

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA**



**Resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210$
kg/cm² al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por
cascara de huevo**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Reyes Chaupis Miguel Angel

Asesor:

Solar Jara Miguel Angel

Huaraz – Perú

2019

ÍNDICE

Contenido	
Palabras clave – keys words – línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
I. Introducción	1
II. Metodología	30
III. Resultados	33
IV. Análisis y discusión	44
V. Conclusiones y recomendaciones	47
VI. Agradecimientos	48
VII. Referencias bibliografía	49
VIII. Anexos y apéndice	50

Lista de tablas

Tabla 1. Valores máximos admisibles de sustancias existentes en el agua	8
Tabla 2. Límites granulométricos para el agregado fino	14
Tabla 3. Componentes principales del cemento portland tipo I	19
Tabla 4. Empresas que producen cemento en el Perú y su capacidad	20
Tabla 5. Composición química general de la cascara de huevo	21
Tabla 6. Diseño en bloque de las probetas	30
Tabla 7. Resultado de fluorescencia de rayos X de la ceniza de la cascara de huevo	34
Tabla 8. PH del cemento, ceniza de cascara de huevo y su combinación	35
Tabla 9. Contenido de humedad del agregado fino	35
Tabla 10. Contenido de humedad del agregado grueso	36
Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado fino	36
Tabla 12. Peso específico y absorción del agregado grueso	37
Tabla 13. Peso unitario suelto agregado fino	37
Tabla 14. Peso unitario compactado agregado fino	38
Tabla 15. Peso unitario suelto agregado grueso	38
Tabla 16. Peso unitario compactado grueso	39
Tabla 17. Análisis granulométrico arena	39
Tabla 18. Análisis granulométrico grava	40
Tabla 19. Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del concreto patrón	40
Tabla 20. Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del concreto sustituyendo al 4% de ceniza de cascara de huevo	40
Tabla 21. Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del concreto sustituyendo al 6% de ceniza de cascara de huevo	41
Tabla 22. Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del concreto sustituyendo al 8% de ceniza de cascara de huevo	41
Tabla 23. Ensayos de compresión del concreto patrón y experimental	41

Tabla 24. Resistencias a la compresión de probetas de concreto con un porcentaje de Cemento sustituido por C.C.H. según días de curado	42
Tabla 25. Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de concreto	43
Tabla 26. Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto es diferente.	43

Lista de figuras

Figura 1. Agregado grueso	12
Figura 2. Agregado fino	13
Figura 3. Distribución de vol. sólidos, poros y vacíos	15
Figura 4. Condiciones de humedad de los agregados	18
Figura 5. Cascara de huevo	21
Figura 6. Principales regiones productoras de huevo	22
Figura 7. Rendimiento promedio de producción de huevo por región - 2015	23
Figura 8. Consumo promedio anual huevos, según ambiente (kg/persona)	24
Figura 9. Análisis termo gravimétrico de la ceniza de cascara de huevo	33
Figura 10. Curva calorimétrica ATD de la ceniza de cascara de huevo	33
Figura 11. Resistencia promedio del concreto patrón y experimental	42

Lista de diagrama

Diagrama1. Recolección de la cascara de huevo	25
---	----

PALABRAS CLAVES:

Tema	Resistencia del concreto
Especialidad	Tecnología del concreto

KEY WORDS:

Theme	Concrete resistance
Specialty	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACION (OCDE)

- 1 Ingeniería y tecnología
- 1.2. Ingeniería Civil
- 1.2.1 Ingeniería Civil

Resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo

Resumen:

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo general obtener la resistencia a compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² al sustituir al cemento en 4%,6% y 8% por cenizas de cascara de huevo, estudio que se realizó en la ciudad de Huaraz en el año 2018, con la finalidad de encontrar alternativas de materiales para ser aplicados en el campo de la ingeniería civil. La metodología de trabajo de investigación es de tipo correlacionar y el diseño de la investigación es experimental. En el estudio respectivo se elaboró 36 probetas de concreto para los ensayos de resistencia a compresión.

Así mismo se determinaron las concentraciones óptimas de la ceniza de cascara de huevo que se sustituyó a la mezcla de concreto para que dicha sustitución pueda trabajar eficientemente. En cuanto a la cenizas de cascara de huevo el método a utilizarse es la calcinación de la cascara de huevo para luego colocarlo en un horno de mufla y alcanzar una temperatura uniforme de calcinación, se utilizó agregados de la cantera Rolan, cascara de huevo de la panadería “Salazar” de la ciudad de Huaraz, ubicado en la Av. Gamarra N°755 – Huaraz– Ancash.

La ceniza de cascara de huevo fue activado a 700°C y desarrollando altos contenidos de óxido de calcio, los resultados que se obtuvieron son favorables en cuanto a su trabajabilidad y resistencia del concreto con la sustitución de cenizas de cascara de huevo en comparación con el concreto patrón, que se obtuvieron resultados favorables con la sustitución del cemento por la ceniza de cascara de huevo con el 8% mejorando la resistencia y superando el concreto patrón.

Abstract:

The objective of this research study was to obtain the compressive strength of a concrete $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ by replacing the cement in 4%, 6% and 8% with egg shell ashes, a study carried out in the city of Huaraz in 2018, with the purpose of finding alternative materials to be applied in the field of civil engineering. The research work methodology is correlated type and the research design is experimental. In the respective study, 36 concrete specimens were prepared for compression resistance tests.

Likewise, the optimal concentrations of the egg shell ash that was substituted for the concrete mixture were determined so that said substitution can work efficiently. Regarding egg shell ashes, the method to be used is the calcination of the egg shell to place it in a muffle furnace and reach a uniform calcination temperature, using aggregates from the Rolan quarry, eggshells from the bakery "Salazar" of the city of Huaraz, located at Av. Gamarra N ° 755 - Huaraz- Ancash.

The eggshell ash was activated at 700°C and developing high contents of calcium oxide, the results obtained are favorable in terms of its workability and strength of the concrete with the replacement of egg shell ashes compared to the concrete pattern, which obtained favorable results with the replacement of the cement by the egg shell ash with 8% improving the resistance and exceeding the concrete pattern.

I. INTRODUCCION

De los antecedentes encontrados se ha elegido algunos trabajos relevantes a esta investigación, como el de Reiban, D (2017) con su tesis de investigación tuvo como objetivo determinar experimentalmente las propiedades químicas, físicas y mecánicas de matrices cementicias con adición de cascara de huevo pulverizado deshidratado para la valoración de sus posibles usos en construcciones arquitectónicas y su porcentaje permitido trabajando como un conglomerante, la cascara de huevo es un material de desecho orgánico que posee en mayor cantidad carbonato de calcio pero al ser calcinado se convierte en oxido de calcio con un proceso de calcinación de 450°C, 700°C y 1000°C. El investigador obtuvo las siguientes conclusiones:

Al hacer una comparativa de la temperatura correcta para un conglomerante de buena calidad, se procede a la calcinación de CH a 450°C, 700°C y 1000°C para luego realizar una medición de los componentes químicos mediante la pistola de Eflorescencia de Rayos X en donde se obtuvo los siguientes resultados, los cuales sirvieron para argumentar el uso de la CHM 450°C CaO en 75.99%, AL₂O₃ en 4.3%, SiO₂ en 0.15% y P₂O₃ en 1.93%, CHM 700°C CaO en 82.56%, AL₂O₃ en 0.96%, SiO₂ en 0.16% y P₂O₃ en 1.79%, CHM 1000°C CaO en 80.76%, AL₂O₃ en 1.4%, SiO₂ en 1.97% y P₂O₃ en 2.94%. Se concluye que luego de dichos procesos experimentales, la utilización de la cascara de huevo marrón de gallina es apta para sumergirse en el campo de la construcción.

Por otro punto, en la investigación Ludovico y Hideo (2015), en su artículo “Compuesto de Cascara de Huevo y Mortero de Cemento Portland”, el tipo de investigación fue descriptivo y el diseño experimental, Las actividades agroindustriales generan una grande cantidad de residuos, los cuales, aún no son explotados de forma racional. Generalmente los residuos agroindustriales son desechados en la naturaleza sin control o simplemente son quemados al aire libre, contribuyendo para la degradación ambiental. Resultante del procesamiento del huevo, la cáscara es un tipo de residuo que presenta un grande potencial para aplicación en la construcción, sobre todo por constituirse principalmente de carbonato de calcio.

En este trabajo se evaluó el comportamiento de la cáscara de huevo mezclada con la pasta de cemento, por medio de ensayo de la curva de hidratación.

Los resultados obtenidos indicaron la necesidad de aplicar tratamientos a la cáscara para minimizar su perturbación al fraguado del cemento. En una segunda etapa de la investigación fueron fabricados morteros de cemento, arena y cáscara de huevo tratada. Las probetas fueron evaluadas por ultrasonido y al fin de 21 días de secado, las probetas fueron ensayadas en la compresión simple. Los resultados de los ensayos indicaron la influencia del tipo de cemento, del tratamiento y de la proporción entre los constituyentes en la resistencia del compuesto.

Así mismo, Ríos (2016), en su tesis para obtener el título de ingeniero civil denominada “Evaluación de la Resistencia del Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ con Adición de Cascara de Huevo”, se realiza con el fin de evaluar la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, cuando se adiciona un porcentaje de cascara de huevo pulverizada sustituyendo al cemento en porcentajes de 5.00% y 10.00% en el diseño. Los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, indican que la probeta de concreto con adición de cascara de huevo presentó mayor resistencia a la compresión a comparación del concreto convencional (patrón) y como también al obtener los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto con adición de cascara de huevo se obtuvo un concreto de alta resistencia a edad de 7 días de curado, es decir que la cascara de huevo pulverizada es un aditivo acelerante natural. En la mezcla de concreto con adición de cascara de huevo en porcentaje de 5% sustituyendo al cemento, se obtuvo un concreto de alta resistencia de $F'c=230.12\text{kg/cm}^2$ a temprana edad de 7 días de curado, y a los 28 días de curado una resistencia promedio de $F'c=277.20\text{kg/cm}^2$. En la mezcla de concreto con adición de 10% de cascara de huevo, presentó una alta resistencia de $F'c=348.28\text{kg/cm}^2$ a edad de 28 días de curado.

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que serán útiles para el desarrollo de la investigación, tales como: Entre los avances recientes en la tecnología del concreto, podemos mencionar el desarrollo de mezclas de concreto autoconsolidable (Okamura, 1997), con contenidos de agua relativamente bajos. Con la introducción de nuevos aditivos y materiales suplementarios (naturales o industriales), se han obtenido concretos altamente trabajables, con mejores propiedades mecánicas y de durabilidad. Estos concretos han sido llamados concretos de alto comportamiento (HPC).

Entre sus propiedades comprende el mejoramiento en la trabajabilidad y compactación evitando la segregación, mejorando a largo plazo las propiedades mecánicas, alta resistencia a edad temprana, estabilidad de volumen y vida útil de servicio en condiciones ambientales agresivas (Carino y Chipton).

El concreto material constituido por la mezcla de ciertas proporciones o porcentajes de cemento, agua y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material resistente e ideal para la construcción (Díaz , 2010).

El concreto es uno de los materiales más comunes en la construcción por gran variedad de aplicaciones, que van desde la estructura de un edificio hasta vías de ferrocarriles. También es usado en fundiciones, pavimentos, carreteras, tanques de almacenamiento y muchas otras estructuras. De hecho es difícil encontrar una estructura en la que no se haya usado concreto de alguna manera para su construcción. Además es uno de los materiales de construcción más económicos y versátil (Somyaji, 1995).

Tipos de concreto:

Por el peso específico:

Ligero: Cuyo Peso Unitario se encuentre entre 1200 – 2000 Kg/m³.

Normal: Cuyo Peso Unitario se encuentre entre 2000 – 2800 Kg/m³.

Pesado: Cuyo Peso Unitario se encuentre entre >2800 Kg/m³.

Según su aplicación:

Simple: Concreto sin ninguna armadura. buena resistencia a compresión.

Armado: Con acero. Buena resistencia a compresión y a flexión.

Pretensado: Resistencia a tracción: viguetas.

Postensado: Resistencia a tracción: se introducen fundas.

Por su resistencia:

Convencional: 10% agua, 15% cemento, 35% arena, 40% grava.

De alta resistencia: 5% agua, 20% cemento, 28% arena, 41% grava, 2% adiciones, 2% aditivos.

Resistencia del concreto

Los principales factores que gobiernan la resistencia del concreto son los siguientes: relación agua/materiales cementantes, condiciones de curado (humedad y temperatura), edad, características y cantidad del material cementante, características y cantidad de los agregados, tiempo de mezclado, grado de compactación y el contenido de aire (Práctica estándar para el curado del concreto, ACI 308).

La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades usada en EEUU o en mega pascales (MPa) en unidades del Sistema Internacional (SI). Los requerimientos para la resistencia a la compresión pueden variar desde 2.500 psi (17 MPa) para concreto residencial hasta 4.000 psi (28 MPa) y más para estructuras comerciales. Para determinadas aplicaciones se especifican resistencias superiores hasta de 10.000 psi (70 MPa) y más (Grudemo, 1975; Harmsen, 2005; Rivva, 2007).

Se han hecho numerosos intentos de establecer expresiones para estimaciones cuantitativas de resistencia en función de la composición. Normalmente, esos intentos se han basado en métodos estadísticos, como análisis de regresión múltiple, que resultan en expresiones de la siguiente forma:

$$\sigma_t = a_{0,t} + \sum a_{i,t} X_{i,t}$$

Dónde:

t = Resistencia medida después de t días de endurecimiento.

$X_{i,t}$ = Variables independientes, que normalmente incluyen uno o más de los minerales de Clinker.

$a_{0,t}$, y $a_{i,t}$ = Constantes de regresión, determinados por el análisis estadístico.

Propiedades del concreto endurecido

En la etapa de endurecimiento del concreto, es cuando la mezcla adquiere la resistencia para la cual fue diseñada (Torrado & Porras, 2009).

Las propiedades mecánicas que comúnmente se evalúan al concreto en estado endurecido son la resistencia a la compresión, la flexión, el módulo de elasticidad estático y dinámico entre otros aspectos, siendo la más común la prueba a compresión.

Existen diversas técnicas invasivas y no invasivas, para medir la Resistencia de un concreto siendo las no invasivas más ventajosas por cuanto la estructura endurecida no se ve afectada tanto como la invasiva que puede deteriorar las caras del concreto. Dentro de las pruebas no invasivas utilizadas para medir la resistencia del concreto están (Serrano, 2010).

Resistencia a compresión

Algunas propiedades del concreto endurecido están relacionadas con esta resistencia, como son: densidad, impermeabilidad, durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la tensión, resistencia a los sulfatos. Esto no quiere decir que estas propiedades sean una función simple y única de la resistencia a la compresión, sino que, un concreto de mayor resistencia a la compresión tendrá mejores propiedades (Neville, 1999).

Los principales factores que gobiernan la resistencia del concreto son los siguientes: relación agua/materiales cementantes, condiciones de curado (humedad y temperatura), edad, características y cantidad del material cementante, características y cantidad de los agregados, tiempo de mezclado, grado de compactación y el contenido de aire (Práctica estándar para el curado del concreto, ACI 308).

Cualquier tipo de vacíos llenos de aire reduce la resistencia del concreto en una proporción de 5% de reducción de resistencia por cada 1% de aumento en el volumen de los vacíos llenos de aire (Mather & Ozyildirim, 2004).

La resistencia del concreto es fundamentalmente una función de su volumen de vacíos. La influencia del volumen de poros sobre la resistencia puede expresarse por la ecuación exponencial del tipo (3) (Grudemo, 1975):

$$F_c = f'_{c,0}(1 - p)^2$$

Dónde:

p = porosidad, es decir, el volumen de huecos expresado como una fracción del volumen total del concreto.

F'_c = resistencia del concreto con porosidad p

$f'_{c,0}$ = resistencia a porosidad cero

Existe una relación inversa fundamental entre la porosidad y la resistencia de los sólidos que para los materiales homogéneos simples, puede expresarse por la fórmula:

$$S = S_0 e^{-kp}$$

En donde S es la resistencia del material que tiene una porosidad dada p ; S_0 es la resistencia intrínseca a porosidad cero; y k es una constante (Mehta y Monteiro, 1998).

Diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm² propuesto por ACI

El diseño de concreto es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, se denomina también diseño de mezcla, se define como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos con la finalidad de obtener un producto que en estado no endurecido tenga las propiedades, especialmente trabajabilidad y consistencia, deseadas, y que en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y especificaciones de obra (Abanto, 2000).

La selección de las proporciones de la mezcla está determinada por:

- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, que son requerimientos del diseñador o que se encuentran indicadas en las especificaciones de obra.
- Las propiedades del concreto en estado no endurecido, que dependen del tipo y característica de la obra y de las técnicas empleadas en la colocación del concreto.
- El costo de la unidad cúbica de concreto.

Si se toma en cuenta estos criterios, se podrá obtener una primera aproximación de las proporciones de los materiales que componen la unidad cúbica de concreto.

Pero estas proporciones, sea cual fuere el procedimiento para determinarlas, deberán ser siempre consideradas como valores de prueba sujetos a revisión y ajustes sobre la base de los resultados obtenidos en laboratorio y obra.

Pruebas y mediciones de resistencia del concreto

Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas curadas de manera estándar según la norma ASTM C31 Práctica Estándar para Elaborar y Curar Probetas de Ensayo de Concreto en Campo. Para estimar la resistencia del concreto in situ, la norma ASTM C31 formula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo a ASTM C39, Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto (National Ready Mixed Concrete Association, s/f).

La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura por (\div) el área promedio de la sección. C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud- diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos 2 cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 10 psi (0.1 MPa) (National Ready Mixed Concrete Association, s/f).

Agua

El agua, es un elemento de especial cuidado dentro el hormigón, debido al papel importante que desempeña, como agua de amasado y principalmente como agua de curado (Quiroz & Salamanca, 2006).

El agua en el concreto: El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido (Abanto, 2010).

El Agua de Amasado: cumple una doble función en el hormigón, por un lado participa en la reacción de hidratación del cemento, y por otro confiere al hormigón el grado de trabajabilidad necesaria para una correcta puesta en obra.

La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario para conferirle a la pasta la trabajabilidad requerida, según las condiciones en obra, ya que el agua en exceso se evapora y crea una red de poros capilares que disminuyen su resistencia.

El Agua de Curado: es la más importante durante la etapa del fraguado y el primer endurecimiento. Tiene por objeto evitar la desecación, mejorar la hidratación del cemento y evitar la retracción prematura.

El Agua de Curado tiene una actuación más duradera que el Agua de Amasado, y por lo tanto se corre más riesgos al aportar sustancias perjudiciales con el Agua de Curado que con el Agua de Amasado.

Requisitos que debe cumplir

El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá de ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, material orgánico y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto o al acero (Abanto, 2010).

También deberá hacerse un ensayo de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, preparando testigos con agua destilada o potable y con el agua cuya calidad se quiere evaluar, considerándose como satisfactorias aquellas que arrojen una resistencia mayor o igual al 90% que la del concreto preparado con agua potable (Abanto, 2010).

Tabla 1.

Valores máximos admisibles de sustancias existentes en el agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Cloros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia organica	10 ppm

Fuente: Flavio Abanto (2010). Tecnología del concreto Editorial "San Marcos":Lima

Calidad del agua

El agua para amasar y curar el hormigón será satisfactoria si es potable (adecuada para el consumo humano).

Esta debe estar razonablemente limpia y sin cantidades dañinas de materia orgánica, fango y sales. El límite máximo de turbidez debe ser de 2000 ppm. Cuando las impurezas en el agua de mezclado son excesivas pueden afectar no solo el tiempo de fraguado, la resistencia y estabilidad del volumen sino también provocar eflorescencia o corrosión en el refuerzo.

En general se puede usar para mezclado y curado del hormigón, sin necesidad de realizar análisis, agua clara que no tenga sabor ni olor notorio, con excepción, casi exclusivamente, a las aguas de alta montaña ya que su gran pureza les confiere carácter agresivo para el hormigón (Quiroz & Salamanca, 2006).

Características del agua

En estado fresco: Facilitan una adecuada manipulación y colocación (Torre, 2004).

En estado endurecido: La conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas. Es importante conocer la velocidad de reacción entre el cemento y el agua porque esta velocidad determinara el tiempo de fraguado y de endurecimiento. La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que conceda tiempo al transporte y colocación del concreto.

Sin embargo, una vez que el concreto ha sido colocado y terminado, es deseable tener un endurecimiento rápido. El yeso, que es adicionado en el molino de cemento durante la molienda del Clinker, actúa como regulador de la velocidad inicial de hidratación del cemento Portland. Otros factores que influyen en la velocidad de hidratación incluyen la finura de la molienda, los aditivos, la cantidad de agua adicionada y la temperatura de los materiales en el momento del mezclado (Torre, 2004).

Curado del concreto: El aumento de resistencia continuará con la edad mientras se encuentre cemento sin hidratar, a condición de que el concreto permanezca húmedo o tenga una humedad relativa superior a aproximadamente el 80% y permanezca favorablemente la temperatura del concreto.

Cuando la humedad relativa dentro del concreto sea aproximadamente del 80% o la temperatura del concreto descienda por debajo del punto de congelación, la hidratación y el aumento de resistencia virtualmente se detiene. Si se vuelve a saturar el concreto luego de un periodo de secado, la hidratación se reanuda y la resistencia vuelve a aumentar.

Sin embargo lo mejor es aplicar el curado húmedo al concreto de manera continua desde el momento en que se ha colocado hasta cuando haya alcanzado la calidad deseada debido a que el concreto es difícil de restaurar (torre, 2004). Hamsem, (2005), en su libro “Diseño de estructuras de concreto”, afirma que el curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de la hidratación del cemento.

El curado pretende controlar el movimiento de temperatura y humedad hacia dentro y hacia afuera del concreto. Busca también, evitar la contracción de fragua hasta que el concreto alcance una resistencia mínima que le permita soportar los esfuerzos inducidos por ésta. La falta de curado del concreto reduce drásticamente su Resistencia.

Requisitos del comité 318 del ACI

El agua empleada en el mezclado del concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica, u otras sustancias peligrosas para el concreto o el refuerzo.

El agua de mezclado para concreto premezclado o para concreto que deberá contener elementos de aluminio embebidos, incluida la porción del agua de mezclado/vaciado que es contribuida en forma de agua libre sobre el agregado, no deberá contener cantidades peligrosas de ion cloruro.

No deberá emplearse en el concreto las aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas.

La selección de las proporciones del concreto deberá basarse en mezclas de concreto en las que se ha empleado agua de la misma fuente.

Agregados

Se denomina agregado a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados: Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Granulometría

Neville (1999), en su libro “Tecnología del Concreto”, señala que la granulometría es la operación de separar una muestra de agregado en fracciones, cada una de las cuales consta de partículas del mismo tamaño. En la práctica cada fracción contiene partículas que se encuentran dentro de límites específicos, que son las aberturas de los tamices normales de muestreo.

Según Céspedes (2003), en su libro “Resistencia a la comprensión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido”, la granulometría se entiende como la distribución de los tamaños de las partículas o granulometría de un agregado es una característica importante debido a que determina los requerimientos de la pasta para lograr un concreto trabajable. Debido a que el cemento es el componente más costoso del concreto, es deseable, minimizar el costo del concreto utilizando la menor cantidad de pasta consistente con la producción de un concreto que pueda ser manejado, compactado, acabado y proporcionar la resistencia y durabilidad necesaria

Los factores fundamentales que rigen la granulometría deseada de los agregados son: el área superficial del agregado, que determina la cantidad de agua necesaria para mojar todos los cuerpos sólidos; el volumen relativo ocupado por el agregado; la trabajabilidad de la mezcla, y su tendencia a la segregación.

Para Neville (1999) la granulometría es un factor importante en la trabajabilidad de la mezcla de concreto. A su vez, la trabajabilidad, afecta las cantidades de agua y cemento, controla la segregación, ejerce cierto efecto en el sangrado e influye en la colocación y el acabado del concreto. Esos factores representan las características importantes del concreto fresco y también afecta sus propiedades cuando ya ha fraguado: resistencia, contracción y durabilidad.

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

Según Rivva (2007), en su libro “Tecnología del Concreto”. Diseño de mezclas., el agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas y que cumple con la norma NTP 400.037; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

Se denomina agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 y cumple los límites establecidos en la NTP 400.037. Puede consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. Debe estar conformado por partículas limpias, estables, libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa (Neville, 1999).



Figura 1. Agregado grueso

La resistencia a la compresión del agregado no será menor de 600 kg/cm². Estará graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más de 6% del agregado que pasa la malla ¼”.

El tamaño máximo del agregado a tomar será:

- 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados
- 1/3 de la altura de las losas
- ¾ del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo. Para el caso de ser necesario el lavado del material este debe hacerse con agua libre de materia orgánica, sales o sólidos en suspensión.

Agregado fino

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8” y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas y cumple con la norma NTP – 400.037. La granulometría del agregado fino empleado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo. El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la malla N° 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla (Neville, 1999).



Figura 2. Agregado fino

Rivva (2007) afirma que el agregado fino debe tener un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Ello no excluye la posibilidad de emplear agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas en la selección de las proporciones de la mezcla. Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas. El agregado fino es aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa al tamiz 3/8”.

Que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. Podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes. Debe estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

Tabla 2.

Limites granulométricos para el agregado fino

TAMIZ ESTÁNDAR	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" (9.51 mm)	100
N° 4 (4.75 mm)	95 a 100
N° 8 (2.38 mm)	80 a 100
N°16 (1.19 mm)	50 a 85
N°30 (0.595 mm)	25 a 60
N°50 (0.297 mm)	5 a 30
N°100 (0.148 mm)	0 a 10

Fuente: norma técnica peruana NTP 400.037

Clasificación de los agregados según su densidad.

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

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

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

Propiedades físicas de los agregados

Pasquel (1998) considera que las propiedades físicas de mayor importancia son la de peso específico, peso unitario, humedad, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas standard que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas.

Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos a las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas:

Peso específico

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas NTP 400.021 y establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. En la Figura 3 se muestra gráficamente la distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno, estableciéndose las siguientes expresiones para la determinación en laboratorio del peso específico:

Peso específico de masa seca.

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} = \frac{A}{V_{ag} * D_a}$$

Peso específico saturado superficialmente seco.

$$P_{ess} = \frac{B}{B - C} = \frac{B}{V_{ag} * D_a}$$

Peso específico aparente.

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C} = \frac{A}{V_s * D_a}$$

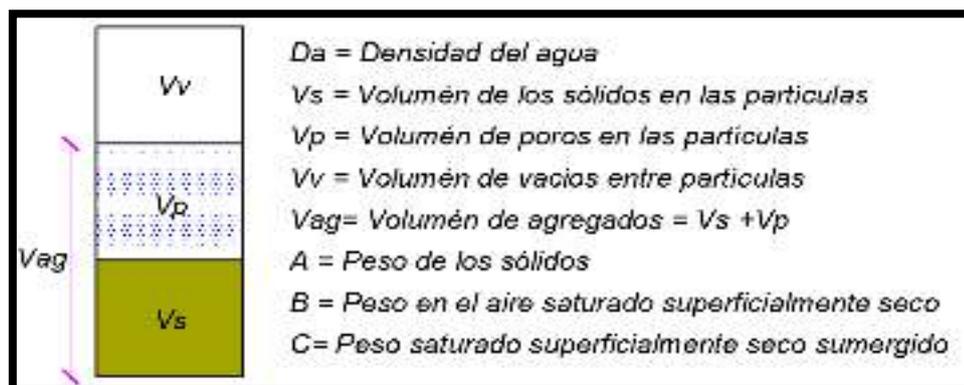


Figura 3. Distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno.

Hay que tomar en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 kg/m³.

Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para la determinación del peso unitario suelto y compactado se encuentra en la norma NTP 400.017. El valor obtenido para el peso unitario compactado, es el que se emplea en algunos métodos de diseños de mezclas para estimar las proporciones; por otro lado, el peso unitario suelto se emplea para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen. La expresión para calcular esta propiedad es la siguiente:

$$\text{Peso Unitario} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Volumen total}}$$

Porcentaje de vacíos

Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.

La misma norma NTP 400.017 indicada anteriormente establece la fórmula para calcularlo, empleando los valores de peso específico masa y peso unitario:

$$\% \text{Vacios} = \frac{\text{Pem} * \text{Da} - \text{P:U}}{\text{Pem} * \text{Da}} * 100$$

Donde:

Pem : Peso específico de la masa

Da : Densidad del agua

P.U : Peso unitario seco

Absorción

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias. Las normas NTP 400.021 y 400.022 establecen la metodología para su determinación expresada en la siguiente fórmula:

$$\%Absorción = \frac{\text{Peso S.S.S} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}}$$

Humedad

La estructura interna de una partícula de agregado, se constituye de materia sólida y de vacíos que pueden contener o no agua. El contenido de humedad, es la relación entre el peso del agua contenido en el agregado y el peso del agregado sólido seco, expresado en porcentaje. Según la norma NTP 339.185 la humedad se expresa de la siguiente manera:

$$\%Humedad = \frac{\text{Peso Original de la muestra} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}} * 100$$

Las condiciones de humedad de los agregados, se muestran en la Figura 4. Y son:

Secados al horno: son completamente absorbentes.

Secados al aire: están secos en la superficie de la partícula pero contienen cierta humedad interior, siendo por lo tanto algo absorbentes.

Saturados y superficialmente secos (sss): no absorben ni ceden agua a la mezcla de concreto.

Húmedos: contienen un exceso de humedad en la superficie (agua libre).

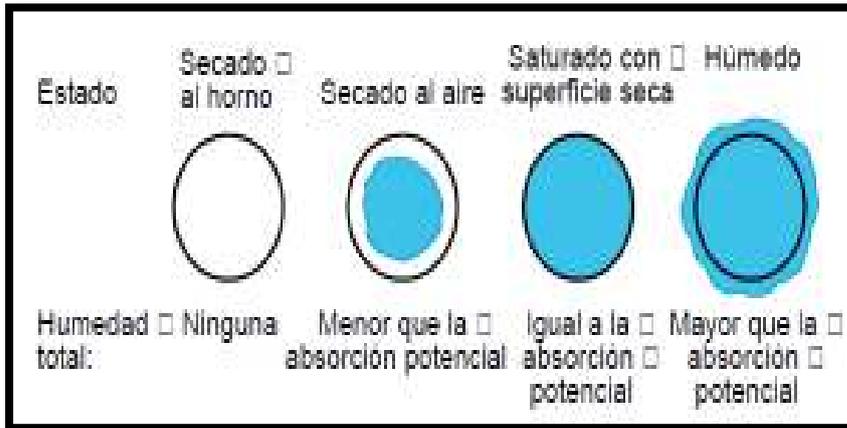


Figura 4. Condiciones de humedad de los agregados.

Cemento

El cemento portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda. El cemento portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua formada una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad (Torre, 2004).

En la composición del cemento se puede distinguir dos tipos básicos de óxidos:

Los óxidos principales, constituidos por los de carácter básico como la cal (CaO) y los de carácter ácido, sílice (anhídrido silícico SiO_2), la alumina (óxido de aluminio Al_2O_3) y la hematitas (óxido férrico Fe_2O_3), estos tres componentes ácidos son los responsables de la hidraulicidad del cemento al reaccionar con la cal constituyendo compuestos.

Los óxidos secundarios, constituidos por: la magnesia (óxido magnésico MgO y anhídrido sulfúrico SO_3), cal libre (óxido de cal CaO), álcalis (óxido sódico Na_2O y óxido potásico K_2O).

Estos óxidos generalmente suelen ser nocivos y por eso su presencia está limitada por la norma. (Alcaraz, pag.13)

Tabla 3:
Componentes principales del cemento Portland tipo I

OXIDOS	CONTENIDO (%)
Oxido de calcio (CaO)	60-67
Oxido de sílice (SiO ₂)	17-25
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	3-8
Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.5-6
Oxido de Magnesio MgO	0.1-4
Alcalis	0.2-1.3
Óxido de azufre (SO ₃)	1-3.

Fuente: Concreto Simple (2013).

Tipos de cemento

Los cementos portland se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de normas para el cemento portland (Abanto, 2010).

Tipo I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general cuando en las mismas no se especifican la utilización de los otros cuatro tipos de cemento.

Los cementos en el Perú

El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 kg. De papel krap extensible tipo Klupac, que usualmente están entre dos y cuatro pliegos, de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo eventualmente y por condiciones especiales pueden ir provistas de un refuerzo interior de polipropileno. Estas bolsas son ensayadas para verificar su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad y resistencias mecánicas.

Las fábricas cementeras Nacionales están preparadas para realizar la comercialización del cemento en bolsones con capacidad de 1.5 toneladas a estos se les conoce como big bag. Además se puede despachar estos cementos a granel. La capacidad instalada (Tn/Año), así como los mercados de cada uno de estas fábricas de cemento se muestran a continuación (Torre, 2004):

Tabla 4:
Empresas que producen cemento en el Perú y su capacidad

EMPRESA	CAP. INST.	MERCADO
Cementos Lima S.A	4300000	Lima, Callao, Ica, Ancash
Cementos Pacasmayo S A A	2300000	La Libertad, Amazonas, Ancash Cajamarca, Piura, Tumbes.
Cemento Andino S A Cerro de Pasco, Loreto, Ucayali, San Martin, Ayacucho.	1060000	Lima, Callao, Junín, Huancavelica,
Yura S A	600000	Arequipa, Moquegua, Tacna, Apurímac.
Cemento Sur S A Madre de Dios, Moquegua.	155000	Puno, Cusco, Apurímac, Tacna,

Fuente: Ana torre (2004). Curso básico de tecnología del concreto, Lima

Cascara de huevo

La producción y consumo del huevo en los últimos 3 años aumento considerablemente en nuestro país debido a que el consumo del huevo que es un alimento renovable cada día se incrementa aún más con la tasa de crecimiento.

Sin embargo el consumo del huevo genera residuos no utilizados como la cascara la población no le da un valor útil en su totalidad lo cual conlleva a parar a la basura. En nuestro país en el año 2004 anualmente consumimos 118 huevos por persona pero en el 2014 se elevó consumiendo 186 por persona, pero que aún es bajo comparado con México por la compra de 354 huevos por persona.

Según información del Ministerio de Agricultura (Minagri), en el Perú se comen menos **huevos** al año que en Argentina (230), Brasil (220), El Salvador (207) y Colombia (188). Solo Chile tiene una tasa de consumo similar al Perú con 183 huevos anuales. No hay necesidad de importar huevos en el peru, por lo que el 100% que se consume es de producción nacional.

La cascara de huevo a menudo se desechan, lo que afecta negativamente al medio ambiente. En la literatura, los estudios sobre las propiedades puzolánicas de desechos de la cascara de huevo son escasos. Pocos estudios se han llevado a cabo para estudiar los residuos de la cascara de huevo como material puzolánico.



Figura 5. Cascara de huevo

La composición química de la cascara de huevo al secarse al sol, quemada al aire libre y luego calcinado en un horno de mufla a 700 ° C durante 2 horas para obtener la ceniza de la cascara de huevo.

Tabla 5:

Composición química general de la cascara de huevo:

COMPOSICIÓN DEL POLVO DE CASCARA DE HUEVO POR CADA 100 GR	
Agua	0.5 gr
Proteína	2.1 gr
Ceniza	96.9 gr
Calcio	38 mgr
Potasio	41.6 mgr
Sodio	87 mgr
Fosforo	99.3 mgr
Hierro	0.5 mgr
Magnesio	375 mgr

Fuente: elaboración propia

Producción del huevo en el Perú:

La producción del huevo en los primeros ocho meses del 2016, la producción nacional de huevo superó a lo alcanzado mensualmente el año pasado. En agosto se produjo la mayor cantidad de huevos en lo que va del año (33.73 mil toneladas), superior en 4% al mismo mes del 2015.

Además, la principal región productora de huevo en el 2015 fue Ica con 36.4%, seguida de Lima (28.4%) y La Libertad (18.2%). Estas tres regiones suman el 83% de la producción de huevo en el país. Luego, con una menor participación están Arequipa (3.1%) y San Martín (3%).

Consumo aumentó en 74% desde el año 2001 al 2015, el consumo per cápita anual de huevo en el país se incrementó de 114 a 198 unidades, lo que significó un crecimiento acumulado de 74%, en los últimos 15 años, el Perú ocupó el sexto lugar, a nivel de Latinoamérica en el consumo del huevo.

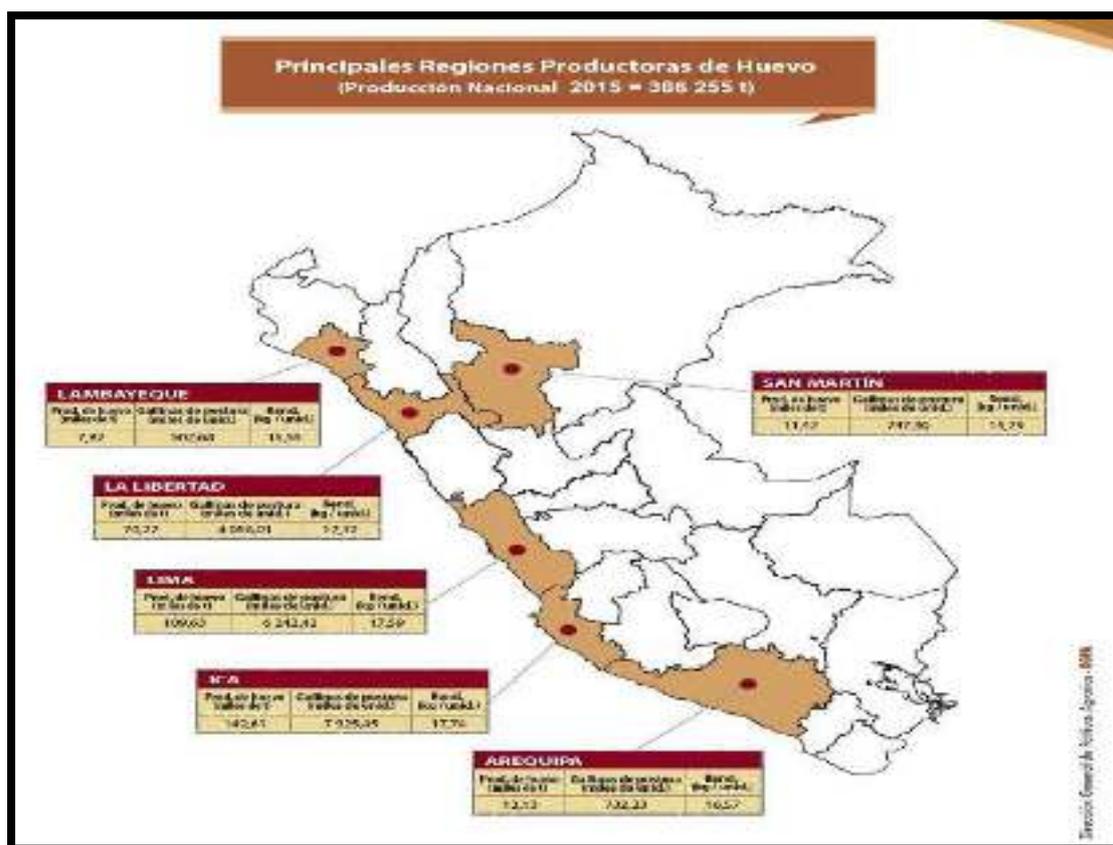


Figura 6: principales regiones productoras de huevo
Fuente: dirección general de políticas agrarias – DGPA

A nivel regional de la cascara de huevo:

En lo que concierne a la producción en Áncash es de 6.2 kg/und.

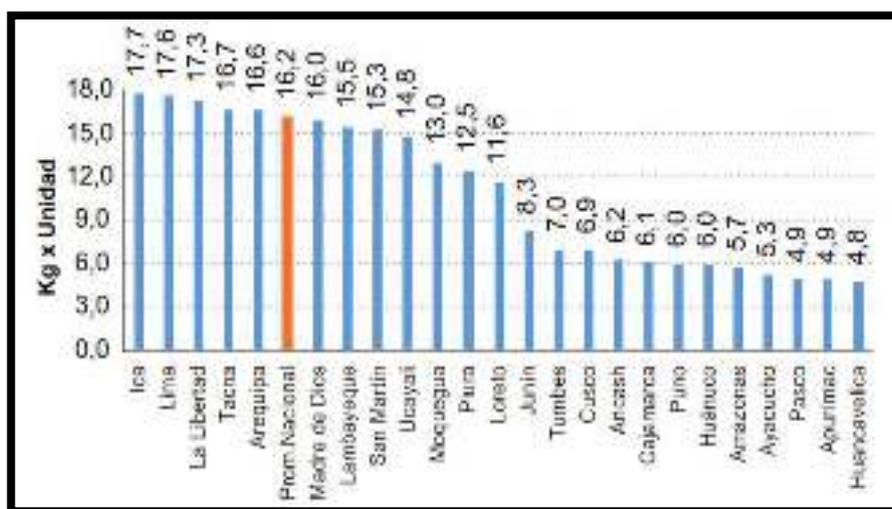


Figura 7: Rendimiento promedio de producción de huevo por región – 2015

Fuente: Minagri – DGESEP

A nivel local de la cascara de huevo:

En Huaraz el consumo del huevo por persona es de 7.5 kg/persona. Para el consumo de huevo en Áncash – Huaraz que viene en su mayoría de la productora “la calera” y demás productoras se produce tipos de huevos que veremos a continuación:

- Huevos rojos
- Huevos blancos
- Huevos de corral
- Huevos con certificado Humanitario: Certificado Humane
- Huevos enriquecidos con Omega3
- Huevos con DHA
- Huevos doble yema
- Huevos rojo Jumbo

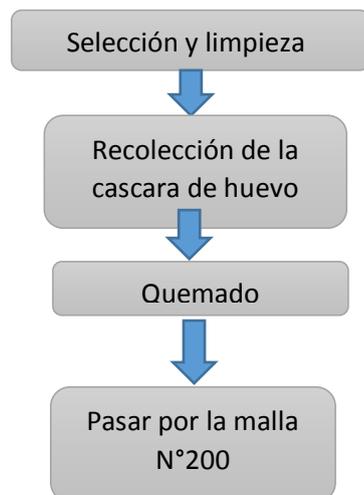
Los huevos rojos o colorados que es de mayor consumo y blancos en su minoría al igual que los demás tipos de huevo.

Lo utilizan como medicina casero pero la mayor parte se desperdicia creando residuos sólidos y contaminando el medio ambiente. la cascara de huevo a utilizar en el presente investigación se obtendrá de la panadería “Salazar” ubicado en la Av. Gamarra N°755 en la ciudad de Huaraz-Ancash.

Recolección de la cascara de huevo:

1. Se acudió a una panificadora para la recolección y dos hogares.
2. Una vez recolectado la cascara de huevo se procedió a lavar quitando la membrana que es como una telita delgada dejando solo la cascara se lavó con agua sin ningún detergente.
3. Luego de ello se procedió al secado sobre una tela bajo el sol para su fácil y rápido secado.
4. Todos los días se le da vueltas con una varilla para su secado uniforme.
5. Después de días de secado se procede a juntar la cascara de huevo para llenarlo en un costalillo limpio y seco para luego llevarlo al molino.
6. Una vez molido se procede a quemar en una cacerola al aire libre.
7. Luego de ello se pasa por la malla N° 200 hasta obtener la cantidad de 4.5 kg de acuerdo a mi diseño de mezcla y a los laboratorios necesarios para ponerlo al horno de mufla.
8. Las cenizas fueron re calcinadas en mufla a 700° por 2 hrs

Diagrama 01: Recolección de la cascara de huevo



De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación en los aspectos social y del conocimiento.

La industria de la construcción es un sector muy dinámico, donde continuamente se consiguen avances y mejoras en los materiales utilizados con el fin de ofrecer mejores prestaciones y mayor seguridad. Dentro de dichos avances se encuentra la utilización de materiales puzolánico que mejoran el comportamiento de los conglomerantes que los incorporan. En nuestro país en el sector de la construcción se utiliza esencialmente al cemento como material primordial en los trabajos relacionado con obras civiles debido a esto ha surgido la necesidad de mejorar la calidad de las mezclas del cemento porque en la actualidad se debe convertir en una opción favorable en la construcción de obras civiles (edificaciones, puentes, canales, represas, reservorios etc.).

Esta es una tecnología constructiva que es apropiada que no requiere grandes gastos de energía, no causa desechos ni contaminación, es climáticamente aceptable, segura frente a inclemencias de tiempo y peligros naturales, por tal motivo los profesionales de la construcción deben estar en la capacidad de proponer el uso de diferentes adiciones y sustituciones en mezclas de concreto que puedan brindar soluciones.

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

En esta investigación, se busca mejorar la resistencia obtenida del concreto, el que beneficiará a las futuras obras civiles. Y por otro lado se busca reducir la contaminación del medio ambiente al darle un valor en la construcción que tienen como característica o antecedente común la actividad puzolánicas.

Por ende, se pretende dar un uso útil a residuos como la cascara de empleándolos como materiales suplementarios cementantes, para lo cual serán calcinadas, pulverizadas y posteriormente incorporadas a la elaboración del concreto para mejorar sus propiedades mecánicas, que se evaluará mediante el ensayo de Resistencia a la Compresión. Lo cual

contribuirá en el estudio de nuevos materiales de construcción, y de ser posible darles un valor agregado basándose en criterios de eficiencia ambiental, económica y social, de tal forma sería favorable para el campo de la ingeniería civil.

La problemática de la presente investigación se pone de manifiesto en las siguientes líneas:

En la actualidad el cemento se mantiene como uno de los materiales más utilizados en el mundo, pero en su producción utiliza materias primas no renovables como las rocas calizas y arcillas. La producción del cemento a partir de estas materias primas genera altos niveles de contaminación ambiental que a nivel global representan entre 5 al 8 % de dióxido de carbono. Por otro lado, las altas temperaturas de calcinación requieren de altas cantidades de energía, lo que determina los altos costos de su producción y margina su uso en las poblaciones de menores recursos económicos.

Además, las principales fábricas cementeras del Perú no contribuyen con la conservación del medio ambiente, los problemas surgen de sus hornos que requieren una enorme cantidad de energía para conseguir temperaturas superiores a los 2000°C, expulsando todo tipo de emisiones como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono. Sin olvidar los cloruros, fluoruros, compuestos orgánicos tóxicos y metales pesados. Una verdadera bomba para el medio ambiente.

Es por eso que la producción de cemento es una fuente de emisión de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera, un gas que potencia el efecto invernadero producido por el cambio climático.

Actualmente la problemática de nuestra localidad es el bajo durabilidad y ciclo de vida de las obras civiles, debido a que tratan de economizar en materiales, este es el punto de partida del presente trabajo de investigación, donde se busca mejorar la resistencia del concreto para las obras civiles., la sustitución de la ceniza de la cascara de huevo, busca comprobar la durabilidad y resistencia de las obras civiles puede ser mayor o igual al de uno convencional.

En función de todo lo mencionado se plantea el siguiente problema ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir el cemento en 4%,6% y 8% por la ceniza de la cascara de huevo?

Conceptuación y operacionalización de las variables

Variable independiente: Ceniza De Cascara de huevo

Definición conceptual: Es la estrategia de dosificación o cuantificación de los elementos del concreto con la finalidad de obtener una determinada fuerza de compresión del concreto.

Definición operacional: La dosificación se hará de acuerdo con el método ASTM, se selecciona cada uno de los elementos mediante el método ASTM.

Dimensiones:

Dosificación: son las cantidades de cemento (4% ceniza de cascara de huevo, 6% ceniza de cascara de huevo, 8% ceniza de cascara de huevo), sus propiedades que se necesitan para obtener las resistencias.

Granulometría: se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

Relación agua cemento: constituye un parámetro importante de la composición del concreto. Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción del concreto.

Indicador: Porcentajes: 4% ceniza de cascara de huevo, 6% ceniza de cascara de huevo, 8% ceniza de cascara de huevo.

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

Definición conceptual: Es una propiedad o capacidad del concreto de resistir una fuerza que actúa sobre su superficie (Vásquez & Casanova, 2009)

Definición operacional: La resistencia del concreto se mide por periodos de tiempo que generalmente son 7, 14 y 28 días. La resistencia es la propiedad que tiene el concreto de poder soportar determinadas cargas. La dosificación se hará de acuerdo con el método ASTM, la medición de fuerza de compresión se hará por cada probeta en la máquina de prensa y se registrarán los datos en los guía de observación.

Área: El área del espécimen, el cual será sometido a una carga.

Carga axial: es la fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo, produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis, Cuando se sustituye un porcentaje de 4%,6% y 8% de cemento por la ceniza de cascara de huevo, se logrará una mayor resistencia a la compresión.

El objetivo general de la presente investigación es: Determinar la resistencia a la compresión del concreto al sustituir el cemento en 4%, 6% y 8% por ceniza de la cascara de huevo. Y como objetivos específicos:

Realizar el ensayo de análisis térmico diferencial (DTA)

Activar térmicamente y pulverizar la cascara de huevo.

Determinar los componentes químicos mediante el ensayo de eflorescencia de la cascara de huevo.

Determinar la alcalinidad de la cascara de huevo calcinada, y de la combinación 96% de cemento + 4% de ceniza de cascara de huevo calcinada, 94% de cemento + 6% de ceniza de cascara de huevo calcinada, 92% de cemento +8% de ceniza de cascara de huevo calcinada.

Determinar Relación A/C y obtener diseño de concreto patrón y experimental.

Determinar las resistencias a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14, 28 días de curado.

II. METODOLOGIA DE TRABAJO

Tipo de Investigación

Es Aplicada, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción. Es cuantitativa, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

La hipótesis planteada se comprobará por medios matemáticos y mediante la aplicación de métodos estadísticos inferenciales como: la prueba de hipótesis de diferencia de medias y el análisis de varianza. Constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento. Es una investigación explicativa porque trata de explicar cómo se comporta la resistencia a consecuencia de sustituir un porcentaje del cemento por la ceniza de la cascara de huevo.

Diseño de investigación

La investigación será de diseño experimental y el nivel será Cuasi-Experimental experimental; porque se modifica o manipula la cantidad de cemento en 4%, 6% y 8% por la ceniza de cascara de huevo, que debe ir para ver la posibilidad de mejorar la resistencia del concreto. No se selecciona la muestra de manera aleatoria, sino que son probetas intactas y que son diseñadas y elaboradas teniendo en cuenta el diseño de mezcla de concreto.

Tabla 6:

Diseño en bloque de las probetas:

Edad (días)	C° patrón	C°CCH al 4%	C°CCH al 6%	C°CCH al 8%
7				
				
				
				
14				
				
				
28				
				

Fuente: elaboración propia

Población para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas con un diseño de mezclas de concreto según el estándar de construcción establecido por las normas técnicas, a cada probeta con concreto sin sustitución y con sustitución por la ceniza de la cascara de huevo se le determinara su resistencia a la compresión.

La muestra correspondiente estará constituida por 36 probetas de mezclas de concreto: 9 cubos para 0% de cenizas de cascara de huevo, 9 cubos para 4% de cenizas cascara de huevo, 9 cubos para 6% de cenizas cascara de huevo y 8% de cenizas de cascara de huevo

Las técnicas e instrumentos de investigación se realizaran

Se utilizará la técnica de observación de estado de la ceniza de cascara de huevo, proceso de secado y molido, estado de los agregados, y el proceso de diseño de mezclas.

Se utilizarán guías determinadas por la autoridades internacionales como ASTM tal como la Guía de Observaciones (ver anexo) y se diseñaran la Guía de Resumen y Ficha de Laboratorio Para registrar las presiones de roturas obtenidas de la prensa para calcular las fuerzas de compresión de cada una de las probetas.

Estas guías se aplicarán con la finalidad de registrar y posteriormente calcular las fuerzas de compresión por cada porcentaje de sustitución del cemento por la ceniza de cascara de huevo a los 7 días, 14 días y 28 días de elaborado las probetas.

En dicho procesamiento se realizara:

Para el procedimiento respectivo se debe de obtener los materiales que serán utilizados para la elaboración de los especímenes.

Se aplicarán registros de apuntes en formatos brindados por el laboratorio, fotografías de proceso desde la dosificación de materiales, elaboración de los especímenes y roturas para ver el desarrollo completo de la elaboración.

Se realizaran diseños de mezcla para el concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Se elaborarán muestras de concreto con diseño patrón $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Se elaborarán muestras de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de cemento por el 4% de ceniza de cascara de huevo, 6% de ceniza de cascara de huevo, 8% de ceniza de cascara de huevo.

Se ejecutarán el curado de las muestras de concreto y los ensayos de resistencia a la compresión a los especímenes de concreto patrón y experimental. Finalmente se observarán los resultados.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

La recolección de la cascara de huevo fue extraída de la panadería “Salazar” ubicado en la Av. Gamarra N°755 de la ciudad de Huaraz –Ancash (18 L 222634.3 8945680.09) según coordenadas UTM.

Para determinar la temperatura de calcinación de la cascara de huevo, primero las cascara de huevo se limpian de las membranas quedando de tal manera limpia para luego ser secadas al aire libre por dos semanas, se procedió a moler la cascara de huevo en un molino tradicional para luego ser calcinados en una bandeja de metal. La ceniza de cascara de huevo fue tamizado por la malla N°200 (74 μ m) para poder realizar el análisis térmico diferencial en el laboratorio de polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

El análisis térmico diferencial servirá para poder obtener la temperatura de calcinación de nuestro material y activarla térmicamente.

Para realizar el análisis químico de los materiales estudiados, la cascara de huevo una vez calcinado al aire libre para luego ser activada térmicamente a temperatura de 900°C a 2 horas de permanencia en la mufla del laboratorio de mecánica de suelos de la universidad san pedro, se tomo la muestra de 50 gramos de la ceniza de la cascara de huevo para realizar el ensayo de Espectro de FRXDE de Cenizas de Cascara de Huevo en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a ello acotamos el laboratorio realizado para determinar la alcalinidad de la ceniza de la cascara de huevo.

El análisis de los datos se realizará con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba de hipótesis.

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se muestran a continuación

Resultados de Análisis Térmico Diferencial

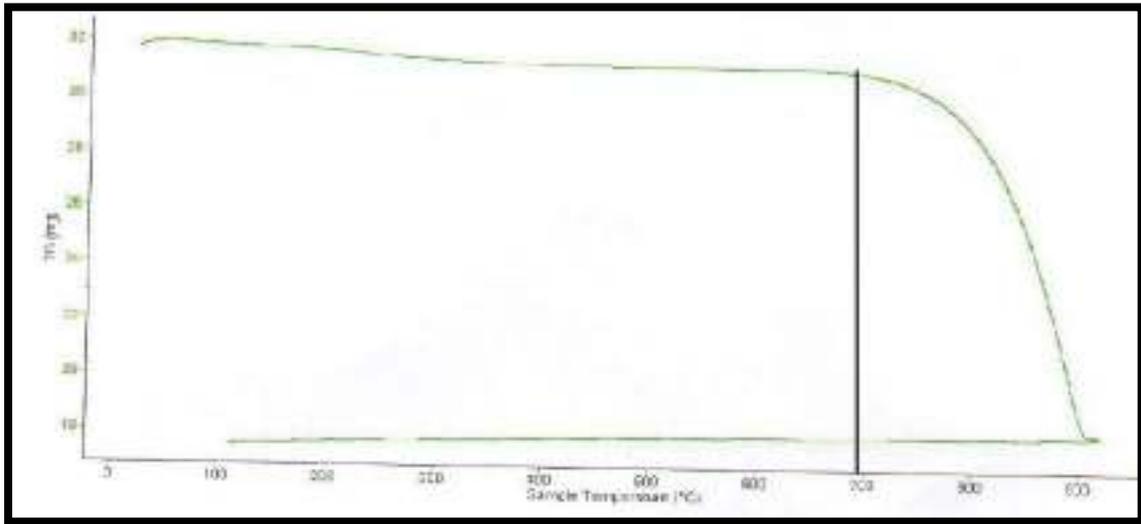


Figura 9: Análisis termo gravimétrico de la Ceniza de Cascara de Huevo

Fuente: laboratorio de polímeros de la UNT

En la gráfica se puede apreciar una importante estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, después de ello el material empieza a descomponerse perdiendo un 44 % de su masa inicial al alcanzar su máxima temperatura de ensayo.

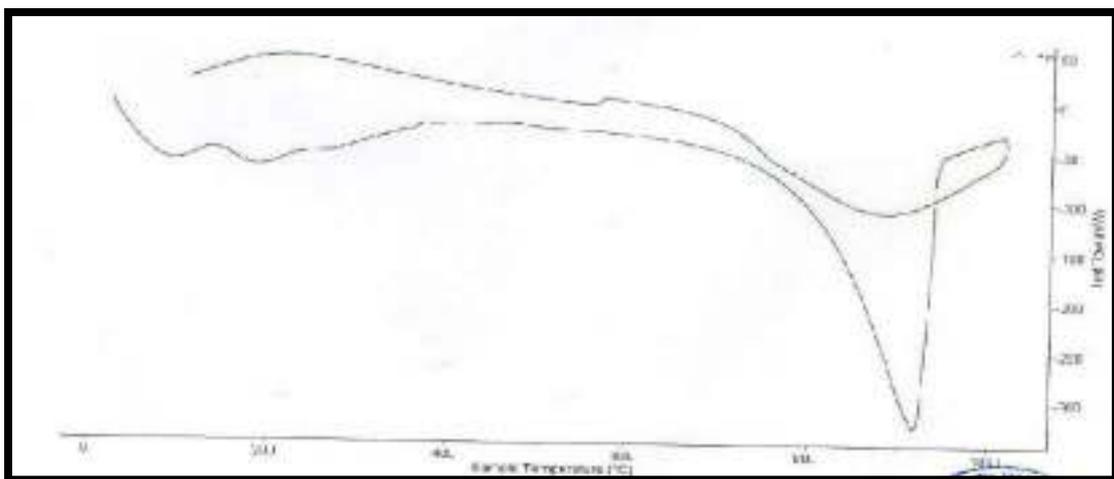


Figura 10: Curva calorimétrica DSC de la Ceniza de Cascara de Huevo

Fuente: laboratorio de polímeros de la UNT

Caracterización Química

Tabla 7.

Resultado de Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de Cascara de Huevo

Composición química	Resultados (%)	Metodo utilizado
Trióxido de Aluminio (Al_2O_3)	7.545	
Dióxido de Silicio (SiO_2)	1.016	
Dióxido de Azufre (SO_2)	0.440	
Dióxido de Cloro (ClO_2)	0.479	
Óxido de Potasio (K_2O)	4.723	
Óxido de Calcio (CaO)	89.879	Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Titanio (TiO)	0.009	Dispersiva en energía
Trióxido de Hierro (Fe_2O_3)	0.037	
Trióxido de Níquel (Ni_2O_3)	0.002	
Óxido de Cobre (CuO)	0.003	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.008	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.218	
Dióxido de Zirconio (ZrO_2)	0.006	
Óxido de Cadmio (SrO)	0.218	

Fuente: Laboratorio de física de la UNMSM

La ceniza de la cascara de huevo fue calcinado a una temperatura de 700 °C por un tiempo de permanecía en el horno por 2 horas.

Tabla 8.***Ph del Cemento, Ceniza de la Cascara de Huevo y su Combinación***

Muestra	PH
Cemento tipo I	12.30
Ceniza de Cascara de Huevo	12.03
Cemento + 4% de Cascara de Huevo	12.27
Cemento + 6% de Cascara de Huevo	12.25
Cemento + 8% de Cascara de Huevo	12.23

Fuente: Laboratorio de Ciencias Agrarias de la UNASAM

Características del agregado**Tabla 9.*****Contenido de humedad del agregado fino***

Prueba N°	01	02
Peso de tarro + suelo húmedo (gr)	931.0	778.0
Peso de tarro + suelo seco (gr)	887.0	743.0
Peso del agua (gr)	44.0	35.0
Peso del tarro (gr)	168.40	172.8
Peso del suelo seco (gr)	718.60	570.2
Contenido de humedad (%)	6.12	6.14
Humedad promedio (%)	6.13	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 10.***Contenido de humedad del agregado grueso***

<i>Prueba N°</i>	<i>01</i>	<i>02</i>
Peso de tarro + suelo húmedo (gr)	947.0	1177.0
Peso de tarro + suelo seco (gr)	945.5	1173.0
Peso del agua (gr)	1.50	4.00
Peso del tarro (gr)	175.60	168.1
Peso del suelo seco (gr)	769.90	1004.9
Contenido de humedad (%)	0.2	0.4
Humedad promedio (%)	0.3	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 11.***Peso específico y absorción del agregado fino***

<i>Prueba N°</i>	<i>01</i>	<i>02</i>
A Peso de material saturado superficialmente seco (gr)	300.0	300.0
B Peso de frasco + agua (gr)	678.5	683.2
C Peso frasco + agua + material (A+B) (cm3)	978.5	983.2
D Peso de material + agua en el frasco (gr)	865.3	870.3
E Volumen de masa + volumen de vacío (C-D) (cm3)	113.2	112.9
F Peso de material seco en horno (gr)	297.1	297.3
G Volumen de masa E- (A-F)	110.3	110.2
H P.e Bulk (Base Seca) F/E	2.63	
I P.e Bulk (Base Saturada) F/E	2.65	
J P.e Aparente (Base Seca) F/E	2.70	
K Absorción $((A-F)/F) \times 100$	0.94	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 12.***Peso específico y absorción del agregado grueso***

<i>Prueba N°</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>03</i>
A Peso de material saturado superficialmente seco (gr)	1132.5	1081.6	858.6
B Peso de material saturado superficialmente seco (gr)	712.6	682.5	539.2
C Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B) (cm3)	419.9	399.1	319.4
D Peso de material de material seco en horno (gr)	1125.1	1074.0	852.0
E Volumen de masa A-(C-D) (cm3)	412.5	391.5	312.8
F P.e Bulk (Base Seca) D/C		2.69	
G P.e Bulk (Base Saturada) A/C		2.70	
H P.e Aparente (Base Seca) D/E		2.74	
I Absorción ((A-D/D)x100)		0.71	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 13.***Peso unitario suelto agregado fino***

<i>Prueba N°</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>03</i>
Peso de molde + muestra (gr)	7635	7610	7560
Peso de molde (gr)	3426	3426	3426
Peso de muestra (gr)	4209	4184.	4144
Volumen de molde (cm3)	2776	2776	2776
Peso unitario (cm3)	1516	1507	1493
Peso unitario promedio (kg/m3)		1505	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 14.***Peso unitario compactado agregado fino***

<i>Prueba N°</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>03</i>
Peso de molde + muestra (gr)	8110	7980	7980
Peso de molde (gr)	3426	3426	3426
Peso de muestra (gr)	4684	4554.	4554
Volumen de molde (cm3)	2776	2776	2776
Peso unitario (cm3)	1687	1640	1640
Peso unitario promedio (kg/m3)		1656	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

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

<i>Prueba N°</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>03</i>
Peso de molde + muestra (gr)	18625	18630	18620
Peso de molde (gr)	5333	5333	5333
Peso de muestra (gr)	13292	13297	13287
Volumen de molde (cm3)	9341	9341	9341
Peso unitario (cm3)	1423	1424	1422
Peso unitario promedio (kg/m3)		1423	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 16.***Peso unitario suelto compactado grueso***

<i>Prueba N°</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>03</i>
Peso de molde + muestra (gr)	19780	19790	19780
Peso de molde (gr)	5333	5333	5333
Peso de muestra (gr)	14447	14457	14447
Volumen de molde (cm3)	9341	9341	9341
Peso unitario (cm3)	1547	1548	1547
Peso unitario promedio (kg/m3)	1547		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 17.***Análisis granulométrico arena***

<i>N° mallas</i>	<i>pesos retenidos (gr)</i>	<i>% retenido</i>	<i>% retenido acumulado</i>	<i>% que pasa</i>
N°4	0.	0	0	0
N°8	365.5	19.75	19.75	80.25
N° 16	379.50	20.51	40.26	59.74
N° 30	358.50	19.37	59.63	40.37
N° 50	266.00	14.37	74.01	25.99
N° 100	325.50	17.59	91.60	8.40
N° 200	106.00	5.73	97.33	2.63
PLATO	49.50	2.67	100	
TOTAL	1850.50	100		
Diagnóstico:	procede			
Módulo de finura:	2.9			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 18.**Análisis granulométrico grava**

<i>N° mallas</i>	<i>pesos retenidos (gr)</i>	<i>% retenido</i>	<i>% retenido acumulado</i>	<i>% que pasa</i>
N° 1"	0.	0	0	0
N° 3/4"	3700.50	29.88	29.88	70.12
N° 1/2"	5358.00	43.27	73.15	26.85
N° 3/8"	1947.00	15.72	88.87	11.13
N° 4	1306.50	10.55	99.42	0.58
N° 8	72.00	0.58	100	0.00
N° 200	0.00	0.00	97.33	2.63
PLATO			100	
TOTAL	12384.00	100		
Diagnóstico:	procede			
Módulo de finura:	7.18			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Tabla 19.**Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del concreto patrón**

Descripción	Agua/Cemento	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)
Patrón	0.543	50.76	52.47

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20.**Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del concreto sustituyendo al 4% de ceniza de cascara de huevo**

Descripción	Agua/Cemento	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Aditivo (kg)
Exp.- (4%)	0.567	50.76	52.47	0.72

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21.

Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del concreto sustituyendo al 6% de ceniza de cascara de huevo

Descripción	Agua/Cemento	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Aditivo (kg)
Exp.- (6%)	0.577	50.76	52.47	0.99

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22.

Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del concreto sustituyendo al 8% de ceniza de cascara de huevo

Descripción	Agua/Cemento	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Aditivo (kg)
Exp.- (8%)	0.590	50.76	52.47	1.35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23.

Ensayos de Compresión del concreto patrón y experimental

Descripción	Resistencias (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
Patrón	158.72	180.31	212.24
Experimental al 4%	161.03	185.13	212.21
Experimental al 6%	161.16	184.87	213.05
Experimental al 8%	164.42	187.83	214.96

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Se observa que el resultado de resistencia promedio del concreto sustituido en un 8% está por encima de los resultados en comparación del concreto patrón.

El desarrollo de las resistencias fue creciendo conforme pasaron los días en el concreto patrón y experimental.



Figura 11: Resistencia A Comprensión

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24.

Resistencias a la compresión de probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido por ceniza de cascara de huevo según días de curado.

Días de curado	Resistencia de probeta con ceniza de cascara de huevo			
	0%	4%	6%	8%
7	158,72	161,03	161,16	164,42
14	180,31	185,13	184,87	187,83
28	212,24	212,21	213,05	214,96

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

Tabla 25.

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución	42,520	3	14,173	10,465	,008
Días de curado	5382,133	2	2691,066	1986,960	,000
Error	8,126	6	1,354		
Total	5432,779	11			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

Tabla 26.

Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto es diferente.

Sustitución	Subconjunto para alfa = 0,05		
	1	2	3
T Patrón	183,7567		
T 4% Sustit.		186,1233	
T 6% Sustit.		186,3600	
T 8% Sustit.			189,0700

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

IV. ANALISIS Y DISCUSION

En relación con los antecedentes, lo siguiente

Reiban , D (2017) analizo 4 tipos de material que es la cascara de huevo los cuales son: cascara de huevo marrón, cascara de huevo criollo, cascara de huevo de ganso y cascara de huevo de avestruz los cuales fueron calcinados a 3 temperaturas diferentes de 450°C, 700°C, 1000°C durante una hora a mayor temperatura se transformó en color blanco y a menor temperatura se transformó en color gris, lo cual la temperatura más óptima para la calcinación es 700°C.

Tomando directamente como antecedente este dato se logra un porcentaje de 83.76% entre los óxidos necesarios (silicio, aluminio, hierro y calcio) pero al ser calcinado durante 2 horas a 700°C se logra obtener 98.47% entre los óxidos requeridos se puede observar que lo obtenido es superior en 14.71% en contenido porcentual de óxidos.

Si comparamos lo realizado por Ludovico y Hideo (2015) en este trabajo se evaluo el comportamiento de la cascara de huevo mezclada con la pasta del cemento para elaborar mortero.

Las cascara de huevo no se calcino se trabajó pulverizándolo con lo cual solo se ha obtenido solo carbonato de calcio (CaCO_3). En la mayoría de los casos también hay residuos de magnesio en la celosía del carbonato de 100 g de polvo de cascara de huevo.

Los resultados obtenidos en el ensayo presente indicaron que la cascara de huevo en su forma natural no es compatible con el cemento portland, pero el material calcinado tiene los oxidos compatibles lo que se requiere (silicio, aluminio, hierro y calcio).

Ríos (2016) analizo la elaboración de un concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de cascara de huevo para evaluar la resistencia a compresión adicionando en un 5% y 10% de la cascara de huevo pulverizada.

Los ensayos de resistencia a compresión, indican que al sustituir el cemento por la ceniza de la cascara de huevo se obtienen resistencias mayores a los del patrón con la sustitución del 8% de la ceniza de cascara de huevo por tener propiedades químicas similares al cemento (calcio, silicio, aluminio y hierro).

De los ensayos realizados, se pueden mencionar

Según el análisis Termo gravimétrico de la ceniza de cascara de huevo figura 9 se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C después del cual el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello llega a perder un total de 44% de su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo, su activación se realizó en 910°C según el análisis calorimétrico donde se evidencia un posible cambio de fase, considerando un tiempo de 2 horas obteniendo resultados favorables de 98.47 %, como se puede observar en la figura N°09.

En la tabla N°07 se puede apreciar que las cenizas de la cascara de huevo tiene dentro de sus componentes químicos a Oxido de Aluminio (Al_2O_3) en 7.545%, Dióxido de Silicio (SiO_2) en 1.016%, Oxido de Calcio (CaO) en 89.879%, Óxido de Hierro(Fe_2O_3) en 0.037 % estos valores te permiten estimar la actividad puzolánicas de este material, el cual menciona que la suma de los óxidos de silicio, aluminio y hierro deben superar al 70% para que un material pueda considerarse como un material puzolánico, en este caso la suma porcentuales de los óxidos 98.47 % que supera en un 28.47% el criterio de puzolanidad ya mencionado es decir el proceso realizado para la activación de la material a perimido obtener un material de gran reactividad puzolánicas que al combinarse con los oxidos activados de calcio presenta en el cemento.

En la tabla N°08 se muestra el PH de los materiales utilizados como la ceniza de la cascara de huevo con 12.03, el cemento con 12.30, las combinaciones de 4% de sustitución con ceniza de cascara de huevo es de 12.27 de PH, de 6% de sustitución con ceniza de cascara de huevo es de 12.25 de PH, de 8% de sustitución con ceniza de cascara de huevo es de 12.23 de PH, según el manual de inspecciones técnicas de edificios el cemento porlatd tiene un PH entre 12 a 14, las muestras obtenidas del PH del material aglomerante a utilizar permanece en este rango, lo cual es favorable al mantener un material alcalino lo que ayuda a mejorar la resistencia del concreto.

En la tabla N°23 se muestra las resistencias del concreto patrón y las sustituciones respectivas, sustituyendo al 4% a los 7 días se obtiene $f'c = 161.03 \text{ kg/cm}^2$, 14 días se obtiene $f'c = 185.13 \text{ kg/cm}^2$, 28 días se obtiene $f'c = 212.21 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo al 6% a los 7 días se obtiene $f'c = 161.16 \text{ kg/cm}^2$, 14 días se obtiene $f'c = 184.84 \text{ kg/cm}^2$, 28 días se obtiene $f'c = 21305 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo al 8% a los 7 días se obtiene $f'c = 164.42 \text{ kg/cm}^2$, 14 días se obtiene $f'c = 187.83 \text{ kg/cm}^2$, 28 días se obtiene $f'c = 214.96 \text{ kg/cm}^2$, se acuerdo con la sustitución respectiva con lo que se obtiene mejor resistencia en con el 8% de la sustitución de la ceniza de cascara de huevo habiendo una diferencia de 2.72 respecto al concreto patrón.

En la tabla 24 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk con $p > 0.05$ para todas las muestras) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene con $p = 0.999$, $p > 0.05$) de las probetas de concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de cascara de huevo) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

En la tabla 25 se puede visualizar que para la sustitución del cemento por ceniza de cascara de huevo el $p\text{-value} < \alpha$ ($p = 0.008$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : Las resistencias medias son iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en las probetas de concreto, con sustitución del cemento en 0%, 4%, 6% y 8% por ceniza de cascara de huevo no son iguales. Es decir existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto. También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p = 0.000$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concretos son diferentes a consecuencia de los días de curado.

En la tabla 26 después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tiene mayor resistencia a la compresión (kg/cm^2) es la que se sustituye el 8% de ceniza de cascara de huevo y a su vez esta es significativamente igual a la resistencia cuando se sustituye el cemento en 4% por ceniza de cascara de huevo, y la que registra menor resistencia es cuando no se sustituye al cemento (Patrón).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se activo térmicamente las cenizas de cascara de huevo a 700°C que es una temperatura optima debido al cambio de fase producto de ello se producirán óxidos deseados.

Una vez molido las cascara de huevo y de acuerdo al análisis calorimétrico muestra un pico de absorción aproximadamente de 910° indicando un posible cambio de fase y cambio en las características del material.

La composición química de las cenizas de la cascara de huevo, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 98.47% de componentes puzolanicas en concordancia con la norma ASTM- 618.

Las muestras son extremadamente alcalina resultado similar al del cemento, para la ceniza de la cascara de huevo de obtuvo 12.03 de PH para la combinación de los materiales aglomerantes son cemento + 8% de ceniza de cascara de huevo se obtuvo 12.23 de PH, cemento + 6% de ceniza de cascara de huevo se obtuvo 12.25 de PH, cemento + 4% de ceniza de cascara de huevo se obtuvo 12.27 de PH.

La resistencia alcanzada del concreto experimental sustituyendo al 8% con la ceniza de cascara de huevo es de $f'c = 214.96 \text{ kg/cm}^2$ y el concreto patrón es de $f'c = 212.24 \text{ kg/cm}^2$ superando en 2.72% respecto al concreto patrón.

RECOMENDACIONES

Se puede optimizar los resultados de la ceniza de cascara de huevo analizando a otras temperaturas y a diferentes tiempos.

Modificar la combinación de materiales aglomerantes a porcentajes mayores sustituyendo al cemento.

Mantener más días de curado a 60 y 90 días.

VI. AGRADECIMIENTOS

Dar gracias a Dios nuestro padre celestial, a mis padres por su apoyo, comprensión, por sus palabras de aliento.

Quiero agradecer a la universidad San Pedro, facultad de ingeniería civil, ya que a través de los profesores me ha permitido culminar esta carrera, por darnos todos sus conocimientos y experiencias.

A mi Asesor ing. Solar Jara Miguel Angel, por compartir sus conocimientos no solo en la realización de este proyecto. Quisiera agradecer a todos los profesores que formaron parte de mi educación universitaria mi más sincero agradecimiento a la universidad San Pedro por permitirme ser parte de esta prestigiosa familia.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ludovico y Hideo (2013), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Agrícola “Compuesto de Cascara de Huevo y Mortero de Cemento Portland”, el tipo de investigación fue descriptivo y el diseño experimental

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima Perú

Pietrobelli, E. R. (2010). Estudo de viabilidade do pet reciclado em concreto sob aspecto da resistência a Compressão. Universidade Comunitária da Região de Chapecó Unochapeco.

Raghu, B.K., Hamid Eskandari, B.V., Venkatarama Reddy, B.V. (2009). Prediction of compressive strength of SCC and HPC with high volume fly ash using ANN., Construction and Building Materials, Vol. 23, 2009, pp. 117-128.

Reiban Ojeda dayanna verónica (2017), en sus tesis para obtener su título de arquitecto “evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cascara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura”

Ríos (2016), en su tesis para obtener el título de ingeniero civil denominada “Evaluación de la Resistencia del Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ con Adición de Cascara de Huevo”, se realiza con el fin de evaluar la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, cuando se adiciona un porcentaje de cascara de huevo pulverizada sustituyendo al cemento en porcentajes de 5.00% y 10.00% en el diseño.

Rojas, R. (2010). Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros a edades tempranas mediante el empleo del esclerómetro. Universidad Veracruzana. México.

Sahmaran, M., Yaman, I., Tokyay, M. (2009). Transport and mechanical properties of self-consolidating concrete with high volume fly ash. Cement and concrete composites, Vol. 31, Issue 2. pp. 99-106.

CAPITULO VIII: ANEXOS Y APENDICES

ANEXO 01: CUADROS DE SELECCION

Selección del asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	3 a 4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: Abanto (2010). Tecnología de concreto. Lima: San Marcos

Selección del volumen unitario del agua

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para los Tamaños Máximos Nominales de Agregado Grueso y Consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107

Fuente: Torre (2004). Curso básico de tecnología para ingenieros civiles. Lima

contenido de aire

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
6 "	0.2 %

Fuente: Torre (2004). Curso básico de tecnología para ingenieros civiles. Lima

Selección de la reacción agua y cemento

f' cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto Sin Aire Incorporado	Concreto con Aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Torre (2004). Curso básico de tecnología para ingenieros civiles. Lima

contenido del agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de Agregado grueso, Seco y Varillado o Compactado, Por Unidad de Volumen del Concreto, para Diversos Módulos de Fineza del Fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 *	0.50	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	0.65
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: Torre (2004). Curso básico de tecnología para ingenieros civiles. Lima

ANEXO 02: ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL



Trujillo, 16 de Julio del 2018

INFORME N° 163 - JUL 18

Solicitante: Miguel Ángel Reyes Chaupis - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza cáscara de huevo (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CCH 163J	59.1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 59.1 mg

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



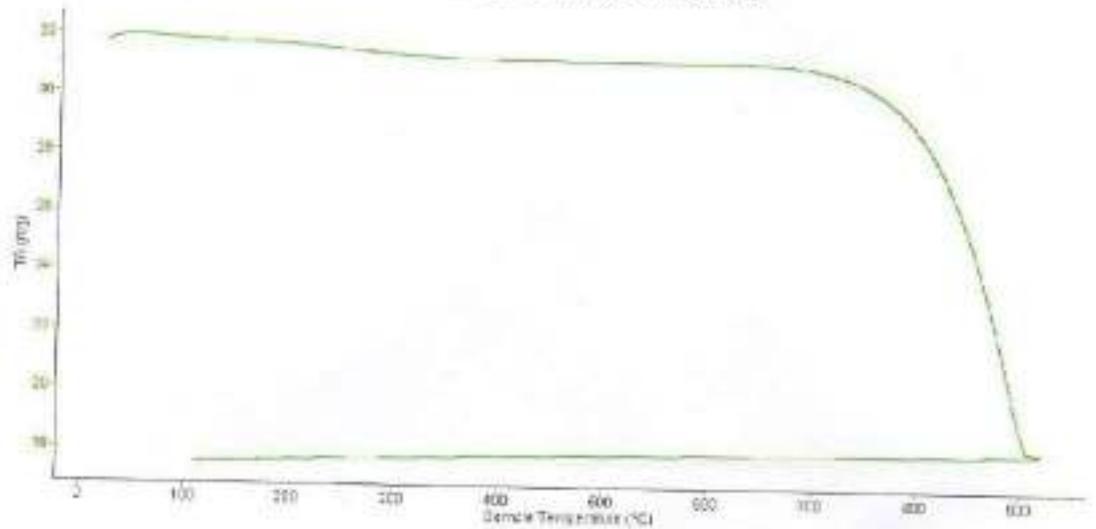


Trujillo, 16 de Julio del 2018

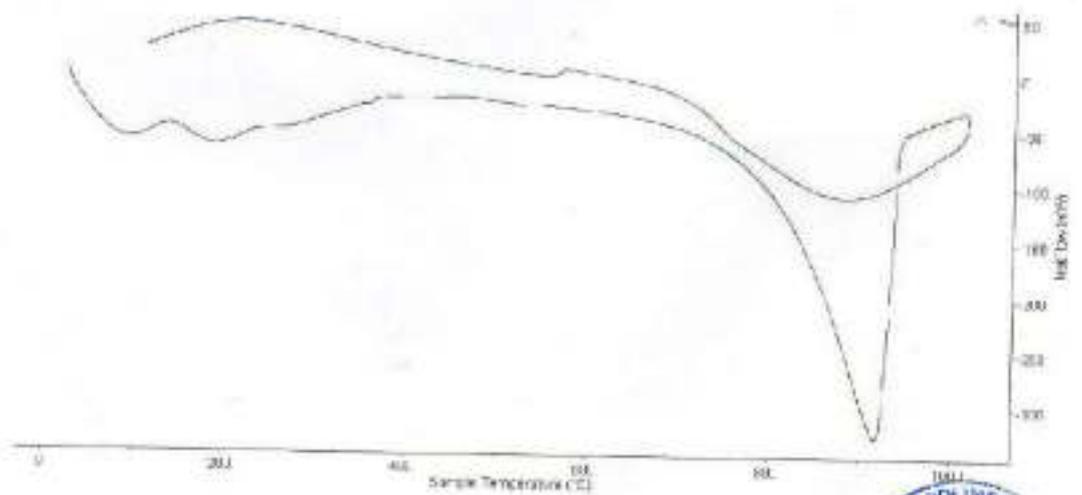
INFORME N° 163 - JUL 18

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 16 de Julio del 2018

INFORME N° 163 - JUL 18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C después del cual el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello llega a perder un total de 44% de su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmico intenso a aproximadamente 910°C indicando un posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 16 de julio del 2018



Ing. Danny Mesias Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros

Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

Msc. Danny Chavez Novoa
Prof. T.C. Dpto. Ing. Materiales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

ANEXO 03: ANALISIS DE COMPOSICION QUIMICA



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°120-LAQ/2018

Análisis de cenizas de cáscara de huevo por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de cenizas de cascara de huevo a pedido del Sr. **Reyes Chaupis, Miguel Ángel**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a Compresión de un Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al Sustituir al Cemento en 4%, 6% y 8% por Cáscara de Huevo.”

La muestra está en forma de grano fino de color gris.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 5410 cts/s.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

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

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

Resultados.

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

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg, que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cenizas de cáscara de huevo en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	6.668	7.545
SiO ₂	0.898	1.016
SO ₂	0.389	0.440
ClO ₂	0.423	0.479
K ₂ O	0.104	0.117
CaO	79.427	89.879
TiO	0.008	0.009
Fe ₂ O ₃	0.033	0.037
Ni ₂ O ₃	0.002	0.002
CuO	0.003	0.003
ZnO	0.007	0.008
SrO	0.193	0.218
ZrO ₂	0.005	0.006
CdO	0.211	0.238
Total	88.381	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría



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

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 03 de setiembre del 2018

ANEXO 04: ANALISIS DE PH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al Sustituir al Cemento en 4 %, 6 % y 8 % por Cascara de Huevo"

TESISTA : Reyes Chaupis Miguel Angel - Tesista

MUESTRA : Cemento

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 10-09-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-09-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-09-18

Muestra	pH
Cemento	12.30

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 12 de Setiembre del 2018.



[Handwritten Signature]
M.Sc. Guillermo Castillo Romayo
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al Sustituir al Cemento en 4%, 6% y 8% por Cascara de Huevo"

TESISTA : Reyes Chaupis Miguel Angel - Tesista

MUESTRA : Ceniza de Cascara de Huevo

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 10-09-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-09-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-09-18

Muestra	pH
Ceniza de Cascara de Huevo	12.03

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 12 de Setiembre del 2018.



M.Sc. Guillermo Cásido Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al Sustituir al Cemento en: 4%, 6% y 8% por Cascara de Huevo"

TESISTA : Reyes Chaupis Miguel Angel - Tesista

MUESTRA : Cemento + 4% de Cascara de Huevo

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 10-09-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-09-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-09-18

Muestra	pH
Cemento + 4% de Cascara de Huevo	12.27

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 12 de Setiembre del 2018.





RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TÍTULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al Sustituir al Cemento en 4 %, 6 % y 8 % por Cascara de Huevo"

TESISTA : Reyes Chaupis Miguel Angel - Tesista

MUESTRA : Cemento + 6 % de Cascara de Huevo

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 10-09-18

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 11-09-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS: 11-09-18

Muestra	pH
Cemento + 6 % de Cascara de Huevo	12.25

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 12 de Setiembre del 2018.



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



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCAŠH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de un Concreto F'c =210 kg/cm² al Sustituir al Cemento en 4 %, 6 % y 8 % por Cascara de Huevo"

TESISTA : Reyes Chaupis Miguel Ángel - Tesista

MUESTRA : Cemento + 8 % de Cascara de Huevo

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 10-09-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-09-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-09-18

Muestra	pH
Cemento + 8 % de Cascara de Huevo	12.23

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

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

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 12 de Setiembre del 2018.



Ing. Sc. Guillermo Castilla Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

ANEXO 05: ENSAYO DE LABORATORIO USP

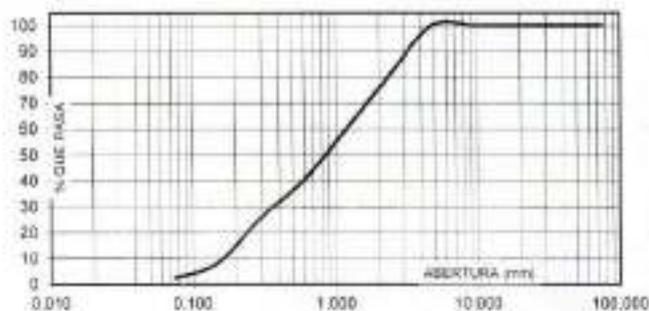
ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

SOLICITA : Barb. REYES CHAUPIS, Miguel Angel,
TESIS : * RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO*
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 18/07/2018 **CANTERA :** ROLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1860.5
PESO SECO LAVADO	1881.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	49.50

TAMIZ		PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 8	2.360	365.50	19.75	19.75	80.25
Nº 16	1.180	319.50	20.51	40.26	59.74
Nº 30	0.600	358.50	19.37	59.63	40.37
Nº 50	0.300	266.00	14.37	74.01	25.99
Nº 100	0.150	325.50	17.50	91.51	8.49
Nº 200	0.075	106.00	5.73	97.23	2.67
PLATO		49.50	2.67	100.00	0.00
TOTAL		1860.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8
 MODULO DE FINEZA : 2.9
 HUMEDAD : 6.13%

CURVA GRANULOMETRICA


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIAS PLASTICAS
 HUARAZ - PERU
 Ing. Elizabeth Maza Ambrósio
 CP: 115344
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

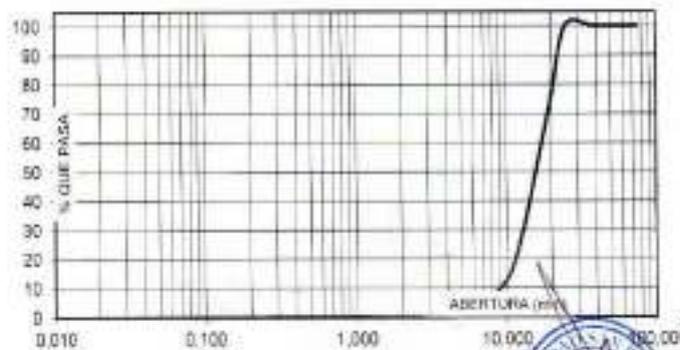
SOLICITA : Bach. REYES CHAUPIS, Miguel Angel.
 TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 18/07/2018 CANTERA : ROLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	12384
PESO SECO LAVADO	12384.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
			(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
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	3700.90	29.88	29.88	70.12
1/2"		12.500	5338.00	43.27	73.15	26.85
3/8"		9.500	1947.00	15.72	88.87	11.13
N° 4		4.750	1306.50	10.56	99.42	0.58
N° 5		2.360	72.00	0.58	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			12384.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7.18
 HUMEDAD : 0.30%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - PERU
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y
 DEPARTAMENTO DE GEOMETRIA Y
 TOPOGRAFIA
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CP: 116544
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: * RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO*				
SOLICITA	: Bach. REYES CHAUPIS, Miguel Angel				
DISTRITO	: HUARAZ			HECHO EN : USP -HUARAZ	
PROVINCIA	: HUARAZ			FECHA : 18/07/2018	
PROG (KM.)	:			ASESOR	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		46	30		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	947.0	1177.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	945.5	1173.0		
PESO DE AGUA	(g)	1.50	4.00		
PESO DEL TARRO	(g)	175.50	168.1		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	769.90	1004.9		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.2	0.4		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0.30			
AGREGADO FINO					
Nº TARRO		47	45		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	931.0	776.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	887.0	743.0		
PESO DE AGUA	(g)	44.00	33.00		
PESO DEL TARRO	(g)	168.40	172.8		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	718.60	570.2		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	6.12	5.14		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	5.13			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
AGREGADOS
Ing. Eliza Soth Maza Ambrosio
CIP: 114244
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : Bach. REYES CHAUPIS, Miguel Angel.
 TESIS : * RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO*
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : ROLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 18/07/2018

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

300,0	300,0	
678,5	683,2	
978,5	983,2	
866,3	870,3	
113,2	112,9	
297,1	297,3	
110,3	110,2	
0,98	0,91	
0,94		

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

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

PROMEDIO

2,62	2,63	
2,65	2,66	
2,69	2,70	

PROMEDIO

2,63
2,65
2,70

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 P.E. - HUARAZ
 PROBLEMA EN RESOLUCION
 EL DISEÑO DE UN CONCRETO DE TRAZO Y
 DENSIDAD
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : Bach. REYES CHAUPIS, MiguelAngel
TESIS : " RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO $f_c= 210 \text{ Kg/Cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ROLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 18/07/2018

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

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

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

1132,5	1081,6	858,6
712,6	682,5	539,2
419,9	399,1	319,4
1125,1	1074,0	852,0
412,5	391,5	312,8
0,68	0,71	0,77
0,71		

PROMEDIO

2,68	2,69	2,67
2,70	2,71	2,69
2,73	2,74	2,72

PROMEDIO

2,69
2,70
2,74

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FIEL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 TERCIOS DE SUELOS
 Ing. Elizabeth Rosa Ambrosia
 CIP: 116646
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. REYES CHAUPIS, Miguel Angel.
TESIS : * RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO*
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ROLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 18/07/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7635	7610	7570
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4209	4184	4144
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1516	1607	1493
Peso unitario prom.	1505 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8110	7980	7980
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4684	4554	4554
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1687	1640	1640
Peso unitario prom.	1656 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 P. A. HUARAZ
 INSTITUTO VETERINARIO
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y
 PRODUCTOS VETERINARIOS

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

PESOS UNITARIOS

SOLICITA: Bork. REYES CHAUPIS, Miguel Angel
TESIS: *RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO f'c= 210 Kg/Cm2 AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 0%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO*
LUGAR: HUARAZ
CANTERA: ROLAN
MATERIAL: AGREGADO GRUESO
FECHA: 18/07/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	18625	18630	18620
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13292	13297	13287
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1423	1424	1422
Peso unitario prom.	1423 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	19780	19790	19780
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	14447	14457	14447
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1547	1548	1547
Peso unitario prom.	1547 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 Ing. Elizabeth María Ambrosio
 DNI: 110344
 J/PE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

[Frasco de Ca (Chalaca)]

(Según ASTM C138, AASHTO T 137 y MFC 619-2000)

SOLICITA : BACHREYES CHAURI MIGUEL ANGEL
TESIS : *RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO Fc = 210 Kg/cm² AL SUSTITUIR AL CEMENTO
EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO
MATERIAL : 100% DE CASCARA DE HUEVO
FECHA : 07/05/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	23.00	23.00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	63.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	23.00	23.00
PESO ESPECIFICO		2.629	2.629
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/cm ³)	2.629	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Miguel Ángel Bachreyes Chauri



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Châtelier)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 113 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH:REYES CHAUPIS MIGUEL ANGEL
TESIS : *RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO
EN 4%, 8% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO
MATERIAL : 98% DE CEMENTO Y 4% DE CASCARA DE HUEVO
FECHA : 07/06/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	18.60	18.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.60	18.60
PESO ESPECIFICO		3.441	3.441
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/cm ³)		3.442

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
Facultad de Ingeniería
La Nueva San Pedro - Perú

Mg. Miguel Ángel Jara
2019



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le-GlakWé)

(Según ASTM C 308, AASHTO T 133 y NTC E 410-2000)

SOLICITA : BACHREYES CHAMPIS MIGUEL ANGEL
TESIS : *RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO
EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO
MATERIAL : 84% DE CEMENTO Y 6% DE CASCARA DE HUEVO
FECHA : 07/05/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.00	19.00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.00	19.00
PESO ESPECIFICO		3.368	3.368
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/cm ³)	3.368	


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

Mg. Miguel Salar Jara
JSP



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chatelier)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 155 y MTCE 610.2006)

SOLICITA : BACH. REYES CHAUPIS MIGUEL ANGEL
TITULO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ AL SUSTITUIR AL CEMENTO
EN 4%, 6% Y 8% POR CASCARA DE HUEVO
MATERIAL : 92% DE CEMENTO Y 8% DE CASCARA DE HUEVO
FECHA : 07/05/2010

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.60	19.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.50	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.60	19.60
PESO ESPECIFICO		3.285	3.265
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/cm ³)	3.265	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Escuela de Ingeniería Civil
Mg. Miguel Jara
Jara

I. RESULTADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Ensayos de calidad a los agregados utilizados para las diferentes mezclas (granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso específico, porcentaje de absorción).

Para la elaboración de los ensayos a los agregados se necesitaron los equipos del laboratorio de mecánica de suelos de la universidad san pedro, para obtener los datos correctos que permiten conocer si los agregados utilizados en las mezclas son los idóneos. A continuación se muestran los tipos de ensayos con sus respectivos resultados.

Tabla 01: Especificaciones de los ensayos a los agregados

MATERIAL	TIPOS DE ENSAYO	RESULTADO
AGREGADO FINO	Granulometría	Si cumple el rango (norma ASTM -C33)
	Contenido de humedad	6.13
	Peso unitario suelto (kg/m ³)	1505
	Peso unitario Compactado (kg/m ³)	1656
	Peso específico (tn/m ³)	2.655
	Absorción (%)	0.942
AGREGADO GRUESO	Granulometría	Si cumple el rango (norma ASTM -C33)
	Contenido de humedad	0.30
	Peso unitario suelto (kg/m ³)	1423
	Peso unitario Compactado (kg/m ³)	1547
	Peso específico (tn/m ³)	2.698
	Absorción (%)	0.713

Fuente: Elaboración Propia

Granulometría:

La norma ASTM-C33 establece los límites granulométricos superiores e inferiores, sabiendo esto, tenemos las siguientes tablas y figuras que nos permiten comprender mejor los datos de granulometría de la tabla anterior. Seguidamente se representa el porcentaje de pasante y el porcentaje retenido de la arena.



Tabla 02: Porcentajes retenidos y porcentajes de pasantes del agregado fino

PESO SECO INICIAL	1850.5
PESO SECO LAVADO	1801.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	49.50

TAMIZ No	ABERT. (mm)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 08	2.360	365.50	19.75	19.75	80.25
N° 16	1.180	379.50	20.51	40.26	59.74
N° 30	0.600	358.50	19.37	59.63	40.37
N° 50	0.300	266.00	14.37	74.01	25.99
N° 100	0.150	325.50	17.59	91.60	8.40
N° 200	0.075	106.00	5.73	97.33	2.67
PLATO		49.50	2.67	100.00	0.00
TOTAL		1850.50	100.00		

El peso total de la muestra era de 1850.50 gr. Con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. A continuación se muestra la curva granulométrica de la arena.

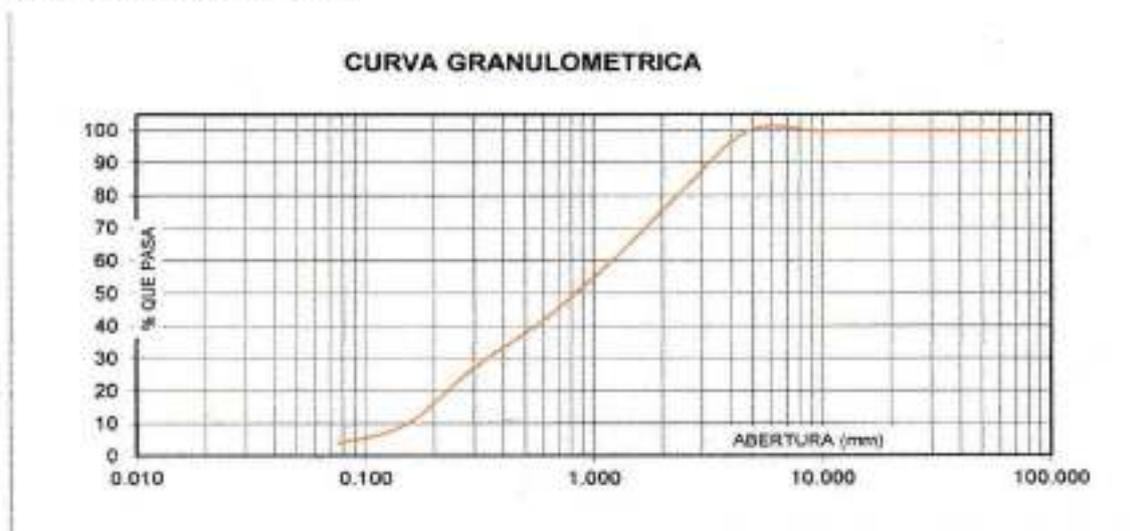


Figura 1: Curva granulométrica de la arena



Se observa que la curva granulométrica de la arena si cumple los limites en los tamices 3/8, N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100. Por lo tanto podemos afirmar que si cumple con las especificaciones. El módulo de fineza es de 2.90 por tanto está dentro del rango ya que es de 2.30 a 3.10, esto quiere decir que el material es una arena mediana. En la siguiente tabla observamos el porcentaje de pasantes y el porcentaje retenido del agregado grueso.

Tabla 03: Porcentajes retenidos y porcentajes pasantes del agregado grueso

PESO SECO INICIAL	12384.00
PESO SECO LAVADO	
PESO PERDIDO POR LAVADO	

TAMIZ		PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	3700.50	29.88	29.88	70.12
1/2"	12.500	5358.00	43.27	73.15	26.85
3/8"	9.500	1947.00	15.72	88.87	11.13
N° 4	4.750	1306.50	10.55	99.42	0.58
PLATO		72.00	0.58	100.00	0.00
TOTAL		12384.00	100.00		

El peso de la muestra es de 12384.00 gr. Con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. El tamaño máximo nominal es de 3/4". En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica del agregado grueso.

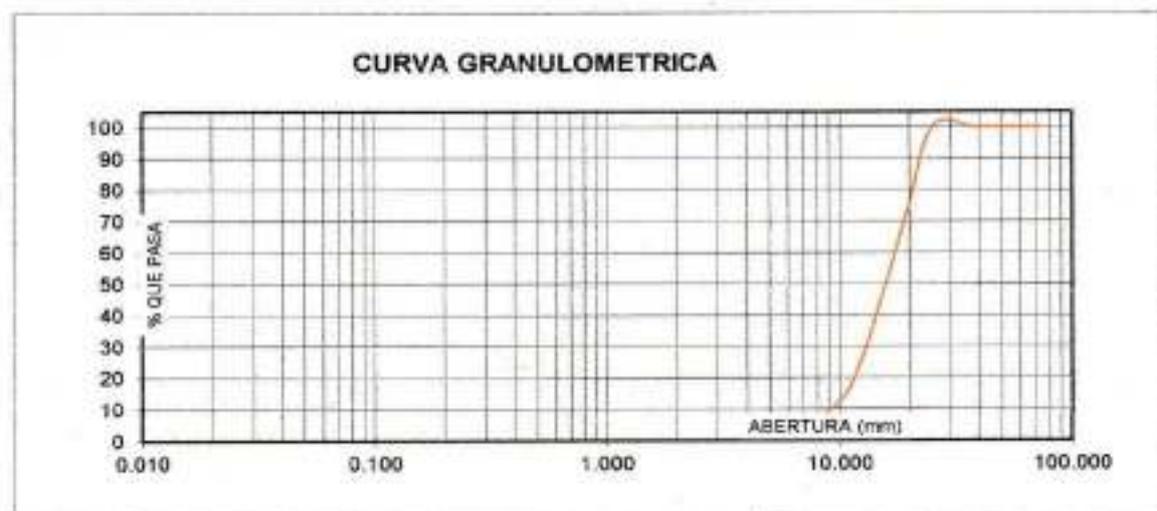


Figura 02: Curva granulométrica del agregado grueso



El agregado grueso procedente de la cantera Rolan, utilizada en nuestro trabajo de grado, cumple con la norma ASTM -C33.

Contenido de humedad:

Los datos obtenidos en el laboratorio son los siguientes

Tabla 04: Agregado fino

DESCRIPCION	MUESTRA		
Recipiente N°	47	45	
Peso húmedo + recipiente	931.00	778.00	
Peso seco + recipiente	887.00	743.00	
Peso recipiente	168.40	172.80	
Peso del agua	44.00	35.00	
Peso suelo seco	718.60	570.20	
Humedad (%)	6.12	6.14	6.13

Fuente: elaboración propia

Tabla 05: Agregado Grueso

DESCRIPCION	MUESTRA		
Recipiente N°	46	30	
Peso húmedo + recipiente	947.00	1177.00	
Peso seco + recipiente	945.50	1173.00	
Peso recipiente	175.60	168.10	
Peso del agua	1.50	4.00	
Peso suelo seco	769.90	1004.90	
Humedad (%)	0.20	0.40	0.30

Fuente: elaboración propia

Tabla 05: Gravedad específica y absorción del agregado fino

Agregado fino				
Identificación	20	14		
A	Peso mat. Sat. Seca (en aire)	300	300	
B	Peso frasco + H2O	678.5	683.2	
C	Peso frasco + H2O (A+B)	978.5	983.2	
D	Peso mat. + H2O en el frasco	865.3	870.3	
E	Vol. Masa + vol. Vacío (C-D)	113.2	112.9	
F	Peso mat. Seco en estufa (105°)	297.1	297.3	
G	Vol. Masa E-(A-F)	110.3	110.2	
	Base seca (F/E)	2.625	2.633	
	Base saturada (A/E)	2.650	2.657	2.655
	Aparente base seca (F/G)	2.694	2.698	
	% absorción ((A-F)/F)*100	0.976	0.908	0.942

Fuente: elaboración propia



Tabla 06: Gravedad específica y absorción del agregado grueso

Agregado Grueso					
Identificación		26	14	37	
A	Peso mat. Sat. Seca (en aire)	1132.5	1081.6	858.6	
B	Peso mat. Sat. Seca (en agua)	712.6	682.5	539.2	
C	Vol. Masa /vol. Vacios (A-B)	419.9	399.1	319.4	
D	Peso mat. Seco en estufa (105°)	1125.1	1074	852	
E	Vol. Masa C-(A-D)	412.5	391.5	312.8	
	Base seca (D/C)	2.679	2.691	2.668	
	Base saturada (A/C)	2.697	2.710	2.688	2.698
	Aparente base seca (D/E)	2.728	2.743	2.724	
	% absorción ((A-D)/D)*100	0.658	0.708	0.775	0.713

Fuente: elaboración propia

Tabla 07: Peso unitario del agregado fino

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO			
	muestra N°	1	2	3	1	2	3
peso material + molde		8.11	7.980	7.980	7.635	7.610	7.570
peso de molde		3.426	3.426	3.426	3.426	3.426	3.426
peso de material		4.684	4.554	4.554	4.209	4.184	4.144
volumen del molde		2.776	2.776	2.776	2.776	2.776	2.776
peso unitario		1.687	1.640	1.640	1.516	1.507	1.493
peso unitario promedio		1.656			1.505		

Fuente: elaboración propia

Tabla 08: Peso unitario del agregado grueso

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO			
	muestra N°	1	2	3	1	2	3
peso material + molde		19.78	19.790	19.780	18.625	18.630	18.620
peso de molde		5.333	5.333	5.333	5.333	5.333	5.333
peso de material		14.447	14.457	14.447	13.292	13.297	13.287
volumen del molde		9.341	9.341	9.341	9.341	9.341	9.341
peso unitario		1.547	1.548	1.547	1.423	1.424	1.422
peso unitario promedio		1.547			1.423		

Fuente: elaboración propia



Por tanto los datos a utilizar para el diseño son los siguientes:

Tabla 09: Datos a usar para el diseño de concreto

AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Módulo de fineza = 2.90	
Cont. De humedad = 6.13 %	Cont. De humedad = 0.30 %
Absorción (%) = 0.942	Absorción (%) = 0.713
Peso específico. (kg/m ³) = 2.655	Peso específico. (kg/m ³) = 2.698
Peso seco suelto (kg/m ³) = 1505.00	Peso seco suelto (kg/m ³) = 1423.00
Peso seco compactado (kg/m ³) = 1656.00	Peso seco compactado (kg/m ³) = 1547.00

Fuente: elaboración propia

DISEÑO DE MEZCLAS Y SUS RESPECTIVOS AJUSTES DE MEZCLAS POR EL MÉTODO DEL A.C.I

Especificaciones:

Con los datos obtenidos de laboratorio realizamos el diseño de mezcla primero para una bolsa de cemento, de una resistencia de doscientos diez kilogramos sobre centímetros cuadrados (210 kg/cm²), luego una probeta. La selección de las proporciones se hará empleando el método del A.C.I.

Materiales

a. Cemento portland

Tipo : 1 sol
Peso específico : 3.11

b. Agua

Tipo : potable de la zona
Peso específico : 1

c. Agregado fino

: **ROLAN**
Peso específico de la masa : 2.655
Peso unitario seco suelto : 1505 kg/m³
Peso unitario seco compactado : 1656 kg/m³
Contenido de humedad : 6.13 %
Absorción : 0.90 %
Módulo de fineza : 2.90



d. Agregado grueso	:	Rolan
Tamaño máximo nominal	:	3/4"
Peso específico de la masa	:	2.698
Peso unitario seco suelto	:	1423 kg/m ³
Peso unitario seco compactado	:	1547 kg/m ³
Contenido de humedad	:	0.30 %
Absorción	:	0.71 %

SECUENCIA DE DISEÑO

➤ **resistencia de diseño**

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

➤ **Selección del tamaño máximo nominal del agregado**

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso le corresponde un tamaño máximo nominal es de:

$$TMN = 3/4"$$

➤ **Selección del asentamiento del concreto**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de (ver tabla N° 01 en anexo):

$$3" \text{ a } 4"$$

➤ **Selección del volumen unitario de agua**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/4", el volumen de agua es de (Ver tabla N° 02 en anexo):

$$205 \text{ lt/m}^3$$

➤ **Selección del contenido de aire**

Se determina el contenido de aire atrapado para el agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4" es de (Ver tabla N° 03 en anexo):

$$2.0\%$$

➤ **Selección de la relación agua- cemento**

Para una resistencia de diseño $F'_{CR} = 210 \text{ kg/cm}^2$, sin aire incorporado, la relación agua/cemento es de (ver tabla N° 04 en anexo):



Interpolando

200 - - - - - 0.70
210 - - - - - x
250 - - - - - 0.62

$$\frac{200 - 250}{200 - 210} = \frac{0.70 - 0.62}{0.70 - x}$$

$$x = 0.684 \quad \text{---} \rightarrow \quad \frac{a}{c} = 0.68$$

➤ **Factor cemento**

$$\begin{aligned} \text{factor cemento} &= \frac{\text{volumen unitario}}{a/c} = \frac{205 \text{ lt/m}^3}{0.68} = 301.47 \\ &= 301.50 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{factor cemento} = 301.50 \times \frac{1}{42.5} = 7.09 \text{ bolsas/m}^3$$

➤ **Contenido del agregado grueso**

Módulo de finza es de 2.90 y tamaño máximo nominal de 3/4" se obtiene un volumen de agregado grueso compactado de (ver tabla N° 05 en anexo):

Interpolando

2.80 - - - - - 0.62
2.90 - - - - - x
3.00 - - - - - 0.60

$$\frac{2.80 - 3.00}{2.80 - 2.90} = \frac{0.62 - 0.60}{0.62 - x}$$

$$x = 0.61$$



➤ Contenido del agregado grueso → X = 0.61

➤ *Peso del ag. grueso = 1547 kg*

Fórmula para el peso del agregado grueso:

= vol. ag. grueso compactado × peso unitario seco compactado

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.61 \times 1547 = 943.67 \text{ kg/m}^3$$

➤ **Calculo de volumen absoluto**

$$\text{cemento} = \frac{301.50}{3.11 \times 1000} = 0.10 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{205}{1 \times 1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 2.0 \% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = \frac{943.67}{2.698 \times 1000} = 0.350 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 0.675 \text{ m}^3$$

➤ **Contenido de agregado fino**

$$\text{volumen absoluto del ag. fino} = 1 - 0.675 = 0.325 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. fino seco} = 0.325 \times 2655 = 862.875 \text{ kg/m}^3$$

➤ **Valores de diseño**

Cantidad de material a ser empleando serán:

➤ $\text{cemento} = 301.50 \text{ kg/m}^3$

➤ $\text{agua} = 205.00 \text{ lt/m}^3$

➤ $\text{ag. fino seco} = 862.88 \text{ kg/m}^3$

➤ $\text{ag. grueso seco} = 943.67 \text{ kg/m}^3$

Corrección por humedad del agregado: Corregimos por humedad de los agregados a fin de obtener los valores a ser usados:

Agregado fino

$$\text{peso humedo ag. fino} = 862.88 \times (0.062 + 1)$$

$$\text{peso humedo ag. fino} = 862.88 \times (1.062) = 916.38 \text{ kg/m}^3$$

Agregado Grueso

$$\text{peso humedo ag. grueso} = 943.67 \times (0.0032 + 1)$$

$$\text{peso humedo ag. grueso} = 943.67 \times (1.0032) = 946.69 \text{ kg/m}^3$$

Humedad superficial del agregado

$$\text{ag. fino} = \text{contenido de humendad} - \text{absorción}$$

$$\text{ag. fino} = 6.13 - 0.90 = 5.23 \%$$

$$\text{ag. grueso} = \text{contenido de humendad} - \text{absorcion}$$

$$\text{ag. grueso} = 0.30 - 0.71 = -0.41 \%$$



Aporte de humedad de los agregados

$$ag. \text{ fino} = 862.88 \times 0.0523 = 45.13 \text{ lt/m}^3$$

$$ag. \text{ grueso} = 943.67 \times -0.0041 = -3.87 \text{ lt/m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 41.26 \text{ lt/m}^3$$

Agua efectiva

$$agua \text{ efectiva} = 205 - 41.26 = 163.74 \text{ lt/m}^3$$

➤ Pesos de los materiales corregidos

$$cemento = 301.50 \text{ kg/m}^3$$

$$agua = 163.74 \text{ lt/m}^3$$

$$ag. \text{ fino humedo} = 916.38 \text{ kg/m}^3$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 946.69 \text{ kg/m}^3$$

DISEÑO PARA EL CONCRETO PATRÓN

$$cemento = 301.50 \text{ kg/m}^3$$

$$agua = 163.74 \text{ lt/m}^3$$

$$ag. \text{ fino humedo} = 916.38 \text{ kg/m}^3$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 946.69 \text{ kg/m}^3$$

Proporción por peso

$$\frac{301.50}{301.50} : \frac{163.74}{301.50} : \frac{916.38}{301.50} : \frac{946.69}{301.50}$$

$$1 : 0.54 : 3.04 : 3.14$$

Peso por tanda (una bolsa de cemento)

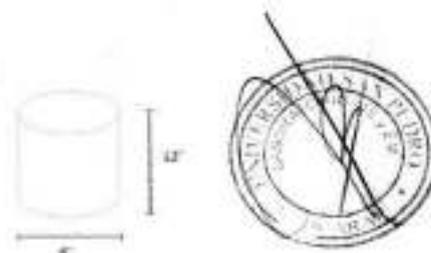
$$cemento = 1.00 \times 42.5 = 42.50 \text{ kg/bolsa}$$

$$agua = 0.54 \times 42.5 = 22.95 \text{ lt/bolsa}$$

$$ag. \text{ fino humedo} = 3.04 \times 42.5 = 129.20 \text{ kg/bolsa}$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 3.14 \times 42.5 = 133.45 \text{ kg/bolsa}$$

Peso para una probeta



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

$$V = \pi \times (6)^2 \times 12$$

$$V = 5556.99 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3} = 0.0056 \text{ m}^3$$

Peso para una probeta

$$\text{cemento} = 301.50 \times 0.0056 = 1.69 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 163.74 \times 0.0056 = 0.92 \text{ lt}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 916.38 \times 0.0056 = 5.13 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 946.69 \times 0.0056 = 5.30 \text{ kg}$$

Peso para una probeta con el 10% de desperdicio

$$\text{cemento} = 1.69 \times 1.10 = 1.86 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 0.92 \times 1.10 = 1.01 \text{ lt}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 5.13 \times 1.10 = 5.64 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 5.30 \times 1.10 = 5.83 \text{ kg}$$

Para 9 probetas para concreto patrón

$$\text{cemento} = 1.86 \times 9 = 16.74 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 1.01 \times 9 = 9.09 \text{ lt}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 5.64 \times 9 = 50.76 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 5.83 \times 9 = 52.47 \text{ kg}$$

DISEÑO PARA 4 % CON CASCARA DE HUEVO

$$\text{cemento} = 301.50 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 163.74 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino humedo} = 916.38 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 946.69 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{aditivo} = 301.50 \times 4\% = 12.06 \text{ kg/m}^3$$



Reajuste del cemento

<i>cemento</i>	=	289.44 kg/ m ³
<i>agua</i>	=	163.74 lt/ m ³
<i>ag. fino humedo</i>	=	916.38 kg/ m ³
<i>ag. grueso humedo</i>	=	946.69 kg/ m ³
<i>aditivo = 301.50 x 4 %</i>	=	12.06 kg/ m ³

Proporción por peso

$$\frac{289.44}{289.44} : \frac{163.74}{289.44} : \frac{916.38}{289.44} : \frac{946.69}{289.44} : \frac{12.06}{289.44}$$
$$1 : 0.57 : 3.17 : 3.27 : 0.04$$

Peso por tanda (una bolsa de cemento)

<i>cemento</i>	=	1.00 x 42.5	=	42.50 kg/bolsa
<i>agua</i>	=	0.57 x 42.5	=	24.20 lt/bolsa
<i>ag. fino humedo</i>	=	3.17 x 42.5	=	134.73 kg/bolsa
<i>ag. grueso humedo</i>	=	3.27 x 42.5	=	138.98 kg/bolsa
<i>aditivo</i>	=	0.04 x 42.5	=	1.70 kg/bolsa

Peso para una probeta

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

$$V = \pi \times (6)^2 \times 12$$

$$V = 5556.99 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3} = 0.0056 \text{ m}^3$$

Peso para una probeta

<i>cemento</i>	=	289.44 x 0.0056	=	1.62kg
<i>agua</i>	=	163.74 x 0.0056	=	0.92 lt
<i>ag. fino humedo</i>	=	916.38 x 0.0056	=	5.13 kg
<i>ag. grueso humedo</i>	=	946.69 x 0.0056	=	5.30 kg
<i>aditivo</i>	=	12.06 x 0.0056	=	0.07 kg



Peso para una probeta con el 10% de desperdicio

<i>cemento</i>	=	1.62	×	1.10	=	1.78 kg
<i>agua</i>	=	0.92	×	1.10	=	1.01 lt
<i>ag. fino humedo</i>	=	5.13	×	1.10	=	5.64 kg
<i>ag. grueso humedo</i>	=	5.30	×	1.10	=	5.83 kg
<i>aditivo</i>	=	0.07	×	1.10	=	0.08 kg

Para 9 probetas con cascara de huevo en un 4%

<i>cemento</i>	=	1.78	×	9	=	16.02 kg
<i>agua</i>	=	1.01	×	9	=	9.09 lt
<i>ag. fino humedo</i>	=	5.64	×	9	=	50.76 kg
<i>ag. grueso humedo</i>	=	5.83	×	9	=	52.47 kg
<i>aditivo</i>	=	0.08	×	9	=	0.72 kg

DISEÑO PARA 6% CON CASCARA DE HUEVO

<i>cemento</i>	=	301.50 kg/ m ³
<i>agua</i>	=	163.74 lt/ m ³
<i>ag. fino humedo</i>	=	916.38 kg/ m ³
<i>ag. grueso humedo</i>	=	946.69 kg/ m ³
<i>aditivo</i> = 301.50 x 6 %	=	18.09 kg/ m ³

Reajuste del cemento

<i>cemento</i>	=	283.41 kg/ m ³
<i>agua</i>	=	163.74 lt/ m ³
<i>ag. fino humedo</i>	=	916.38 kg/ m ³
<i>ag. grueso humedo</i>	=	946.69 kg/ m ³
<i>aditivo</i> = 301.50 x 6 %	=	18.09 kg/ m ³

Proporción por peso

$$\frac{283.41}{283.41} : \frac{163.74}{283.41} : \frac{916.38}{283.41} : \frac{946.69}{283.41} : \frac{18.09}{283.41}$$

$$1 : 0.58 : 3.23 : 3.34 : 0.06$$



Peso por tanda (una bolsa de cemento)

<i>cemento</i>	=	1.00 x 42.5	=	42.50 kg/bolsa
<i>agua</i>	=	0.58 x 42.5	=	24.65 lt/bolsa
<i>ag. fino humedo</i>	=	3.23 x 42.5	=	134.28 kg/bolsa
<i>ag. grueso humedo</i>	=	3.34 x 42.5	=	142.00 kg/bolsa
<i>aditivo</i>	=	0.06 x 42.5	=	2.55 kg/bolsa

Peso para una probeta

<i>cemento</i>	=	283.41 x 0.0056	=	1.59kg
<i>agua</i>	=	163.74 x 0.0056	=	0.92 lt
<i>ag. fino humedo</i>	=	916.38 x 0.0056	=	5.13 kg
<i>ag. grueso humedo</i>	=	946.69 x 0.0056	=	5.30 kg
<i>aditivo</i>	=	12.06 x 0.0056	=	0.10 kg

Peso para una probeta con el 10% de desperdicio

<i>cemento</i>	=	1.59 x 1.10	=	1.75 kg
<i>agua</i>	=	0.92 x 1.10	=	1.01 lt
<i>ag. fino humedo</i>	=	5.13 x 1.10	=	5.64 kg
<i>ag. grueso humedo</i>	=	5.30 x 1.10	=	5.83 kg
<i>aditivo</i>	=	0.10 x 1.10	=	0.11 kg

Para 9 probetas con cascara de huevo en un 6 %

<i>cemento</i>	=	1.75 x 9	=	15.75 kg
<i>agua</i>	=	1.01 x 9	=	9.09 lt
<i>ag. fino humedo</i>	=	5.64 x 9	=	50.76 kg
<i>ag. grueso humedo</i>	=	5.83 x 9	=	52.47 kg
<i>aditivo</i>	=	0.11 x 9	=	0.99 kg

DISEÑO PARA 8 % CON CASCARA DE HUEVO

<i>cemento</i>	=	301.50 kg/ m ³
<i>agua</i>	=	163.74 lt/ m ³



<i>ag, fino humedo</i>	=	916.38 kg/ m3
<i>ag. grueso humedo</i>	=	946.69 kg/ m3
<i>aditivo = 301.50 x 8 %</i>	=	24.12 kg/ m3

Reajuste del cemento

<i>cemento</i>	=	277.38 kg/ m3
<i>agua</i>	=	163.74 lt/ m3
<i>ag, fino humedo</i>	=	916.38 kg/ m3
<i>ag. grueso humedo</i>	=	946.69 kg/ m3
<i>aditivo = 301.50 x 8 %</i>	=	24.12 kg/ m3

Proporción por peso

$$\frac{277.38}{277.38} : \frac{163.74}{277.38} : \frac{916.38}{277.38} : \frac{946.69}{277.38} : \frac{24.12}{277.38}$$

$$1 : 0.59 : 3.30 : 3.41 : 0.09$$

Peso por tanda (una bolsa de cemento)

<i>cemento</i>	=	1.00 x 42.5	=	42.50 kg/bolsa
<i>agua</i>	=	0.59 x 42.5	=	25.08 lt/bolsa
<i>ag, fino humedo</i>	=	3.30 x 42.5	=	140.25 kg/bolsa
<i>ag. grueso humedo</i>	=	3.41 x 42.5	=	144.925 kg/bolsa
<i>aditivo</i>	=	0.09 x 42.5	=	3.83 kg/bolsa

Peso para una probeta

<i>cemento</i>	=	277.38 x 0.0056	=	1.55kg
<i>agua</i>	=	163.74 x 0.0056	=	0.92 lt
<i>ag, fino humedo</i>	=	916.38 x 0.0056	=	5.13 kg
<i>ag. grueso humedo</i>	=	946.69 x 0.0056	=	5.30 kg
<i>aditivo</i>	=	24.12 x 0.0056	=	0.14 kg

Peso para una probeta con el 10% de desperdicio

<i>cemento</i>	=	1.55 x 1.10	=	1.71 kg
<i>agua</i>	=	0.92 x 1.10	=	1.01 lt
<i>ag, fino humedo</i>	=	5.13 x 1.10	=	5.64 kg



$$\begin{aligned} \text{ag. grueso humedo} &= 5.30 \times 1.10 = 5.83 \text{ kg} \\ \text{aditivo} &= 0.14 \times 1.10 = 0.15 \text{ kg} \end{aligned}$$

Para 9 probetas con cascara de huevo en un 8 %

$$\begin{aligned} \text{cemento} &= 1.71 \times 9 = 15.39 \text{ kg} \\ \text{agua} &= 1.01 \times 9 = 9.09 \text{ lt} \\ \text{ag. fino humedo} &= 5.64 \times 9 = 50.76 \text{ kg} \\ \text{ag. grueso humedo} &= 5.83 \times 9 = 52.47 \text{ kg} \\ \text{aditivo} &= 0.15 \times 9 = 1.35 \text{ kg} \end{aligned}$$

Por tanto las dosificaciones son las siguientes:

Tabla 10: dosificación para 9 probetas de concreto patrón

material	Cantidad	unidad
Cemento	16.74	kg
Agua	9.09	lts
Agregado fino	50.76	kg
Agregado grueso	52.47	kg

Fuente: elaboración propia

Tabla 11: dosificación para 9 probetas con cascara de huevo a un 4 %

material	cantidad	unidad
Cemento	16.02	kg
Agua	9.09	lts
Agregado fino	50.76	kg
Agregado grueso	52.47	kg
Aditivo	0.72	kg

Fuente: elaboración propia



Tabla 12: dosificación para 9 probetas con cascara de huevo a un 6 %

material	cantidad	unidad
Cemento	15.75	kg
Agua	9.09	lts
Agregado fino	50.76	kg
Agregado grueso	52.47	kg
aditivo	0.99	kg

Fuente: elaboración propia

Tabla 13: dosificación para 9 probetas con cascara de huevo a un 8 %

material	cantidad	unidad
Cemento	15.39	kg
Agua	9.09	lts
Agregado fino	50.76	kg
Agregado grueso	52.47	kg
aditivo	1.35	kg

Fuente: elaboración propia

Tabla 14: total de materiales a utilizar.

material	cantidad	unidad
Cemento	63.90	kg
Agua	36.36	lts
Agregado fino	203.04	kg
Agregado grueso	209.88	kg
aditivo	3.06	kg

Fuente: elaboración propia





USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION

SOLICITA : Bach. REYES CHAUPS, Miguel Angel
 TESIS :
 RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO F' C=210 KG/CM2 AL
 SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% y 8% POR CASCARA DE HUEVO.
 LUGAR : HUARAZ
 FC : 210 KG/CM2

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA		EDAD DIAS	RESISTENCIA KG/CM2	F' C (%)	PROMEDIO KG/CM2
		MOLDEO	ROTURA				
1	CONCRETO PATRON	23/07/2018	30/07/2018	7	164.12	76.19	158.72
2	CONCRETO PATRON	23/07/2018	30/07/2018	7	154.01	75.24	
3	CONCRETO PATRON	23/07/2018	30/07/2018	7	134.05	73.36	

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA		EDAD DIAS	RESISTENCIA KG/CM2	F' C (%)	PROMEDIO KG/CM2
		MOLDEO	ROTURA				
1	CONCRETO PATRON	23/07/2018	06/08/2018	14	177.42	84.48	188.31
2	CONCRETO PATRON	23/07/2018	06/08/2018	14	187.22	89.20	
3	CONCRETO PATRON	23/07/2018	06/08/2018	14	178.17	83.89	

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA		EDAD DIAS	RESISTENCIA KG/CM2	F' C (%)	PROMEDIO KG/CM2
		MOLDEO	ROTURA				
1	CONCRETO PATRON	23/07/2018	13/08/2018	21	214.27	102.08	212.34
2	CONCRETO PATRON	23/07/2018	13/08/2018	21	212.74	101.35	
3	CONCRETO PATRON	23/07/2018	13/08/2018	21	209.26	99.79	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PLAN 1999/2002
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 I+D+I
 Ing. Elizabeth Moza Ambrosio
 CIF: 155044
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION

SOLICITA : Bach. REYES CHAMPS, Miguel Angel
TESS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO F C=210 KG/CM2 AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% y 8% POR CASCARA DE HUEVO
LUGAR : HUARAZ
FC : 210 KG/CM2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SUST %	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	RESISTENCIA KG/CM2	FC %	PROMEDIO KG/CM2
1	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	23/07/2018	30/07/2018	7	181.08	76.70	181.03
2	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	23/07/2018	30/07/2018	7	182.21	77.29	
3	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	23/07/2018	30/07/2018	7	184.71	76.05	

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SUST %	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	RESISTENCIA KG/CM2	FC %	PROMEDIO KG/CM2
1	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	25/07/2018	30/08/2018	14	187.61	89.34	185.33
2	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	25/07/2018	30/08/2018	14	195.04	91.92	
3	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	25/07/2018	30/08/2018	14	174.76	83.22	

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SUST %	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	RESISTENCIA KG/CM2	FC %	PROMEDIO KG/CM2
1	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	13/07/2018	13/08/2018	28	213.30	101.57	212.21
2	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	13/07/2018	13/08/2018	28	208.77	99.42	
3	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO	4	13/07/2018	13/08/2018	28	234.54	102.16	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 VIAL - PERU
 YULIO GARIBAY BARRERA
 CARRERA DE INGENIERIA DE ALUMINOS
 CARRERA DE INGENIERIA DE ALUMINOS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 110544
 JENA



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION

SOLICITA : Bach. REYES CHAUPS, Miguel Angel

TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 5% y 8% POR CASCARA DE HUEVO.

LUGAR : HUARAZ

FC : 210 KG/CM2

Nº	TESTIGO	SUST	FECHA		EDAD	RESISTENCIA	FC/FC	PROMEDIO
	ELEMENTO		%	MOLDEO				
1	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	25/07/2018	30/07/2018	7	158,97	75,70	164,43
2	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	25/07/2018	30/07/2018	7	170,85	81,36	
3	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	25/07/2018	30/07/2018	7	163,44	77,83	

Nº	TESTIGO	SUST	FECHA		EDAD	RESISTENCIA	FC/FC	PROMEDIO
	ELEMENTO		%	MOLDEO				
1	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	23/07/2018	06/08/2018	14	182,48	86,88	187,83
2	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	23/07/2018	06/08/2018	14	192,53	91,68	
3	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	23/07/2018	06/08/2018	14	188,51	89,77	

Nº	TESTIGO	SUST	FECHA		EDAD	RESISTENCIA	FC/FC	PROMEDIO
	ELEMENTO		%	MOLDEO				
1	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	23/07/2018	13/08/2018	28	228,26	104,89	214,56
2	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	23/07/2018	13/08/2018	28	214,29	102,00	
3	C'CEMBA DE CASCARA DE HUEVO	8	23/07/2018	13/08/2018	28	216,41	102,20	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUANUCO - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERIA DE TUBERIAS
 HUARAZ - HUANCAYO

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116649
 JEPS

ASENTAMIENTO POR EL METODO DEL CONO CON ABRAMS

SOLICITA : Bach. REYES CHALPIS, Miguel Angel

TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO F' C=210 KG/CM2 AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% y 8% POR CASCARA DE HUEVO.

LUGAR : HUIBRAZ

F.C : 210 KG/CM2

DISEÑO F' C= 210 KG/CM2	SLUMP (")	SLUMP
Concreto (patron)	3 7/8	3,875
concreto con cantidad de cascara de huevo 4 %	3 5/8	3,625
concreto con cantidad de cascara de huevo 6 %	3 3/4	3,750
concreto con cantidad de cascara de huevo 8 %	4 1/8	4,125



ANEXO 06: PANEL FOTOGRAFICO



Foto 01: Muestra de los agregados en la cantera ROLAN –HUARAZ-ANCASH



Foto 02: Muestra de los agregados.



Foto 03: muestra para el contenido de humedad.



Foto 04: peso para el contenido de humedad.



Foto 05: muestra del contenido de humedad en el horno.



Foto 06: Cuarteando el agregado grueso para la granulometría.



Foto 07: Tamizando el agregado grueso para la granulometría.



Foto 08: Densidad compactada de la arena.



Foto 09: panadería “Salazar” lugar donde se recolecto la cacara de huevo.



Foto 10: Recolectando cascara de huevo.



Foto 11: las cascaras de huevos se pone en un recipiente limpio sin impurezas.

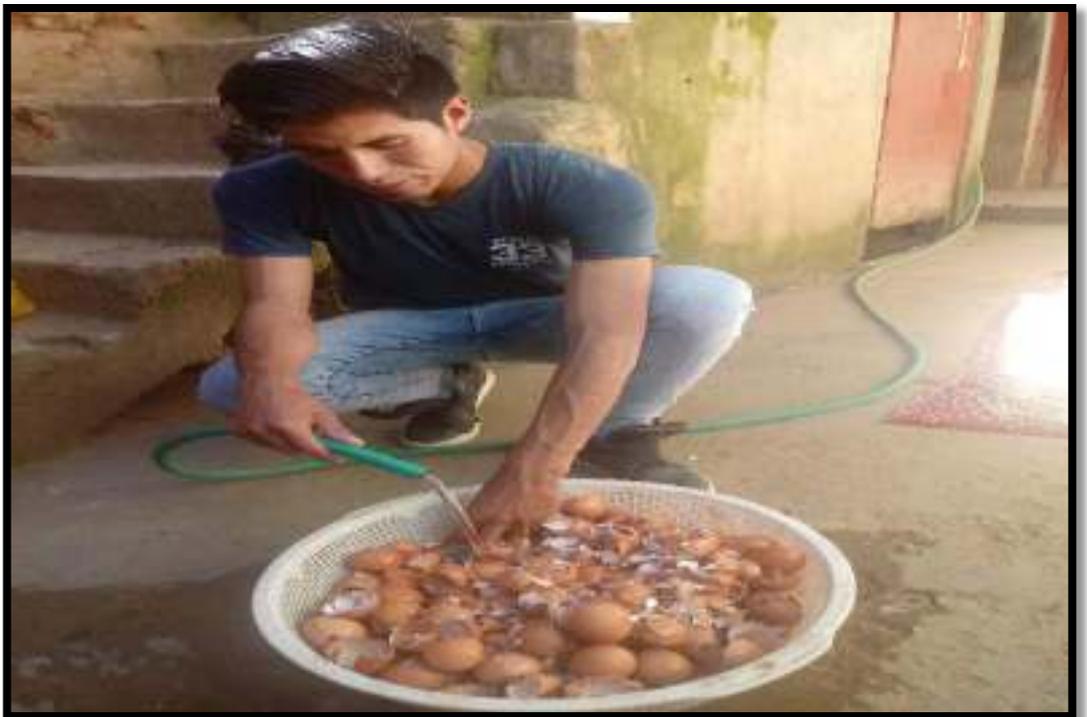


Foto 12: lavando las cascaras de huevo con agua limpia sin ningún detergente y/o limpiador.



Foto 13: Después de lavar se pone sobre un costalillo limpio y esparcirlo para su secado.



Foto 14: se esparce con una varilla para que se seque uniforme volteando casa media hora.



Foto 15: juntamos las cascara de huevo ya secado al aire libre.



Foto 16: juntamos en una bolsa la cascara de huevo.



Foto 17: una vez en el molino llenamos en una bandeja.



Foto 18: antes de llenar la cascara de huevo se procede a limpiar el molino.



Foto 19: llenamos al molino para ser triturado.



Foto 20: observamos como salió una vez molido la cascara de huevo.



Foto 21: se observa la calcinación de la cascara de huevo molido.



Foto 22: tamizado por la malla N° 200 la cascara de huevo calcinada.



Foto 23: pesando la ceniza de cascara de huevo.



Foto 24: colocando la muestra en el horno de mufla para su calcinación.



Foto 25: Ensayo de peso específico de la ceniza de cascara de huevo

PREPARACION DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PROBETAS,

VACIADO DE CONCRETO EN PROBETAS

- ✓ Se empezó pesando la piedra, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de mezcla. Para las 36 probetas.
- ✓ Se hecho petróleo al molde de probetas para que el concreto no se pegue.
- ✓ Se preparó el concreto en la mezcladora de la universidad.
- ✓ Se procedió a vertirlo en un bugui. Se hizo en una tanda.
- ✓ Se empezó a vaciar el concreto en cada una de las probetas.
- ✓ Se chucea bien para que no quede cangrejas.



Foto 26: pesando los agregados para la dosificación



Foto 27: pesando el cemento para la dosificación



Foto 28: pesando la ceniza de cascara de huevo de acuerdo al diseño de mezcla



Foto 29: pesando los agregados, cemento y la ceniza de cascara de huevo según diseño de mezcla.



Foto 30: preparando el concreto.



Foto 31: realizando la mezcla tanto patrón como el aditivo en los diferentes porcentajes y observando la imagen se realizó el SLUMP.



Foto 32: probetas culminadas tanto patrón y los porcentajes de la ceniza de cascara de huevo.

DESENCOFRADO DE PROBETAS A LAS 24 HORAS. PONER A CURAR

- ✓ Se desencofro a las 24 horas de vaciado el concreto
- ✓ Se empezó a desencofrar cada una de las probetas
- ✓ Se puso a curar en los cilindros y el pozo de la universidad del laboratorio con agua.



Foto 33: desencofrado de los testigos para luego ser curado.



Foto 34: curado de los testigos en el laboratorio de la universidad USP.



Foto 35: curado de los testigos en el laboratorio de la universidad USP.



Foto 36: La probeta en la máquina para el ensayo a compresión.



Foto 37: Las probetas a los 7,14 y 28 días después de pasar la máquina a compresión.