

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y  
RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> DEL CEMENTO  
PACASMAYO Y QHUNA**

---

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**  
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURAS Y MATERIALES**

**AUTOR:** BR. VARAS RAMIREZ, NATALY REGINA  
BR. VILLANUEVA ANTICONA, YANIRA LISSET

**ASESOR:** MS. DURAND ORELLANA, ROCIO DEL PILAR

**TRUJILLO - PERÚ**  
**2017**

**TESIS: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y  
RESISTENCIA DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM2 DEL CEMENTO  
PACASMAYO Y QHUNA”**

Por: Br. Varas Ramírez, Nataly Regina  
Br. Villanueva Anticona, Yanira Lisset

**JURADO EVALUADOR**

**Presidente:**

Ing. Galicia Guarniz William

\_\_\_\_\_

**Secretario:**

Ing. Ochoa Zevallos Rolando

\_\_\_\_\_

**Vocal:**

Ing. Vega Benites Jorge

\_\_\_\_\_

**Asesor:**

Ing. Durand Orellana Roció del Pilar

\_\_\_\_\_

## PRESENTACION

### Señores Miembros del Jurado:

En concordancia con lo estipulado por el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, ponemos a vuestras consideraciones la presente Tesis Profesional titulada:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM<sup>2</sup> DEL CEMENTO PACASMAYO Y QHUNA”**. El presente trabajo fue realizado con propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradecemos a nuestros docentes y al presente jurado que nos brindaron sus conocimientos y enseñanzas durante nuestra formación como profesional.

Atentamente

-----  
Br. Varas Ramírez Nataly Regina

-----  
Br. Villanueva Anticona Yanira Lisset

## DEDICATORIA

Este presente trabajo es dedicado a todos mis seres queridos especialmente a mis padres porque gracias a su esfuerzo se logró llegar a una de las metas, porque siempre confiaron y creyeron en mí en todo momento de mi carrera universitaria, ayudándome a entender que nada en la vida es fácil y que todo es a base de esfuerzo y mucho trabajo. Gracias por ser mi fuerza esa fuerza que me motiva todos los días. Hugo y Sonia.

**Varas Ramírez Nataly Regina**

A mis padres Manuel y Amelia, que son la razón de mi superación permanente y motivación para seguir adelante, a quienes agradeceré toda mi vida por su ejemplo de trabajo, por sus valores inculcados, apoyo permanente, abnegado sacrificio que me brindaron durante mi formación profesional, a mi hermana Mitsy, a quien siempre tendré presente por su comprensión y optimismo; actitudes que siempre recordare.

**Villanueva Anticona Yanira Lisset**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios porque estuvo con nosotros guiándonos y bendiciéndonos en todo momento y por darnos la fuerza necesaria para superar los obstáculos que nos tocó vivir. Gracias porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO por su calidad de enseñanzas y por darnos la oportunidad de estudiar para ser grandes profesionales.

A mi Asesor de tesis, Ing. Durand Orellana Roció del Pilar por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, visión crítica, consejos, paciencia y motivación ha logrado que nosotras pudiésemos terminar con éxito el presente proyecto.

También nos gustaría agradecer a nuestros docentes que durante toda nuestra carrera profesional han aportado con conocimientos a nuestra formación, por sus consejos y enseñanzas.

Son muchas las personas que han formado parte a nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, optimismo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

## RESUMEN

En la presente tesis de investigación tuvo como objetivo principal realizar el análisis comparativo de los tiempos de fraguado y resistencia a la compresión de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> del cemento Pacasmayo y Qhuna.

Se llevó diferentes diseños de mezcla de concreto para cada tipo de cemento portland Tipo I y Ico, ya que cada uno presenta diferentes condiciones químicas y físicas, pero con diferentes relaciones agua-cemento tales como: 0.40, 0.48 y 0.56 y conservando un slump constante para cada tipo de concreto (Slump: 3" - 4"). Logrando de esta manera obtener una consistencia plástica.

Para llegar a cumplir con este objetivo, se tomó como material de esta investigación las probetas cilíndricas, cuyas dimensiones son de 15 cm x 30 cm y se efectuaron tres muestras de probetas o testigos de concreto en las cuales se ensayaron a las edades de 3, 7, 14, 28 días.

También se realizó ensayos de los tiempos de fraguado tanto para cementos Pacasmayo como Qhuna, estos ensayos fueron realizados en la Universidad Nacional De Ingeniería, demostrando que el cemento Qhuna es el más adecuado si se desea un desencofrado rápido, tomando en cuenta los requisitos dados por las normas ambos logran los requisitos con una relación  $a/c= 0.40$ .

Como resultado del proceso de análisis de resistencia a la compresión se logró conocer la más óptima relación agua cemento debido a que con dicha relación logramos cubrir todos los porcentajes de dureza de concreto. Esta relación agua cemento de 0.48, en cementos Pacasmayo a los 28 días cubrió una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> sin embargo en cementos Qhuna cubrió una resistencia de 270 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.

## ABSTRACT

In this thesis, the main objective of this work was to perform a comparative analysis of the settling times and compressive strength of a concrete  $f'c$  210 kg / cm<sup>2</sup> of the Pacasmayo and Qhuna cement.

Different concrete mixing designs were used for each type I and Ico portland cement, since each one presents different chemical and physical conditions, but with different water-cement ratios such as: 0.40, 0.48 and 0.56 and keeping a constant slump for each type of concrete (Slump: 3 " - 4"). This way obtain a plastic consistency.

In order to reach this objective, the cylindrical specimens, whose dimensions were 15 cm x 30 cm,, were taken as material of this investigation and three samples of specimens or concrete witnesses were carried out in which they were tested at the ages of 3, 7, 14, 28 days.

These tests were performed at the Universidad Nacional de Ingeniería, demonstrating that Qhuna cement is the most suitable if a rapid stripping is desired, taking into account the requirements given by the standards both meet the requirements with a ratio  $a / c = 0.40$ .

As a result of the process of analysis of compressive strength, it was possible to know the most optimal ratio of water to cement, because with this relationship we were able to cover all percentages of concrete hardness. This cement water ratio of 0.48, in Pacasmayo cements at 28 days covered a resistance of 210 kg / cm<sup>2</sup> however in Qhuna cements covered a resistance of 270 kg / cm<sup>2</sup> at 28 days of curing.

# INDICE

JURADO EVALUADOR .....	i
PRESENTACION.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Delimitaciones del problema .....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Formulación de la Hipótesis .....	2
1.5. Variables y definición operacional .....	2
1.6. Objetivos del estudio.....	3
1.6.1. Objetivo general .....	3
1.6.2. Objetivos específicos.....	3
1.7. Justificación de la investigación .....	3
1.8. Marco Teórico .....	4
1.8.1. Antecedentes de investigación .....	4
1.8.2. Fundamentos teóricos .....	8
II. MATERIALES Y METODOS.....	35
1. RECOLECCIÓN DE MATERIALES .....	35
2. ENSAYOS DE LABORATORIO A LOS AGREGADOS .....	36
3. ENSAYO DE LABORATORIO A LOS CEMENTOS .....	47
4. DISEÑO DE MEZCLA.....	49
5. DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO NTP (339.035).....	51
6. ELABORACIÓN DE LOS CILINDROS DE CONCRETO.....	53
7. ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034) ...	56
8. ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO.....	58
III. RESULTADOS.....	61
IV. DISCUSION DE RESULTADOS .....	76
V. CONCLUSIONES .....	85
VI. RECOMENDACIONES .....	88

VII. REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS .....	89
VIII. ANEXOS.....	90

## INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS

Tabla N°1 de tolerancias de consistencias del cemento.....	15
Tabla N° 2 Factor de Corrección.....	29
Tabla N°3 Resistencia a la Compresión Promedio Requerida (Kg/cm2) .....	30
Tabla N° 4 de Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.....	31
Tabla N°5 de Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.....	32
Tabla N°6 de Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto	33
Tabla N° 7 Limites granulometricos para agregado fino .....	38
Tabla N° 8 Limites granulometricos para agregado grueso .....	38
Tabla N° 9 Capacidad del Recipiente.....	46
Tabla N° 10 Modelo de Datos para el Diseño de Mezcla .....	50
Tabla N° 11 Consistencia y asentamientos.....	52
Tabla N° 12 Consistencia y asentamientos.....	57
Tabla N° 13 Analisis Granulometrico del Agregado Grueso .....	61
Tabla N° 14 Analisis Granulometrico del Agregado Fino.....	62
Tabla N° 15 Cálculos del Agregado Grueso.....	63
Tabla N° 16 Calculos del Agregado Grueso.....	63
Tabla N° 17 Calculos de Agregado Fino .....	64
Tabla N° 18 Calculos de Agregado Fino .....	64
Tabla N° 19 Calculos de Volumen del cilindro.....	65
Tabla N° 20 Calculos de Peso Unitario del Agregado Fino .....	65
Tabla N° 21 Calculos del Peso Unitario del Agregado Grueso .....	66
Tabla N° 22 Composicion Quimica del Cemento Qhuna.....	66
Tabla N° 23 Composicion Quimica del Cement Pacasmayo .....	67
Tabla N° 24 Proporciones de Materiales Cemento Qhuna .....	68
Tabla N° 25 Proporciones de Materiales Cemento Pacasmayo .....	68
Tabla N° 26 Calculos de Carga Maxima de Cemento Qhuna a relacion agua cemento de 0.4 .....	69

Tabla N° 27 Calculos de Carga Maxima de Cemento Pacasmayo a relacion agua cemento de 0.4 .....	70
Tabla N° 28 Calculos de Carga Maxima de Cemento Qhuna a relacion agua cemento de 0.48 .....	71
Tabla N° 29 Calculos de Carga Maxima de Cemento Pacasmayo a relacion agua cemento de 0.48 .....	71
Tabla N° 30 Calculos de Carga Maxima de Cemento Qhuna a relacion agua cemento de 0.56 .....	73
Tabla N° 31 Calculos de Carga Maxima de Cemento Pacasmayo a relacion agua cemento de 0.56 .....	73
Tabla N° 32 Resultados de los Tiempo de Fraguado de los cementos .....	75
Tabla N° 33 Cuadro de Porcentajes lo componenes quimicos del cemento Qhuna. ....	77
Tabla N° 34 Cuadro de Porcentajes lo componenes quimicos del cemento Pacasmayo .....	78
Tabla N° 35 Cuadro de Porcentajes de Carga Maxima(KG/CM <sup>2</sup> ) según el Periodo de Curado .....	79
Tabla N° 36 Cuadro de Cargas Maximias a los 3 dias. Cemento Qhuna a relacion agua cemenio de 0.4 .....	80
Tabla N° 37 Cuadro de Cargas Maximias a los 3 dias. Cemento Pacasmayo a relacion agua cemenio de 0.4 .....	80
Tabla N° 38 Cuadro de Cargas Maximias a los 7 dias. Cemento Qhuna a relacion agua cemenio de 0.48 .....	81
Tabla N° 39 Cuadro de Cargas Maximias a los 7 dias. Cemento Pacasmayo a relacion agua cemenio de 0.48 .....	81
Tabla N° 40 Cuadro de Cargas Maximias a los 14 dias. Cemento Qhuna a relacion agua cemenio de 0.56 .....	82
Tabla N° 41 Cuadro de Cargas Maximias a los 14 dias. Cemento Pacasmayo a relacion agua cemenio de 0.56 .....	82
Tabla N° 42 Resultados de los Tiempo de Fraguado de los cementos .....	83

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Comportamiento químico y físico del cemento portland Tipo I y cemento adicionado lco. Cemento y sus aplicaciones pag. (19,20). Dra. Ing. Rosaura Vásquez A. [2009]. .....	9
Figura N° 2 Comportamiento químico y físico del cemento portland Tipo I y cemento adicionado lco. Cemento y sus aplicaciones pag. (20). Dra. Ing. Rosaura Vásquez A. [2009]......	10
Figura N°3 Aguja Vicat. Guía de laboratorio de tecnología del concreto I. Ana Torres C. (2004).....	21
Figura Nª 04 de Cantera de COAM CONTRATISTAS.....	35
Figura Nª 05 Ilustración de Entrada de la Cantera .....	35
Figura Nª 06 Ilustración del tamizado de los agregados.....	39
Figura Nª 07 Ilustración de la Balanza Hidrostática.....	42
Figura Nª 08 Ilustración del Método del Cono de arena .....	43
Figura Nª 09 Ilustración del Ensayo de Peso Especifico .....	44
Figura Nª 010 Ilustración del Ensayo Peso .....	47
Figura N°11 Ensayo del Cono de Abrams Primera Parte. Diseños de Mezclas para el concreto. Josue Pucllas Q. [2013] .....	52
Figura N°12 Ensayo del Cono de Abrams Segunda Parte. Diseños de Mezclas para el concreto. Josue Pucllas Q. [2013].....	52
Figura Nª 13 Ilustración del Asentamiento – Slum .....	53
Figura Nª 14 Ilustración de los cilindros de plástico.....	55
Figura Nª 15 Maquina de Ensayo de laboratorio de Suelos II. ....	58
Figura Nª 16 Aparato de Vicat.....	60

## I. INTRODUCCION

### 1.1. Planteamiento del problema

El análisis comparativo de los tiempos de fraguado y la resistencia de un concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  del cemento Qhuna y el cemento Pacasmayo Extraforte Ico; ayudara a resolver las dudas que muchas empresas relacionadas con el rubro de la construcción en la ciudad de Trujillo tienen sobre este nuevo cemento que ingresó al Mercado en el mes de marzo del presente año, que afirma cumplir con las mismas expectativas que el cemento Pacasmayo Extraforte Ico.

Como es de conocimiento en el mercado la marca que más predomina es el cemento Pacasmayo sobre todo el Extraforte Ico y Fortimax 3, por las características que estas presentan; sin embargo el cemento Qhuna está presentando mejores precios y mejor calidad; es por eso que esta investigación se encargara de verificar lo indicado en las fichas técnicas de cada cemento para darles a las demás empresas una opción más en el uso de materiales para la construcción.

La presente investigación ha realizado diversos ensayos y pruebas de laboratorio, donde podremos llegar a obtener o encontrar un cemento adecuado para que el concreto sea más resistente y económico. Además se enmarca a una investigación que tiene relación con 3 aspectos fundamentales relacionados con la ingeniería y el desarrollo tecnológico de los materiales de construcción en general. La primera es la reducción de costos asociados a la producción de materiales de construcción; la innovación; y tercero y último, encontrar la diferencia en sus propiedades físicas y químicas tales como el tiempo de fraguado y resistencia de un concreto; que a su vez ayudará a reducir el impacto ambiental, tanto a nivel domiciliario como industrial. Mediante esta investigación

pretendemos encontrar un nuevo material que nos pueda brindar una mayor resistencia.

## **1.2. Delimitaciones del problema**

Las dificultades que tendríamos a lo largo del proceso de la tesis, sería que los resultados no sean los que buscamos al inicio, como que al momento de realizar el diseño de mezcla no salga con lo normado, o no podamos cumplir los parámetros para la resistencia del concreto.

## **1.3. Formulación del problema**

¿Cuáles son los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> usando cemento Qhuna y Pacasmayo?

## **1.4. Formulación de la Hipótesis**

Con la utilización de este nuevo cemento Qhuna, tenemos un concreto más resistente a la compresión y más económico que el cemento tradicional Pacasmayo Extraforte Ico, además se analizó los componentes y compuestos químicos del cemento cumpliendo con los parámetros de la norma haciendo que este cemento cumpla con las expectativas de la tesis debido a que usando menos cantidad de material podemos lograr cubrir la resistencia y reducir costos.

## **1.5. Variables y definición operacional**

### **1.5.1. Variable Independiente (V1):**

- Tiempos de fraguado y Resistencia a la compresión

### **1.5.2. Variable Dependiente (V2):**

- Cemento Qhuna y Cemento Pacasmayo Extraforte Ico

## **1.6. Objetivos del estudio**

### **1.6.1. Objetivo general**

Realizar el análisis comparativo de los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> del cemento Qhuna y Pacasmayo.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Realizar ensayos de laboratorio para los agregados y los cementos para determinar el comportamiento mecánico a la compresión de las probetas de concreto con las dos marcas de cemento.
- Obtener un diseño de mezcla para un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Calcular la resistencia del concreto a sus diferentes edades de 3, 7, 14 y 28 días.
- Analizar los resultados obtenidos a partir de los distintos ensayos bajo la normatividad del concreto con el cemento Qhuna y Pacasmayo.
- Realizar los ensayos de los tiempos de fraguado para poder comparar el proceso de hidratación entre ambos cementos.

## **1.7. Justificación de la investigación**

Debido a los problemas que tenemos en el país de realizar construcciones con un concreto más resistente, tenemos la necesidad de indagar nuevos materiales de construcción que sean útiles y sobre todo económicos, por eso realizamos esta investigación sobre la **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA DE UN**

## **CONCRETO F'C 210 KG/CM2 DEL CEMENTO PACASMAYO Y QHUNA”.**

En el Perú contamos con diversos materiales de construcción algunos que cumplen nuestras expectativas y otros que no; en nuestro caso usamos los más conocidos como el cemento Pacasmayo ya que sus pruebas realizadas indican que es más resistente y económico. Pero no buscamos más recursos que puedan mejorar su calidad o investigar a otros materiales no tan conocidos que pueden ser mejores.

Por lo tanto esta tesis que se realizó se justifica académicamente porque permite aplicar diferentes procedimientos y metodologías ya aprendidas y normadas para realizar ensayos a las probetas de concreto obteniendo diversos datos como: los comparativos de resistencia a la compresión de concreto con cemento Qhuna y el concreto con cemento Pacasmayo Tipo Ico Extraforte; y hallar el componente químico que hace más resistente y cumpla con los requerido por la norma. Además los resultados y datos obtenidos mediante documentaciones serán de ayuda para el rubro de la construcción en Trujillo ya que habríamos encontrado un cemento más económico, resistente y sobre todo que disminuye el impacto ambiental que su procesamiento genera.

### **1.8. Marco Teórico**

#### **1.8.1. Antecedentes de investigación**

Se realizaron investigaciones previas para poder realizar este proyecto de investigación tomando como antecedentes tesis nacionales e internacionales.

- *En la presente investigación de Laverde (2014), sobre las Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos*

*con agregados reciclados de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Colombia.* Concluye que las causas que inciden en la reducción de la resistencia a la compresión de concretos con ACR, son las propiedades del ACR, así como su cantidad en la mezcla. Sin embargo hasta ciertos porcentajes de reemplazo es viable el reemplazo de este tipo de agregados en el concreto. Un concreto con un reemplazo de agregado natural por ACR hasta el 25%, tiene un comportamiento similar al del concreto convencional, como se pudo comprobar en este estudio ya que la reducción de la resistencia a la compresión es tan solo el 10%, lo que implica que es viable su uso en el país. Además es importante conocer las propiedades de los ACR, entre ellos su absorción, densidad, contenido de contaminantes, contenido de mortero adherido y resistencia a la abrasión, ya que estos factores inciden en la resistencia a la compresión del concreto. Con una clasificación adecuada de estos ACR y la creación de normas técnicas tanto para estos agregados como para los concretos, se podría implementar en el país el uso del concreto con ACR, ayudando al desarrollo sostenible al reducir la carga contaminante en las escombreras y los impactos negativos generados por la producción y transporte de agregados naturales. Ya en otros países se han establecido especificaciones para ACR como para concretos con ACR que han sido satisfactorias.

- En la investigación de Hermosillo (2010), Investigación sobre las propiedades mecánicas, reo lógica y micro-estructurales de cementos activados mecano químicamente de la Universidad Autónoma de Nuevo León de Chile. concluye que la presencia de los aditivos químicos en los cementos de alto comportamiento origino la formación de aglomerados durante la activación mecano química las cuales resultaron fácilmente detectables por la técnica

de Microscopía Electrónica de Barrido. La técnica de Espectroscopia Infrarroja resulto útil para confirmar la formación de esto aglomerados. El mecanismo de fragmentación durante la activación mecano química, depende del tipo de molino e influye significativamente en la deformación estructural del cementante, en su distribución de tamaños de partículas y en su área superficial, las cuales repercuten de manera importante en la fluidez y en la resistencia a la compresión.

- En la investigación de Cottier (2014), Elaboración de Pet-Concreto, buscando mejorar sus propiedades mecánicas de tensión y flexión de la Universidad Nacional Autónoma de México. México. Se concluyó que las mezclas dosificadas con PET registraron baja resistencia debido a la falta de adherencia, esto obliga a diseñar con mayor consumo de cemento aumentando el riesgo de mayores deformaciones por cambios volumétricos, plásticos, etc. En la actualidad el costo del PET incrementa el costo del concreto hasta un 44.61% del costo de un concreto convencional. Mientras más PET se utilice para el diseño de mezclas, nos dará mayor resistencia a la flexión, pero la resistencia a la compresión será prácticamente nula, como se observa en las muestras 2 y 3.
  
- En la presente investigación de Néstor Germán Sotomayor Bahamonde. (2014). “Análisis de un Modelo Matemático Para Determinar el Tiempo de Fraguado del Hormigón” de la Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile. Concluye que la razón agua/cemento cambia según sea el grado del hormigón, lo que podría traducirse en un fraguado más rápido en hormigones de mayor resistencia, sin embargo, este factor no fue determinante en el inicio de fraguado, ya que según los resultados obtenidos, no hay una clara tendencia que confirme lo anterior. Los hormigones

elaborados con cemento grado corriente alcanzan el fraguado inicial en un tiempo mayor que los fabricados con cemento grado alta resistencia. Esta es una característica a tener en cuenta, ya que siempre es deseable que el hormigón se demore en alcanzar el fraguado inicial para dar tiempo al transporte, colocación y acabado del hormigón. Se pudo comprobar que la temperatura es un factor que influye de manera importante en el tiempo de fraguado del hormigón, donde variaciones no muy significativas de ésta controlan tanto el inicio como el fin de fraguado, dejando en un segundo plano el efecto que el grado del hormigón pueda tener en el tiempo de fraguado.

- Según la investigación de María Anabela Gabalec. (2008). “Tiempo de Fraguado del Hormigón” de la Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Región de la Plata: Argentina concluyo que un mejor conocimiento de fraguado del hormigón podría ayudar a los constructores en la planificación de los tiempos de texturizar y acabar un pavimento, permitiendo así, tener un ahorro en el aspecto económico. El momento oportuno depende de factores, tales como las proporciones de la mezcla, condiciones ambientales y tipo y dureza de los agregados. Las nuevas técnicas de aserrado en seco permiten que se realice el corte de la sierra poco después de las operaciones de acabado final. Generalmente, la losa se debe cortar antes que el concreto se enfríe, cuando esté fraguada suficientemente, para prevenir el desmenuzamiento y la rotura durante el corte, y antes que las fisuras de contracción por secado empiecen a aparecer. Se ha comprobado la validez del ensayo a penetración, para conocer los tiempos de fraguado de los hormigones analizando la influencia de la temperatura sobre distintas relaciones agua/cemento mediante la representación gráfica y analítica de curvas en las cuales se ponen de manifiesto

los tiempos transcurridos en min. y su resistencia a la penetración en Mapa.

## **1.8.2. Fundamentos teóricos**

### **1. Definición del cemento**

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua<sup>1</sup>.

#### **a. Propiedades físicas y químicas del cemento**

Los cementos pertenecen a la clase de materiales denominados aglomerantes en construcción, como la cal aérea y el yeso (no hidráulico), el cemento endurece rápidamente y alcanza resistencias altas; esto gracias a reacciones complicadas de la combinación cal-sílice<sup>2</sup>. Ej: Análisis químico del cemento:

---

<sup>1</sup>Jose Cadrozo. (25 de Julio de 2014). Cocepto, Historia y Produccion del Cemneto. Do: <https://es.slideshare.net/krdozo15joe/power-point-cemento>

<sup>2</sup> Carlos Vergara. (11 de Mayo de 2009). Generalidades del Concreto y del Cemento. Do: <https://es.slideshare.net/cavega1/cementos-1420175>

CEMENTOS PORTLAND						
REQUISITOS QUÍMICOS						
REQUISITOS QUÍMICOS NORMA ASIM NORMA TÉCNICA PERUANA	Tipo I ASIM C 150 NTP 334.009	Tipo II ASIM C 150 NTP 334.009	Tipo V ASIM C 150 NTP 334.009	Tipo MS ASIM C 1157 NTP 334.032	Tipo IP, I(PM) ASIM C 595 NTP 334.090	Tipo ICo NTP 334.090
Óxido de magnesio (MgO), máx, %	6,0	6,0	6,0	---	6,0	6,0
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> ), máx, %	3,5	3,0	2,3	---	4,0	4,0
Pérdida por ignición, máx, %	3,0	3,0	3,0	---	5,0	8,0
Residuo insoluble, máx, %	0,75	0,75	0,75	---	---	---
Aluminato tricalcico(C <sub>3</sub> A), máx, %	---	8	5	---	---	---
Alcalis Equivalentes (Na <sub>2</sub> O+0,658 K <sub>2</sub> O), máx, %	0,6*	0,6*	0,6*	---	---	---

\*Requisito opcional.

Figura N° 1 Comportamiento químico y físico del cemento portland Tipo I y cemento adicionado Ico. Cemento y sus aplicaciones pag. (19,20). Dra. Ing. Rosaura Vásquez A. [2009].

✓ **Características químicas:**

- Módulo fundente
- Compuestos secundarios
- Perdida por calcinación
- Residuo insoluble

✓ **Características físicas:**

- Superficie específica
- Tiempo de fraguado
- Falso fraguado
- Estabilidad de volumen
- Resistencia mecánica
- Contenido de aire
- Calor de hidratación

CEMENTOS PORTLAND					
REQUISITOS FÍSICOS					
REQUISITOS FÍSICOS NORMA ASTM NORMA TÉCNICA PERUANA	Tipo I ASTM C 150 NTP 334.009	Tipo II ASTM C 150 NTP 334.009	Tipo V ASTM C 150 NTP 334.009	Tipo MS ASTM C 1157 NTP 334.082	IP, I(PM), ICo ASTM C 595 NTP 334.080
Resistencia a compresión					
3 días, kg/cm <sup>2</sup> , mín.	120	100	80	100	130
7 días, kg/cm <sup>2</sup> , mín.	190	170	150	170	200
28 días, kg/cm <sup>2</sup> , mín.	280*	280*	210	280*	250
Tiempo de fraguado, min.					
Inicial, mín.	45	45	45	45	45
Final, máx.	375	375	375	420	420
Expansión en autoclave, % máximo.	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Resistencia a los sulfatos, % máximo de expansión.	—	—	0,04* (14 días)	0,10 (6 meses)	0,10* (6 meses)
Calor de hidratación, 7 días, máx, kJ/kg	—	290*	—	—	290*
28 días, máx, kJ/kg	—	—	—	—	330*

\*Requisito opcional.

**Figura N° 2 Comportamiento químico y físico del cemento portland Tipo I y cemento adicionado Ico. Cemento y sus aplicaciones pag. (20). Dra. Ing. Rosaura Vásquez A. [2009].**

## 2. Compuestos químicos del cemento

Al combinarse durante el proceso de sinterización en el horno los cuatro elementos: Calcio, Sílice, Aluminio y Hierro; se producen cuatro nuevos compuestos mineralógicos principales en el clinker, que son:

- Silicato tricálcico  $3\text{CaO SiO}_2$  (C3S)
- Silicato dicálcico  $2\text{CaO SiO}_2$  (C2S)
- Aluminato tricálcico  $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$  (C3A)
- Aluminoferrito tetracálcico  $4\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{Fe}_2\text{O}_3$  (C4AF)

## 3. Cemento portland tipo I

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda

conjunta de Clinker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado. También presenta un porcentaje adicionado de puzolana entre 15% y 45%<sup>3</sup>.

➤ Propiedades

- Mayores resistencias iniciales
- Menores tiempos de fraguado

➤ Aplicaciones

- Obras de concreto y concreto armado en general
- Estructuras que requieran un rápido desencofrado
- Concreto en clima frío
- Productos prefabricados
- Pavimentos y cimentaciones

#### **4. Cemento Extraforte tipo Ico Pacasmayo**

El cemento Extraforte ICo es un cemento de uso general recomendado para columnas, vigas, losas, cimentaciones y otras obras que no se encuentren en ambientes salitrosos. Este cemento contiene adiciones especialmente seleccionadas y formuladas que le brindan buena resistencia a la compresión, mejor maleabilidad y moderado calor de hidratación<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> José C. (25 de Julio de 2014). *Concepto, Historia y Producción del Cemento*. Do: <https://es.slideshare.net/krdozo15joe/power-point-cemento>

<sup>4</sup> Cementos Pacasmayo. (2017). *Cementos adicionados – Tipo Ico Extraforte*. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/adicionado/extraforte/>

- Propiedades
  - Moderado calor de hidratación
  - Mejor trabajabilidad
- Aplicaciones
  - Obras de concreto y de concreto armado en general
  - Morteros en general
  - Pavimentos y cimentaciones
  - Estructuras de concreto masivo

## **5. Cemento Portland Tipo I de Cemento Qhuna**

Es un cemento de uso general, fabricado mediante la molienda de Clinker y yeso en diferentes porcentajes, asegurando de esa manera un producto de calidad, con mayores resistencias y tiempo de fraguado óptimo para una buena trabajabilidad e obra y/o construcción.

El cemento portland Tipo I, cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334.009 Y ASTM C150.

- Aplicaciones
  - Para uso en obras de construcción en general, proporciona resistencia mayores a 6900 PSI (48.3 MPa).
  - Usado en la fabricación de ladrillos o bloques de alta resistencia, alcantarillado o adoquines.
  - Para asentar ladrillos, tarrajear, enchapes de mayólicas, pisos cerámicos y otros materiales.
  - Para preparación de concretos en cimientos, sobre cimientos, zapatas, vigas, columnas y techado de edificaciones.

- Debido a su correcta formulación desarrolla mayores resistencias a temprana edad y un adecuado tiempo de fraguado, requerido por los maestro en obra y/o construcción.

## 6. El concreto

### a. Definición

El concreto es una mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

CONCRETO = CEMENTO + AGREGADO + AIRE + AGUA

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material homogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto<sup>5</sup>.

### b. Características generales<sup>6</sup>

Entre los factores que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos:

- La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.

---

<sup>5</sup> Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). *El concreto*

<sup>6</sup> Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). *El concreto*

- Su elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos.
- Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua.

### c. Propiedades

#### ➤ **En estado fresco**

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

- **La Trabajabilidad:**

Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga<sup>7</sup>.

- **Consistencia:**

Denominamos consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. La consistencia depende de<sup>8</sup>:

- Agua de amasado.
- Tamaño máximo del agregado.
- Granulometría.
- Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

---

<sup>7</sup> Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). *El concreto*

<sup>8</sup> Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). *El concreto*

### **Tipos de Consistencia<sup>9</sup>:**

- SECA -Vibrado energético.
- PLÁSTICA -Vibrado normal.
- BLANDA - Apisonado.
- FLUIDA - Barra.

**Tabla N°1 de tolerancias de consistencias del cemento**

CONSISTENCIA	TOLERANCIA (cm)	INTERVALO
Seca	0	0-2
Plástica	± 1	3-5
Blanda	± 1	6-9
Fluida	± 1	10-15

**Fuente: Temario de Tecnología del Concreto. UPAO. (16 de Junio de 2014)**

- **Homogeneidad y Uniformidad:**

- Homogeneidad: Es la cualidad que tiene un concreto para que sus componentes se distribuyan regularmente en la masa.
- Uniformidad: Se le llama cuando es en varias amasadas. Esta característica depende de <sup>10</sup>:
  - Buen amasado.
  - Buen transporte.
  - Buena colocación en obra.

Se pierde la homogeneidad por tres causas:

- Irregularidad en el mezclado.

---

<sup>9</sup> Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). El concreto

<sup>10</sup> Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). El concreto

- Exceso de agua.
- Cantidad y tamaño máximo de los agregados gruesos.

Esto provoca:

- Segregación: separación de los áridos gruesos y finos.
- Decantación: los áridos gruesos van al fondo y los finos se quedan arriba.

- **Compacidad.**

Es la relación entre el volumen real de los componentes del hormigón y el volumen aparente del hormigón. No se tiene en cuenta el aire ocluido<sup>11</sup>.

➤ **En estado endurecido** <sup>12</sup>

**A) Características físicas – químicas**

- **Impermeabilidad:**

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

Para lograr una mayor impermeabilidad se pueden utilizar aditivos impermeabilizantes así como

---

<sup>11</sup> *Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). El concreto*

<sup>12</sup> *Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). El concreto*

mantener una relación agua cemento muy baja. La permeabilidad depende de:

- Finura del cemento.
- Cantidad de agua.
- Compacidad.

La permeabilidad se corrige con una buena puesta en obra.

- **Durabilidad:**

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufridos por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente incluso de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.<sup>13</sup>

## **B) Características mecánicas:**

- **Resistencia:**<sup>14</sup>

- La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un

---

<sup>13</sup> Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). *El concreto*

<sup>14</sup> Billy Jack T. (15 de Octubre de 2014). *El concreto*

espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ) a una edad de 28 días se le designe con el símbolo  $f' c$ . Para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas de mortero o de concreto.

- La resistencia a la flexión del concreto se utiliza generalmente al diseñar pavimentos y otras losas sobre el terreno. La resistencia a la compresión se puede utilizar como índice de la resistencia a la flexión, una vez que entre ellas se ha establecido la relación empírica para los materiales y el tamaño del elemento en cuestión.
- El valor de la resistencia a la tensión del concreto es aproximadamente de 8% a 12% de su resistencia a compresión y a menudo se estima como 1.33 a 1.99 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión.
- La resistencia a la torsión para el concreto está relacionada con el módulo de ruptura y con las dimensiones del elemento de concreto.
- La resistencia al cortante del concreto puede variar desde el 35% al 80% de la resistencia a compresión. La correlación existe entre la resistencia a la compresión y resistencia a flexión, tensión, torsión, y cortante, de acuerdo a los componentes del concreto y al medio ambiente en que se encuentre.

Los principales factores que afectan a la resistencia son la relación a/c y la edad, o el grado a que haya progresado la hidratación. Estos factores también afectan a la resistencia a flexión y a tensión, así como a la adherencia del concreto con el acero.

## 7. Tiempos de fraguado

### a. Definición:

El tiempo de fraguado se da cuando el cemento y el agua entran en contacto y se inicia una reacción exotérmica que se determina en tiempos paulatinos de la mezcla. Dentro del proceso general del endurecimiento se presenta un estado en que la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; tal estado corresponde al fraguado inicial de la mezcla. A medida que se produce el endurecimiento normal de la mezcla, se presenta un nuevo estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable; este estado se denomina fraguado final.<sup>15</sup>

La determinación de estos dos estados, cuyo lapso comprendido entre ambos se llama tiempo de fraguado de la mezcla, es muy poco precisa y sólo debe tomarse a título de guía comparativa. El tiempo de fraguado inicial es el mismo para los cinco tipos de cemento enunciados en la norma ASTM C-150 y alcanza un valor entre 45 a 60 minutos; el tiempo de fraguado final se estima en 10 horas aproximadamente.

---

<sup>15</sup> *Diseño y control de mezclas de concreto*, Steven H. Kosmatka y William C. Panarese, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1992. Y de <http://www.arghys.com/construccion/concreto-fraguado.html> , abril 2007

Para determinar los tiempos de fraguado inicial y final de un determinado tipo de cemento, se utilizó un aparato que es:

- La aguja de Vicat (ver fig 3).

En este método se utiliza el aparato de Vicat que se utilizó en la determinación de la consistencia normal, con la diferencia de que en el extremo inferior, en lugar del émbolo, se coloca una aguja de 1 mm de diámetro. El procedimiento resumido es que primero se elabora una pasta con el contenido de humedad determinado en la prueba de consistencia normal, que se introduce en un molde tronco cónico de dimensiones estándar, en cuya parte superior se coloca la aguja de 1 mm de diámetro, el cual soporta un émbolo con una masa de 300 g y se deja que penetre en la pasta de cemento por su propio peso durante un lapso de 30 s. La primera lectura se realiza en 30 minutos luego que se moldea sin ser alterada en un cuarto de curado y luego se realizan lecturas a 3 intervalos de 15 minutos hasta que se obtenga una penetración de 25 mm o menor. Con esta serie de datos se determina por interpolación el tiempo correspondiente a una penetración de 25 mm y éste será el tiempo de fraguado inicial del cemento. Posteriormente se realizan penetraciones hasta determinar el primer instante en el cual la aguja no deja huella visible en la pasta endurecida de cemento, y se registra como el tiempo de fraguado final.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Ana Torres C. (2004). *Guía de laboratorio de tecnología del concreto I. 1ra ed.* Do:file:///C:/Users/HOLA/Downloads/CURSO%20BASICO%20DE%20TECNOLOGIA%20DEL%20CONCRETO.pdf

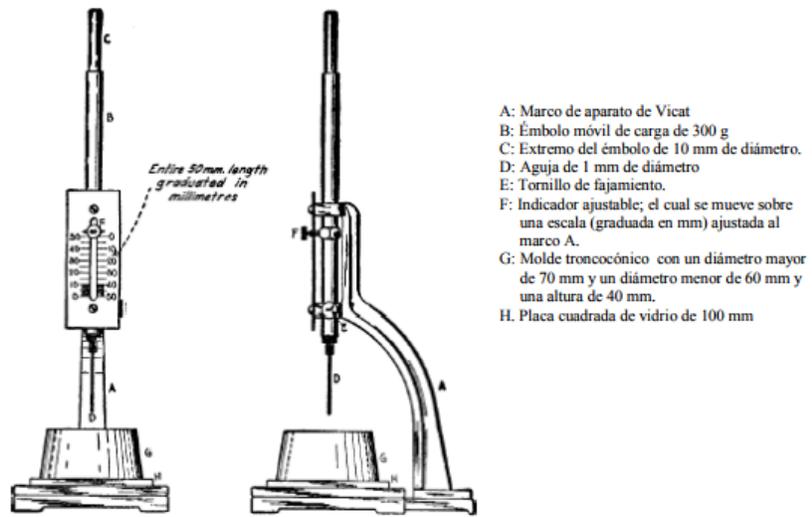


Fig. 5-1: Esquema del aparato de aguja de Vicat

**Figura N°3 Aguja Vicat. Guía de laboratorio de tecnología del concreto I. Ana Torres C. (2004).**

**8. Ensayos y pruebas a la resistencia**

**a. Probeta de concreto**

Son un tipo de muestreo que son de utilidad para la realización de ensayos mecánicos de un concreto endurecido. Para la realización de estas se requiere que el moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Las probetas pasan por un tiempo de curado en las edades que lo requiera la investigación y de esa forma se evalúa la resistencia y uniformidad del concreto en la construcción de edificaciones

**b. Ensayo de resistencia <sup>17</sup>**

<sup>17</sup> Norma Técnica Peruana (02 de Enero de 2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. [NTP 339.034].

Es la método que más común que mide el desempeño del concreto para diseñar edificios y otras estructuras. El método consiste en aplicar una carga de compresión axial por medio de una maquina a los cilindros moldeados a una velocidad normalizada en un rango prescrito, mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de las probetas es calculada por la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta.

Los resultados de prueba de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada  $f'_c$ , es la especificación del trabajo.

### **c. Relación agua/cemento (a/c)**

La relación agua / cemento es el valor característico más importante de la tecnología del concreto. De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia, determinando la estructura interna de la pasta de cemento endurecida.

También se considera como cociente del peso del agua y cemento empleados en la mezcla (no del volumen). Según norma la relación agua/cemento se aplica para la “Ley de Abrams” y se relaciona con el valor de resistencia del concreto a la compresión. Es la más conocida y de mayor aplicación, fue planteada en los años XX por ABRAMS quien también creó el ensayo del “cono de asentamiento del concreto” (relaciona la cantidad agua para la consistencia y fluidez)<sup>18</sup>

- Relación agua/cemento (a/c)
- Relación arena/ agregado total (A/ A + P)

---

<sup>18</sup> Robín S. (11 de Marzo de 2007). *Materiales y Ensayos del Concreto. 1era Ed.*

### **La Ley de Abrams establece:**

“A una determinada relación de a/c corresponde un valor de resistencia del concreto a la compresión a una edad específica”  
Con los valores Abrams dibujó la curva para 1,3,5,7,14 y 28 días en la cual se veía como el concreto ganaba resistencia a menor relación a/c.

Relación a/c:

- 0,30 menos plasticidad más resistencia.
- 0,45 término medio.
- 0,50 más plasticidad menos resistencia.

## **9. Consideraciones básicas para el diseño de una mezcla de concreto**

### **a) Economía**

El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes. Debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto. En general, esto puede ser echo del siguiente modo<sup>19</sup>:

---

<sup>19</sup> Josue Pucllas Q. (27 de Octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do: [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

- Utilizando el menor slump que permita una adecuada colocación.
- Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado.
- Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado fino.
- Y cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente.

Es necesario además señalar que en adición al costo, hay otros beneficios relacionados con un bajo contenido de cemento. En general, las contracciones serán reducidas y habrá menor calor de hidratación. Por otra parte un muy bajo contenido de cemento, disminuirá la resistencia temprana del concreto y la uniformidad del concreto será una consideración crítica.<sup>20</sup>

## **b) Trabajabilidad**

Claramente un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El acabado que permite el concreto debe ser el requerido y la segregación y sangrado deben ser minimizados. Como regla general el concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación. La cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados en lugar de las características del cemento.

---

<sup>20</sup> Josue Pucllas Q. (27 de Octubre de 2013). *Diseños de Mezclas para el concreto*. 1era ed. Do: [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

Cuando la trabajabilidad debe ser mejorada, el rediseño de la mezcla debe consistir en incrementar la cantidad de mortero en lugar de incrementar simplemente el agua y los finos (cemento). Debido a esto es esencial una cooperación entre el diseñador y el constructor para asegurar una buena mezcla de concreto. En algunos casos una menos mezcla económica podría ser la mejor solución. Y se deben prestar oídos al frecuente pedido, en obra, de “más agua”.<sup>21</sup>

### c) Resistencia y Durabilidad<sup>22</sup>

En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión. Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de cemento. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles.

Como veremos en otros capítulos, no necesariamente la resistencia a compresión a 28 días será la más importante, debido a esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño.

Las especificaciones también podrían requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento y deshielo ó ataque químico. Estas consideraciones podrían establecer limitaciones adicionales en la relación agua cemento (a/c), el contenido de cemento y en adición podría requerir el uso de aditivos.

---

<sup>21</sup> Josue Puellas Q. (27 de Octubre de 2013). *Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do:* [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

<sup>22</sup> Josue Puellas Q. (27 de Octubre de 2013). *Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do:* [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

Entonces, el proceso de diseño de mezcla, puede cumplir con todos los requisitos antes vistos. Asimismo debido a que no todos los requerimientos pueden ser optimizados simultáneamente, es necesario compensar unos con otros; (por ejemplo puede ser mejor emplear una dosificación que para determinada cantidad de cemento no tiene la mayor resistencia a compresión pero que tiene una mayor trabajabilidad).

Finalmente debe ser recordado que incluso la mezcla perfecta no producirá un concreto apropiado si no se lleva a cabo procedimientos apropiados de colocación, acabado y curado.

## **10. Diseño de mezcla y proporciones<sup>23</sup>**

### **a. Información requerida para el diseño de mezclas**

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso).
- Perfil y textura de los agregados.
- Tipo y marca del cemento.
- Peso específico del cemento.
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

---

<sup>23</sup> Josue Puellas Q. (27 de Octubre de 2013). *Diseños de Mezclas para el concreto*. 1era ed. Do: [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

## **b. Pasos para el proporcionamiento<sup>24</sup>**

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

- a) Estudio detallado de las especificaciones normativas.
- b) Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ).
- c) Elección del Asentamiento (Slump).
- d) Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- e) Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- f) Selección de la relación agua/cemento ( $a/c$ ).
- g) Cálculo del contenido de cemento.
- h) Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- i) Ajustes por humedad y absorción.
- j) Cálculo de proporciones en peso

### ➤ **Especificaciones normativas** <sup>25</sup>

Antes de diseñar una mezcla de concreto debemos tener en mente, primero, el revisar las normas donde podremos encontrar todos los límites con el cual trabajaremos para que la mezcla pueda cumplir con los requisitos de las normas peruanas.

### ➤ **Proporcionamiento en base a experiencia de campo y/o mezclas de prueba**

---

<sup>24</sup> Josue Pucllas Q. (27 de Octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do: [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

<sup>25</sup> Josue Pucllas Q. (27 de Octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do: [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

## a) Cálculo de la desviación estándar <sup>26</sup>

### ❖ Método 1:

Si se posee un registro de resultados de ensayos de obras anteriores, deberá calcularse la desviación estándar. El registro deberá:

- Representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a aquellas que se esperan en la obra que se va a iniciar.
- Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia de diseño  $f'c$  que esté dentro del rango de  $\pm 70$  Kg/cm<sup>2</sup> de la especificada para el trabajo a iniciar.
- Consistir de por lo menos 30 ensayos consecutivos o de dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos.

### ❖ Método 2:

Si sólo se posee un registro de 15 a 29 ensayos consecutivos, se calculará la desviación estándar «s» correspondiente a dichos ensayos y se multiplicará por el factor de corrección indicado en la Tabla N°2 para obtener el nuevo valor de «s». El registro de ensayos a que se hace referencia en este método deberá cumplir con los requisitos a) y b) del método 1 y representar un

---

<sup>26</sup> Josue Puellas Q. (27 de Octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do: [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

registro de ensayos consecutivos que comprenda un período de no menos de 45 días calendarios.<sup>27</sup>

**Tabla N° 2 Factor de Corrección**

MUESTRAS	FACTOR DE CORRECCIÓN
Menos de 15	Usar Tabla 2
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30	1,00

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones *NTP E.060* [2013]

➤ **Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ )**

La resistencia en compresión promedio requerida ( $f'_{cr}$ ), empleada como base en la selección de las proporciones del concreto, se calculará de acuerdo a los siguientes criterios:

- Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 ó en el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las fórmulas siguientes, usando la desviación estándar «s» calculada de acuerdo a lo indicado en las tabla 2.<sup>28</sup>

1.  $f'_{cr} = f'_c + 1,34s$

2.  $f'_{cr} = f'_c + 2,33s - 35$

---

<sup>27</sup> Reglamento Nacional de Edificaciones (23 de Mayo de 2015). Artículo 4 [Capítulo III]. Requisitos de la Construcción. [Norma E 0.60].

<sup>28</sup> Reglamento Nacional de Edificaciones (23 de Mayo de 2015). Artículo 4 [Capítulo III]. Requisitos de la Construcción. [Norma E 0.60].

Donde:

s = Desviación estándar en Kg/cm<sup>2</sup>

- Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla 3 para la determinación de la resistencia promedio requerida.<sup>29</sup>

**Tabla N°3 Resistencia a la Compresión Promedio Requerida (Kg/cm<sup>2</sup>)**

f 'C	f 'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones *NTP E.060. [2013]*

➤ **Selección de tamaño máximo del agregado**

Para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas se realiza el ensayo respectivo de granulometría a los agregados de una determinada cantera según la norma técnica peruana 400.012.

➤ **Estimación del agua de mezclado y contenido de aire** <sup>30</sup>

La tabla 4, preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado y de ahí se parte para

---

<sup>29</sup> Reglamento Nacional de Edificaciones (23 de Mayo de 2015). Artículo 4 [Capítulo III]. Requisitos de la Construcción. [Norma E 0.60].

<sup>30</sup> Reglamento Nacional de Edificaciones (23 de Mayo de 2015). Artículo 4 [Capítulo III]. Requisitos de la Construcción. [Norma E 0.60].

obtener resultados empíricos y al final ser comparados con los reales.

**Tabla N° 4 de Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.**

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)	Agua en $lt m^3$ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.								
	10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1½")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")	
<b>CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO</b>									
30 a 50 (1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125	
80 a 100 (3" a 4")	225	215	205	195	175	170	160	140	
150 a 180 (6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---	
Cantidad aproximada de aire atrapado (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
<b>CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO</b>									
30 a 50 (1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120	
80 a 100 (3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135	
150 a 180 (6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	---	
Contenido total de aire incorporado (%), en función del grado de exposición.	Exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
	Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

**Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP E.060. [2013]**

➤ **Elección de la relación agua/cemento (a/c)** <sup>31</sup>

Para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el valor con el cual el concreto logre un estado plástico para una mejor resistencia, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

**Tabla N°5 de Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.**

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

**FUENTE: Josué Pucllas Q. (27 de Octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed.**

➤ **Cálculo del contenido de cemento**<sup>32</sup>

Una vez que la cantidad de agua y la relación agua/cemento han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación agua/cemento. Sin embargo es posible que las

<sup>31</sup> Josue Pucllas Q. (27 de Octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do: [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

<sup>32</sup> Josue Pucllas Q. (27 de Octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do: [https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O\\_DE\\_MEZCLAS\\_PARA\\_CONCRETO?auto=download](https://www.academia.edu/4898940/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS_PARA_CONCRETO?auto=download)

especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado satisfactorio, determinada calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad.

**c. Estimación del contenido del agregado grueso y agregado fino**

**Método del comité 211 del ACI <sup>33</sup>**

Se determina el contenido del agregado grueso mediante la tabla 8.1, elaborada por el comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. La tabla 6 permite obtener un coeficiente b / bo resultante de la división del peso del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso expresado en Kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla N°6 de Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto**

TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*)por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

**FUENTES: Hebert Vizconde P. (30 de Junio de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto Método ACI 211.**

<sup>33</sup> Hebert Vizconde P. (30 de Junio de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto Método ACI 211.

**d. Ajuste por humedad y absorción<sup>34</sup>**

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectada por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportaran algo de esta agua a la pasta aumentando la relación agua/cemento, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a la compresión.

**e. Cálculo de proporciones en peso <sup>35</sup>**

Se dosifica en peso para un volumen de 1 m<sup>3</sup>.

**CEMENTO: AGREGADO FINO: AGREGADO GRUESO / AGUA**

---

<sup>34</sup> Hebert Vizconde P. (30 de Junio de 2013). *Diseños de Mezclas para el concreto Método ACI 211.*

<sup>35</sup> Hebert Vizconde P. (30 de Junio de 2013). *Diseños de Mezclas para el concreto Método ACI 211.*

## II. MATERIALES Y METODOS

### 1. RECOLECCIÓN DE MATERIALES

Los agregados utilizados fueron extraídos de la cantera de la Empresa COAM CONTRATISTAS S.A.C de donde extrae piedra de  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{4}$ " , arena gruesa y fina entre otros. La cantera está ubicada en el distrito de Huanchaco - Trujillo. El acceso a dicha cantera es de una trocha carrozable teniendo un espacio de un solo carril.



**Figura Nª 04 de Cantera de COAM CONTRATISTAS**



**Figura Nª 05 Ilustración de Entrada de la Cantera**

## **2. ENSAYOS DE LABORATORIO A LOS AGREGADOS**

### **2.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

#### **DESCRIPCIÓN**

- El ensayo de Análisis Granulométrico es una representación estadística de un grupo de partículas de diferentes tamaños, formas y composiciones químicas. Este grupo de partículas al encontrarse en un mismo lugar, en este caso en la cantera COAM CONTRATISTAS S.A.C necesitan homogenizarse y para eso recurrimos al muestreo. Según el tamaño de partículas se puede ver el tipo de análisis granulométrico, en nuestro caso tenemos partículas intermedias entre milímetros y micrones donde se puede realizar ensayo granulométrico por el tipo de malla y tamices.
- El ensayo granulométrico por tipo malla y tamices, consistió en tener tamices con diferentes aberturas de malla, se utilizó también un fondo que es un recipiente sin malla que nos ayudó a contener lo último de la muestra (agregado fino, agregado grueso y global).
- Se usa una muestra de agregado en seco que es separada en diferentes aberturas de tamices.

#### **PROCEDIMIENTO**

- El procedimiento del análisis granulométrico es sencillo se empezó secando la muestra a peso constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . En nuestro caso elegimos nuestra muestra del grupo de partículas de la cantera COAM cual fue transportada desde Huanchaco hacia la Universidad Privada Antenor Orrego cuidando tanto el agregado grueso con el agregado fino que no tenga contacto con alguna clase de humedad, poniéndose 24 horas en el horno. Luego se seleccionaron tamaños adecuados de tamices para

proporcionar la información requerida por las especificaciones según la Norma Técnica Peruana 400.012.

- Antes de empezar a agitar los tamices junto con la muestra es necesario pesar toda muestra a ensayar para luego representarlo mediante cuadros estadísticos. Los tamices tienen la capacidad de colar debido a que tienen diferentes dimensiones de aberturas de malla lo que hará que al agitar la muestra, el agregado quede atrapado en cada tamiz.
- Continuando con el ensayo, se encajan los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo colocando la muestra en el tamiz superior. Por último paso se pasa a agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un tiempo dado aproximadamente de 2 minutos, limitando la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas puedan alcanzar la abertura del tamiz.
- En este ensayo se realizó el agitado manualmente lo que es recomendable agitar en forma de círculo y luego recto para que de esta manera toda la muestra logre distribuirse uniformemente por los tamices.
- Al cumplirse el tiempo de agitado de tamices procedemos a colocar la serie de tamices en un lugar firme para luego ir sacando tamiz por tamiz. Al sacar el primer tamiz es el que tiene la abertura más grande debido a que es el que estuvo en la primera fila, procedemos a apuntar el número de malla y pesar la muestra obtenida tarando el recipiente, es recomendable sacudir hasta las últimas partículas del tamiz debido a que pueden quedar pegadas en los bordes del tamiz, se utiliza un cepillo para retirar todas estas partículas, esto es frecuente en las últimas mallas debido a que tienen la abertura más pequeña especialmente cuando realizamos el agitado del agregado fino tenemos que tener cuidado en la malla N°200.

- Se realiza la curvas granulométricas de ambos agregados mediante los límites que te da la ASTM C33-03 donde nos da los siguientes tablas para aplicar:

**TABLA N° 7 LIMITES GRANULOMETRICOS PARA AGREGADO FINO**

Sieve size		Percentage passing by mass
9.5 mm	(3/4 in)	100
4.75 mm	(No. 4)	95 to 100
2.36 mm	(No. 8)	80 to 100
1.18 mm	(No. 16)	50 to 85
600 µm	(No. 30)	25 to 60
300 µm	(No. 50)	5 to 30
150 µm	(no. 100)	0 to 10

**FUENTE: ASTM C33-03**

**TABLA N° 8 LIMITES GRANULOMETRICOS PARA AGREGADO GRUESO**

TABLA 2 REQUISITOS GRANULOMETRICOS ASTM C-33 PARA AGREGADO GRUESO														
TAMAÑO N°	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS	PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA STANDARD												
		4" (100 mm)	3 1/2" (90mm)	3" (75 mm)	2 1/2" (63 mm)	2" ( 50 mm)	1 1/2" ( 37.5 mm)	1" ( 25mm)	3/4" (19mm)	1/2" ( 12.5 mm)	3/8" (9.5 mm)	N° 4 (4.75 mm)	N°8 (2.36 mm)	N°16 (1.18 mm)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100	-----	25 a 60	-----	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----	-----
2	2 1/2" a 1 1/2"	-----	-----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----	-----
3	2" a 1"	-----	-----	-----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----
357	2" a Malla # 4	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	-----	0 a 5	-----	-----
4	1 1/2" a 3/4"	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----
467	1 1/2" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	0 a 5	-----	-----
5	1" a 1/2"	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-----	-----	-----
56	1" a 3/8"	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-----	-----
57	1" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	25 a 60	-----	0 a 10	0 a 5	-----
6	3/4" a 3/8"	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-----	-----
67	3/4" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	-----	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-----
7	1/2" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-----
8	3/8" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	85 a 100	0 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: ASTM C-33

Este ensayo de Análisis Granulométrico nos ayudó a obtener los módulos de fineza tanto para el agregado grueso como el agregado fino. En el agregado grueso se obtuvo piedra de  $\frac{1}{2}$  y en el agregado fino se obtuvo un módulo de fineza de 2.13

### MATERIALES

- Balanza
- Tamices 1" –  $\frac{3}{4}$ " –  $\frac{1}{2}$ " –  $\frac{3}{8}$ "-  $\frac{1}{4}$ " - N°4 (muestra de la piedra de  $\frac{1}{2}$ ").
- Tamices N°4 - N°8 - N°16 - N°30 - N°50 - N°100 - N° 200 (muestra de la arena gruesa)
- Recipientes
- Agua
- Horno
- Brocha pequeña



Figura N° 06 Ilustración del tamizado de los agregados

## 2.2. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.021)

### A) DESCRIPCION

- **Peso Específico:** Es la relación a temperatura estable entre una fuerza de gravedad (peso) sujeta a una unidad de volumen en un cuerpo establecido. La unidad del peso específico es  $N/m^3$  (Newton / $m^3$ ).
- **Peso Específico Aparente:** Es el peso reducido por consecuencia del empuje hidrostático debido a que todo cuerpo puesto en un líquido presentara un llamado peso aparente. Para que sea un peso aparente el cuerpo tiene que tener más densidad que el líquido.
- **Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seco:** Es lo mismo que el peso específico de masa, solo que varía en que la masa incluye el agua en los poros permeables.
- **Absorción:** Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en este, y se expresa como porcentaje del peso.

### B) PROCEDIMIENTO

- **AGREGADO GRUESO**
  - El primer paso a realizar es el cuarteo del material se extiende todo el material en el suelo y luego se procede a dividir en cuatro el material con una palana, seleccionando solo dos partes del cuarteo, cantidad necesaria para el ensayo.
  - Procedemos a tamizar el agregado grueso al tamiz N<sup>o</sup> 4 eliminando todo el material que pase por ese tamiz.

- Se debe lavar la muestra seca eliminando el polvo e impurezas colocándolo en el horno por 24 horas, pasado este tiempo dejamos enfriar la muestra por 2 horas.
- Sumergir la muestra en agua por  $24 \pm 4$  horas a temperatura ambiente.
- Después de haber esperado las 24 horas secamos la muestra con una franela superficialmente las partículas. Al secar la muestra tuvimos que desplazar toda la muestra en la franela y con otro secador empezar a quitarle el brillo a las piedras para así obtener la muestra saturada superficialmente seca(A). Luego colocar la muestra en la canastilla metálica procediendo a pesar dicho agregado en la balanza hidrostática.
- Al sacar la canastilla se tuvo precauciones debido a que en ella se encontraban partículas de anteriores ensayos, por eso es importante revisar antes de colocar el agregado grueso en la canastilla. También, se deberá quedar completamente sumergida tanto la canastilla como la muestra.
- Colocar la muestra saturada con superficie seca en la canastilla d alambre de la balanza hidrostática para determinar su peso sumergido en agua a temperatura de  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  (B). Por último, dejar enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora y pesar la muestra ubicando de manera adecuada las pesas en la balanza hidrostática.



**Figura N<sup>a</sup> 07 Ilustración de la Balanza Hidrostática**

- **AGREGADO FINO**

- Primero se procedió a cuartear el agregado fino, el cuarteo consta en dividir el material en cuatro partes y quedarnos solo con un 1 kg de muestra, se procedió a secarla en el horno para luego dejarla enfriar a una temperatura ambiente.
- Saturar la muestra mayor a los 500 gramos, colocando 500 gramos de muestra saturada superficialmente seca (Método del cono). El método del cono consistió en llenar un pequeño cono de metal de arena llenarlo del material hasta el final del cono para así luego compactarlo mediante 25 golpes, luego de terminar los 25 golpes procedimos a levantar el cono metálico, si se derrumba es porque la muestra ya está seca sin embargo si el cono metálico al sacarlo no se derrumba quiere decir que aún está húmedo. El objetivo del método del Cono es que la muestra logre estar seca completamente.



**Figura Nª 08 Ilustración del Método del Cono de arena**

- Introducir la muestra saturada superficialmente seca en la fiola con la ayuda de un embudo pequeño, se debe tener cuidado debido a que en la muestra hay diferentes partículas que pueden interferir en el paso hacia la fiola.
- Se procede a llenar con agua la fiola hasta marcar los 500 cm<sup>3</sup> para así obtener el peso determinado.
- Luego se procede a pesar el picnómetro con agua hasta los 500 cm<sup>3</sup>. Reposar por 20 minutos la muestra y determinar el peso total. Se recomienda tratar de botar un poco de agua del frasco y llevar al horno por 24 horas.

- **MATERIALES**

**AGREGADO GRUESO PIEDRA DE 1/2 “**

- Canastilla
- Balanza Hidrostática

- Franela
- Recipientes
- Brocha

#### **AGREGADO FINO**

- Horno
- Pipeta
- Fiola
- Secadora
- Recipiente
- Estufa
- Embudo



**Figura Nª 09 Ilustración del Ensayo de Peso Especifico**

## **2.3. PESO UNITARIOS (NTP 400.017)**

### **A) DESCRIPCIÓN**

- El peso unitario está representado por la masa de un cuerpo por unidad de volumen, este peso varía de acuerdo a la cantidad de agua que exista en el suelo, hay tres tipos que son saturado, seco y húmedo. En este ensayo se requiere determinar el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos tanto para el agregado fino como el agregado grueso. Este método se utiliza para conocer el valor del peso unitario por métodos de diseño de mezclas de concreto.

### **B) PROCEDIMIENTO**

- Primero, se procede a elegir el recipiente adecuado según nuestro tamaño máximo del agregado. En la tabla N<sup>o</sup> 8 se logra apreciar las diferentes capacidades del recipiente.
- El recipiente se calibra determinando exactamente el peso del agua, es necesario llenar de agua completamente en el recipiente de diseño para luego ser pesado. Tomar en cuenta el peso de agua más recipiente, peso del recipiente, peso de agua en kilogramos. El factor de calibración del recipiente se determina dividiendo  $1000 \text{ kg/m}^3$  entre el peso del agua.
- El procedimiento de este ensayo es primero llenar la tercera parte del recipiente con una pala nivelando la superficie.
- Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie.
- Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes.
- Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se

elimina utilizando la barra compactadora como regla, por último se tuvo que pesar el recipiente con el agregado compactado.

- Para calcular el peso unitario suelto simplemente se tiene que colocar el agregado en el recipiente hasta el borde y con una barra compactadora se logró mantener uniforme la superficie, se procedió a pesar el recipiente más el agregado y eso llamaríamos lo que el peso unitario suelto.

**Tabla N° 9 Capacidad del Recipiente**

CAPACIDAD DEL RECIPIENTE (PIE <sup>3</sup> )	TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO(PULG)
1/10	1/2
1/3	1
1/2	3/4
1	4

**FUENTES: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. (1999).**

**Lima-Perú. [NTP 400.017]**

- Llenar la tercera parte del recipiente con la muestra seca y bien muestreada (Método del cuarteo) .Luego, se apisona con la varilla compactadora de 5/8", de 60 cm de longitud mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las 2/3 partes y compactar nuevamente con 25 golpes, llenar la última capa y golpear nuevamente.
- Lo que queda sobrando eliminarlo con la ayuda de la varilla compactadora de forma longitudinal tal como se muestra en la imagen siguiente.



**Figura Nª 010 Ilustración del Ensayo Peso**

### **C) MATERIALES**

- Recipiente de 1/10 pie<sup>3</sup>.
- Varilla de acero.
- Muestra del agregado fino y grueso.
- Pala de acero

## **3. ENSAYO DE LABORATORIO A LOS CEMENTOS**

### **3.1. ANÁLISIS QUÍMICO A LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL CEMENTO.**

#### **A) DESCRIPCIÓN**

- El objetivo de este estudio fue de hallar los componentes y compuestos químicos del cemento y en qué proporciones material determinado en este caso es del cemento, como utilizamos dos diferentes cementos en nuestra investigación mediante técnicas poder hallar así la composición química de estos.
- En este estudio es donde nos encargaremos de ver los diferentes porcentajes de los componentes mediante un análisis químico de estos dos cementos debido a que nos

vemos obligados a ver que tanto varía en los componentes para lograr una mayor resistencia.

- Las propiedades y características de los cementos dependen, en gran medida, de la proporción que exista entre dichas fases. De esto se deduce que puede presentar dificultades sacar conclusiones del análisis químico tal como se muestra en la tabla.
- Otras fases presentes en el Clinker, normalmente en cantidades mucho más pequeñas, pero que también tienen su importancia, son los sulfatos alcalinos ( $3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$ ), la periclasa ( $MgO$ ), la cal libre, etc.
- Usualmente en industria cementera los porcentajes de cada compuesto mayoritario (COMPOSICION POTENCIAL DEL CLINKER), se deducen de la composición química del Clinker mediante las ecuaciones de BOGUE (1955), en la que los óxidos han de ponerse en tanto por ciento. Dichas formulas, ampliamente utilizadas, son:
  - $C_4AF = 3.04Fe_2O_3$
  - $C_3A = 2.65Al_2O_3 - 1.69Fe_2O_3$
  - $C_2S = 8.60SiO_2 + 1.08Fe_2O_3 + 5.07Al_2O_3 - 3.07CaO$
  - $C_3S = 4.07CaO - 7.60SiO_2 - 1.43Fe_2O_3 - 6.72Al_2O_3$
- Que es el caso más común. En la deducción de las formulas se asume que:
  - ✚ Que la composición de las cuatro fases mayoritarias es la dada anteriormente.
  - ✚ Que todo el óxido de hierro se encuentra combinado en el ferroaluminato tetracalcico.

✚ Que la alúmina restante lo está en el aluminato tricalcico.

- Después se asumir lo anterior, la cal que aún queda (se deduce de la cal combinada la requerida para los compuestos anteriores) se reparte proporcionalmente entre el silicato tricalcico y el dicalcico. La cal combinada es la cal total, que se deduce por análisis químico, menos la cal libre que se determina por extracción con etilenglicol.
- La composición potencial del clinker también se puede determinar mediante los diagramas de fases, pero es un método que no se utiliza usualmente.
- La denominación de composición potencial se debe a que se asume que:

✚ La composición de las fases del clinker es la de los compuestos puros, no teniendo en cuenta que su composición en el clinker industrial puede diferir de forma notable ya que dichas fases pueden contener significantes proporciones de iones sustituyentes (Soluciones sólidas).

#### **4. DISEÑO DE MEZCLA**

Para el diseño de mezcla realizamos tres diferentes diseños con respecto a la relación de agua cemento y con las dos diferentes marcas de cemento. Para lograr obtener un diseño de mezcla adecuado necesitamos diferentes datos tales como:

- Resistencia del Diseño
- Peso específico de los cementos Pacasmayo Ico y Qhuna tipo I
- Tamaño Máximo Nominal
- Módulo de fineza

- Peso Específico de los agregados
- Contenido de Humedad %
- Contenido de Absorción
- Peso Unitario suelto y compactado de los agregados
- Relación Agua/Cemento
- Asentamiento
- Volumen por m<sup>3</sup> de la cantidad de probetas utilizadas

**Tabla N° 10 Modelo de Datos para el Diseño de Mezcla**

<b>Agregados</b>		
<b>Agregado</b>	<b>Grueso</b>	<b>Fino</b>
<b>Cantera</b>	COAM-HUANCHACO	
<b>Relación agua/cemento</b>	0.4	
<b>T.M.</b>	1 1/2"	3/8"
<b>T.M.N.</b>	1/2"	1/4"
<b>M. de fineza</b>	-	2.13
<b>Peso específico</b>	2.56	2.36
<b>Contenido De humedad %</b>	1.46	1.69
<b>% de Absorción</b>	0.11	1.63
<b>Peso Unitario suelto Kg/m<sup>3</sup></b>	1559.23	1704.94
<b>Peso Unitario compactado Kg/m<sup>3</sup></b>	1659.16	1822.31

**FUENTE: PROPIA**

## **5. DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO NTP (339.035)**

### **A) DESCRIPCIÓN**

- Este ensayo sirve para hallar el asentamiento del concreto lo que nos ayuda a conocer cuál es su consistencia debido a que el concreto tiene diferentes consistencias ya sea seca, plástica y fluida.
- La consistencia del concreto varía según las cantidades de agua de amasado, la forma de los áridos y su análisis granulométrico.

### **B) PROCEDIMIENTO**

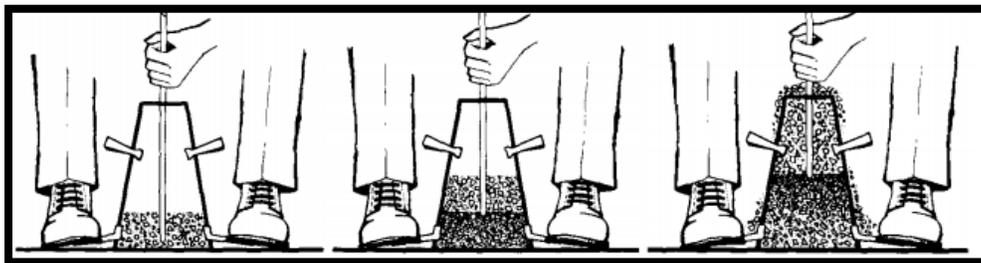
- Primero se tiene que colocar todos los materiales en el lugar de ensayo, se colocó una base de plástico para no dañar de material el piso.
- Se tuvo la mezcla de concreto lista, el cono de Abrams tiene que estar sujetado por ambos lados presionando con los pies para que de esta manera evitemos la salida del concreto por donde no debe.
- Se procedió a rellenar la tercera parte del cono de Abrams de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla o pisón penetrando la varilla en el espesor de la capa pero sin golpear la base del molde. Luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior. Esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla – pisón.
- Para tener una mayor precisión de la medida del derrumbamiento se coloca el cono de Abrams girado en el otro sentido contrario al ensayo elaborado, colocando la barra compactadora de 5/8 “al nivel del cono para que de esta manera podamos medir el asentamiento de concreto tal como aparece en la Figura N°11.

- Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

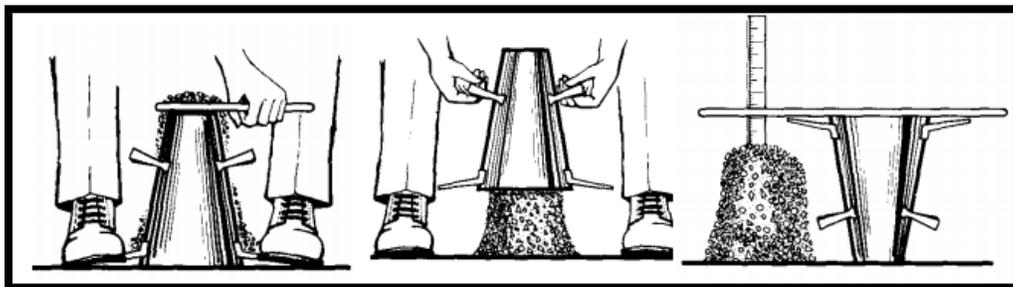
**TABLA N° 11 Consistencia y asentamientos.**

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

*Fuente: Josue Pucllas Q. (27 de Octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed.*



**Figura N°11 Ensayo del Cono de Abrams Primera Parte. Diseños de Mezclas para el concreto. Josue Pucllas Q. [2013]**



**Figura N°12 Ensayo del Cono de Abrams Segunda Parte. Diseños de Mezclas para el concreto. Josue Pucllas Q. [2013]**

### C) MATERIALES

- Molde / Cono de Abrams
- Diámetro de la base inferior: 20 cms.
- Diámetro de la base superior: 10 cms.
- Varilla Compacto
- Pala de Acero



Figura N<sup>o</sup> 13 Ilustración del Asentamiento – Slum

## 6. ELABORACIÓN DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

### A) DESCRIPCIÓN

- La elaboración de los cilindros de concreto está bajo la norma NTP 339.033 donde están especificadas las características de las probetas las cuales serán utilizadas en el ensayo de resistencia a la compresión. Los especímenes deben ser cilindros de acero vaciados y fraguados en forma vertical, donde la longitud debe ser el doble de cantidad que el diámetro del espécimen y el diámetro debe ser tres veces menos al tamaño máximo nominal del agregado grueso en este caso tenemos un tamaño máximo

nominal de  $\frac{1}{2}$ ", lo que significa que si cumple con el parámetro dado.

- Las probetas de concreto son un muestreo que se utiliza para realizar ensayos mecánicos del hormigón endurecido. Se realizan en moldes metálicos cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura rígidos.
- Es la manera práctica de evaluar la resistencia y uniformidad del concreto en las edificaciones o en diferentes tipos de obra.
- Para obtener una resistencia representativa, la norma INTINTEC determina los procedimientos a seguir en cada etapa de la preparación de las probetas; y el reglamento nacional de construcciones señala el tamaño y número de la muestra de ensayo.

## **B) PROCEDIMIENTO**

- Lo primero que tuvimos que hacer fue lavar los cilindros con agua del laboratorio y colocarles aceite con una esponja por donde los bordes de los cilindros de concreto especialmente más por las bases de concreto y la base, tener cuidado con el aceite al colocarlo en la base del cilindro debido a que no puede combinarse con el concreto.
- Antes de colocar el concreto, ubicar de manera correcta el cilindro de agua proveniente de Víctor Larco Herrera –Trujillo en un lugar plano para no tener inconvenientes a la hora de compactar. Teniendo la mezcla lista procedimos a llenar a un  $\frac{1}{3}$  del cilindro compactando con 25 golpes desde el borde hacia adentro para que el concreto logre estar uniformemente por todo el cilindro, la manera correcta es en forma espiral dando golpes desde los bordes del cilindro hacia adentro sin tocar el cilindro. Luego llenar el concreto a  $\frac{2}{3}$  nuevamente con 25 golpes y al finalizar de la misma manera logrando tener en la cara final una

uniformidad de material, es decir que este lisa al borde del molde cilíndrico para eso podemos usar una regla o un badilejo que nos ayudara a darle uniformidad a esta cara, tipo un tarrajeo. Esto es recomendable debido a que cuando el concreto endurezca podamos desencofrar de manera adecuada y al colocarlo en la máquina de ensayo pueda encajar correctamente en los apoyos.

- Por último se esperan 24 horas para que el concreto pueda endurecer y se procede al curado de cilindros que significa colocarlos en agua hasta el día de rotura. Se debe tener en cuenta que el agua debe estar limpia con una temperatura inicial entre 20C ° y 26 C°

### C) MATERIALES

- Molde Cilíndrico
- Varilla Compacta
- Aceite
- Badilejo
- Pala pequeña



**Figura Nª 14 Ilustración de los cilindros de plástico**

## 7. ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034)

### A) DESCRIPCIÓN

- En el ensayo de Resistencia a la compresión se quiere obtener la máxima carga que logra soportar el cilindro de concreto de manera axial o aplastamiento. La forma de expresar esta carga es del kg/cm<sup>2</sup>. Los ensayos de resistencia se dieron a diferentes edades 3, 7, 14, 28 días por medio de la máquina de compresión ubicada en las instalaciones de la Universidad Privada Antenor Orrego.
- Es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión. Se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de sección que resiste a la carga.
- Los resultados de prueba de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto.
- El concreto es un producto de construcción que presenta muchos cambios porque se contraen y expanden con respecto a humedad y temperatura debido a que el proceso de endurecimiento es un periodo muy corto , pasar de un estado plástico a estado sólido puede generar diferentes fisuras y es ahí donde es necesario realizar el curado de las probetas.

### B) PROCEDIMIENTO

- El periodo del curado se cuenta desde el primer día que el cilindro ha sido vaciado, esperamos 24 horas para poder desencofrar todos los especímenes. Se logró hacer 12 especímenes por día lo que quiere decir que desencoframos las 12 probetas colocándoles ni bien fueron desencofradas al proceso del curado que consistió

en ubicarlas sumergidas en el agua cubriendo toda la sección de probetas. Se usaron bidones de plásticos de 110 litros limpios donde los especímenes estuvieron cubiertos totalmente al aire libre según dice la norma del NTP 339.033.

- Para continuar con la protección de las probetas en el proceso de curado, nuestros recipientes estaban forrados de plástico para que de esta manera el agua no se contamine con ninguna sustancia. El agua proveniente fue del distrito de Víctor Larco Herrera – Trujillo.
- Los especímenes deben romperse en su tiempo determinado respetando las tolerancias permisibles según la tabla establecido en la norma NTP 339.034.

**TABLA N° 12 Consistencia y asentamientos.**

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24h	± 0.5 h ò 2.1%
3d	± 2h ò 2.8%
7d	± 6h ò 3.6%
28d	± 20 h ò 3%
90d	± 48 h ò 2.2%

**FUENTE: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras hidráulicas. NTP 339.034 [2008]. Lima- Perú.**

- Después se procede a colocar la probeta de concreto en la máquina de compresión ubicando el bloque de carga inferior sobre la plataforma circular. La velocidad de carga se debe aplicar continuamente y sin detenimiento.
- La máquina de ensayo ELE es de tipo tornillo, la velocidad de la cabeza móvil debe tener un desplazamiento de 1.3 mm/min

- (0.05 pulg/min) cuando la maquina está trabajando sin tener alguna transmisión. Para este tipo de maquina se debe aplicar una velocidad que este entre este rango de 0.14 a 0.34 MPa/s (20 a 50 lb/ Pulg<sup>2</sup>-seg.) y esta debe mantener por la segunda mitad de la duración del ensayo para la fase de carga prevista

### C) MATERIALES

- Máquina de Ensayo Modelo ELE tipo tornillo.



**Figura N<sup>a</sup> 15 Maquina de Ensayo de laboratorio de Suelos II.**

## 8. ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

### A) DESCRIPCION

El cemento es un material de construcción que al tener contacto con el agua obtiene una consistencia normal logrando una resistencia especificada iniciando diferentes reacciones químicas en el material, a todo este procedimiento se le llama fraguado, existen dos tipos de fraguados el inicial que es el tiempo que pasa el cemento al contacto con el agua hasta que pierde fluidez , y no es plástico; sin embargo tenemos también el fraguado final que es desde que finaliza el fraguado inicial

hasta que empieza a tener una mayor resistencia lo que llamamos el proceso de endurecimiento.

## **B) PROCEDIMIENTO**

- Antes de empezar este ensayo primero es tener exacto la determinación de la cantidad de agua pero en este caso nosotros ya tenemos nuestras relaciones agua cemento que son la de 0.4, 0.48 y 0.56 debido a que son estas relaciones con las que hemos trabajado.
- Luego pesar los 500 gramos en la balanza de cemento con una precisión  $\pm 1$  y una cantidad de agua.
- En primer lugar se debe formar una pasta de cemento hidráulico según las relaciones agua cemento (0.40, 0.48 y 0.56) que contenga una consistencia normal basada en la norma ASTM C - 187 y tomar el dato de la hora exacta.
- Siguiendo se coloca el Molde de Caucho encima de una placa de vidrio eliminando de esta manera los desperdicios con una espátula haciendo un movimiento cerrado procedemos a colocar el molde junto con la placa en el aparato de Vicat situando el cono de Vicat sobre la pasta abriendo la barra guía utilizando el mecanismo liberador, se determina el descenso del cono de Vicat en la pasta del yeso limpiando el cono de Vicat rápidamente después de cada penetración.
- Después se realiza penetraciones sucesivas en intervalos no menores a una vigésima del tiempo esperado de fraguado inicial separadas mínimo 2 cm de cada marca de penetración.
- Se alcanza el principio de fraguado cuando el cono desciende entre 16 y 20 mm en la pasta.

## **C) MATERIALES**

- Balanza con precisión de  $\pm 1g$
- Amasadora

- Agua
- Aparato de Vicat, sondas y contenedor
- Agujas de Le' Chatelier.
- Molde de caucho duro
- Placa de vidrio



**Figura N<sup>o</sup> 16 Aparato de Vicat**

### III. RESULTADOS

#### 1. DE LOS AGREGADOS

##### 1.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

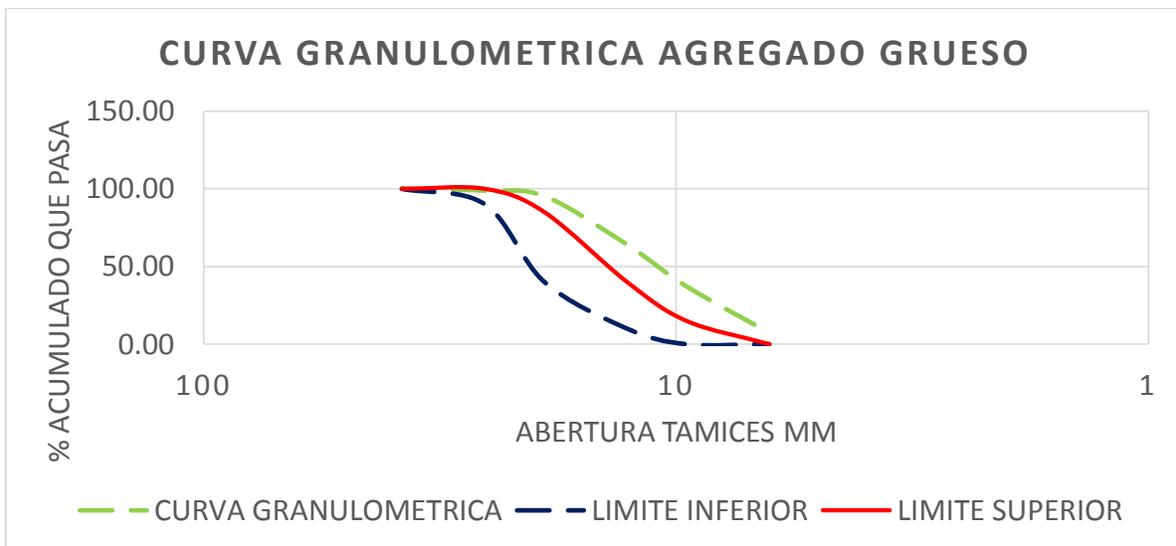
- AGREGADO GRUESO

Tabla N° 13 Analisis Granulometrico del Agregado Grueso

GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO								
TAMIZ		PESO RETENIDO EN C/MALLA (gr)	% RET. EN C/MALLA	%ACUM. RETENIDO	%ACUM. QUE PASA	ERROR	LIMITES	
Pulg.	mm						INFERIOR	SUPERIOR
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	0.20	100	100
1"	25.4	27.80	1.16	1.16	98.84		90	100
3/4"	19	85.00	3.54	4.69	95.31		40	85
1/2"	12.7	751.16	31.26	35.95	64.05		10	40
3/8"	9.51	644.10	26.80	62.75	37.25		0	15
1/4"	6.35	719.10	29.92	92.68	7.32		0	0
FONDO		176.00	7.32	100.00	0.00		0	0
Σ		2403.16	100.00	MF	6.67			

- Tamaño Máximo Nominal de Agregado Grueso: 1/2 "
- Tamaño Máximo: 1/2 "

GRAFICA N° 1 CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO

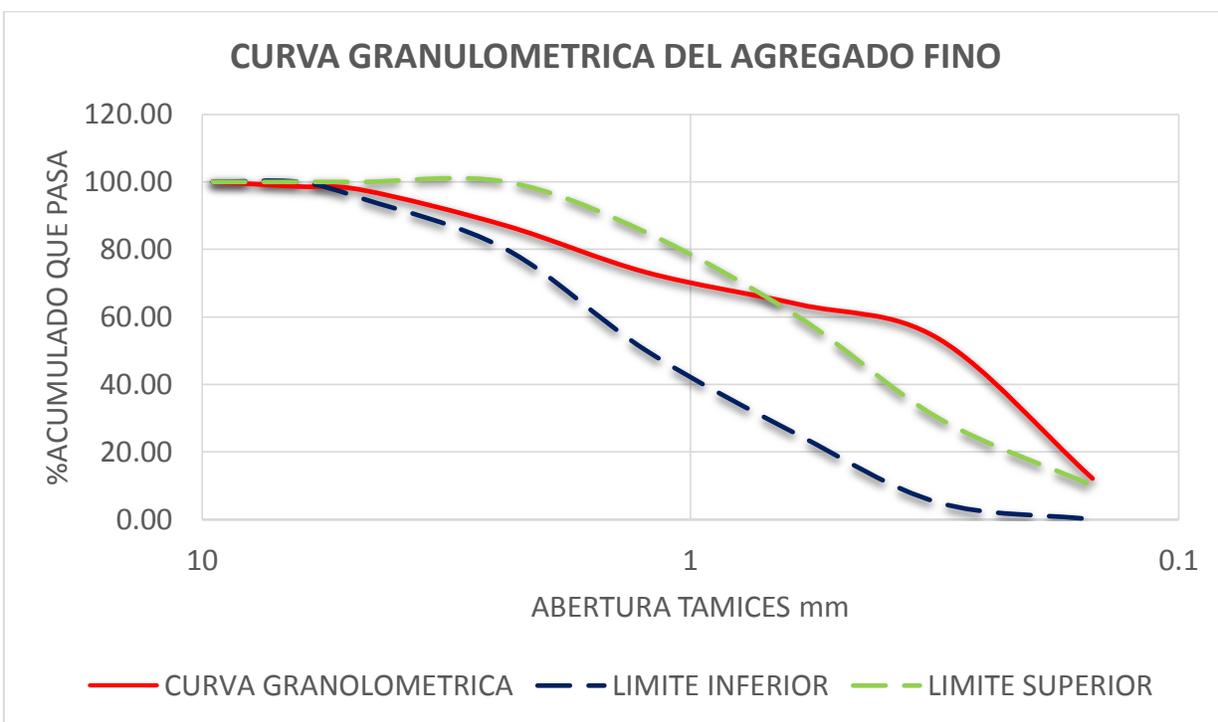


## \_AGREGADO FINO

**Tabla N° 14 Analisis Granulometrico del Agregado Fino**

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO								
TAMIZ		PESO RETENIDO EN C/MALLA (gr)	% RET. EN C/MALLA	%ACUM. RETENIDO	%ACUM. QUE PASA	ERROR	LIMITES	
Pulg.	mm						INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.51	0.00	0.00	0.00	100.00	0.30	100	100
1/4"	6.35	9.50	1.35	1.35	98.65		100	100
N°4	4.68	7.60	1.08	2.43	97.57		95	100
N°8	2.38	74.30	10.57	13.00	87.00		80	100
N°16	1.23	97.10	13.81	26.81	73.19		50	85
N°30	0.6	66.40	9.44	36.25	63.75		25	60
N°50	0.31	71.80	10.21	46.47	53.53		5	30
N°100	0.15	291.10	41.40	87.87	12.13		0	10
<b>FONDO</b>		85.30	12.13	100.00	0.00			0
<b>Σ</b>		<b>703.10</b>	<b>100.00</b>	<b>MF</b>	<b>2.13</b>			

**GRAFICA N° 2 CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO**



➤ **Módulo de Finura**

$$\text{Modulo de Finura} = \frac{\sum \% \text{ Acum. Retenido}(3/8", 1/4", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

$$\text{Modulo de Finura} = \frac{0 + 9.5 + 7.6 + 74.3 + 97.1 + 66.4 + 71.8 + 291.1 + 85.3}{100}$$

$$\text{Modulo de Finura} = 2.13$$

**1.2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN**

• **AGREGADO GRUESO**

**Peso de la Balanza Hidrostática 1826.5 g**

**Tabla N° 15 Cálculos del Agregado Grueso**

AGREGADO GRUESO		Gr
A	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUP. SECA (EN AIRE)	3447.90
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA (EN AGUA)	2104.50
C	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS= A-B	1343.40
D	PESO SECOS (EN AIRE)	3444.10
E	VOLUMEN DE MASA= D-B	1339.60

**Tabla N° 16 Calculos del Agregado Grueso**

$P.E. \text{ masa} = \frac{C}{D}$

⇒

$\frac{1343.4}{3444.1} = 2.56$

$P.E. \text{ MSSS} = \frac{A}{C}$

⇒

$\frac{3447.9}{1343.4} = 2.57$

$P.E. \text{ Aparente} = \frac{A}{C}$

⇒

$\frac{3447.9}{1343.4} = 2.56$

$\% \text{ de Absorción} = \frac{A - D}{D} \times 100$

⇒

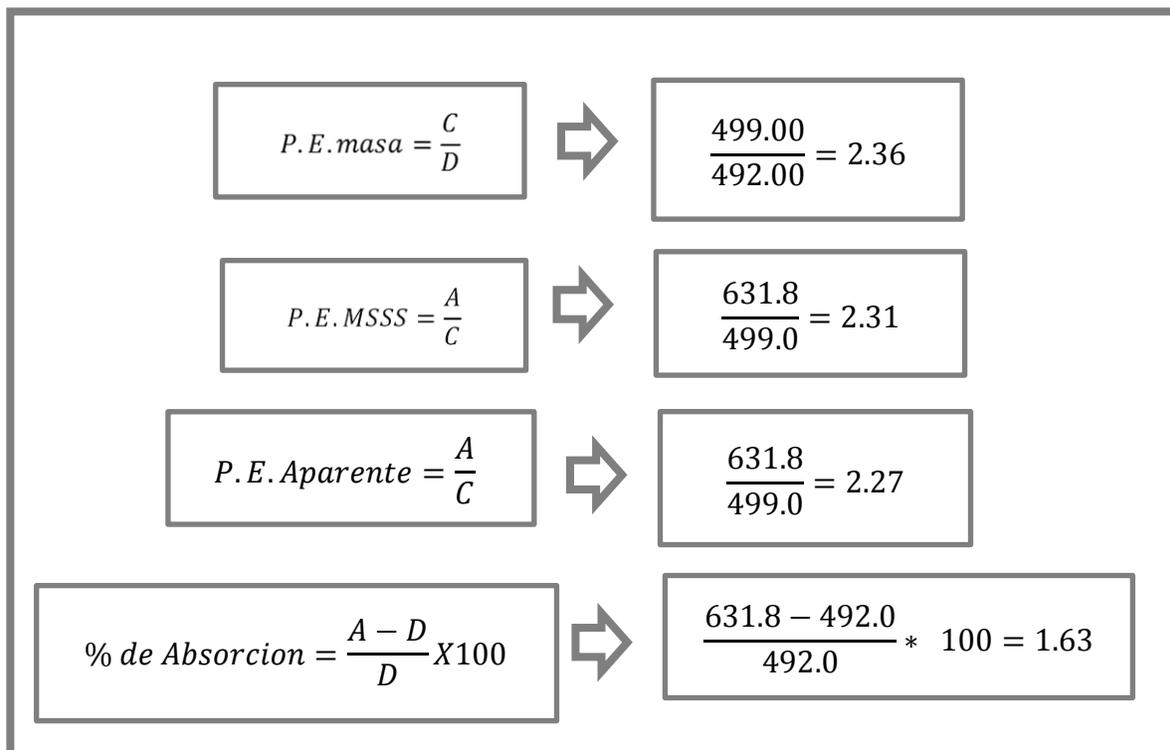
$\frac{3447.9 - 3444.10}{3444.10} * 100 = 0.11$

- **AGREGADO FINO**

**Tabla N° 17 Calculos de Agregado Fino**

AGREGADO FINO		Gr
A	PESO DE LA ARENA SATURADA SUP. SECA+PESO DEL FRASCO+PESO DEL AGUA	631.80
B	PESO DE LA ARENA SATURADA SUP. SECA+PESO DEL FRASCO	132.80
C	PESO DEL AGUA= B-A	499.00
D	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO	492.00
E	VOLUMEN DEL FRASCO	500.00
F	PESO DEL PIROMETRO +PESO DEL AGUA	915.50

**Tabla N° 18 Calculos de Agregado Fino**



### 1.3. PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

Tabla N° 19 Calculos de Volumen del cilindro

VOLUMEN DEL MOLDE DE CILINDRO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	2.740
PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	5.492
PESO DEL AGUA (Kg)	2.752
FACTOR DE CALIBRACION DEL AGUA (Kg/cm3)	1000.00
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.00275

$$P. \text{Aparente suelto} = \frac{\text{Peso de la muestra suelta}}{\text{volumen del molde}}$$

$$P. \text{Aparente compactado} = \frac{\text{Peso de la muestra compactada}}{\text{volumen del molde}}$$

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{\text{contenido de agua}}{\text{muestra seca al horno}} \times 100$$

### AGREGADO FINO

Tabla N° 20 Calculos de Peso Unitario del Agregado Fino

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO	
<b>1. PESO APARENTE SUELTO</b>	
- PESO DE LA MUESTRA+VASIJA (Kg)	7.432
- PESO DE LA VASIJA (Kg)	2.740
- PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4.692
- PESO APARENTE SUELTO (Kg/m3)	1704.942
<b>2. PESO APARENTE COMPACTADA</b>	
- PESO DE LA MUESTRA + VASIJA (Kg)	7.755
- PESO DE LA VASIJA (Kg)	2.740
- PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5.015
- PESO APARENTE COMPACTADO (Kg/m3)	1822.311
<b>3. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	
- PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (Kg)	585.100
- PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (Kg)	575.400
- CONTENIDO DE AGUA	9.700
- CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.69

- **AGREGADO GRUESO**

**Tabla N° 21 Calculos del Peso Unitario del Agregado Grueso**

<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</b>	
<b>1. PESO APARENTE SUELTO</b>	
- PESO DE LA MUESTRA+VASIJA (Kg)	7.031
- PESO DE LA VASIJA (Kg)	2.740
- PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	4.291
- PESO APARENTE SUELTO (Kg/m <sup>3</sup> )	1559.230
<b>2. PESO APARENTE COMPACTADA</b>	
- PESO DE LA MUESTRA + VASIJA (Kg)	7.306
- PESO DE LA VASIJA (Kg)	2.740
- PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (Kg)	4.566
- PESO APARENTE COMPACTADO (Kg/m <sup>3</sup> )	1659.157
<b>3. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	
- PESO DE LA MUESTRA HUMEDA(Kg)	2040.100
- PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO(Kg)	2010.800
- CONTENIDO DE AGUA	29.300
- CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.46

## 2. DEL ESTUDIO QUIMICO

- **CEMENTO QHUNA**

**Tabla N° 22 Composicion Quimica del Cemento Qhuna**

<b>CEMENTO QHUNA</b>	
<b>Silicato Tricalcico</b>	<b>69%</b>
<b>Silicato Dicalcico</b>	<b>3.02%</b>
<b>Aluminato Tricalcico</b>	<b>7.93%</b>
<b>Ferro Aluminato Tetracalcico</b>	<b>7.67%</b>
Dióxido de silicio SiO <sub>2</sub>	19.20%
Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.60%
Trióxido de Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.52%
Oxido de Calcio CaO	63.00%

Oxido de Magnesio MgO	1.23%
Trióxido de Azufre SO <sub>3</sub>	2.12%
Oxido Mangánico Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.56%
Dióxido de Titanio TiO <sub>2</sub>	0.51%
Pentaoxido de Difosforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.92%
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.62%
Perdida por Calcinación	1.23%

- **CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORT ICO**

**Tabla N° 23 Composicion Quimica del Cement Pacasmayo**

<b>CEMENTO ICO EXTRAFORTE PACASMAYO</b>	
<b>Silicato Tricalcico</b>	<b>51%</b>
<b>Silicato Dicalcico</b>	<b>17.45%</b>
<b>Aluminato Tricalcico</b>	<b>7.33%</b>
<b>Ferro Aluminato Tetracalcico</b>	<b>10.65%</b>
Dióxido de silicio SiO <sub>2</sub>	19.50%
Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.00%
Trióxido de Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.50%
Oxido de Calcio CaO	60.00%
Oxido de Magnesio MgO	1.00%
Trióxido de Azufre SO <sub>3</sub>	2.00%
Oxido Mangánico Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.00%
Dióxido de Titanio TiO <sub>2</sub>	0.40%
Pentaoxido de Difosforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.20%
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	1.20%
Perdida por Calcinación	2.23%

El estudio químico de los componentes del cemento se realizó en los Laboratorios de la Universidad Privada Antenor Orrego, los cuales nos arrojan los principales componentes químicos que te da la norma ASTM C-150 para cada tipo de cemento según lo requerido de esta forma veremos si ambos cementos cumple con la norma y las tolerancias debidas.

### 3. DISEÑO DE MEZCLA

Se realizaron tres tipos de relación agua y cemento en los cuales se obtuvo diferentes dosificación para proporcionar a que el cemento llegara a tener una consistencia plástica y lograr la resistencia requerida como se observa en las siguientes tablas.

#### DOSIFICACIONES:

- **CEMENTO QHUNA:**

**Tabla N° 24 Proporciones de Materiales Cemento Qhuna**

CEMENTO QHUNA				
R/A	CEMENTO (bls)	AG GRUESO	AG FINO	AGUA
0.4	1	1.90	0.99	0.43
0.48	1	2.28	1.31	0.51
0.56	1	2.66	1.63	0.60

- **CEMENTO PACASMAYO**

**Tabla N° 25 Proporciones de Materiales Cemento Pacasmayo**

CEMENTO PACASMAYO				
R/A	CEMENTO (bls)	AG GRUESO	AG FINO	AGUA
0.4	1	1.90	0.78	0.43
0.48	1	2.28	1.10	0.51
0.56	1	2.66	1.42	0.60

### 4. DE LOS TESTIGOS DE CONCRETO

#### 4.1 RELACION AGUA CEMENTO DE 0.4

#### 4.2 CARGA MAXIMA (F'C KG/CM<sup>2</sup>)

- **CEMENTO QHUNA**

Teniendo en cuenta que la Resistencia a la Compresion ( kg/cm<sup>2</sup>) es:

$$R = C / A \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Donde:

- C = Carga Máxima (kg)
- A = Área del espécimen de concreto ( cm<sup>2</sup> )

- La carga Máxima es la carga axial que soporta el espécimen de concreto, esta carga es obtenida a través de la máquina a compresión ubicada en el laboratorio de la Universidad Privada Antenor Orrego.
- El área de la probeta se halla mediante la fórmula del cilindro.

$$\text{Área del Cilindro} = \pi r^2 \text{ cm}^2$$

**Tabla N° 26 Calculos de Carga Maxima de Cemento Qhuna a relacion agua cemento de 0.4**

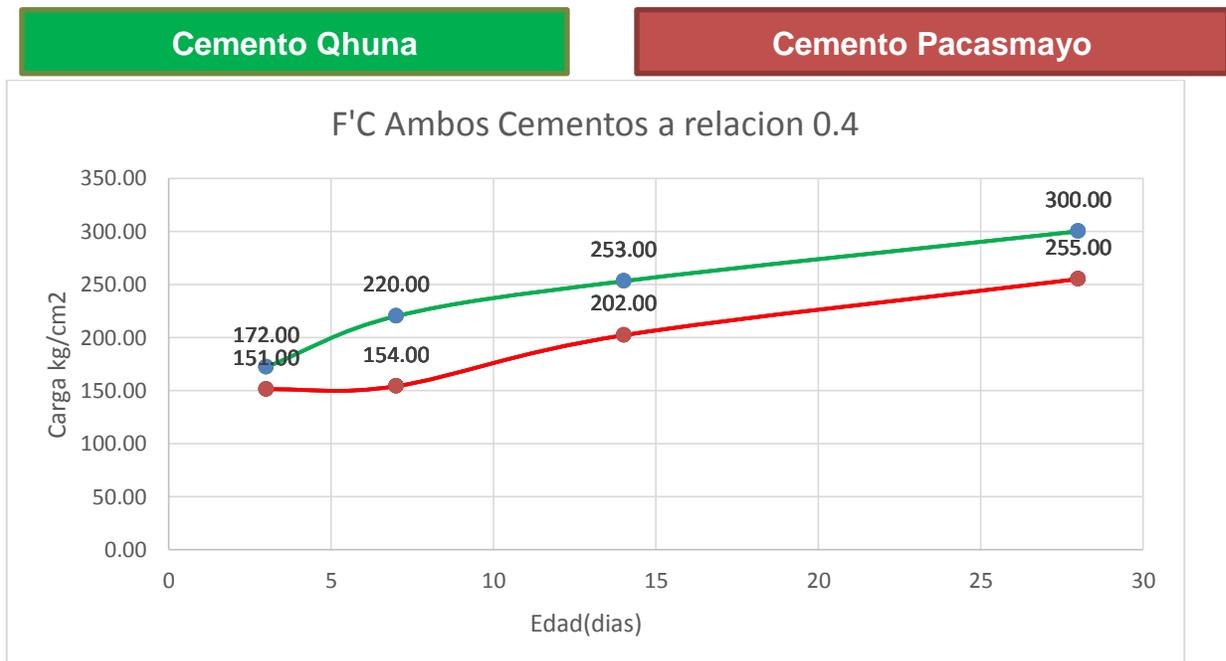
CEMENTO	EDAD	RELACION A/C 0.4										
		F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
QHUNA	3 dias	18/06/2017	1A	12893	30	15	176.71	30606.97	173.2	0.49	172.00	82.00%
			2A	12832	30	15	176.71	30447.92	172.3			
			3A	12709	30	15	176.71	30465.59	172.4			
	7 dias	22/06/2017	1B	13599	30	15	176.71	38947.89	220.4	0.36	220.00	105.00%
			2B	13136	30	15	176.71	39071.60	221.1			
			3B	12904	30	15	176.71	38983.24	220.6			
	14 dias	29/06/2017	1C	12765	30	15	176.71	44673.45	252.8	0.80	253.00	120.00%
			2C	12838	30	15	176.71	44956.19	254.4			
			3C	137772	30	15	176.71	44814.82	253.6			
	28 dias	13/07/2017	1D	13676	30	15	176.71	52961.36	299.7	2.30	300.00	143.00%
			2D	12898	30	15	176.71	53332.46	301.8			
			3D	12957	30	15	176.71	53774.25	304.3			

- **CEMENTO PACASMAYO**

**Tabla N° 27 Calculos de Carga Maxima de Cemento Pacasmayo a relacion agua cemento de 0.4**

CEMENTO	EDAD	RELACION A/C 0.4										
		F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
PACASMAYO	3 días	17/06/2017	1A	12396	30	15	176.71	27143.36	153.6	1.45	151.00	72.00%
			2A	12450	30	15	176.71	26878.29	152.1			
			3A	12430	30	15	176.71	26630.89	150.7			
	7 días	21/06/2017	1B	12540	30	15	176.71	27108.02	153.4	1.29	154.00	73.00%
			2B	12589	30	15	176.71	27461.45	155.4			
			3B	12467	30	15	176.71	27532.13	155.8			
	14 días	28/06/2017	1C	12681	30	15	176.71	35979.09	203.6	0.89	202.00	96.00%
			2C	13534	30	15	176.71	35678.68	201.9			
			3C	12859	30	15	176.71	35908.40	203.2			
	28 días	12/07/2017	1D	12742	30	15	176.71	45062.22	255	0.67	255.00	121.00%
			2D	12776	30	15	176.71	45044.55	254.9			
			3D	12670	30	15	176.71	45256.61	256.1			

**GRAFICA N° 3 DE LA COMPARACION DE AMBOS CEMENTOS CON RELACION AGUA CEMENTO DE 0.4**



## 4.2 RELACION AGUA CEMENTO 0.48

### 4.2.1 CARGA MAXIMA (F°C KG/CM<sup>2</sup>)

- CEMENTO QHUNA

**Tabla N° 28 Calculos de Carga Maxima de Cemento Qhuna a relacion agua cemento de 0.48**

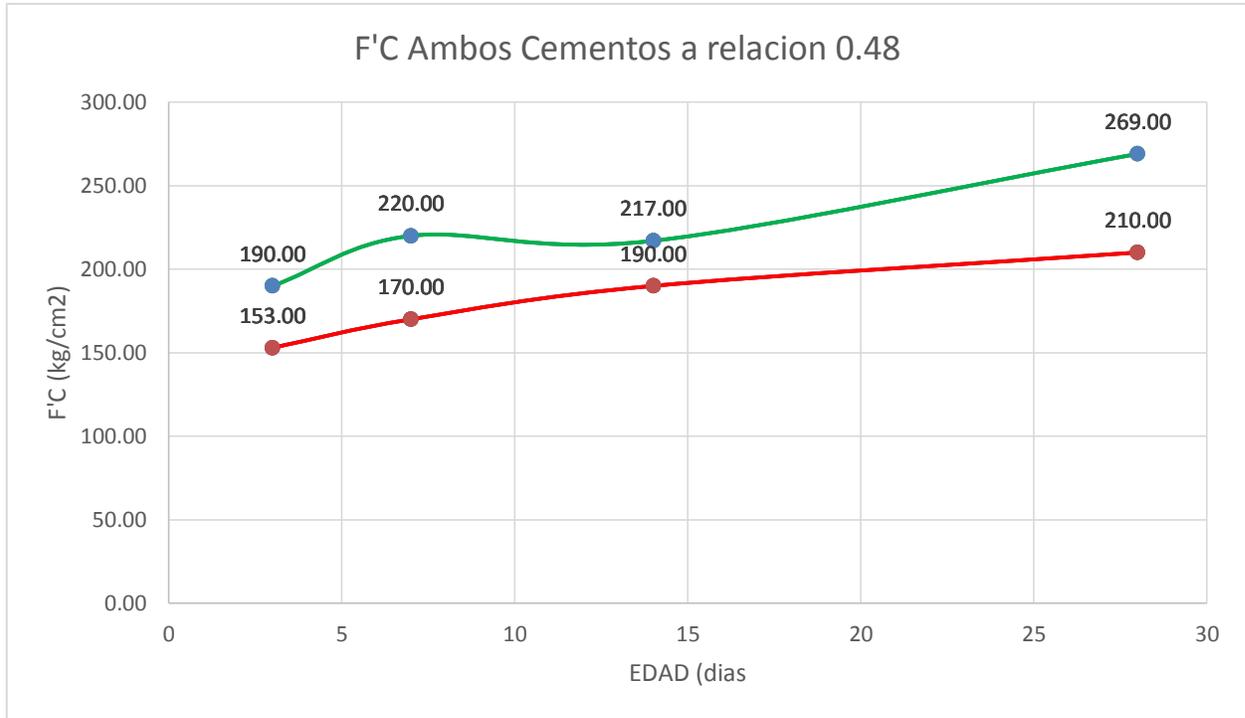
CEMENTO	EDAD	Relacion de A/C 0.48										
QHUNA	3 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		18/06/2017	1A	13217	30	15	176.71	34070.57	192.8			
			2A	13085	30	15	176.71	33893.86	191.8			
	3A		13081	30	15	176.71	33558.10	189.9				
	7 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		22/06/2017	1B	13175	30	15	176.71	39000.91	220.7			
			2B	13156	30	15	176.71	39142.28	221.5			
	3B		13139	30	15	176.71	38894.88	220.1				
	14 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		29/06/2017	1C	13126	30	15	176.71	38506.11	217.9			
			2C	13195	30	15	176.71	38541.45	218.1			
	3C		13056	30	15	176.71	38241.04	216.4				
	28 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		13/07/2017	1D	13024	30	15	176.71	47642.25	269.6			
			2D	13010	30	15	176.71	47695.27	269.9			
	3D		13182	30	15	176.71	47854.31	270.8				

- CEMENTO PACASMAYO

**Tabla N° 29 Calculos de Carga Maxima de Cemento Pacasmayo a relacion agua cemento de 0.48**

CEMENTO	EDAD	Relacion de A/C 0.48										
PACASMAYO	3 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		19/06/2017	1A	12546	30	15	176.71	27001.99	152.8			
			2A	12604	30	15	176.71	27090.35	153.3			
	3A		12620	30	15	176.71	27231.72	154.1				
	7 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		23/06/2017	1B	12684	30	15	176.71	30377.24	171.9			
			2B	12818	30	15	176.71	30430.25	172.2			
	3B		12941	30	15	176.71	30006.14	169.8				
	14 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		30/06/2017	1C	12604	30	15	176.71	33469.74	189.4			
			2C	12850	30	15	176.71	33805.50	191.3			
	3C		12948	30	15	176.71	33946.87	192.1				
	28 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		14/07/2017	1D	12853	30	15	176.71	37145.41	210.2			
			2D	13619	30	15	176.71	37127.73	210.1			
	3D		12591	30	15	176.71	37074.72	209.8				

**GRAFICA N°4 DE LA COMPARACION DE AMBOS CEMENTOS CON  
RELACION AGUA CEMENTO DE 0.48**



**Cemento Qhuna**

**Cemento Pacasmayo**

**4.2 RELACION AGUA CEMENTO 0.56  
4.2.1 CARGA MAXIMA (F'C KG/CM<sup>2</sup>)**

- **CEMENTO QHUNA**

**Tabla N° 30 Calculos de Carga Maxima de Cemento Qhuna a relacion agua cemento de 0.56**

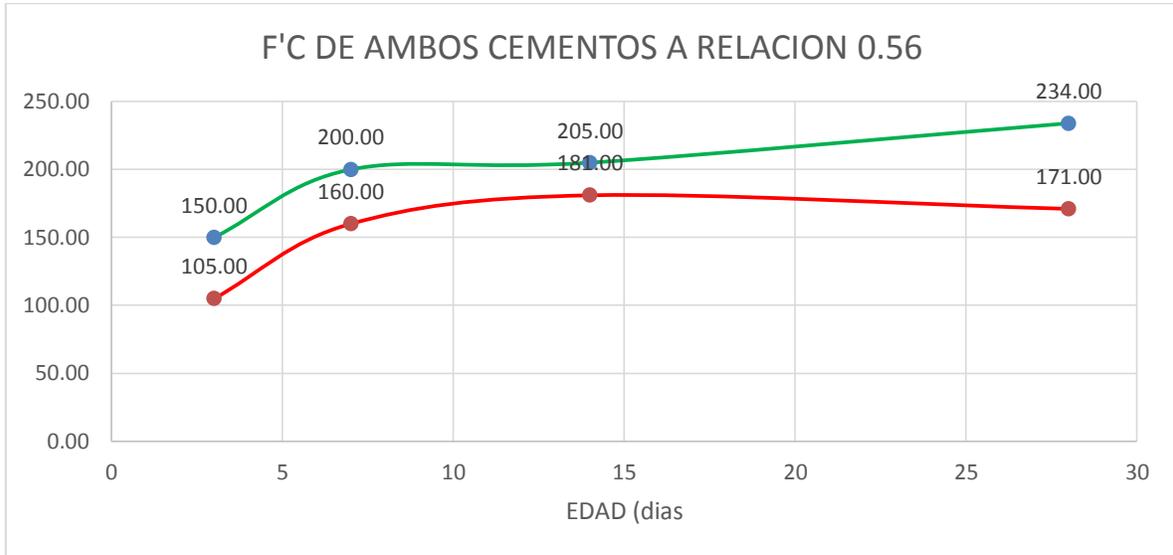
CEMENTO	EDAD	Relacion de A/C 0.56										
QHUNA	3 dias	Fecha	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		16/06/2017	1A	12498	30	15	176.71	26471.85	149.8			
			2A	12479	30	15	176.71	26560.20	150.3			
	3A		12568	30	15	176.71	26807.60	151.7				
	7 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		20/06/2017	1B	12650	30	15	176.71	35254.56	199.5			
			2B	12490	30	15	176.71	35625.66	201.6			
	3B		12574	30	15	176.71	35484.29	200.8				
	14 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		27/06/2017	1C	12790	30	15	176.71	36208.82	204.9			
			2C	13451	30	15	176.71	36279.50	205.3			
	3C		12585	30	15	176.71	36350.19	205.7				
	28 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
11/07/2017		1D	12745	30	15	176.71	41280.53	233.6				
		2D	13295	30	15	176.71	41863.69	236.9				
	3D	12729	30	15	176.71	41616.29	235.5					

• **CEMENTO PACASMAYO**

**Tabla N° 31 Calculos de Carga Maxima de Cemento Pacasmayo a relacion agua cemento de 0.56**

CEMENTO	EDAD	Relacion de Agua Cemento 0.56										
PACASMAYO	3 dias	Fecha Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		19/06/2017	1A	12945	30	15	176.71	18784.76	106.3			
			2A	12887	30	15	176.71	19438.60	110			
	3A		12975	30	15	176.71	21347.12	120.8				
	7 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		23/06/2017	1B	13028	30	15	176.71	28274.33	160			
			2B	13176	30	15	176.71	28521.73	161.4			
	3B		12974	30	15	176.71	28238.99	159.8				
	14 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		30/06/2017	1C	18017	30	15	176.71	32038.35	181.3			
			2C	13094	30	15	176.71	32321.10	182.9			
	3C		13042	30	15	176.71	32162.05	182				
	28 dias	F. Inicio	Nª Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm2)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
14/06/2017		1D	13165	30	15	176.71	30288.88	171.4				
		2D	13031	30	15	176.71	30659.98	173.5				
	3D	13167	30	15	176.71	31172.45	176.4					

**GRAFICA N° 5 DE LA COMPARACION DE AMBOS CEMENTOS CON  
RELACION AGUA CEMENTO DE 0.56**



**Cemento Qhuna**

**Cemento Pacasmayo**

**5. DE LOS TIEMPO DE FRAGUADO (Revisar Anexos 02)**

El estudio de los Tiempos de Fraguado por el Método de la aguja de Vicat se realizó en las Instalaciones de Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería, como podemos ver un resumen de los datos arrojados.

**Tabla N° 32 Resultados de los Tiempo de Fraguado de los cementos**

TIPO DE CEMENTOS	Relación a/c	RESULTADOS DADOS POR LABORATORIO DE LA UNI		REQUISITOS SEGÚN LA N.T.P. 334.090		REQUISITOS SEGÚN LA ASTM C150	
		Fraguado Inicial	Fraguado Final	Fraguado Inicial	Fraguado Final	Fraguado Inicial	Fraguado Final
<b>Cemento Pacasmayo Ico Extraforte</b>	0.40	359 min	483 min	45 min	375 min	-	-
<b>Cemento Qhuna Tipo I</b>	0.40	285 min	385 min	-	-	45 min	375 min
	0.48	346 min	495 min				
	0.56	436 min	570 min				

## IV. DISCUSION DE RESULTADOS

### 1. RESULTADOS DE LOS AGREGADOS Y ESTUDIO QUIMICO DE AMBOS CEMENTOS

#### • DE LOS AGREGADOS

- ✓ En el análisis granulométrico obtuvimos los resultados de los agregados tanto para el grueso como el fino. El módulo de finura del agregado fino fue de 2.13 .Los rangos del módulo de finura es de 2.3 a 3.1 según norma, empezando a considerar el 2.3 como una arena mediana, de esta manera que si obtuvimos el 2.13 estamos hablando de una arena aún más fina, por lo que no cumple con los parámetros, sin embargo al momento de la realización del diseño de mezcla no afecto más bien se logró el asentamiento deseado de 3” a 4”. En el tamaño máximo nominal del agregado grueso fue de ½” lo que significa que cumple con los tamaños máximos nominales y los diferentes porcentajes basándonos en la Norma Técnica Peruana 400.012.
- ✓ En el ensayo del peso específico de los agregados fueron tanto para el grueso de 2.56 y el agregado fino de 2.36 basándonos en el Norma Técnica Peruana 400.021 cumplen con todos los parámetros establecidos logrando de esta manera su alta calidad para ser usados en el diseño de mezcla.
- ✓ En el ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado grueso obtuvimos 1659.16 kg/cm<sup>3</sup> y del agregado fino obtuvimos 1822.31 kg/cm<sup>3</sup>, en el Peso Unitario Suelto obtuvimos 1559.223 kg/cm<sup>3</sup> en el agregado grueso y en el agregado fino obtuvimos 1704.94 kg/cm<sup>3</sup>, dándonos proporciones que cumplen con lo esperado para el diseño de mezcla según la Norma Técnica Peruana 400.017.
- ✓ El porcentaje de absorción para el agregado grueso fue de 0.11 % y para el agregado fino fue de 1.63% .Todos esto datos

generales de los agregados nos ayudan para obtener el diseño de mezcla establecido.

- **DEL ESTUDIO QUIMICO DE AMBOS CEMENTOS**

Del estudio que se realizaron en los Laboratorios de Química de la UPAO nos dieron los siguientes porcentajes de los componentes químicos del cemento teniendo como datos lo siguiente:

**Tabla N° 33 Cuadro de Porcentajes lo componenes quimicos del cemento Qhuna.**

<b>CEMENTO QHUNA</b>		<b>ASTM C 150-07</b>	
Silicato Tricalcico C3S	69.00%	Silicato Tricalcico C3S	-
Silicato Dicalcico C2S	3.02%	Silicato Dicalcico C2S	-
Aluminato Tricalcico C3A	7.93%	Aluminato Tricalcico C3A	3 a 3.5 %
FerroAluminato Tetracalcico C4AF	7.67%	FerroAluminato Tetracalcico C4AF	-
Dióxido de silicio SiO <sub>2</sub>	19.20%	Dióxido de silicio SiO <sub>2</sub>	-
Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.60%	Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4 a 8%
Trióxido de Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.52%	Trióxido de Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>6.00%</b>
Oxido de Calcio CaO	63.00%	Oxido de Calcio CaO	58 a 67%
Oxido de Magnesio MgO	1.23%	Oxido de Magnesio MgO	<b>6.00%</b>
Trióxido de Azufre SO <sub>3</sub>	2.12%	Trióxido de Azufre SO <sub>3</sub>	<b>3.50%</b>
Oxido Mangánico Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.56%	Oxido Mangánico Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 a 3%
Dióxido de Titanio TiO <sub>2</sub>	0.51%	Dióxido de Titanio TiO <sub>2</sub>	0 a 0.5%
Pentaoxido de Difosforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.92%	Pentaoxido de Difosforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0 a 1.5%
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.62%	Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	<b>0.6*%</b>
Perdida por Calcinación	1.23%	Perdida por Calcinación	<b>3.00%</b>

- Los datos que observamos en la tabla N° 33 fueron comparados con la ASTM C 150-07 donde vemos que hay numeros en negrita que nos indicaria los que son los porcentajes que si o si se deben cumplir, sin embargo las que no indican a la composicion quimica en general ya que los porcentajes pueden variar según lo requiera el fabricante.

**Tabla N° 34 Cuadro de Porcentajes lo componenes quimicos del cemento  
Pacasmayo**

<b>CEMENTO ICO EXTRAFORTE PACASMAYO</b>		<b>NTP 334.090</b>	
Silicato Tricalcico C3S	<b>51%</b>	Silicato Tricalcico C3S	-
Silicato Dicalcico C2S	<b>17.45%</b>	Silicato Dicalcico C2S	-
Aluminato Tricalcico C3A	<b>7.33%</b>	Aluminato Tricalcico C3A	-
FerroAluminato Tetracalcico C4AF	<b>10.65%</b>	FerroAluminato Tetracalcico C4AF	-
Dióxido de silicio SiO2	19.50%	Dióxido de silicio SiO2	-
Oxido de Aluminio Al2O3	5.00%	Oxido de Aluminio Al2O3	4 a 8%
Trióxido de Hierro Fe2O3	3.50%	Trióxido de Hierro Fe2O3	2 a 5%
Oxido de Calcio CaO	60.00%	Oxido de Calcio CaO	58 a 67%
Oxido de Magnesio MgO	1.00%	Oxido de Magnesio MgO	<b>6.00%</b>
Trióxido de Azufre SO3	2.00%	Trióxido de Azufre SO3	<b>3.00%</b>
Oxido Mangánico Mn2O3	2.00%	Oxido Mangánico Mn2O3	0 a 3%
Dióxido de Titanio TiO2	0.40%	Dióxido de Titanio TiO2	0 a 0.5%
Pentaoxido de Difosforo P2O5	1.20%	Pentaoxido de Difosforo P2O5	0 a 1.5%
Na2O + K2O	1.20%	Na2O + K2O	0 a 1%
Perdida por Calcinación	2.23%	Perdida por Calcinación	<b>10.00%</b>

- Los datos que observamos en la tabla N° 34 fueron comparados con la NTP 334.090 donde vemos que hay numeros en negrita que nos indicaria los que son los porcentajes que si o si se deben cumplir, sin embargo las que no indican a la composicion quimica en general ya que los porcentajes pueden variar según lo requiera el fabricante.

Como podemos observar según la Figura N° 1 nos da los parámetros de los componentes químicos del cemento según tipología en general y nos damos cuenta que no en todos los componentes explicados en la norma ASTM C-150 cumplen ya que hay proporciones que son mayores de la tolerancia máx. En los porcentajes que nos muestra la Imagen N°1, ahora si bien es cierto hay parámetros algunos componentes que no tienen límites, y puede tomarse en cuenta que es decisión al momento de la fabricación la cantidad requerida.

También nos damos cuenta que dentro de los 4 principales componentes del cemento el Qhuna tiene mayores proporciones los cuales son: Silicato Tricalcico y Silicato Dicalcico que el Cemento Ico Extraforte Pacasmayo. Entonces estaríamos encontrando que componentes químicos hace que el cemento Qhuna tenga mayor resistencia, rápido fraguado y sea más económico.

## 2. RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

De acuerdo a la norma del ASTM C-31 podemos obtener los diferentes porcentajes de carga máxima según los días de curado. El porcentaje es base el  $f'_c$  de diseño, en este caso es  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla N° 35 Cuadro de Porcentajes de Carga Maxima(KG/CM<sup>2</sup>) según el Periodo de Curado**

<b>Periodo de curado (días)</b>	<b>Carga Máxima % F'c kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>3</b>	<b>40 %</b>
<b>7</b>	<b>80 %</b>
<b>14</b>	<b>90%</b>
<b>28</b>	<b>100 %</b>

**FUENNTE: ASTM C-31**

- Según la tabla N° 32 dice que a los 3 días de curado tenemos que haber logrado un cuarenta por ciento del  $f'_c$  ( $\text{kg/cm}^2$ ). En ambos cementos tanto Qhuna como Pacasmayo logramos cumplir con las expectativas sin embargo cementos Qhuna logra cubrir el 82 % de su resistencia y cementos Pacasmayo logra un 72 %. Si bien es cierto esto comprueba nuestra hipótesis, es decir, cementos Qhuna tiene una mayor resistencia con respecto a Pacasmayo y esto es debido a sus diferentes composiciones en el Clinker según el estudio químico realizado en la Universidad Privada Antenor Orrego.

**Tabla N° 36 Cuadro de Cargas Maximas a los 3 días. Cemento Qhuna a relacion agua cemeno de 0.4**

QHUNA	EDAD	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia (kg/cm2)
	3 dias	173.2	0.49	172.00
		172.3		
		172.4		

- Según la Tabla N° 34, se hicieron tres probetas de concreto para cada periodo de curado según lo establecido obteniendo una desviación estándar del 0.49 y un promedio de carga de 172 lo que representa a un 82 % del f'c de diseño. Este porcentaje se eleva un 42 % de los parámetros de la norma ASTM C-31.

**Tabla N° 37 Cuadro de Cargas Maximas a los 3 días. Cemento Pacasmayo a relacion agua cemeno de 0.4**

PACASMAYO	EDAD	Resistencia (kg/cm2)	Desviacion	Promedio Resistencia
	3 dias	153.6	1.45	151.00
		152.1		
		150.7		

- Según la Tabla N<sup>a</sup> 35 en tres probetas realizadas tenemos un promedio de carga máxima de 151 kg/cm<sup>2</sup> lo que equivale a un 72% del f'c de diseño con una relación agua cemento de 0.4 obteniendo 1.45 de desviación estándar.
- Tanto en la Tabla N<sup>a</sup> 34 y 35 se puede apreciar la diferencia de promedios de carga, si bien es cierto cemento Qhuna ha superado las expectativas dadas a comparación de cemento Pacasmayo sin embargo esta sobrecarga puede afectar a los diferentes empresas

que se dedican al rubro de la construcción debido a que cada elemento estructural tiene su propio diseño e especificación técnica.

- En las relaciones agua cemento 0.48 cumple con el porcentaje requerido según la norma ASTM C31, dicho porcentaje es del 80 % del  $f_c$  de diseño ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ). Sin embargo, las diferencias de porcentajes de ambos cementos es del 20% elevándose cemento Qhuna.

**Tabla N° 38 Cuadro de Cargas Maximas a los 7 dias. Cemento Qhuna a relacion agua cemenno de 0.48**

QHUNA	EDAD	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	Desviacion	Promedio Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )
	7 dias		220.7	0.70
		221.5		
		220.1		

**Tabla N° 39 Cuadro de Cargas Maximas a los 7 dias. Cemento Pacasmayo a relacion agua cemenno de 0.48**

PACASMAYO	EDAD	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	Desviacion	Promedio Resistencia
	7 dias		171.9	1.45
		172.2		
		169.8		

- Tanto en la tabla N° 36 cumple con los requerimiento del 80%de la carga máxima según  $f_c$  de diseño, equivale al 80 % de  $210 \text{ kg/cm}^2$  es  $168 \text{ kg/cm}^2$  superando en un 30 % Qhuna a Pacasmayo. Si bien es cierto Qhuna es de importación china a cargo de la empresa INVERCEM (INVERSIONES EN CEMENTO S.A. - INVERCEM S.A.), a diferencia del cemento de la marca Pacasmayo es del norte

Peruano; razón por la cual a muchos clientes les parece más confiable.

- Sin embargo en la tabla N<sup>a</sup> 37 el promedio de carga es de 154 kg/cm<sup>2</sup> cuando este número equivale al 73% del f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, en este caso Pacasmayo no logra cumplir con el porcentaje requerido según la norma del ASTM C 31.
- En la relación de 0.56 a los 14 días de curado se tiene que haber llegado al porcentaje de 90% tanto como en Qhuna y en Pacasmayo sin embargo en Cementos Qhuna llego a cubrir un 8 % más de lo indicado en la norma del ASTM- C31 según la tabla N<sup>a</sup> 37, en Cementos Pacasmayo es totalmente diferente debido a que le falto un 4% para llegar a cumplir con lo establecido. Es aquí donde vemos la diferencia de resistencias en ambos cementos estudiados llegando a comprobar que el cemento tipo I Qhuna presenta una mejor calidad de concreto.

**Tabla N° 40 Cuadro de Cargas Maximias a los 14 dias. Cemento Qhuna a relacion agua cemeno de 0.56**

QHUNA	EDAD	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviacion	Promedio Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
	14 dias	204.9	0.40	205.00
205.3				
205.7				

**Tabla N° 41 Cuadro de Cargas Maximias a los 14 dias. Cemento Pacasmayo a relacion agua cemeno de 0.56**

PACASMAYO	EDAD	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviacion	Promedio Resistencia
	14 dias	181.3	171.9	181.00
182.9		172.2		
182		169.8		

### 3. RESULTADOS DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO:

Tabla N° 42 Resultados de los Tiempo de Fraguado de los cementos

TIPO DE CEMENTOS	Relación a/c	RESULTADOS DADOS POR LABORATORIO DE LA UNI		REQUISITOS SEGÚN LA N.T.P. 334.090		REQUISITOS SEGÚN LA ASTM C150		OBSERVACION
		Fraguado Inicial	Fraguado Final	Fraguado Inicial	Fraguado Final	Fraguado Inicial	Fraguado Final	
Cemento Pacasmayo Ico Extraforte	0.40	359 min	483 min	45 min	375 min	-	-	Los ensayos realizados solo fue con relación 0.40 porque demoraba en fraguar más de lo requerido.
Cemento Qhuna Tipo I	0.40	285 min	385 min	-	-	45 min	375 min	En vista que cemento Qhuna fraguaba más rápido el que cumplió con los requisitos fue la relación 0.40.
	0.48	346 min	495 min					
	0.56	436 min	570 min					

Los resultados brindados por Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería, los comparamos con las normas de cemento Portland y cemento adicionado con el método 1 de tiempos de fraguado, donde podemos observar lo siguiente:

- El cemento Qhuna Tipo I lo comparamos con la N.T.P. 334.090, donde nos da los requisitos físicos del cemento Portland y según la información del técnico fraguaba más rápido y como observamos la relación a/c que se asemeja a los requisitos de un cemento Tipo I es la relación a/c= 0.40.
- El cemento Pacasmayo Ico Extraforte lo comparamos con la ASTM C150 nos da una tabla de requisitos físicos para una cemento adicionado Ico, donde no se realizaron todas las relaciones porque demoraba más en fraguar y solo se logró la relación a/c=0.40 el cual no alcanza lo requerido por las normas, sin embargo es la relación más cerca y única.

- Todos los materiales utilizados tales como el cemento Qhuna y Pacasmayo Extraforte , en esta investigación fueron analizados entre el 12 y 17 de junio del 2017 conociendo los resultados de dicha muestra utilizada en las fechas indicadas, tomando en cuenta los diferentes almacenamientos de dicho material.

## V. CONCLUSIONES

1. Los ensayos de granulometría al agregado grueso y fino muestran que estos cumplen con los usos granulométricos para el diseño de mezcla por lo tanto los tamaños máximos nominales son confiables, de la cantera de la empresa COAM en Huanchaco de donde se extrajo los agregados, para una mejor dosificación. Presentando un módulo de finura de 2.13 en el agregado fino y una piedra de  $\frac{1}{2}$  "en el agregado grueso.

2. Se logró preparar 72 probetas cilíndricas de concreto con a/c 0.40, 0.48, 0.56 y un asentamiento de 4", en concordancia con la norma ASTM C 192 y la NTP 339.0.34. Se realizaron los diseños de mezclas para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> considerando como única variante el tipo de cemento; teniendo como resultados:

Para el cemento Ico Extraforte Pacasmayo

- Con relación a/c 0.40 = 1 : 1.90 : 0.99 / 18.11 Lt/bls
- Con relación a/c 0.48 = 1 : 2.28 : 1.31 / 21.73 Lt/bls
- Con relación a/c 0.56 = 1 : 2.66 : 1.63 / 25.36 Lt/bls

Para el cemento Qhuna

- Con relación a/c 0.40 = 1 : 1.90 : 0.78 / 18.10 Lt/bls
- Con relación a/c 0.48 = 1 : 2.28 : 1.10 / 21.73 Lt/bls
- Con relación a/c 0.56 = 1 : 2.66 : 1.42 / 25.35 Lt/bls

3. Las resistencias de las probetas de concreto que han sido realizadas, ensayadas y curadas bajo condiciones de las normas en vigencia; a los 3, 7, 14 y 28 días de ambos cementos.

En cementos Pacasmayo se logró cumplir con el 100% a los 28 días de curado con una resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, en cementos Qhuna llegó a cubrir un 128% de su carga máxima obteniendo de esta manera una resistencia de 269 kg/cm<sup>2</sup> logrando concluir que a pesar que

ambos cementos tuvieron el mismo  $f'c$  de diseño ambos varían de acuerdo a su resistencia, otro factor muy importante a destacar es la diferente composición química que tienen ambos cementos de acuerdo a sus cuatro principales componentes del Clinker.

En las tres diferentes relaciones agua cemento, cemento Qhuna logra cumplir con todos los parámetros requeridos según la Norma ASTM C 31 concluyendo de esta manera, que mientras menor es la relación agua cemento obtenemos una mayor resistencia debido a que en las relaciones menores de 0.40 y 0.48 obtenemos las resistencias máximas sin embargo es en la relación 0.56 donde las resistencias disminuyen en un 10 % aproximadamente de su resistencia máxima inicial a los 28 días de edad de curado. Estos resultados ayudan para la selección de un cemento más resistente según lo especificado para un concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> utilizado para el diseño.

4. La selección de las relaciones agua-cemento se tomaron en concordancia a lo que nos dio el cálculo y la forma de lograr una consistencia plástica en el diseño, por lo cual dentro de las tablas que nos da el Método ACI 211 por interpolación nos arrojó 0.56 y por propiedades del cemento para lograr una consistencia plástica nos da un intervalo relación agua-cemento de 0.40 a 0.50 máx. Para lograr la consistencia y asentamiento deseado; como ya tenemos mínimo de 0.40 y un máximo de 0.56 por criterio escogimos el promedio de ambas que sería 0.48 para trabajar con tres relaciones para cumplir con los objetivos.

Para las tres relaciones ensayadas concluimos que la relación agua cemento de 0.48 fue la más óptima debido a que cumple con todos los parámetros establecidos en la norma ASTM C 31. En las diferentes edades del concreto se logró obtener la resistencia requerida en ambos cementos estudiados, a los 28 días de curado se obtuvo que la resistencia máxima fue de 269 kg/cm<sup>2</sup> en Qhuna y 210 kg/cm<sup>2</sup> en cemento

Pacasmayo. Cementos Qhuna obtuvo una mayor resistencia con una menor cantidad de cemento en kilogramos con respecto a cementos Pacasmayo tomadas las muestras del 12 al 17 de junio del 2017.

5. Los estudios realizados por el Laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería nos da lo siguiente:

Para el cemento Ico Extraforte Pacasmayo

- Con relación a/c 0.40:
  - Fraguado inicial= 359 min
  - Fraguado final= 483 min

Para el cemento Qhuna

- Con relación a/c 0.40:
  - Fraguado inicial= 285 min
  - Fraguado final= 385 min
- Con relación a/c 0.48:
  - Fraguado inicial= 346 min
  - Fraguado final= 495 min
- Con relación a/c 0.56
  - Fraguado inicial= 436 min
  - Fraguado final= 570 min

Con los datos obtenidos lo comparamos con el cuadro de requisitos físicos de un cemento Portland Tipo I según la ASTM C150 vemos que el cemento Qhuna fraguaba más rápido por lo que se logró realizar las tres relaciones a/c y además que fraguó en más minutos que lo requerido en la norma tanto el fraguado inicial como el final, siendo la relación más adecuada que cumpliría con un estado plástico es la relación a/c=0.40 y los ensayos realizados al cemento Ico Extraforte solo se logró evaluar la relación a/c de 0.40 ya que las demás relaciones demoraban más minutos

en fraguar, estos datos se compararon con la tabla de requisitos físicos dada por la N.T.P 339.090 de cementos adicionados y vemos que la relación  $a/c=0.40$  es la única que se asemeja y se realizó; llegando así a la conclusión de que si se requieren estructuras de rápido desencofrado por fraguar más rápido, acelerando el proceso en diferentes edificaciones el más indicado sería el cemento Qhuna.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Para toda elección de agregados ya sean finos o gruesos se recomienda que deben ser ensayados en el laboratorio para conocer su comportamiento mecánico y físico, teniendo en cuenta los parámetros vigentes encontrados en las Normas Técnicas Peruanas. Es de suma importancia analizar los

agregados de la cantera origen debido a que de esta manera podemos obtener mayor precisión en los datos.

2. Se debe tener los materiales en la fecha y lugar adecuado a realizarse el ensayo ayuda a tener mejores resultados debido a que el producto se encuentra en buenas condiciones. Las diferentes dosificaciones que se usaron en esta tesis fueron especificadas para cada marca de cemento, tomando en cuenta todas las cantidades de materiales tales como el agregado grueso, fino, agua y cemento. Es recomendable que el agua de diseño sea usada en dos diferentes partes, al inicio y final debido a que durante el procedimiento de la mezcla de concreto es necesario colocar agua para ir obteniendo la consistencia correspondiente.
3. Se recomienda que al momento de vaciado de concreto a las probetas se compacte por todo el área correspondiente debido a que así mantendremos la uniformidad del material teniendo en cuenta que al finalizar la compactación, la superficie de la probeta debe ser obligatoriamente liso para que al colocar en la máquina de ensayo de compresión sea lo más uniforme y preciso. Una vez vaciado el concreto a las probetas se debe evitar trasladarlos a otro lugar debido a que esto interviene en la resistencia del concreto. En el proceso de curado de probetas es de suma importancia colocarlas en agua limpia sin desperdicios y a temperatura ambiente cubriendo toda la superficie de las probetas en el agua.

## **VII. REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS**

- Norma Técnica Peruana (2013). Análisis Granulométrico del agregado fio, grueso y global.(NTP.400.012).LIMA-PERU
- Norma Técnica Peruana (2013). Peso unitario compactado de los agregados NTP 400.017 LIMA-PERÚ

- Norma Técnica Peruana (1997) Cementos Portland Requisitos. [NTP 334.009]. LIMA-PERÚ.
- Norma Técnica Peruana (20 de Diciembre de 2013). Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando de la aguja de Vicat. [NTP 334.007]
- Reglamento Nacional de Edificaciones (23 de Mayo de 2015). Artículo 2 [Capítulo I]. Concreto Armado. [Norma E 0.60].
- Laverde (2014), Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Colombia
- Hermosillo (2010), Investigación sobre las propiedades mecánicas, reo lógica y micro-estructurales de cementos activados mecano químicamente. Universidad Autónoma de Nuevo León. Chile.
- Cottier (2014), Elaboración de Pet-Concreto, buscando mejorar sus propiedades mecánicas de tensión y flexión. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Néstor Germán Sotomayor Bahamonde. (2014). “Análisis de un Modelo Matemático Para Determinar el Tiempo de Fraguado del Hormigón”. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile.
- María Anabela Gabalec. (2008). “Tiempo de Fraguado del Hormigón”. Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Región de la Plata: Argentina.
- Edher Huincho Salvatierra (2011). concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microlice y nanosilice con cemento portland Tipo I. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2006). E.060-CONCRETO ARMADO. PERÚ.
- Inversem S.A (2017). Cementos Qhuna. Trujillo-perú
- Asociación de productores Cementeros. (2017). Indicadores económicos julio 2017. Recuperado de <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/indicadores-economicos-julio-2017>
- Carlos Vergara. (11 de Mayo de 2009). Generalidades del Concreto y del Cemento. Do: <https://es.slideshare.net/cavega1/cementos-1420175>.

- Cementos Pacasmayo. (2017). Cementos Tradicionales – Tipo I. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/tradicional/tipo-i/>
- Cementos Pacasmayo. (2017). Cementos adicionados – Tipo Ico Extraforte. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/adicionado/extraforte/>
- Ana Torres C. (2004). Curso básico de Tecnología del Concreto. 1ra ed. Do: <file:///C:/Users/HOLA/Downloads/CURSO%20BASICO%20DE%20TECNOLOGIA%20DEL%20CONCRETO.pdf>
- Hebert Vizconde P. (30 de Junio de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto Método ACI 211.

# ANEXOS

## ANEXO 01: DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLAS		
CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS		
	GRUESO	FINO
T.M.	1 1/2"	3/8"
T.M.N.	1/2"	1/4"
M. de fineza	-	2.13

<b>Peso específico</b>	2.56	2.36	
<b>Contenido De humedad %</b>	1.46	1.69	
<b>% de Absorción</b>	0.11	1.63	
<b>Peso Unitario suelto Kg/m<sup>3</sup></b>	1559.23	1704.94	
<b>Peso Unitario compactado Kg/m<sup>3</sup></b>	1659.16	1822.31	
<b>CARACTERISTICAS DEL CEMENTOS</b>			
Tipo	Qhuna Tipo I		
Peso específico (kg/cm3)	3.92		
<b>Requerimiento del Concreto</b>			
Relación A/C	0.4		
SLUMP	3" a 4"		
<b>Análisis según método ACI</b>			
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216	V cemento (m <sup>3</sup> )	0.14
Cemento (kg)	540.00	V agua (m <sup>3</sup> )	0.22
A. Grueso (kg)	1023.70	V aire (m <sup>3</sup> )	0.03
A. Fino (kg)	530.30	V ag (m <sup>3</sup> )	0.40
		V af (m <sup>3</sup> )	0.22
<b>Cantidad de Material x m<sup>3</sup></b>			
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216.00		
Cemento (kg)	540.00		
A. Grueso (kg)	1023.70		
A. Fino (kg)	524.22		
<b>Corrección por Humedad</b>			
Humedad agregado fino	532.75		
Humedad agregado grueso	1024.83		
<b>Aporte o Disminución de Agua</b>			
Agua que aporta A. Fino	-0.31		
Agua que aporta A. Grueso	-13.79		
Agua de obra	230.10		
<b>Cantidad de Material x m3 (Peso en obra)</b>			<b>Proporción por peso</b>
Cemento (kg)	540	1	
A. Grueso (kg)	1025	1.90	
A. Fino (kg)	533	0.99	
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	230	0.43	
	<b>Factor</b>	<b>0.0636</b>	
<b>Material Requerido para 1 probeta</b>			
Cemento (kg)	35.42		
A. Grueso (kg)	67.22		
A. Fino (kg)	34.94		
Agua (kg)	15.09		

<b>DISEÑO DE MEZCLAS</b>		
<b>CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS</b>		
	<b>GRUESO</b>	<b>FINO</b>
<b>T.M.</b>	1 1/2"	3/8"
<b>T.M.N.</b>	1/2"	1/4"
<b>M. de fineza</b>	-	2.13
<b>Peso específico</b>	2.56	2.36

Contenido De humedad %	1.46	1.69	
% de Absorción	0.11	1.63	
Peso Unitario suelto Kg/m <sup>3</sup>	1559.23	1704.94	
Peso Unitario compactado Kg/m <sup>3</sup>	1659.16	1822.31	
<b>CARACTERISTICAS DEL CEMENTOS</b>			
Tipo	Qhuna Tipo I		
Peso específico (kg/cm3)	3.92		
<b>Requerimiento del Concreto</b>			
Relación A/C	0.48		
SLUMP	3" a 4"		
<b>Análisis según método ACI</b>			
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216	V cemento (m <sup>3</sup> )	0.11
Cemento (kg)	450.00	V agua (m <sup>3</sup> )	0.22
A. Grueso (kg)	1023.70	V aire (m <sup>3</sup> )	0.03
A. Fino (kg)	620.30	V ag (m <sup>3</sup> )	0.40
		V af (m <sup>3</sup> )	0.24
<b>Cantidad de Material x m<sup>3</sup></b>			
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216.00		
Cemento (kg)	450.00		
A. Grueso (kg)	1023.70		
A. Fino (kg)	578.45		
<b>Corrección por Humedad</b>			
Humedad agregado fino	587.86		
Humedad agregado grueso	1024.83		
<b>Aporte o Disminución de Agua</b>			
Agua que aporta A. Fino	-0.35		
Agua que aporta A. Grueso	-13.79		
Agua de obra	230.13		
<b>Cantidad de Material x m3 (Peso en obra)</b>		<b>Proporción por peso</b>	
Cemento (kg)	450	1	
A. Grueso (kg)	1025	2.28	
A. Fino (kg)	588	1.31	
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	230	0.51	
	<b>Factor</b>	<b>0.0636</b>	
<b>Material Requerido para 1 probeta</b>			
Cemento (kg)	29.97		
A. Grueso (kg)	68.24		
A. Fino (kg)	39.15		
Agua (kg)	15.32		
<b>DISEÑO DE MEZCLAS</b>			
<b>CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS</b>			
	<b>GRUESO</b>	<b>FINO</b>	
<b>T.M.</b>	1 1/2"	3/8"	
<b>T.M.N.</b>	1/2"	1/4"	
<b>M. de fineza</b>	-	2.13	
<b>Peso específico</b>	2.56	2.36	

Contenido De humedad %	1.46	1.69	
% de Absorción	0.11	1.63	
Peso Unitario suelto Kg/m <sup>3</sup>	1559.23	1704.94	
Peso Unitario compactado Kg/m <sup>3</sup>	1659.16	1822.31	
<b>CARACTERISTICAS DEL CEMENTOS</b>			
Tipo	Qhuna Tipo I		
Peso específico (kg/cm3)	3.92		
<b>Requerimiento del Concreto</b>			
Relación A/C	0.56		
SLUMP	3" a 4"		
<b>Análisis según método ACI</b>			
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216	V cemento (m <sup>3</sup> )	0.10
Cemento (kg)	385.71	V agua (m <sup>3</sup> )	0.22
A. Grueso (kg)	1023.70	V aire (m <sup>3</sup> )	0.03
A. Fino (kg)	684.59	V ag (m <sup>3</sup> )	0.40
		V af (m <sup>3</sup> )	0.26
<b>Cantidad de Material x m<sup>3</sup></b>			
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216.00		
Cemento (kg)	385.71		
A. Grueso (kg)	1023.70		
A. Fino (kg)	617.19		
<b>Corrección por Humedad</b>			
Humedad agregado fino	627.22		
Humedad agregado grueso	1024.83		
<b>Aporte o Disminución de Agua</b>			
Agua que aporta A. Fino	-0.37		
Agua que aporta A. Grueso	-13.79		
Agua de obra	230.16		
<b>Cantidad de Material x m3 (Peso en obra)</b>		<b>Proporción por peso</b>	
Cemento (kg)	386	1	
A. Grueso (kg)	1025	2.66	
A. Fino (kg)	627	1.63	
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	230	0.60	
	<b>Factor</b>	<b>0.0636</b>	
<b>Material Requerido para 1 probeta</b>			
Cemento (kg)	25.97		
A. Grueso (kg)	68.99		
A. Fino (kg)	42.23		
Agua (kg)	15.49		
<b>DISEÑO DE MEZCLAS</b>			
<b>CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS</b>			
	<b>GRUESO</b>	<b>FINO</b>	
<b>T.M.</b>	1 1/2"	3/8"	
<b>T.M.N.</b>	1/2"	1/4"	
<b>M. de fineza</b>	-	2.13	
<b>Peso específico</b>	2.56	2.36	

Contenido De humedad %	1.46	1.69
% de Absorción	0.11	1.63
Peso Unitario suelto Kg/m <sup>3</sup>	1559.23	1704.94
Peso Unitario compactado Kg/m <sup>3</sup>	1659.16	1822.31
<b>CARACTERISTICAS DEL CEMENTOS</b>		
Tipo	Pacasmayo Ico Extraforte	
Peso específico (kg/cm3)	2.92	
<b>Requerimiento del Concreto</b>		
Relación A/C	0.4	
SLUMP	3" a 4"	
<b>Análisis según método ACI</b>		
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216	V cemento (m <sup>3</sup> )
Cemento (kg)	540.00	V agua (m <sup>3</sup> )
A. Grueso (kg)	1023.70	V aire (m <sup>3</sup> )
A. Fino (kg)	530.30	V ag (m <sup>3</sup> )
		V af (m <sup>3</sup> )
		0.18
		0.22
		0.03
		0.40
		0.17
<b>Cantidad de Material x m<sup>3</sup></b>		
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216.00	
Cemento (kg)	540.00	
A. Grueso (kg)	1023.70	
A. Fino (kg)	412.79	
<b>Corrección por Humedad</b>		
Humedad agregado fino	419.51	
Humedad agregado grueso	1024.83	
<b>Aporte o Disminución de Agua</b>		
Agua que aporta A. Fino	-0.25	
Agua que aporta A. Grueso	-13.79	
Agua de obra	230.03	
<b>Cantidad de Material x m3 (Peso en obra)</b>		<b>Proporción por peso</b>
Cemento (kg)	540	1
A. Grueso (kg)	1025	1.90
A. Fino (kg)	420	0.78
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	230	0.43
	<b>Factor</b>	<b>0.0636</b>
<b>Material Requerido para 1 probeta</b>		
Cemento (kg)	37.23	
A. Grueso (kg)	70.66	
A. Fino (kg)	28.93	
Agua (kg)	15.86	
<b>DISEÑO DE MEZCLAS</b>		
<b>CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS</b>		
	<b>GRUESO</b>	<b>FINO</b>
<b>T.M.</b>	1 1/2"	3/8"
<b>T.M.N.</b>	1/2"	1/4"
<b>M. de fineza</b>	-	2.13
<b>Peso específico</b>	2.56	2.36

Contenido De humedad %	1.46	1.69
% de Absorción	0.11	1.63
Peso Unitario suelto Kg/m <sup>3</sup>	1559.23	1704.94
Peso Unitario compactado Kg/m <sup>3</sup>	1659.16	1822.31
<b>CARACTERISTICAS DEL CEMENTOS</b>		
Tipo	Pacasmayo Ico Extraforte	
Peso específico (kg/cm3)	2.92	
<b>Requerimiento del Concreto</b>		
Relación A/C	0.48	
SLUMP	3" a 4"	
<b>Análisis según método ACI</b>		
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216	V cemento (m <sup>3</sup> ) 0.15
Cemento (kg)	450.00	V agua (m <sup>3</sup> ) 0.22
A. Grueso (kg)	1023.70	V aire (m <sup>3</sup> ) 0.03
A. Fino (kg)	620.30	V ag (m <sup>3</sup> ) 0.40
		V af (m <sup>3</sup> ) 0.21
<b>Cantidad de Material x m<sup>3</sup></b>		
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216.00	
Cemento (kg)	450.00	
A. Grueso (kg)	1023.70	
A. Fino (kg)	485.59	
<b>Corrección por Humedad</b>		
Humedad agregado fino	493.49	
Humedad agregado grueso	1024.83	
<b>Aporte o Disminución de Agua</b>		
Agua que aporta A. Fino	-0.29	
Agua que aporta A. Grueso	-13.79	
Agua de obra	230.08	
<b>Cantidad de Material x m3 (Peso en obra)</b>		<b>Proporción por peso</b>
Cemento (kg)	450	1
A. Grueso (kg)	1025	2.28
A. Fino (kg)	493	1.10
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	230	0.51
	<b>Factor</b>	<b>0.0636</b>
<b>Material Requerido para 1 probeta</b>		
Cemento (kg)	31.25	
A. Grueso (kg)	71.18	
A. Fino (kg)	34.27	
Agua (kg)	15.98	
<b>DISEÑO DE MEZCLAS</b>		
<b>CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS</b>		
	<b>GRUESO</b>	<b>FINO</b>
T.M.	1 1/2"	3/8"
T.M.N.	1/2"	1/4"
M. de fineza	-	2.13

<b>Peso específico</b>	2.56	2.36
<b>Contenido De humedad %</b>	1.46	1.69
<b>% de Absorción</b>	0.11	1.63
<b>Peso Unitario suelto Kg/m<sup>3</sup></b>	1559.23	1704.94
<b>Peso Unitario compactado Kg/m<sup>3</sup></b>	1659.16	1822.31
<b>CARACTERISTICAS DEL CEMENTOS</b>		
Tipo	Pacasmayo Ico Extraforte	
Peso específico (kg/cm3)	2.92	
<b>Requerimiento del Concreto</b>		
Relación A/C	0.56	
SLUMP	3" a 4"	
<b>Análisis según método ACI</b>		
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216	V cemento (m <sup>3</sup> ) 0.13
Cemento (kg)	385.71	V agua (m <sup>3</sup> ) 0.22
A. Grueso (kg)	1023.70	V aire (m <sup>3</sup> ) 0.03
A. Fino (kg)	684.59	V ag (m <sup>3</sup> ) 0.40
		V af (m <sup>3</sup> ) 0.23
<b>Cantidad de Material x m<sup>3</sup></b>		
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	216.00	
Cemento (kg)	385.71	
A. Grueso (kg)	1023.70	
A. Fino (kg)	537.59	
<b>Corrección por Humedad</b>		
Humedad agregado fino	546.34	
Humedad agregado grueso	1024.83	
<b>Aporte o Disminución de Agua</b>		
Agua que aporta A. Fino	-0.32	
Agua que aporta A. Grueso	-13.79	
Agua de obra	230.11	
<b>Cantidad de Material x m3 (Peso en obra)</b>		<b>Proporción por peso</b>
Cemento (kg)	386	1
A. Grueso (kg)	1025	2.66
A. Fino (kg)	546	1.42
Agua (lt/m <sup>3</sup> )	230	0.60
	<b>Factor</b>	<b>0.0636</b>
<b>Material Requerido para 1 probeta</b>		
Cemento (kg)	26.93	
A. Grueso (kg)	71.55	
A. Fino (kg)	38.14	
Agua (kg)	16.16	

**ANEXO 02: Tiempos de Fraguado con la aguja Vicat según N.T.P 334.007**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

**Del A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
: VARAS RAMIREZ NATALY REGINA - VILLANUEVA ANTICONA YANIRA LISET  
**Ubicación** : ANALISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 DEL CEMENTO PACASMAYO Y QHUNA  
**Asunto** : TRUJILLO  
: Ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico usando la aguja de Vicat.  
**Expediente N°** : 17-2156  
**Recibo N°** : 56198  
**Fecha de emisión** : 13/07/2017

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Muestras elaboradas con cemento PACASMAYO ICO EXTRAFORTE con una relación a/c=0.40, proporcionadas por el solicitante.
- 2.0. DEL EQUIPO** : Aparato Vicat Manual.
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Bajo norma de referencia ASTM C 191 "Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle".
- 4.0. RESULTADOS** :

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	Fraguado Inicial, método A (min)	Fraguado Final, método A (min)
M-1	359	483

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. A. Torre C.  
Técnico : Srta. K.H.A



*Ana Torre Carrillo*  
Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

**Del A Obra Ubicación Asunto Expediente N° Recibo N° Fecha de emisión** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 : VARAS RAMIREZ NATALY REGINA - VILLANUEVA ANTICONA YANIRA LISSET  
 : ANALISIS COMPARATIVO DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 DEL CEMENTO PACASMAYO Y QHUNA  
 : TRUJILLO  
 : Ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico usando la aguja de Vicat.  
 : 17-2156  
 : 56198  
 : 13/07/2017

**1.0. DE LA MUESTRA** : Muestras elaboradas con cemento QHUNA Tipo I con una relación a/c=0.40, 0.48, 0.56 proporcionadas por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Aparato Vicat Manual.

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Bajo norma de referencia ASTM C 191 "Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle".

**4.0. RESULTADOS** :

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	Fraguado Inicial, método A (min)	Fraguado Final, método A (min)
M1 - a/c=0.40	285	385
M2 - a/c=0.48	346	495
M3 - a/c=0.56	436	570

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. A. Torre C.  
 Técnico : Srta. K.H.A



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



**ANEXO 03: Componentes Químicos del cemento según ASTM C-150**  
**INFORME DE ENSAYOS**

Tipo de Muestra: Cemento QHUNA

Solicitado por : TESISTA UPAO

Fecha de Recepción: 03/05/2017

Fecha de Ensayo: 08/05/2017

Fecha de Emisión: 17/05/2017

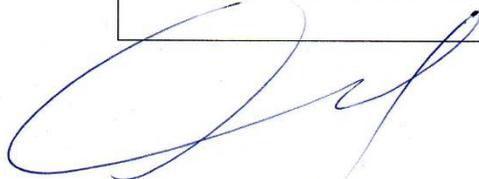
Encargado: Ing. Jorge Luis Vargas Rodríguez.

Método: ARPL; PEX : 01

**RESULTADOS**

Dióxido de Silicio SiO <sub>2</sub>	19.20%
Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.60%
Trióxido de Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.52%
Oxido de Calcio CaO	63%
Oxido de Magnesio MgO	1.23%
Trióxido de Azufre SO <sub>3</sub>	2.12%
Oxido Mangánico Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.56%
Dióxido de Titanio TiO <sub>2</sub>	0.51%
Pentaoxido de Difosforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.92%
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.62%
Perdida por Calcinacion	1.23%

Silicato Tricalcico C <sub>3</sub> S	69%
Silicato Dicalcico C <sub>2</sub> S	3.02%
Aluminato Tricalcico C <sub>3</sub> A	7.93%
Ferroaluminado Tetracalcico C <sub>4</sub> AF	7.67%



Jorge Luis Vargas Rodríguez

## INFORME DE ENSAYOS

Tipo de Muestra: Cemento Pacasmayo

Solicitado por : TESISTA UPAO

Fecha de Recepción: 03/05/2017

Fecha de Ensayo: 08/05/2017

Fecha de Emisión: 17/05/2017

Encargado: Ing. Jorge Luis Vargas Rodríguez.

Método: ARPL; PEX : 01

### RESULTADOS

Dióxido de Silicio SiO <sub>2</sub>	19.5%
Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5%
Trióxido de Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.5%
Oxido de Calcio CaO	60%
Oxido de Magnesio MgO	1%
Trióxido de Azufre SO <sub>3</sub>	2%
Oxido Mangánico Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2%
Dióxido de Titanio TiO <sub>2</sub>	0.4%
Pentaoxido de Difosforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.2%
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	1.2%
Perdida de Calcinación	2.23%

Silicato Tricalcico C <sub>3</sub> S	51%
Silicato Dicalcico C <sub>2</sub> S	17.45%
Aluminato Tricalcico C <sub>3</sub> A	7.33%
Ferro aluminado Tetracalcico C <sub>4</sub> AF	10.65%

