

FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y
RESISTENCIA DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM²
CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PRE-
MEZCLADO”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autores:

Juanita Esthefany Pesantes Infantes

José Michael Angulo Leiva

Juan Valentin Vasquez Aguilar

Asesor:

Ing. Juan Alejandro Agreda Barbarán

Trujillo - Perú

2019

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Director/Coordinador Ing. Danny Stephan Zelada Mosquera, de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte, ha procedido a realizar la evaluación del Trabajo de Investigación del (o los) estudiante (s)/egresado (s):

Juanita Esthefany Pesantes Infantes

José Michael Angulo Leiva

Juan Valentin Vasquez Aguilar

Para aspirar al grado de bachiller con el Trabajo de Investigación titulado “ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA DE UN CONCRETO F’C 210 KG 210/CM² CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PRE-MEZCLADO”

Luego de la revisión, en forma y contenido, del Trabajo de Investigación expresa el siguiente resultado:

Aprobado

Calificativo:

() Excelente: De 20 a 18.

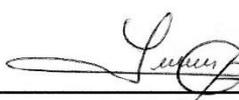
(X) Sobresaliente: De 17 a 15.

() Bueno: De 14 a 13.

() Aprobado: 12.

Desaprobado

Trujillo, 22 de Abril del 2019



p. Ing. Danny Stephan Zelada Mosquera

Director/Coordinador de Carrera

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.09	NÚMERO VERSIÓN	02	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	11/04/2019	Angulo Leiva J; Pesantes Infantes J; Vasquez Aguilar J.			

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN

El Asesor Ing. Mg. Juan Alejandro Agreda Barbarán, docente de la Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería, carrera profesional de Ingeniería Civil., ha realizado el seguimiento del proceso de formulación, desarrollo, revisión de fondo y forma (cumplimiento del estilo APA y ortografía) y verificación en programa de antiplagio del Trabajo de Investigación del o los estudiantes(s)/egresado (s):

- Juanita Esthefany Pesantes Infantes
- José Michael Angulo Leiva
- Juan Valentin Vasquez Aguilar

Por cuanto, **CONSIDERA** que el Trabajo de Investigación titulado “ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA DE UN CONCRETO F’C 210 KG 210/CM2 CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PRE-MEZCLADO” para optar al grado de bachiller por la Universidad Priva del Norte, reúne las condiciones adecuadas en forma y fondo, por lo cual, **AUTORIZA** su presentación.

Con respecto al uso de la información de la empresa; el Asesor declara, según los criterios definidos por la universidad, lo siguiente:

- () Este trabajo Requiere la autorización de uso de información la empresa.
- () Este trabajo No requiere autorización de uso de información.

Trujillo, 22 de Abril del 2019


Ing.Mg. Juan Alejandro Agreda Barbarán
Asesor

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.06	NÚMERO VERSIÓN	02	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	11/04/2019				

DEDICATORIA

Este presente trabajo es dedicado a nosotros mismos por el empeño y la perseverancia y especialmente a nuestros padres porque gracias a su esfuerzo se logró llegar a una de las metas, porque siempre confiaron y creyeron en nosotros en todo momento de nuestra carrera universitaria, ayudándonos a entender que nada en la vida es fácil y que todo es a base de esfuerzo y mucho trabajo.

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 DEL NORTE por su calidad de enseñanzas y por darnos la oportunidad de estudiar para ser grandes profesionales.

A nuestro Asesor de tesis, Ing. Juan Alejandro Agreda Barbarán por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia, visión crítica, consejos, paciencia y motivación ha logrado que nosotros 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.

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	41
CAPÍTULO III. RESULTADOS	78
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	81
REFERENCIAS.....	82
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Factor de Corrección	35
Tabla N°2 Resistencia a la Compresión Promedio Requerida (Kg/cm ²)	37
Tabla N° 3 Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.	38
Tabla N°4 de Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.....	39
Tabla N°5 de Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto	40
Tabla N° 6 Límites granulométricos para agregado fino	44
Tabla N° 7 Límites granulométricos para agregado grueso	44
Tabla N° 8 Capacidad del Recipiente	53
Tabla N° 9 Modelo de Datos para el Diseño de Mezcla	57
Tabla N° 10 Consistencia y asentamientos.	59
Tabla N°11 Ensayo a la resistencia a la Compresión del concreto.	64
Tabla N° 12 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	68
Tabla N° 13 análisis Granulométrico del Agregado Fino	69
Tabla N° 14 Cálculos del Agregado Grueso	71
Tabla N° 15 Cálculos de Agregado Fino	71
Tabla N° 16 Cálculos de Volumen del cilindro	72
Tabla N° 17 Cálculos de Peso Unitario del Agregado Fino	72
Tabla N° 18 Cálculos del Peso Unitario del Agregado Grueso	73
Tabla N° 19 Composición Química del Cemento Pacasmayo	75
Tabla N° 20 Proporciones de Materiales Cemento Pacasmayo	76
Tabla N° 21 Cálculos de Carga Máxima de Cemento Pacasmayo a relación agua cemento de 0.4.....	77
Tabla N° 22 Cuadro de porcentajes y los componentes químicos del cemento Pacasmayo.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

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].	14
Figura N°2 Aguja Vicat. Guía de laboratorio de tecnología del concreto I. Ana Torres C. (2004).	21
Figura Nª 03 de Cantera de COAM CONTRATISTAS	41
Figura Nª 04 Ilustración de Entrada de la Cantera	41
Figura Nª 05 Ilustración del tamizado de los agregados	46
Figura Nª 06 Ilustración de la Balanza Hidrostática	49
Figura Nª 07 Ilustración del Método del Cono de arena	50
Figura Nª 08 Ilustración del Ensayo de Peso Específico	54
Figura N°9 Ensayo del Cono de Abrams Primera Parte. Diseños de Mezclas para el concreto. Josué Puellas Q. [2013]	59
Figura N°10 Ensayo del Cono de Abrams Segunda Parte. Diseños de Mezclas para el concreto. Josué Puellas Q. [2013]	60
Figura Nª 11 Ilustración del Asentamiento – Slum	60
Figura Nª 12 Ilustración de los cilindros de plástico.....	63
Figura Nª 13 Máquina de Ensayo de laboratorio de Suelos II.....	65
Figura Nª 14 Ensayo del tiempo de fraguado.....	67

RESUMEN

Es evidente el crecimiento acelerado de la ciudad de Trujillo, existen numerosas edificaciones en proceso de construcción, siendo característico en todas ellas el uso del "concreto convencional", el cual se presume que no cumple con los requerimientos de resistencia, esto debido a que se elabora sin control de calidad y con procedimientos inadecuados; una posible solución sería utilizar concreto premezclado, el cual se supone que es de buena calidad, lo que está sujeto a verificación en obra. Por lo tanto, en la presente investigación se planteó determinar la resistencia y costo del concreto premezclado y del concreto convencional, en función al volumen de vaciado. Las muestras fueron extraídas de la misma mezcla de concreto utilizada en los elementos estructurales y el concreto premezclado fue producto de la planta de premezclado de Cementos Pacasmayo - DINO, cuando este llegó a obra; en ambos casos la resistencia de comparación fue 210 kg/cm². Al finalizar la investigación se determinó que la resistencia del concreto premezclado en promedio alcanza 110% del f'c evaluado, mientras que el "concreto convencional" en promedio solamente alcanza un 70.4%; sin embargo, en cuanto a costos es desventajoso el concreto premezclado, pues la diferencia es considerable, de 24% a 30% más que el costo del "concreto convencional" y esta diferencia no varía significativamente así el volumen de vaciado incrementa, esto se debe al bajo costo de agregados, los que son de mala calidad. Aunque por su costo no sea rentable, según análisis a partir de 5 m³ de vaciado se recomienda utilizar concreto premezclado por resistencia y seguridad.

PALABRAS CLAVES: Concreto, resistencia, costo, volumen, vaciado.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento del problema:

El análisis de los tiempos de fraguado y la resistencia de un concreto f’c 210 kg/cm² convencional y un concreto pre mezclado nos ayudara a resolver las dudas que muchas empresas relacionadas con el rubro de la construcción en la ciudad de Trujillo tienen sobre este nuevo sistema, ya que este está creciendo aceleradamente en Trujillo, para lo cual necesitamos un análisis adecuado del concreto para poder precisar cuál es más resistente, económico y más favorable para nuestra construcción. 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 2 pretendemos encontrar un nuevo material que nos pueda brindar una mayor resistencia.

1.2.Formulación del problema:

¿Cuáles son los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto f’c 210 kg/cm² convencional y un concreto premezclado?

1.3.Variables y definición operacional:

1.3.1. Variable Independiente (V1):

- Tiempos de fraguado y Resistencia a la compresión

1.3.2. Variable Dependiente (V2):

- Concreto convencional, Concreto premezclado.

1.4. Objetivos del estudio:

1.4.1. Objetivo general:

- Realizar el análisis de los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto f’c 210 kg/cm² convencional y un concreto premezclado.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Realizar ensayos de laboratorio para los agregados y los cementos para determinar el comportamiento mecánico a la compresión de las probetas de ambos concretos.
- Obtener un diseño de mezcla para un concreto f’c 210 kg/cm².
- 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.
- Realizar los ensayos de los tiempos de fraguado para poder comparar el proceso de hidratación entre ambos concretos.

1.5. Justificación de la investigación:

Debido a los problemas que tenemos en el país de realizar construcciones con un concreto más resistente e innovador, tenemos la necesidad de indagar nuevos materiales de construcción que sean útiles y sobre todo económicos, por eso realizamos esta investigación sobre la “ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM² CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PRE MEZCLADO”.

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

concreto convencional ya que es más económico y común. 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 convencional y el concreto pre mezclado y hallar el componente químico que hace más resistente y cumpla con lo 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 determinado cual es el concreto más económico, resistente y sobre todo que disminuye el impacto ambiental que su procesamiento genera.

1.6. Marco Teórico:

Antecedentes de investigación:

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

- 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 7 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.

1.6.2. Fundamentos teóricos:

1.6.2.1. 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.

- **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 sílice¹. Ej. Análisis químico del cemento:

CEMENTOS PORTLAND						
REQUISITOS QUÍMICOS						
REQUISITOS QUÍMICOS <small>NORMA ASIM NORMA TÉCNICA PERUANA</small>	Tipo I <small>ASIM C 150 NTP 334.000</small>	Tipo II <small>ASIM C 150 NTP 334.000</small>	Tipo V <small>ASIM C 150 NTP 334.000</small>	Tipo MS <small>ASIM C 1157 NTP 334.002</small>	Tipo IP, I(PM) <small>ASIM C 595 NTP 334.090</small>	Tipo ICo <small>NTP 334.090</small>
Óxido de magnesio (MgO), máx, %	6,0	6,0	6,0	—	6,0	6,0
Trióxido de azufre (SO ₃), 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 tricálcico(C ₃ A), máx, %	—	8	5	—	—	—
Alcalis Equivalentes (Na ₂ O + 0,658 K ₂ 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].

¹ Carlos Vergara. (11 de mayo de 2009). *Generalidades del Concreto y del Cemento*. Do:

<https://es.slideshare.net/cavega1/cementos-1420175>

- **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 3CaO SiO_2 (C3S)
- Silicato dicálcico 2CaO 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).

1.6.2.2. **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%².

² José C. (25 de Julio de 2014). *Concepto, Historia y Producción del Cemento*. Do:

<https://es.slideshare.net/krdozo15joe/power-point-cemento>

- **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

1.6.2.3. Cemento Extraforte tipo I Pacasmayo

El cemento Extraforte tipo I 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 hidratación³.

- **Propiedades**

- Moderado calor de hidratación
- Mejor trabajabilidad.

³ Cementos Pacasmayo. (2017). Cementos adicionados – Tipo I de Extraforte. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/adicionado/extraforte/>

- Aplicaciones
 - Obras de concreto y de concreto armado en general
 - Morteros en general
 - Pavimentos y cimentaciones
 - Estructuras de concreto masivo

1.6.2.4. **Definición del concreto:**

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. $\text{CONCRETO} = \text{CEMENTO} + \text{AGREGADO} + \text{AIRE} + \text{AGUA}$ 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

- **Características generales:**

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

La facilidad con que puede colocarse dentro del encofrado de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica. 5 Billy Jack T. (15 de octubre de 2014). El concreto 6 Billy Jack T. (15 de octubre de 2014).

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.

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

- **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:

- Agua de amasado.
- Tamaño máximo del agregado.
- Granulometría.
- Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.
- 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 10:

- Buen amasado.
- Buen transporte.

- **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 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 sufrido por el concreto pueden atribuirse al ciclo 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. 13 B) Características mecánicas:

- **Resistencia:**

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida del concreto 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 (Kg/cm²) 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.

1.6.2.5. Tiempos de fraguado:

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 Para uso en obras de construcción en general, proporciona resistencias 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 maestros en obra y/o construcción.

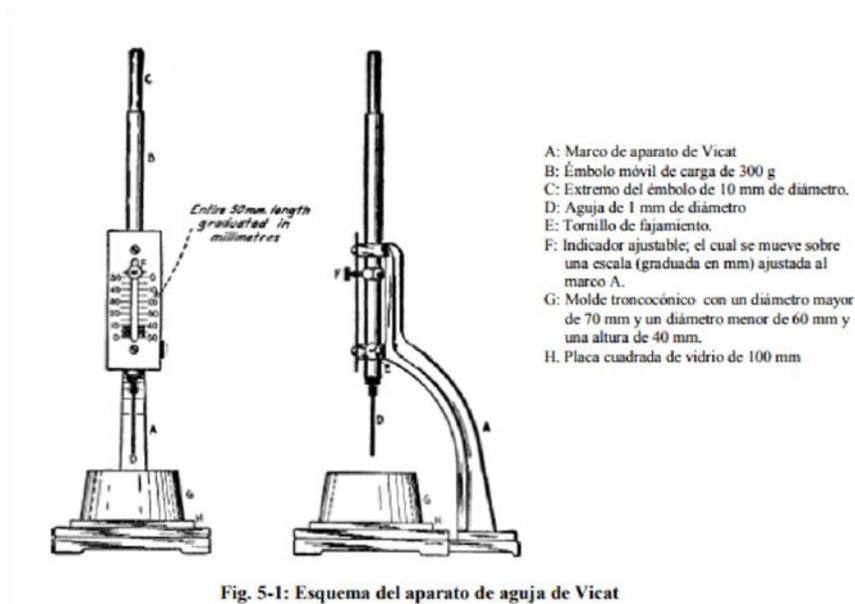


Figura N°2 Aguja Vicat.

1.6.2.6. **Definición del concreto premezclado:**

Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

I) Muestreo, elaboración, curado, refrentado y ensayo de probetas bajo condiciones normalizadas

Las probetas de concreto son la única evidencia inicial de la resistencia del concreto por lo que la extracción de la muestra y la elaboración, curado, manipuleo, refrentado y ensayo de las probetas, para que los resultados de resistencia tengan validez, deben ser realizados conforme a las siguientes normas: NTP 339.036 / ASTM C172
Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.

NTP 339.033 / ASTM C31 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo

NTP 339.037 / ASTM C617 Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de concreto.

NTP 339.034 / ASTM C39 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto.

Fuente: NTP 339.114 / ASTM C94: Concreto Premezclado Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) Reglamento para Concreto Estructural ACI 318.

II) Curado de las probetas La NTP 339.033 / ASTM C31 prescribe dos tipos de curado para las probetas de concreto:

1. CURADO ESTÁNDAR. - Consta de 2 etapas, su propósito es evaluar la calidad del concreto: a. Curado Inicial: dejar las probetas en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad, protegidas con una lámina plástica no absorbente, bajo sombra y a una temperatura de 16 °C a 27 °C. b. Curado final: después de desmoldar, sumergir las probetas en una solución de agua con cal a temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

2. CURADO EN CAMPO. - Bajo la misma forma y condiciones que la estructura. Las probetas curadas en campo no se utilizan para evaluar la aceptación del concreto, se utilizan solo con el propósito de verificar la resistencia en la estructura para evaluar el curado, decidir cuándo desencofrar o poner en servicio. Si las probetas han sido sometidas a condiciones intermedias de curado o a prácticas subestándar, estas no deben ser ensayadas para evaluar la calidad del concreto, ya que sus resultados carecen de valor para los propósitos descritos.

III) Conformidad de la resistencia del concreto (RNE / ACI 318) La resistencia del concreto es satisfactoria si se cumple con los siguientes requisitos en probetas con CURADO ESTÁNDAR: a. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos a 28 días será mayor o igual a f’c b. Ningún ensayo individual de resistencia a 28 días será menor que f’c en más de 35 kg/cm². Un ensayo individual de resistencia corresponde al promedio de al menos dos probetas de 6” x 12” o al menos tres probetas de 4” x 8”

RENDIMIENTO:

Definición: El rendimiento del concreto se define como el volumen de concreto fresco que se obtiene con una dosificación conocida de materiales.

$$Y(\text{m}^3) = M/D$$

Cálculo:

Y = Rendimiento de mezcla fresca de concreto en estado plástico

M = Peso total de los materiales de un mixer

D = Peso unitario promedio o densidad del concreto

Rendimiento relativo:

$$R_y = Y/Y_d$$

Es la relación entre el volumen real de concreto (Y) y el volumen teórico dosificado (Y_d). Un valor de R_y mayor que 1,00 indica un exceso de concreto suministrado, mientras que un valor de R_y menor implica un faltante. Para que el rendimiento sea conforme, R_y debe estar entre 0.99 a 1.02

La unidad de medida, para la compra será el metro cúbico de concreto en estado fresco, tal como se descarga de la unidad de transporte. El volumen (rendimiento) del concreto en estado fresco en una determinada carga, se determinará de la masa total de la mezcla

dividida entre la densidad del concreto. La masa total de la mezcla se calculará como la masa neta del concreto tal como es despachado, incluyendo el agua total de mezclado, La densidad se determinará de acuerdo con el método de ensayo NTP 339.046 / ASTM C138 El rendimiento se determinará como el promedio de por lo menos tres mediciones, cada una sobre muestras tomadas de tres camiones mezcladores diferentes, utilizando el procedimiento dado en la NTP 339.036 / ASTM C132 Se debe considerar el volumen de concreto entregado y no el que se coloca debido al desperdicio, sobre excavación o deformación de los encofrados, pérdida del aire incorporado o asentamiento (acomodo) de mezclas húmedas, que se pueden presentar, lo que puede aparentar un volumen menor que el esperado, nada de lo cual es responsabilidad del productor.

Es frecuente y normal en la construcción tener sobreconsumo de concreto en las obras, lo cual si no es considerado al momento de solicitar concreto generará un faltante durante el vaciado, Las causas de estos faltantes generalmente son las siguientes:

Mal cálculo del volumen del encofrado o espesor de las losas, metrados en plano, redondeo disminuyendo los volúmenes.

Deformaciones o desplazamientos de los encofrados ante la presión y peso del concreto fresco.

Bases de terreno irregulares, asentamientos durante la colocación.

Vaciado de losas aligeradas sin topes de nivel.

Uso de concreto en elementos no considerados inicialmente, Espera en obra, ocasionando adherencia de concreto en los mixer.

Devolución de pequeñas cantidades en cada camión o equipo de transporte (carretillas, dámper’s, etc.), Derrames, chorreos, expulsión de lechadas, reboses en las carretillas o latas, Elementos aligerantes o conductos rotos o mal posicionados.

Restos en tuberías de bombeo, carretillas y recipientes (latas), etc

La Asociación Norteamericana de Concreto Premezclado (NRMCA) indica que los valores a adoptar como pérdidas promedio deben estar entre el 4 y 10% (CIPes 8, “Discrepancias con el Rendimiento), lo cual se debe sumar al volumen medrado en obra. El Instituto Chileno del Concreto (ICH) publicó que los sobreconsumos relacionados solo con las deformaciones geométricas de encofrados son en promedio 7%. Por otra parte, se debe tener en cuenta que los volúmenes del concreto endurecido puede ser aprox. 2 % menor que su volumen en estado fresco, debido a: las exudaciones, la expulsión del aire atrapado, asentamientos plásticos y contracciones hidráulicas.

- Ensayos y pruebas a la resistencia 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 molde cilíndrico 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.

Ensayo de resistencia

Es el 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 máquina 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.

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) ⁴

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

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.

Consideraciones básicas para el diseño de una mezcla de concreto

⁴ Robín S. (11 de marzo de 2007). *Materiales y Ensayos del Concreto*. 1era Ed.

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 modo⁵.

- 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.²⁰

⁵ Josue Pucllas Q. (27 de octubre de 2013). *Diseños de Mezclas para el concreto. 1era ed. Do:*

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.

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”⁶.

Resistencia y Durabilidad⁷

⁶ 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

⁷ Josue Pucllas Q. (27 de octubre de 2013). *Diseños de Mezclas para el concreto*. 1era ed. Do:

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.

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.

Diseño de mezcla y proporciones

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.

- **Pasos para el proporcionalamiento⁸.**

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.

⁸ Josué 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

➤ **Especificaciones normativas** ²⁵

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.

- 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.

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

Cálculo de la desviación estándar ²⁶

□ **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 ± 70 Kg/cm² 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 registro de ensayos consecutivos que comprenda un período de no menos de 45 días calendarios.²⁰

Tabla N° 1
Factor de Corrección

MUESTRAS	FACTOR DE CORRECCIÓN
Menos de	Usar Tabla
15	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 la tabla 2.⁹

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

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

Donde:

s = Desviación estándar en Kg/cm²

- Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla 3 para la determinación de la resistencia promedio requerida¹⁰.

⁹ Reglamento Nacional de Edificaciones (23 de mayo de 2015). Artículo 4 [Capítulo III]. Requisitos de la Construcción. [Norma E 0.60].

Tabla N°2

Resistencia a la Compresión Promedio Requerida (Kg/cm²)

f 'c	f 'cr
Menos de 210	
210 a 350	f'c + 70
Sobre 350	f'c + 84 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 ¹¹**

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

¹¹ Reglamento Nacional de Edificaciones (23 de mayo de 2015). Artículo 4 [Capítulo III]. Requisitos de la Construcción. [Norma E 0.60].

Tabla N° 3

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 $lit\ m^3$ 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 (1 1/2")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")	
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
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	
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO									
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*

➤ **Elección de la relación agua/cemento (a/c) 24**

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°4

Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm ²)*	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 Puellas Q. (27 de octubre de 2013).

Diseños de Mezclas para el concreto

➤ **Cálculo del contenido de cemento**

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 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

determinada calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad

Tabla N°5

Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de Concreto

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finura del agregado fino.			
		MÓDULO 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

Ajuste por humedad y absorción²⁷

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado 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) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación agua/cemento, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a la compresión.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

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 ½”, ¾”, 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 3 de Cantera de COAM CONTRATISTAS



Figura Nª 04 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 $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. 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 las curvas granulométricas de ambos agregados mediante los límites que te da la ASTM C33-03 donde nos da las siguientes tablas para aplicar:

TABLA N° 6

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° 7

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 ½ y en el agregado fino se obtuvo un módulo de fineza de 2.13

MATERIALES

- Balanza
- Tamices 1” – ¾” – ½” – 3/8”- ¼” - N°4 (muestra de la piedra de ½”).
- 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 Nª 05 Ilustración del tamizado de los agregados

**ENSAYOS DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
(NTP 400.021)**

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/m³ (Newton /m³).
- **Peso Específico Aparente:** Es el peso reducido por consecuencia del empuje hidrostático debido a que todo cuerpo puesto en un líquido presentará 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.

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° 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 ± 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 $23 \pm 2^{\circ}$ 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^o 6 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 N^o 7 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 cm³ para así obtener el peso determinado.
- Luego se procede a pesar el picnómetro con agua hasta los 500 cm³. 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

2.2.PESO UNITARIOS (NTP 400.017)

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.

PROCEDIMIENTO

- Primero, se procede a elegir el recipiente adecuado según nuestro tamaño máximo del agregado. En la tabla N^o 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 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° 8
Capacidad del Recipiente

CAPACIDAD DEL RECIPIENTE (PIE ³)	TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO(PULG)
1/10	1/2
1/3	1
½	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 N° 8 Ilustración del Ensayo Peso Específico

MATERIALES

- Recipiente de 1/10 pie³.
- 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.

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 ($3K_2SO_4$, Na_2SO_4), la periclase (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:
 - o $C_4AF = 3.04Fe_2O_3$
 - o $C_3A = 2.65Al_2O_3 - 1.69Fe_2O_3$
 - o $C_2S = 8.60SiO_2 + 1.08Fe_2O_3 + 5.07Al_2O_3 - 3.07CaO$
 - o $C_3S = 4.07CaO - 7.60SiO_2 - 1.43Fe_2O_3 - 6.72Al_2O_3$
- 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: o Resistencia del Diseño o Peso específico de los cementos Pacasmayo Ico y Qhuna tipo I o Tamaño Máximo Nominal o Módulo de fineza

Peso Específico de los agregados o Contenido de Humedad % o Contenido de Absorción o Peso Unitario suelto y compactado de los agregados o Relación Agua/Cemento o Asentamiento o Volumen por m³ de la cantidad de probetas utilizadas.

Tabla N° 9

Modelo de Datos para el Diseño de Mezcla

	Agregados	
Agregado	Grueso	Fino
Cantera	COAM HUANCHACO	
Relación. agua/cemento	0.4	
T.M.	1 1/2"	3 /8"
T.M.N.	1/2"	1 /4"
M. de fineza	-	2.13
Peso específico	2.56	2.36
Contenido de humedad %	1.46	1.69
% de Absorción	0.11	1.63
Peso Unitario suelto Kg/m³	1559.23	1704.94
Peso Unitario compactado Kg/m³	1659.16	1822.31

FUENTE: PROPIA

5. DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO

NTP

(339.035)

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.

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 listo, 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° 9.
- Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

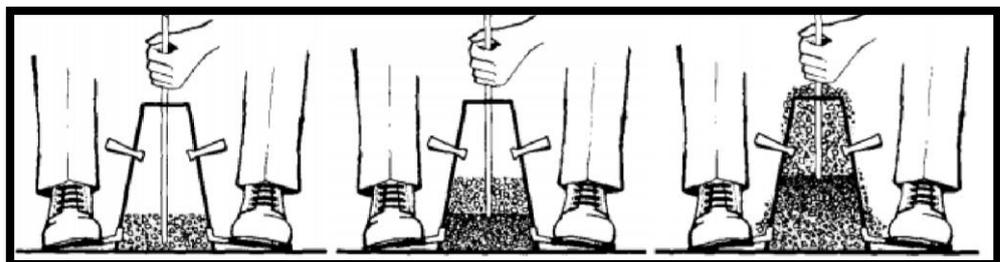
Tabla N° 10

Consistencia y asentamientos.

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

Fuente: Josue Puellas Q. (27 de octubre de 2013). Para diseños de Mezclas

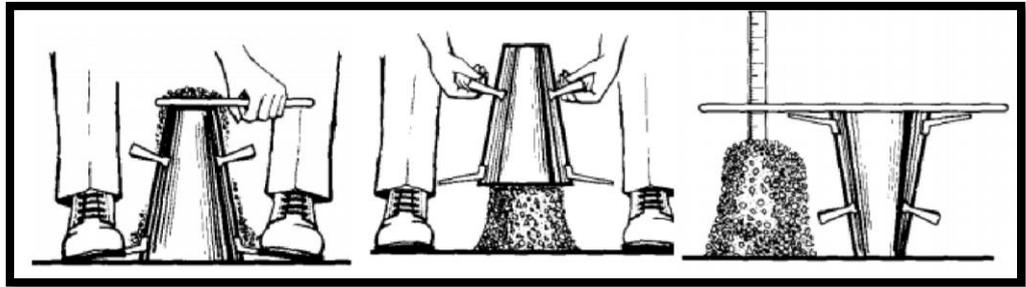
Figura N° 9



Ensayo del Cono de Abrams Primera Parte

Diseños de Mezclas

Figura N°10



Ensayo del Cono de Abrams Segunda Parte Diseños de Mezclas

MATERIALES

Molde / Cono de Abrams

Diámetro de la base inferior: 20 cms. Diámetro de la base superior: 10 cms.

Varilla Compacto o Pala de Acero

Figura Nª 11 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 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.

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 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 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°

MATERIALES

Molde Cilíndrico

Varilla Compacta

Aceite

Badilejo

Pala pequeña

Figura N^o 12 Ilustración de los cilindros de plástico



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

- 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/cm². 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.

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.

Tabla N° 11

Ensayo a la resistencia a la Compresión del concreto.

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/ Pulg²-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^o 13 Máquina de Ensayo de laboratorio de Suelos II.

8. ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

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.

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 ± 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.

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^o 14 Ensayo del tiempo de fraguado



Agregado Grueso

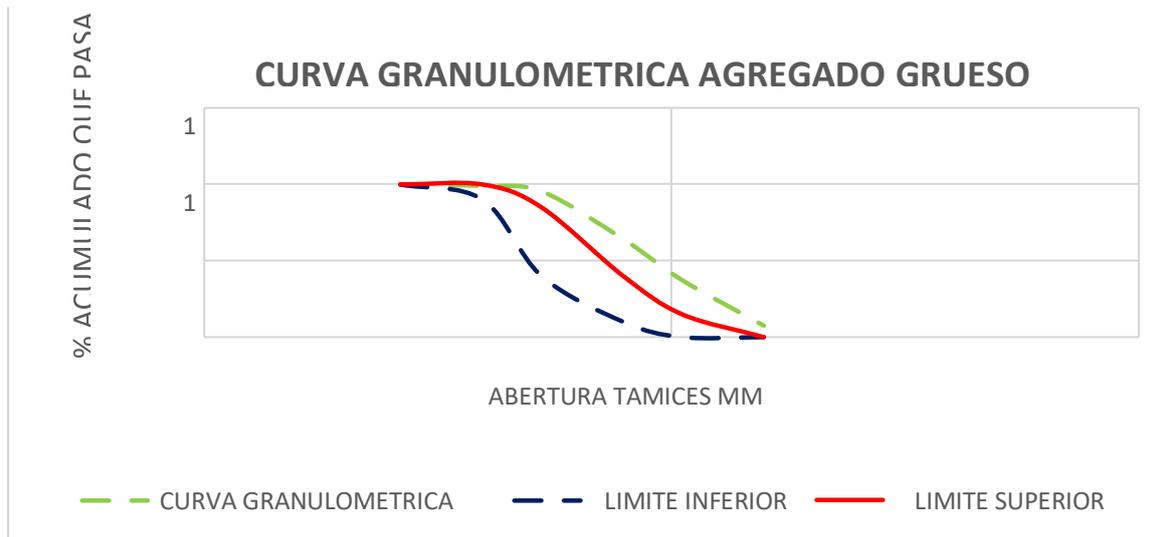
Tabla N° 12

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO								
TAMIZ		PESO RETENIDO EN C/MALLA (gr)	% RET. EN C/MALLA	%ACUM. RETENIDO	%ACUM. QUE PASA	ERR OR	LIMITES	
Pulg.	mm						INF ERI OR	SUPER IOR
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

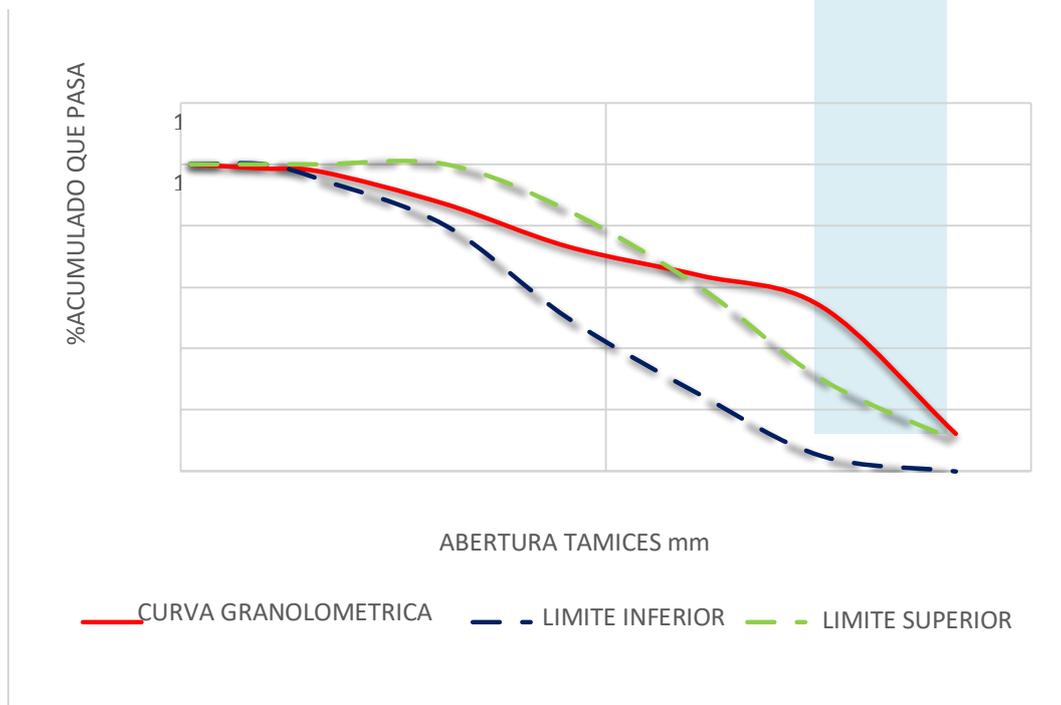
Tabla N° 13

Análisis Granulométrico del Agregado Fino

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO									
TAMIZ		PESO		% RET. EN C/MALLA	%ACUM. RETENIDO	%ACUM. QUE PASA	ERROR	LIMITES	
Pulg.	mm	RETENIDO EN C/MALLA (gr)						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
FONDO		85.30	12.13	100.00	0.00		0	0
Σ		703.10	100.00	MF	2.13			

Gráfico N° 2 CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO



Módulo de Finura

AGREGADO GRUESO

Tabla N° 14

Cálculos del Agregado Grueso

Peso de la Balanza Hidrostática 1826.5 g

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

AGREGADO FINO

Tabla N° 15

Cálculos 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

1.3. PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

Tabla N° 16

Cálculos de Volumen del cilindro

cal	O
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/cm ³)	1000.00
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.00275

Tabla N° 17

Cálculos de Peso Unitario del Agregado Fino

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FIN	O
1 . PESO APARENTE SUELTO	
- 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/m ³)	1704.942
2. PESO APARENTE COMPACTADA	

- 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/m ³)	1822.311
3 . CONTENIDO DE HUMEDAD	
- 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° 18

Cálculos del Peso Unitario del Agregado Grueso

PESO UNITARIO DEL O AGREGADO GRUES	
1 . PESO APARENTE SUELTO	
- PESO DE LA MUESTRA+VASIJA (Kg)	7.031
- PESO DE LA VASIJA (Kg)	2.740
- PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	4.291

“ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA
DE UN CONCRETO F’C 210 KG/CM² CONVENCIONAL
Y UN CONCRETO PREMEZCLADO”

- PESO APARENTE SUELTO (Kg/m ³)	1559.230
2. PESO APARENTE COMPACTADA	
- 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 ³)	1659.157
3 . CONTENIDO DE HUMEDAD	
- 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 PACASMAYO EXTRA FORT ICO**

Tabla N° 19

Composición Química del Cemento Pacasmayo

CEMENTO ICO EXTRA FORTE PACASMAYO	
Silicato Tricalcico	51%
Silicato Dicalcico	17.45%
Aluminato Tricalcico	7.33%
Ferro Aluminato Tetracalcico	10.65%
Dióxido de silicio SiO ₂	19.50%
Oxido de Aluminio Al ₂ O ₃	5.00%
Trióxido de Hierro Fe ₂ O ₃	3.50%
Oxido de Calcio CaO	60.00%
Oxido de Magnesio MgO	1.00%
Trióxido de Azufre SO ₃	2.00%
Oxido Mangánico Mn ₂ O ₃	2.00%
Dióxido de Titanio TiO ₂	0.40%
Pentaoxido de Difosforo P ₂ O ₅	1.20%
Na ₂ O + K ₂ 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 cumplen 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 dosificaciones 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 PACASMAYO**

Tabla N° 20

Proporciones de Materiales Cemento Pacasmayo

CEMENTO PACASMA		YO		
/A	CEMENTO (bls) GRUESO	AG	AG FINO	AGUA
.4	1	1.90	0.78	0.43
.48	1	2.28	1.10	0.51
.56	1	2.66	1.42	0.60

- **DE LOS TESTIGOS DE CONCRETO**

RELACION AGUA CEMENTO DE 0.4

CARGA MAXIMA (F’C KG/CM²)

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.

CEMENTO PACASMAYO

Tabla N° 21

Cálculos de Carga Máxima de Cemento Pacasmayo a relación agua cemento de 0.4

CEMENTO	EDAD	RELACION A/C 0.4										
PACASMAYO	3 días	F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		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	F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		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	F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		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	F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia	
	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					

CEMENTO	EDAD	Relacion de A/C 0.48										
PACASMAYO	3 días	F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		19/06/2017	1A	12546	30	15	176.71	27001.99	152.8	0.66	153.00	73.00%
			2A	12604	30	15	176.71	27090.35	153.3			
	3A		12620	30	15	176.71	27231.72	154.1				
	7 días	F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		23/06/2017	1B	12684	30	15	176.71	30377.24	171.9	1.31	170.00	81.00%
			2B	12818	30	15	176.71	30430.25	172.2			
	3B		12941	30	15	176.71	30006.14	169.8				
	14 días	F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia
		30/06/2017	1C	12604	30	15	176.71	33469.74	189.4	1.39	190.00	90.00%
			2C	12850	30	15	176.71	33805.50	191.3			
	3C		12948	30	15	176.71	33946.87	192.1				
28 días	F. Inicio	Nº Probeta	Peso (gr)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Seccion (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Desviacion	Promedio Resistencia	% Resistencia	
	14/07/2017	1D	12853	30	15	176.71	37145.41	210.2	0.21	210.00	100.00%	
		2D	13619	30	15	176.71	37127.73	210.1				
3D		12591	30	15	176.71	37074.72	209.8					

CAPÍTULO III. 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. El rango 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 afectó 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/cm³ y del agregado fino obtuvimos 1822.31 kg/cm³, en el Peso Unitario Suelto obtuvimos 1559.223 kg/cm³ en el agregado grueso y en el agregado fino obtuvimos 1704.94 kg/cm³, 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 estos datos
- ✓ generales de los agregados nos ayudan para obtener el diseño de mezcla establecido.

DEL ESTUDIO QUÍMICO 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° 22

Cuadro de porcentajes y los componentes químicos del cemento Pacasmayo.

CEMENTO ICO EXTRAFORTE PACASMAYO		NTP 334.090	
Silicato Tricalcico C3S	51%	Silicato Tricalcico C3S	-
Silicato Dicalcico C2S	17.45%	Silicato Dicalcico C2S	-
Aluminato Tricalcico C3A	7.33%	Aluminato Tricalcico C3A	-
FerroAluminato Tetracalcico C4AF	10.65%	FerroAluminato Tetracalcico C4AF	-
Dióxido de silicio SiO ₂	19.50%	Dióxido de silicio SiO ₂	-
Oxido de Aluminio Al ₂ O ₃	5.00%	Oxido de Aluminio Al ₂ O ₃	4 a 8%
Trióxido de Hierro Fe ₂ O ₃	3.50%	Trióxido de Hierro Fe ₂ O ₃	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	6.00%
Trióxido de Azufre SO ₃	2.00%	Trióxido de Azufre SO ₃	3.00%
Oxido Mangánico Mn ₂ O ₃	2.00%	Oxido Mangánico Mn ₂ O ₃	0 a 3%
Dióxido de Titanio TiO ₂	0.40%	Dióxido de Titanio TiO ₂	0 a 0.5%
Pentaoxido de Difosforo P ₂ O ₅	1.20%	Pentaoxido de Difosforo P ₂ O ₅	0 a 1.5%
Na ₂ O + K ₂ O	1.20%	Na ₂ O + K ₂ O	0 a 1%
Perdida por Calcinación	2.23%	Perdida por Calcinación	10.00%

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.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Conclusiones

Utilizar concreto premezclado es más favorable en cuanto a resistencia, que utilizar concreto convencional, pues siendo la resistencia de evaluación 210 kg/cm²; el primero en promedio alcanzó un $f_c = 230.9$ kg/cm², representando un 110% de la resistencia evaluada; mientras que el segundo solamente logró alcanzar en promedio un $f_c = 147.9$ kg/cm², representando el 70.4% de la resistencia de comparación. "El concreto premezclado es un 24% a 30% más costoso que el concreto convencional obra promedio, esto se debe a que el concreto convencional se elabora con materiales de bajo costo (agregados de cerro), los mismos que son de mala calidad; por lo que se puede decir que esta diferencia de costos al ser considerable (más de lo esperado), se va a mantener si el volumen de vaciado se incrementa, sin embargo al utilizar concreto premezclado se puede minimizar tiempos en la construcción, lo cual se puede convertir en ahorro y desde luego una ventaja económica y técnica. "Se analizó y determinó que para el volumen de vaciado planteado de 10m³, es más favorable utilizar concreto premezclado, que utilizar concreto hecho al pie de obra solamente por resistencia, mas no resulta rentable por el costo, no se realizó análisis de costos para volúmenes superiores por las razones indicadas en la conclusión anterior. Sin embargo, a partir de la investigación sería prudente recomendar el uso de concreto premezclado a partir de 5 m³ de vaciado por resistencia y uniformidad. El concreto convencional es de baja resistencia debido a que es elaborado sin asesoramiento profesional, en las construcciones evaluadas los únicos encargados son "maestros de obra", los mismos que minimizan la importancia que tiene el concreto. Se determinó que uno de los principales problemas del concreto hecho al pie de obra son los agregados, pues no existe en obra un control alguno sobre su calidad. Es frecuente el uso de agregados de mala calidad, determinándose que el caso más desfavorable es cuando se usa agregado global de cerro, el cual además no es recomendado usarlo en concretos para elementos estructurales según las normas E.060. Se observó que en cada uno de los muestreos realizados del concreto hecho al pie de obra, no se controló la cantidad de agua de mezclado, siempre fue excesiva y los responsables de las construcciones ("Maestros de obra") desconocen la importancia de uno de los parámetros

más importantes que rigen la resistencia del concreto (la relación a/c). ~ El 70 % de mezclas de concreto convencional de obra evaluado fueron fluidas (asentamientos mayores a 15 cm), eso indica que son excesivamente trabajables, optándose por esta condición para facilitar el acomodo en el encofrado dejando en segundo plano la resistencia que logrará concreto. ~ equipo y mano de obra vigentes en noviembre del 2014. ~Se investigó que el concreto premezclado (producido por DI NO) es elaborado con varía de acuerdo al tipo de concreto solicitado. ~ Los resultados de resistencia del "concreto convencional" particularmente, no significa que sea el mismo en toda la estructura, debido a que este tipo de concreto está sujeto a variabilidad, ya que elaborado informalmente y no es homogéneo. 105 5.2

REFERENCIAS

1. Abanto Castillo, Flavio. Tecnología del concreto, Editorial san marcos EIRL.
Lima- Perú.
2. Aragón M, S. 2005. Calidad del Concreto. Costa Rica, Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.
11 p. (Informe técnico sobre la calidad del concreto, no. 1).
3. Carrillo S, M. 2003. Estudio comparativo entre tecnologías de producción de concreto: Mixer y Dispensador. Tesis Ing Civil. Piura, UDEP. 114 p.
4. De la Sotta, JP. 2010. Análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricada en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería.
Tesis Ing. Const. Valdivia, Chl, UAC. 66 p.
5. Irungaray, SA. 2007. Evaluación del volumen y calidad del concreto premezclado entregado en obra por camiones mezcladores en el

Departamento de Guatemala, según la norma ASTM C-94. Tesis Ing Civil.

Guatemala, USCG. 149 p.

6. Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento. 2009. Norma E.060,

Concreto Armado. Lima- Perú.

7. Lezama, J. 1996. Tecnología del Concreto. UNC, Facultad de Ingeniería.

Cajamarca- Perú.

8. Normas Técnicas Peruanas para hormigón (concreto) y agregados.

9. Osario, JD. 2003. Manual de control de calidad del concreto en la obra.

Bogotá, COL, ASOCRETO. 46 p. (Reimpresión 2004).

107

10. Pasquel C, E. 1998. Tópicos del concreto en el Perú. Lima, PER, Colegio de Ingenieros del Perú- Consejo Nacional. 284 p. (Primera versión electrónica 1999).

11. Reglamento para concreto estructural del ACI 318.

12. Rivva L. 2000. Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima, PER, ACI

Capítulo Peruano del American Concrete Institute. (Primera Edición)



Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.



Certificado de Control de Calidad

SGC-REG-06-G0003 - Versión 01

Planta: 1213 Industrial Trujillo Cliente: DISTRIBUIDORA DAVILA S.A. 2018-0000000094
Dirección: Calle 2, Mz B1, Lote 13, Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - La Libertad Contratista: MIGUEL REYEZ AZABACHE
Fecha Emisión: 31/01/2018 Obra: AMPLIACION VIVIENDA MIGUEL REYEZ AZABACHE Pág 1 / 1

C210-I-H67-A5

Conforme a la NTP 339.114 / ASTM C94

Línea de Producto: Concreto Modalidad: Bombeado
Resistencia especificada: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a 28 días Volumen: 7,0 m³

N° Orden	Código Muestra	Fecha de Muestra	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)													En (MPa)	Detalle Estructura
			7 días				28 días (Edad especificada)					Xp					
			R1	R2	R3	Xp	R1	R2	R3	Xp	R1		R2	R3	Xp $\geq f'c-35$		
1	TRU-013756-P	03/01/2018					212	215	204	210	300	301	305	302	-	29.6	LOSA ALIGERADA 2° NIVEL

NOTA:

- * PRENSA VJ TECH, Modelo VJT 051-2011, Serie 0011442, Certificado de Calibración CMC-021-2017
- * Los ensayos ejecutados a edades menores a 28 días o a la edad especificada para f_c son utilizados solo como control, para evaluar el desarrollo de la resistencia.
- * Para la evaluación de la conformidad de la resistencia a la edad especificada se usa el criterio de la NTP 339.114 / ASTM C94 y NT E.060 / Reglamento ACI318

CRITERIO DE ACEPTACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

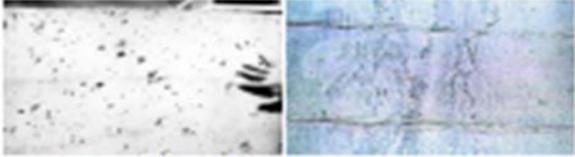
- * El nivel de resistencia se considera satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes:
 - Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (X_p 3p) es igual o superior a f_c .
 - Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (X_p) es menor que f_c por más de 3.5MPa (35 kg/cm²), cuando f_c es 35MPa(35 kg/cm²) o menor; o por más de 0.10 f_c cuando f_c es mayor a 35MPa.
- * El concreto fue entregado en estado fresco con la conformidad del cliente.
- * Los resultados aquí mostrados han sido obtenidos siguiendo métodos de ensayo normalizados, DINO SRL no aceptará reclamos por resultados provenientes de prácticas subestándar.

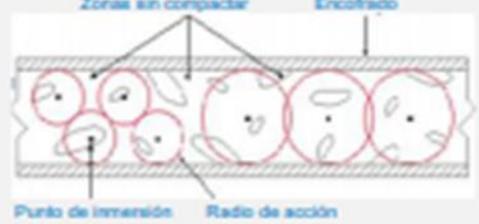
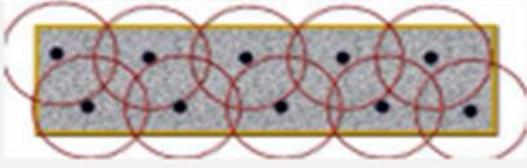
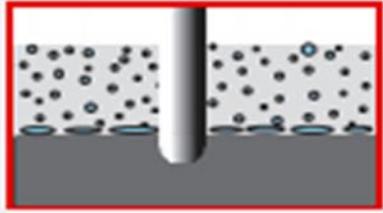

Melving Luis Rivera Muñoz
Jefe de Planta


Juan Enrique Diaz Maita
Supervisor de Control de Calidad

Activar W
Ve a Configu

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de DINO S.R.L.

 	<h2 style="margin: 0;">FICHA TÉCNICA</h2> <h3 style="margin: 0;">Compactación del Concreto Premezclado</h3>	
<p>Nº de Página: 1 / 1</p>		
<p>Objetivo Hacer de conocimiento de nuestros clientes y constructores en general las condiciones y actividades básicas que se deben implementar en obra para lograr una buena compactación del concreto, evitando la formación de cangrejeras y defectos superficiales que pueden afectar negativamente el desempeño y las condiciones de servicio de una estructura.</p>		
<p>¿Qué es la compactación o consolidación del concreto?</p>		
<p>Definición La compactación del concreto se da por la aplicación de energía como la vibración, varillado, etc. ante la cual el concreto fluye orientando los siguientes beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rellena cavidades, esquinas, evitando la formación de cangrejeras. • El aire sube y escapa. • El agregado se acomoda densamente. • El acero de refuerzo se recubre adecuadamente. • Aflora la pasta para un buen acabado. • Se logra la resistencia especificada en la estructura. <p>Pero esta energía no debe ser excesiva para no originar segregación del concreto y para no eliminar aire intencionalmente incluido.</p>  <p>Todo concreto debe ser compactado una vez colocado en el elemento o encofrado. La energía y método de compactación que el constructor utilice depende de la consistencia requerida para el concreto fresco, y puede ir desde una leve vibración hasta la compactación con rodillos pesados.</p> <p>Figure 07.- Nótese una superficie de aspecto liso cerca del vibrador</p>	<p>Base Legal:</p> <p>NTP 339.114 / ASTM C94 Concreto pre-mezclado: Concreto fabricado y entregado al comprador en un estado fresco. El concreto premezclado se fabrica y comercializa conforme a la NTP 339.114. "Esta NTP no es aplicable para la colocación, <u>consolidación</u>, curado o protección del concreto después de entregado al usuario". Si el usuario no está preparado para la descarga del concreto del vehículo de transporte, el productor no será responsable de la limitación del asentamiento mínimo, o del flujo de asentamiento, después de 30 minutos de la llegada del transporte mezclador al destino prescrito o a la solicitud de tiempo de entrega, lo que sea más tarde.</p> <p>RNE: NT E.060 — Concreto en obra En este artículo se prescribe la responsabilidad del constructor sobre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparación para la colocación del concreto. • Transporte interno en obra. • Colocación. • Consolidación. • Protección. • Curado. • Requisitos generales para climas fríos. • Requisitos generales para climas cálidos. <p>Nada de lo cual es responsabilidad del productor de concreto.</p>	
<p>Consecuencias de una inadecuada compactación</p>		
<p>Cangrejeras.- por no mantener un orden en la colocación y compactación, perdiendo el control de las zonas pendientes de vibración o por no tener el vibrador adecuado para la estructura y consistencia del concreto.</p> <p>Agujeros superficiales.- Por exceso de vibración o por pegar el vibrador a los encofrados.</p> <p>Entrías.- causadas por fugas de pasta o mortero por no tener encofrados estancos.</p> <p>Jointas frías.- por no cuidar el orden y los tiempos máximos para colocar la siguiente capa.</p> <p>Líneas de colocación.- por no amarrar las capas haciendo pasar el vibrador al menos 5 cm a la capa anterior.</p> <p>Agritamiento superficial.- por sobrevibración y acumulación de finos y agua.</p> <p>Segregación.- por desplazar el concreto lateralmente con el vibrador, originando la separación del mortero y agregado grueso.</p> <p>Euxudación.- por sobrevibración.</p> <p>Desplazamiento del acero.- por vibrar junto a la armadura.</p> <p>Baja resistencia.- por no haber eliminado el aire atrapado.</p>	 <p>Cangrejeras: viguetas, losa aligerada / Cangrejeras: Placa de concreto</p>  <p>Agujeros superficiales por mala vibración / Entrías por fuga de lechada</p>	
<p>¿Cómo se compacta el concreto con vibradores de inmersión?</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • La compactación debe realizarse uno o varios operarios entrenados, quienes deben asegurarse que el 100% del concreto sea vibrado. • Si la velocidad de recepción del concreto es rápida se debe compactar con dos vibradores o más para evitar que la colocación sobrepase la capacidad de compactación, se refiere que se debe compactar el 100% del concreto. • El vibrador se introduce vertical y rápidamente y se retrae vertical y lentamente. Inclinarse el vibrador origina segregación. • La vibración debe seguir un patrón definido asegurándose que los puntos de inmersión no estén muy alejados para que los radios de acción de un punto a otro se traslapen adecuadamente y cubran toda el área del concreto. • En los planos inclinados empezar la vibración en la parte inferior. • No utilice el vibrador para desplazar el concreto, use para ello una lampa o una herramienta adecuada. • Detenga el vibrado cuando aparezca un brillo superficial. • Nunca tocar la cara del encofrado y el el acero de refuerzo con el vibrador. • Nunca dejar el vibrador trabajando cuando no está compactando. 		

 <p>Nº de Página: 2 / 2</p>	<h2>FICHA TÉCNICA</h2> <h3>Compactación del Concreto Premezclado</h3>	
<p>• Hay una diferencia en la técnica y cuidados al vibrar para diferentes elementos, se detalla a continuación algunas diferencias para elementos horizontales y verticales.</p>		
<p>Elementos horizontales (losas, vigas)</p> <p>Tener especial cuidado en no dejar zonas sin compactar</p> <p>Incorrecto</p>  <p>Correcto</p>  <p>En el caso de losas aligeradas se debe mantener un orden estricto en la colocación y compactación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primero se llena y compacta (por tramos) vigas y viguetas y antes de que el concreto pierda plasticidad se debe hacer lo mismo con la losa. • <u>Eliminar la mala tendencia de vibrar solo las vigas restando importancia a las viguetas</u> • Se debe avanzar por tramos para evitar que el concreto ya colocado o los residuos que quedan sobre los ladrillos se sequen antes de completar la losa. • Elegir el vibrador lo suficientemente pequeño para ingresar en las viguetas. 	<p>Elementos verticales (placas, muros, columnas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • El vibrador en su conjunto (manguera y cabezal) debe ser lo suficientemente largo para alcanzar hasta el fondo del encofrado. • El cabezal vibratorio debe ser lo suficientemente largo para atravesar la capa completa y al menos 5 cm de la capa anterior. • El retro rápido del vibrador puede dejar un hoyo en el concreto, si esto pasó vibre en el costado hasta sanarlo. • Se debe compactar por capas horizontales de máximo 50 cm de altura. • Cada capa debe ser amarrada a la inferior, mediante la compactación conjunta de un espesor mínimo de 5 cm de la inferior  <ul style="list-style-type: none"> • Asegurarse, igual que en elementos horizontales los radios de acción del vibrador se traslapan y cubran toda el área. • Golpear el encofrado con martillo de cama. • En columnas u otros elementos estructurales de volumen reducido con relación a la altura, el espesor de la capa se puede aumentar a 1 m, si se verifica que por compactación interna complementada por vibración o golpeo del encofrado, se puede obtener la máxima densidad del concreto sin pérdida de homogeneidad. 	
<p>Responsabilidad del cliente</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1 Disponibilidad suficiente en cantidad y calidad de los materiales, equipos y mano de obra necesarios para realizar las operaciones de colocación, compactación (al menos 02 vibradores), acabados y curado continuo de los elementos estructurales. 2 Durante e inmediatamente después de su colocación, compactar el concreto hasta alcanzar la máxima densidad posible, evitando eliminar el aire intencionalmente incorporado en caso que exista, sin producir su segregación, y sin que queden porciones de concreto sin consolidar. 3 En ningún caso deberá colocar concreto fresco sobre otro que no haya sido compactado 4 Una vez alcanzado el tiempo de fraguado inicial del concreto y hasta por lo menos 24 h después de haberlo alcanzado, se debe evitar todo movimiento, golpe o vibración de los encofrados y de los extremos salientes de las armaduras. 5 Antes del inicio de cada vaciado se deben disponer en el lugar equipos alternativos de colocación y compactación para reemplazar a aquellos que sufran desperfectos. 6 Rechazar concreto que por alguna demora o circunstancia haya perdido asentamiento a tal punto de generar un riesgo de formación de cangrejeras. 7 Establecer un orden en la recepción del concreto evitando que la colocación sea más rápida que la compactación, para lo cual debe incrementar el número de vibradores por cuadrilla. 		

FICHA TÉCNICA RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO DE CONCRETO PREMEZCLADO



Objetivo

Hacer de conocimiento de nuestros clientes y constructores en general los antecedentes y recomendaciones que faciliten resolver eventuales discrepancias que se producen entre el volumen estimado en la cubicación teórica y el volumen real suministrado por DINO SRL, teniendo en cuenta que el concreto premezclado se vende sobre la base del volumen de concreto en estado plástico en metros cúbicos (m³), tal como se descarga de un camión mezclador.

¿Qué es el rendimiento del concreto

Definición:

El rendimiento del concreto se define como el volumen de concreto fresco que se obtiene con una dosificación conocida de materiales.

Cálculo:

$$Y(m^3) = M/D$$

Y = Rendimiento de mezcla fresca de concreto en estado plástico

M = Peso total de los materiales de un mixer

D = Peso unitario promedio o densidad del concreto,

Rendimiento relativo: Es la relación entre el volumen real de concreto (Y) y el volumen teórico dosificado (Yd).

$$R_y = Y/Y_d$$

Un valor de R_y mayor que 1,00 indica un exceso de concreto suministrado, mientras que un valor de R_y menor implica un faltante.

Para que el rendimiento sea conforme, R_y debe estar entre **0.99 a 1.02**

DINO S.R.L. garantiza tal conformidad dosificando por peso dentro de las tolerancias normalizadas, en balanzas calibradas.

Base Legal: NTP 339.114 / ASTM C94

La unidad de medida, para la compra será el metro cúbico de concreto en estado fresco, tal como se descarga de la unidad de transporte.

El volumen (rendimiento) del concreto en estado fresco en una determinada carga, se determinará de la **masa total de la mezcla dividida entre la densidad del concreto**. La masa total de la mezcla se calculará como la masa neta del concreto tal como es despachado, incluyendo el agua total de mezclado. La densidad se determinará de acuerdo con el método de ensayo NTP 339.046 / ASTM C138. El rendimiento se determinará como el promedio de por lo menos tres mediciones, cada una sobre muestras tomadas de tres camiones mezcladores diferentes, utilizando el procedimiento dado en la NTP 339.036 / ASTM C132.

Se debe considerar el volumen de concreto entregado y no el que se coloca debido al desperdicio, sobre excavación o deformación de los encofrados, pérdida del aire incorporado o asentamiento (acomodo) de mezclas húmedas, que se pueden presentar, lo que puede aparentar un volumen menor que el esperado, nada de lo cual es responsabilidad del productor.

¿Cuáles son las causas de las discrepancias en el rendimiento?

Es frecuente y normal en la construcción tener sobreconsumo de concreto en las obras, lo cual si no es considerado al momento de solicitar concreto generará un faltante durante el vaciado, Las causas de estos faltantes generalmente son las siguientes:

1. Mal cálculo del volumen del encofrado o espesor de las losas, medrados en plano, redondeo disminuyendo los volúmenes.
2. Deformaciones o desplazamientos de los encofrados ante la presión y peso del concreto fresco.
3. Bases de terreno irregulares, asentamientos durante la colocación.
4. Vaciado de losas aligeradas sin topes de nivel.
5. Uso de concreto en elementos no considerados inicialmente,
6. Espera en obra, ocasionando adherencia de concreto en los mixer.
7. Devolución de pequeñas cantidades en cada camión o equipo de transporte (carretillas, dumper's, etc.),
8. Derrames, chorreos, expulsión de lechadas, reboses en las carretillas o latas,
9. Elementos aligerantes o conductos rotos o mal posicionados.
10. Restos en tuberías de bombeo, carretillas y recipientes (latas), etc.

Por lo expuesto, la magnitud del sobreconsumo, depende exclusivamente del control que se realice en la obra, en cada uno de los aspectos mencionados.



¿Cuánto concreto adicional se debe requerir para los sobreconsumos de obra?

- La Asociación Norteamericana de Concreto Premezclado (NRMCA) indica que los valores a adoptar como pérdidas promedio deben estar entre el 4 y 10% (CIPes 8, "Discrepancias con el Rendimiento), lo cual se debe sumar al volumen medrado en obra.
- El Instituto Chileno del Concreto (ICH) publicó que los sobreconsumos relacionados solo con las deformaciones geométricas de encofrados son en promedio 7%.
- Por otra parte, se debe tener en cuenta que los volúmenes del concreto endurecido puede ser aprox. 2 % menor que su volumen en estado fresco, debido a: las exudaciones, la expulsión del aire atrapado, asentamientos plásticos y contracciones hidráulicas.

Responsabilidad del cliente

1. Construir, alinear y reforzar los encofrados para minimizar las deformaciones o distorsiones, de ser necesario taponear y asegurar los elementos aligerantes y ductos.
2. Perfilar y compactar las bases evitando desniveles y asegurando que no ocurran asentamientos durante el vaciado.
3. Colocar topes de altura para conservar el nivel de las losas.
4. Determinar el volumen necesario medrando en obra. Si el vaciado es voluminoso verificar el volumen requerido faltando al menos tres camiones para el final del vaciado e informar a DINO SRL en caso de requerir un volumen adicional.
5. Estimar el desperdicio y el incremento potencial del espesor, solicitar un volumen adicional de concreto entre 4% a 10 %.
6. Verificar que los mixer lleguen a obra con los precintos de seguridad colocados y autorizar su retiro cuando están totalmente vacíos.
7. Colocar el concreto en menos de una hora, las demoras ocasionan adherencia de concreto en los camiones mixer.
8. Si desea recuperar el concreto de la bomba, debe disponer de recipientes y personal para su recepción.
9. Tener presente siempre que el volumen de concreto premezclado se determina en base al peso unitario, DINO SRL no aceptará reclamos por sobreconsumos de obra no considerados en su requerimiento de concreto.

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE REVISIÓN SISTEMÁTICA

Título de la investigación: “ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA DE UN CONCRETO F’C 210 KG 210/CM ² CONVENCIONAL Y UN CONCRETO PRE-MEZCLADO”							
Nombres y apellidos del evaluador :Ing. Mg. Juan Alejandro Agreda Barbarán							
Sede: Trujillo		Carrera: Ingeniería Civil		Facultad: Ingeniería			
CONDICIONES OBLIGATORIAS							
Coherencia		Los resultados, discusión y conclusiones responde a la pregunta y objetivo de la investigación			<input checked="" type="radio"/> Sí		<input type="radio"/> No
Consistencia		Cada una de las secciones del trabajo de investigación están debidamente sustentadas			<input checked="" type="radio"/> Sí		<input type="radio"/> No
Informe de similitud		Tiene 0% de similitud después de eliminar falsos positivos			<input type="radio"/> Sí		<input checked="" type="radio"/> No
CRITERIOS DE EVALUACIÓN							
Sección		Item	Reportado en la página #	Puntaje			
				Bien desarrollado	Parcialmente	No lo presenta	Puntaje obtenido
Título	Título	Identifica el reporte como una revisión sistemática.		0,5	0,25	0	0.5
Resumen	Resumen	Proporciona en 200 palabras: antecedentes; objetivos; fuentes de datos; criterios de elegibilidad, objeto de estudio; métodos de evaluación y síntesis del estudio; resultados; limitaciones; conclusiones.		1	0,5	0	1
Introducción	Justificación	Describe la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce.		1	0,5	0	1
Introducción	Objetivos	Proporciona una declaración explícita de las preguntas que se están tratando con referencia al objeto de estudio.		2	1	0	1
Metodología	Criterios de elegibilidad	Especifica las características de los estudios considerados (por ejemplo, los estudios que miden la empleabilidad de los universitarios) y las características del informe (por ejemplo, los años considerados, el idioma y el estado de publicación).		1	0,5	0	0
Metodología	Recursos de información	Describe las bibliotecas virtuales consultadas para el estudio, por ejemplo: Ebsco, Redalyc, Google Académico, etc.		0,5	0,25	0	0.5

22/04/2019

Metodología	Búsqueda	Presenta la estrategia de búsqueda utilizada, por ejemplo palabras claves, limitadores utilizados (por ejemplo, periodo, tipos de documentos, idioma, etc.) de tal forma que pueda replicarse el estudio.	0,5	0,25	0	0.5	
Metodología	Selección de estudios	Indica los criterios por los que descartó o incluyó estudios (por ejemplo, del total del resultado de la búsqueda se descartaron 5 porque no tenían instrumentos de medición de empleabilidad).	1	0,5	0	0.5	
Metodología	Proceso de recopilación de datos	Describe el método de extracción de datos de los estudios (por ejemplo, en tablas que describen los estudios con campos como: año de publicación, revista, país, institución, tipo de estudio, etc.) y cualquier proceso para obtener y confirmar los datos de los estudios.	0,5	0,25	0	0.5	
Resultados	Selección del estudio	Proporciona el número de estudios examinados, evaluados por elegibilidad e incluidos en la revisión, con razones para las exclusiones en cada etapa, idealmente con un diagrama de flujo.	2	1	0	1	
Resultados	Características de los estudios	Para cada estudio, presenta las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, año de publicación, revista, país, institución, tipo de estudio, etc.).	2	1	0	2.5	
Resultados	Análisis global de los estudios	Presenta las características de los estudios de manera globalizada (por ejemplo, porcentaje de estudios por año de publicación, por tipos, por temas abordados, etc.) .	2	1	0	2	
Discusión	Resumen de los resultados	Resume los principales hallazgos, incluyendo la fuerza de la evidencia para cada resultado principal; considera su relevancia para el objeto de estudio.	3	1,5	0	2	
Discusión	Limitaciones	Discute las limitaciones en el estudio y el nivel de resultado (p. Ej., Riesgo de sesgo) ya nivel de revisión (por ejemplo, recuperación incompleta de la investigación identificada, sesgo de notificación).	1	0,5	0	1	
Discusión	Conclusiones	Proporcionar una interpretación general de los resultados, responde la pregunta de la investigación, y las implicaciones para la investigación futura.	2	1	0	2	
Puntaje total						15	0

Adaptado de: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

“ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO Y RESISTENCIA
DE UN CONCRETO F'C 210 KG/CM² CONVENCIONAL
Y UN CONCRETO PREMEZCLADO”