. El espécimen debe permanecer en el molde 24 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo.

La resistencia a la compresión ($f'c$) se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo dos probetas tomadas de la misma muestra probadas.

Hipótesis

El agregado extraído del concreto reciclado cumplirá con las propiedades física y las condiciones técnicas necesarias para el diseño de mezcla igual a una resistencia $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la CIUDAD de Huaraz – 2016.

Variables

Identificación de variables

- ✓ Incorporación del agregado (grueso y fino) obtenido del concreto reciclado para remplazar al agregado natural y producir un nuevo concreto.
- ✓ La resistencia, durabilidad y trabajabilidad que tendría utilizar un concreto reciclado y la relación directa del agua/cemento en el diseño de mezcla.

Clasificación de las variables.

- ✓ **Variable independiente**
X: Propiedades físicas de los agregados.
- ✓ **Variable dependiente**
Y: La resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Objetivos

Objetivo general

Utilizar el concreto reciclado como agregado para un diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz-2016.

Objetivos específicos

- ✓ Analizar las propiedades físicas del agregado fino y grueso del deshecho de concreto.
- ✓ Diseñar un concreto $f'c=210$ kg/cm² usando agregado de concreto reciclado.
- ✓ Determinar la relación agua y cemento de un concreto $F'c=210$ Kg/cm² usando agregados naturales patrón.
- ✓ Determinar la relación agua y cemento de un concreto $F'c=210$ Kg/cm² usando agregados de concreto reciclado experimental.
- ✓ Interpretar los resultados obtenidos con las resistencias a los 3, 7,14 y 28 días de curado para ver el avance evolutivo del comportamiento de la Resistencia.

II. METODOLOGIA DE TRABAJO

Tipo y diseño de investigación:

Tipo de Investigación:

El tipo de investigación es de nivel descriptivo y aplicada, es descriptivo porque se describirá las propiedades del agregado del concreto reciclado y también se describirá la resistencia a la compresión del concreto y es aplicada porque los

resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a los materiales utilizados en la construcción, mejorando así la propiedad del concreto,

Es una investigación Cuantitativa, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación). La hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos.

Diseño de Investigación

Es un diseño no experimental transversal porque no se manipula ni modifica variable y los datos serán tomados en un momento dado.

Población y muestra.

Población

Conjunto de 18 probetas que se verificara en el laboratorio del concreto

Muestra

Conjunto de probetas de concreto reciclado, que serán elaboradas en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Se deben preparar probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad, por el promedio. Sin embargo, para una mayor precisión es recomendable moldear

Para evaluar la resistencia a la compresión se realizará 9 probetas de concreto patrón con agregados naturales, la cual serán 3 probetas para los días 7, 14 y 28; De igual manera se realizará 9 probetas con agregados de concreto reciclado, la cual serán 3 probetas para los días 7, 14 y 28 días de curado.

Cuadro N° 10: Cantidad de probetas

<i>Días</i>	<i>N° de Probetas con Agregados de Concreto Reciclado</i>	<i>N° de Probetas con Agregado Patrón</i>
<i>07</i>	3 probetas	3 probetas

14	3 probetas	3 probetas
28	3 probetas	3 probetas

Se realizar esta cantidad de probetas porque será beneficiosa para realizar nuestro gráfico, ya que no existe una norma que indica que cantidad de probetas se deben realizar

Técnicas e instrumentos de investigación

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.

Procesamiento y análisis de la información

Los datos obtenidos serán procesados con el software Excel y serán analizados los resultados con tablas, gráficos, promedios y porcentajes.

III. RESULTADOS

Agregado de la Cantera Rolan

Granulometría

Cuadro N° 11: Granulometría del agregado grueso

Peso inicial del agregado grueso	5628.5
----------------------------------	--------

Malla	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Especificaciones
--------------	----------------------	-------------------	-----------------------------	-------------------	-------------------------

1"	0	0.0	0.0	100.0	95-100
3/4"	1339	23.8	23.8	76.2	68-85
1/2"	2010	35.7	59.5	40.5	25-60
3/8"	1541	27.4	86.9	13.1	12_45
N° 4	678.5	12.1	98.9	1.1	0-10
N° 8	60	1.1	100.0	0.0	
cazuela	0	0.0	100.0		
	5628.5	100.0			

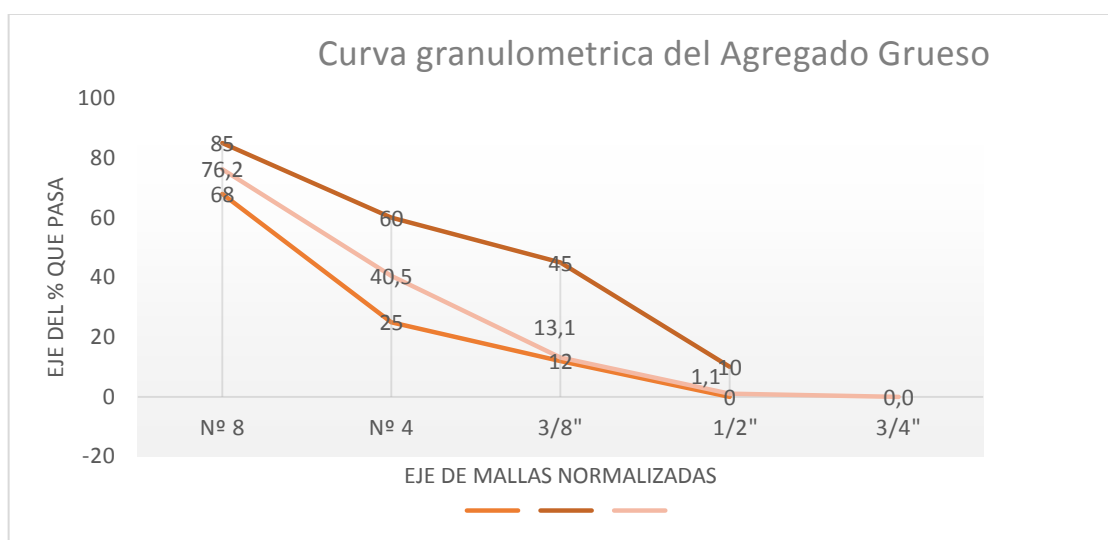


Figura N° 2: Curva Granulométría de la grava

El peso inicial del agregado grueso fue de 5628.5 kg, se realizó el tamizado con las mallas mencionadas y verificamos que estas se encuentran en el rango de las especificaciones, el tamaño máximo nominal que fue de $\frac{3}{4}$ ". El material escogido fue la piedra triturada por razones que deja menor cantidad de vacíos.

Cuadro N° 12: Granulométría del agregado fino

Peso neto del agregado fino = 2266.5

MODULO DE FINURA **2.68**

Malla	Peso retenido	% retenido	% retenido acum.	% que pasa	¿Cumplir las normas A.S.T.M.?
-------	---------------	------------	------------------	------------	-------------------------------

N° 4	0	0.0	0.0	100.0	si cumple
N° 8	361.5	15.9	15.9	84.1	si cumple
N° 16	450.5	19.9	35.8	64.2	si cumple
N° 30	371.5	16.4	52.2	47.8	si cumple
N° 50	491	21.7	73.9	26.1	si cumple
N° 100	374.5	16.5	90.4	9.6	si cumple
N° 200	158.9	7.0	97.4	2.6	si cumple
<i>cazuela</i>	<i>58.6</i>	<i>2.6</i>	<i>100.0</i>	<i>0.0</i>	
	2266.5				

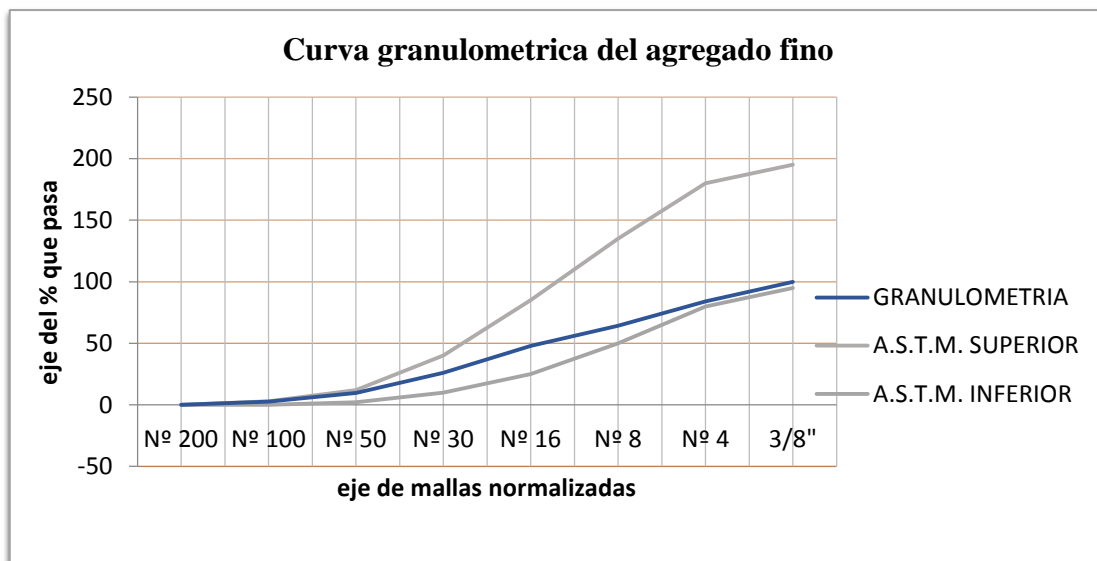


Figura N° 3: Curva Granulométrica de la arena.

El peso inicial del agregado fino fue de 2266.5 kg, luego de realizar el tamizado podemos visualizar que el módulo de fineza es de 2.68, como se sabe el módulo de fineza se encuentra en el rango de las especificaciones por esta razón tendremos mejor resistencia a la compresión.

Peso unitario

Cuadro N° 13: Peso unitario del agregado grueso.

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
Peso material + molde (kg)	19.75	19.76	19.74	18.6	18.62	18.61

Peso de molde (kg)	5.333	5.333	5.333	5.333	5.333	5.333
Peso de material (kg)	14.417	14.427	14.407	13.267	13.287	13.277
Volumen de molde m³	0.009341	0.009341	0.009341	0.009341	0.009341	0.009341
Peso unitario (kg/m³)	1543.411	1544.481	1542.340	1420.298	1422.439	1421.368
PESO UNITARIO PROMEDIO	1543.411			1421.368		

Cuadro N°14: Peso unitario del agregado fino

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
Peso material + molde (kg)	7.785	7.815	7.815	7.1	7.115	7.11
Peso de molde (kg)	3.426	3.426	3.426	3.426	3.426	3.426
Peso de material (kg)	4.359	4.389	4.389	3.674	3.689	3.684
Volumen de molde m ³	0.002776	0.002776	0.002776	0.002776	0.002776	0.002776
Peso unitario (kg/m ³)	1570.245	1581.052	1581.052	1323.487	1328.890	1327.089
PESO UNITARIO PROMEDIO	1577.450			1326.489		

En los estudios realizados para peso unitario podemos visualizar el promedio de peso unitario varillado y peso unitario suelto del agregado fino y agregado grueso. Estos datos serán visualizados en el diseño de mezcla de igual manera en las fotos de los laboratorios realizados.

Peso específico y capacidad de absorción.

Cuadro N° 15: Peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso

AGREGADO GRUESO					
IDENTIFICACION		40	27	9	PROMEDIO
A	Peso mat. Sat. Sup seca (en aire)	1011.00	1014.50	993.50	
B	Peso mat. Sat. Sup seca (en agua)	634.70	638.60	624.50	
C	Vol. De masas / vol. De vacios = A-B	376.30	375.90	369.00	
D	Peso Mat. Seco en estufa	1004.80	1008.00	987.30	
E	Vol. De masa=C-(A-D)	370.10	369.40	362.80	
	P.e. Bulk (Base Seca) =D/C	2.67	2.68	2.68	
	P.e. Bulk (Base Saturada) =A/C	2.69	2.70	2.69	2.69
	P.e. Aparente (Base Seca) =D/E	2.71	2.73	2.72	2.72
	% de Absorción = ((A-D)/D)*100	0.62	0.64	0.63	0.63

Cuadro N° 16: Peso específico y capacidad de absorción del agregado fino

ARENA		
IDENTIFICACION	46	
A	Peso mat. Sat. Sup seca (en aire)	300.00
B	Peso frasco + H2O	678.30
C	Peso frasco + H2O + (A)	978.30
D	Peso frasco + H2O en el frasco	865.60
E	Vol. De masa + Vol. De Vacio = C-D	112.70
F	Peso Mat. Seco en estufa	297.50

G	Vol. De masa= $E-(A-F)$	110.20
	P.e. Bulk (Base Seca) = F/E	2.64
	P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E	2.66
	P.e. Aparente (Base Seca) = F/G	2.70
	% de Absorción = $((A-F)/F)*100$	0.84

Contenido de humedad.

Cuadro N° 17: Contenido de humedad del agregado grueso

ENSAYO N°	01
Peso Recip + muestra Humeda	1177.00
Peso Recip + muestra seca	1173.00
Peso de recipiente - N° 31(Gr)	167.00
Peso de agua	4.00
Peso muestra seca	1006.00
Contenido humedad (%)	0.40
(%) Promedio	0.40

Cuadro N°18: Contenido de humedad del agregado fino

ENSAYO N°	01
Peso Recip + muestra Humeda (Gr)	949.00
Peso Recip + muestra seca (Gr)	946.50

Peso de recipiente - N° 46 (Gr)	175.50
Peso de agua	2.50
Peso muestra seca	771.00
Contenido humedad (%)	0.32
(%) Promedio	0.32

Podemos visualizar el promedio del contenido de humedad del agregado grueso es 0.40% y de igual manera el promedio del agregado fino es 0.32% estos datos serán utilizados en el diseño de mezcla y de igual manera podemos visualizar las fotos del laboratorio (Ver anexo 9.6).

Agregado reciclado

Granulometría del agregado grueso

Cuadro N° 19: Granulometría del agregado grueso

Peso inicial del agregado grueso reciclado	5628.5 kg	TMN=	1"
--	-----------	------	----

Malla	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Especificaciones
1"	593	10.5	10.5	89.5	95-100
3/4"	1061	18.9	18.9	81.1	68-85
1/2"	2211	39.3	58.1	41.9	25-60
3/8"	902	16.0	74.2	25.8	12_45
N° 4	787	14.0	88.1	11.9	0-10
N° 8	74.5	1.3	89.5	10.5	
cazuela	593	10.5	100.0		
	5628.5	100.0			

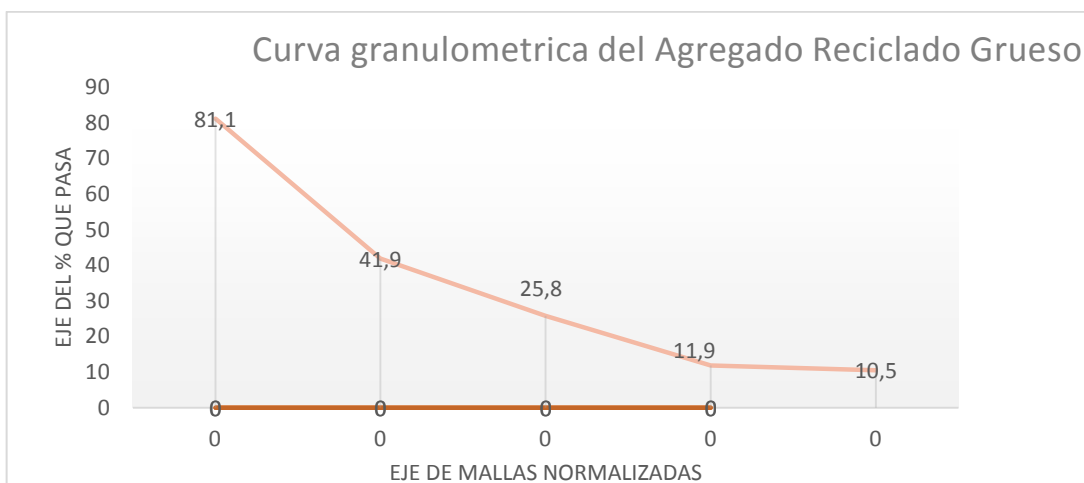


Figura N° 4: Curva Granulométría de la grava

El peso inicial del agregado grueso fue de 5628.5 kg, se realizó el tamizado con las mallas mencionadas y verificamos que estas se encuentran en el rango de las especificaciones, el tamaño máximo nominal que fue de 1". El material escogido fue la piedra triturada por razones que deja menor cantidad de vacíos.

Cuadro N° 20: Granulométría del agregado fino

Peso neto del agregado fino = 2266.5	Módulo De Finura	2.56
	si cumple	

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acum.	% que pasa	¿Cumplir las normas A.S.T.M.?
<i>N.º 4</i>	4	0.2	0.2	99.8	si cumple
<i>N.º 8</i>	260.5	11.5	11.7	88.3	si cumple
<i>N.º 16</i>	442.5	19.5	31.2	68.8	si cumple
<i>N.º 30</i>	467.5	20.6	51.8	48.2	si cumple
<i>N.º 50</i>	430.2	19.0	70.8	29.2	si cumple
<i>N.º 100</i>	437.3	19.3	90.1	9.9	si cumple
<i>N.º 200</i>	157.7	7.0	97.1	2.9	si cumple

<i>cazuela</i>	<i>66.8</i>	<i>2.9</i>	<i>100.0</i>	<i>0.0</i>	
	<i>2266.5</i>				

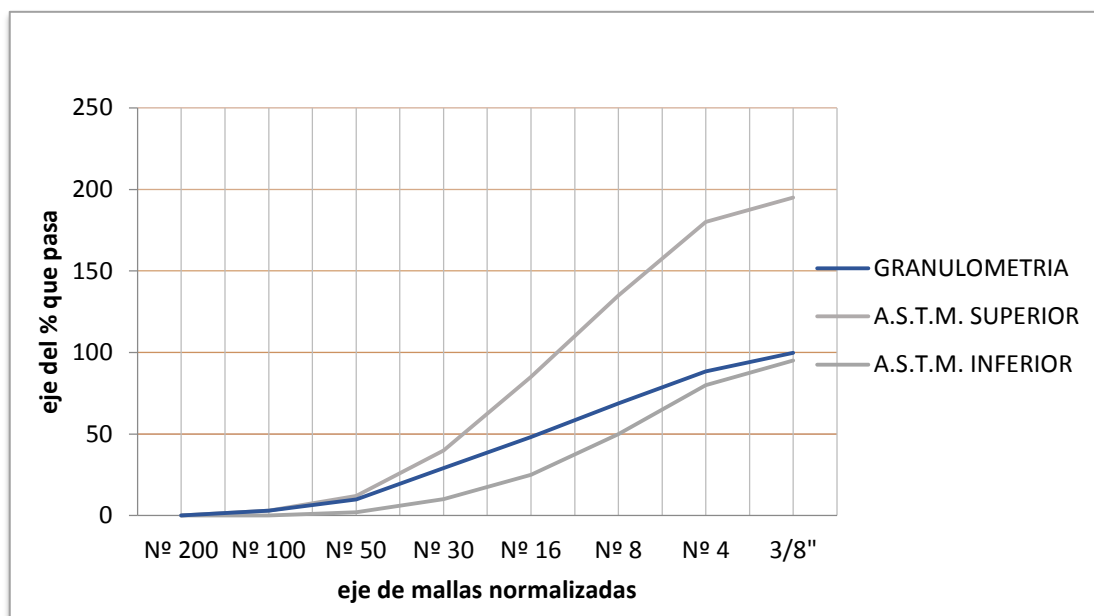


Figura N° 5: Curva Granulométrica de la arena.

El peso inicial del agregado fino fue de 2266.5 kg, luego de realizar el tamizado podemos visualizar que el módulo de fineza es de 2.55, como se sabe el módulo de fineza se encuentra en el rango de las especificaciones por esta razón tendremos mejor resistencia a la compresión.

Peso unitario

Cuadro N° 21: Peso unitario del agregado grueso.

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
Peso material + molde (kg)	18.6	18.605	18.61	17.66	17.645	17.65
Peso de molde (kg)	5.333	5.333	5.333	5.333	5.333	5.333

Peso de material (kg)	13.267	13.272	13.277	12.327	12.312	12.317
Volumen de molde m3	0.009341	0.009341	0.009341	0.009341	0.009341	0.009341
Peso unitario (kg/m3)	1420.298	1420.833	1421.368	1319.666	1318.060	1318.595
PESO UNITARIO PROMEDIO	1420.833			1318.774		

Cuadro N°22: Peso unitario del agregado fino

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
Peso material + molde (kg)	7.418	7.431	7.419	6.537	6.535	6.5205
Peso de molde (kg)	3.426	3.426	3.426	3.426	3.426	3.426
Peso de material (kg)	3.992	4.005	3.993	3.111	3.109	3.0945
Volumen de molde m3	0.00277 6	0.00277 6	0.00277 6	0.00277 6	0.00277 6	0.00277 6
Peso unitario (kg/m3)	1438.04 0	1442.72 3	1438.40 1	1120.67 7	1119.95 7	1114.73 3
PESO UNITARIO PROMEDIO	1439.721			1118.456		

En los estudios realizados para peso unitario podemos visualizar el promedio de peso unitario varillado y peso unitario suelto del agregado fino y agregado grueso. Estos datos serán visualizados en el diseño de mezcla de igual manera en las fotos del laboratorio realizados.

Peso específico y capacidad de absorción.

Cuadro N° 23: Peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso

AGREGADO GRUESO RECICLADO

IDENTIFICACION		21	41	30	PROMEDIO
A	Peso mat. Sat. Sup seca (en aire)	1080.00	1030.00	1232.00	
B	Peso mat. Sat. Sup seca (en agua)	629.50	612.50	637.00	
C	Vol. De masas / vol. De vacios = A-B	450.50	417.50	595.00	
D	Peso Mat. Seco en estufa	1044.00	987.00	1023.90	
E	Vol. De masa=C-(A-D)	414.50	374.50	386.90	
	P.e. Bulk (Base Seca) =D/C	2.32	2.36	1.72	
	P.e. Bulk (Base Saturada) =A/C	2.40	2.47	2.07	2.31
	P.e. Aparente (Base Seca) =D/E	2.52	2.64	2.65	2.60
	% de Absorcion = ((A-D)/D)*100	3.45	4.36	20.32	9.38

Cuadro N° 24: Peso específico y capacidad de absorción del agregado fino

AGREGADO RECICLADO FINO		
IDENTIFICACION		41
A	Peso mat. Sat. Sup seca (en aire)	300.00
B	Peso frasco + H2O	678.40
C	Peso frasco + H2O + (A)	978.40

D	Peso frasco + H2O en el frasco	863.20
E	Vol. De masa + Vol. De Vacío = C-D	115.20
F	Peso Mat. Seco en estufa	296.10
G	Vol. De masa=E-(A-F)	111.30
	P.e. Bulk (Base Seca) =F/E	2.57
	P.e. Bulk (Base Saturada) =A/E	2.60
	P.e. Aparente (Base Seca) =F/G	2.66
	% de Absorción = ((A-F)/F)*100	1.32

Contenido de humedad.

Cuadro N° 25: Contenido de humedad del agregado grueso

ENSAYO N°	01
Peso Recip + muestra Humeda	1046.50
Peso Recip + muestra seca	1039.10
Peso de recipiente - N° (Gr)	163.70
Peso de agua	7.40
Peso muestra seca	875.40
Contenido humedad (%)	0.85
(%) Promedio	0.85

Cuadro N°26: Contenido de humedad del agregado fino

ENSAYO N°	01
Peso Recip + muestra Humeda (Gr)	873.50
Peso Recip + muestra seca (Gr)	811.90
Peso de recipiente - N° 46 (Gr)	168.10
Peso de agua	61.60
Peso muestra seca	643.80
Contenido humedad (%)	9.57
(%) Promedio	9.57

Podemos visualizar el promedio del contenido de humedad del agregado grueso es 0.85% y de igual manera el promedio del agregado fino es 9.57% estos datos serán utilizados en el diseño de mezcla y de igual manera podemos visualizar las fotos del laboratorio (Ver anexo 9.6).

Diseño de mezcla

Ser realizo el diseño de mezcla con el agregado de la cantera Rolan y el agregado del concreto reciclado, lo que se muestra a continuación es un resumen de esta, para visualizar los pasos (ver anexo 9.2)

Cuadro N°27: Resumen de proporciones de diseño de la cantera Rolan y el Agregado reciclado.

DISEÑO DE AGREGADO PATRON		DISEÑO DE AGREGADO RECICLADO	
Para 3 probetas		Para 3 probetas	
Cemento	=2.01 X 3 =6.03 kg	Cemento	=2.10 X 3 =6.3 kg

Agua = $1.23 \times 3 = 3.69\text{lt}$	Agua = $1.34 \times 3 = 4.02\text{ lt}$
Ag. Fino húmedo = $4.25 \times 3 = 12.75\text{ kg}$	Ag. Fino húmedo = $5.76 \times 3 = 17.28\text{ kg}$
Ag. Grueso húmedo = $4.23 \times 3 = 12.69\text{ kg}$	Ag. Grueso húmedo = $6.38 \times 3 = 19.23\text{ kg}$

En la siguiente tabla se puede visualizar las cantidades de materiales a utilizar para cada uno de los diseños.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Diseño de la cantera Rolan.

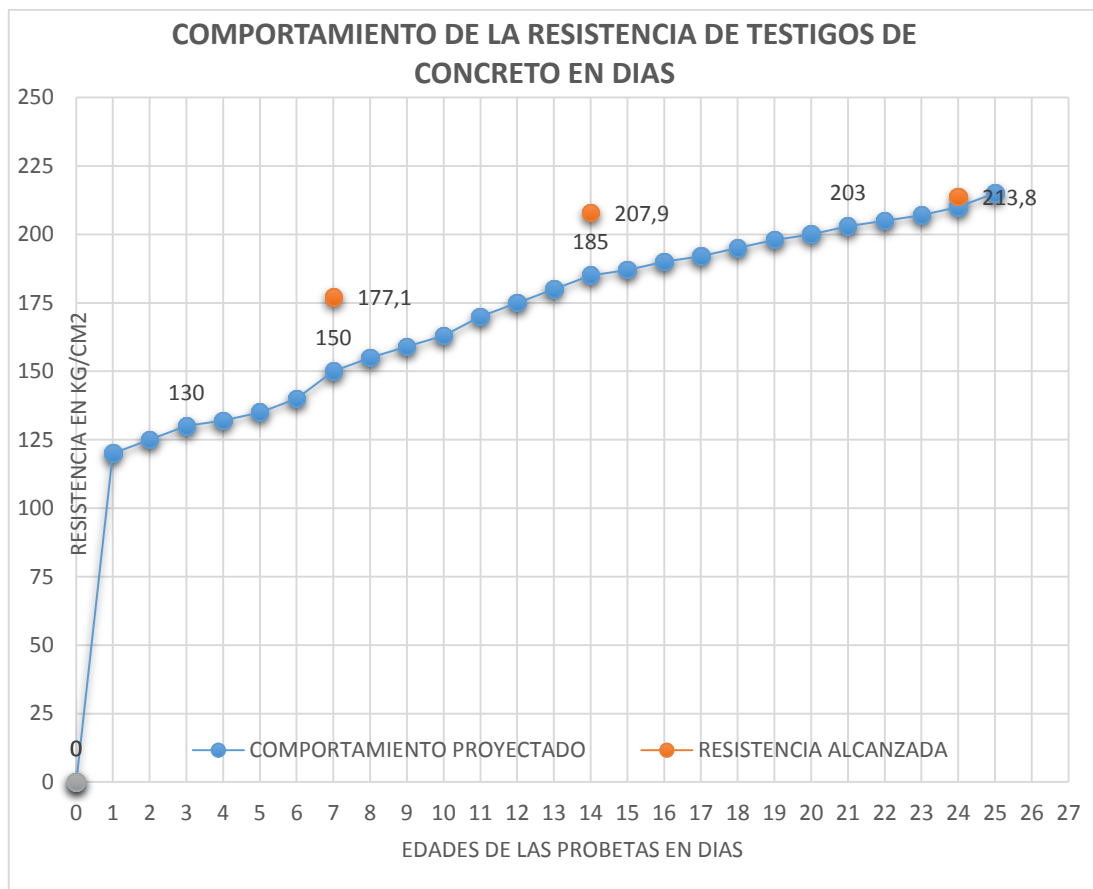


Figura N° 6: Curva del comportamiento del diseño de la cantera Rolan

Las resistencias tomadas del comportamiento proyectado es la resistencia que debe llegar aproximadamente los testigos en los días señalados, esta información se tomó de acuerdo a los estudios anteriores y cada uno de estos se señalan en la bibliografía

En el siguiente grafico podemos visualizar la curva proyectada para una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para los días 7, 14 y 28 días, podemos ver que la resistencia alcanzada es mayor, por razones de que el agregado de la cantera Rolan son buenas y son utilizadas para diversos estudios en la ciudad de Huaraz.

Diseño del agregado reciclado

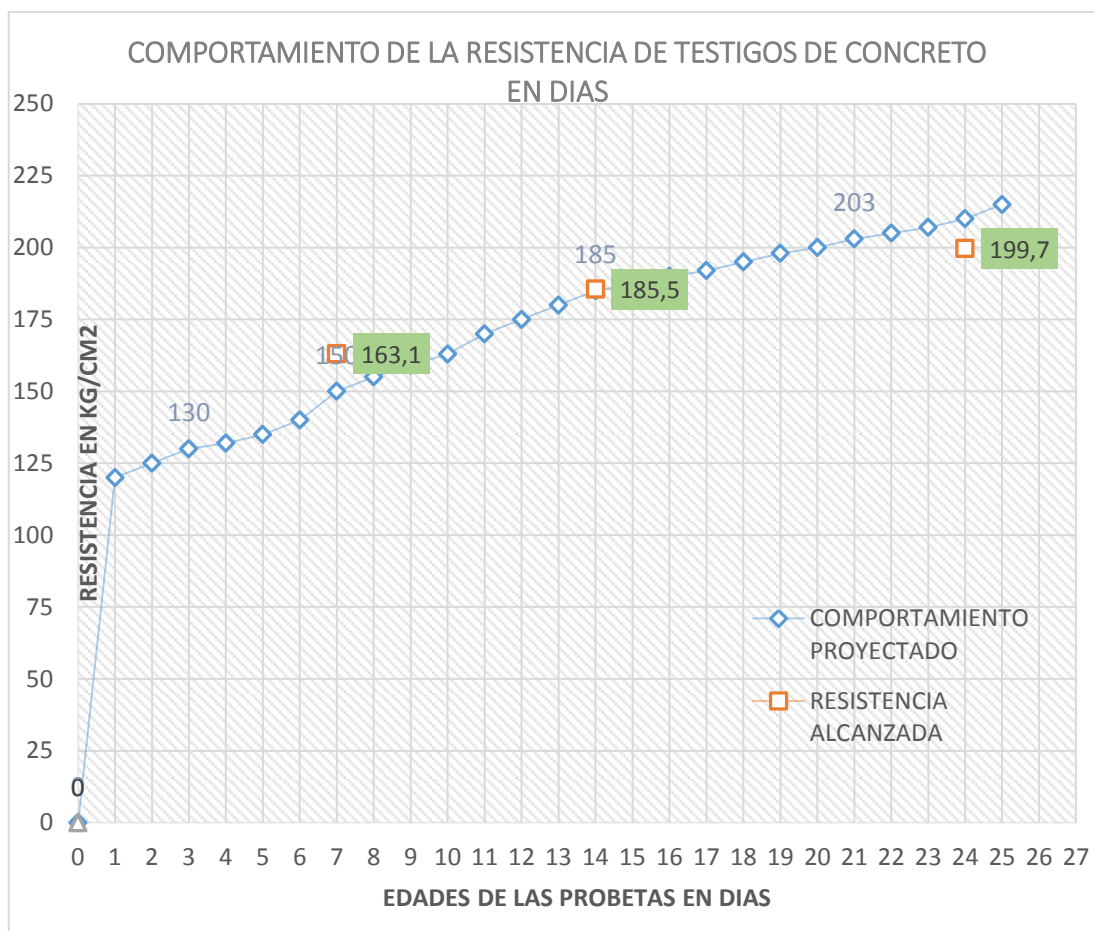


Figura N° 7: Curva de comportamiento del agregado reciclado.

Para el siguiente diseño utilizamos la misma relación a/c, el mismo proceso para realizar las probetas, al momento del mezclado pudimos apreciar que la mezcla era muy seca y no tenía trabajabilidad es por ello que le adicionamos 0.24lt de agua por probeta que corresponde un porcentaje de 18% lográndose un slump 3", esto ocurre por el cemento existente en el agregado reciclado; la resistencia alcanzada supera el comportamiento proyectado, pero no supera en resistencia del concreto patrón.

Cuadro N° 28: Resumen de las Resistencias alcanzadas

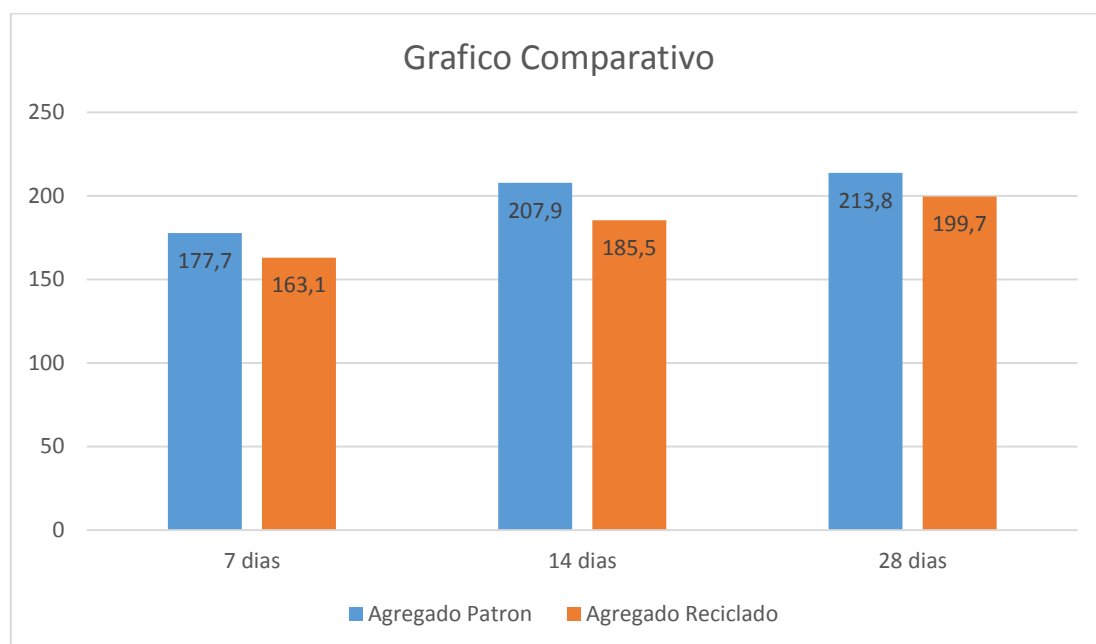
DIAS	DISEÑO DEL	DISEÑO DEL
------	------------	------------

	AGREGADO PATRON	AGREGADO RECICLADO
7	177.10	163.10
14	207.9	185.50
28	213.8	199.7

Fuente: Autor

El siguiente cuadro podemos visualizar que el concreto de agregado reciclado tiene menos resistencia que el concreto de agregado natural.

El agregado grueso y fino en base al reciclado de desechos de concreto de demolición no cumple en su totalidad con las normas para los agregados, pero con su uso en la elaboración de un nuevo concreto se logra obtener concreto de buena calidad alcanzando resistencias altas. (Ver anexo 9.5)



Luego de ver los resultados se realizó un estudio químico del agregado reciclado.

Para determinar las reacciones que ocurren entre el agregado después de triturado y una solución de hidróxido de sodio.

El concreto expuesto a soluciones de sulfatos puede ser atacado y sufrir deterioro en un grado que depende de los constituyentes del concreto, la calidad del concreto en el lugar, así como el tipo y la concentración del sulfato. Cuando se tiene materiales de

buena calidad, proporciona un rendimiento satisfactorio y una buena práctica, la permeabilidad del concreto es una función directa de su relación agua-cemento y del tiempo de curado. Una buena resistencia química está relacionada con la resistencia de la matriz de cemento a las reacciones con sulfatos nocivos. Un concreto resistente a sulfatos puede lograrse utilizando una cantidad suficiente de cemento resistente a sulfatos y baja relación a/mc, para obtener concretos con baja permeabilidad al agua

A este nivel de pH (por debajo de 9), es posible que empiece la corrosión, dando como resultado un agrietamiento y fisuramiento del concreto. Es por esta razón que no se logró la resistencia deseada.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño con concreto patrón y concreto reciclado para una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, y concluimos que el concreto de agregado reciclado tiene menos resistencia que el concreto de agregado natural.
- Se analizó las propiedades físicas de los agregados, para luego concluir que para tener un buen resultado en los estudios del agregado tenemos que lavar las muestra para que no exista ninguna impureza, para luego realizar los estudios y dar a conocer que el módulo de fineza menor a 3.2 cumple con las especificaciones dadas por la ACI y se tiene mejores propiedades para lograr un buen concreto. Para poder analizar las propiedades del agregado de concreto reciclado se tiene que sacar todos los desperdicios del fierro, alambres, clavos y otros para que solo quede el bloque de concreto.
- La relación a/c utilizada fue de 0.59 para ambos diseños, con este diseño se pudo lograr superar la resistencia propuesta en el concreto del agregado patrón, no sucedió lo mismo con el diseño de concreto reciclado por razones de que para este diseño se tuvo que adicionar agua 0.24lt por probeta que corresponde a un porcentaje de 18%, esto ocurre porque la absorción del agregado de concreto reciclado es mayor a la de concreto patrón y esto justifica la adición de agua en el concreto reciclado.
- El agregado grueso y fino en base al reciclado de desechos de concreto de demolición no cumple en su totalidad con las normas para los agregados, pero con su uso en la elaboración de un nuevo concreto se puede lograr resistencias mayores a 199.70 kg/cm^2 . Para ellos se debe tener mucho cuidado al momento de la elaboración y curado. Concluimos que se puede lograr mayor resistencia, adicionando la cantidad de agua adecuada y mayor tiempo de curado.

- Con el reciclaje de concreto demolido podemos solucionar graves problemas, por esa razón es importante tener que introducir en la construcción algunos cambios que ayuden a la conservación y mejoramiento de nuestro medio ambiente.
- Los valores de Ph se reducen a medida que la concentración de los iones de hidrogeno incrementan. Los valores por debajo de 7 son ácidos y los valores superiores a 7 son alcalinos. Respecto al pH de la muestra es igual a 8.10, se debe a que este material no está calcinado y es material absorbente y puzolánico. Se concluyo que los agregados reciclados cumplen con la norma para dosificación de mezcla.
- Puede concluirse que la resistencia a los sulfatos del concreto es una función de su resistencia física y química a la penetración de iones de sulfato y que una buena resistencia física del concreto es directamente proporcional a la relación am/c y al contenido de cemento. Se detecto medio en carbonatos esto quiere decir que podría ocurrir una posible corrosión del acero y esto ocurre por la pérdida de pH

RECOMENDACIONES

- Se debe tomar en cuenta el tiempo entre el mezclado y el colocado del concreto, es por ello que al momento del colocado se golpeaba con una comba para que exista uniformidad, el chuzado se realizaba alrededor de la probeta y realizar la probeta en menor tiempo posible.
- A mayor día de curado mayor resistencia, por esa razón se recomienda realizar probetas mayores a 35 días, por tener antecedentes favorables en resultados en un mayor tiempo.
- Se recomienda proseguir con estudios para alcanzar que el agregado reciclado obtenga mayores resistencias teniendo en cuenta: la adición de agua, la trituración y las partículas finas.
- Se debe realizar mayores estudios puesto que el agregado reciclado es un material ya contaminado

VI. AGRADECIMIENTO

Primeramente, expreso mi agradecimiento a DIOS, por estar siempre a mi lado acompañándome y guiándome en cada uno de mis obrar en esta vida y su amor eterno.

También expreso mi profundo y sincero agradecimiento a mi asesor el Ing. Miguel Solar Jara por su desinteresada colaboración y su asistencia permanente para el desarrollo del presente proyecto de investigación; al brindarme su tiempo y aportes basados en su bien lograda experiencia con gran esfuerzo, los que me impulsa a seguir su digno ejemplo.

A mi familia, que hicieron lo posible con su apoyo moral la culminación de mi carrera para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

A la Universidad de San Pedro y a la escuela de Ingeniería Civil por mi formación académica

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barroso & Gómez (2001), “Análisis de la incorporación de materiales reciclados de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales o no estructurales” [Investigación presentada para título] universidad De Oriente.
- Begliardo (2011), valorización de agregados reciclados de hormigón, [para la obtención del título] Universidad Tecnológica Nacional.
- Oliveira y Silveira de Assis(2006), administración para el diseño, investigación en Sao Paulo, Brasil.
- Parrillo & Camargo (2015), reutilización de residuos sólidos en la producción de pavimentos rígidos de bajo costo en el distrito de Juliaca.
- Milla & Valladares, diseño de un concreto utilizando agregado grueso.
- Osorio & Rodríguez, Comportamiento del concreto reciclado.
- <https://prezi.com/cvlzj2fyx4qf/reutilizacion-de-concreto-simple-como-agregado-grueso-en-e/>
- <http://es.slideshare.net/JanexitaHuaman/reglamento-para-la-gestin-y-manejo-de-los-residuos>
- <http://todoconstruccion.com/?p=1692>
- <http://es.scribd.com/doc/189238711/Libro-Diseno-y-control-de-mezclas-de-concreto-PCA-1#scribd>
- <http://es.slideshare.net/iific/concreto-reciclado>
- http://cybertesis.urp.edu.pe/urp/2008/vilchez_ac/pdf/vilchez_ac-TH.1.pdf

- http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf
- Martínez & Mendoza, (2006). Investigación Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bedoya Montoya, C. (2003) el concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles [trabajo presentado como requisito para optar el título de Magister en Hábitat], Universidad nacional de Colombia sede Medellín.
- José M. Gómez, Luis Agullo y Enric Vázquez, artículo Cualidades Físicas y Mecánicas de los Agregados Reciclados de Concreto. Aplicación en Concretos
- Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanes (2004), Diseño y Control de Mezclas de Concreto.
- Jorge Luis Costafreda Mustelier (2010), Materiales de construcción criterios de sostenibilidad y desarrollo.

VIII. APENDICES Y ANEXOS

8.1 Tablas para diseño de mezcla

8.1.1 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

Tipos de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
• Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
• Cimentaciones simples, cajones, y subestructuras de muros	3"	1"
• Vigas y muros armados	4"	1"
• Columna de edificios	4"	1"
• Losas y pavimentos	3"	1"
• Concreto ciclópeo	2"	1"

8.1.2 Volumen unitario de agua

Agua en l/m ³ , para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicada								
Asentamiento	3/8	1/2	3/4	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"		228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

8.1.3 Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0%
½"	2.5%

¾"	2.0%
1"	1.5%
1 ½"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

8.1.4 Relación Agua Cemento

F'cr (28 días)	Relación agua – cemento de diseño de peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43
450	0.38

Tabla es una adaptación de la confeccionada por el comité 211 del ACI

8.1.5 Peso del agregado por volumen

Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino (b/bo)				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
½"	0.59	0.57	0.55	0.53
¾"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI

8.2 Diseño de mezcla

DISEÑO DE MEZCLA DEL AGREGADO PATRON

Proceso para realizar el diseño de mezcla por el método ACI.

AGREGADO FINO	CANTERA ROLAN
AGREGADO GRUESO	CANTERA ROLAN

DATOS

❖ CONCRETO

- $f_r = 210 \text{Kg/cm}^2$

❖ CEMENTO PORTLAND TIPO I “SOL”

- Peso específico = 3.11.

❖ AGUA POTABLE

❖ AGREGADO FINO

- Peso específico = 2.66kg/cm³
- Absorción = 0.84%
- Contenido de humedad = 0.32
- Módulo de fineza = 2.68

❖ AGREGADO GRUESO:

- Peso específico = 2.69 kg/cm³
- Absorción = 0.63%
- Contenido de humedad = 0.40
- T.M.N= 3/4”
- Peso seco compactado = 1543.411kg/m³

PASOS

1. Determinación de la resistencia promedio de diseño

Si se desconoce el valor de la desviación estándar.

Determinación de la resistencia promedio requerida.

$$F'_{cr} = 210$$

$$F'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado

$$\text{TMN} = 3/4 \text{ ''}$$

3. Selección del asentamiento (ver cuadro 09.01.1 del anexo 9)

$$\text{Columna de edificios} = 1'' \text{ a } 4''$$

4. Selección del volumen unitario de agua (ver cuadro 09.01.02 del anexo 9)

$$\begin{array}{l} \text{Asentamiento} = 1'' \text{ a } 4'' \\ \text{TMN} = 3/4 \text{ ''} \\ \text{Con aire incorporado} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Asentamiento} \\ \text{TMN} \\ \text{Con aire incorporado} \end{array}} \right\} 184 \text{ lt/m}^3$$

5. Selección del contenido de aire (ver cuadro 09.01.3 del anexo 9)

$$\text{TMN} \quad 3/4 \quad 2.0 \%$$

6. Selección de la relación agua-cemento

$$200 \quad 0.61$$

$$210 \quad X$$

$$250 \quad 0.53$$

$$\frac{200 - 250}{200 - 210} = \frac{0.61 - 0.53}{0.61 - X}$$

$$-50(0.61 - X) = -0.8$$

$$\frac{a}{c} = 0.59$$

7. Factor cemento

$$\text{Factor de cemento} = \frac{\text{volumen unitario}}{a/c}$$

$$\frac{184}{0.59} = 311.86 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 7.34 \frac{\text{bolsas}}{\text{m}^3}$$

8. Contenido de agregado grueso

$$\text{TMN} = 3/4''$$

$$\text{MF} = 2.68$$

Interpolando

$$2.60 \quad 0.64$$

$$2.68 \quad X$$

$$2.80 \quad 0.62$$

$$\frac{2.60 - 2.80}{2.60 - 2.68} = \frac{0.64 - 0.62}{0.64 - X}$$

$$-0.2(0.64 - X) = -0.0016$$

$$X = 0.632$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 1543.411 \times 0.632$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 944.57 \text{ kg/m}^3$$

9. calculo de volumen absoluto

$$\text{cemento} = \frac{311.86}{3.11 \times 1000} = 0.10 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{184}{1 \times 1000} = 0.184 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 1\% = 0.01 \text{ m}^3$$

$$\text{arena gruesa} = \frac{944.57}{2.69 \times 1000} = 0.35 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{volumenes conocidos} = 0.644 \text{ m}^3$$

10. contenido de Ag.fino

$$\text{Volumen absoluto del Ag.fino} = 1 - 0.644$$

$$\text{Volumen absoluto del Ag.fino} = 0.356 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso Ag.fino seco} = 0.356 \times 2.66 \times 1000$$

$$\text{Peso Ag.fino seco} = 946.96 \text{ kg/ m}^3$$

11. Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 311.86 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 1.84 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Ag. Fino seco} = 946.96 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso seco} = 944.58 \text{ kg/m}^3$$

12. Corrección por humedad del agregado

$$\text{Peso húmedo Ag.fino} = 946.96 \times 1.0032 = 949.99 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso húmedo Ag. Grueso} = 944.57 \times 1.004 = 948.35 \text{ kg/m}^3$$

Humedad superficial

$$\text{Ag.fino} = 0.32 - 0.84 = -0.52\%$$

$$\text{Ag.grueso} = 0.40 - 0.63 = -0.23\%$$

Aporte de humedad del agua

$$\text{Ag.fino} = 946.96 \times (-0.0052) = -4.924 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Ag.grueso} = 944.57 \times (-0.0023) = -2.17 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = -7.09 \text{ lt/m}^3$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = 184 - (-7.09) = 191.09 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos

$$\text{Cemento} = 311.86 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 191.10 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Ag.fino húmedo} = 949.99 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag.grueso húmedo} = 948.35 \text{ kg/m}^3$$

13. proporción por peso

$$\frac{311.86}{311.86}, \frac{949.99}{311.86}, \frac{948.35}{311.86}, \frac{191.10}{311.86}, \frac{191.10}{7.34}$$

$$1, 3.05, 3.04, 0.61, 26.04$$

14. Peso por tanda (bolsa de cemento)

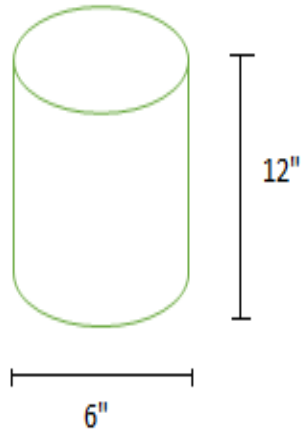
$$\text{Cemento} = 1 \times 42.5 = 42.5 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agua} = 26.04 \text{ lt/bolsa}$$

$$\text{Ag.fino húmedo} = 3.05 \times 42.5 = 129.63 \text{ kg/bolsa}$$

Ag.grueso húmedo = 3.04x 42.5 = 129.2 kg/bolsa

15. Pesos para una probeta



$$V = \pi R^2 h$$

$$R = 3'' = 7.62 \text{ cm}$$

$$H = 12'' = 30.48 \text{ cm}$$

$$V = (7.62)^2 * 30.48$$

$$A = 5559.99 * 3 * \frac{1m^3}{100^3m^3}$$

$$V = 0.0056m^3$$

Pesos para probeta

$$\text{Cemento} = 311.86 \times 0.0056 = 1.75 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 191.10 \times 0.0056 = 1.07 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Ag.fino húmedo} = 949.99 \times 0.0056 = 5.32 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag.grueso húmedo} = 948.35 \times 0.0056 = 5.31 \text{ kg/m}^3$$

+ 15 % desperdicio

$$\text{Cemento} = 1.75 + 15(1.75/100) = 2.01 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 1.07 + 15(1.07/100) = 1.23 \text{ lt}$$

$$\text{Ag. Fino húmedo} = 5.32 + 15(5.32/100) = 4.25 \text{ kg}$$

Ag. Grueso húmedo = $5.31 + 15 (5.31/100) = 4.23 \text{ kg}$

Para 3 probetas

Cemento = $2.01 \times 3 = 6.03 \text{ kg}$

Agua = $1.23 \times 3 = 3.69 \text{ lt}$

Ag. Fino húmedo = $4.25 \times 3 = 12.75 \text{ kg}$

Ag. Grueso húmedo = $4.23 \times 3 = 12.69 \text{ kg}$

DISEÑO DE MEZCLA DEL AGREGADO RECICLADO

Proceso para realizar el diseño de mezcla por el método ACI.

AGREGADO FINO	RECICLADO
AGREGADO GRUESO	RECICLADO

DATOS

❖ CONCRETO

- $f_r = 210 \text{Kg/cm}^2$

❖ CEMENTO PORTLAND TIPO I “SOL”

- Peso específico = 3.11.

❖ AGUA POTABLE

❖ AGREGADO FINO

- Peso específico = 2.66kg/cm^3
- Absorción = 1.32%
- Contenido de humedad = 9.57
- Módulo de fineza = 2.56

❖ AGREGADO GRUESO:

- Peso específico = 2.60kg/cm^3
- Absorción = 9.38%
- Contenido de humedad = 0.85
- T.M.N= 1”
- Peso seco compactado = 1420.833kg/m^3

PASOS

1. Determinación de la resistencia promedio de diseño

Si se desconoce el valor de la desviación estándar.

Determinación de la resistencia promedio requerida.

$$F'_{cr} = 210$$

$$F'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado

$$\text{TMN} = 1''$$

3. Selección del asentamiento

$$\text{Columna de edificios} = 1'' \text{ a } 4''$$

4. Selección del volumen unitario de agua

$$\begin{array}{l} \text{Asentamiento} = 1'' \text{ a } 4'' \\ \text{TMN} = 1'' \\ \text{Con aire incorporado} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Asentamiento} = 1'' \text{ a } 4'' \\ \text{TMN} = 1'' \\ \text{Con aire incorporado} \end{array}} \right\} 193 \text{ lt/m}^3$$

5. Selección del contenido de aire

$$\text{TMN } 1'' \quad 1.5 \%$$

6. Selección de la relación agua-cemento

$$200 \quad 0.61$$

$$210 \quad X$$

$$250 \quad 0.53$$

$$\frac{200 - 250}{200 - 210} = \frac{0.61 - 0.53}{0.61 - X}$$

$$-50(0.61 - X) = -0.8$$

$$\frac{a}{c} = 0.59$$

7. Factor cemento

$$\text{Factor de cemento} = \frac{\text{volumen unitario}}{a/c}$$

$$\frac{193}{0.59} = 327.12 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 7.70 \frac{\text{bolsas}}{\text{m}^3}$$

8. Contenido de agregado grueso

$$\text{TMN} = 1''$$

$$\text{MF} = 2.56$$

Interpolando

$$2.40 \quad 0.71$$

$$2.56 \quad X$$

$$2.60 \quad 0.69$$

$$\frac{2.40 - 2.60}{2.40 - 2.56} = \frac{0.71 - 0.69}{0.71 - X}$$

$$-0.2(0.71 - X) = -0.0032$$

$$X = 0.694$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 1420.83 \times 0.694$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 986.06 \text{ kg/m}^3$$

9. Calculo de volumen absoluto

$$\text{cemento} = \frac{327.12}{3.11 \times 1000} = 0.11 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{193}{1 \times 1000} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 1\% = 0.01 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena gruesa} = \frac{986.06}{2.60 \times 1000} = 0.38 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{volumenes conocidos} = 0.693 \text{ m}^3$$

10. Contenido de Ag.fino

$$\text{Volumen absoluto del Ag.fino} = 1 - 0.693$$

$$\text{Volumen absoluto del Ag.fino} = 0.307 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso Ag.fino seco} = 0.307 \times 2.66 \times 1000$$

$$\text{Peso Ag.fino seco} = 816.62 \text{ kg/ m}^3$$

11. Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 327.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 1.193 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Ag. Fino seco} = 816.62 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso seco} = 986.06 \text{ kg/m}^3$$

12. Corrección por humedad del agregado

$$\text{Peso húmedo Ag.fino} = 816.62 \times 1.0957 = 894.77 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso húmedo Ag. Grueso} = 986.06 \times 1.0085 = 994.44 \text{ kg/m}^3$$

Humedad superficial

$$\text{Ag.fino} = 9.57 - 1.32 = 8.25\%$$

$$\text{Ag.grueso} = 0.85 - 9.38 = -8.53\%$$

Aporte de humedad del agua

$$\text{Ag.fino} = 816.62 \times (0.0825) = 67.34 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Ag.grueso} = 986.06 \times (-0.0853) = -84.11 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = -16.77 \text{ lt/m}^3$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = 193 - (-16.77) = 209.77 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos

$$\text{Cemento} = 327.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 209.53 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Ag.fino húmedo} = 894.77 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag.grueso húmedo} = 994.44 \text{ kg/m}^3$$

13. proporción por peso

$$\frac{327.12}{327.12}, \frac{894.77}{327.12}, \frac{994.44}{327.12}, \frac{209.53}{327.12}, \frac{209.53}{7.70}$$

$$1, 2.74, 3.04, 0.64, 27.21$$

14. Peso por tanda (bolsa de cemento)

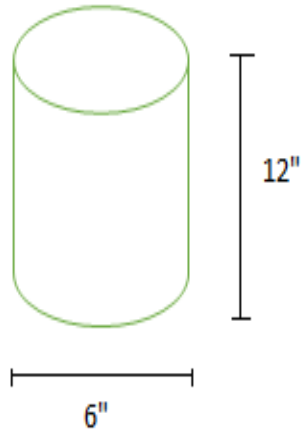
$$\text{Cemento} = 1 \times 42.5 = 42.5 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agua} = 27.21 \text{ lt/bolsa}$$

$$\text{Ag.fino húmedo} = 2.74 \times 42.5 = 116.45 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Ag.grueso húmedo} = 3.04 \times 42.5 = 129.20 \text{ kg/bolsa}$$

15. Pesos para una probeta



$$V = \pi R^2 h$$

$$R = 3'' = 7.62 \text{ cm}$$

$$H = 12'' = 30.48 \text{ cm}$$

$$V = (7.62)^2 * 30.48$$

$$A = 5559.99 * 3 * \frac{1m^3}{100^3m^3}$$

$$V = 0.0056m^3$$

Pesos para probeta

$$\text{Cemento} = 327.12 \times 0.0056 = 1.83 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 209.53 \text{ lt} \times 0.0056 = 1.17 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Ag.fino húmedo} = 894.77 \times 0.0056 = 5.01 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag.grueso húmedo} = 994.44 \times 0.0056 = 5.57 \text{ kg/m}^3$$

+ 15 % desperdicio

$$\text{Cemento} = 1.83 + 15(1.83/100) = 2.10 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 1.17 + 15(1.17/100) = 1.34 \text{ lt}$$

$$\text{Ag. Fino húmedo} = 5.01 + 15(5.01/100) = 5.76\text{kg}$$

$$\text{Ag. Grueso húmedo} = 5.57 + 15 (5.57/100) = 6.41 \text{ kg}$$

Para 3 probetas

$$\text{Cemento} = 2.10 \times 3 = 6.3 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 1.34 \times 3 = 4.02 \text{ lt}$$

$$\text{Ag. Fino húmedo} = 5.76 \times 3 = 17.28 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Grueso húmedo} = 6.41 \times 3 = 19.23 \text{ kg}$$

8.3 Estudios del agregado de la cantera Rolan



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Gruoso y Fino) para un diseño de Mezcla F'c = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"				
SOLICITA	: Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio			HECHO EN	: USP -HUARAZ
DISTRITO	: HUARAZ			FECHA	: 28/12/2017
PROVINCIA	: HUARAZ			ASESOR	
PROG. (KM.)	:				
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO ROLAN				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
N° TARRO		1			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1177.0			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1173.0			
PESO DE AGUA	(g)	4.00			
PESO DEL TARRO	(g)	167.00			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1006.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.40			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.40	
AGEGRADO FINO					
N° TARRO		2			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	949.0			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	946.5			
PESO DE AGUA	(g)	2.50			
PESO DEL TARRO	(g)	175.50			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	771.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.32			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.3	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULIAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATEIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

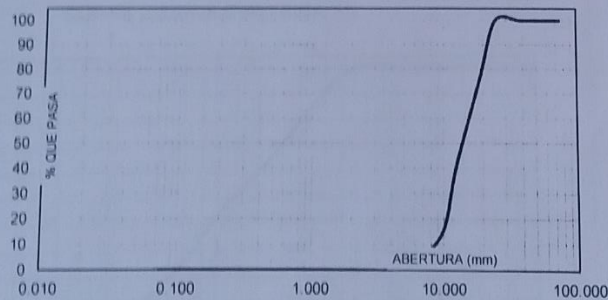
SOLICITA : **Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio**
 TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'c = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 28/12/2017 CANTERA : ROLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	5628.5
PESO SECO LAVADO	5628.50
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	1339.00	23.79	23.79	76.21
1/2"	12.500	2010.00	35.71	59.50	40.50
3/8"	9.500	1541.00	27.38	86.88	13.12
N° 4	4.750	678.50	12.05	98.93	1.07
N° 8	2.360	60.00	1.07	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		5628.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7.10
 HUMEDAD : 0.40%

CURVA GRANULOMETRICA



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

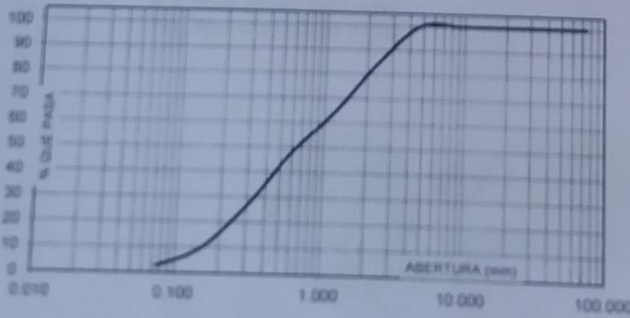
SOLICITA : Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio
 TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 28/12/2017 CANTERA : ROLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2206.5
PESO SECO LAVADO	2207.90
PESO PERDIDO POR LAVADO	58.60

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
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	2.380	361.50	15.95	15.95	84.05
N° 16	1.180	450.50	19.88	35.83	64.17
N° 30	0.600	371.50	16.39	52.22	47.78
N° 60	0.300	491.00	21.86	73.88	26.12
N° 100	0.150	374.50	16.52	90.40	9.60
N° 200	0.075	158.90	7.01	97.41	2.59
PLATO		58.60	2.59	100.00	0.00
TOTAL		2206.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8
 MODULO DE FINEZA : 2.7
 HUMEDAD : 0.30%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PUNO - PERU
 FACULTAD DE INGENIERIAS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 GEOTECCNICAS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Tel: 043 341078 / 342809 / 329034 Fax: 327806
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Las Pintas 9 s/n. Urb. Las Pintas Tel: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Tel: 345042
 - Nuevo Chimbote 01 - I Urb. Las Colinas - Tel: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Tel: 043 310704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Ego. Aguirre y España - Tel: (043) 345899 - www.usapedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio
 TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'C = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : ROLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 28/12/2017

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		
678.3		
978.3		
865.6		
112.7		
297.5		
-110.2		
0.84		
0.84		

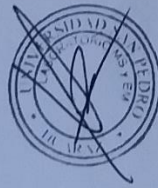
PROMEDIO

2.64		
2.66		
-2.70		

PROMEDIO

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

2.64
2.67
-2.71



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. Jose Pardo 194 Chimbote / Peru - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 34
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 34
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 3
 OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio
 OBRA : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'c = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : ROLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 28/12/2017

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

1011.0	1014.5	993.5
634.7	638.6	624.5
376.3	375.9	369.0
1004.8	1008.0	987.3
370.1	369.4	362.8
0.62	0.64	0.63
0.63		

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

2.67	2.68	2.68
2.69	2.70	2.69
2.71	2.73	2.72

PROMEDIO

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

2.68
2.69
2.72



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PLAZA BOLIVAR
 CANTON DE SAN ANTONIO
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 AGREGADOS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrusio
 CIP: 110544
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio
 TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'c = 210 Kg/Cm² en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : ROLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 28/12/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18600	18620	18610
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13267	13287	13277
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1420	1422	1421
Peso unitario prom.	1421 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19750	19760	19740
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	14417	14427	14407
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1543	1544	1542
Peso unitario prom.	1543 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENGENIERIA AMBIENTAL

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



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio
TESIS : "Utilización del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'C = 210 Kg/Cm² en la Ciudad de Huaraz - 2016"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ROLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 28/12/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7100	7115	7110
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	3674	3689	3684
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1323	1329	1327
Peso unitario prom.	1326 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7785	7815	7815
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4359	4389	4389
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1570	1581	1581
Peso unitario prom.	1577 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS 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
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

8.4 Estudios del agregado Reciclado



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS						
TESIS	: "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla FC = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"					
SOLICITA	: Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio				HECHO EN	: USP -HUARAZ
DISTRITO	: HUARAZ				FECHA	: 28/12/2017
PROVINCIA	: HUARAZ				ASESOR	
PROG. (KM.)						
DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO RECICLADO					
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO RECICLADO					
PROF. (m)	:					
AGREGADO GRUESO RECICLADO						
Nº TARRO		21				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1046.5				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1039.1				
PESO DE AGUA	(g)	7.40				
PESO DEL TARRO	(g)	163.70				
PESO DEL SUELO SECO	(g)	875.40				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.85				
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.85		
AGREGADO FINO RECICLADO						
Nº TARRO		12				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	873.5				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	811.9				
PESO DE AGUA	(g)	61.60				
PESO DEL TARRO	(g)	166.60				
PESO DEL SUELO SECO	(g)	643.30				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	9.50				
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			9.5		



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



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

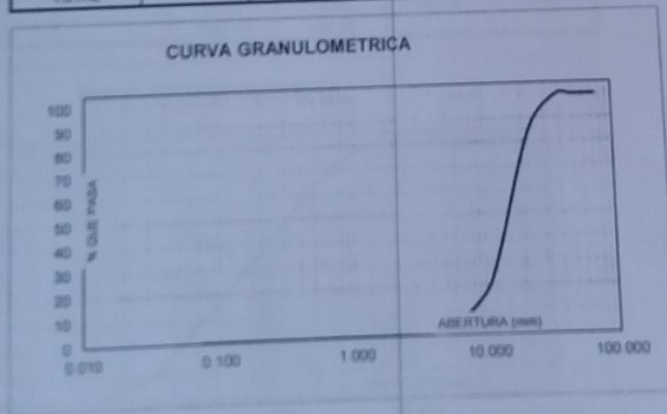
ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : **Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio**
 TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'C = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 28/12/2017 CANTERA : RECICLADO MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	5628.5
PESO SECO LAVADO	5628.50
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	593.00	10.54	10.54	89.46
3/4"	19.000	1061.00	18.85	29.39	70.61
1/2"	12.500	2211.00	39.28	68.67	31.33
3/8"	9.500	902.00	16.03	84.69	15.31
N° 4	4.750	787.00	13.98	98.68	1.32
N° 8	2.360	74.50	1.32	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		5628.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1"
 MODULO DE FINEZA : 7.13
 HUMEDAD : 0.85%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ANALISIS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 1165-44
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Tel: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327899
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Tel: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Tel: 34504
 - Nuevo Chimbote 01 -1 Urb. Las Casuarinas - Tel: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Tel: 043 31970
 OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Tel: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

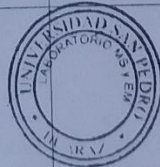
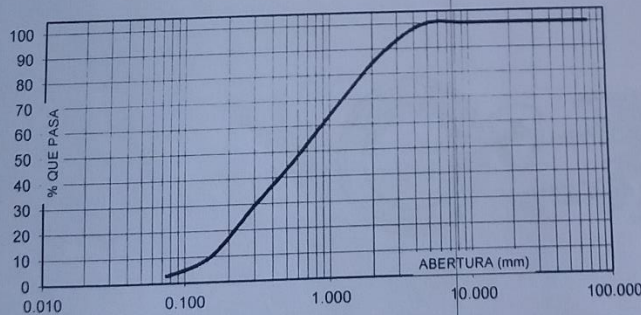
SOLICITA : **Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio**
 TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Gruoso y Fino) para un diseño de Mezcla F'C = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 28/12/2017 CANTERA : RECICLADO MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2266.5
PESO SECO LAVADO	2199.70
PESO PERDIDO POR LAVADO	66.80

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	4.00	0.18	0.18	99.82
N° 8	2.360	260.50	11.49	11.67	88.33
N° 16	1.180	442.50	19.52	31.19	68.81
N° 30	0.600	467.50	20.63	51.82	48.18
N° 50	0.300	430.20	18.98	70.80	29.20
N° 100	0.150	437.30	19.29	90.09	9.91
N° 200	0.075	157.70	6.96	97.05	2.95
PLATO		66.80	2.95	100.00	0.00
TOTAL		2266.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4
 MODULO DE FINEZA : 2.6
 HUMEDAD : 9.60%

CURVA GRANULOMETRICA



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 342803
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf. 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf. 342803
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 342803
 OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio
 OBRA : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'c = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : REICLADO
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 28/12/2017

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

1080.0	1030.0	1232.0
629.5	612.5	637.0
450.5	417.5	595.0
1044.0	987.0	1023.9
414.5	374.5	386.9
3.45	4.36	20.32
9.38		

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

2.32	2.36	1.72
2.40	2.47	2.07
2.62	2.64	2.65

PROMEDIO

2.13
2.31
2.60

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - PERU
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENGENIERIA AMBIENTAL
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio
 TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'C = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : RECICLADO
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 28/12/2017

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

PROMEDIO

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

300.0		
678.4		
978.4		
863.2		
115.2		
296.1		
-111.3		
1.32		
1.32		

PROMEDIO

2.57		
2.60		
-2.66		

2.60
2.64
-2.69



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 LABORATORIO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116644
 J.F.F.



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio
TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Gruoso y Fino) para un diseño de Mezcla F'C = 210 Kg/Cm² en la Ciudad de Huaraz - 2016"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : RECICLADO
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 28/12/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	17660	17645	17650
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	12327	12312	12317
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1320	1318	1319
Peso unitario prom.	1319 Kg/m³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18600	18605	18610
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13267	13272	13277
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1420	1421	1421
Peso unitario prom.	1421 Kg/m³		



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: 118544
 JEFE

RECTORADO: Av. Jose Pardo 194 Chimbote / Peru - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 31
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San P



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : **Bach. Melendez Cueva, Anibal Rogelio**
 TESIS : "Utilizacion del Concreto Reciclado Como Agregado (Grueso y Fino) para un diseño de Mezcla F'C = 210 Kg/Cm2 en la Ciudad de Huaraz - 2016"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : RECICLADO
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 28/12/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	6537	6535	6520
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	3111	3109	3094
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1121	1120	1115
Peso unitario prom.	1118 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7418	7431	7419
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	3992	4005	3993
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1438	1443	1438
Peso unitario prom.	1440 Kg/m3		



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

8.5 Resultados de ruptura de probetas

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO

SOLICITA: Bach. MELENDEZ CUEVA, Anibal Rogelio

UTILIZACION DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO (GRUESO Y FINO) PARA UN DISEÑO DE MEZCLA F' C=210KG/CM2 EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016

FECHA: 06/02/2017

F' C: 210 kg/cm2

CONCRETO PATRON

Nº	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	f'c DISEÑO 210 kg/cm2	FECHA		EDAD DIAS	Ø En Cm	AREA EN Cm	RESULTADOS Kg/cm2	% F' C DE DISEÑO	PROMEDIO Kg/cm2	%
			MOLDEO	ROTURA							
1	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	13/02/2017	7	15.02	177.0	175.00	81.3%	177.1	84%
2	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	13/02/2017	7	15.09	178.0	184.30	87.8%		
3	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	13/02/2017	7	15.05	177.4	172.05	81.9%		
4	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	20/02/2017	14	15	176.7	204.70	97.5%	207.9	99%
5	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	20/02/2017	14	15.01	176.9	209.00	99.5%		
6	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	20/02/2017	14	15.06	177.6	210.00	100.0%		
7	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	06/03/2017	28	15.01	176.9	211.42	100.7%	213.8	102%
8	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	06/03/2017	28	15.11	178.3	215.03	102.4%		
9	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	06/03/2017	28	15.16	179.0	215.00	102.4%		

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
ENSAYO DE MUESTRAS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO

SOLICITA : **Bach. MELENDEZ CUEVA, Anibal Rogelio**

UTILIZACION DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO(GRUESO Y FINO)
PARA UN DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2016.

FECHA: **06/02/2017**

$f'c$: **210** **kg/cm2**

CONCRETO RECICLADO

N°	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	$f'c$ DISEÑO 210kg/cm2	FECHA		EDAD DIAS	D	ES	AREA CM ²	RESULTADOS MPA	RESISTENCIA RESIDUAL		
			MOLDEO	ROTURA								
1	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	13/02/2017	7	15.02	177.0	170.20				
2	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	13/02/2017	7	15.09	178.0	150.20			163.1	78%
3	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	13/02/2017	7	15.05	177.4	168.79				
4	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	20/02/2017	14	15	176.7	174.20	84.0%			
5	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	20/02/2017	14	15.01	176.9	185.05	21.8%		185.5	88%
6	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	20/02/2017	14	15.06	177.6	197.20	93.9%			
7	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	06/03/2017	28	15.01	176.9	199.98	95.2%			
8	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	06/03/2017	28	15.11	178.3	199.02	94.8%		199.7	95%
9	Proyecto de investigacion	210	06/02/2017	06/03/2017	28	15.16	179.0	200.00	95.2%			

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
[Signature]
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

8.6 Resultado de análisis del agregado



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGREGADO

SOLICITANTE MUESTRA : Aníbal Meléndez Cueva
 : 01 muestra reciclado en la Ciudad de Huaraz de la demolición de pavimento rígido de parqueo en Jr. San Martín - Huaraz
 LUGAR DE NUESTREO: Jr. San Martín - Huaraz
 FECHA DE MUESTREO: 30 de octubre del 2017
 FECHA DE RECEPCIÓN: 30 de octubre del 2017
 FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 31 de Octubre del 2017
 FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 31 de Octubre del 2017

Muestra	pH	C.E. dS/m.	Cl ppm.	SO ₄ ²⁻ ppm.	CaCO ₃ ²⁻ %
Agregado	8.10	0.27	345	39	1.58

ENSAYOS:

- 1- Determinación de pH – Método de potenciómetro.
- 2- Determinación de sales solubles totales C.E. – Método de conductivímetro
- 3- Determinación de cloruros Cl – Método de Complexometría.
- 4- Determinación de sulfatos SO₄²⁻ método de Espectrofotometría
- 5- Determinación de carbonatos CaCO₃ – Método de Calcímetro

CONCLUSIONES.

- La muestra es calificado como alcalino.
- No salino
- Bajo en cloruros y sulfatos
- Medio en carbonatos.

Huaraz, 31 de Octubre del 2017



[Signature]
 M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS
 DE SUELOS Y AGUAS

8.7 Panel fotográfico

La primera visita a la chancadora para hacer el contrato correspondiente con la persona responsable.



Preparando el material de concreto reciclado para trasladar a planta:



En esta imagen se muestra partiendo el concreto reciclado en bloques de 7” a 9” como máximo para el traslado a la planta de chancadora de piedra.



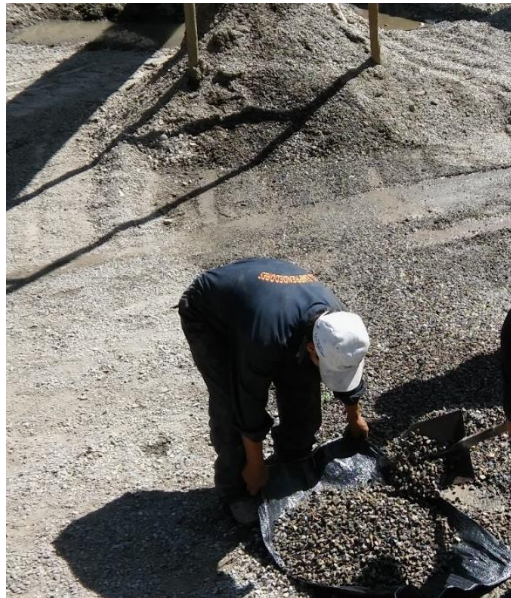
En esta imagen se muestra cargando el concreto reciclado para ser transportado a la planta.



En esta imagen vemos el concreto reciclado en tamaños menores de 9" listo para ser trasladado.



En esta imagen se ve ya la chancadora trabajando para obtener el resultado de los agregados reciclados.



En esta imagen se muestra recogiendo el agregado obtenido del concreto reciclado.



Aquí se observa chancando manualmente para obtener el agregado fino del concreto reciclado.



Se ve cómo se va moliendo a través del chancado con comba.



Y aquí se ve el agregado fino de concreto reciclado para tamizarlo con la malla #04.



En esta imagen se muestra los agregados obtenidos del concreto reciclado luego de pasar un proceso en la chancadora.



En esta imagen se muestra el agregado fino obtenido del concreto reciclado luego de haber pasado por un proceso en la chancadora.



En esta imagen se muestra el agregado grueso obtenido del concreto reciclado luego de haber pasado por un proceso en la chancadora.



Todo el material de concreto reciclado listo para llevar al laboratorio.



Realizando los estudios de los agregados



Realizando los estudios de los agregados



