

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**



**Resistencia a la compresión de un concreto con sustitución
del agregado grueso en 20%, 40% y 60% por material
cerámico reciclado – Huaraz 2017**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Justiniano Dionicio, José Luis

Asesor:

Solar Jara, Miguel

Huaraz - Perú

2019

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia de concreto.
Especialidad	Tecnología del concreto.

KEYWORDS

Theme	Resistance of concrete.
Speciality	Concrete technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Programa	Ingeniería Civil
Área	2. Ingeniería y Tecnología
Sub - área	2.1 Ingeniería Civil
	• Ingeniería Civil
	• Construcción y gestión de la construcción

**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO
CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO EN 20%,
40% Y 60% POR MATERIAL CERÁMICO RECICLADO -
HUARAZ - 2017”**

RESUMEN

Este proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del concreto fabricado mediante la sustitución de agregados gruesos de Huaraz-Ancash con materiales cerámicos reciclados. La muestra consistió de 36 muestras: 9 muestras representaron 0%, 9 muestras representaron 20%, 9 muestras representaron 40% y 9 muestras representaron 60%. Los materiales cerámicos recuperados del vertedero se utilizaron como "residuos" en lugar del original. agregar. La técnica utilizada es la técnica de observación y, como herramienta de registro de datos, aparecerá en las guías de observación e información técnica de los laboratorios de materiales mecánicos y análisis de suelos. Los datos serán procesados por el programa Excel. Utilice tablas, gráficos, porcentajes, recursos y variaciones para el análisis. Los materiales cerámicos utilizados en las diversas mezclas probadas se fabricaron pulverizando artificialmente cerámica reciclada comúnmente utilizada en la construcción de viviendas en Huaraz. El uso de tres porcentajes diferentes de materiales cerámicos renovables en lugar de gas natural crudo para evaluar la mezcla de concreto, más la mezcla estándar, se compone de (36 muestras: 9 para concreto estándar, 9 para 20%, 9 para 40%, 9 para representar el 60%). Una de las características analizadas es la resistencia a la compresión. Al respecto, se determinó que se realizó una prueba de compresión al concreto con materiales cerámicos reciclados y se encontró que, debido al efecto aglutinante del material cerámico y la lechada de cemento, no cumple en absoluto con la norma, pero se encontró resultados positivos. Se puede concluir que la incorporación de materiales cerámicos reciclados como nuevo aditivo del crudo al ciclo de la construcción es una alternativa válida al hormigón no estructural, un ejemplo demostrativo de

transferencia de tecnología a la sociedad, y también muestra beneficios económicos y ambientales.

ABSTRACT

The research project aims to evaluate the compressive strength of concrete made with recycled ceramic materials instead of the original Huaraz-Ancash aggregate. The sample consists of 36 samples: 9 samples represent 0%, 9 samples represent 20%, 9 samples represent 40%, and 9 samples represent 60%. Ceramic materials recovered from landfills are used as "waste" rather than virgin materials. plus. The technique used is the observation technique, and as a data recording tool, it will appear in observation guides and technical information in soil and mechanical materials analysis laboratories. The data will be processed by the Excel program. Use tables, graphs, percentages, resources, and variance for analysis. The ceramic materials used in the various mixtures tested are made from artificially crushed recycled ceramics that are commonly used in home construction in Huaraz. Use three different percentages of renewable ceramic materials instead of raw natural gas to evaluate concrete mixes and standard mixes. The composition is as follows (36 samples: 9 represent standard concrete, 9 represent 20.9%, represent 40% and 9 parameters represent 60%) composition. One of the characteristics of the analysis is the compressive strength. In this regard, it has been determined that a compression test has been carried out on the concrete using recycled ceramic materials, it was found that it did not comply at all with the standard due to the adherence of the ceramic material and the cement fork, but positive results were found. It can be concluded that adding recycled ceramic materials as a new crude additive to the construction cycle can effectively replace non-structural concrete. This is an example of technology transfer to society, and it also shows economic and environmental aspects. benefit.

INDICE GENERAL

Contenido

Palabras clave – Keywords – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstrac	iv
Índice	v
I. Introducción	1
II. Metodología	26
III. Resultados	32
IV. Análisis y discusión	74
V. Conclusiones y recomendaciones	76
VI. Referencias bibliográficas	78
VII. Agradecimiento	80
VIII. Apéndices y anexos.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Composición químico del Clinker del cemento portland..	09
Tabla N° 02: Requisitos de granulometría para el Agregado Grueso.....	11
Tabla N° 03: Limites Granulométricos para el Agregado Fino	12
Tabla N° 04: Valores de asentamiento para el ensayo del cono de Abrams.....	21
Tabla N° 05: Conceptuación y operacionalización De Las Variable.....	25
Tabla N° 06: Porcentaje De Sustitución De Material Reciclado Cerámico Por Agregado Grueso.	27
Tabla N° 07: Granulometría del Agregado Grueso	34
Tabla N° 08: Capacidad de la medida	36
Tabla N° 09: Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso	38
Tabla N° 10: Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso...	40
Tabla N° 11: Determinación de Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	41
Tabla N° 12: Requisitos Granulométricos.....	42
Tabla N° 13: Granulometría del Agregado Fino.....	43
Tabla N° 14: Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino...	46
Tabla N° 15: Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino.....	47
Tabla N° 16: Determinación de Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	47
Tabla N° 17: Granulometría del Agregado Grueso	50
Tabla N° 18: Capacidad de la medida.....	52
Tabla N° 19: Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso (Cerámico Reciclado).....	54
Tabla N° 20: Material retenido en el tamiz N° 4	54
Tabla N° 21: Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (Cerámico Reciclado)	57
Tabla N° 22: Determinación de Contenido de Humedad del Agregado Grueso (Cerámico Reciclado)	58
Tabla N° 23: Porcentaje de absorción, agregado grueso.....	59
Tabla N° 24: Pesos Específico del Agregado Grueso.....	59

Tabla N° 25: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	60
Tabla N° 26: Peso en gramos para una probeta más el 10% de pérdida.....	61
Tabla N°27: Sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado en 20% por probeta más el 10% de pérdida	61
Tabla N°28: Sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado en 40% por probeta más el 10% de pérdida	62
Tabla N°29: Sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado en 60% por probeta más el 10% de pérdida	62
Tabla N°30: Cantidades de materiales para $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	65
Tabla N° 31: Resistencia a la compresión de concreto patrón.....	66
Tabla N°32: Resistencia a la compresión de concreto experimental con 20% de sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado.....	67
Tabla N°33: Resistencia a la compresión de concreto experimental con 40% de sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado.....	69
Tabla N°34: Resistencia a la compresión de concreto experimental con 60% de sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado.....	70
Tabla N° 35: Comparación de resistencias patrón y experimentales.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Límites granulométricos específicos para el Agregado Grueso.....	11
Figura N° 02: Límites granulométricos específicos para el Agregado Fino.....	12
Figura N° 03: Propiedades y partes de las fases de vida del concreto.....	20
Figura N° 03: Relación entre densidad y resistencia del concreto.....	22
Figura N°05.- En el zarandeo de arena de la cantera “Taclán”	25
Figura N°06: Recolección de material cerámico reciclado.....	28
Figura N° 07: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....	34
Figura N° 08: Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	44
Figura N° 09: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....	50
Figura N° 10: Porcentaje de absorción, Agregado Grueso.....	59
Figura N° 11: Peso Específico, Agregado Grueso	60
Figura N° 12: Peso Unitario, Agregado Grueso	60
Figura N° 13: Resistencia a la Compresión – Concreto Patrón.....	66
Figura N° 14: Curva de Resistencia – Patrón	67
Figura N°15: Resistencia a la Compresión Concreto Experimental 1.....	68
Figura N°16: Curva de Resistencia Experimental 1	68
Figura N° 17: Resistencia a la Compresión – Concreto Experimental 2.....	69
Figura N° 18 Curva de Resistencia Experimental 2:.....	70
Figura N° 19: Resistencia a la compresión – concreto experimental 3.....	71
Figura N° 20 Curva de Resistencia Experimental 3:.....	71
Figura N° 21: Comparación de resistencias entre patrón y experimentales.....	72
FiguraN° 22: Curva de resistencia a la compresión, concreto patrón y experimentales.....	73

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, hay un enorme crecimiento demográfico en el mundo, seguido de un déficit poblacional, especialmente en países del tercer mundo como Perú.

Los esfuerzos de la organización para enfrentar esta situación han tenido un impacto negativo en el medio ambiente, y la generación de residuos se ha incrementado de manera significativa, por lo que es necesario establecer un mecanismo de gestión adecuado para enfrentar esta situación.

El hormigón es un material heterogéneo, que depende de muchas variables, como la calidad de cada material que lo compone, la proporción de áridos determinada según el método de diseño (método ACI 211) y la operación de mezclado, transporte, ubicación y cura. Esto conduce a diferentes propiedades mecánicas en el mismo hormigón.

Los residuos generados representan una gran cantidad y se convierten en un gran problema a medida que aumenta su producción. Los residuos generados no se gestionarán por separado y todos los residuos, sea cual sea su origen, tendrán un vertedero como destino final. Estos invernaderos se diseñaron originalmente lejos de los centros urbanos, pero el crecimiento de la población actual significa que ahora están cerca de los centros de población y requieren cada vez más límites más grandes.

La importancia de esta investigación es utilizar algunos de estos detritos como materiales cerámicos, reutilizarlos como agregados originales y utilizarlos en hormigón nuevo para elementos estructurales o no estructurales como sustituto constructivo, contribuyendo así a reducir residuos de la construcción. Y hacer que

la gente lo sepa. Estos residuos se pueden reutilizar como materiales de construcción.

De acuerdo con estas instrucciones, este estudio se realizó para estudiar la resistencia a la compresión de la cerámica a 175,175 kg / cm², utilizando cerámica en lugar del 20%, 40% y 60% del tamaño de la grava. La relación agua / minuto es 0,60 para el tamaño de partícula y el tiempo de curado es 3,7 días y 28 días.

Del mismo modo, en el hormigón estándar, la fuerza de compresión obtenida es mayor que la del hormigón experimental, pero la fuerza obtenida en el hormigón experimental tiene la mejor resistencia. Pero el hormigón estándar supera estos resultados de resistencia, al igual que la relación agua-cemento.

Por otro lado, en el estudio de Eder Aldana (2014), se denomina "el uso de materiales cerámicos como material de solidificación interna de mezclas de hormigón". Determiné el rendimiento del hormigón. Usé materiales cerámicos para reemplazar el concreto con agregados gruesos en cierta proporción para lograr el endurecimiento interno; utilizar mezclas cerámicas con tres porcentajes diferentes de materiales cerámicos en lugar de suelos gruesos (0%, 20% y 40%) y la relación de dos aguas / min (0.30 y 0.50) para estimar este comportamiento. En el siguiente estudio, los resultados de la prueba muestran que, aunque el porcentaje de reemplazo de materiales cerámicos ha aumentado, la resistencia a la compresión de las muestras con una relación a / c de 0.30 es mayor que la del concreto. Cuando el w / c de la muestra estándar es 0.50, la fuerza de compresión obtenida es menor que la del concreto con agregado 100% natural.

Asimismo, se revisa la investigación de Geneabel Barroso y Carlos Gómez (2011). El denominado "análisis de la incorporación de materiales reciclados en

residuos de construcción para su uso como agregados de elementos estructurales o no estructurales" confirma que la calidad de los agregados reciclados limita sus posibles aplicaciones, ya que para los agregados es La resistencia del material no es suficiente en compresión, al igual que los áridos naturales, hay mayor heterogeneidad en las diferentes partes del material, por lo que se utiliza árido grueso.

La conclusión es que la fusión de residuos de hormigón con nuevos deslizamientos de tierra gruesos en el ciclo de producción de la construcción es una alternativa viable, es un ejemplo demostrativo de transferencia de tecnología a la sociedad y también muestra beneficios económicos y ambientales ocultos.

Por otro lado, en la investigación de Diana Mora (2014), afirmó que "utilizando los residuos de la industria cerámica en la ciudad de Cuenca como gas natural crudo para caracterizar el hormigón", estableció que reemplazaría por completo al gas natural crudo. La influencia del agregado. (Grava natural) El hormigón es grava obtenida de los residuos de la industria cerámica. Investigó los efectos de la resistencia mecánica y la densidad y la tasa de absorción del hormigón resultante para lograr compresión y tracción, volumen total de agua y densidad. Los resultados obtenidos muestran que, en comparación con el hormigón convencional, la densidad del hormigón cerámico constituido por árido cerámico triturado se reduce en un 12%, la resistencia a la compresión (aproximadamente) se reduce en un 70% y la flexibilidad o módulo de rotura se reduce en un 44%, MR / aprox. Para el hormigón cerámico formado por áridos cerámicos no agregados, la densidad se reduce en un 10% y la resistencia a la compresión se reduce en un 58%. Por tanto, debido a la baja resistencia y alta permeabilidad que

se logra en el hormigón cerámico, concluí que es posible utilizarlo como hormigón estructural.

Justificación, A lo largo de los años en la industria de la construcción, debido al calentamiento global, al no contar con recursos renovables y la crisis económica, se ha generado una nueva línea de investigación que tiene por finalidad el uso de residuos naturales de bajo costo y alta calidad para la sustitución en los componentes del concreto para su uso en obras civiles.

El hormigón se produce mediante un diseño híbrido, que implica seleccionar las partículas disponibles (es decir, cemento, áridos, agua y aditivos) y sus cantidades relativas para producir masa volumétrica de la forma más económica posible. Con el grado de manejabilidad requerido, mediante el endurecimiento a una velocidad adecuada, se pueden obtener las características de resistencia, durabilidad, estabilidad volumétrica y apariencia adecuada (tecnología y características, Concrete Research Institute). El propósito de esta investigación es solucionar problemas ambientales mediante el uso de residuos sólidos generados por materiales cerámicos, los cuales son vertidos en rellenos sanitarios, donde ayudarán al "reciclaje de residuos", que pueden ser utilizados como atractivo. Se presentan los productos. Fácil de aplicar y comercializar. Utilizando los datos obtenidos de la investigación, se contará con soporte técnico para demostrar que el hormigón producido a partir de materiales de desecho (cerámica reciclada) puede ser utilizado, lo que resulta en impactos técnicos, ambientales, sociales y económicos beneficiosos.

La recolección de los residuos del material cerámico desde los rellenos sanitarios es de un bajo costo económico, el desperdicio del material cerámico genera alta contaminación al medio ambiente.

El aporte teórico de la investigación, Se basa en la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón cuando $c = 175 \text{ kg / cm}^2$, sustituyendo el 20%, 40% y 60% del gas natural por materiales cerámicos. Este trabajo es un aporte a la ingeniería civil, porque sabremos que la reutilización de materiales cerámicos vertidos en rellenos sanitarios es la base de nuestra investigación. La tecnología de la construcción pronto despertará el interés por la arquitectura.

El problema, El proceso de conformado del hormigón y sus diversos aditivos se realiza mediante procesos industriales que consumen grandes cantidades de recursos naturales y no son renovables. Estos procesos también causarán una grave contaminación ambiental del aire, el agua y el suelo, y también producirán desechos durante el proceso de fabricación.

Se presta más atención a las emisiones de los vertederos de residuos municipales. Económicamente, esto abaratará la producción de nuevos productos y la industria reducirá el suministro de materias primas al introducir este “desperdicio” en el proceso de producción.

Por lo tanto, consideramos la siguiente pregunta de investigación: En comparación con el hormigón tradicional $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$, el uso de materiales cerámicos reciclados para reemplazar el 20%, 40% y 60% del gas natural original en el gas natural reciclado afectará la resistencia a la compresión del hormigón? -2017?

Concreto: Insiste en que el concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en una proporción adecuada para lograr ciertas

propiedades predeterminadas, especialmente la resistencia. Según Abanto Castillo Flavio (Abanto Castillo Flavio), señaló en el libro "Tecnología del Concreto": Prensa, Prensa San Marcos, 2003, Capítulo 1, Capítulo 11 página.

El cemento y el agua reaccionan químicamente combinando partículas de agregado para formar materiales heterogéneos. A veces se añaden determinadas sustancias (llamadas aditivas) para mejorar o modificar determinadas propiedades del hormigón.

El hormigón es uno de los materiales más comunes en la construcción y se puede utilizar en una variedad de aplicaciones, desde estructuras de edificios hasta ferrocarriles. También se utiliza para terrazas, aceras, carreteras, almacenes y muchas otras estructuras. De hecho, es difícil encontrar una estructura que no se construya de alguna manera sin usar concreto. Además, es uno de los materiales de construcción más económicos y valiosos (Somyaji, 1995).

Resistencia del concreto: Los principales factores que determinan la resistencia del hormigón son: relación agua / material cementoso, condiciones de curado (humedad y temperatura), edad, características y cantidad de materiales cementosos, características y cantidad de áridos, tiempo de mezclado, grado de compactación y contenido. aire (Práctica estándar para concreto curado, ACI 308).

La fuerza de compresión se calcula dividiendo la carga final por el área de la sección transversal que resiste la carga. Se expresa en libras de fuerza por pulgada cuadrada (psi), utilizado en los Estados Unidos, y en megapascuales (MPa) en el Sistema Internacional (SI.) Unidad. Los requisitos de resistencia a la compresión varían de 2500 psi (17 MPa) a 4000 psi (28 MPa) para concreto residencial e incluso más altos para estructuras comerciales. Para algunas aplicaciones, se

especifican fuerzas más altas, hasta 10,000 psi (70 MPa) o incluso más (Grudemo, 1975; Harmsen, 2005; Riva, 2007).

Propiedades del concreto endurecido: En la fase de endurecimiento del hormigón es cuando la mezcla alcanza la resistencia requerida por el diseño (Torrado y Porras, 2009). Las propiedades mecánicas que se evalúan habitualmente en el hormigón endurecido son la resistencia a la compresión, la flexión, el módulo de elasticidad estático y dinámico y otros aspectos, siendo los más habituales el ensayo de compresión.

Existe una variedad de técnicas invasivas y no invasivas para medir la resistencia del hormigón. El no invasivo es el más beneficioso porque la estructura endurecida no tiene tanto impacto como el tipo intrusivo, ya que la estructura invasiva dañará la superficie del hormigón. (Serrano, 2010).

Resistencia a la compresión: Este parámetro se obtiene probando un cilindro estándar con un diámetro de 6 pulgadas (15 cm) y una altura de 12 pulgadas (30 cm). La muestra debe permanecer en el molde dentro de las 24 horas posteriores a la colada y luego debe curarse en agua hasta la prueba. El procedimiento estándar requiere una vida útil de la muestra de 28 días, pero si se especifica, este período se puede cambiar. Durante la prueba, el cilindro se cargó a una velocidad uniforme de 2,4 kg / cm² / s. La resistencia a la compresión (f'_c) se define como la resistencia media de al menos dos muestras tomadas de la misma muestra analizada durante 28 días. Este procedimiento se describe en detalle en ASTM C-192-90 y C-39-93.

Los principales factores que determinan la resistencia del hormigón son: relación agua / material cementoso, condiciones de curado (humedad y temperatura), edad,

características y cantidad de materiales cementosos, características y cantidad de áridos, tiempo de mezclado, grado de compactación y contenido de aire (práctica estándar para hormigón curado, ACI 308).

Pruebas y mediciones de resistencia del concreto:

De acuerdo con el procedimiento descrito en la muestra de polimerización estándar, las muestras de concreto se producen y curan en el sitio de acuerdo con la práctica estándar ASTM C31 y los cilindros que se someten a pruebas de aceptación y control de calidad se fabrican y curan. Para evaluar la resistencia del hormigón, ASTM C31 desarrolló un procedimiento de prueba de curado en el campo. De acuerdo con ASTM C39, Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndrico (Asociación Nacional de Lectura y Concreto Mixto, s / f), se prueban muestras cilíndricas.

Curado del Concreto: Hansen (2005). En su libro "Structural Concrete Design", afirmó que el curado es un proceso en el que las personas intentan mantener el concreto saturado hasta que el espacio de cemento fresco lleno de agua se reemplaza con productos de hidratación de cemento. El propósito del tratamiento es controlar el movimiento de temperatura y humedad dentro y fuera del hormigón. También tiene como objetivo evitar la retracción de la forja hasta que el hormigón alcance la resistencia mínima que pueda soportar las tensiones provocadas por el hormigón. La falta de curación reducirá en gran medida su resistencia. Este es un proceso utilizado para promover la hidratación del cemento, principalmente para mantener el control de la temperatura y el movimiento de la humedad dentro y fuera del hormigón. El objetivo es mantener el hormigón saturado, ya que la hidratación del cemento solo llevará al capilar lleno de agua al estado hidratado, por lo que se debe evitar una evaporación excesiva. Además, se

debe controlar la temperatura porque la tasa de hidratación es menor a bajas temperaturas, mientras que la tasa de hidratación es mayor a altas temperaturas (100 ° C).

Existen diversos métodos de curado: Cure con agua, cure con material sellante y vapor. El primero puede ser de cuatro tipos: por inmersión, con aspersores, con mantillo (como el yute) y con tierra, arena o aserrín en hormigón recién vertido.

Cemento Portland tipo I El cemento es una especie de capa de unión hidráulica, que se obtiene combinando piedra caliza en una proporción determinada y calcinando a alta temperatura. Es un polvo muy fino que se endurece en presencia de agua y tiene buena potencia de resistencia y buen rendimiento.

Es el producto final de la aspersion de clínker, al que se le agrega una pequeña cantidad (3% a 6%) de estuco para controlar el endurecimiento violento; para obtener un polvo de alta calidad que pueda pasar completamente por la pantalla N ° 200, y esté listo para su proceso de envasado y comercialización.

Clinker: Es un producto artificial obtenido mediante la calcinación de una mezcla de arcilla y polvo de piedra caliza en una proporción específica a altas temperaturas (1400-1450 ° C) para obtener módulos de diferentes tamaños, generalmente con un característico diámetro negro 1 / 4 "Máx 1". Brillante y difícil de enfriar.

Cumple con NTP 334.009 y ASTM C-150. La Tabla 2.0 a continuación enumera las propiedades físicas del cemento utilizado.

Composición Química:

TABLA N° 01. *Compuestos Químicos del Clinker del cemento Portland, ASTM C 150*

Designación	Fórmula	Porcentaje
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	30% a 50%
Silicato Dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	15% a 30%
Aluminato Tricálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	4% a 12%
Ferro aluminato Tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	8% a 13%
Cal libre	CaO	
Magnesia libre (Periclusa)	MgO	

Fuente: ASTM C - 150.

Agregados: Esto se denomina agregado de una mezcla de arena y piedra con diferentes tamaños de partículas. El hormigón es un material compuesto principalmente por áridos y pasta de cemento, y sus elementos tienen buenas diferencias de comportamiento: se define como un aditivo de partículas inorgánicas de origen natural o artificial, y su tamaño se encuentra dentro del rango definido en NTP 400.011.

El agregado es la fase discontinua del concreto y es el material incrustado en la lechada, que representa aproximadamente el 75% de la unidad cúbica de volumen de concreto. Los áridos son materiales inorgánicos naturales o artificiales incorporados a los áridos (cemento, cal y agua, que forman el hormigón y el mortero).

Granulometría (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33): Esta propiedad caracteriza la agregación basada en la gran densidad de los componentes individuales que componen la agregación. Para llevar a cabo la caracterización dimensional, se tiene que dividir en 7 partes para su análisis, luego se tamiza como una "serie

estándar" a través de un bucle estandarizado, y su apertura a su vez se duplica para ser la más pequeña, igual a 0.150 mm (ASTM N ° 100), y su procedimiento de prueba está especificado por la Norma dada. La importancia de este pilote es que, dependiendo de su distribución de tamaños, tienen un efecto directo sobre las propiedades del hormigón fresco y endurecido.

Tamaño máximo: (NTP 400.037): Correspondiente al menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado.

Tamaño máximo nominal: (NTP 400.037): Correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido.

Clases de agregados: Agregado grueso: La resistencia a la compresión del agregado no debe ser inferior a 600 kg / cm². Se formará dentro de los límites especificados en el estándar NTP 400.037. La granulometría seleccionada no debe exceder el 5% de la cantidad total retenida en el tamiz de 1½", y no debe exceder el 6% del aditivo que pasa por el tamiz de ¼".

El tamaño máximo del agregado a tomar será:

- 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados ó
- 1/3 de la altura de las losas ó
- ¾ del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

Si es necesario limpiar los materiales, se deben limpiar con agua libre de materia orgánica, sales o sólidos en suspensión.

En la Tabla N° 01 y Figura N° 01, se muestran los límites recomendados por las normas NTP 400.037 para el agregado grueso con un tamaño máximo de 3/4" a 3/8" (NTP 400.037, 2001).

Tabla N° 02. Requisitos de granulometría para el agregado grueso.

Malla (Pulg)	Abertura (mm)	Límite superior (%)	Límite inferior (%)
1	25	100	100
3/4	19	100	90
1/2	12.5	78	55
3/8	9.5	55	20
4	4.75	10	0

Fuente: NTP 400.037.

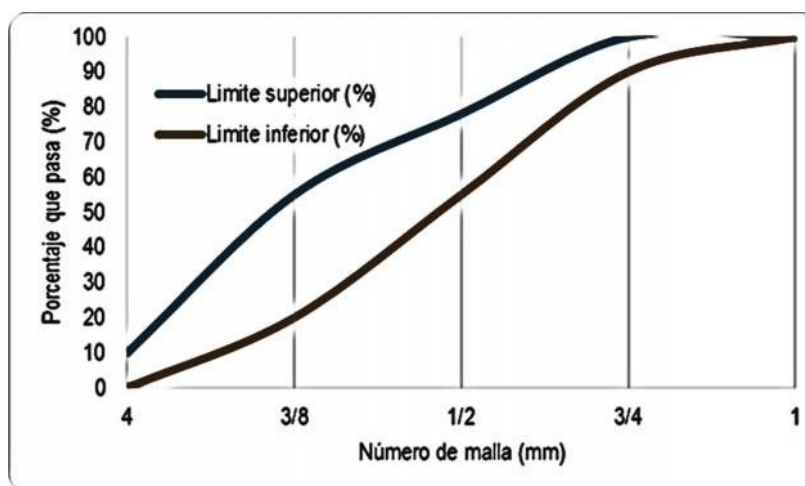


Figura N° 01. Límites granulométricos específicos para el Agregado Grueso de acuerdo a las normas NTP 400.037.

Agregado fino: Los agregados finales son agregados resultantes de la desintegración natural o artificial de rocas que pasan a través de una pantalla de 3/8 de pulgada y cumplen con los límites establecidos en NTP 400.037. Puede estar compuesto por arena natural o artificial o una combinación de ambos. Las partículas estarán limpias, preferiblemente en ángulo, duras, densas y resistentes a la corrosión. No debe contener cantidades nocivas de polvo, grumos, ovejas o partículas blandas, pizarra, pizarra, álcali, materia orgánica, sal u otras sustancias nocivas.

TABLA N° 03. Límites granulométricos para el agregado fino.

ASTM (Pulg)	Abertura (mm)	Límite superior (%)	Límite inferior (%)
3/8	9.5	100	100
4	4.75	100	95
8	2.4	100	80
16	1.2	85	50
30	0.6	60	25
50	0.3	30	5
100	0.15	10	2
200	0.075	0	0

Fuente: NTP 400. 037.

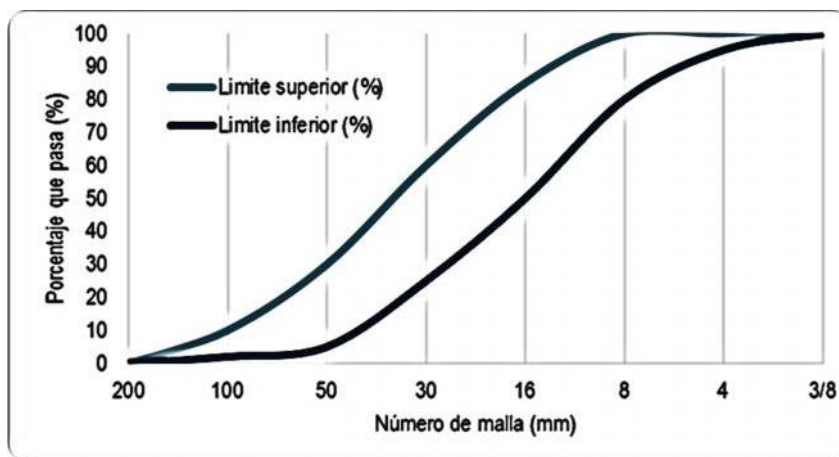


Figura N° 02. Límites granulométricos específicos para el Agregado fino de acuerdo a la NTP 400. 037.

Agregado fino: Los agregados finales son agregados resultantes de la desintegración natural o artificial de rocas que pasan a través de una pantalla de 3/8 de pulgada y cumplen con los límites establecidos en NTP 400.037. Puede estar compuesto por arena natural o artificial o una

combinación de ambos. Las partículas estarán limpias, preferiblemente en ángulo, duras, densas y resistentes a la corrosión. No debe contener cantidades nocivas de polvo, grumos, ovejas o partículas blandas, pizarra, pizarra, álcali, materia orgánica, sal u otras sustancias nocivas.

TABLA N° 03. Límites granulométricos para el agregado fino.

ASTM (Pulg)	Abertura (mm)	Límite superior (%)	Límite inferior (%)
3/8	9.5	100	100
4	4.75	100	95
8	2.4	100	80
16	1.2	85	50
30	0.6	60	25
50	0.3	30	5
100	0.15	10	2
200	0.075	0	0

Fuente: NTP 400. 037.

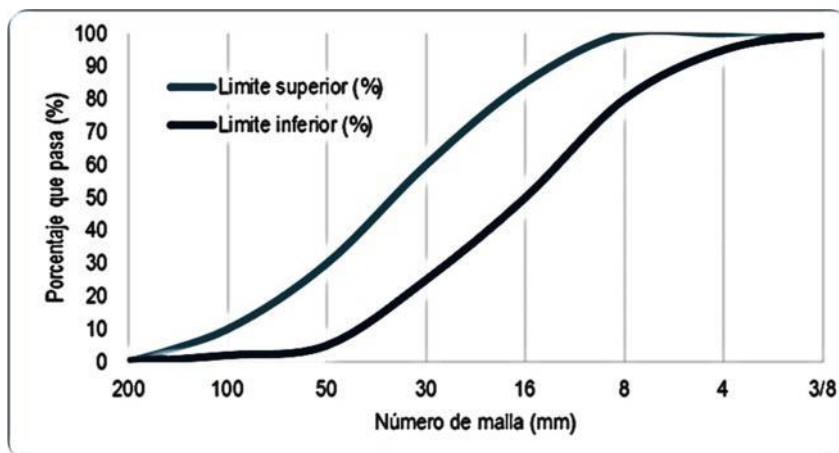


Figura N° 02. Límites granulométricos específicos para el Agregado fino de acuerdo a la NTP 400. 037

Clasificación de los agregados según su densidad.

- Áridos ligeros: Áridos con una densidad entre 500-1000 Kg / m³.

Se utiliza para rellenar muros de hormigón o piedra estructural y para aislamiento de hormigón.

Compuestos comunes: aquellos con una densidad entre 1300-1600 Kg / m³. Se utiliza en hormigón de varias formas, concretamente hormigón estructural en lugar de hormigón estructural.

- Agregado pesado: agregados con una densidad entre 3000-7000 Kg / m³. Utilizado en hormigón especial expuesto a rayos ultravioleta y radiación.

Cerámico: Los materiales cerámicos son productos de diversas materias primas (especialmente arcilla), que se elaboran en forma de polvo o pasta (para que se puedan formar fácilmente), y después de la calcinación se someten a procesos físicos y químicos para obtener la consistencia de la piedra. En otras palabras, más simplemente, son materiales sólidos inorgánicos no metálicos producidos por tratamiento térmico. Todos estos se fabrican fundiendo y fundiendo materiales naturales (como arcilla o caolín) con una serie de aditivos (como tintes), todos los cuales se mezclan y hornean en un horno.

Propiedades:

- En comparación con los metales y los plásticos, son duros, no inflamables y no oxidables.

- La dureza extremadamente alta lo convierte en un material muy utilizado, que puede utilizarse como material abrasivo o como filo de herramientas.
- Fuerte resistencia a las altas temperaturas, con excelentes capacidades de aislamiento térmico y eléctrico.
- Alta resistencia a la corrosión y efectos corrosivos provocados por medios atmosféricos.
- Tiene una alta resistencia a casi todos los reactivos químicos.
- Los materiales cerámicos son generalmente llamativos o vidriosos. Casi siempre se rompen bajo tensión y casi no tienen elasticidad.
- Dependiendo de la naturaleza y los métodos de procesamiento de las materias primas y de los distintos granallados, los materiales cerámicos se dividen en dos categorías: cerámicas verdes y cerámicas finas:
 - cerámicas porosas o verdes: no han sido vitrificadas, es decir, no contienen cuarzo, se utiliza arena para fundir porque la temperatura del horno es baja. Su ruptura (ruptura) es terrestre y puede penetrar completamente gases, líquidos y grasas.
 - Materiales cerámicos prefabricados o finos: aquellos cuya temperatura sea inferior a la temperatura suficiente para glasear completamente una cuarta parte de la arena. De esta forma puede obtener un producto más resistente y resistente al agua.

Las partículas de estos materiales pueden absorber hasta el 70% de su peso en agua mediante higroscopia. Esta característica permite que la arcilla aparezca en el suelo en estado seco y se vuelva quebradiza, pero cuando se hidrata adquiere la plasticidad necesaria para remodelarla.

En la fase de endurecimiento (por cocción), el material cerámico tiene una firmeza evidente y su masa disminuye en proporción a la masa inicial (aproximadamente del 5% al 15%). La pérdida de humedad alrededor de las partículas puede provocar una separación entre ellas y por tanto una contracción de volumen, como se describió anteriormente, dando lugar a valores de absorción superiores al 10%.

Recomendaciones: Respecto al uso de agregados según la norma NTP 400.037, teniendo para el tamiz de 1" que el porcentaje pasante es el 100%, para el tamiz ¾", el porcentaje según norma exige el 90 % mínimo y máximo 100%. El tamaño máximo Corresponde a la abertura del menor tamiz de la serie establecida, que deja pasar el 100% de la masa del agregado y El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal, puede retener de 5% a 15% del agregado.

Las normas E.060 recomiendan que el tamaño máximo del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible, siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. Se considera que, en ningún caso, el tamaño máximo nominal del agregado grueso deberá exceder de los siguientes valores: $f'_{cr} = f'c + 1.34 D_s$
 $f'_{cr} = f'c + 2.33 D_s - 35 \text{ 72}$.

- a) Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados.
- b) Un tercio del peralte de las losas.

c) Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquete de barras; tendones o ductos de preesfuerzos. Muchas veces la selección del tamaño máximo de agregado esta función de la disponibilidad del material y su costo.

Diseño de mezcla: El diseño de mezclas de hormigón es un tema de gran preocupación para todos los ingenieros y constructores que se ocupan del hormigón. Los principales problemas con los que tuvo que lidiar fueron principalmente los siguientes [Abrams, 1919].

- ¿Qué tipo de mezcla se necesita para producir una cierta fuerza suficiente para completar un determinado trabajo?
- Existen varias bibliotecas de materiales con diferentes características en la zona, ¿cuál es la más adecuada para el diseño?
- Para ciertos materiales, ¿qué proporción proporcionará el mejor hormigón al menor costo?
- ¿Cómo afecta el cambio de la mezcla, la consistencia y el grado del agregado a la resistencia del concreto?

La proporción de hormigón suele implicar la elección de materiales y su combinación [Abrams, 1919]. El principal objetivo de conocer el comportamiento del hormigón en estado fresco y endurecido es determinar el diseño de la mezcla [Instituto del Concreto, 1997].

El diseño de mezcla se puede definir como el proceso de seleccionar los componentes apropiados del concreto (cemento, agregados, agua y a veces aditivos) y determinar sus proporciones relativas para producir concreto

con cierta resistencia, consistencia y durabilidad de la manera más barata.
[Shetty, 2005]

El arte de dosificar: El análisis realizado en la sección anterior enfatizó la importancia de cada elemento (agregado, agua y cemento) en este material específico en su conjunto. De hecho, estos elementos realizan funciones específicas que se complementan para obtener más y mejores propiedades en el material compuesto resultante.

Imaginemos lo que sucedería si no utilizáramos arena en la composición del hormigón. Por supuesto, un material compuesto solo por agregado grueso y pasta de cemento mostrará mucho vacío, lo que trae todos los inconvenientes, y también causa una gran pérdida de resistencia, porque algunas piedras solo combinan una capa de adhesivo en un lado. mezcla. Esto da como resultado un material rugoso que se puede romper completamente sin esfuerzo.

Por tanto, es necesario conservar una pequeña porción de lo recién cubierto, tapado y rellenado en todas estas áreas: arena, que aporta trabajabilidad a la mezcla y actúa como aglutinante junto con el cemento. Se obtuvo un material muy monolítico, parecido a la roca.

De acuerdo con este razonamiento, podemos considerar el caso extremo de materiales que consisten solo en pasta de cemento o solo rocas. Obviamente, a diferencia de los materiales de construcción deseados de uso general (como el hormigón), algunas mejoras en los materiales resultantes no pueden compensar las deficiencias de otros materiales.

A partir de aquí, es decir, partiendo de que todos los componentes de la mezcla (es decir, arena, grava y agua) son físicamente imprescindibles, nuestro objetivo será encontrar las proporciones que se deben combinar para obtener el hormigón. Los requisitos que mejor responden a sus expectativas.

En el primer método de esta disciplina, podemos pensar que la cantidad de mezcla de hormigón o diseño razonable es el proceso de obtener la combinación correcta de cemento, áridos, agua y aditivos cuando sea necesario para producir un hormigón que cumpla determinadas especificaciones.

Al contrario de lo que parece, lo cierto es que detrás de esta simple definición hay un mundo complejo, que no se puede reducir a un conjunto de números, sino que necesita comprender algunos principios básicos y algunos métodos de gobernanza.; De hecho, vale la pena estudiar esto, porque el impacto de la cantidad en el costo del concreto y algunas de las propiedades más importantes del concreto en un estado fresco y liso es obvio.

Uno de los objetivos de la dosificación es lograr un producto que pueda cumplir con ciertos requisitos predeterminados, generalmente la trabajabilidad del concreto fresco, la resistencia del concreto endurecido bajo cierta edad y la durabilidad de ese concreto.

Asimismo, otro objetivo de la dosificación es producir una mezcla que cumpla con todos estos requisitos al menor costo. Esto implica decisiones

sobre la elección de los ingredientes, porque además de ser adecuados, también deben estar disponibles para su compra a un precio razonable.

Una vez que se tiene el material que formará parte del hormigón y se conocen las condiciones de trabajo, las variables que suele controlar el encargado son: la relación lechada de cemento / áridos en la mezcla, la relación agua / cemento en la lechada de cemento y la proporción de cemento en el agregado. Relación arena / suelo grueso y uso de aditivos o aditivos.

Por supuesto, dentro de un volumen dado, no se puede modificar uno de los componentes independientemente de los otros componentes. Asimismo, los cambios en algunas variables tendrán un impacto negativo en algunas propiedades ideales del hormigón. Por ejemplo, agregar agua (contenido de cemento fijo) al concreto duro mejorará la fluidez del material, pero al mismo tiempo reducirá la resistencia del material. Por tanto, es evidente que el diseño de la mezcla implica la difícil tarea de equilibrar estos resultados contradictorios.

El concepto de diseño de lotes de hormigón ha sufrido muchos cambios a lo largo del tiempo. En primer lugar, los investigadores están interesados principalmente en la definición y producción de un hormigón ideal. Esto generalmente significa determinar el tamaño ideal de las partículas acompañantes, decidiendo así cómo especificar la grava y los agregados finos y en qué proporciones mezclarlos.

Sin embargo, por el momento, el método de esta disciplina es diferente, principalmente porque considera los siguientes aspectos: primero, qué

agregados están económicamente disponibles; segundo, las características que debe tener el hormigón; finalmente, según Day (1995), proporciona ¿Cuál es el método más económico para estos atributos obligatorios? Es necesario considerar los siguientes puntos:

- Utilice los complementos disponibles en lugar de buscar agregaciones ideales.
- Definir cuáles son los requisitos que conducen a las metas definidas, en lugar de considerar la existencia de un concreto ideal que pueda cumplir con todas las metas.
- Es importante comprender la competencia de precios.

Consideraciones generales: Es importante tener claro nuestro propósito a la hora de medir concreto, para ello primero debemos conocer su propósito, los recursos con los que tenemos (o somos aptos) la implementación y dónde colocarlo. En general, todos estos datos pueden ser útiles para definir las propiedades que debe tener el hormigón para realizar su función.

Como se mencionó anteriormente, independientemente de si se trata de hormigón convencional o no, cada hormigón debe tener tres características básicas, cuyo alcance sugiere que se ha realizado el procesamiento del documento. El hormigón, de hecho, debe poder ser trabajado completamente en fresco para una correcta instalación, y en el estado endurecido también debe proporcionar la resistencia requerida (generalmente la compresión se determina a los 28 días), y en el tipo de ambiente en el que se encuentra. cierto grado de durabilidad, antes de la fecha límite.

El proceso de construcción se caracteriza por la intervención básica de todas las partes: el propietario de la estructura, el constructor y el usuario. Cada uno de estos factores estará involucrado en algún momento de la vida del hormigón, y una o más características dependerán más de la etapa considerada.

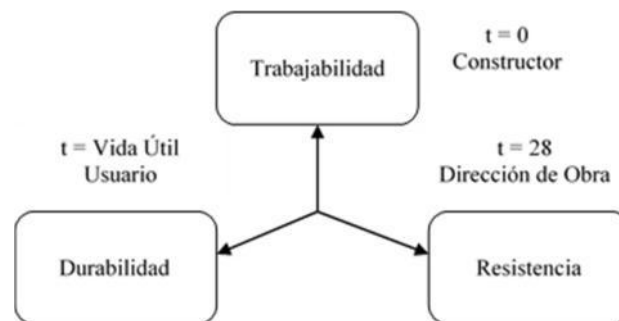


Figura N° 03: *Propiedades y partes involucradas en las principales fases de la vida del concreto.*

Es importante destacar que optimizar el coste total (económico, medioambiental) será uno de los principales objetivos de todo el proceso. En las siguientes líneas, discutiremos todas estas consideraciones básicas con más detalle.

Trabajabilidad: El tiempo que el hormigón está fresco es corto, pero decisivo. De hecho, el rendimiento del hormigón en estado endurecido depende fundamentalmente de la comprensión y el control de diversas propiedades del hormigón fresco.

Por tanto, es necesario estudiar las características del hormigón fresco, que ayudarán a lograr una mezcla, y el transporte, instalación, compactación y tratamiento superficial de la mezcla se puede realizar de forma sencilla y sin separación.

Propiedades Principales del Concreto Fresco:

Consistencia: Una de las características más típicas del hormigón fresco es su consistencia. Esto muestra la fluidez de la mezcla de hormigón fresco, es decir, su fluidez, fluidez, o, en otras palabras, la resistencia del hormigón fresco a la deformación que sufre.

Además, desde un punto de vista más práctico, la consistencia es una medida del grado de humedad en la mezcla, por lo que generalmente se evalúa como una compensación (es decir, cuanto más húmeda es la mezcla, mayor es la compensación). Pasó la prueba del cono de Abrams.

Este es un sistema muy simple, implementado en campo que no requiere equipos costosos o profesionales, y puede dar resultados satisfactorios, por lo que esta prueba se usa comúnmente.

Otro punto que apoya el cono de Abrams es que se puede utilizar como método de control en sitio, ya que puede detectar fácilmente cambios entre diferentes grados, ya sea por cambios en el agua mezclada, humedad agregados o incluso el tamaño de gránulos. Especialmente en arena, este es el motivo de la prueba, permite comprobar la uniformidad del material.

TABLA N° 04. *Valores de asentamientos para el ensayo del Cono de Abrams*

Consistencia	Asiento (cm)
Seca	0 - 2
Plástica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 -15

Fuente: NTP 339.035

Compactibilidad: El hormigón fresco resultante debe diseñarse para lograr la máxima densidad compacta bajo una cantidad aceptable de trabajo o, en algunos casos, la cantidad disponible. El estudio de la relación entre el grado de compactación y la resistencia resultante permite comprender que se requiere una mezcla compactada como una de las características básicas del hormigón en cualquier estado fresco.

Para ello, primero se expresa como la relación entre la densidad, es decir, la relación entre la densidad real del hormigón y la densidad de la misma mezcla cuando está completamente compactada. Asimismo, cuando la resistencia máxima del hormigón está relacionada con la resistencia resultante, la relación entre su resistencia actual y su resistencia también es la misma.

Por lo tanto, como se muestra en la figura siguiente, se puede reflejar la relación entre densidad y resistencia.

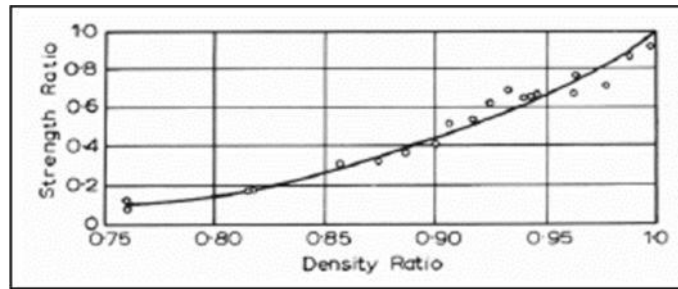


Figura 04: Relación entre Densidad y Resistencia del Concreto.

Se puede observar que la existencia de hormigón hueco reduce en gran medida su resistencia. De hecho, la presencia de un 5% de poros puede reducir la resistencia del hormigón hasta en un 30%, e incluso el 2% de los poros puede reducir la resistencia en más de un 10%.

En este sentido, no hace falta decir que los huecos en el hormigón son tanto burbujas de aire atrapadas como el espacio que queda después de que desaparece el exceso de agua. Las burbujas representan aire "aleatorio", es decir, el aire retenido en el material granular disuelto durante la mezcla y el transporte y son una función del tamaño de las partículas más finas presentes en la mezcla. Es más fácil de quitar de la mezcla seca que de la mezcla húmeda.

Estabilidad: El hormigón es una mezcla de componentes sólidos y líquidos muy diferentes, por lo que, en esencia, debe ser un material heterogéneo. Al mismo tiempo, la necesidad de homogeneidad del material también es obvia. Esto significa que para obtener una mezcla heterogénea homogénea. Cualquier parte de la composición del hormigón debe estar perfectamente mezclada en las proporciones previstas en la mezcla.

Es necesario considerar el concepto de estabilidad resultante del mantenimiento del hormigón como un bloque homogéneo, de hecho, la

estabilidad o cohesión de la mezcla mide la resistencia a su separación y desprendimiento. La separación es un fenómeno por el cual los elementos constitutivos del hormigón tienden a separarse y se fijan según su tamaño y densidad. El drenaje es una forma de separación, debido a que el agregado no se puede arrastrar con el agregado durante la compactación, el agua tiende a subir a la superficie del concreto, formando una capa de agua, hasta el 2% del ancho del concreto.

Resistencia: La resistencia del hormigón endurecido es el atributo más importante para cumplir con los requisitos estructurales, por lo que generalmente se considera el atributo más valioso del hormigón. Sin embargo, no debemos olvidar que en muchos casos cobran mayor importancia otras características (como la sostenibilidad y la permeabilidad). Con todo, es una característica muy importante porque está directamente relacionada con la estructura de la lechada de cemento hidratado y, por lo tanto, puede perfilar la calidad del hormigón.

El hormigón es un material que resiste la compresión, tensión y flexión. Tiene la mayor resistencia al esfuerzo de compresión, unas diez veces superior a la tracción, y es el más interesado en determinar la fuerza, porque en la mayoría de las aplicaciones específicas, utiliza esta resistencia, por otro lado, para determinar muchas otras características. El tamaño y la fuerza de compresión son indicadores muy fáciles. Normalmente, las especificaciones del hormigón requieren una resistencia a la compresión determinada después de 28 días, y no es complicado hacer esto en una prueba de compresión.

Durabilidad: El concepto de durabilidad del hormigón está relacionado con su capacidad para mantener el uso durante el tiempo que se diseña la estructura de la que es un componente. En otras ocasiones se creía que el hormigón tenía buena durabilidad, pero hoy se puede ver que está limitado por motivos ambientales (heladas, erosión de sulfatos de la tierra) o internos (reacción álcali-agregado).

La esperanza de vida prolongada se considera sinónimo de sostenibilidad. Sin embargo, creemos que en algunos casos las condiciones difíciles pueden no persistir en otras condiciones, por lo que deben incluirse referencias generales.

Tabla N° 05: Conceptuación y Operacionalización De Las Variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	La resistencia es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005)	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo una carga de 175kg/cm ² a los 7, 14 y 28 días de curado.	Kg/Cm ²
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	NIVELES
APLICACIÓN DEL CERAMICO	Sustitución parcial del agregado grueso por material cerámico reciclado	Sustitución de un porcentaje de agregado grueso por el reciclado de cerámico en el diseño de concreto f'c= 175 kg/c ^{m²}	Patrón 20% 40% 60%

Fuente: Elaboración Propia

Se planteó la siguiente Hipótesis: En el documento actual, si se compara con el hormigón convencional con c = 175 kg, la sustitución de

materiales cerámicos reciclados con 20%, 40% y 60% de gas natural crudo puede aumentar la resistencia a la compresión del hormigón, se pueden plantear siete hipótesis. / Centímetro cuadrado (hualas) -2017.

El **objetivo general**, El propósito de esta investigación es determinar la resistencia a la compresión del hormigón mediante la sustitución del 20%, 40% y 60% del suelo original con materiales cerámicos reciclados de Huaraz en 2017.

Objetivo específico

- Determinar la dosis adecuada de hormigón con materiales cerámicos reciclados, cuyas características deben ser similares al hormigón ordinario de 210 kg / cm².
- Evaluar la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de recuperación, reemplazar 20%, 40% y 60% con materiales cerámicos reciclados, respectivamente, y comparar los resultados.
- Comparar los resultados de resistencia con y sin materiales cerámicos reciclados.













II. METODOLOGIA

Los tipos de investigación son métodos aplicados, explicativos y cuantitativos.

Aplicación, porque la investigación tiene como objetivo adquirir nuevos conocimientos y encontrar soluciones para comprender el efecto de la sustitución del 20%, 40% y 60% del gas natural crudo por cerámica reciclada con respecto a la resistencia a la compresión. $F'c$ de hormigón convencional = 175 kg / cm².

Cumple con el fin de la ciencia .Explicativo, porque los datos de la investigación se obtienen observando el fenómeno en las condiciones del investigador. Usa experimentos.

Tabla N° 06: Porcentaje De Sustitución De Material Reciclado Cerámico Por Agregado Grueso.

<i>DÍAS DE CURADO</i>	PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN DE MATERIAL RECICLADO CERAMICO POR AGREGADO GRUESO.			
	PATRON	20%	40%	60%
7				
14				
28				

Fuente: Elaboración propia.

Población y muestra.

- Para este estudio, la población de estudio es una colección de muestras de hormigón con aproximadamente = 175 kg / cm² de acuerdo con los estándares de construcción establecidos.
- Para estudiar en detalle el objeto de investigación (probeta), se utilizan las siguientes referencias:
 - Materiales cerámicos reciclados en Huaraz-Ancash.
- 3/4 de piedra y arena se utilizan para el diseño de la muestra (Cantera de Takland).
- El material se empaquetará en bolsas de polietileno y se enviará al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad "San Pedro".
- Cemento Portland de tipo I.

La muestra consta de 36 muestras de hormigón y el diseño es de unos 175 kg / cm. Se recuperaron nueve muestras estándar de materiales cerámicos en Huaraz-Ancash, se recuperaron 20% de 9 muestras, 40% de 9 muestras y 60% de 9 muestras.

La razón por la que estos materiales son materias primas y áridos finos, cemento y cerámica.

Agregados:

Ubicación: Agregados gruesos se encuentran ubicados en:

Localidad : Tacllan

Distrito : Huaraz

Provincia : Huaraz.

Coordenadas : -9.547031, -77.535897

Altitud :3050 msnm

Se ubica del lado derecho de la carretera Huaraz-Pativilca, a 2.5 kilómetros al sur de Huaraz.

- **Accesibilidad:** El acceso principal a la cantera es por la carretera Huaraz-Pativilca.
- **Métodos de Explotación:** La operación se realiza con maquinaria pesada (cargador frontal, tornillo, bajo).
- **Tipos de Agregados:** Los materiales vendidos en esta cantera son arena gruesa y arena fina, hormigón y grava.



Figura N°05.- En el zarandeo de arena de la cantera “Taclán”

Material cerámico reciclado: La cerámica es un material que se obtiene de los residuos de la construcción (reciclaje); después del reciclaje, se divide aleatoriamente en tamaños de diferentes diámetros para ser utilizado como un aditivo grueso para reemplazar la grava en el diseño de mezcla de este proyecto de investigación.



Figura N°06: Recolección de material cerámico reciclado.

Técnica e instrumento de investigación

- Observación porque registramos los resultados de la observación de pruebas de laboratorio.
- Instrumento para fichas de laboratorio.

Proceso y análisis

- Utilice Excel y SPSS para procesar los datos. El análisis será reemplazado por tablas, gráficos, porcentajes, medias, desviaciones estándar y nuevas pruebas.

Proceso de experimentación:

Las cerámicas recicladas recolectadas en la ciudad de Waraz se limpian a fondo para eliminar el polvo u otras impurezas superficiales de las partículas, las muestras se secan hasta peso constante a una temperatura de 100 a 110 ° C y luego se sumergen en agua durante 24 horas. + - 4 horas.

Una vez transcurrido el tiempo de saturación, la prueba de agua se seca y se envuelve en un paño absorbente grande para hacer desaparecer toda la película de agua visible, aunque la superficie de las partículas todavía se ve muy húmeda. Las piezas más grandes se secan por separado. Se debe tener cuidado para evitar la evaporación durante las operaciones de secado de la superficie. El peso de la muestra se obtiene con la superficie seca saturada. Se determinará este peso y todos los demás pesos, siendo el más preciso 0,5 gramos. Después de pesar, coloque inmediatamente la muestra saturada seca en una canasta de alambre y mida su peso en agua a 23 ° C + -2 ° C.

La muestra se seca hasta un peso constante a una temperatura de 100 ° C, luego se enfría a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y luego se pesa.

Preparación de las probetas de prueba

Con el fin de comparar el rendimiento del hormigón elaborado con áridos cerámicos reciclados de forma más eficaz, se prepararon un total de 9 muestras utilizando mezclas estándar, de las cuales 9 utilizaron un 20% de cerámica reciclada en lugar de materias primas y 9 utilizaron

cerámica en lugar de materias primas. Se recuperó el 40% y se reemplazaron 9 agregados originales con cerámica reciclada en un 60%. Se obtuvieron un total de 36 muestras, las cuales fueron probadas a los 7, 14 y 28 días. Por lo tanto, la única diferencia entre las mezclas fue la cantidad de agregados grueso en sustitución con la cerámica reciclada a colocar para cada resistencia por cantera en estudio.

El procedimiento seguido durante la creación de las probetas esta descrito a lo largo del presente capítulo con la finalidad de que se pueda evaluar y seguir dicho procedimiento en investigaciones futuras.

- **Medición del asentamiento:** Para medir los peligros de las 36 mezclas que se están estudiando en el estudio actual, se utiliza el método ASTM. El material a ensayar es una muestra de hormigón fresco extraída de un camión, de donde se descargó recientemente la mezcla.
- Humedecer el interior del cono de Abrams y colocarlo sobre una superficie nivelada, rígida, plana y no absorbente.
- El molde fija firmemente el dissipador de calor con los pies; luego divide la mezcla de hormigón fresco en tres capas. Cada capa debe ser aproximadamente un tercio del volumen del molde.
- Cada una de las tres capas debe compactarse con 25 barras de compactación de metal, y estos golpes se distribuirán uniformemente a lo largo de la sección transversal.
- Al colocar la última capa, se debe llenar el molde antes de la compactación. Si el nivel del concreto después de la compactación es más bajo que el nivel del cono, agregue la mezcla para hacerla

redundante nuevamente y luego use barras compactadas o cucharas de albañilería.

- Mueva el molde con cuidado en vertical, sáquelo inmediatamente, evite cualquier forma de movimiento lateral, y debe durar de 5 a 10 segundos durante el funcionamiento.
- Después de retirar el molde, colóquelo cerca de la mezcla deformada y mida el grado de compromiso, colocando el tallo compacto en posición horizontal entre la parte superior del molde y la parte inferior del tallo (molde superior) y la deformación del cono Top (altura media de la base superior). Ver fotos adjuntas n° 04 y 05.

III. RESULTADOS

Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Granulometría (ASTM C-136 / N.T.P 400.037): Al probar el tamaño de partícula del agregado, podemos determinar el módulo fino y el tamaño máximo del agregado fino y del agregado grueso respectivamente. El tamaño de partícula se determina mediante análisis de tamizado.

- **Módulo final:** es la suma de los porcentajes acumulados reservados en el número de ciclos. 4, 8, 16, 30, 50 y 100, luego dividir por 100. El módulo de finura típico varía entre 2,3 y 3,1, y el máximo representa el tamaño de partícula original.
- **Tamaño máximo:** Este es el primer ciclo por el que pasa toda la colección original.

- Tamaño nominal máximo: esta es la primera cuadrícula que produce una retención del 5% al 10%.

El análisis de tamaño de partícula se deriva de la curva de tamaño de partícula, donde el diámetro del tamiz está relacionado con el porcentaje de tamizado pasado o retenido, dependiendo del uso de gas natural.

Equipo Necesario

- Balanza con precisión a 0.1 gr.
- Juego de Tamices: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, incluyendo tapa y fondo, siendo las mallas de abertura cuadrada.
- Bandejas con capacidad suficiente para colocar la muestra.

Procedimiento

Para realizar el análisis de tamaño de partícula por tamizado, bajamos a un cuarto para determinar la distribución de partícula por tamaño de partícula.

- Repetir esta operación hasta obtener la cantidad de material necesaria para el análisis (aproximadamente de 3 a 5 kg).
- Las pantallas están dispuestas en orden descendente de sus diámetros de modo que el diámetro mayor esté en la parte superior y el diámetro menor en la parte inferior.
- El gas natural pasa a través del tamiz y se agita según sea necesario hasta que ninguna muestra pase por el siguiente tamiz o tamiz, pero las partículas no deben ser forzadas.

Cálculos

- Con base en el peso total de la muestra seca inicial, calcule la tasa de aprobación, el porcentaje total retenido o el porcentaje de fracciones de varios tamaños, que es aproximadamente 0.1%.

Tabla N° 07: Granulometría del Agregado Grueso

N°	TAMIZ ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	1899.50	17.65	17.65	82.35
1/2"	12.700	5838.50	52.25	71.87	28.11
3/8"	9.525	1525.50	14.17	86.07	13.93
N° 4	4.760	1438.00	13.36	99.43	0.57
FONDO	2.360	61.50	0.57	100.00	0.00
(TOTAL)		10,763.00	100.00		

Módulo de Fineza:

7.03

Fuente: Elaboración Propia

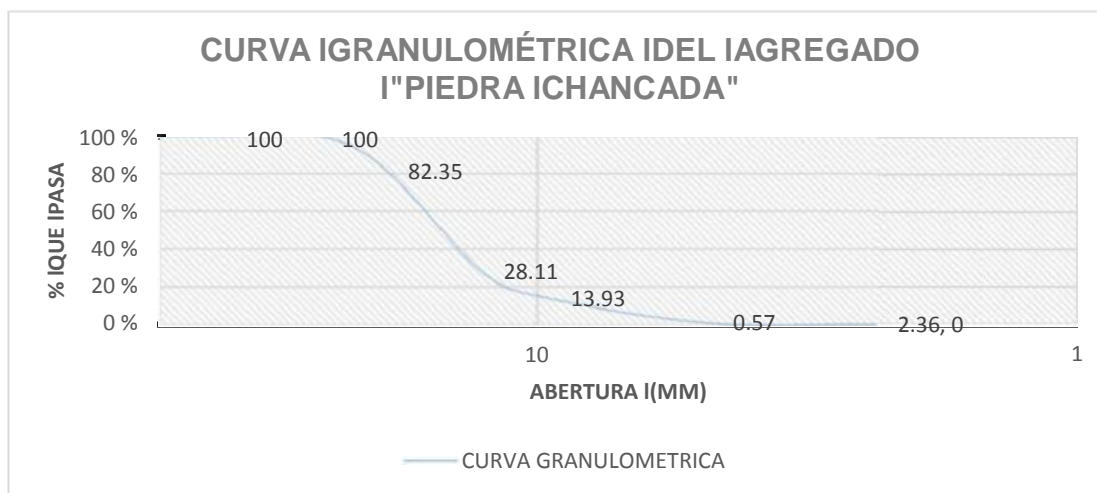


Figura N° 07: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.

Nota: Se encuentra dentro de los parámetros según norma NTP 400.012

ASTM C-136

- ❖ **Obtención del Tamaño Máximo Nominal:** El tamaño máximo del agregado viene dado por la apertura de la cuadrícula instantánea, la cual es mayor que la retenida o mayor al 15% del total de muestras disponibles.

Tamaño Máximo: 1" Tamaño Máximo Nominal: 3/4"

- ❖ **Determinación del Módulo de Fineza:** Es un indicador aproximado del tamaño promedio de los agregados, cuando el indicador es bajo significa que el agente es bueno, y cuando el indicador es alto significa lo contrario. El módulo de combustión no puede distinguir el tamaño de partícula, pero en el caso de que el contenido del agregado esté en el porcentaje especificado en el estándar de tamaño de partícula, controla la uniformidad.

El módulo fino del agregado se calcula sumando el porcentaje acumulado del núcleo: 3", 1.5", 3/4", 3/8", N ° 4, N ° 8, N ° 16, N ° 30, N 50 y 100, dividido por 100; prueba de tamaño de partícula.

Como sigue:

$$MF = \sum \frac{\%(17.65 + 71.89 + 86.07 + 99.43)}{100}$$

$$MF = 7.03$$

Teniendo que el rango de tamices de la curva sale de huso 5 por lo que se aplicara el método del ACI.211.

Peso Unitario o Volumétrico (ASTM C-29, NTP 400.017) El peso unitario del agregado es el peso de un volumen dado. Material. Por lo

general, el peso unitario se expresa como el peso de un metro cúbico de material.

Se determina según la norma ASTM C-29, que incluye la determinación del peso unitario compacto y seco del material y el peso unitario suelto; el recipiente cuyo volumen depende del tamaño máximo de partícula del agregado se utiliza para determinar el peso. Este método siempre se utiliza para determinar el valor de peso unitario utilizado en algunos métodos de diseño de lotes de hormigón.

Equipo necesario

- La balanza alcanza los 0,05 kg, la precisión de lectura es el 0,1% del peso de la muestra.
- Acero recto compacto con un diámetro de 16 mm (5/8 pulgadas) y una longitud de unos 60 cm, determinada por una semiesfera.
- El recipiente de medición puede ser un cilindro de metal con asa. Fuerte resistencia al agua, cubierta y fondo uniformes, dimensiones internas precisas, fuerte y puede mantener su forma en condiciones difíciles. La altura del recipiente será inferior al 80% del diámetro o superior al 150% del diámetro. La capacidad depende del tamaño de la adición. La pared interior debe ser lisa y continua.

Tabla N° 08: Capacidad de la medida

Tamaño Máximo Nominal del Agregado		Capacidad de la Medida	
Mm	Pulgadas	L(m ³)	P ³
12.5	½"	2.8(0.0028)	1/10
25.0	1"	9.3(0.0093)	1/3

37.5	1 ½"	14.0(0.014)	½
75.0	3"	28.0(0.028)	1
112.0	4 ½"	70.0(0.070)	2 ½
150.0	6	100.0(0.100)	3 ½

Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento

Hay dos métodos para la prueba de un solo peso: perder un solo peso y usarlo solo cuando se presenten instrucciones especiales. De lo contrario, el primer peso de compactación será determinado por el programa modelo para agregados con un tamaño máximo nominal de 3/4 de pulgada.

❖ Peso Unitario Compactado

Procedimiento de apisonado

- Llene un tercio del recipiente de medición y el nivel de líquido manualmente. La capa de áridos está templada por una varilla compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente en la superficie. Llena dos tercios del tamaño y luego lo comprime con 25 golpes como antes. Finalmente, la sección se llena aguas arriba y golpea 25 veces con una varilla compacta; utilice el cable escaneado para eliminar el exceso de agregado.
- Al compactar la primera capa, asegúrese de que la barra de presión no golpee el fondo con fuerza. Cuando se compactan las dos últimas capas, solo la fuerza suficiente puede hacer que la barra compactadora penetre en la última capa de agregado colocada en el contenedor.

- Determine el peso del recipiente de medición más su contenido y el peso del recipiente individual y registre el peso.

❖ **Peso Unitario Suelto**

Procedimiento de apisonado

- Durante la medición, llénelo de agua con una pala o cuchara para eliminar el agregado de la parte superior del recipiente a no más de 50 mm (2 pulgadas) de altura. Retire el agregado con una regla.
- Determine el peso del recipiente de medición más su contenido y el peso del recipiente individual y registre el peso.

❖ **Peso Unitario de Agregado: $P.U. = PA / VM$**

Esta fórmula se aplica a pesos unitarios sueltos y compactados. Para obtener un valor confiable, se realizan una media de 2 a 3 primeras pruebas. Estos valores deben ser muy cercanos, especialmente si está fabricado con materiales de alta calidad, de lo contrario se debe descartar nuevamente el valor incorrecto. Las pruebas realizadas son las siguientes.

Tabla N° 09: Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso

TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA N°	PESO UNITARIO COMPACTADO			PESO UNITARIO SUELTO		
	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE	19605	19610	19615	18910	18925	18918
PESO DEL MOLDE	5310	5310	5310	5310	5310	5310
PESO DEL MATERIAL	14295	14300	14305	13600	13615	13608
VOLUMEN DEL MOLDE	9341	9341	9341	9341	9341	9341
PESO UNITARIO	1.530	1.531	1.531	1.456	1.458	1.457
PESO UNITARIO PROMEDIO		1530.03			1457.00	
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)		1,531.00			1,457.00	

Fuente: Elaboración Propia

Peso Específico (ASTM C-127 / NTP 400.021): Se define como la relación entre el peso unitario de una sustancia y el peso unitario del agua. En condiciones estándar, se puede tomar como una unidad de modo que el peso unitario de la sustancia (en gramos / cm³) sea igual a su densidad.

Aplicable a los agregados, el concepto de gravedad específica se define básicamente como la densidad de una sola partícula y no la densidad de todo el agregado.

ASTM C-127 considera tres pesos específicos de agregados: peso específico, peso específico del peso seco superficial saturado y peso específico aparente.

❖ **Peso Específico de Masa:** La masa de masa específica es la relación entre el peso del material permeable (incluidos los huecos permeables y los materiales impermeables perpendiculares al material) por unidad de volumen a una temperatura determinada y el peso del aire y el peso de igual densidad y volumen de aire. Agua destilada sin gas a una temperatura determinada.

Si se considera la materia seca superficial saturada, se obtendrá la gravedad específica de la materia seca superficial saturada.

❖ **Peso Específico Aparente** Obviamente, la gravedad específica se define como la relación entre el peso de una unidad de volumen de material en el aire a una temperatura definida y el peso del aire a la misma temperatura definida. Si el

material es sólido, el volumen será el volumen de la parte impermeable. El agua potable se puede utilizar dentro del rango de precisión aceptable del agregado de prueba y sin agua destilada.

Absorción (ASTM C-127 / NTP 400.021): Las personas comprenden la capacidad de absorber todo el contenido de humedad interna del gas natural saturado de una superficie seca, o simplemente absorberlo. La prueba para la determinación del peso específico se realiza según la norma ASTM C-127, que también especifica cómo obtener el porcentaje de absorción.

Equipo Necesario

- La capacidad de la báscula es de 5 kg o más y la sensibilidad es de 0,5 gr o menos.
- Cesta de alambre, con una abertura correspondiente a un tamiz de 3 mm (No. 6) o menor, o un receptáculo de aproximadamente el mismo ancho y alto, con una capacidad de 4000 cm³ a 7000 cm³. La abertura es para el paso del agua, no el material, porque la muestra que usamos es mayor que este tamaño.
- Una boquilla o recipiente adecuado para sumergir la cesta metálica en agua y un dispositivo para colgarla en el centro de la báscula.
- Un horno u horno capaz de mantener una temperatura de 110 ° C + -5 ° C.

Muestras

- El material a ensayar es el material retenido en el tamiz No. 4. Por este motivo, se seleccionan aproximadamente 5 kg cada trimestre. Retire el siguiente peso agregado del agregado a ensayar y la

fracción que pasa por el tamiz No. 4 de acuerdo a su tamaño máximo nominal.

Tabla N° 10: Material a ensayar del agregado retenido en el Tamiz N° 4 de acuerdo al Tamaño Máximo Nominal.

Tamaño Máximo Nominal (mm)	Nominal (Pulg.)	Cantidad Mínima de Muestra Kg
Hasta 12.5	½	2
19	¾	3
25	1	4
37.5	1 ½	4
50	2	8
63	2 ½	12
75	3	18
90	3 ½	25

Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento

- Después de una limpieza profunda para eliminar el polvo u otras impurezas de la superficie de las partículas, la muestra se seca hasta un peso constante a una temperatura entre 100 y 110 ° C, luego se sumerge en agua durante 24 a 4 horas.
- Una vez transcurrido el tiempo de saturación, seque la muestra de agua y enróllela sobre un paño absorbente grande para que desaparezca la película de agua visible, incluso si la superficie de las partículas todavía parece húmeda. Las piezas más grandes se secan por separado. Se debe tener cuidado para evitar la evaporación durante las operaciones de secado de la superficie. El peso de la muestra se obtiene con la superficie seca saturada. Este peso y todos los demás pesos se determinarán con una precisión máxima de 0,5 gramos.

- Después de pesar, coloque inmediatamente la muestra saturada con una superficie seca en una canasta de alambre y mida el peso en agua a $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Seque la muestra hasta un peso constante a $100 \text{ }^\circ\text{C}$, luego se enfríe a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y luego se pese.

Tabla N° 11: Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

P.E Y Absorción del Agregado Grueso				
IDENTIFICACION		N° 47	N° 15	N° 5
A	PESO MATERIAL SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (EN AIRE)	1052.0	1022.0	1031.0
B	PESO MATERIAL SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (EN AGUA)	639.0	622.0	628.0
C	VOLUMEN DE MASAS / VOLUMEN DE VACIOS = A - B	413.0	400.0	403.0
D	PESO MATERIAL SECO EN ESTUFA (105°C)	1041.0	1015.0	1021.5
E	VOLUMEN DE MASA = C - (A - D)	402.0	393.0	393.5
	Pe BULK (BASE SECA) = D / C	2.521	2.537	2.535
	Pe BULK (BASE SATURADA) = A / C	2.547	2.555	2.558
	Pe APARENTE (BASE SECA) = D / E	2.590	2.583	2.596
	% DE ABSORCIÓN = ((A - D) / D) * 100	1.06	0.69	0.93
			0.89	

Fuente: Elaboración Propia

(Está dentro de los parámetros según norma NTP 400.021 ASTM C-127, que no debe ser menor a 2.6)

Contenido de Humedad Total (ASTM C-127, NTP 400.021): Medido según la norma ASTM C 566, que indica que la muestra adicional debe ser representativa y cumplir con el tamaño máximo.

Herramientas necesarias

- La sensibilidad de la balanza es de 0,01 g.
- Un horno con una clase de temperatura mínima de $110 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Recipiente resistente al calor o recipiente con tapa.

Procedimiento

- Registre la tara.
- Coloque la muestra en la tara.
- Pesar la muestra húmeda y tarar.
- Poner el taro en un horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5\text{C}$ sin tapa durante 16 horas hasta que el peso sea constante.
- Sacar la muestra del horno, dejar enfriar y pesar la muestra seca.

Tabla N° 11: Determinación de Contenido de Humedad del Agregado Grueso

PIEDRA CHANCADA		
RECIPIENTE N°	N° 10	N° 15
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	1310.0	1249.9
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	1301.4	1241.1
PESO DE RECIPIENTE	169.80	167.9
PESO DE AGUA	8.60	8.80
PESO SUELO SECO	1131.60	1073.2
HUMEDAD (%)	0.76	0.82
HUMEDAD PROMEDIO	0.79	

Fuente: Elaboración Propia

Agregado Fino (Arena): El agregado final es el material obtenido de la desintegración natural o artificial de otros agregados de mayor tamaño. Consta de varios tamaños. Consta de todas las dimensiones que han pasado por una pantalla de 3/8 pulgadas y está almacenada en el no. 200. Para utilizarlo en las proporciones de hormigón, debe cumplir con ciertas propiedades físicas controladas según estándares de calidad.

De acuerdo con las especificaciones de la norma técnica peruana NTP, los agregados finos que se pueden utilizar en concreto deben cumplir con ciertos requisitos mínimos de calidad. La determinación de estos requisitos,

llamados propiedades físicas, nos permitirá obtener valores que se utilizarán para estudiar mezclas de hormigón. Las propiedades físicas a determinar son: gravedad específica, peso unitario, tamaño de partícula, módulo fino, porcentaje de polvo fino sobre malla 200, contenido de humedad y tasa de absorción.

Granulometría (ASTM C – 136 / N.T.P. 400.012): La importancia de este pilote es que, dependiendo de su distribución de tamaño, tienen un efecto directo sobre las propiedades del cemento fresco y endurecido. La característica de este atributo se basa en la agregación de la densidad de amplitud, la cual debe dividirse en 7 partes para su análisis y luego filtrarse en una "serie estándar" a través de un lazo normalizado cuyas aberturas se duplican en el menor a su vez, igual a 0,150 mm. (ASTM No.100), el procedimiento de prueba viene dado por la norma especificada.

Tabla N° 12: Requisitos Granulométricos

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 100
N° 30	25 – 60
N° 50	10 – 30
N° 100	2 - 10

Fuente: Elaboración Propia

N°	TAMIZ ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	
				% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	268.50	15.76	15.76	84.24
N° 16	1.180	281.50	16.53	32.29	67.71

N° 30	0.600	351.50	20.64	52.93	47.07
N° 50	0.300	358.00	21.02	73.95	26.05
N° 100	0.150	241.00	14.15	88.10	11.90
N° 200	0.075	85.50	5.02	93.12	6.88
FONDO		117.20	6.88	100.00	0.00
(TOTAL)		1703.20	100.00		

Tabla N° 13: Granulometría del Agregado Fino

Módulo de Finura (MF) = 2.60

Fuente: Elaboración Propia

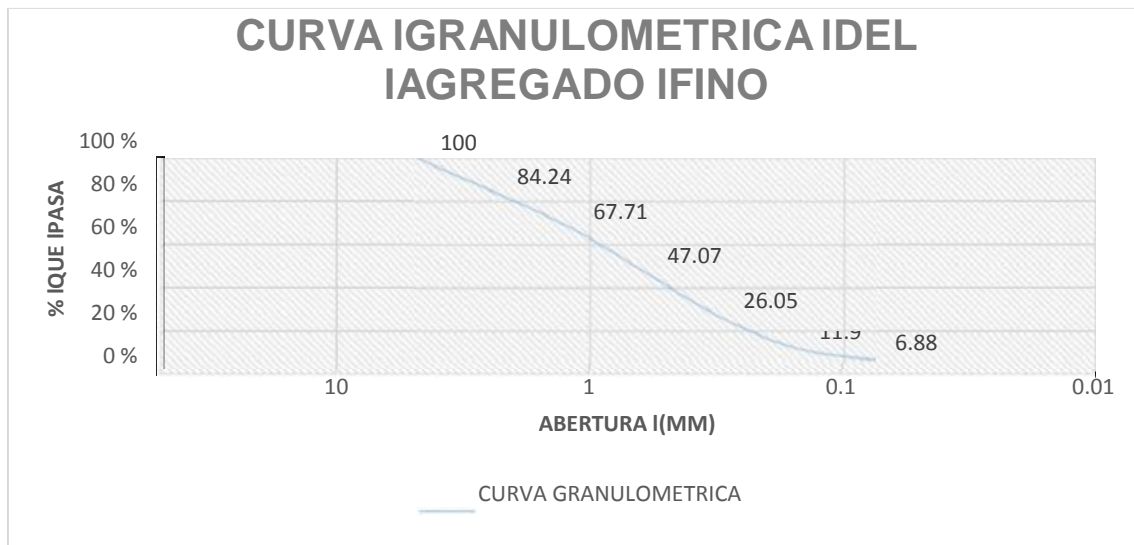


Figura N° 08: Curva Granulométrica del Agregado Fino

Fuente: Elaboración Propia

(Cumple con la norma N.T.P. 400.012 / A.S.T.M. C – 136)

La curva de tamaño de grano se presenta en el apéndice, si cumple con los requisitos, se puede agregar según el tamaño de grano. Según la norma, menos del 10% del material pasa por la malla No. 100; Del 2% al 10% del material pasa por el circuito 100; como se describe en ASTM C-136.

- ❖ **Cantidad de Material que pasa el Tamiz N° 200 (ASTM C – 33 / N.T.P. 400.012):** La prueba se realiza de acuerdo con la norma ASTM c-33.

Los ensayos dieron los siguientes resultados:

Dice también que estos porcentajes pueden ser elevados a 5 y 7% en caso de usar arena obtenida por chancado.

El agregado fino procede de cantera natural, por consiguiente, la cantidad de material que pasa la malla N° 200 nos indica que no se puede usar dicha arena en el estado en que se encuentra, siendo necesario quitarle un poco material fino, para lo cual se tiene que lavar la arena.

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C – 127 / N.T.P. 400.021 y ASTM C-128 / NTP 400.022)

Equipo Necesario

- Utilice el material que pasó el tamiz # 4, si aplica, triture la bola para pasar el tamiz # 4, y la muestra es representativa.
- Balance, la capacidad depende del peso de la muestra, la sensibilidad es de 0.5 gr.
- El picnómetro, también llamado matraz, es un matraz aforado de 500 ml.
- Las dimensiones del molde cónico metálico son las siguientes: diámetro superior $40 + -3$ mm, diámetro inferior $90 + -$ mm, altura $75 + -3$ mm y el espesor mínimo del metal es de 0,8 mm.
- Pisón, de $340 + -3$ gr de peso, con un diámetro de contacto de $25 + -3$ mm en el final del plano circular.
- Horno u horno, capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ} C + - 5^{\circ} C$.
- La norma ASTM C-128 establece que, entre otras cosas, se debe dejar aproximadamente 1 kg de muestras durante 24 horas.

Colóquelo en un recipiente lleno de agua para saturarlo, luego seque la muestra hasta que su superficie natural esté seca.

Procedimiento

- Registrar el peso del picnómetro con menos de 500 ml de agua.
- Poner alrededor de 1000 g de agregado fino, probar con el agregado y secar hasta peso constante a una temperatura de 100 ° C a 110 ° C.
- Enfriar la muestra a temperatura ambiente durante aproximadamente 3 horas, cubrir la muestra con agua y dejar reposar durante 24 horas.
- Con el tiempo, vierta agua, teniendo cuidado de no perder el material arcilloso.
- Inserte 500 gramos de la muestra del material preparado en el picnómetro inmediatamente, luego ponga los otros 500 gramos en estado seco y llénelo con agua hasta que casi llegue a la marca de 500 ml y elimine el espacio girando el picnómetro.
- Agregue agua hasta 500ml, prestando atención a su peso.
- Registre el peso de la muestra seca hasta un peso constante. Si es necesario, después de pesar el nivel de agua de 500 ml con agua, puede utilizar el mismo material que el picnómetro para que se seque en el horno. En este caso, se debe tener cuidado de no perder completamente nada en la muestra, ya que esto distorsionará los resultados.

Tabla N° 14: Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

ARENA FINO		
IDENTIFICACION		N° 28 PROMEDIO
A PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICILMENTE SECA (EN AIRE)		300
B PESO FRASCO + H2O		678.5
C PESO FRASCO + H2O + (A)(A + B)		978.5
D PESO DEL MATERIAL + H2O EN EL FRASCO		865.9
E VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO = C - D		112.6
F PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)		296.1
G VOLUMEN DE MASA = E - (A - F)		108.7
Pe BULK (BASE SECA) = F / E		2.630
Pe BULK (BASE SATURADA) = A / E		2.660
Pe APARENTE (BASE SECA) = F / G		2.724
% DE ABSORCIÓN = ((A - F) / F) * 100		1.32

Fuente: Elaboración Propia

(El peso específico está dentro de los parámetros entre 2.4 a 2.8 según norma NTP 400.022 ASTM C – 128, y el porcentaje de absorción también está dentro de los parámetros ya que no debe exceder a 5% según norma NTP 400 .011 / A.S.T.M. C- 125)

Peso Unitario del Agregado Fino (ASTM C- 29 / NTP 400.017): Se determina de acuerdo a la norma C-29, que establece que para arena debemos utilizar 1/10 pies cúbicos de contenedores. Para obtener la proporción, tome muestras de un lugar para la investigación del proyecto.

Tabla N° 15: Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO			
	MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE		7710	7725	7718	7365	7365	7375
PESO DEL MOLDE		3420	3420	3420	3420	3420	3420
PESO DEL MATERIAL		4290	4305	4298	3945	3945	3955
VOLUMEN DEL MOLDE		2776	2776	2776	2776	2776	2776
PESO UNITARIO		1.545	1.551	1.548	1.421	1.421	1.425
PESO UNITARIO PROMEDIO			1548.00			1422.00	
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/ ı3)			1,548.00			1,422.00	

Fuente: Elaboración Propia.

Contenido de Humedad del Agregado Fino (ASTM C-566 / NTP 400.021): La prueba se realiza según la norma ASTM C-566, que recomienda utilizar una muestra de 0,5 kg para la prueba y seguir los pasos ya indicados. Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 16: Determinación de Contenido de Humedad del Agregado Fino

ARENA GRUESA		
RECIPIENTE N°	N° 11	N° 18
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	963.00	1011.00
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	939.00	986.50
PESO DE RECIPIENTE	169.70	164.50
PESO DE AGUA	24.00	24.50
PESO SUELO SECO	769.30	822.00
HUMEDAD (%)	3.12	3.00
HUMEDAD PROMEDIO	3.10	

Fuente: Elaboración Propia

El Cemento El cemento es una mezcla de silicato y calcio de aluminio. Se realiza fundiendo y mezclando parcialmente materias primas como cal, sílice y alúmina en una proporción adecuada. Se puede encontrar en piedra caliza, arcilla o margas en su estado natural. El cemento afecta en gran medida el rendimiento del hormigón, especialmente su resistencia. En la fabricación de muestras, se utilizó cemento Sol Cemento de grado ASTM como cemento Portland de tipo I común. La gravedad específica es 3,15; la cantidad utilizada en la dosis.

Agregado Grueso (Cerámico Reciclado)

La cerámica: La cerámica a usar en el diseño de mezclas es un material que se obtuvo del reciclaje de los residuos de la construcción de vivienda; luego del reciclaje se pasó a triturarse a diferentes tamaños de diámetro al azar para el uso como agregado grueso en el reemplazo de

pedra chancada en el diseño de mezclas del dicho proyecto de investigación.

Granulometría (ASTM C-136 / N.T.P 400.037): Mediante la prueba granulométrica del agregado, podemos determinar respectivamente el módulo de combustión y el tamaño máximo del agregado fino y del agregado grueso (cerámica reciclada). El tamaño de partícula se determina mediante análisis de tamizado.

- **Módulo final:** es la suma de los porcentajes acumulados retenidos en el número de ciclos. 4, 8, 16, 30, 50 y 100, luego dividir por 100. El módulo de finura típico varía entre 2,3 y 3,1, y el máximo representa el tamaño de partícula original.
- **Tamaño máximo:** Este es el primer ciclo por el que pasa todo el agregado original.
- **Tamaño nominal máximo:** esta es la primera cuadrícula que produce una tasa de retención del 5% al 10%.

El análisis de tamaño de partícula se deriva de la curva de tamaño de partícula, donde el diámetro de la pantalla está relacionado con el porcentaje de tamizado pasado o retenido, dependiendo del uso de gas natural.

Equipo Necesario

- La precisión de la balanza es de hasta 0,1 g.
- Juego de transcripción: 1½ pulgadas, 1 pulgada, ¾ pulgadas, 1/2 pulgadas, 3/8 pulgadas, N ° 4, incluyendo la parte superior e inferior, el lazo es una abertura cuadrada.
- Una bandeja con capacidad suficiente puede contener muestras.

Procedimiento

- Para realizar un análisis de tamaño de partícula por tamizado, pasamos al trimestre para determinar la distribución de partículas en función del tamaño de partícula.
- Repetir esta operación hasta obtener la cantidad de material necesaria para el análisis (aproximadamente de 3 a 5 kg).
- Las pantallas están dispuestas en orden descendente de sus diámetros de modo que el diámetro mayor esté en la parte superior y el inferior en la parte inferior.
- El gas natural pasa a través del tamiz y se agita según sea necesario hasta que ninguna muestra pase por el siguiente tamiz o tamiz, pero las partículas no deben pasar a través.

Cálculos

- Con base en el peso total de la muestra seca inicial, calcule la tasa de aprobación, el porcentaje total retenido o el porcentaje de fracciones de varios tamaños, que es aproximadamente 0.1%.

Tabla N° 17: Granulometría del Agregado Grueso

N°	TAMIZ ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	1899.50	17.70	17.65	82.30
1/2"	12.700	5892.00	54.90	71.87	27.40
3/8"	9.525	1443.50	13.50	86.07	13.90
N° 4	4.760	1429.50	13.30	99.43	0.60
FONDO	2.360	70.00	0.60	100.00	0.00
(TOTAL)		10,734.50	100.00		

Módulo de Fineza: 7.03

Fuente: Elaboración Propia

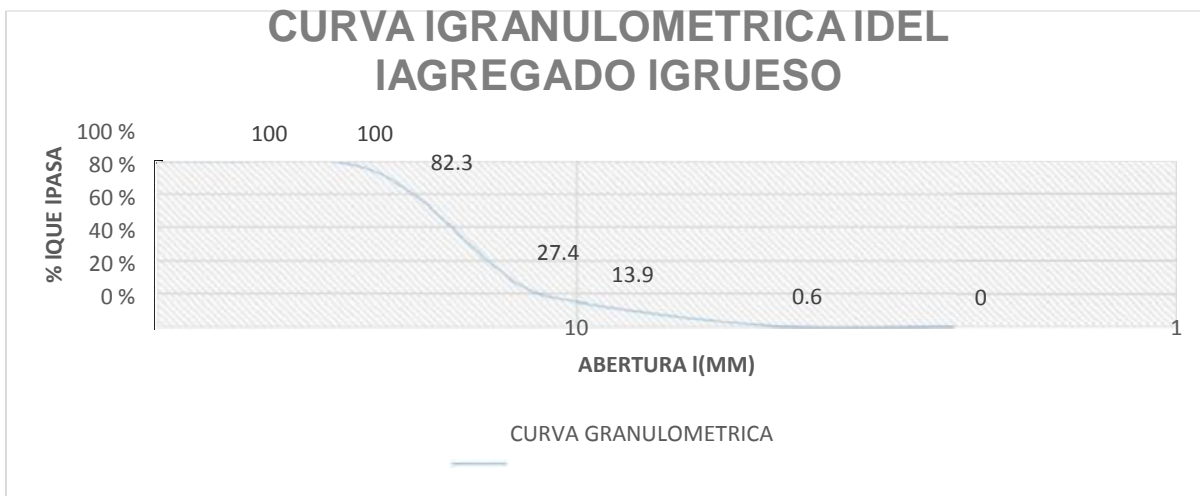


Figura N° 09: Curva Granulométrica del Agregado Grueso

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Está dentro de los parámetros según la norma NTP 400.012 ASTM C-136

❖ **Obtención del Tamaño Máximo Nominal:** El tamaño máximo del agregado viene dado por la apertura de la cuadrícula instantánea, la cual es mayor que la retenida o mayor al 15% del total de muestras disponibles.

Tamaño Máximo: 1" Tamaño Máximo Nominal: 3/4"

❖ **Determinación del Módulo de Fineza**

$$MF = \sum \frac{\%(17.65 + 71.89 + 86.07 + 99.43)}{100}$$

$$MF = 7.03$$

Teniendo que el rango de tamices de la curva sale de huso 5 por lo que se aplicara el método del ACI.211.

Peso Unitario o Volumétrico (ASTM C-29, NTP 400.017): El peso unitario del agregado es el peso de un volumen dado. Material. Por lo

general, el peso unitario se expresa como el peso de un metro cúbico de material. Se determina según la norma ASTM C-29, que incluye la determinación del peso unitario compacto y seco del material y el peso unitario suelto; para determinar el peso unitario, se utiliza un contenedor y el volumen del contenedor depende del tamaño máximo de partícula del agregado. Este método siempre se utiliza para determinar el valor de peso unitario utilizado en algunos métodos de diseño de lotes de hormigón.

Equipo necesario

- La balanza llega a 0.05 Kg, la precisión de lectura es 0.1% del peso de la muestra.
- Acero compacto compacto con un diámetro de 16 mm (5/8 pulgadas) y una longitud de unos 60 cm, determinada por una semiesfera.
- El recipiente de medición puede ser un cilindro de metal con asa. Fuerte resistencia al agua, cubierta y fondo uniformes, dimensiones internas precisas, fuerte y puede mantener su forma en condiciones difíciles. La altura del recipiente será inferior al 80% del diámetro o superior al 150% del diámetro. La capacidad depende del tamaño de la adición. La pared interior debe ser lisa y continua.

Tabla N° 18: Capacidad de la medida

Tamaño Máximo Nominal del Agregado		Capacidad de la Medida	
Mm	Pulgadas	L(m ³)	P ³
12.5	½"	2.8(0.0028)	1/10
25.0	1"	9.3(0.0093)	1/3

37.5	1 ½"	14.0(0.014)	½
75.0	3"	28.0(0.028)	1
112.0	4 ½"	70.0(0.070)	2 ½
150.0	6	100.0(0.100)	3 ½

Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento: Hay dos métodos para probar una sola pesa: suelte una sola pesa y utilícela solo cuando haya instrucciones especiales. De lo contrario, el primer peso de compactación será determinado por el programa modelo para agregados con un tamaño nominal máximo de 3/4 de pulgada.

Peso Unitario Compactado

Procedimiento de apisonado

- Llene un tercio del recipiente de medición y el nivel de líquido manualmente. La capa de áridos está templada por una varilla compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente en la superficie. Llena dos tercios del tamaño y luego lo comprime con 25 golpes como antes. Finalmente, la sección se llena aguas arriba y golpea 25 veces con una varilla compacta; utilice el cable escaneado para eliminar el exceso de agregado.
- Al compactar la primera capa, asegúrese de que la barra de presión no golpee el fondo con fuerza. Cuando se compactan las dos últimas capas, solo la fuerza suficiente puede hacer que la barra compactadora penetre en la última capa de agregado colocada en el contenedor.

- Determine el peso del recipiente de medición más su contenido y el peso del recipiente individual y registre el peso.

❖ **Peso Unitario Suelto**

Procedimiento de apisonado

- Durante la medición, llene de agua con una pala o cuchara para eliminar el agregado de la parte superior del recipiente que no exceda los 50 mm (2 pulgadas) de altura. Retire el agregado con una regla.
- Determine el peso del recipiente dosificador, su contenido y el peso del recipiente individual, y registre el peso.

❖ **Peso Unitario de Agregado: $P.U. = PA / VM$:** Esta fórmula se aplica a pesos unitarios sueltos y compactados. Para obtener un valor confiable, se realizarán una media de 2 a 3 primeras pruebas nuevas. Estos valores deben ser muy cercanos, especialmente si se trata de materiales de alta calidad, de lo contrario el valor incorrecto debe descartarse nuevamente. Las pruebas realizadas son las siguientes.

Tabla N°19: Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso (Cerámico Reciclado)

TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA N°	PESO UNITARIO COMPACTADO			PESO UNITARIO SUELTO		
	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE	15580	15565	15572	14130	14120	14125
PESO DEL MOLDE	5310	5310	5310	5310	5310	5310
PESO DEL MATERIAL	10270	10255	10262	8820	8810	8815
VOLUMEN DEL MOLDE	9341	9341	9341	9341	9341	9341
PESO UNITARIO	1.10	1.10	1.10	0.944	0.943	0.944
PESO UNITARIO PROMEDIO		1.100			0.944	
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)		1,100.00			0,944.00	

Fuente: Elaboración Propia

Peso Específico (ASTM C-127 / NTP 400.021): Se define como la relación entre el peso unitario de una sustancia y el peso unitario del agua. En condiciones estándar, se puede tomar como una unidad de modo que el peso unitario de la sustancia (en gramos / cm³) sea igual a su densidad. Aplicable a los agregados, el concepto de gravedad específica se define básicamente como la densidad de una sola partícula y no la densidad de todo el agregado. ASTM C-127 considera tres pesos específicos de agregados: peso específico, peso específico del peso seco superficial saturado y peso específico aparente.

Peso Específico de Masa: La masa de masa específica es la relación entre el peso del material permeable (incluidos los huecos permeables y los materiales impermeables perpendiculares al material) por unidad de volumen a una temperatura determinada y el peso del aire y el peso de igual densidad e igual volumen de aire. Agua destilada sin gas a una temperatura determinada. Si se considera la materia seca superficial saturada, se obtendrá el peso específico de la materia seca superficial saturada.

Peso Específico Aparente: Obviamente, la gravedad específica se define como la relación entre el peso de una unidad de volumen de material en el aire a una temperatura definida y el peso del aire a la misma temperatura definida. Si el material es sólido, el volumen será el volumen de la parte impermeable. Se puede usar agua potable dentro del rango de precisión aceptable del agregado de prueba y sin agua destilada.

Absorción (ASTM C-127 / NTP 400.021): Las personas comprenden la capacidad de absorción de todo el contenido de humedad interna del gas natural saturado con una superficie seca, o simplemente lo absorben. La prueba de determinación de la gravedad específica se realiza según la norma ASTM C-127, que también especifica cómo obtener el porcentaje de absorción.

Equipo necesario • Báscula de 5 kg o más y sensibilidad de 0,5 g o menos.

- Cesta de alambre, con apertura correspondiente a un tamiz de 3 mm (n° 6) o menor, o un recipiente de aproximadamente el mismo ancho y alto, con una capacidad de 4000 cm³ a 7000 cm³. La apertura es para el paso de agua, no de material, porque la muestra que usamos es mayor que este tamaño.
- Un pico o recipiente apto para sumergir la canasta de alambre en agua y un dispositivo para colgarla en el centro de la báscula.
- Un horno u horno capaz de mantener una temperatura de 110 ° C + -5 ° C.

Muestras

- El material a ensayar es el material retenido en el tamiz n ° 4. Por este motivo se seleccionan cada trimestre unos 5 Kg. Retirar el siguiente peso agregado del agregado a ensayar y la fracción que pasa por el tamiz n. 4 basado en su tamaño nominal máximo.

Tabla N° 20: Material retenido en el tamiz N° 4

Tamaño Máximo Nominal (mm)	Cantidad Mínima de Muestra (Pulg.)	Kg
Hasta 12.5	½	2
19	¾	3
25	1	4
37.5	1 ½	4
50	2	8
63	2 ½	12
75	3	18
90	3 ½	25

Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento

- Después de una limpieza profunda para eliminar el polvo u otras impurezas de la superficie de las partículas, la muestra se seca hasta un peso constante a una temperatura de 100 a 110 ° C y luego se sumerge en agua durante 24 a 4 horas.
- Una vez transcurrido el tiempo de saturación, seque la muestra de agua y enróllela sobre un paño absorbente grande para que desaparezca la película de agua visible, incluso si la superficie de las partículas todavía parece húmeda. Las piezas más grandes se secan por separado. Se debe tener cuidado para evitar la evaporación durante las operaciones de secado de la superficie. El peso de la muestra se obtiene con la superficie seca saturada. Este peso y todos los demás se determinarán, siendo el más preciso 0,5 gramos.
- Después de pesar, coloque inmediatamente la muestra saturada con una superficie seca en una canasta de alambre y mida el peso en agua a 23 ° C + -2 ° C.
- Seque la muestra hasta un peso constante a 100 ° C, luego se enfríe a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y luego se pese.

Tabla N° 21: Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (Cerámico Reciclado)

P.E Y Absorción del Agregado Grueso (Cerámico Reciclado)				
IDENTIFICACION		N° 9	N° 16	N° 19
A	PESO MATERIAL SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (EN AIRE)	631.2	777.2	783.8
B	PESO MATERIAL SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (EN AGUA)	325.0	403.0	406.0
C	VOLUMEN DE MASAS / VOLUMEN DE VACIOS = A - B	306.2	374.2	377.8
D	PESO MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)	569.7	695.8	713.6
E	VOLUMEN DE MASA = C - (A - D)	244.7	292.8	307.6
	Pe BULK (BASE SECA) = D / C	1.861	1.860	1.890
	Pe BULK (BASE SATURADA) = A / C	2.061	2.077	2.075
	Pe APARENTE (BASE SECA) = D / E	2.328	2.376	2.320
	% DE ABSORCIÓN = ((A - D) / D) * 100	10.80	11.70	9.84
		10.80		

Fuente: Elaboración Propia

(No está dentro de los parámetros según norma NTP 400.021 ASTM C-127, que no debe ser menor a 2.6)

Contenido de Humedad Total (ASTM C-127, NTP 400.021): Según la prueba ASTM C 566, la prueba muestra que la muestra adicional debe ser representativa y cumplir con el tamaño máximo.

Equipo Necesario

- La sensibilidad de la balanza es de 0,01 gramos.
- Un horno con una clase de temperatura mínima de 110 ° C.
- Recipiente o receptáculo resistente al calor con tapa.

Procedimiento

Registre la tara.

- Coloque la muestra en la tara.
- Pesar la muestra húmeda y tarar.
- Colocar el taro en el horno a 110 ° C + -5C sin tapar durante 16 horas hasta que el peso sea constante.

- Sacar la muestra del horno, dejar enfriar y pesar la muestra seca.

Tabla N° 22: Determinación de Contenido de Humedad del Agregado Grueso (Cerámico Reciclado)

CERAMICO RECICLADO		
RECIPIENTE N°	N° 46	N° 38
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	1186.5	1097.0
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	1184.0	1093.1
PESO DE RECIPIENTE	175.4	169.4
PESO DE AGUA	4.50	3.9
PESO SUELO SECO	1008.6	923.7
HUMEDAD (%)	0.45	0.42
HUMEDAD PROMEDIO	0.44	

Fuente: Elaboración Propia

Relación agua / cemento, para el concreto patrón de $f'c : 175 \text{ kg/cm}^2$, se tomó en cuenta los parámetros del diseño (ACI), tomando como referencia un slump de 3" a 4" para el diseño de mezcla; la relación de agua/cemento en los diseños experimentales se corrigió al elaborar el ensayo de cono de abranz donde se tuvo que aumentar 0,20 lt de agua por probeta para una mejor trabajabilidad en el diseño experimental.

Comparación de las características físicas mecánicas del agregado grueso con el cerámico reciclado:

- La absorción de agua por la diferencia entre granos secos y granos saturados (con superficie seca) puede eliminar una gran cantidad de agua de la mezcla, estos aportes o la cantidad de agua extraída modificarán por tanto la relación agua-cemento. Por lo tanto, la resistencia final a la compresión, el agregado grueso (cerámica reciclada) tiene una mayor capacidad de absorción que el agregado grueso (grava).

Tabla N° 23: Porcentaje de absorción, agregado grueso

MUESTRA: AGREGADO GRUESO		
TIPO DE ENSAYO	RESULTADO	
	P. CHANCADA	CER. RECICLADO
ABSORCION	0.84 %	10.80 %

Fuente: Elaboración Propia

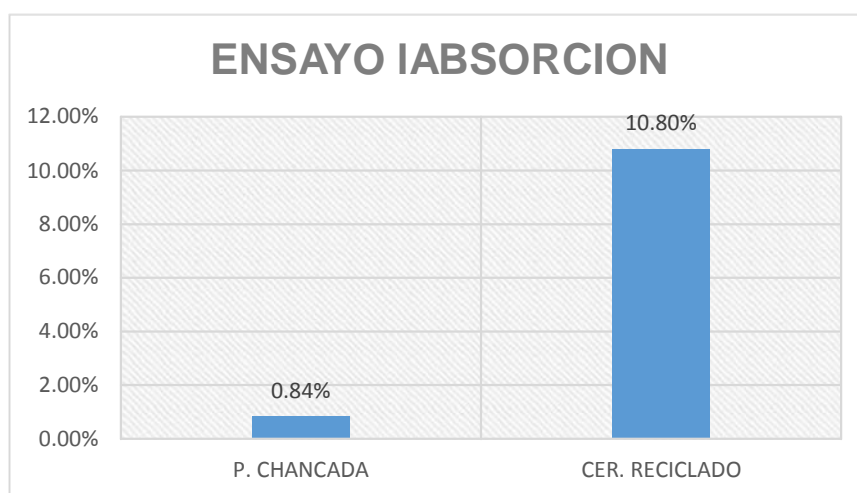


Figura N° 10: Porcentaje de absorción, agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia

- El peso específico se usó para establecer la condición de volumen para los métodos de diseño de mezcla, arrojando un valor mayor para el agregado grueso (piedra chancada) en comparación con el agregado grueso (cerámico reciclado).

Tabla N° 24: Pesos Específico del Agregado Grueso

MUESTRA: AGREGADO GRUESO		
TIPO DE ENSAYO	RESULTADO	
	P. CHANCADA	CER. RECICLADO
PESO ESPECIFICO	2.691	2.701

Fuente: Elaboración Propia

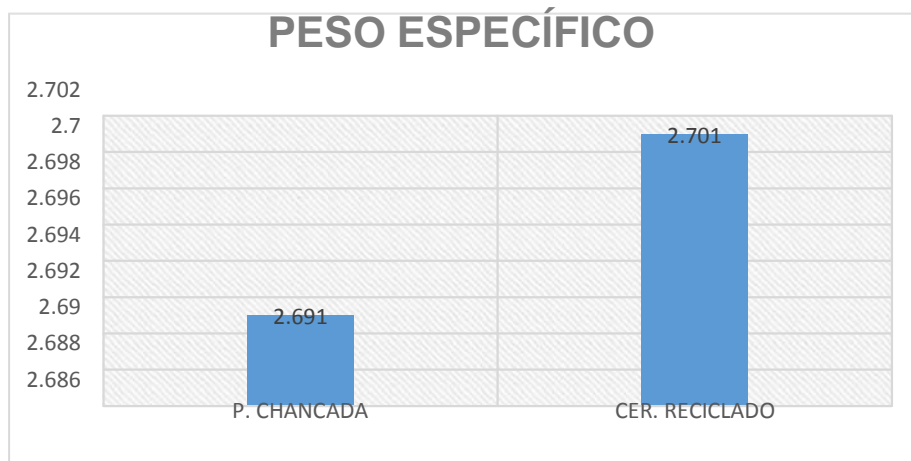


Figura N° 11: Peso específico, agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia

- Los datos de peso unitario sueltos y compactos son importantes porque permiten convertir el peso en volumen cuando se procesan agregados y viceversa. La regularidad del peso unitario también ayuda a detectar cambios repentinos en el tamaño de las partículas o en la forma de los agregados.

Tabla N° 25: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso

MUESTRA: AGREGADO GRUESO		
RESULTADO		
TIPO DE ENSAYO	P. CHANCADA	CERAM. RECICLADO
PESO UNITARIO SUELTO	1457 kg/m ³	944 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

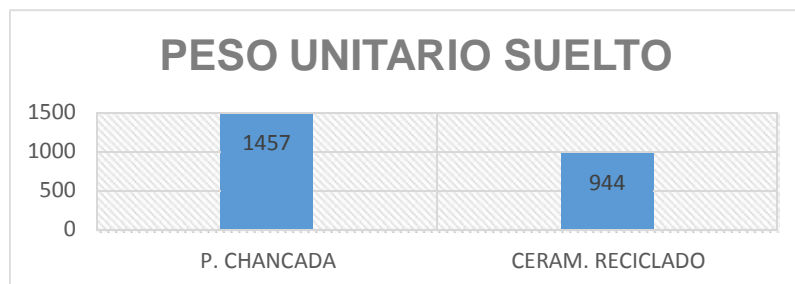


Figura N° 12: Peso Unitario, agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia

Criterio General de Diseño de Mezclas, Metodo ACI 211 (PATRON)

1 : 3.18 : 3.69 : 29.73lt/pie³

Ya teniendo las dosificaciones adecuadas se proceden a elaborar las mezclas la cual constará de 9 especímenes (Patrón) para ensayarse a la compresión, de dimensiones de 6 x 12 pulgadas.

Tabla N° 26: Peso en gramos para una probeta más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g
Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	6.499 kg	6499.06g

Fuente: Elaboración Propia

Criterio General de Diseño de Mezclas, Metodo ACI 211 (EXPERIMENTAL)

Entonces expresamos las cantidades de proporción en volumen

1 : 3.18 : 3.77 : 24.38 lt/pie³

Tabla N° 27: Sustitución del Agregado grueso por cerámico reciclado en 20% por probeta, más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g
Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	5.199 kg	5199.20 g
Agregado grueso (Cerámico)		1062.40 g
	1.062 kg	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 28: Sustitución del Agregado grueso por cerámico reciclado en 40% por probeta, más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g
Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	3.899 kg	3899.40 g
Agregado grueso (Cerámico)		2122.80 g
	2.123 kg	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 29: Sustitución del Agregado grueso por cerámico reciclado en 60% por probeta, más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g
Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	2.599 kg	2599.60 g
Agregado grueso (Cerámico)		1062.40 g
	3.184 kg	

Fuente: Elaboración Propia

Desarrollo de la etapa experimental

Preparación de las probetas de prueba

Con el fin de comparar de manera más efectiva el desempeño del concreto elaborado con agregados cerámicos reciclados, se prepararon un total de 9 muestras usando mezclas estándar, de las cuales 9 usaron 20% de cerámica reciclada en lugar de materias primas y 9 usaron cerámica en su lugar. de materias primas. Se recuperó el 40% y se sustituyeron 9 agregados originales por cerámica reciclada en un 60%. Se obtuvieron un total de 36 muestras, las cuales fueron analizadas durante 7, 14 y 28 días. Por lo tanto, la única diferencia entre las mezclas fue la cantidad de agregados grueso en sustitución con la

cerámica reciclada a colocar para cada resistencia por cantera en estudio.

El procedimiento seguido durante la creación de las probetas esta descrito a lo largo del presente capítulo con la finalidad de que se pueda evaluar y seguir dicho procedimiento en investigaciones futuras.

Preparación de los moldes

Para la preparación de los moldes se siguió el siguiente procedimiento:

- Se limpian los moldes con lija para liberarlos de cualquier impureza adherida que pudiese impedir el buen confeccionamiento de las probetas.
 - La superficie interior del molde y la superficie superior del contacto entre las dos mitades de cada molde se cubren con una fina capa de aceite.
 - Se arma el molde y se retira el exceso de aceite o grasa de la superficie interior de las superficies superior e inferior.
 - Se colocan los moldes sobre planchas planas y con la prevención de no ser movidas durante las 24 horas del primer curado. **Ver anexos foto N° 01**

Elaboración de mezcla de concreto: Para elaborar la mezcla de concreto se siguió el procedimiento descrito a continuación:

- Las partículas de hormigón se pesan por separado: áridos (piedra, cerámica reciclada y arena), cemento y agua.
- La batidora se prepara humidificando la batidora antes de cargarla.
- Coloque las piedras y la arena en la licuadora y revuélvalas durante 60

segundos para mezclarlas por completo.

- Coloque el cemento en la batidora y mezcle el material durante 2 minutos mientras agrega agua.
- Revuelva manualmente la mezcla y verifique el estado de la mezcla (asegúrese de que no quede material sin mezclar en el fondo y los lados de la batidora).
- Vuele otros 2 minutos, luego descargue la mezcla en el tambor prehumedecido, intente descargar todos los materiales del mezclador. Luego, se lava el enrutador para preparar la siguiente mezcla. Ver las fotos adjuntas N ° 02 y 03

Vaciado del concreto en los moldes

- Verter el hormigón en el molde y dividirlo en tres capas, la altura total del molde se divide en dos tercios.
- Por cada tercio de la masa colocada en el molde, se aplican 25 pasadas en espiral de afuera hacia adentro sin transferir las barras de acero a la capa superior.
- Al llegar a la última capa, evitar un exceso de hormigón superior a 6 mm. alto.
- Golpee ligeramente la pared del molde y nivele con una cuchara de piedra.
- Engrasar la muestra con una cuchara de piedra para alisar completamente la superficie y mantenerla lisa con el borde del molde, para que el cilindro sea más fácil de identificar durante 24 horas. **Ver anexos foto N° 06.**

Desencofrado y curado de las probetas

- La muestra debe estar marcada con una marca en la parte superior de la botella para indicar la fecha de fabricación, la resistencia del diseño, el número relevante y la fecha de fabricación.
- El tubo de ensayo debe retirarse del molde dentro de las 18-24 horas posteriores a su preparación.
- Antes de realizar la prueba, almacenar los ladrillos de hormigón directamente bajo el agua en el tanque del laboratorio para evitar golpear las muestras durante su traslado desde el relleno sanitario. **Ver anexos foto N° 07.**

Ensayo a compresión del concreto

- Coloque la placa inferior con la goma correspondiente en la máquina de prueba y el cilindro de prueba.
- La placa superior se coloca en el tambor y debe centrarse cuidadosamente en la máquina. La superficie del cilindro y la placa de la máquina deben estar libres de polvo, grasa y cualquier otro material extraño.
- Se registra la carga correspondiente a la falla.
- La resistencia a la compresión será el cociente entre la carga máxima y el área de la muestra. Ver anexos foto N° 08

Variación en la cantidad de agregados a dosificar para cada diseño de mezcla por resistencia a la compresión.

- Para mezclas diseñadas para tener la misma resistencia a la

compresión, la cantidad agregada produjo una gran diferencia, debido a la diferencia entre los agregados existentes y el análisis de búsqueda de partículas, por lo que se presenta debajo de la tabla de comparación de valor de diseño corregido. La resistencia a la compresión es de 175 kg / cm².

Tabla N° 30: Cantidades de materiales para $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA PARA 1 m³ (LABORATORIO)		
$F_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	DOSIFICACIÓN	
	PATRÓN	EXPERIMENTAL
Cemento	273.33 kg/m ³	273.33 kg/m ³
Agua	191.14 lts/m ³	156.75 lts/m ³
Agregado Fino	850.16 kg/m ³	850.16 kg/m ³
Agregado Grueso	987.58 kg/m ³	
Ag. Grueso (Cer. Reciclado)		608.93 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Estudio comparativo del comportamiento mecánico del concreto de las mezclas realizadas en el laboratorio.

- Se utilizarán principios estadísticos que permiten condensar datos, de manera que sean más fácilmente comprensibles y comparables:

Datos obtenidos en el laboratorio, ensayos de trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto a 7, 14 y 28 días de edad.

Tabla N° 31: Resistencia a la compresión de concreto patrón.

DISEÑO PARA 175 KG/CM2

Concreto Patrón							
7 días							
Patrón	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P1	3"	182.30	24300.59	133.33			
P2	3"	182.30	23498.47	128.90	128.81	73.6	70 - 85
P3	3"	182.30	22641.60	124.20			
14 días							
Patrón	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P4	3"	182.30	28110.60	152.20			
P5	3"	182.30	25941.29	142.30	149.73	85.6	85 - 95
P6	3"	182.30	28201.81	154.70			
28 días							
Patrón	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P7	3"	182.30	31938.96	175.20			
P8	3"	182.30	32631.70	179.00	177.90	101.7	95 - 110
P9	3"	182.30	32722.85	179.50			

Fuente: Elaboración propia.

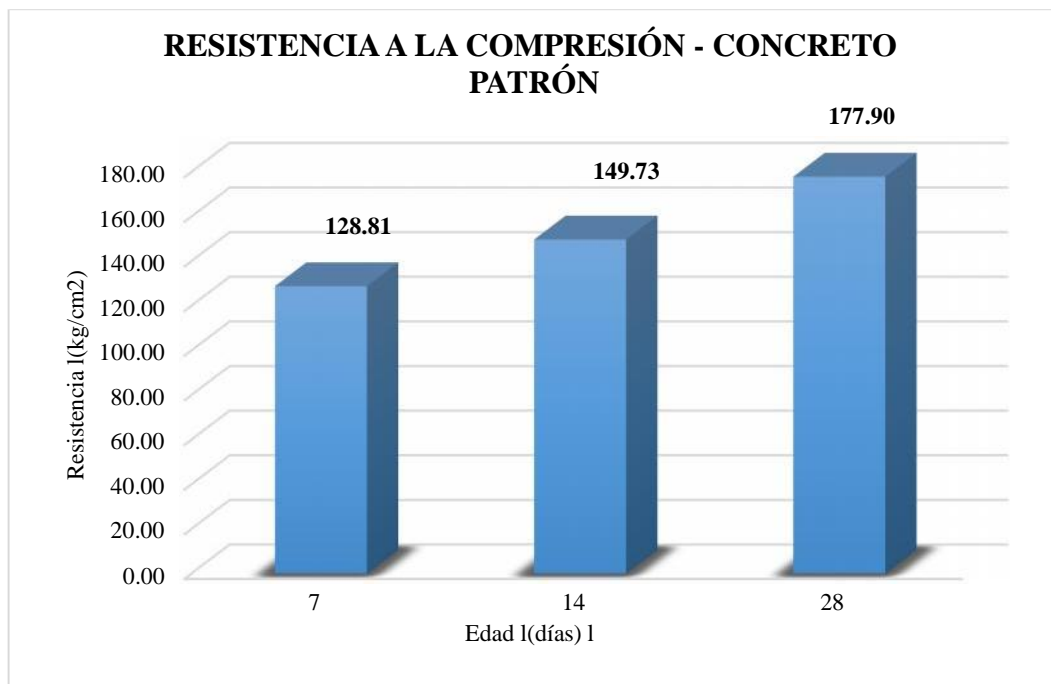


Figura N° 13: Resistencia a la compresión – concreto patrón.

Fuente: Elaboración propia.

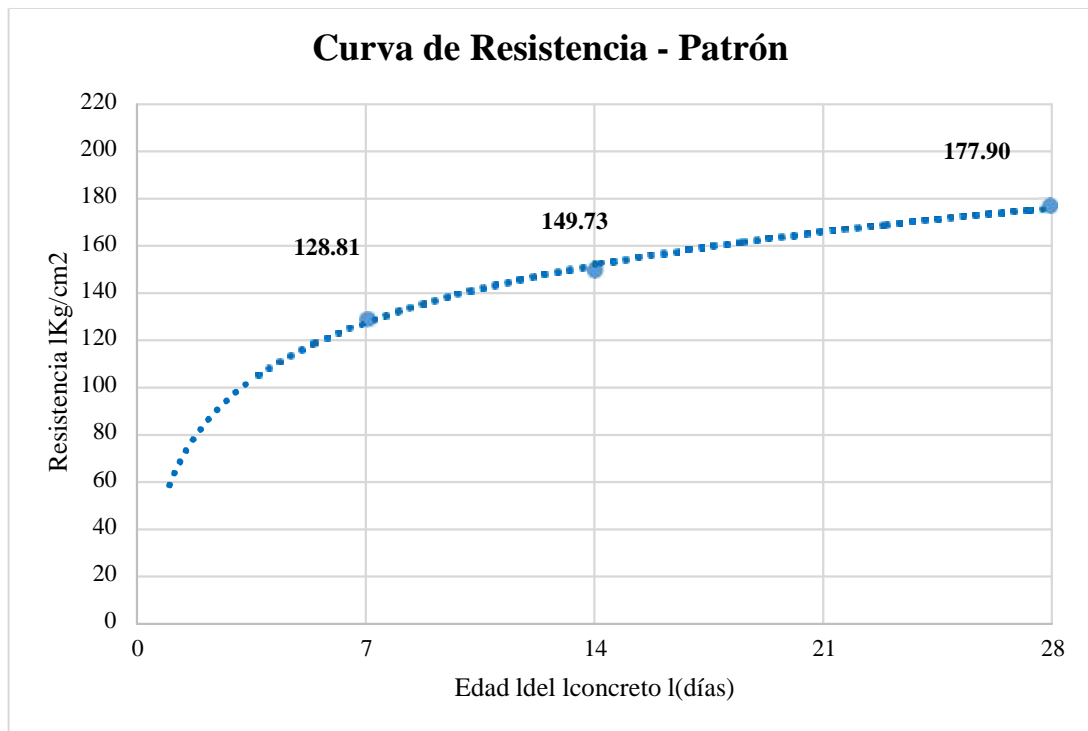


Figura N° 14: Curva de resistencia – patrón.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 32: Resistencia a la compresión de concreto experimental con 20% de sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado.

DISEÑO PARA 175 KG/CM2

Concreto Experimental 1: Sustitución 20%

7 días							
Experimental 1	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P1	3.2"	182.30	20818.66	114.20			
P2	3.2"	182.30	22003.61	120.70	116.80	66.7	70 - 85
P3	3.2"	182.30	21037.42	115.50			

14 días							
Experimental 1	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P4	3.2"	182.30	25613.15	140.50			
P5	3.2"	182.30	26943.94	147.80	143.53	82.0	85 - 95
P6	3.2"	182.30	25941.29	142.30			

28 días							
Experimental 1	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P7	3.2"	182.30	30188.88	165.60			
P8	3.2"	182.30	29168.00	160.10	161.10	92.1	95 - 110
P9	3.2"	182.30	28730.48	157.60			

Fuente: Elaboración propia.

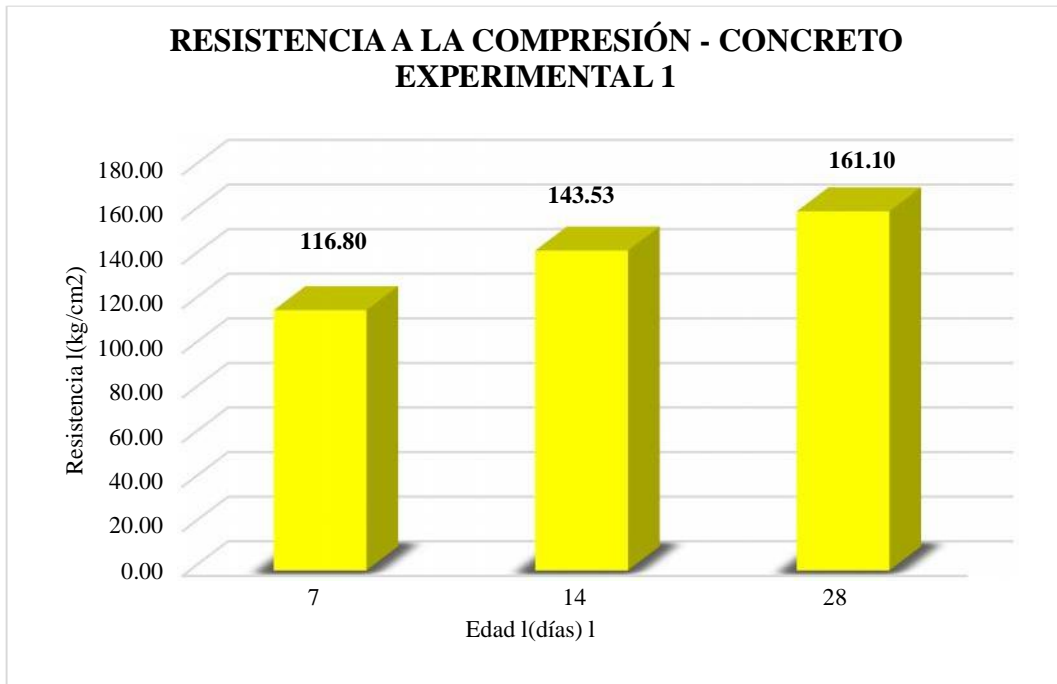


Figura N° 15: Resistencia a la compresión concreto experimental 1.

Fuente: Elaboración propia.

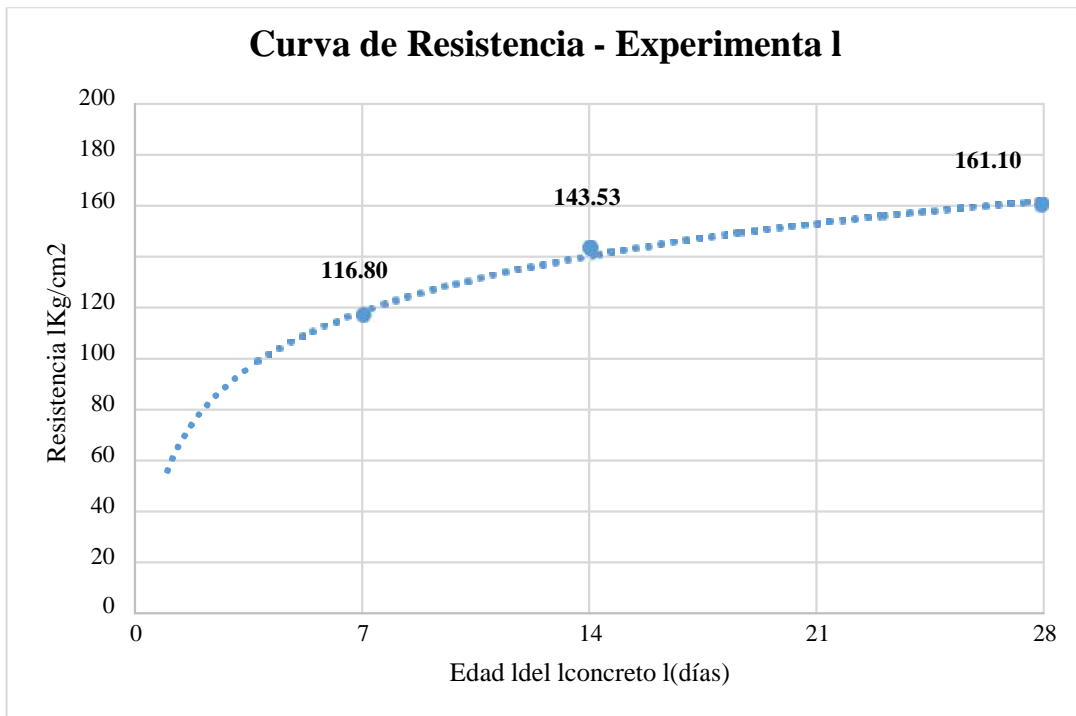


Figura N° 16: Curva de resistencia – experimental 1.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 33: Resistencia a la compresión de concreto experimental con 40% de sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado.

DISEÑO PARA 175 KG/CM2

Concreto Experimental 2: Sustitución 40%

7 días

Experimental 2	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P1	3"	182.30	19615.48	107.60			
P2	3"	182.30	19214.42	105.40	108.27	61.9	70 - 85
P3	3"	182.30	20381.14	111.80			

14 días

Experimental 2	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P4	3"	182.30	42282.36	133.20			
P5	3"	182.30	24008.91	131.70	130.57	74.6	85 - 95
P6	3"	182.30	23115.64	126.80			

28 días

Experimental 2	Slump (pulg)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%	Resistencia Teórica (%)
P7	3"	182.30	28675.79	157.30			
P8	3"	182.30	28037.74	153.80	154.00	88.0	95 - 110
P9	3"	182.30	28110.66	154.20			

Fuente: Elaboración propia.

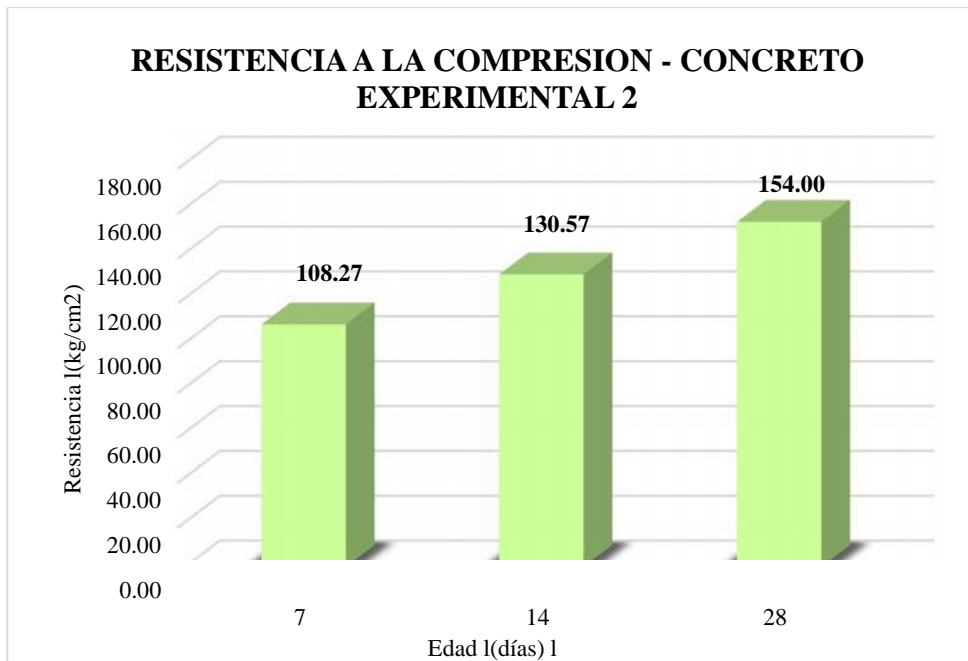


Figura N° 17: Resistencia a la compresión – concreto experimental 2

Fuente: Elaboración propia.

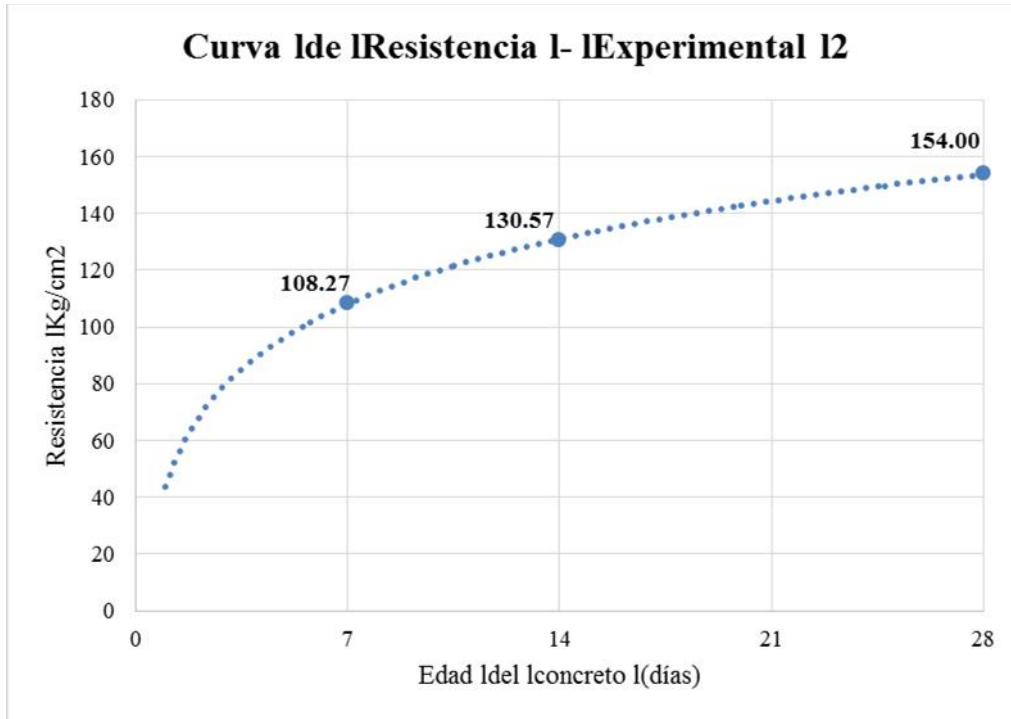


Figura N° 18: Curva de resistencia – experimental 2.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 34: Resistencia a la compresión de concreto experimental con 60% de sustitución de agregado grueso por cerámico reciclado.

DISEÑO PARA 175 KG/CM2

Concreto Experimental 3: Sustitución 60%

7 días							
Experimental 3	Slump (pulg)	Área (cm2)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm2)	f'c promedio (kg/cm2)	%	Resistencia Teórica (%)
P1	3.4"	182.30	18394.07	100.90			
P2	3.4"	182.30	17336.73	95.10	98.67	56.4	70 - 85
P3	3.4"	182.30	18248.23	100.00			

14 días							
Experimental 3	Slump (pulg)	Área (cm2)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm2)	f'c promedio (kg/cm2)	%	Resistencia Teórica (%)
P4	3.4"	182.30	21803.08	119.60			
P5	3.4"	182.30	19779.55	108.50	115.43	66.0	85 - 95
P6	3.4"	182.30	21547.86	118.20			

28 días							
Experimental 3	Slump (pulg)	Área (cm2)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm2)	f'c promedio (kg/cm2)	%	Resistencia Teórica (%)
P7	3.4"	182.30	27636.68	151.60			
P8	3.4"	182.30	26397.04	144.70	148.83	85.0	95 - 110
P9	3.4"	182.30	27399.69	150.20			

Fuente: Elaboración propia.

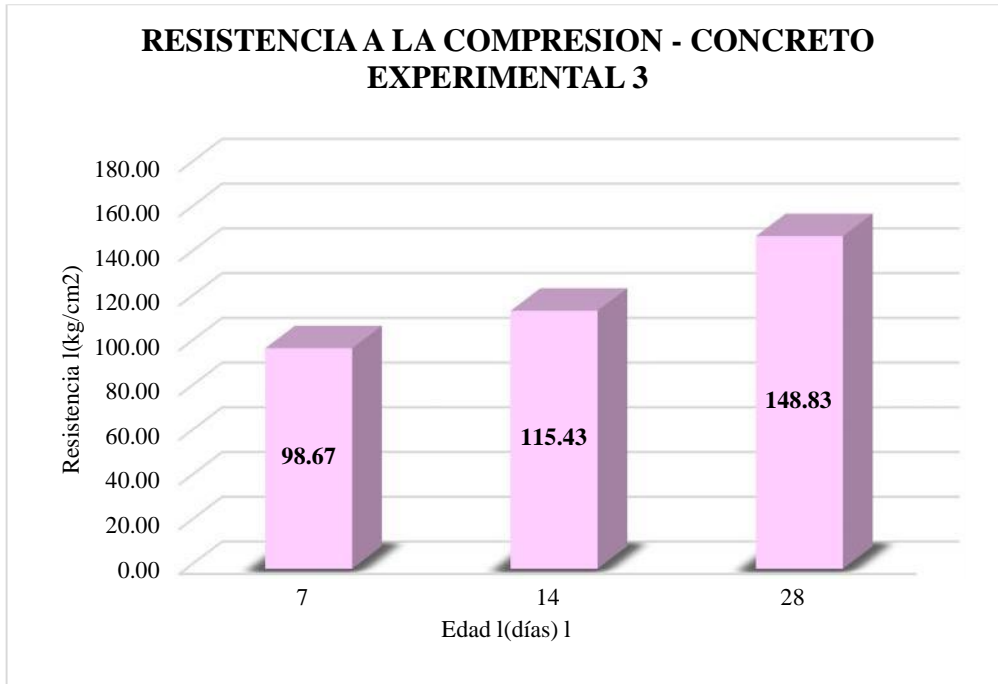


Figura N° 19: Resistencia a la compresión – concreto experimental 3
Fuente: Elaboración propia.

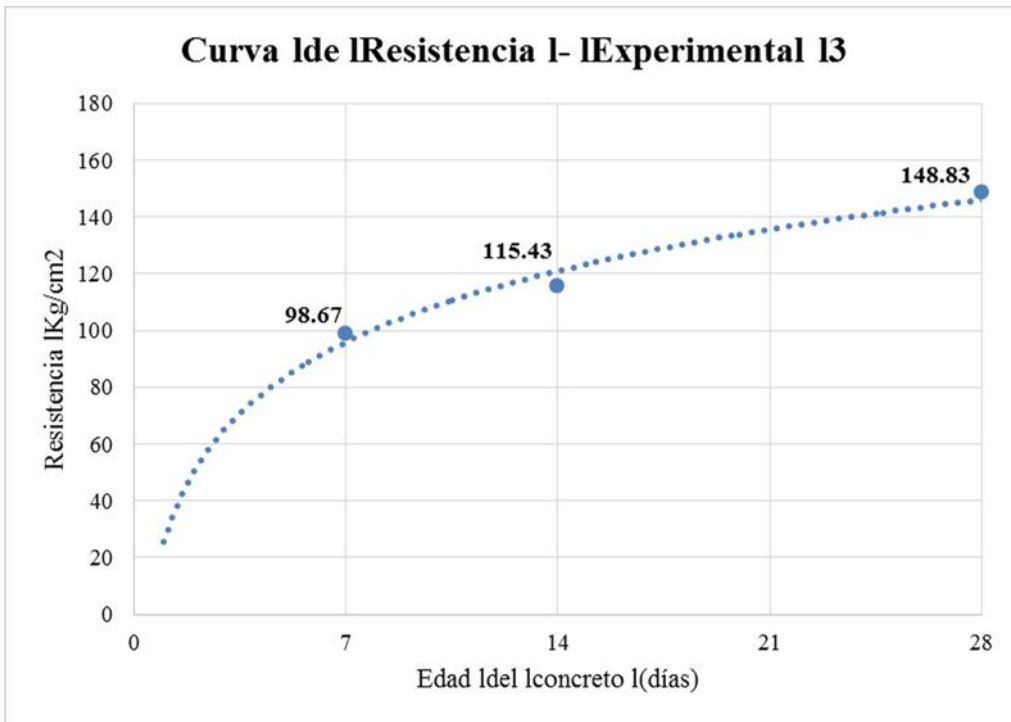


Figura N° 20: Curva de resistencia – experimental 3.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 35: Comparación de resistencias patrón y experimentales.

Comparación de resistencias Patrón y Experimentales (kg/cm²)				
Edad	Patrón	Experimental 1	Experimental 2	Experimental 3
7 días	128.81	116.80	108.27	98.67
14 días	149.73	143.53	130.57	115.43
28 días	177.90	161.10	154.00	148.83

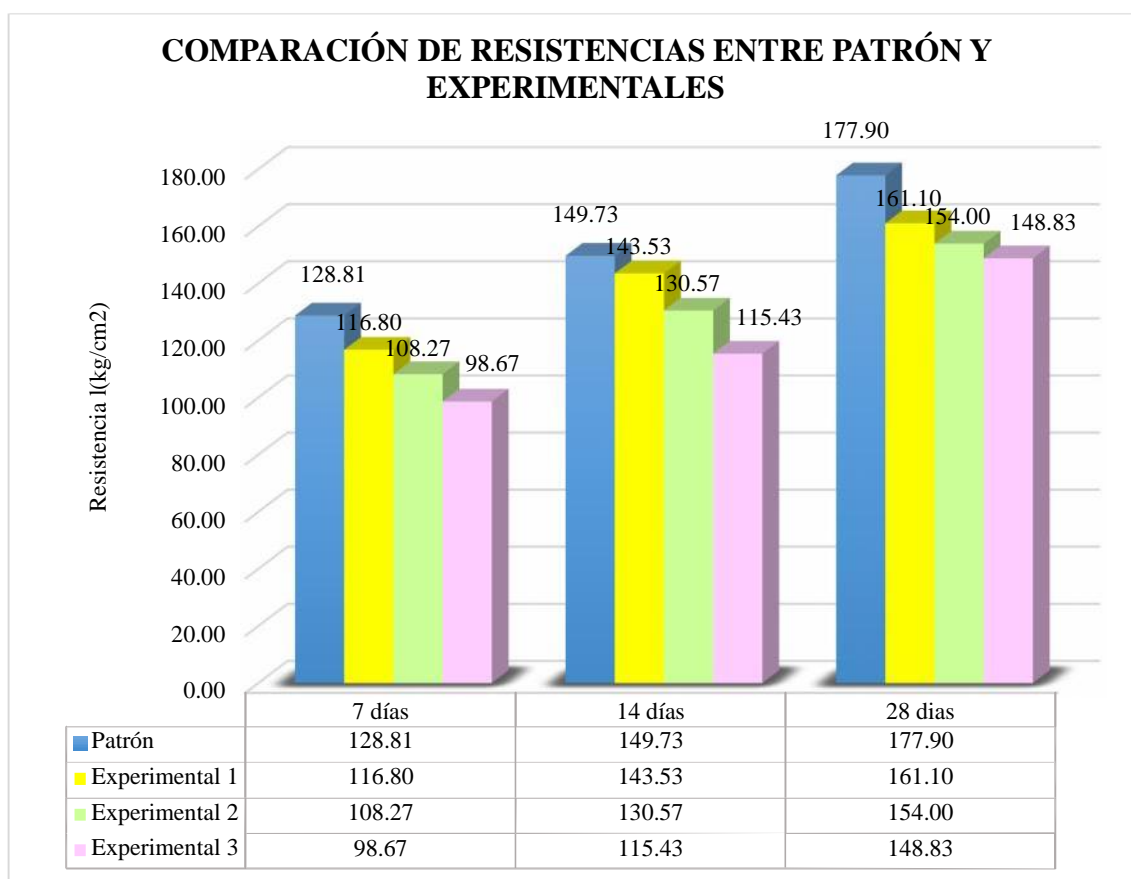


Figura N° 21: Comparación de resistencias entre patrón y experimentales.

Fuente: Elaboración propia.

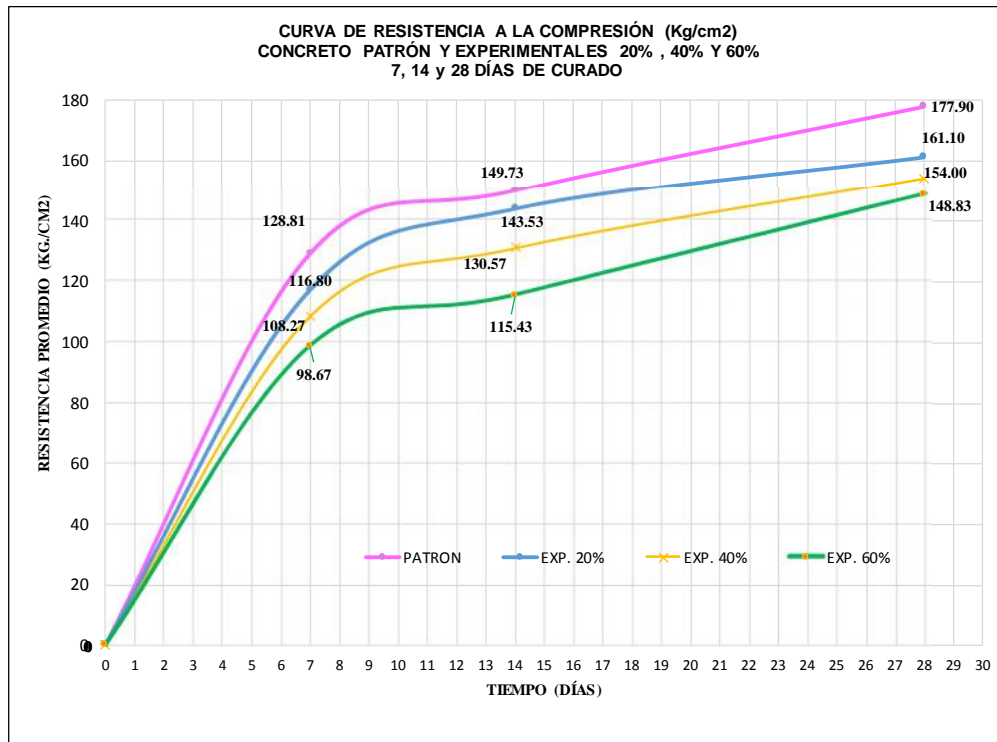


Figura N° 22: Resistencia a la compresión en flexión, hormigón estándar y experimental.

Fuente: Elaboración propia.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Como se describe y analiza en las Tablas 31, 32, 33 y 34, la resistencia a la compresión del hormigón es $F_c = 175 \text{ kg / cm}^2$, en la que el 20%, 40% y 60% de los huesos gruesos son reemplazados por materiales cerámicos reciclados Material- Harara-2017, la resistencia media del hormigón estándar durante 28 días fue de $177,9 \text{ kg / cm}^2$; la resistencia media del hormigón experimental con 20% de piedra en lugar de material cerámico a los 28 días fue de $161,1 \text{ kg / cm}^2$; ya los 28 días La resistencia media del hormigón experimental con material cerámico en lugar del 40% de la piedra es de $155,1 \text{ kg / cm}^2$, y la resistencia media del hormigón experimental con este material en lugar del 60% de la piedra. La resistencia media de la cerámica al día 28 fue de $148,8 \text{ kg / cm}^2$.

Estos resultados son atribuibles a la separación de los agregados cerámicos de la pasta por falta de adherencia, y también al peso específico de la cerámica, que es 2.07 menor que el peso específico de la piedra triturada, que es 2.55.

Por varias razones de este cambio, siempre se encuentra que la resistencia a la compresión del hormigón cambia. Los resultados informes de ensayo no son necesariamente resultados de ensayo precisos. Motivos por los cuales se aceptan las variaciones en los resultados debe emplearse métodos estadísticos apropiados. Para hacer el estudio empleando métodos estadísticos se tendrán que hacer un gran número de ensayo, lo que en el presente trabajo no se hizo, razón por la cual solo se determinaron

algunos parámetros estadísticos de los resultados obtenidos, la Resistencia promedio y rango. Las resistencias bajas obtenidas en los especímenes de los concretos experimentales con la sustitución del agregado pétreo en 20%, 40% y 60% por el material cerámico, se debe al desprendimiento del material cerámico, porque el material cerámico tiene la cara interna rugosa y la cara externa lisa esto afecta al concreto elaborado con material cerámico a no tener buena adherencia.

Las resistencias bajas obtenidas en los concretos experimentales se deben a la absorción de agua del material cerámico, lo cual absorbe mayor cantidad de agua que la piedra chancada, en los ensayos realizados tenemos el % absorción del material cerámico 10.80 y el % absorción de la piedra chancada 0.89 mucho mayor que la absorción de la piedra chancada.

La resistencia del hormigón también afectará la densidad del agregado según la norma (NTP 400.021 / ASTM C-127). La densidad no debe ser inferior a 2,6, que equivale a un agregado de alta calidad, y el valor es el más bajo. Mala calidad (porosa, frágil y absolutamente necesaria para añadir agua, etc.). ASTM C-127 especifica el procedimiento para determinar la gravedad específica de los agregados gruesos. En este proyecto, determiné que la gravedad específica de la piedra triturada es 2.55 que está dentro del rango de parámetros estándar, mientras que la densidad del material cerámico es 2.07 que es menor al valor establecido, lo que afectará la resistencia del hormigón, como se muestra en la figura 17.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Utilice cerámica reciclada en lugar de piedra triturada para determinar la prueba de compresión de ladrillos de diseño de 175 kg / cm². La dosificación de esta prueba es similar a la del hormigón estándar sin factor de seguridad para procesar. Tópicos de investigación.
- Este trabajo de investigación muestra que los agregados cerámicos no pueden producir hormigón de alta calidad porque sus propiedades mecánicas son muy malas, debido a que los materiales cerámicos tienen poca adherencia a la pasta de cemento en comparación con el hormigón convencional de piedra triturada. O guijarro.
- Al día 28, la resistencia a la compresión del hormigón estándar fue de 177,9 kg / cm², la resistencia del hormigón con materiales cerámicos reciclados en lugar del 20% de piedra triturada fue de 161,1 kg / cm² y el hormigón reemplazado por 40 se utilizó para triturar materiales cerámicos reciclados. El porcentaje de piedra alcanzó 155,1 Kg / cm² y la resistencia del hormigón de grava utilizado para reemplazar el 60% de los materiales cerámicos reciclados es de 148,8 kg / cm². Se puede concluir que la resistencia cambia debido a la influencia del dopaje.
- La resistencia obtenida del hormigón estándar y el hormigón experimental a los 07, 14 y 28 días, se nota que el hormigón estándar tiene una mayor resistencia que el hormigón experimental.

RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de los concretos debe ser estrictamente controlado en cuanto a la participación de los agregados, cemento y el agua, ya que una variación de uno de los componentes pueden ser una variación de la resistencia requerida; por lo que la preparación, curado y la puesta en prueba se debe realizar siguiendo los estándares.
- Tomar en cuenta obligatoriamente, que para realizar un diseño de mezcla: el porcentaje de absorción y el contenido de humedad del material cerámico como agregado grueso, debido a que estos valores nos llevan a aumentar o disminuir los volúmenes de agua en la mezcla.
- Se recomienda para otros investigadores hacer el diseño con menos porcentaje de cerámico reciclado (<20%), y tener en cuenta algunos aditivos para la adherencia.
- El uso de cerámico reciclado no es factible para el uso de la industria de la construcción, para concreto mayores $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$. Por lo tanto, se recomienda a los investigadores que sigan con la investigación con menores porcentajes de cerámico, para concretos de resistencias menores. Se recomienda el uso de agregado cerámico en los concretos no estructurales como los de relleno, (cimiento corrido, falso pisos, veredas), por ejemplo, tendría un efecto positivo en la disminución del impacto medio ambiental de la construcción y la disminución de los costos del concreto.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, C. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: San Marcos.
- ASTM C31. “Práctica estándar para elaborar y curar cilindros de ensayo de concreto en campo”
- ASTM C39. “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas”
- ASTM C250 “Especificaciones estándar del Cemento Portland”
- ASTM C40-99: “Standard Test Method for Organic Impurities in Fines Aggregates for Concrete”.
- ASTM C94/C94M-03: “Standard Specifications for Ready - Mixed Concrete”.
- ASTM C125-02: “Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates”.
- ASTM C127-01: “Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate”.
- ASTM C128-01: “Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate”.
- ASTM C136-01: “Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates”.
- ASTM C138/C138-01a: “Standard Test Method for Unit Weight, Yield and Air Content (Gravimetric) of Concrete”.
- ASTM C143/C143M-00: “Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete”.
- ASTM C150-02a: “Standard Specification for Portland Cement”.

ASTM C172-99: “Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete”.

ASTM C192/C192M-02: “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory”.

ASTM C231-97: “Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method”.

ASTM C403/C403M-99: “Standard Test Method for Time of Setting of Concrete”.

Bryan, D; Hugger, J; Horstam, M; Voss E. (2008, 8 de diciembre). *Nuevos Desarrollos en la Tecnología del Concreto, PHI- Planta de Hormigón Internacional.*

Céspedes, M. (2003). *Resistencia a la Compresión del Concreto A partir de la Velocidad de Pulsos de Ultrasonido*, Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de Piura, Perú.

Diana B. (2014). “*caracterización de hormigón resultante de utilizar el desecho de la industria cerámica de la ciudad de cuenca como agregado grueso*” tesis de grado de magister, universidad de cuenca.

Eder A. (2014) “*uso de material cerámico como material para curado interno en mezclas de concreto*” tesis de ingeniería civil, Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito de Bogotá, Colombia.

Gonzales, M., (1962), “*Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas*”

Osorio, J. (2013,26 de junio). “*Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión*”.

Oscar C, Néstor O. y Luis T. (2010) Fuente alternativa de agregados finos para el hormigón tesis de ingeniería civil universidad nacional de buenos aires, Argentina.

Harmsen, E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto*. Lima, Perú: Fondo editorial de la pontificia Universidad Católica.

VII. AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por darme salud y vida para lograr este objetivo, y estoy especialmente agradecido contigo por permitir que mis padres y ellos les traigan una gran felicidad. Agradéceles, soy quien soy y donde estoy.

A mi madre Nilda, así como a mis hermanos y hermanas que estuvieron conmigo en momentos críticos de mi vida estudiantil y personal, le brindaron un apoyo incondicional.

Al Ing. Miguel Ángel Solar brindó sugerencias para sus sugerencias para completar esta investigación.

VIII. APENDICES Y ANEXOS

Figura N° 01: La superficie interior del molde está cubierta de aceite.



Figura N° 2: Realizando el pesado de los materiales para el posterior mezclado.



Figura N° 3: Colocación de materiales en el trompo.



Figura N° 4: Compactación de la mezcla en el cono de Abrams.



Figura N° 5: Medición del Asentamiento de la mezcla de Concreto.



Figura N° 6: Vaciado del concreto en los moldes.



Figura N° 7: Identificación de las probetas.



Figura N° 8: Colocación del cilindro (probeta) en la Maquina Universal.



Diseño de Mezcla Patrón



Tesis : "Resistencia a la compresión de un concreto con sustitución del agregado grueso en 20%, 40% y 60% por material cerámico reciclado 2017"

Solicita : Bach. Justiniano Dionicio, José Luis

Cantera : Tacllan

Criterio General de Diseño de Mezclas, Método ACI 211: El método estudiado en el presente trabajo tiene como base el procedimiento del American Concrete Institute elaborado por el Comité ACI 211. El método americano ACI es el más conocido y ampliamente usado, fundamentado en el principio básico de la relación agua/cemento desarrollado por Abrams, que consiste en seguir en forma ordenada una secuencia de pasos y determinar la cantidad de cada material en peso y en volumen, para 1 m³ de concreto.

Los factores más importantes que deben considerarse al seleccionar el proporcionamiento de los agregados son en el orden propuesto por el Instituto Americano del Concreto (ACI 211), se incluyen en los siguientes pasos:

- **PASO I:** Especificaciones
- **PASO II:** Materiales.
- **PASO III:** Determinación de la resistencia promedio.
- **PASO IV:** Selección del tamaño nominal máximo.
- **PASO V:** Selección del asentamiento.
- **PASO VI:** Volumen unitario del agua.
- **PASO VII:** Contenido de aire.
- **PASO VIII:** Relación agua-cemento.
- **PASO IX:** Factor de cemento.
- **PASO X:** Contenido de agregado grueso.
- **PASO XI:** Cálculo de volúmenes absolutos.
- **PASO XII:** Contenido de agregado fino.
- **PASO XIII:** Valor de diseño.
- **PASO XIV:** Corrección por humedad de los agregados.
- **PASO XV:** Proporción en peso.
- **PASO XVI:** Proporción en volumen.
- **PASO XVII:** Cálculo en kilogramos para la elaboración de probetas.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
-PE

Estos pasos se aplicarán al diseño de mezcla patrón. Tomando en cuenta que la resistencia de estudio de la mezcla será de 175 kg/cm².

PASO I: Especificaciones: La selección de las proporciones se hará empleando el método del A.C.I y la resistencia en compresión de diseño especificada es de 175 Kg/cm² a los 28 días.

PASO II: Materiales: Previamente a la realización de la mezcla de concreto es de suma importancia tener claro las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales que conformarán el concreto de alta resistencia, ya que estos resultados servirán para realizar una adecuada dosificación. En la Tabla N° 23 se muestran las propiedades de los materiales.

Tabla N° 23: Información de las propiedades de los materiales

ENSAYO DE LABORATORIO	MATERIALES			
	Agr. Grueso	Agr. Fino	Cemento	Agua
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.79	3.1	-	-
MODULO DE FINURA	-	2.60	-	-
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.55	2.66	3.15	1.0
ABSORCIÓN (%)	0.89	1.3	-	-
P.V.S (kg/cm ³)	1457	1422	-	-

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Los parámetros de Gravedad específica de la arena y grava están en condición saturada superficie seca.

PASO III: Determinación de la resistencia promedio: La resistencia de estudio es de 175 kg/cm²

PASO IV: Selección del tamaño máximo nominal: Tomando en cuenta que la resistencia de diseño de la mezcla es de 175 kg/cm², las características del agregado que tenemos para elaborar la mezcla según la Tabla A.2 (Anexo), lo cual indica que el tamaño máximo del agregado grueso es de 1" y el tamaño máximo nominal es de 3/4".

PASO V: Selección del asentamiento: De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla, tenga una consistencia plástica; a la que

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIAS PLASTICAS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118644
 JEFE



corresponde un asentamiento de 3" a 4". (slump). Se observa en la siguiente Tabla N° 24

Tabla N° 24: Tabla de consistencia

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" a 2"
PLASTICA	3" a 4"
FLUIDA	5"

Fuente: Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de ACI

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una mezcla plástica a la que corresponde un asentamiento de 3 a 4" (slump).

PASO VI: Volumen unitario del agua: Para una mezcla de concreto con un asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario del agua es de 205 lt/m³. Se observa en la siguiente Tabla N° 25

Tabla N° 25: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamientos y tamaños máximos de agregados (volumen unitario de agua)

ASENTAMIENTO O SLUMP	Agua en Lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	207	193	181	169	145	124
6" a 7"	242	228	218	202	188	170	140	120
Cantidad aprox. de aire atrapado en %	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO								
1" a	181	175	168	160	150	142	122	107
2"	202	193	184	175	165	157	133	119
3" a	222	212	202	191	179	166	141	124
Prom. Recomendado para el contenido de aire, en %	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de ACI

PASO VII: Contenido de aire: Se denomina el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 1" es de 1.50%. Se observa en la siguiente Tabla N° 26.



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

Tabla N° 26: Tabla de contenido de aire atrapado

CONTENIDO DE AIRE	
Tamaño Máximo Nominal	Aire
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
5/8"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

FUENTE: Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de ACI

PASO VIII: Relación agua-cemento: Para una resistencia de diseño de $f'c = 175$ kg/cm², sin aire incorporado, la relación agua-cemento se obtiene con la interpolación; el cual detallaremos a continuación.

$$\begin{array}{l}
 150 \text{-----} 0.80 \\
 175 \text{-----} x \\
 200 \text{-----} 0.70 \\
 \frac{200 - 150}{175 - 150} = \frac{0.70 - 0.80}{x - 0.80}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \frac{50}{25} = \frac{-0.1}{x - 0.80} \\
 x = \frac{-0.1 \times 25}{50} + 0.80 \\
 x = 0.75
 \end{array}$$

Entonces la relación agua-cemento es de 0.75



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

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

PASO IX: Factor de cemento: La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua del mezclado (paso VI) dividido entre la relación agua-cemento (paso VIII).

$$\frac{205 \text{ lts} / \text{m}^3}{0.75} = 273.33 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Con el factor de cemento también calculamos:

$$\frac{273.33 \text{ lts} / \text{m}^3}{42.5 \text{ kg}} = 6.43 \text{ bls} / \text{m}^3$$

PASO X: Contenido de agregado grueso: Para un módulo de fineza de 2.60 y un tamaño máximo nominal 3/4" le corresponde un volumen unitario 0.64 m³ de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen de concreto. Se utilizará la siguiente Tabla N° 27.

Tabla N° 27: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO, PARA DIVERSOS MÓDULOS DE FINEZA DEL FINO.				
	2.4	2.6	2.8	2.97	3
3/8"	0.5	0.48	0.46		0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55		0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62		0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.653	0.65
1 1/2"	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

Fuente: Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de ACI y elaboración propia

$$\text{Peso absoluto agregado grueso} = 0.64 \times 1531 = 979.84 \text{ kg/m}^3$$



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PASO XI: Cálculo de volúmenes absolutos: El volumen absoluto es igual al peso seco entre peso específico. Los volúmenes absolutos son:

Cemento $(273.33 \text{ kg/m}^3) / (3.15 \times 1000) = 0.087 \text{ m}^3$

Agua $205 \text{ lt/m}^3 / (1000) = 0.205 \text{ m}^3$

Aire atrapado $2.0/100 = 0.020 \text{ m}^3$

Agregado grueso $979.84 \text{ kg/m}^3 / (2.55 \times 1000) = 0.38 \text{ m}^3$

Entonces:

$0.087 + 0.205 + 0.020 + 0.38 = 0.69$

PASO XII: Contenido de agregado fino

Volumen absoluto de agregado fino = $1 - 0.69 = 0.31 \text{ m}^3$

Entonces:

Peso específico de la masa: 2.660

El peso del agregado fino = $0.31 \times 2.660 \times 1000 = 824.60 \text{ kg/m}^3$

PASO XIII: Valor de diseño

Cemento 273.33 kg/m³

Agua de diseño 205 lt/m³

Agregado fino 824.60 kg/m³

Agregado grueso 979.84 kg/m³

PASO XIV: Corrección por humedad de los agregados: Los por humedad se harán en los agregados fino y grueso y en el volumen unitario de agua de mezcla.

Pesos húmedos de los materiales por m³ de concreto.

Agregado grueso = $(0.79 + 100)/100 = 1.0079$

Agregado fino = $(3.1 + 100)/100 = 1.031$

Agregado grueso = $1.0079 \times 979.84 = 987.58$

Agregado fino = $1.031 \times 824.60 = 850.16$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - PUJANAZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

Como los agregados se encuentran saturados, existe una cierta cantidad de agua le sobraría para encontrarse en la condición ideal de saturados con superficie seca (SSS)

Humedad superficial

Agregado grueso = $0.79 - 0.89 = -0.10\% \dots -0.10\% = -0.0010$
 Agregado fino = $3.1 - 1.3 = 1.80\% \dots 1.80\% = 0.0180$

Aporte de humedad de los agregados:

Agregado grueso = $-0.0010 \times 979.84 = -0.98$
 Agregado fino = $0.0180 \times 824.60 = 14.84$
 Sumatoria es = 13.86 Lts/m³
 Agua efectiva = $205 - (13.86) = 191.14 \text{ lts/m}^3$

Los pesos del material ya corregidos serán:

Cemento..... 273.33 kg/m³
 Agua de diseño efectiva..... 191.14 lt/m³
 Agregado fino húmedo..... 850.16 kg/m³
 Agregado grueso húmedo..... 987.58 kg/m³

PASO XV: Proporción en peso; Los valores anteriores dan la cantidad de cada uno de los materiales para preparar un metro cubico de concreto. Pero para nuestro diseño en laboratorio necesitamos cantidades reducidas. Entonces expresamos las cantidades de proporción en peso.

$$\frac{273.33}{273.33} : \frac{850.16}{273.33} : \frac{987.58}{273.33} : \frac{191.14}{6.43}$$

1: 3.11 : 3.61 : 29.73 lt/Bls.

PASO XVI: Proporción en volumen

Las proporciones en volumen son:

Agregado fino = $1422 \times (3.10/100 + 1) = 1466.10 \text{ kg/m}^3$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - TILIMAY
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
 FUNDACIÓN DE MATERIALES

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

$$\text{Agregado grueso} = 1457 \times (0.79/100 + 1) = 1468.51 \text{ kg/m}^3$$

PESO POR PIE³:

$$\text{Agregado fino} = 1466.10/35.32 = 41.51$$

$$\text{Agregado grueso} = 1468.51/35.32 = 41.58$$

Entonces:

$$\text{Cemento} = (1 \times 42.5)/42.5 = 1 \text{ pie}^3$$

$$\text{Agregado fino} = (3.11 \times 42.5)/41.51 = 2.58$$

$$\text{Agregado grueso} = (3.61 \times 42.5)/41.58 = 3.69$$

Entonces expresamos las cantidades de proporción en volumen

$$1 : 3.18 : 3.69 : 29.73 \text{lt/pie}^3$$

Ya teniendo la dosificación adecuada se procede a elaborar la mezcla la cual constará de 9 especímenes (Patrón) para ensayarse a la compresión, de dimensiones de 6 x 12 pulgadas.

PASO XVII: Cálculo en kilogramos para la elaboración de probetas.

PESO DEL MATERIAL EN KILOGRAMOS

Cálculo del volumen de la probeta

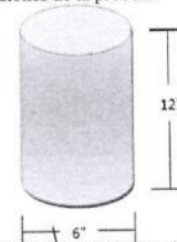
Datos:

Figura N° 10: Dimensiones de la probeta.

Diámetro (d) Altura (h)

$$\text{Diámetro} = 6'' = 15.24 \text{ cm} = 0.1524 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 12'' = 30.48 \text{ cm} = 0.3048 \text{ m}$$



Fuente: Elaboración Propia

Volumen de la probeta en pulgadas cúbicas.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

$$\text{Agregado grueso} = 1457 \times (0.79/100 + 1) = 1468.51 \text{ kg/m}^3$$

PESO POR PIE³:

$$\text{Agregado fino} = 1466.10/35.32 = 41.51$$

$$\text{Agregado grueso} = 1468.51/35.32 = 41.58$$

Entonces:

$$\text{Cemento} = (1 \times 42.5)/42.5 = 1 \text{ pie}^3$$

$$\text{Agregado fino} = (3.11 \times 42.5)/41.51 = 2.58$$

$$\text{Agregado grueso} = (3.61 \times 42.5)/41.58 = 3.69$$

Entonces expresamos las cantidades de proporción en volumen

$$1 : 3.18 : 3.69 : 29.73 \text{lt/pie}^3$$

Ya teniendo la dosificación adecuada se procede a elaborar la mezcla la cual constará de 9 especímenes (Patrón) para ensayarse a la compresión, de dimensiones de 6 x 12 pulgadas.

PASO XVII: Cálculo en kilogramos para la elaboración de probetas.

PESO DEL MATERIAL EN KILOGRAMOS

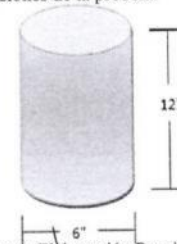
Cálculo del volumen de la probeta

Datos:

Figura N° 10: Dimensiones de la probeta.

Diámetro (d) Altura (h)

Diámetro = 6" = 15.24 cm = 0.1524 m
Altura = 12" = 30.48 cm = 0.3048 m



Fuente: Elaboración Propia

Volumen de la probeta en pulgadas cúbicas.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times 6^2 \times 12}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = 339.29 \text{ pulg}^3$$

Volumen de la probeta en centímetros cúbicos.

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times 15.24^2 \times 30.48}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = 5560 \text{ cm}^3$$

Volumen de la probeta en metros cúbicos.

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times 0.1524^2 \times 0.3048}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = 0.005560 \text{ m}^3$$

Tabla N° 28: Peso del material en kilogramos.

Cemento	273.33 kg/m ³
Agua	191.14 lt/m ³
Agregado fino seco	850.16 kg/m ³
Agregado grueso seco	987.58 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 29: Peso en kilogramos para una probeta

Cemento	1.781 kg	1781.04 g
Agua	1.246kg	1246.54 g
Agregado fino seco	5.540 kg	5540.08 g



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

.- **Diseño de Mezcla Experimental**



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Agregado grueso seco	6.435 kg	6435.33 g
----------------------	----------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 30: Peso en gramos para una probeta más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g
Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	6.499 kg	6499.06g

Fuente: Elaboración Propia

Aplicación del diseño de mezcla de concreto 175 kg/cm² propuesto por el comité ACI 211.4r-93. (Experimental): Para el proporcionamiento de la mezcla de concreto se apoyará en el comité ACI.211.4R-93, la cual da una serie de pasos a seguir para realizar el proporcionamiento, los pasos se presentan a continuación:

- PASO I: Especificaciones
- PASO II: Materiales.
- PASO III: Determinación de la resistencia promedio.
- PASO IV: Selección del tamaño nominal máximo.
- PASO V: Selección del asentamiento.
- PASO VI: Volumen unitario del agua.
- PASO VII: Contenido de aire.
- PASO VIII: Relación agua-cemento.
- PASO IX: Factor de cemento.
- PASO X: Contenido de agregado grueso.
- PASO XI: Calculo de volúmenes absolutos.
- PASO XII: Contenido de agregado fino.
- PASO XIII: Valor de diseño.
- PASO XIV: Corrección por humedad de los agregados.
- PASO XV: Proporción en peso.
- PASO XVI: Proporción en volumen.
- PASO XVII: Calculo en kilogramos para la elaboración de probetas.


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



Estos pasos se aplicarán al diseño de mezcla patrón. Tomando en cuenta que la resistencia de estudio de la mezcla será de 175 kg/cm².

PASO I: Especificaciones: La selección de las proporciones se hará empleando el método del A.C.I y la resistencia en compresión de diseño especificada es de 175 Kg/cm² a los 28 días.

PASO II: Materiales: Previamente a la realización de la mezcla de concreto es de suma importancia tener claro las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales que conformarán el concreto de alta resistencia, ya que estos resultados servirán para realizar una adecuada dosificación. En la Tabla N° 31 se muestran las propiedades de los materiales.

Tabla N° 31: Información de las propiedades de los materiales

ENSAYO DE LABORATORIO	MATERIALES			
	Agr. Grueso (CERAMIO)	Agr. Fino	Cemento	Agua
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.44	3.1	-	-
MODULO DE FINURA	-	2.60	-	-
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.07	2.66	3.15	1.0
ABSORCIÓN (%)	10.80	1.3	-	-
P.V.S (kg/cm ³)	944	1422	-	-

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Los parámetros de Gravedad específica de la arena y grava están en condición saturada superficie seca.

PASO III: Determinación de las resistencia promedio

La resistencia de estudio es de 175 kg/cm²

PASO IV: Selección del tamaño máximo nominal: Tomando en cuenta que la resistencia de diseño de la mezcla es de 175 kg/cm², las características del agregado que tenemos para elaborar la mezcla según la Tabla A.2 (Anexo), lo cual indica que el tamaño máximo del agregado grueso es de 1" y el tamaño máximo



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

PASO V: Selección del asentamiento De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla, tenga una consistencia plástica; a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4". (slump). Se observa en la siguiente Tabla N° 32.

Tabla N° 32: Tabla de consistencia

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" a 2"
PLASTICA	3" a 4"
FLUIDA	5"

Fuente: Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de ACI

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una mezcla plástica a la que corresponde un asentamiento de 3 a 4" (Slump).

PASO VI: Volumen unitario del agua: Para una mezcla de concreto con un asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario del agua es de 205 lt/m³. Se observa en la siguiente Tabla N° 33.

Tabla N° 33: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamientos y tamaños máximos de agregados (volumen unitario de agua)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CALLE 101 - PUÑARA 7
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
FUNDACIONES Y MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

		Agua en L/m^3 de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados							
		3/8"	1/2"	3/4"	1 1/2"	2"	3"		
		CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO							
1" a 2"		207	199	190	179	166	154	130	
3" a 4"		228	216	205	193	181	169	145	
6" a 7"		243	232	218	207	190	178	160	
Cantidad aprox. de aire atrapado, en %		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	
		CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO							
1" a		181	175	168	160	150	142	122	
2"		107							
3" a		202	193	184	175	165	157	133	
4"		119							
6" a		216	205	197	184	174	166	154	
Prom. Recomendado para el		8	7	6	5	4.5	4	3.5	

Fuente: Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de ACI

PASO VII: Contenido de aire: Se denomina el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 1" es de 1.50%. Se observa en la siguiente Tabla N° 34.

Tabla N° 34: Tabla de contenido de aire atrapado

CONTENIDO DE AIRE	
Tamaño Máximo Nominal	Aire
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de ACI



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - INIAPAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA DE BARRIOS Y
 ESPACIOS URBANOS
 Ing. Elizabeth Maiza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



PASO VIII: Relación agua-cemento: Para una resistencia de diseño de $f'c = 175$ kg/cm², sin aire incorporado, la relación agua-cemento se obtiene con la interpolación; el cual detallaremos a continuación.

$$\begin{array}{l} 150 \text{-----} 0.80 \\ 175 \text{-----} x \\ 200 \text{-----} 0.70 \end{array}$$

$$\frac{200 - 150}{175 - 150} = \frac{0.70 - 0.80}{x - 0.80}$$

$$\begin{aligned} \frac{50}{25} &= \frac{-0.1}{x - 0.80} \\ x &= \frac{-0.1 \times 25}{50} + 0.80 \end{aligned}$$

$$x = 0.75$$

Entonces la relación agua-cemento es de 0.75

PASO IX: Factor de cemento: La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua del mezclado (paso VI) dividido entre la relación agua-cemento (paso VIII).

$$\frac{205 \text{ lts} / \text{m}^3}{0.75} = 273.33 \text{ kg} / \text{m}^3$$



Con el factor de cemento también calculamos:

$$\frac{273.33 \text{ lts} / \text{m}^3}{42.5 \text{ kg}} = 6.43 \text{ bls} / \text{m}^3$$

PASO X: Contenido de agregado grueso: Para un módulo de fineza de 2.60 y un tamaño máximo nominal 3/4" le corresponde un volumen unitario 0.64 m³ de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen de concreto. Se utilizará la siguiente Tabla N° 35.

Tabla N° 35: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO, POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO, PARA DIVERSOS MÓDULOS DE FINEZA DEL FINO.				
	2.4	2.5	2.8	2.97	3
3/8"	0.5	0.48	0.46		0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55		0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62		0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.653	0.65
1 1/2"	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

Fuente: Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 de ACI y elaboración propia

Peso absoluto agregado grueso = 0.64 x 944 = 604.16 kg/m³

PASO XI: Cálculo de volúmenes absolutos: El volumen absoluto es igual al peso seco entre peso específico. Los volúmenes absolutos son:

Cemento (273.33 kg/m³)/(3.15x1000) = 0.087 m³

Agua 205 lt/m³/(1000) = 0.205 m³

Aire atrapado 2.0/100 = 0.020 m³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
 FUNDICIÓN DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE

Agregado grueso604.16 kg/m³/(2.55x1000) = 0.24 m³

Entonces: 0.087+ 0.205 + 0.020 + 0.24 = 0.55

PASO XII: Contenido de agregado fino

Volumen absoluto de agregado fino = 1- 0.55 = 0.45 m³

Entonces:

Peso específico de la masa: 2.660

El peso del agregado fino = 0.45 x 2.660 x 1000 = 1197 kg/m³

PASO XIII: Valor de diseño

Cemento 273.33 kg/m³

Agua de diseño 205 lt/m³

Agregado fino 1197 kg/m³

Agregado grueso 604.16 kg/m³

PASO XIV: Corrección por humedad de los agregados: Los por humedad se harán en los agregados fino y grueso y en el volumen unitario de agua de mezcla.

Pesos húmedos de los materiales por m³ de concreto.

Agregado grueso = (0.44 + 100)/100 = 1.0044

Agregado fino = (3.1 + 100)/100 = 1.031

Agregado grueso = 1.0079 x 604.16 = 608.93

Agregado fino = 1.031 x 824.60 = 850.16

Como los agregados se encuentran saturados, existe una cierta cantidad de agua le sobraría para encontrarse en la condición ideal de saturados con superficie seca (SSS)

a. Humedad superficial:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PELAL - HUIJAYAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
RESASQUE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

Agregado grueso = $0.44 - 10.80 = - 0.10\% \dots - 10.36\% = - 0.1036$

Agregado fino = $3,1 - 1.3 = 1.80\% \dots 1.80\% = 0.0180$

b. Aporte de humedad de los agregados:

Agregado grueso = $- 0.1036 \times 608.93 = - 63.09$

Agregado fino = $0.0180 \times 824.60 = 14.84$

Sumatoria es = 48.25 Lts/m^3

Agua efectiva = $205 - (48.25) = 156.75 \text{ lts/m}^3$

c. Los pesos del material ya corregidos serán:

Cemento..... 273.33 kg/m^3

Agua de diseño efectiva..... 156.75 lt/m^3

Agregado fino húmedo..... 850.16 kg/m^3

Agregado grueso húmedo..... 608.93 kg/m^3

PASO XV: Proporción en peso: Los valores anteriores dan la cantidad de cada uno de los materiales para preparar un metro cubico de concreto. Pero para nuestro diseño en laboratorio necesitamos cantidades reducidas.

Entonces expresamos las cantidades de proporción en peso.

$$\frac{273.33}{273.33} : \frac{850.16}{273.33} : \frac{608.93}{273.33} : \frac{156.75}{6.43}$$

$$1 : 3.11 : 2.23 : 24.38 \text{ lt/Bls.}$$



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

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

PASO XVI: Proporción en volumen

Las proporciones en volumen son:

$$\text{Agregado fino} = 1422 \times (3.10/100 + 1) = 1466.10 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 944 \times (0.44/100 + 1) = 948.16 \text{ kg/m}^3$$

PESO POR PIE³:

$$\text{Agregado fino} = 1466.10/35.32 = 41.51$$

$$\text{Agregado grueso} = 948.16/35.32 = 26.85$$

Entonces:

$$\text{Cemento} = (1 \times 42.5) / 42.5 = 1 \text{ pie}^3$$

$$\text{Agregado fino} = (3.11 \times 42.5) / 41.51 = 2.58$$

$$\text{Agregado grueso} = (2.23 \times 42.5) / 41.58 = 3.77$$

Entonces expresamos las cantidades de proporción en volumen

$$1 : 3.18 : 3.77 : 24.38 \text{ lt/pie}^3$$

Ya teniendo la dosificación adecuada se procede a elaborar las mezclas la cual constará de 9 especímenes (Patrón) para ensayarse a la compresión, de dimensiones de 6 x 12 pulgadas.

PASO XVII: Cálculo en kilogramos para la elaboración de probetas.

Peso del material en kilogramos

Cálculo del volumen de la probeta



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

Datos:

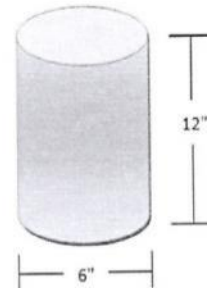
Diámetro (d)

Altura (h)

$$\text{Diámetro} = 6'' = 15.24 \text{ cm} = 0.1524 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 12'' = 30.48 \text{ cm} = 0.3048 \text{ m}$$

Figura N° 11: Dimensiones de la probeta.



Fuente: Elaboración Propio

Volumen de la probeta en pulgadas cúbicas.

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times 6^2 \times 12}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = 339.29 \text{ pulg}^3$$

Volumen de la probeta en centímetros cúbicos.

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times 15.24^2 \times 30.48}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = 5560 \text{ cm}^3$$

Volumen de la probeta en metros cúbicos.

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

$$\text{Vol. de la probeta} = \frac{\pi \times 0.1524^2 \times 0.3048}{4}$$

$$\text{Vol. de la probeta} = 0.005560 \text{ m}^3$$

Tabla N° 36: Peso del material en kilogramos.

Cemento	273.33 kg/m ³
Agua	156.75 lt/m ³
Agregado fino seco	850.16 kg/m ³
Agregado grueso seco	608.93 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 37: Peso en kilogramos para una probeta

Cemento	1.781 kg	1781.04 g
Agua	1.246kg	1246.54 g
Agregado fino seco	5.540 kg	5540.08 g
Agregado grueso seco	5.250 kg	5250.00 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 38: Peso en gramos para una probeta más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g
Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	5.307 kg	5307.00 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 39: Sustitución del Agregado grueso por cerámico reciclado en 20% por probeta, más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544,
 JEFE

Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	5.199 kg	5199.20 g
Agregado grueso (Cerámico)	1.062 kg	1062.40 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 40: Sustitución del Agregado grueso por cerámico reciclado en 40% por probeta, más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g
Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	3.899 kg	3899.40 g
Agregado grueso (Cerámico)	2.123 kg	2122.80 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 41: Sustitución del Agregado grueso por cerámico reciclado en 60% por probeta, más el 10% de pérdida.

Cemento	1.799 kg	1799.07 g
Agua	1.258 kg	1258.00 g
Agregado fino seco	5.595 kg	5595.14 g
Agregado grueso seco	2.599 kg	2599.60 g
Agregado grueso (Cerámico)	3.184 kg	1062.40 g

Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 TICALA - HIDALGO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

.- Resistencia a la Compresión.



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Justiniano Dionicio Jose Luis.

OBRA: "Resistencia a la Compresion de un Concreto con Sustitucion del Agregado Grueso en, 20% , 40% y 60% por Material Ceramico Reciclado 2017"

FECHA: 05/09/2017

F'c : 175 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	133.3	76.2
2	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	128.9	73.6
3	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	124.2	71.0
4	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	114.2	65.3
5	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	120.7	68.9
6	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	115.4	66.0
7	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	107.6	61.5
8	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	105.4	60.2
9	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	111.8	63.9
10	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	100.9	57.7
11	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	95.1	54.4
12	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	02/08/2017	7	100.1	57.2
13	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	152.2	87.0
14	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	142.3	81.3
15	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	154.7	88.4
16	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	140.5	80.3
17	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	147.8	84.5
18	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	142.3	81.3
19	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	133.2	76.1
20	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	131.7	75.3

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
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
ELECTRICOS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEEB

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
SOLICITA : Bach. Justiniano Dionicio Jose Luis.

OBRA: "Resistencia a la Compresion de un Concreto con Sustitucion del Agregado Grueso en, 20% , 40% y 60% por Material Ceramico Reciclado 2017"

FECHA: 05/09/2017

F'c : 175 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
21	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	126.8	72.4
22	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	119.6	68.3
23	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	108.5	62.0
24	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	09/08/2017	14	118.2	67.6
25	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	175.2	100.1
26	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	179.0	102.3
27	CONCRETO PATRON	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	179.5	102.6
28	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	165.6	94.6
29	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	160.0	91.5
30	CONCRETO SUSTITUCION 20%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	157.6	90.1
31	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	157.3	89.9
32	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	153.8	87.9
33	CONCRETO SUSTITUCION 40%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	154.2	88.1
34	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	151.6	86.6
35	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	144.8	82.7
36	CONCRETO SUSTITUCION 60%	-	-	26/07/2017	23/08/2017	28	150.3	85.9

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
 FIEL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 FUNDACIONES NATURALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116044
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS	: "Resistencia a la Compresion de un Concreto con Sustitucion del Agregado Grueso en, 20% , 40% y 60% por Material Ceramico Reciclado 2017"		
SOLICITA	: Bach. Justiniano Dionicio, Jose Luis		
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA	: 27/072017
PROG. (KM.)	:	ASESOR	:
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	:		
MUESTRA	: CERAMICO RECICLADO		
PROF. (m)	:		
AGREGADO GRUESO			
N° TARRO		46	38
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1186.5	1097.0
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1184.0	1093.1
PESO DE AGUA	(g)	2.50	3.90
PESO DEL TARRO	(g)	175.40	169.4
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1008.60	923.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.25	0.4
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0.34	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ESTRUCTURAS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

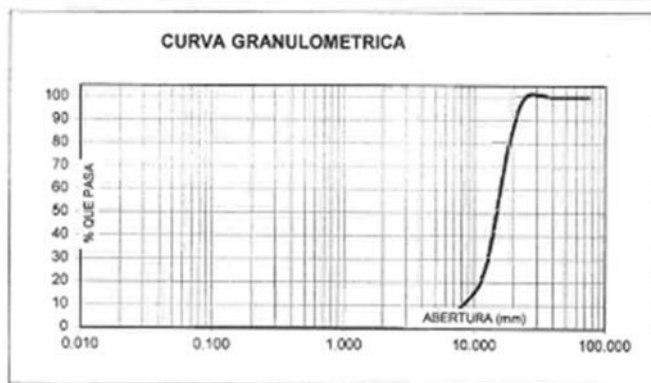
SOLICITA : **Bach. Justiniano Dionicio, Jose Luis**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto con Sustitucion del Agregado Grueso en, 20% , 40% y 60% por Material Ceramico Reciclado 2017"
 LUGAR : **HUARAZ**
 FECHA : 27/07/2017 CANTERA : **RECICLADO** MATERIAL : **CERAMICO**

PESO SECO INICIAL	10734.5
PESO SECO LAVADO	10734.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No 3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	1899.50	17.70	17.70	82.30
1/2"	12.500	5892.00	54.89	72.58	27.42
3/8"	9.500	1443.50	13.45	86.03	13.97
N° 4	4.750	1429.50	13.32	99.35	0.65
N° 8	2.360	70.00	0.65	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		10734.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7.03
 HUMEDAD : 0.34%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 C.M.: 316544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Bach. Justiniano Dionicio, Jose Luis
OBRA : "Resistencia a la Compresion de un Concreto con Sustitucion del Agregado Grueso en, 20% , 40% y 60% por Material Ceramico Reciclado 2017"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : RECICLADO
MATERIAL : CERAMICO
FECHA : 27/07/2017

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

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

631.2	777.2	783.8
325.0	403.0	406.0
306.2	374.2	377.8
569.7	695.8	713.6
244.7	292.8	307.6
10.80	11.70	9.84
10.8		

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

PROMEDIO		
1.86	1.86	1.89
2.06	2.08	2.07
2.33	2.38	2.32

PROMEDIO

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

1.86
2.07
2.35



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS Y
 GEOTECNIA
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Justiniano Dionicio, Jose Luis
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto con Sustitucion del Agregado Grueso en, 20% , 40% y 60% por Material Ceramico Reciclado 2017"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : RECICLADO
MATERIAL : CERAMICO
FECHA : 27/07/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	14130	14120	14125
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	8820	8810	8815
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	944	943	944
Peso unitario prom.	944 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	15580	15565	15572
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	10270	10255	10262
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1099	1098	1099
Peso unitario prom.	1099 Kg/m3		



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