

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



EFFECTOS DEL ADITIVO ACELERANTE DEL FRAGUADO
SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREPARADO
CON CEMENTO PORTLAND TIPO I

TESIS

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL

ULISES MEDINA VASQUEZ

Lima - Perú
2001

DEDICATORIA

Agradezco a Dios que me ha permitido concluir una meta más de los objetivos propuestos en mi vida, creo que en todo tiempo el está cerca de uno para acompañarlo y guiarlo por el camino de la vida

A mis queridos padres

Gonzalo y Hormecinda , con el amor de un hijo eternamente agradecido, ya que con su esfuerzo , apoyo y sabios consejos me permitieron mantenerme firme en la meta y objetivos que tenia que lograr y los cumplí.

A mi querida esposa

Verónica, compañera de la vida, que con su amor y apoyo me fortalecieron para culminar mis objetivos profesionales; así mismo para mis queridos hijos Daniel y Jhonny , frutos de mi vida les dedico éste trabajo y con ello darles un primer impulso para las metas y objetivos que ellos tendrán que lograr en su futuro.

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Carlos Barzola Gastelú, profesor y amigo que con su docencia y experiencia tanto en las aulas como en el ejercicio de la profesión supo plasmar en cada uno de sus alumnos, de los cuales yo soy uno, las ideas y conceptos precisos para poder entender la Ingeniería del concreto , sus aplicaciones y los resultados a esperar.

A los técnicos y empleados del Laboratorio No. 01 de Ensayo de Materiales que con su experiencia supieron apoyar mi trabajo de Investigación en las veces que lo solicite.

INTRODUCCION

Las diversas condiciones del lugar donde se ejecutan las obras civiles, tipos de acabado o condiciones especiales de uso de obras estructuras es que en muchos casos exigen el uso de aditivos para restituir condiciones normales de trabajo al concreto, mejorar su acabado superficial, darle la durabilidad esperada cuando están sometidas a condiciones severas de uso o acortar tiempos de culminación de las mismas.

Dentro de la gran variedad de aditivos existentes en el mercado tenemos los denominados "Acelerantes del fraguado", estos ofrecen propiedades químicas que producen en el concreto fresco un acortamiento de su tiempo de fraguado y una ganancia temprana de resistencia a compresión cuando se requiere una culminación de climas de baja temperatura le permiten el calor de hidratación necesaria para poder alcanzar la fragua del concreto fresco, para poder culminar con los trabajos a ejecutar. Cualquiera que sea el caso presentado no se puede aceptar a priori el cumplimiento de tales propiedades ofrecidos sin antes tener la certeza que esto es así y también que efectos produce la adición de este aditivo en las demás propiedades del concreto para su estado fresco y endurecido.

Por tanto es el interés de esta tesis de investigación comprobar tales propiedades ofrecidas por el aditivo, para ello se preparara utilizando cemento Portland tipo I- sol, concreto sin aditivo (concreto patrón) y concretos con aditivos acelerante del fraguado estableciéndose los análisis y comparaciones respectivos para determinar los efectos producidos por el aditivo en el concreto.

El aditivo materia del estudio es el acelerante del fraguado Chema Estruct, comercializado por la empresa Importadora técnica Industrial y comercial S.A.. ITICSA, y se trabajara para sus tres dosificaciones de uso recomendadas en su hoja técnica : 250, 375 y 500 cc/bolsa de cemento.

CONTENIDO : INTRODUCCION

CAPITULO I. ESTUDIO DE LOS MATERIALES

I.1 Cemento Tipo I sol

- 1.1.1 Análisis químico
- 1.1.2. Consistencia Normal.
- 1.1.3. Tiempo de fragua
- 1.1.4 Resistencia a la Compresión
- 1.1.5. Superficie específica.

I.2 Agregado Fino

- 1.2.1 Peso Especifico
- 1.2.2. Peso aparente suelto y compactado
- 1.2.3. Granulometria
- 1.2.4. Cantidad de Material fino que pasa la Malla N° 200
- 1.2.5. Contenido de humedad
- 1.2.6. Porcentaje de Absorción

I.3. Agregado Grueso

- 1.3.1 Peso Especifico
- 1.3.2. Peso aparente suelto y compactado
- 1.3.3. Granulometria
- 1.3.4. Contenido de Absorción

I.4. Agregado Global

I.5. Aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct.

CAPITULO II DISEÑO DE MEZCLAS

- 2.1. Relación $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50 para concreto sin aditivo (patrón)
- 2.2. Relaciones $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50 para concreto con aditivo acelerante del fraguado en dosificaciones dadas por el fabricante.

CAPITULO III. PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO SIN ADITIVO (PATRÓN) Y CON ADITIVO ACELERANTE DEL FRAGUADO.

- 3.1. Consistencia
- 3.2. Peso Unitario
- 3.3. Contenido de Aire
- 3.4. Exudación
- 3.5. Tiempo de fraguado

CAPITULO IV. PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO, SIN ADITIVO (PATRÓN) Y CON ADITIVO ACELERANTE DEL FRAGUADO.

- 4.1. Resistencia a la compresión
- 4.2. Resistencia a la tracción por compresión diametral.
- 4.3. Modulo de elasticidad estático.

CAPITULO V. RESULTADOS

CAPITULO VI. ANÁLISIS Y COMPARACIONES DE LOS RESULTADOS

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

Lima, 14 de Junio de 2000

Ing. Carlos Barzola Gastelu
Asesor

Ulises Medina Vásquez
Bachiller

INDICE

	Pg.
SUMARIO	1
INTRODUCCION	3
CAPITULO I. ESTUDIO DE LOS MATERIALES	5
1.1 Cemento Portland	6
1.1.1 Introducción	6
1.1.2 Definiciones	6
1.1.3 Análisis químico del cemento Portland	6
1.1.4. Tipos de Cemento y sus aplicaciones principales	9
1.1.5 Cemento Portland tipo I – Sol	10
1.2. Agregado Fino	11
1.2.1 Conceptos Generales	11
1.2.2 Propiedades físicas	12
1.2.2.2.1 Peso Específico	12
1.2.2.2.2. Peso Unitario	13
1.2.2.2.3. Granulometría	14
1.2.2.2.4 Módulo de Finura	15
1.2.2.2.5 Porcentaje de fines que pasa Malla N° 200	15
1.2.2.2.6. Contenido de humedad	15
1.2.2.2.7. Porcentaje de Absorción	16
1.3. Agregado Grueso	16
1.3.1. Conceptos generales	16
1.3.2 Propiedades físicas	16
1.3.2.1 Peso Específico	17
1.3.2.2 Peso Unitario	17
1.3.2.3 Granulometría	17
1.3.2.4 Módulo de Finura	18
1.3.2.5 Contenido de humedad	19
1.3.2.6 Porcentaje de Absorción	19

1.4	Agua	19
1.5	Aditivos	20
1.5.1	Conceptos Generales	20
1.5.2.	Clasificación	21
1.5.3.	Aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct.	22

CAPITULO II. DISEÑO DE MEZCLAS 24

2.1	Combinación de agregados para obtención del mayor peso unitario.	25
2.2	Diseño de Mezcla para la combinación óptima de agregados.	27
2.3	Aspectos a considerar para el diseño de Mezclas	27
2.4	Diseño de mezclas del concreto sin aditivo	28
2.4.1.	Relación a/c = 0.40	28
2.4.2.	Relación a/c = 0.45	32
2.4.3.	Relación a/c = 0.50	35
2.5	Diseño de mezclas del concreto con aditivo.	39
2.5.1.	Relación a/c = 0.40	40
2.5.2.	Relación a/c = 0.45	41
2.5.3.	Relación a/c = 0.50	42

CAPITULO III. PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO

FRESCO 44

3.1.	Consistencia	45
3.2.	Peso Unitario	46
3.3.	Contenido de Aire	46
3.4.	Exudación	47
3.5	Tiempo de fraguado.	47

CAPITULO IV. PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO

ENDURECIDO 49

4.1.	Resistencia a la compresión	50
------	-----------------------------	----

4.2.	Resistencia a la tracción por compresión diametral	51
4.3.	Módulo de Elasticidad Estático	52

CAPITULO V. RESULTADOS 53

5.1	En el concreto sin aditivo	54
5.1.1.	Ensayos del concreto fresco	54
5.1.1.1	Asentamiento	54
5.1.1.2	Peso Unitario	54
5.1.1.3	Contenido de aire	54
5.1.1.4	Exudación	55
5.1.1.5.	Tiempo de fraguado	55
5.1.2.	Ensayos en el concreto endurecido	60
5.1.2.1.	Resistencia a la compresión	60
5.1.2.2.	Tracción por compresión diametral	66
5.1.2.3.	Módulo de elasticidad estático	66
5.2.	En el concreto con aditivo	76
5.2.1.	Asentamiento	76
5.2.1.2.	Peso Unitario	77
5.2.1.3.	Contenido de aire	78
5.2.1.4.	Exudación	79
5.2.1.5.	Tiempo de Fraguado	80
5.2.2.	Ensayos en el concreto endurecido	96
5.2.2.1.	Resistencia a la compresión	96
5.2.2.2.	Tracción por compresión diametral	114
5.2.2.3.	Módulo de elasticidad estático	115

CAPITULO VI. ANÁLISIS Y COMPARACIONES DE LOS RESULTADOS 132

6.1.	Materiales	133
6.1.1.	Cemento Portland tipo I-SOL	133
6.1.2	Agregado Fino	134
6.1.3.	Agregado Grueso	134

6.1.4	Aditivo Chema Estruct	134
6.2.	Concreto Fresco	135
6.2.1.	Asentamiento	136
6.2.2.	Peso Unitario	136
6.2.3.	Contenido de aire	137
6.2.4.	Exudación	138
6.2.5.	Tiempo de fraguado	139
6.3.	Concreto Endurecido	141
6.3.1.	Resistencia a compresión	141
6.3.2.	Tracción por compresión diametral	144
6.3.3.	Módulo de elasticidad estático	146
CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		148
7.1	Conclusiones	150
7.1.1.	Del Concreto Fresco	150
7.1.2.	Del Concreto endurecido	153
7.2.	Recomendaciones	156
ANEXOS		157
BIBLIOGRAFÍA		194

SUMARIO

El presente trabajo de investigación busca determinar los efectos que produce a las propiedades del concreto fresco y endurecido la adición de un aditivo acelerante del fraguado, cuando el concreto es preparado con cemento Portland tipo I - Sol.

La investigación se desarrolla para concretos de relación $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50 , sin aditivo (concreto patrón) y concretos con aditivo, para asentamiento de 3" a 4", determinando en cada caso las propiedades del concreto fresco; consistencia, peso unitario, contenido de aire, exudación y tiempo de fraguado, así también las propiedades de concreto endurecido: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y módulo de elasticidad estática, las propiedades indicadas para cada dosificación del aditivo especificada en la hoja técnica del producto y especificado por el fabricante.

El trabajo consta de 08 capítulos, que son:

CAPITULO I

ESTUDIO DE LOS MATERIALES

En este capítulo se hace un estudio de los materiales usados para la preparación del concreto con y sin aditivo.

CAPITULO II

DISEÑO DE MEZCLAS

Este capítulo muestra los diseños de concretos sin aditivo (concreto patrón) y concretos con aditivo para las relaciones agua – cemento que se indicaron.

CAPITULO III:

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO

FRESCO

Aquí se indica la base teórica para las propiedades a ensayar, consistencia, peso unitario, contenido de aire, exudación y tiempo de fraguado.

CAPITULO IV**PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO
ENDURECIDO**

En esta parte mostramos la base teórica para las propiedades a ensayar : Resistencia a la compresión , resistencia a la tracción por compresión diametral y modulo de elasticidad estático.

CAPITULO V:**RESULTADOS**

Se muestra aquí los resultados obtenidos al ensayar cada una de las propiedades indicadas para el concreto fresco y endurecido con y sin aditivo.

CAPITULO VI:**ANALISIS Y COMPARACIONES DE LOS
RESULTADOS**

En esta parte se realizan los análisis y comparaciones de los resultados obtenidos par el concreto fresco y endurecido, con la adición del aditivo acelerante del fraguado respecto de los valores patrón obtenidos.

CAPITULO VII:**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se indican las conclusiones obtenidos de los ensayos y las recomendaciones para el uso del aditivo.

CAPITULO VIII**ANEXOS**

INTRODUCCION

Los diversos lugares donde se ejecutan las obras civiles y los requerimientos técnicos con la cual se deben ejecutar estas, establecen particularidades unas respecto a de otras, desarrollándose para cada caso alternativas de procesos constructivos, uso de equipos y maquinarias , empleo de materiales convencionales, uso de aditivos , etc. que permitirán cumplir las metas de obra en la cantidad, calidad y dentro de los plazos estipulados por los contratos.

Existen en las obras civiles variables condicionantes de lugar, tiempo, condiciones de servicio y acabado que orientan hacia el uso de aditivos como un ingrediente mas en las mezclas de concreto para lograr algún requerimiento técnico que no se podrían lograr o seria demasiado caro lograrlo con un concreto en condiciones normales. Tenemos en mercado una gama de tipos de aditivos : Acelerantes, retardados, plastificantes , puentes de adherencia, incorporadores de aire, reductores de agua, etc. que ofrecen propiedades químicas que adicionadas a los del concreto según sea el requerimientos : acelera o retarda la figura del concreto fresco, logra mayores resistencias iniciales o finales a edades menores , plastifica las mezclas de concreto fresco para facilitar su colocación , logra puentes de adherencia entre concretos de edades diferentes, incorpora moléculas de aire al concreto para limitar el ataque del agua absorbida por las bajas de temperaturas etc.

En esta tesis de investigación enfocamos específicamente a los aditivos acelerantes de fraguado del concreto fresco que ofrecen las siguientes propiedades:

Disminuye el tiempo de fraguado.

Anti Congelante en climas fríos.

Ganancia temprana de la resistencia a compresión.

De ser eficiente el cumplimiento de las propiedades ofrecidos por el aditivo acelerante se tendría

Edades menores de desencofrado

Puesta en servicio de las estructuras en menor tiempo debido a la ganancia temprana de resistencia.

Permite la fragua de concreto en climas fríos.

Acorta los plazos de ejecución de obra.

Mejoras económicas para las empresas.

Los aditivos son productos que han desarrollado su formulación química en otros países, en otras condiciones y con otras calidades de materiales; por tanto en nuestro medio para aceptar el uso de un determinado aditivo para una determinada obra, se tiene que efectuar los ensayos respectivos que certifiquen las propiedades ofrecidas por un aditivo, en los climas donde desarrollan las obras y con los materiales a utilizar, solo así podremos estar seguros de los resultados a esperar.

El aditivo elegido para el desarrollo de la presente tesis de investigación es el acelerante de fragua.. Chema Estruct ,comercializado por la Empresa Importadora Técnica Industrial y Comercial S.A. ITICSA; la dosificación de uso recomendada por el fabricante esta referida al peso del cemento utilizado en la mezcla y el cemento a utilizar es el cemento Portland tipo I-sol

CAPITULO I
ESTUDIO DE LOS MATERIALES

1.1 CEMENTO PORTLAND

1.1.1 INTRODUCCION

El cemento es un aglomerante hidráulico obtenido de la calcinación a elevadas temperaturas de rocas calizas y arcillas combinadas en proporciones específicas, obteniéndose un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

1.1.2 DEFINICIONES

CLINKER

Es un producto artificial obtenido de la calcinación a elevadas temperaturas (1400-1450°C) de la mezcla en proporciones específicas de polvo de rocas arcillosas y calizas, obteniéndose nódulos de varios tamaños usualmente ¼" a 1" de diámetro de color negro característico, reluciente y duros al enfriarse.

CEMENTO PORTLAND

Es el producto final obtenido de la pulverización del clinker al cual se le añade yeso en cantidades pequeñas (3 a 6%) para controlar el endurecimiento violento; lográndose un polvo fino que pasa completamente la malla N° 200, y que esta listo para su proceso de envasado y comercialización.

1.1.3 ANALISIS QUIMICO DEL CEMENTO PORTLAND

Habiéndose obtenido el producto denominador clinker por medio de la fundición térmica y habiéndose realizado la molienda final, se obtienen los compuestos químicos establecidos por primera vez por Le chatelier en 1852 y que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado, tenemos los siguientes:

Silicato Tricalcico: $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \longrightarrow \text{C}_3\text{S} \longrightarrow \text{ALITA}$

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

Silicato Tricalcico: $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{S} \longrightarrow \text{BELITA}$

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

Aluminato Tricalcico: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{C}_3\text{A}$

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

Ferro aluminato tetra calcio: $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{C}_4\text{AF} \longrightarrow \text{CELITA}$

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

OXIDO DE MAGNESIO: MgO

Este componente tiene importancia para contenidos mayores del 5% pues genera problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

OXIDO DE POTASIO Y SODIO: K_2O $\text{Na}_2\text{O} \longrightarrow \text{Alcalis}$

Son mas importantes estos álcalis cuanto entran en contacto cierto tipo de con agregados produciéndose reacciones químicas generando expansiones en los cementos y morteros.

OXIDO DE MAGNESIO Y TITANIO : Mn_2O_3 , TiO_2

El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su colocación, que tiende a ser marrón si se tiene contenidos mayores al 3% y se ha observado que para contenidos mayores del 5% existe disminución de las resistencias a largo plazo.

El segundo componente influyen en la resistencia, reduciéndola para contenidos mayores del 5%.

FORMULAS DE BOGUE PARA EL CALCULO DE LA COMPOSICION DE LOS CEMENTOS

En 1929 el químico norteamericano R.H. Bogue establece las formulas que permiten la determinación de los componentes del cemento en base a conocer el porcentaje de óxidos que contiene habiendo sido asumidos por la norma ASTM C-150 permite obtener una aproximación practica al comportamiento potencial de cualquier cemento Portland normal no mezclado.

$$\text{Si } \frac{AL_2O_3}{Fe_2O_3} > 0.64:$$

$$C_3S = 4.091CaO - 7.6 SiO_2 - 6.718AL_2O_3 - 1.43Fe_2O_3 - 2.852SO_3$$

$$C_2S = 2.867 SiO_2 - 0.7544C_3S$$

$$C_3A = 2.65AL_2O_3 - 1.692Fe_2O_3$$

$$C_4AF = 3.04Fe_2O_3$$

$$\text{Si } \frac{AL_2O_3}{Fe_2O_3} > 0.64, \text{ se forma } (C_4 AF + C_2AF) \text{ y se calcula:}$$

$$(C_4 AF + C_2AF) = 2.10AL_2O_3 + 1.702Fe_2O_3$$

$$\text{Donde : } C_3S = 4.071CaO - 7.6 SiO_2 - 4.479AL_2O_3 - 2.859Fe_2O_3 - 2.852SO_3$$

En estos cementos no hay C3A por lo que la resistencia a los sulfatos es alta; el C₂S se calcula igual.

Las variantes en concreto a las proporciones de estos compuestos son los que definen los tipos de cemento. La importancia práctica de las fórmulas de Bogue es que permite evaluar cuál será la composición potencial probable y compararla con los valores. Standard para cada tipo de cemento, pudiendo estimarse las tendencias de comportamiento en cuanto a las características que nos interesa desde el punto de vista del concreto, como son resistencia en el tiempo, color de hidratación, resistencia a la agresividad química, etc.

1.1.4 TIPOS DE CEMENTOS Y SUS APLICACIONES PRINCIPALES

Los tipos de cemento normalizados según la norma ASTM C-150 y que fabrican en el Perú tenemos:

CEMENTO PORTLAND TIPO I

Es de uso general, donde no se requiere de propiedades especiales. Es el cemento que se utilizará para el desarrollo de la tesis de investigación.

CEMENTO PORTLAND TIPO II

Es un cemento que presenta una moderada resistencia a los sulfatos y una moderada de hidratación, recomendada para vaciados de concreto masivos.

CEMENTO PORTLAND TIPO III

Es un cemento que por su composición química ofrece una alta resistencia inicial recomendado para climas fríos o para una puesta de servicios mas adelantada de las estructuras.

CEMENTO PORTLAND TIPO IV

Es un cemento de bajo calor de hidratación recomendado para vaciado de concreto masivos o para zonas altas la temperatura ambiente.

CEMENTO PORTLAND TIPO V

Este tipo de cemento se fabrica para zonas de trabajo donde existe un ataque bastante agresivo de sulfatos y es de moderado calor de hidratación.

También es importante mencionar otros tipos de cementos que son utilizados en nuestro medio, que son obtenidos a partir de algunos tipos mencionados anteriormente y es por adición de algún material o sustancias, tenemos:

CEMENTO PORTLAND TIPO IP

A este tipo se le ha añadido puzolana en un porcentaje que esta entre el 15% y 40% de sus peso total.

CEMENTO PORTLAND TIPO IPM

A este cemento se le ha añadido puzolana en un porcentaje de hasta el 15% de su peso total.

1.1.5. CEMENTO PORTLAND TIPO I – SOL

CUADRO N° 1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO PORTLAND TIPO I-SOL
Peso específico	3.15 gr/cm ³
Finura	2.968
Consistencia Normal	24.5%
Consistencia de aire	6.6%
Fraguado Vicat:	
- Inicial	3h14m
- Final	4h59m
Fraguado GILLMARE:	
- Inicial	3h35m
- Final	5h20m
Superficie específica	2968 cm ²
Expansión auto clave	0.17%
Resistencia a la compresión.	
3 Días	197 Kg/cm ²
7 Días	268
28 días	326
60 días	342

CUADRO N° 1.2
CARACTERÍSTICAS QUIMICAS STANDART RESPECTO DE LA NORMA
A.S.T.M. C-150

DESCRIPCION	TIPO I-SOL
- MgO , porcentaje Max.	6.0
- SO ₃ porcentaje Max.	
Cuando C ₃ A es < 8%	3.0
Cuando C ₃ A es < 8%	-
- Perdida por ignición % max.	3.0
- R. Insoluble, % Max.	
- Alcalis (Na ₂ O + 0.658K ₂ O)	0.75
- % Max (opcional)	0.60

CUADRO N° 1.3
CARACTERÍSTICAS QUIMICAS

NOMBRE DESCRIPCION	FORMULA	CANTIDAD (%)
Oxido de Silicio	SiO ₂	19.70
Oxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	3.08
Oxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	7.72
Oxido de Calcio	CaO	50.20
Oxido de Magnesio	MgO	2.93
Oxido de Azufre	SO ₃	3.02
Pérdidas por calcinación	-	2.70
Residuo Insoluble	-	1.58
Oxido de Sodio + Oxido Potasio	-	-
Sulfato Tricalcico	C ₃ S ₃	43.39
Sulfato Dicalcico	C ₂ S	23.95
Aluminato Tricalcico	C ₃ A	15.35
Aluminato Tetra-calcico	C ₄ AF	9.19

1.2 AGREGADO FINO

NORMA NTP 400.011

1.2.1 CONCEPTOS GENERALES

DEFINICION

El agregado fino es un material que se obtiene de la desintegración natural o artificial de otros agregados de mayor tamaño. Esta comprendido por todos los tamaños que pasan por malla 3/8" y quedan retenidas en la malla N° 200. Para ser utilizado en la proporción de concreto deberá cumplir con ciertas propiedades físicas controladas por normas de calidad.

CANTERA: Para la presente investigación se utilizó agregado fino proveniente de la cantera San Martín ubicada a la altura del Km. 6.10, de la Carretera Central, en Vitarte.

1.2.2. PROPIEDADES FISICAS

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas NTP. La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirán obtener valores que serán utilizados para los diseños de mezclas de concreto a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: peso específico, peso unitario granulometría, módulo de finura, porcentaje de finos que pasa la Malla N° 200, contenido de humedad y absorción. A continuación presentamos las propiedades físicas estudiadas.:

1.2.2.1 PESO ESPECIFICO

NORMA NTP400.022

A.S.T.M. C - 128

Peso específico de masa; es la relación del peso al aire de un volumen unitario de un agrupado incluyendo los vacíos al peso en aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada, se puede emplear agua potable libre de gas a la temperatura establecida.

Se usa en los diseños de mezclas y en la determinación del peso sólido y volumen absoluto.

Peso específico aparente; es la relación del peso en aire de un volumen unitario de un agregado al peso en aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada o agua potable libre de gas a la temperatura establecida.

Es necesario para la dosificación de la mezcla para el cálculo de los volúmenes absolutos del material.

Para este material se han realizado tres ensayos de los cuales se ha obtenido un valor promedio, ver anexo A.

Peso específico de Masa : 2.69 gr/cc.

Peso específico de Masa Sat. Superficialmente seco : 2.71 gr/cc.

Peso específico aparente : 2.75 gr/cc.

1.2.2.2. PESO UNITARIO

NORMA NTP 400.017

ASTM C-29

El peso unitario de un agregado es el peso de un volumen establecido, considerando los vacíos que se encuentran en su interior ; se expresa como el peso de un metro cúbico de material.

El peso unitario se expresa de dos formas: el suelto y el compactado.

PESO UNITARIO SUELTO

El agregado se llena continuamente hasta completar el volumen establecido, sin ningún tipo de compactación.

PESO UNITARIO COMPACTADO

El agregado se llena en tres partes iguales, aplicando compactación por varillado a cada capa de acuerdo a la especificación de la norma.

Se han realizado tres ensayos para cada peso unitario, ver anexo "A" y cuyos promedios son:

- Peso unitario suelto = 1739.00Kg/m³

- Peso unitario compacto = 1992.00Kg/m³

1.2.2.3 GRANULOMETRIA

NORMA NTP 400.012

ASTM C-136

Esta propiedad caracteriza al agregado en base a la densidad de tamaños de sus partículas que lo conforman. Para esta caracterización de tamaños se usan tamices normalizados y cuyo procedimiento de ensayo esta dado por la norma indicada. La importancia de esta propiedad es que de acuerdo a la forma como están distribuidos sus tamaños tienen influencia directa sobre el comportamiento del cemento fresco y endurecido.

Se realizaron tres ensayos, ver Anexo A y gráfico 1.1; los valores promedios obtenidos son

CUADRO N° 1.4
GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO FINO

Malla	Peso retenido (grs)	Porcentaje Parcial Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Acumulado que pasa
3/8"	1.80	0.0	0.0	100.0
¼	9.20	2.0	2.0	98.0
N° 4	21.40	4.0	6.0	94.0
8	76.90	15.0	21.0	79.0
16	124.10	25.0	46.0	54.0
30	100.3	20.0	66.0	34.0
50	75.30	15.0	81.0	19.0
100	31.50	6.0	87.0	13.0
200	38.70	8.0	95.0	5.0
FONDO	20.80	5.0	100.0	0.0

1.2.2.4 MODULO DE FINURA

**NORMA NTP 400.011
ASTM C-125**

El modulo de finura del agregado fino se calcula mediante la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados entre 100, de los tamices: N°4,8,16,30,50 y 100; del ensayo granulometrico promedio.

Presentamos a continuación el valor hallado:

$$MF = \frac{6.0+21.0+46.0+66.0+81.0+87.0}{100} = 3.07$$

1.2.2.5 CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA LA MALLA N° 200

**NORMA NTP 400.018
ASTM C-117**

Este ensayo nos permite determinar en porcentaje la cantidad de material de tamaño menor que la Malla N° 200, que se encuentra adherido a las paredes del agregado o que se encuentra como material suelto mezclado con el agregado fino.

Del ensayo practicado tenemos:

Porcentaje que pasa la malla N° 200 = 3.5%

1.2.2.6 CONTENIDO DE HUMEDAD

**NORMA NTP 400.016
ASTM C-566**

Este valor se indica en porcentaje y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra humedad secada al horno en 110° C, entre el peso seco de la materia; y a este cociente se multiplica por 100.

Se han efectuado tres ensayos, Ver anexo A, y cuyo valor promedio es:

$$C.H. = 1.05\%$$

1.2.2.7 PORCENTAJE DE ABSORCION

NORMA NTP 400.022

ASTM C-128

La absorción de un agregado se indica por el porcentaje total de agua interna que le es necesario tomar a un agregado para llegar a la condición de saturado con superficie seca; condición de equilibrio.

Es una medida de la porosidad del agregado y su valor mas permite saber cuanto de agua tomara el agregado en la mezcla de concreto.

Se han efectuado tres ensayos, ver anexo A, y cuyo valor promedio es:

$$\text{Porcentaje de Absorción} = 0.80\%$$

1.3. AGREGADO GRUESO

NORMA NTP 400.001

1.3.1 CONCEPTOS GENERALES

DEFINICION.- Son materiales obtenidos por la desintegración natural o mecánica de rocas de mayor tamaño. Se trata del material que es retenido en la malla N° 4, y que para que pueda ser utilizado en la proporción de concreto, sus propiedades deben cumplir los controles de calidad que especifica la norma.

CANTERA.- El agregado grueso utilizado para el desarrollo de la tesis de investigación es de la cantera de cajamarquilla ubicada a la altura del Km. 10 de la carretera Central, al lado de la refinería de cajamarquilla.

1.3.2 PROPIEDADES FISICAS

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación de concreto, sus propiedades físicas de calidad deben cumplir los requerimientos mínimos que especifican las normas de control. Las propiedades físicas de calidad deben cumplir los requisitos mínimos especifican normas de control. Las

propiedades físicas a estudiar: peso específico, peso unitario, granulometria, módulo de finura, contenido de humedad y porcentaje de absorción.

1.3.2.1 PESO ESPECIFICO

NORMA NTP 400.021

ASTM C-127

Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores menores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absorbentes de mayor cantidad de agua, etc.)

Respecto a los tres ensayos practicados ver anexo A y cuyo valor promedio mostramos:

Peso específico de masa : 2.75 gr/cc.

Peso específico de masa sat. Supef. Seca : 2.77 gr/cc.

Peso específico aparente : 2.81 gr/cc.

1.3.2.2 PESO UNITARIO

NORMA NTP 400.017

ASTM C-29

Análogamente el ensayo para el agregado fino se procedió según norma, Ver anexo A, y cuyo valor promedio mostramos:

Peso Unitario Suelto = 1411.00Kg/m³

Peso Unitario compactado = 1640.00Kg/m³

1.3.2.3 GRANULOMETRIA

NORMA NTP 400.012

ASTM C-136

Se determino de acuerdo a la especificación de la norma, Ver anexo A; cuyo valor promedio es:

CUADRO 1.5
GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO

Malla	Peso retenido (grs)	Porcentaje Parcial Retenido	Porcentaje Acumulado Retenido	Porcentaje Acumulado que pasa
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1½	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	1734.0	14.0	14.0	86.0
¾	4103.0	34.0	48.0	52.0
½	3565.0	30.0	78.0	22.0
3/8	1722.0	14.0	92.0	8.0
¼	795.0	7.0	99.0	1.0
Fondo	81.0	1.0	100.0	0.0

Del análisis granulométricos tenemos que el tamaño máximo nominal máximo del agregado grueso de acuerdo a la Norma NTP 400.011 (ASTM C-467), es el determinado por la malla inmediata superior a aquella que retiene 15% ó mas del agregados.

De lo expresado tenemos:

tamaño nominal Máxima = 1"

1.3.2.4 MODULO DE FINURA

NORMA NTP 400.011
ASTM C-125

Para el módulo de finura del agregado grueso, se obtiene sumando los porcentajes retenidos acumulados por los tamices de 1"½, ¾", 3/8", más 600 y todo esto dividido por 100.

$$MF = \frac{48.0 + 92.0 + 600}{100} = 7.40$$

1.3.2.5 CONTENIDO DE HUMEDAD**NORMA NTP 400.021****ASTM C-566**

Se procedió de acuerdo a lo estipulado por la norma de control, determinándose tres valores cuyo promedio es:

Contenido de humedad = 0.42%

1.3.2.6 PORCENTAJE DE ABSORCION**NORMA NTP 400.021****ASTM C-127**

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser secado a peso constante y luego sumergido 24 horas en agua.

Porcentaje de Absorción = 0.66%

1.4 AGUA**NORMA NTP 339.088**

Se utilizó agua potable para la preparación de las mezclas de concreto, proveniente de la red pública que alimenta el laboratorio de Ensayo de materiales N° 01 de la Facultad de Ingeniería Civil

La norma de control establece los requisitos mínimos del agua para ser usada en mezclas y curado de concreto:

CUADRO N° 1.6

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
- Sólidos en suspensión	500 ppm, máxima
- Materia orgánica	3ppm, máxima
- Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en Na H CO ₃)	1000 ppm, máximo
- Sulfatos (ION SO ₄)	600 ppm, máximo
- Cloruros (ION CL)	1000 ppm, máximo
- Ph	entre 5.5 y 8

CUADRO N° 1.7

CUADRO RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

PROPIEDADES	UNIDADES	AGREGADOS	
		FINO	AGREGADO GRUESO
T.N.M.	-	-	1"
Modulo de finura	-	3.07	7.40
Peso Unitario suelto	kg/m ³	1739.0	1411.0
Peso unitario compactado	kg/m ³	1992.0	1640.0
Peso especifico	gr/cc	2.69	2.75
Peso especifico de masa S.S.S	gr/cc	2.21	2.77
Peso especifico aparente	gr/cc	2.75	2.81
Porcentaje de Absorción	%	0.80	0.66
Contenido de humedad	%	1.05	0.42
Material fino que pasa la Malla N°200	%	3.50	0.40

1.5 ADITIVOS

1.5.1 CONCEPTOS GENERALES

Se define un aditivo como material diferente al agua, de los agregados y del cemento hidráulico que se agrega a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado.

Los aditivos se utilizan para modificar las propiedades del concreto haciéndolo mas adecuado para determinado trabajo o también por razones de economía.

Frecuentemente un aditivo permite la aplicación de métodos de construcción o de diseño menos costoso, para compensar cualquier incremento en el costo debido al uso de un aditivo.

Los aditivos deben usarse de acuerdo con las especificaciones del ASTM o con otras especificaciones que puede proporcionar el fabricante, debe usarse solo después de haber evaluado apropiadamente sus efectos, hay que probarlo de preferencia con los materiales particulares y en las condiciones de utilización, ya que en algunos casos afectan a mas de una de las propiedades del concreto.

1.5.2 CLASIFICACION

Según las normas ASTM C-494 los aditivos se clasifican en base a las propiedades que le adicionan al concreto; tenemos:

Aditivos tipo A: Reductores de agua

Aditivos tipo B: Retardantes

Aditivos tipo C: Acelerantes

Aditivos tipo D: Reductor de agua y Retardante

Aditivos tipo E: Reductor de agua y Acelerante

Aditivos tipo F: Reductor de agua de Alto Rango

Aditivos tipo G: Reductor de agua de Alto Rango y Retardante

Según el comité del ACI 212, clasifica a los aditivos según los efectos característicos que le confiere al concreto; tenemos:

Aditivos acelerantes

Aditivos reductores de agua y que controlan la fragua

Aditivo para inyecciones

Aditivo incorporados de aire

Aditivos extractores de aire

Aditivos formadores de gas

Aditivos expansores

Minerales finamente molidos

Aditivos para impermeabilizar

Aditivos pegantes

Aditivos químicos para reducir la expansión debida a la reacción entre los agregados y los álcalis del cemento

Aditivos inhibidores de corrosión

Aditivos fungicidas, germicidas e insecticidas.

Aditivos floculadores

Aditivos colorantes

1.5.3 ADITIVO ACELERANTE DEL FRAGUADO CHEMA ESTRUCT

NORMA ASTM C-494-TIPO "C"

El fabricante de productos Chema es CHEM MASTER DEL PERU S.A., y el distribuidor de dichos productos Importadora Técnica Industrial y Comercial S.A. ITICSA, a continuación presentamos hoja técnica del aditivo.



23

Chema Estruct

**Acelerante de fragua anticongelante
para obtener altas ganancias tempranas
de resistencias a la compresión, tanto a temperaturas
normales como bajo cero.**

ido por:

Masters del Perú S.A.

DESCRIPCIÓN:

Es un acelerante de fragua líquido que funciona como anticongelante en climas fríos. Su efecto es sobre toda mezcla cementosa, tanto de cemento PORTLAND como PUZOLANICOS y resistente a los sulfatos Tipo V. No tiene efectos corrosivos sobre el REFUERZO METALICO, sino más bien funciona como inhibidor de la oxidación.

Puede ser empleado tanto a temperaturas normales como bajo cero o climas cálidos. No contiene cloruros. Producirá importantes ganancias tempranas de la resistencia a la compresión.

Este efecto como acelerante de fragua o anticongelante será más notorio mientras más baja sea la temperatura. Este aditivo protege el concreto en su estado fresco de congelarse.

USOS:

Para vacados de elementos estructurales en cualquier clima, donde se desee obtener en 3 días la fuerza a la compresión (f'c) que se obtendría con el mismo diseño de mezcla a los 7 días sin el CHEMA ESTRUCT.

Para vacados en climas fríos o donde se espera una helada; hará que el concreto frague, en la mitad de tiempo a pesar de la baja de temperatura. En este caso funciona como anticongelante.

MODOS DE EMPLEO:

Según su necesidad, una de las siguientes dosificaciones:

REDUCIDA 250 cc x bolsa de cemento en el agua de amasado
NORMAL 375 cc x bolsa de cemento en el agua de amasado
SUPERIOR 500 cc x bolsa de cemento en el agua de amasado

Para la dosificación requerida de CHEMA ESTRUCT en el agua de amasado al momento en que se va a usar, mezclarlo bien.

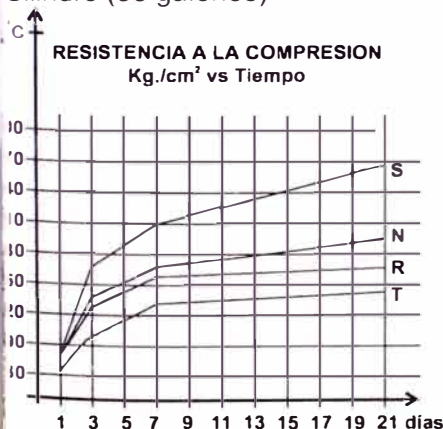
La relación a/c recomendada máxima deberá ser 0.45 o se deberá reducir hasta en 10% la cantidad de agua. La trabajabilidad del concreto no será disminuida debido a que el CHEMA ESTRUCT contiene plastificantes.

UNIDADES:

Galón
Lata (05 galones)
Cilindro (55 galones)

RESULTADOS REFERENCIALES CON CEMENTO PORTLAND N° 1 - DOSIFICACION

EFFECTOS	TESTIGO	SUPERIOR	NORMAL	REDUCIDA
TIEMPO FRAGUA 20° C	5.30 Hrs.	4.0 Hrs.	4.30 Hrs.	5 Hrs.
GAN f'c Kg/cm ² 1d	44 (100%)	74 (168%)	72 (163%)	59 (134%)
GAN f'c Kg/cm ² 3d	96 (100%)	155 (161%)	135 (138%)	133 (138%)
GAN f'c Kg/cm ² 7d	133 (100%)	193 (145%)	169 (127%)	161 (121%)
GAN f'c Kg/cm ² 21d	145 (100%)	260 (133%)	190 (131%)	164 (110%)
RELACION a/c	0.50	0.45	0.47	0.30
TIEMPO FRAGUA 6° C	19 Hrs.	6.30 Hrs.	--	--



BUIDO POR



Importadora Técnica Industrial y Comercial S.A.

Lima: Av. Industrial N° 765 Lima 1 - Telfs.: 336 8407 • 336 8409 • 336 8410
336-8411 • 336-6617 • 336 6716 Fax: 336-8408
(Alt. Crda. 25 Av. Argentina) Casilla 18 - 1435

CAPITULO II
DISEÑO DE MEZCLAS

Generalidades

El concreto es un material compuesto por proporciones definidas en cemento, agregado fino, agregado grueso y agua. Su calidad varia de acuerdo a los requerimientos técnicos de los proyectos.

En su estado inicial presenta una estructura plástica, moldeable que al transcurrir el tiempo toma una estructura sólida, indeformable, presentando un comportamiento resistente a la sollicitación presenta.

El diseño de la mezcla de un concreto cumple un papel muy importante en la ejecución de las obras civiles, pues de acuerdo a los requerimientos técnicos del proyecto, esta debe ser elaborada de tal manera que el concreto en su estado fresco cumpla condiciones de consistencia y trabajabilidad que facilite su colección en sus molduras, y así mismo en su estado endurecido alcance una resistencia a compresión promedio mayor que el valor especificado en el proyecto.

Así también es importante considerar el aspecto económico en la producción del concreto, pues se deben encontrar las proporciones optimas de cada componente de tal manera que asegure la calidad y economía para las construcciones.

Para el diseño de las mezclas de concreto existen varios métodos a considerar, para el desarrollo de la presente tesis de investigación se ha optado por el método de volúmenes absolutas con la variación en la determinación de los porcentajes óptimos de agregado fino y grueso.

2.1. COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA OBTENCIÓN DEL MAYOR PESO UNITARIO

Para lograr un concreto de características optimas debe buscar que la participación de los componentes también sea optima. En esta parte se busca determinar el porcentaje de combinación óptimo del agregado fino y grueso de tal

manera que obtengamos el concreto de mayor densidad, cohesivo, de menor contenido de aire, de menor exudación, trabajable y más resistente.

Para ello se establecen porcentaje de combinación de agregado fino y grueso obteniéndose para cada caso su peso unitario compactado; construyendo la gráfica de Peso Unitario Compactado vs. Porcentaje de arena, donde hallamos el mayor Peso Unitario Compactado y el correspondiente porcentaje de arena. Para asegurar también la mayor resistencia preparamos concreto para el porcentaje de combinación de agregados hallado, además tomamos dos porcentajes antes y después de arena, para construir una gráfica de $f'c$ vs. % Arena, de donde se obtendrá el mayor $f'c$ y el óptimo porcentaje de combinación de agregados, con lo cual estamos asegurados la mayor calidad del concreto.

A continuación presentamos el cuadro de valores ensayados para la obtención del mayor Peso Unitario Compactado y el porcentaje de combinación de agregados correspondientes:

CUADRO N°2.1

Porcentaje de agregado fino	Porcentaje de agregado grueso	Peso unitario compactado (kg/m³)
45	55	2023
50	50	2036
55	45	2056
60	40	2057
65	35	2054
70	30	2032

Del ensayo del peso unitario compactado se ha obtenido que para el 61.4% de agregado fino y 38.6% de agregado grueso se ha obtenido el máximo peso unitario compactado de combinación de agregados. Se usaran estos valores encontrados para la determinación de la máxima resistencia y óptimo porcentaje de combinación de agregados. Ver gráfico N°2.1 en anexo A.

2.2. DISEÑO DE MEZCLA PARA LA COMBINACIÓN OPTIMA DE AGREGADOS.

Tomando los porcentajes en peso encontrados, para el agregado fino 61.4% y agregado grueso 38.6%, cambiamos a porcentajes en volumen obteniendo para el agregado fino 62% y para el agregado grueso 38%, son con estos porcentajes en volumen con los que trabajaremos para encontrar la curva de optima resistencia y porcentaje de combinación de agregados.

El diseño de concreto se hará para la relación $a/c=0.45$ y considerando los porcentajes de agregado fino: 52%, 56%, 60%, 64%; con lo cual se preparan 03 probetas para cada porcentaje, ensayándose a los 7 días, donde se obtendrá la optima resistencia a compresión y el porcentaje optimo de agregado fino que interviene en la mezcla. Ver gráfico N°2.2, del anexo A.

2.3. ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

Es importante antes de iniciar el diseño de una mezcla de concreto tomar en cuenta ciertas consideraciones técnicas que van orientar a obtener una mezcla de concreto que cumpla las expectativas de obra; se debe tomar en cuenta:

Las condiciones climatológicas del lugar de trabajo.

Características de los materiales de la zona.

Tipos de estructuras a trabajar.

La trabajabilidad de las mezclas para lograr su colocación.

Equipos y métodos de colocación del concreto

Calidad de los diferentes tipos de concreto a utilizar.

Control de calidad del concreto.

Condiciones de trabajo de las estructuras

Condición de diseño por resistencia o durabilidad

Empleo de aditivos para ciertos requerimientos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad, uso mas temprano de las estructuras, traslado a distancia del concreto, etc.

2.4. DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO SIN ADITIVO

Para desarrollar la presente tesis de investigación se ha diseñado, concretos sin aditivo (denominados concreto patrón) para las relaciones agua-concreto =0.40, 0.45 y 0.50 y para un asentamiento comprendido de 3'' a 4''.

2.4.1. Para la relación a/c=0.40

PASO N°01:

Especificaciones

- Relación a/c=0.40
- Asentamiento o slump de 3'' a 4''.

PASO N°02:

MATERIALES:

MATERIALES	DESCRIPCION DEL ENSAYO
- Cemento SOL- Tipo I	- Peso específico =3.15 gr/cc - Peso de una bolsa =42.5 kg.
- Agua	- Potable de la red pública de Lima
- Agregado Fino	- Peso específico=2.69 gr/cc - Peso unitario suelto=1939 kg/m ³ - Peso unitario compactado=1992 kg/m ³ - Contenido de humedad =1.05% - Absorción =0.80% - Modulo de finura = 3.09 - Porcentaje de finos que pasa malla N°200=3.5%
- Agregado Grueso	- Peso específico =2.75 gr/cc - Peso unitario suelto = 1411 kg/m ³ - Peso unitario compactado=1640 kg/m ³ - Contenido de humedad =0,33% - Absorción =0,66% - Modulo de finura = 7.40 - Tamaño nominal máximo =1'' - Tamaño máximo = 1''1/2

PASO N° 03:

Selección de volumen unitario de agua:

Después de tres ensayos practicados en mezclas de prueba se ha obtenido el contenido de agua correcta para el diseño.

$$\Rightarrow A = 280 \text{lt/m}^3$$

PASO N°04:

Contenido de aire atrapado para el tamaño máximo de agregado grueso es 1.5%

PASO N°05

$$\text{Factor cemento: } \frac{280}{0,40} = 700 \text{ kg/m}^3 = 16.5 \text{ bolsas./m}^3$$

Paso N°06:

- Cemento	700/3150	=	0.222 m ³
- Agua	280/1000	=	0.280 m ³
- Aire	1.5 %	=	<u>0.015 m³</u>
Volumen Absoluto de la Pasta		=	0.517 m ³

$$\Rightarrow \text{Volumen absoluto del agregado: } 1.0 - 0.519 = 0.483 \text{ m}^3$$

PASO N°07

Cálculo de los volúmenes absolutas de los agregado fino y grueso:

Del gráfico 2.2, del anexo A se obtiene para la máxima resistencia ensayada:

Porcentajes en peso	Porcentaje en volumen
Agregado fino = 57.5%	58%
Agregado grueso = 41.5%	42%

- => volumen absoluto del:
- Agregado fino: $0.58 \times 0.483 = 0.28 \text{ m}^3$
 - Agregado grueso: $0.42 \times 0.483 = 0.203 \text{ m}^3$

PASO N°08.

Pesos secos de los agregados:

- Agregados fino = $0.280 \text{ m}^3 \times 2690 \text{ kg/m}^3 = 753.2 \text{ kg/m}^3$
- Agregados grueso = $0.203 \times 2750 \text{ kg/m}^3 = 558.3 \text{ kg/m}^3$

Paso N°09:

Valores de diseño en peso seco:

- Cemento = 700 kg/m^3
- Agua = 280 lt/m^3
- Agregado fino seco = 753.2 kg/m^3
- Agregado grueso seco = 558.3 kg/m^3

Paso N°10:

Corrección por humedad superficial de los agregados:

- Para el agregado fino: $\frac{753.2 (1.05 - 0.80)}{100} = 1.88 \text{ lts.}$
- Para el agregado grueso: $\frac{558.3 (0.42 - 0.66)}{100} = -1.34 \text{ lts}$
 $\frac{\quad\quad\quad}{100} \quad\quad\quad \underline{\quad\quad\quad}$
 $\quad\quad\quad \quad\quad\quad \quad\quad\quad 0.54 \text{ lts}$

=> Aporte de agua a la mezcla por humedad superficial de los agregados = 0,54 lts.

PASO N°11

Pesos húmedos de obra:

Cemento	= 700 kg/m ³	
agregado fino	= 953.2x 1.0105	= 761.10 kg/m ³
agregado grueso	= 558.3 x 1.0042	= 560.6kg/m ³
Agua efectiva	= 280- 0.54	= 279.5lt/m ³

PASO N°12

Relación en pesos de obra:

$$\frac{700}{700} \quad \frac{761.10}{700} \quad \frac{560.6}{700} \quad \frac{279}{700} \Rightarrow 1: 1.08: 0.80: 0.40$$

DOSIFICACION DEL CONCRETO PATRON PARA TANDA DE 1M3 Y 0.02 M3

Materiales	1 m 3	Tanda de prueba 0.02 m3
Cemento	700.00 kg	15.40 kg
Agregado fino	761.10 kg	16.60 kg
Agregado grueso	560.60kg	12.30 kg
Agua efectiva	279.50 lts	6.10 lts

PASON°13**Resultados:**

Como resultado de la preparación de la tanda de prueba, se obtuvo del ensayo de asentamiento (cono de Abrahms) un slump de 3''3/4; aceptable para el rango de trabajo propuesto.

2.4.2. PARA LA RELACIÓN $a/c = 0.45$ **PASON°1:**

Especificaciones: - $a/c=0,45$

- asentamiento o slump de 3'' a 4''

PASON°02:**MATERIALES:**

MATERIALES	DESCRIPCION DEL ENSAYO
- Cemento SOL- Tipo I	- Peso específico =3.15 gr/cc - Peso de una bolsa =42.5 kg.
- Agua	- Potable de la red publica de Lima
- Agregado Fino	- Peso específico=2.69 gr/cc - Peso unitario suelto=1939 kg/m ³ - Peso unitario compactado=1992 kg/m ³ - Contenido de humedad =1.05% - Absorción =0.80% - Modulo de finura = 3.09 -Porcentaje de finos que pasa malla N°200=3.5%
- Agregado Grueso	- Peso específico =2.75 gr/cc - Peso unitario suelto = 1411 kg/m ³ - Peso unitario compactado=1640 kg/m ³ - Contenido de humedad =0,33% - Absorción =0,66% - Modulo de finura = 7.40 - Tamaño nominal máximo =1'' - Tamaño máximo = 1''1/2

PASO N°03:

Procediendo en forma similar tomamos para este diseño: $a = 270\text{lt}/\text{m}^3$.

PASO N°04:

Contenido de aire atrapado = 1.5%

PASO N°05:

$$\text{Factor cemento } \frac{270}{0.45} = 600\text{kg}/\text{m}^3$$

PASO N°06:

$$\begin{aligned} \text{Cemento } 600/3150 &= 0.190 \text{ m}^3 \\ \text{Agua } 270/1000 &= 0.270 \text{ m}^3 \\ \text{aire } 1.5\% &= 0.015 \text{ m}^3 \\ \text{Volumen absoluto de la pasta} &= 0.475 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{Volumen absoluto de los agregados: } 1.00 - 0.475 = 0.525 \text{ m}^3$$

PASO N°07:

Cálculos de los volúmenes absolutos del agregado fino y grueso: tomando los porcentajes en volumen encontrados del gráfico 1.A, obtenemos :

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de:} & \quad - \text{ Agregado fino} &= 0.58 \times 0.525 = 0.305\text{m}^3 \\ & \quad - \text{ Agregado grueso} &= 0.42 \times 0.525 = 0.220 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

PASO N°08:

Pesos secos de los agregados:

$$\begin{aligned} & - \text{ Agregado fino} &= 0.305 \times 2690 = 820.5 \text{ kg}/\text{m}^3 \\ & - \text{ Agregado grueso} &= 0.220 \times 2750 = 605.0 \text{ kg}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

PASO N°09:

Valores de diseño en peso seco:

- Cemento = 600kg/m³
- Agua = 270lts/m³
- Agregado fino = 820.5kg/m³
- Agregado grueso = 605. 0kg/m³

PASO N°10:

Corrección por humedad superficial de los agregados:

- Para el agregado fino: $\frac{820.5 (1.05-0.80)}{100} = 2.05\text{lts}$
- Para el agregado grueso: $\frac{605.0 (0.42- 0.66)}{100} = -1.45 \text{lt3}$
0.60lts

Aporte de agua a la mezcla por humedad superficial de los agregados = 0.60 lts.

PASO N°11:

Pesos húmedos de obra:

- Cemento = 600kg/m³
- Agregado fino = 829. 10 kg/m³
- Agregado grueso = 609.5 kg/m³
- Agua efectiva = 270.00- 0.60 = 269.40lt/m³

PASO N°12:

Relación en pesos de obra:

$$\frac{600}{600} : \frac{829.1}{600} : \frac{609.5}{600} : \frac{269.40}{600} \Rightarrow 1:1.38:1.01:0.45$$

DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PATRÓN PARA TANDA DE 1M3 Y 0,02M³

Materiales	1 m3	Tanda de prueba 0.02 m3
Cemento	600.00kg	13.10kg
Agregado fino	829.10kg	18.10kg
Agregado grueso	607.50kg	13.30kg
agua efectiva	269.40lts	5.90lts

PASO N°13:

Resultados:

De la preparación de la tanda y muestreo del concreto se obtuvo un asentamiento o slump de 3" ³/₄, y es aceptable para el rango de trabajo propuesto.

2.4.3. PARA LA RELACIÓN DE a/c=0.50**PASO N°01**

Especificaciones: - Relación a/c= 0.50

- Asentamiento o slump de 3'' a 4''

PASO N°02**MATERIALES:**

MATERIALES	DESCRIPCION DEL ENSAYO
- Cemento SOL- Tipo I	- Peso especifico =3.15 gr/cc - Peso de una bolsa =42.5 kg.
- Agua	- Potable de la red publica de Lima
- Agregado Fino	- Peso especifico=2.69 gr/cc - Peso unitario suelto=1939 kg/m ³ - Peso unitario compactado=1992 kg/m ³ - Contenido de humedad =1.05% - Absorción =0.80% - Modulo de finura = 3.09 -Porcentaje de finos que pasa malla N°200=3.5%
- Agregado Grueso	- Peso especifico =2.75 gr/cc - Peso unitario suelto = 1411 kg/m ³ - Peso unitario compactado=1640 kg/m ³ - Contenido de humedad =0,33% - Absorción =0,66% - Modulo de finura = 7.40 - Tamaño nominal máximo =1'' - Tamaño máximo = 1'' 1/2

PASO N°03:

Similar a los casos anteriores, obtenemos el agua de diseño:

$$a = 250\text{lt/m}^3$$

PASO N°04:

Contenido de aire atrapado = 1.5%

PASO N°05:

$$\text{Factor cemento} \quad \frac{250}{0.50} = 500\text{kg/m}^3$$

PASO N°06:

- Cemento	500 / 3150	=	0.159 m ³
- Agua	250 / 1000	=	0.250m ³
- Aire	1.5%	=	<u>0.015 m³</u>
Volumen absoluta de la pasta		=	0.424m ³

$$\Rightarrow \text{Volumen absoluta de los agregados: } 1.00 - 0.424 = 0.576 \text{ m}^3$$

PASO N°07:

Volúmenes absolutos de los agregados fino y grueso:

Tomando los porcentajes en volumen encontrados del gráfico 1.A, obtenemos:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto del:} & \quad - \text{ Agregado fino} & = 0,58 \times 0,576 = 0,334 \text{ m}^3 \\ & \quad - \text{ Agregado grueso} & = 0,42 \times 0,576 = 0,242 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

PASO N°08:

Pesos secos de los agregados:

$$\begin{aligned} - \text{ Agregado fino} & = 0,334 \times 2690 = 898.5 \text{ kg/m}^3 \\ - \text{ Agregado grueso} & = 0.242 \times 2750 = 665.5 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

PASO N°09:

Valores de diseño en peso seco:

- Cemento = 500 kg/m³
- Agua = 250 lt/m³
- Agregado Fino = 898,5 kg/m³
- Agregado Grueso = 665,5 kg/m³

PASO N°10:

Corrección por humedad superficial de los agregados:

$$\text{Para el agregado fino : } \frac{898,5 (1.05-0.80)}{100} = 2.75 \text{ lt}$$

$$\text{Para el agregado grueso: } \frac{665.5 (0.42-0.66)}{100} = - 1.60 \text{ lt}$$

$$\underline{\hspace{10em}} \\ 0.65 \text{lt}$$

Aporte de agua a la mezcla por humedad superficial de los agregados = 0.65lt/m³.

PASO N°11

Pesos húmedos de obra:

- Cemento = 500kg/m³
- Agregado fino = 898.5x1.0105 = 907.9kg/m³
- Agregado grueso = 665,5x 1,0042 = 668.3 kg/m³
- Agua efectiva = 250.0-0,65 = 249.4 lt/m³

PASO N°12:

Relación en peso de obra:

$$\frac{500}{500} : \frac{907.9}{500} : \frac{668.3}{500} : \frac{249.4}{500} \Rightarrow 1:1.82:1.34:0.50$$

**DOSIFICACION DEL CONCRETO PATRON PARA TANDA DE 1 M³
Y 0.02M³**

MATERIALES	1 M³	TANDA DE PRUEBA 0.02 M³
Cemento	500.0kg	10.80kg
Agregado fino	907.9kg	19.70kg
Agregado grueso	668.3kg	14.50kg
Agua efectiva	249.4	5.40lts

PASO N°13

Resultados.

De la preparación de la tanda y muestreo del cemento se obtuvo un asentamiento o slump de 3''3/4, es aceptable para el rango de trabajo propuesto.

2.5. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON ADITIVO

Habiendo obtenido los diseños de concreto sin aditivo(concreto patrón) para cada relación agua-cemento, tomamos estos mismos diseños y le aplicamos las tres dosificaciones recomendadas por el vendedor del aditivo. Para un mejor entendimiento y descripción de los ensayos definimos las dosificaciones del aditivo como:

Dosificación tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento

Dosificación tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento

Dosificación tipo C = 500 cc/ bolsa de cemento

2.5.1 PARA LA RELACIÓN a/C =0.40

Tomando el diseño de concreto sin aditivo para la relación a/c=0.40, obtenemos los siguientes diseños:

DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO "A" Y RELACIÓN a/c = 0.40

Materiales	Para Tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	700.00 kgs	15.40 kgs
Agregado fino	761.10 kgs	16.60 kgs
Agregado grueso	560.60 kgs	12.30 kgs
Agua	279.50 lts	6.10 lts
Aditivo dosificación tipo "A"	4.20 mts	90.0 cc

DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO "B" Y RELACIÓN a/c = 0.40

Materiales	Para Tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	700.00 kg	15.40 kg
Agregado fino	761.10 kg	16.60 kg
Agregado grueso	560.60 kg	12.30 kg
Agua	279.50 lts	6.10 lts
Aditivo dosificación tipo "B"	6.20 lts	136.0 cc

**DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO "C" Y
RELACIÓN a/c = 0.40**

Materiales	Para Tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	700.00 kg	15.40 kg
Agregado fino	761.10 kg	16.60 kg
Agregado grueso	560.60 kg	12.30 kg
Agua	279.50 lts	6.10 lts
Aditivo dosificación tipo "C"	8.20 lts	181.0 cc

2.5.2 PARA LA RELACIÓN a/c = 0.45

Tomamos el diseño de concreto sin aditivo para la relación a/c = 0.45; obtenemos los siguientes diseños:

**DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO "A" Y
RELACIÓN a/c = 0.45**

Materiales	Para Tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	600.00 kg	13.10 kg
Agregado fino	829.10 kg	18.10 kg
Agregado grueso	607.50 kg	13.30 kg
Agua efectiva	279.50 lts	5.91lts
Aditivo dosificación tipo "A"	3.50 lts	77.0 cc

**DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO “B” Y
RELACIÓN a/c = 0.45**

Materiales	Para Tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	600.00 kg	13.10 kg
Agregado fino	829.10 kg	18.10 kg
Agregado grueso	607.50 kg	13.30 kg
Agua efectiva	269.40 lts	5.91lts
Aditivo dosificación tipo “B”	5.30 lts	116.0 cc

**DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO “C” Y
RELACIÓN a/c = 0.45**

Materiales	Para Tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	600.00 kg	13.10 kg
Agregado fino	829.10 kg	18.10 kg
Agregado grueso	607.50 kg	13.30 kg
Agua efectiva	269.40 lts	5.91lts
Aditivo dosificación tipo “C”	7.10 lts	154.0 cc

2.5.3 PARA LA RELACIÓN a/c = 0.50

Tomamos el diseño de concreto sin aditivo para la relación a/c= 0.50; obtenemos los siguientes diseños:

**DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO "A" Y
RELACIÓN a/c = 0.50**

Materiales	Para Tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	500.00 kg	10.80 kg
Agregado fino	907.90 kg	19.70 kg
Agregado grueso	668.30 kg	14.50 kg
Agua efectiva	249.40 lts	5.40 lts
Aditivo dosificación tipo "A"	2.90 lts	64.0 cc

**DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO "B" Y
RELACIÓN a/c = 0.50**

Materiales	Para tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	500.00 kg	10.80 kg
Agregado fino	907.90 kg	19.70 kg
Agregado grueso	668.30 kg	14.50 kg
Agua efectiva	249.40 lts	5.40 lts
Aditivo dosificación tipo "B"	4.40 lts	95.0 cc

**DISEÑO DE CONCRETO CON ADITIVO PARA LA DOSIFICACIÓN TIPO "C" Y
RELACIÓN a/c = 0.50**

Materiales	Para tanda de 1m³	Para tanda de prueba de 0.02 m³
Cemento	500.00 kg	10.80 kg
Agregado fino	907.90 kg	19.70 kg
Agregado grueso	668.30 kg	14.50 kg
Agua efectiva	249.40 lts	5.40 lts
Aditivo dosificación tipo "C"	5.90 lts	127.0 cc

CAPITULO III
PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO
FRESCO

3.1 CONSISTENCIA (METODO DEL CONO DE ABRAHMS)

NORMA N.T.P. 339.035

Es una propiedad importante del concreto fresco, pues permite evaluar de inmediato de acuerdo al tipo de estructura a trabajar la consistencia de la mezcla esperada. De este resultado se espera una cierta trabajabilidad de la mezcla para su colocación en sus molduras en la cual se debe mantener homogénea con un mínimo de vacíos.

Esta consistencia debe expresarse en un concreto homogéneo en su estructura, cohesivo de tal manera que no exista una separación entre alguno de sus componentes al retirar el cono de ensayo, y nos indica que es una mezcla bien dosificada cuando el asentamiento del cono de concreto se produce lentamente, a contrario de las mezclas defectuosas que el asentamiento es rápido y se separan sus componentes.

3.2 PESO UNITARIO

NORMA N.T.P. 339-046

Esta propiedad es definida como el peso varillado expresado en Kg/m^3 de una muestra de concreto fresco preparado. Esta propiedad define a los concretos pesados y livianos; se utiliza para determinar rendimientos de mezclas, el contenido de cemento, el contenido de aire, uniformidad de mezclado del concreto, etc.

Los moldes a utilizar son:

$\frac{1}{2}$ pie³ para agregados hasta de 2 pulgadas

1 pie³ para agregados mayor de 2 pulgadas

PROCEDIMIENTO:

Se llena el molde en tres capas, compactando cada una con 25 golpes con una varilla lisa de $\frac{5}{8}$ de diámetro y 60 cm de longitud, con la punta semi esférica;

luego se procede a golpear con la varilla por los costados del recipiente para eliminar el aire atrapado dentro de la mezcla.

Se enrasa la parte superior de la mezcla en el recipiente y se procede a pesar el conjunto obteniéndose por diferencia del peso del recipiente, el peso del concreto fresco que al dividir por el volumen del recipiente nos da el peso unitario en Kg/m^3

3.3 CONTENIDO DE AIRE (METODO DE PRESION: APARATO DE WASHINGTON)

NORMA N.T.P. 339-080

El aire es un componente que siempre esta presente en el concreto, y el contenido porcentual de este dentro de la mezcla respecto de valores admisibles nos da un índice de calidad del concreto.

El equipo de ensayo consta de dos partes: en una se encuentra la cámara donde se almacena el aire a presión y el manómetro que indica la cantidad de agua que penetra en el concreto por presión del aire, lo cual se puede deducir que será el mismo porcentaje de vacíos que tendrá el concreto; la otra parte del aparato es un molde cilíndrico donde se coloca el concreto.

Pasos:

Se coloca el concreto preparado en tres capas cada una compactado mediante 25 golpes y se enrasa la superficie.

Se coloca la tapa y se procede a llenar de aire la cámara de presión.

Luego por una de las aberturas se introduce agua en el concreto y se procede luego a cerrar las aberturas.

Se abre la llave que une la cámara de aire con el concreto y la presión de aire hace introducir el agua en los vacíos del concreto, valor diferencial que el manómetro indica.

3.4 EXUDACION

NORMA N.T.P. 339.077

Es el flujo de agua del interior de la mezcla hacia la superficie del concreto; esta empieza momentos después que se ha concluido con la colocación y compactación del concreto en sus molduras.

3.5 TIEMPO DE FRAGUADO

NORMA N.T.P. 339.082

Esta propiedad representa periodos de tiempo mediante los cuales el concreto fresco va cambiando su consistencia plástica, moldeable, a sólida e indeformable. Se han definido dos parámetros denominados fragua inicial y fragua final para establecer el control del concreto.

Fragua inicial; en este tiempo la mezcla va perdiendo plasticidad, hay aumento de su viscosidad interna, así como de su temperatura.

Fragua Final; para este tiempo la mezcla es indeformable y comienza su endurecimiento y desarrollo de resistencias.

PROCEDIMIENTO

Se prepara el concreto para un volumen de 0.02 m^3 , utilizando una mesa vibratoria y un tapiz # 4 separamos el mortero del agregado grueso, este mortero se llena en dos moldes del equipo de ensayo en una sola vez hasta la altura de 14.0 cm. Se compacta con la varilla liza $\phi 5/8"$ dando un golpe por cada 650 mm² de su superficie y que para dichos moldes corresponde 38 golpes a cada uno; además se golpea los costados de los moldes para eliminar las burbujas de aire.

Se anota la hora de inicio del ensayo (desde que se mezclan los materiales) y se dispone de las agujas metálicas de ensayo cuyas características son:

Diámetro (pulg)	Sección		Según norma
	(pulg ²)	(mm ²)	
1	0.7854	641	645
13/16	0.5185	335	323
9/16	0.2485	160	161
5/16	0.0769	50	65
4/16	0.0491	32	32
3/16	0.0276	18	16

El vástago de cada aguja debe tener una marca periférica a una distancia de 25 mm respecto del extremo de la aguja.

Según el estado de endurecimiento del mortero, se va colocando en el aparato hidráulico una aguja de diámetro apropiado con el estado de la mezcla y se le aplica una fuerza vertical gradual uniforme hasta lograr la penetración de 25 mm. en un tiempo de 10 segundos. Se anota el diámetro de la aguja, la fuerza aplicada y el tiempo de ensayo, tomar en cuenta que la distancia libre entre la aguja y el sitio de cualquier penetración anterior debe ser por lo menos 2 veces el diámetro de la aguja que se use, pero en ningún caso inferior a 15 mm. Se debe dejar una distancia libre entre una aguja y las paredes del recipiente por lo menos 25 mm.; se procede de la manera descrita hasta ensayar las seis agujas indicadas anotando las lecturas correspondientes para tiempos de ensayo apropiadas de tal manera que describan una curva satisfactoria de endurecimiento.

Se deben realizar los ensayos de penetración hasta lograr una resistencia de por lo menos 4000 lbs/pulg². La fragua inicial se calcula par una resistencia de penetración de 500 lbs/pulg² y la fragua final para una resistencia de 4000 lb/pulg².

CAPITULO IV
PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO
ENDURECIDO

4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION**NORMA N.T.P. 339.034
A.S.T.M. C39-86**

Es una propiedad importante del concreto endurecido, define su calidad respecto a requerimientos de control para su aceptación; no es la única propiedad del concreto endurecido, tenemos también las propiedades de durabilidad, permeabilidad y resistencia al desgaste, que de acuerdo al requerimiento del proyecto una será mas importante que las demás.

La resistencia del concreto esta determinada por la cantidad neta de agua empleada por unidad de cemento, se excluye el agua absorbida por los agregados.

Para una misma relación agua – cemento, se pueden obtener diferentes resistencias si existen cambios en:

El tamaño máximo de los agregados.

Granulometria, textura superficial, perfil, resistencia y dureza de los agregados.

Cambios en la marca y tipo de cemento.

Contenido de aire en la mezcla.

Empleo de aditivos que alteran el proceso de hidratación del cemento.

Deficiente sistema de curado.

Deficiente muestreo para los ensayos de control

Las muestras son testigos cilíndricos de 6"x12", preparados de acuerdo a las recomendaciones de la Norma ASTM C-39. La superficie de estos cilindros son enrasados a través de un refrendado mezcla de azufre y bentonita, que permiten que al aplicar la carga de ensayo esta se distribuya uniformemente en toda la superficie.

La resistencia a compresión se obtiene mediante la expresión:

$$f'_c = P/A$$

donde:

P = Es la carga de falla (kgs)

A = El área de la sección transversal del cilindro (cm²).

4.2 RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

NORMA N.T.P. 339.084

A.S.T.M. C-96

El concreto es un material cuyo comportamiento a la tracción es tan pequeño comparado con la resistencia a la compresión, que para compensar esta deficiencia se tiene que colocar acero de refuerzo en la sección a tracción de la estructura de tal forma que pueda trabajar satisfactoriamente a la sollicitación de cargas.

Para la realización de este ensayo se utilizan probetas de 15 x 30 cm. Obtenidas de la misma forma que para el caso de la resistencia a compresión y con el mismo procedimiento de curado.

El procedimiento para la realización de este ensayo esta especificado por la norma indicada y con los datos obtenidos del ensayo, para obtener la resistencia a tracción utilizamos la siguiente fórmula:

$$f_t = \frac{2}{\pi} \times \frac{p}{L \times d}$$

donde :

f_t = resistencia a la tracción por compresión diametral (Kg/cm²)

p = carga de rotura (Kg)

L = longitud (cm)

d = diámetro (cm)

4.3. MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO (M.E.E.)

NORMA N.T.P. 339.084

A.S.T.M. C 469-65

Se define como el valor de la pendiente en el origen de la curva esfuerzo – deformación: $E = \sigma/\varepsilon$; donde:

ε : Deformación relativa Δ/l , correspondiente a un esfuerzo dado.

E: Este valor tiene dimensiones de esfuerzo (kg/cm^2) ya que la relación Δ/l , es adimensional.

Con el valor del módulo de elasticidad se pueden calcular deformaciones de la estructura, también se pueden evaluar esfuerzos debido a la retracción o variaciones de temperaturas, así como la repartición de cargas entre el concreto y el acero.

El valor del módulo de elasticidad del concreto se determina siguiendo el “Método de los niveles ópticos”, utilizando el equipo de los espejos de martens.

La norma A.S.T.M.C 469-65 especifica:

$$E = \frac{S_2 - S_1}{E_2 - E_1}$$

Donde:

S_2 = Esfuerzo correspondiente al 40% del esfuerzo ultimo (kg/cm^2)

S_1 = Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.5×10^{-4}

E_2 = Deformación unitaria producida por “ S_2 ”.

E_1 = Deformación unitaria igual a 0.5×10^{-4}

E = M.E.E. = Módulo de elasticidad estático del concreto (kg/cm^2).

CAPITULO V
RESULTADOS

5.1 ENSAYOS EN EL CONCRETO SIN ADITIVO (CONCRETO PATRON)

5.1.1. ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO

Presentamos los resultados obtenidos para el concreto sin aditivo (concreto Patron), para las relaciones agua – cementos = 0.40, 0.45 y 0.50.

5.1.1.1. ASENTAMIENTO

NORMA (N.T.P. 339.035)

Relación a/c	Asentamiento (pulg)
0.40	3" ³ / ₄
0.45	3" ³ / ₄
0.50	3" ³ / ₄

5.1.1.2. PESO UNITARIO

NORMA (N.T.P. 339.046)

Relación a/c	Peso Unitario (Kg/m ³)
0.40	2325.0
0.45	2322.0
0.50	2332.0

5.1.1.3. CONTENIDO DE AIRE

NORMA (N.T.P. 339.080)

Relación a/c	Contenido de Aire (%)
0.40	3.10
0.45	3.20
0.50	3.10

5.1.1.4. EXUDACIÓN

NORMA (N.T.P. 339.077)

Relación a/c	Exudación (%)
0.40	0.97%
0.45	1.38%
0.50	2.45%

5.1.1.5. TIEMPO DE FRAGUADO

NORMA (N.T.P. 339.082)

Relación Agua – Cemento = 0.40

Hora de Inicio = 9.15 a.m.

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (m/pulg ²)
12:03	2:48	1"	0.7854	80	101.90
12:35	3:20	13/16	0.5180	86	166.0
13:00	3:45	9/16	0.2490	100	401.6
13:30	4:15	5/16	0.0767	140	1825.3
14:00	4:45	4/16	0.0491	156	3180.0
14:30	5:15	3/16	0.0276	168	6087.0

Fragua Inicial = 3h48m

Fragua Final = 4h54m

Relación agua – cemento = 0.45

Hora de Inicio = 09:52 a.m.

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (m/pulg ²)
12:30	2:38	1"	0.7854	66.0	84.0
13:00	3:08	13/16	0.5180	76.0	146.9
13:30	3:38	9/16	0.2490	128.0	514.1
14:00	4:08	5/16	0.0767	98.0	1277.7
14:30	4:38	4/16	0.0491	104.0	2118.1
15:00	5:08	3/16	0.0276	180.0	6521.7

Fragua Inicial = 3h38m

Fragua Final = 4h 52m

Relación Agua – cemento = 0.50

Hora de Inicio = 09:20 a.m.

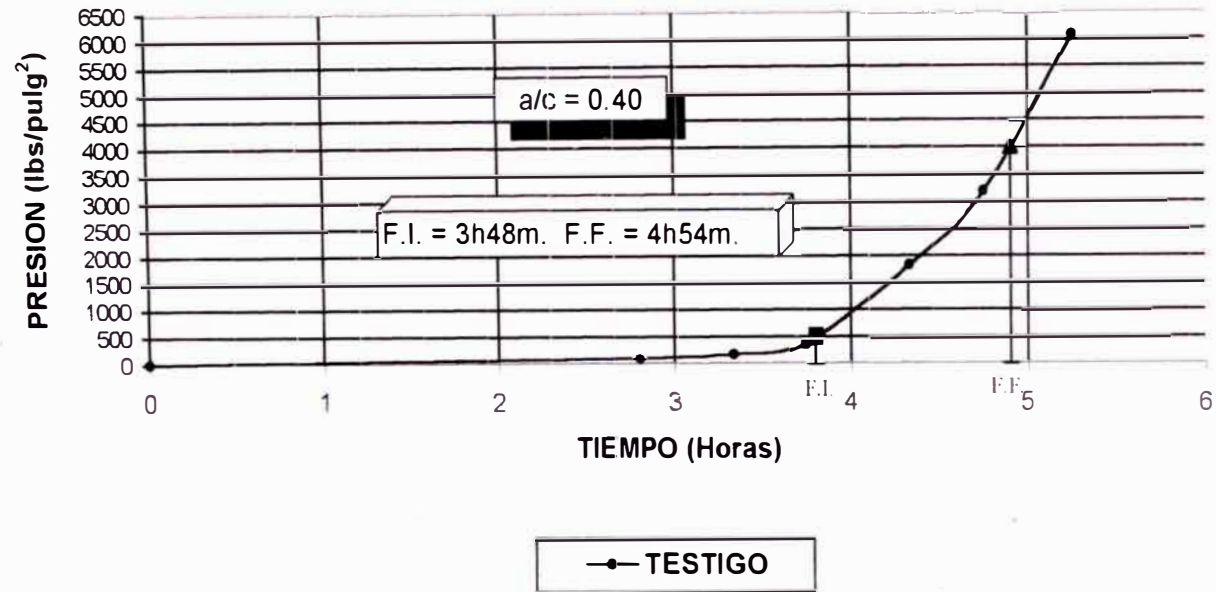
Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg ²)
12:20	3:00	1"	0.7854	86.00	109.5
12:55	3:35	13/16	0.5180	100.00	193.1
13:20	4:00	9/16	0.2490	138.0	554.2
13:45	4:25	5/16	0.0767	96.0	1251.6
14:20	5:00	4/16	0.0491	120.0	2444.0
15:15	5:55	3/16	0.0276	173.0	6268.1

Fragua Inicial = 3h55m

Fragua Final = 5h 23m

A continuación presentamos los gráficos de tiempo de fraguado correspondiente al concreto sin aditivo (concreto patrón), para las relaciones agua – cemento = 0.40 , 0.45 y 0.50

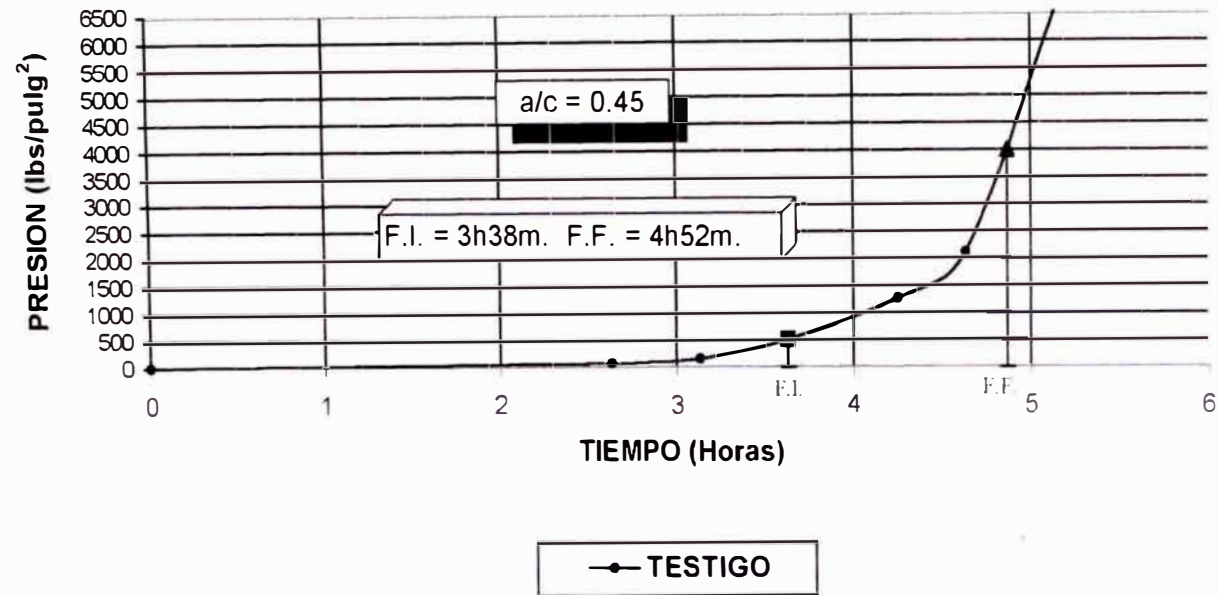
TIEMPO DE FRAGUADO



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

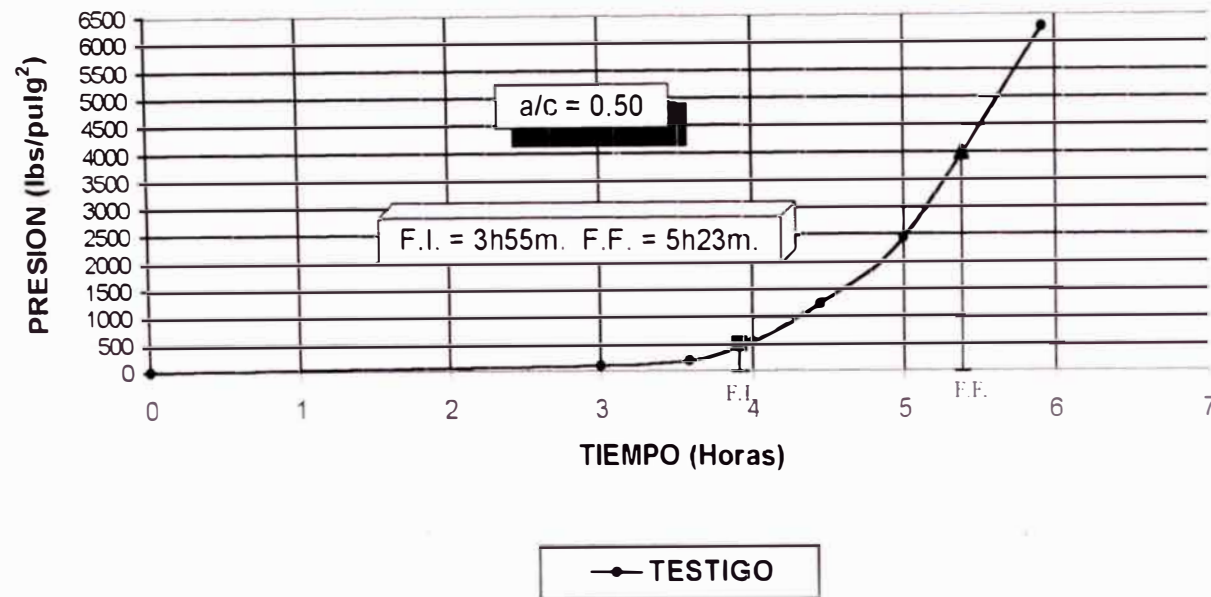
TIEMPO DE FRAGUADO



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct. sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

TIEMPO DE FRAGUADO



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct. sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

5.1.2. ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

Los ensayos se desarrollan para el concreto sin aditivo (concreto patrón), para las relaciones agua – cemento 0.40 , 0.45 y 0.50 . Los ensayos realizados son : resistencia a compresión , tracción por compresión diametral y módulo de elasticidad estático. Los valores promedios obtenidos presentamos a continuación.

5.1.2.1. Resistencia a la Compresión

(Norma N.T.P. 339.034)

Relación Agua – Cemento = 0.40

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)
07	349.7
28	418.9
45	431.6

Relación agua – cemento = 0.45

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)
07	320.8
28	405.2
45	421.0

Relación agua – cemento = 0.50

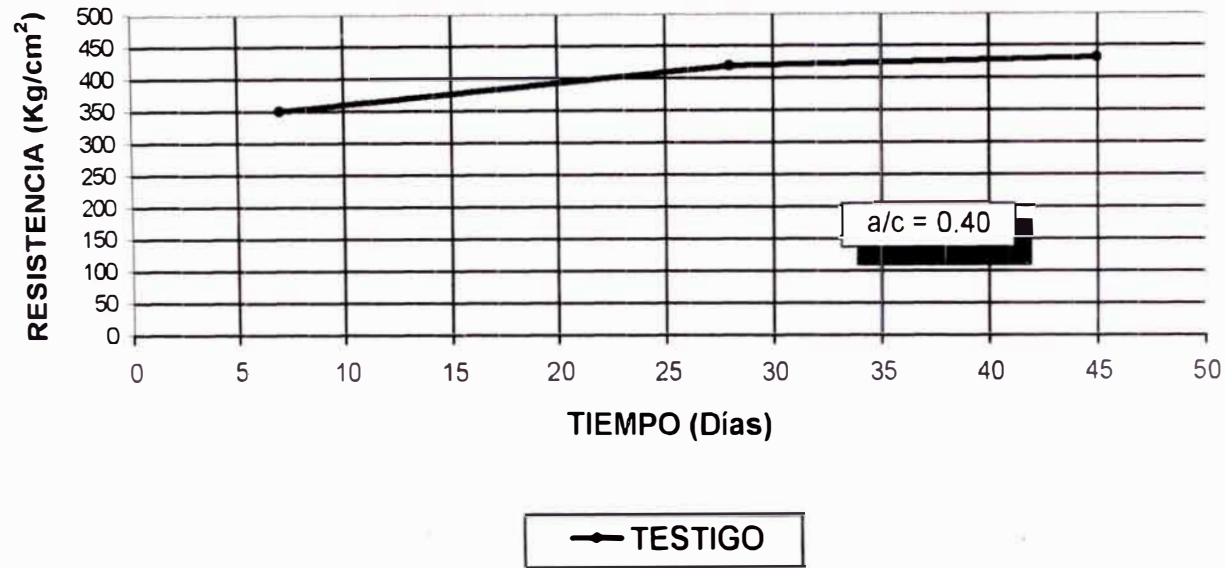
Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)
07	293.7
28	367.4
45	408.6

Resumen de los valores obtenidos :

Relación a/c	Resistencia a la compresión (Kg/cm²)		
	7 días	28 días	45 días
0.40	349.7	418.9	431.6
0.45	320.8	405.2	421.0
0.50	293.7	367.4	408.6

A continuación presentamos los gráficos de resistencia a compresión para las relaciones agua- cemento = 0.40, 0.45 y 0.50 del concreto sin aditivo (concreto patrón).

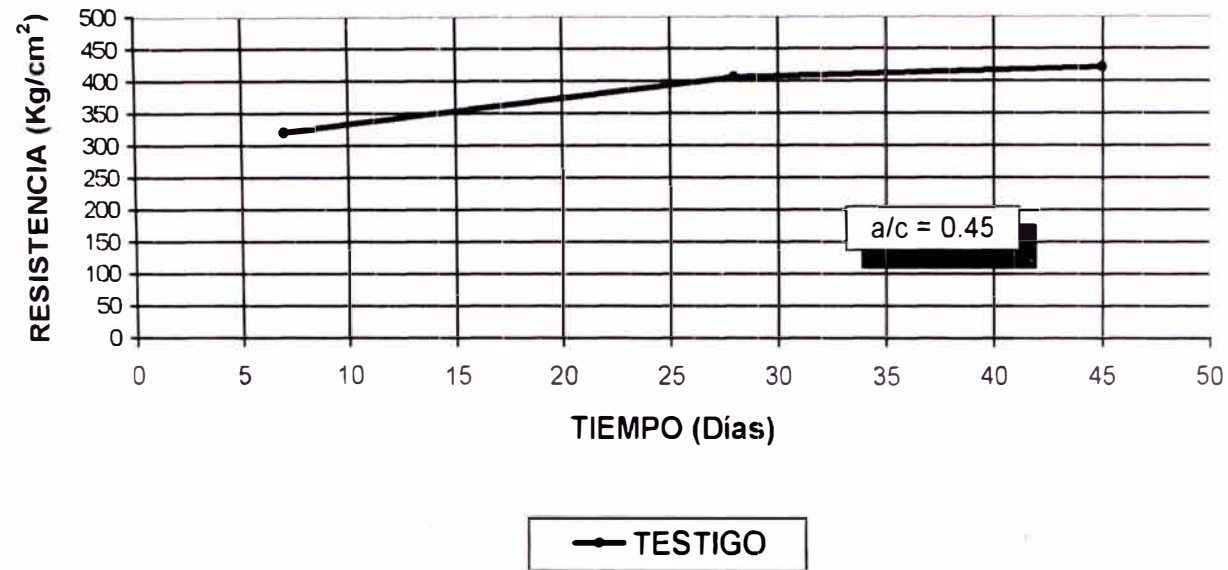
RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

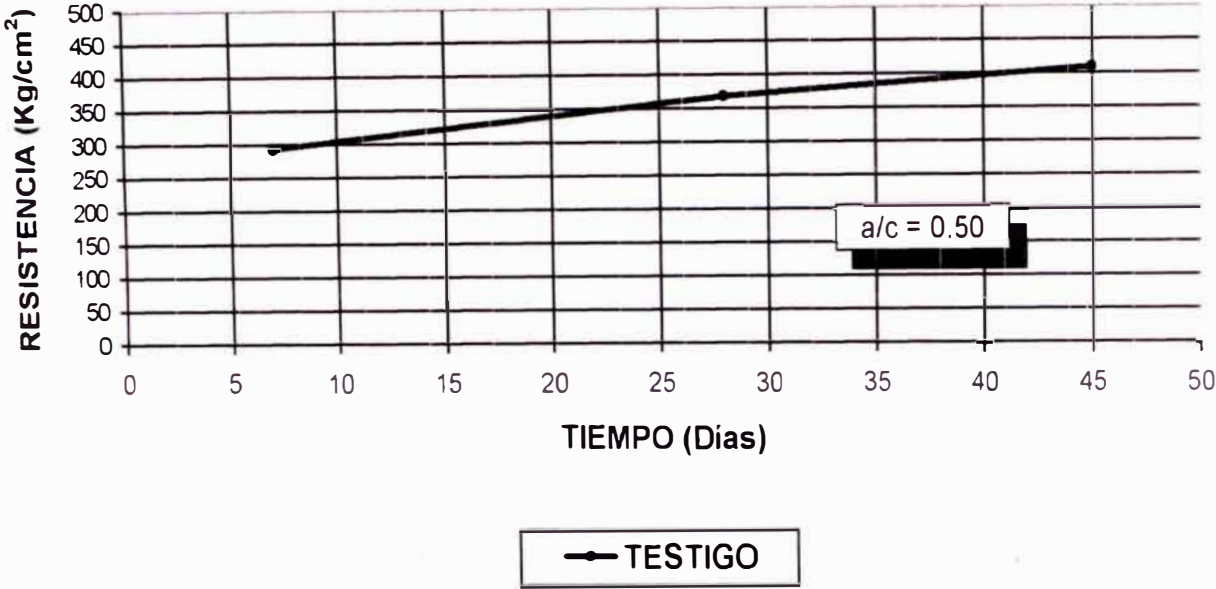
RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
 Chema Estruct sobre las propiedades del
 concreto fresco y endurecido preparado con
 Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

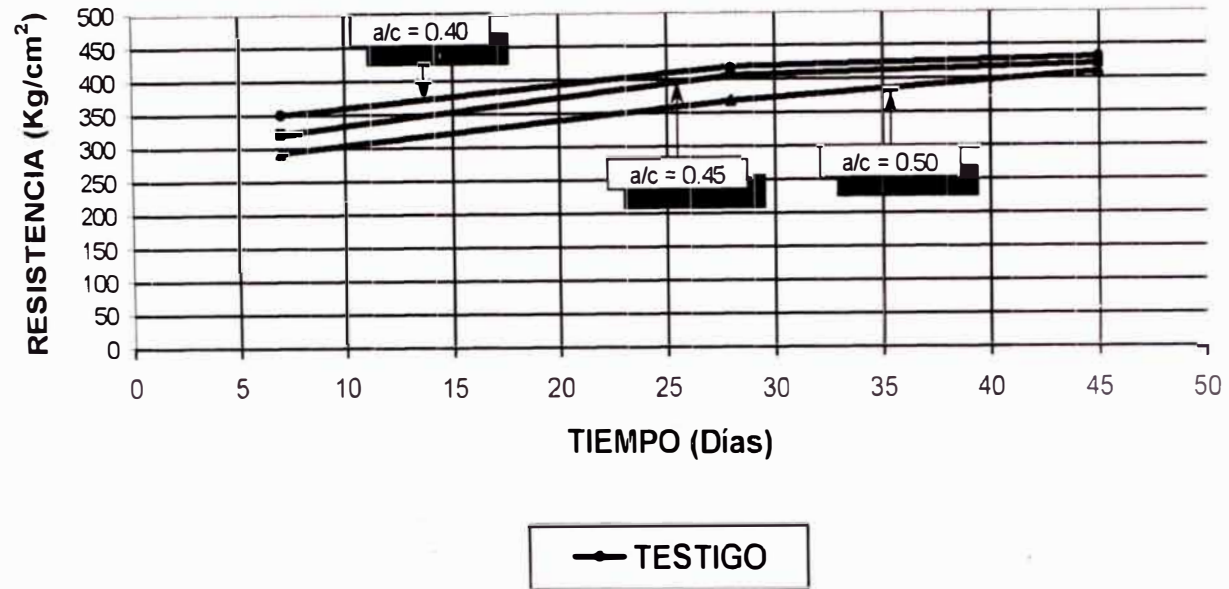
RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

5.1.2.2. TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

NORMA N.T.P. 339.084

RELACION a/c	Tracción (kg/cm ²)
	28 días
0.40	37.70
0.45	39.30
0.50	35.30

5.1.2.3. MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO (M.E.E.)

NORMA N.T.P. 339.084

A.S.T.M. C 469-65

Relación a/c	M.E.E. (kg/cm ²)
	28 días
0.40	2.20 x 10 ⁵
0.45	2.13 x 10 ⁵
0.50	2.19 x 10 ⁵

Presentamos a continuación los gráficos del módulo de elasticidad estático para las relaciones agua-cemento = 0.40, 0.45 y 0.50, para el concreto sin aditivo (concreto patrón).

**Módulo de elasticidad estático para el concreto sin aditivo (patrón)
y relación agua-cemento = 0.40**

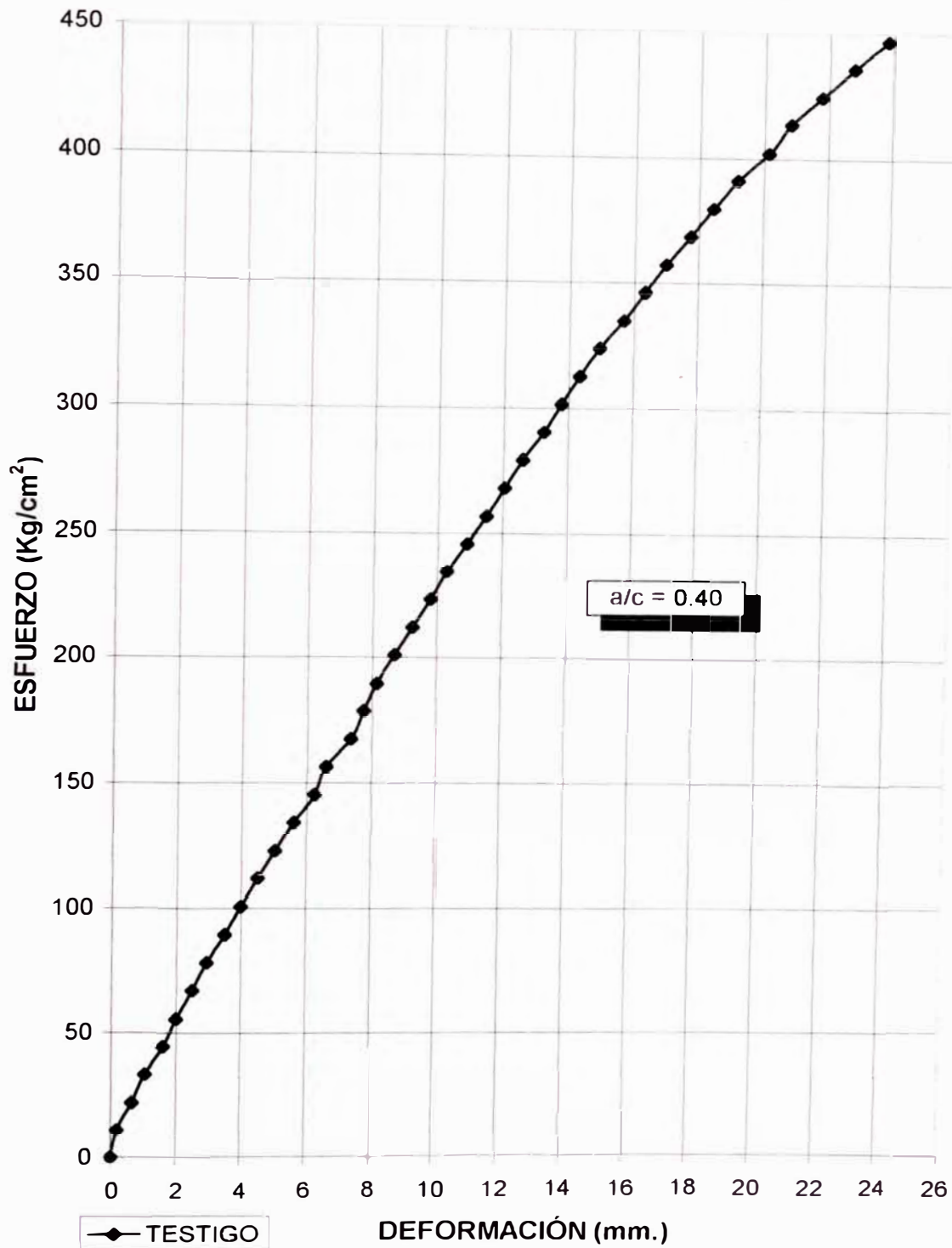
Peso inicial = 13.10 kg.
 Diámetro inicial = 15.10 cm
 Altura inicial = 30.30 cm
 Carga inicial = 0.00 kg.
 Carga final = 81500. kg.

Carga (ton.)	Lectura izquierda (mm)	Lectura derecha (mm)	Lectura corregida (mm)	Deformación (X10-4)	Esfuerzo (kg/cm²)
0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.5	0.20	0.20	11.2
4	0.3	1.1	0.65	0.65	22.3
6	0.5	1.7	1.05	1.05	33.5
8	0.9	2.4	1.60	1.60	44.7
10	1.3	2.8	2.00	2.00	55.8
12	1.8	3.3	2.50	2.50	67.0
14	2.2	3.8	5.95	2.95	78.2
16	2.7	4.4	3.50	3.50	89.3
18	3.2	4.9	4.00	4.0	100.5
20	3.7	5.4	4.50	4.50	111.7
22	4.2	6.0	5.05	5.05	122.8
24	4.8	6.5	5.60	5.60	134.0
26	5.3	7.3	6.25	6.25	145.2
28	5.8	7.5	6.60	6.60	156.3
30	6.5	8.3	7.35	7.35	167.5
32	6.9	8.7	7.75	7.75	178.7
34	7.3	9.1	8.15	8.15	189.8
36	7.9	9.6	8.70	8.70	201.0
38	8.4	10.2	9.25	9.25	212.2

40	9.0	10.7	9.80	9.80	223.2
42	9.5	11.2	10.30	10.30	234.5
44	10.1	11.8	10.90	10.90	245.7
46	10.7	12.4	11.50	11.50	256.8
48	11.3	12.9	12.05	12.05	268.0
50	11.8	13.5	12.60	12.60	279.2
52	12.5	14.1	13.25	13.25	290.3
54	13.0	14.7	13.80	13.80	301.5
56	13.6	15.2	14.35	14.35	312.7
58	14.2	15.8	14.95	14.95	323.8
60	15.0	16.5	15.70	15.70	335.0
62	15.6	17.2	16.35	16.35	346.2
64	16.2	17.9	17.00	17.0	357.3
66	17.0	18.6	17.75	17.75	368.5
68	17.6	19.4	18.45	18.45	379.7
70	18.4	20.1	19.20	19.20	390.8
72	19.3	21.1	20.15	20.15	402.0
74	19.9	21.9	20.85	20.85	413.2
76	20.9	22.8	21.80	21.80	424.3
78	21.8	23.9	22.80	22.80	435.5
80	22.8	25.0	23.85	23.85	446.7

Area = 179.1 cm²
 Carga máxima = 81500 kg
 Rotura f_{cr} = 455.1 kg/cm²
 S₂ = 0.40 f_{cr} = 182.0 kg/cm²
 S₁ = 18.6 kg/cm²
 E₂ = 7.82 x 10⁻⁴
 E₁ = 0.5 x 10⁻⁴
 Módulo elástico = 2.2 x 10⁵ kg/cm².

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO



Tesis

Efectos del aditivo acelerante del fraguado
Chema Estruct sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller

Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

**Módulo de elasticidad estático para el concreto sin aditivo (patrón)
y relación agua-cemento = 0.45**

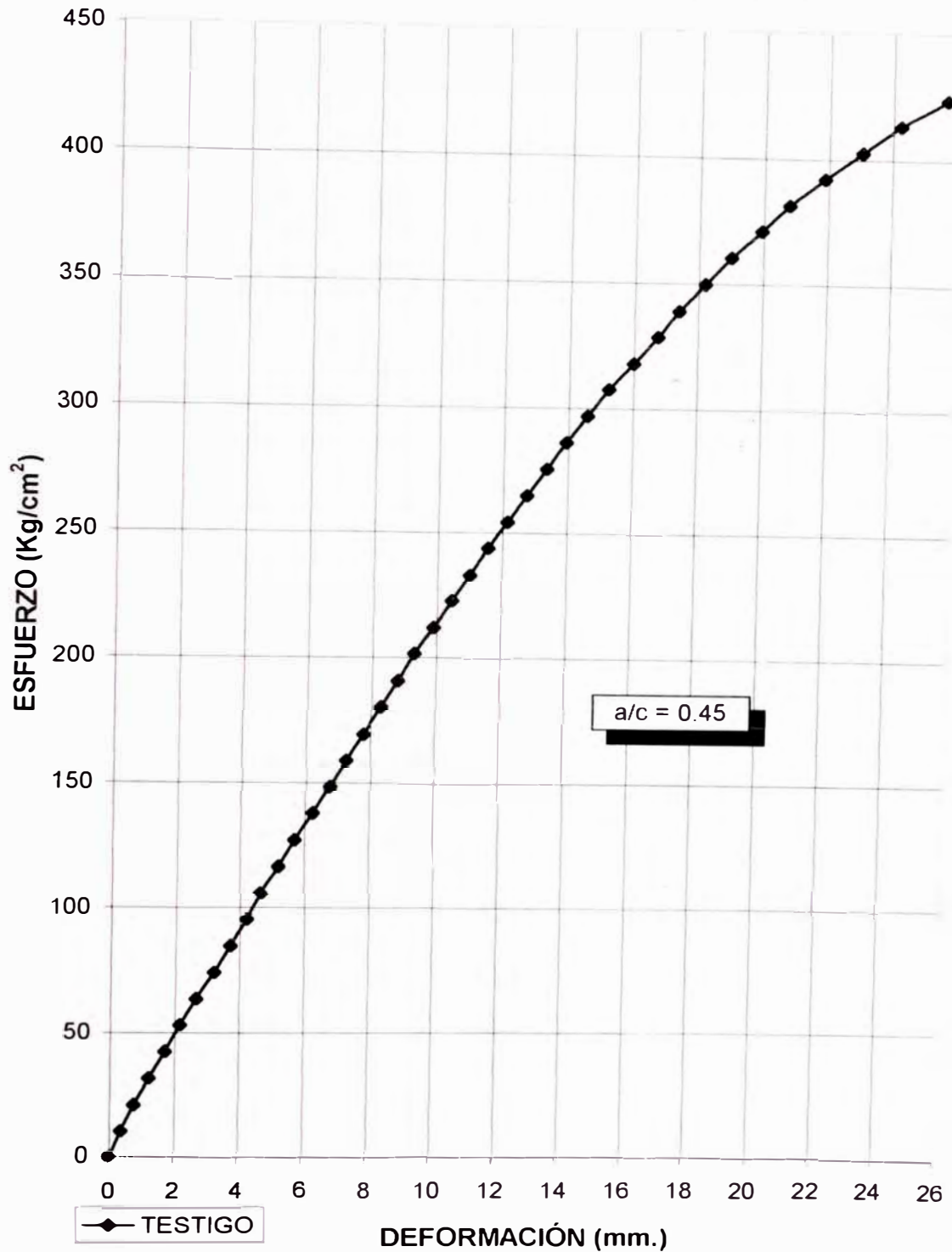
Peso inicial = 13.42 kg
 Diámetro inicial = 15.50 cm
 Altura inicial = 30.0 cm
 Carga inicial = 0.00 kg
 Carga final = 78300.0 kg

Carga (ton.)	Lectura izquierda (mm)	Lectura derecha (mm)	Lectura corregida (mm)	Deformación (X10-4)	Esfuerzo (kg/cm²)
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.3	0.4	0.35	0.35	10.6
4	0.5	1.0	0.75	0.75	21.2
6	0.9	1.5	1.20	1.20	31.8
8	1.3	2.1	1.70	1.70	42.4
10	1.7	2.6	2.15	2.15	53.0
12	2.2	3.1	2.65	2.65	63.6
14	2.7	3.7	3.20	3.20	74.2
16	3.2	4.2	3.70	3.70	84.8
18	3.7	4.7	4.20	4.20	95.4
20	4.1	5.2	4.65	4.65	136.0
22	4.7	5.7	5.20	5.20	147.2
24	5.2	6.2	5.70	5.70	158.4
26	5.7	6.8	6.25	6.25	169.6
28	6.2	7.3	6.75	6.75	180.8
30	6.7	7.8	7.25	7.25	192.0
32	7.2	8.4	7.80	7.80	203.2
34	7.8	8.8	8.30	8.30	214.4
36	8.3	9.3	8.80	8.80	225.6
38	8.8	9.8	9.30	9.30	236.8

40	9.4	10.4	9.90	9.90	212.0
42	10.0	10.9	10.45	10.45	222.0
44	10.6	11.4	11.0	11.0	233.2
46	11.1	12.0	11.55	11.55	243.8
48	11.8	12.5	12.15	12.15	254.4
50	12.4	13.1	12.75	12.75	265.0
52	13.0	13.7	13.35	13.35	275.6
54	13.6	14.3	13.95	13.95	286.2
56	14.3	14.9	14.6	14.6	296.8
58	15.0	15.5	15.25	15.25	307.4
60	15.7	16.3	16.0	16.0	318.0
62	16.5	17.0	16.75	16.75	328.6
64	17.3	17.5	17.4	17.4	339.2
66	18.1	18.3	18.2	18.2	349.8
68	19.0	19.0	19.0	19.0	360.4
70	20.0	19.9	19.95	19.95	371.0
72	21.0	20.6	20.8	20.8	381.6
74	22.2	21.6	21.9	21.9	392.2
76	23.5	22.6	23.05	23.05	402.8
78	25.0	23.5	24.25	24.25	413.4

Area	= 188.70 cm ²
Carga máxima	= 78300 kg
Rotura f _{cr}	= 414.9 kg/cm ²
S ₂ = 0.40 f _{cr}	= 166.0 kg/cm ²
S ₁	= 14.6 kg/cm ²
E ₂	= 7.61 x 10 ⁻⁴
E ₁	= 0.5 x 10 ⁻⁴
Módulo elástico	= 2.13 x 10 ⁵ kg/cm ²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO



Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

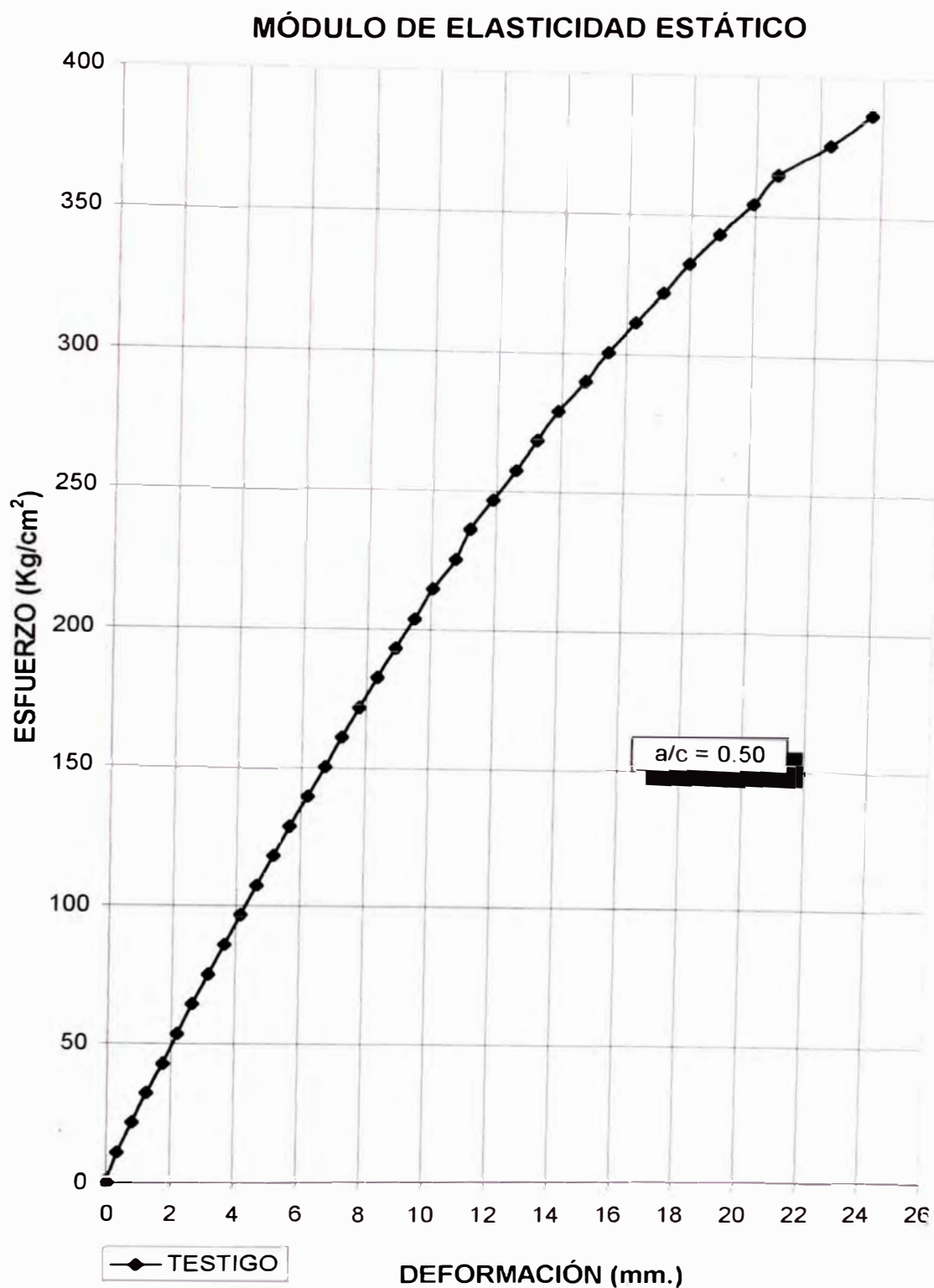
**Módulo de elasticidad estático para el concreto sin aditivo (patrón)
y relación agua-cemento = 0.50**

Peso inicial = 13.53 kg
 Diámetro inicial = 15.4 cm²
 Altura inicial = 30.3 cm²
 Carga inicial = 0.0 kg
 Carga final = 69000.0 kg

Carga (ton.)	Lectura izquierda (mm)	Lectura derecha (mm)	Lectura corregida (mm)	Deformación (X10-4)	Esfuerzo (kg/cm²)
0	0.1	0.0	0.00	0.00	0.0
2	0.5	0.3	0.35	0.35	10.7
4	0.9	0.8	0.80	0.80	21.5
6	1.3	1.3	1.25	1.25	32.2
8	1.8	1.8	1.75	1.75	42.9
10	2.3	2.2	2.20	2.20	53.7
12	2.7	2.7	2.65	2.65	64.4
14	3.2	3.2	3.15	3.15	75.1
16	3.7	3.7	3.65	3.65	85.9
18	4.2	4.2	4.15	4.15	96.6
20	4.7	4.7	4.65	4.65	107.4
22	5.2	5.2	5.15	5.15	118.1
24	5.7	5.7	5.65	5.65	128.8
26	6.2	6.3	6.20	6.20	139.6
28	6.7	6.9	6.75	6.75	150.3
30	7.2	7.4	7.25	7.25	161.0
32	7.7	8.0	7.80	7.80	171.8
34	8.3	8.5	8.35	8.35	182.5
36	8.8	9.1	8.90	8.90	193.2
38	9.4	9.7	9.50	9.50	204.0

40	9.9	10.3	10.05	10.05	214.7
42	10.6	11.0	10.75	10.75	225.4
44	11.1	11.4	11.20	11.20	236.2
46	11.7	12.2	11.90	11.90	246.9
48	12.4	12.9	12.60	12.60	257.6
50	13.0	13.6	13.25	13.25	268.4
52	13.7	14.2	13.90	13.90	279.1
54	14.5	15.1	14.75	14.75	289.9
56	15.2	15.8	15.45	15.45	300.6
58	16.0	16.7	16.30	16.30	311.3
60	16.8	17.6	17.15	17.15	322.1
62	17.7	18.3	17.95	17.95	332.8
64	18.5	19.4	18.90	18.90	343.5
66	19.4	20.6	19.95	19.95	354.3
68	20.5	21.0	20.70	20.70	365.0

Area	= 186.3 cm ²
Carga máxima	= 69000 kg
Rotura f _{cr}	= 370.4 kg/cm ²
S ₂ = 0.40 f _{cr}	= 148.1 kg/cm ²
S ₁	= 14.3 kg/cm ²
E ₂	= 6.6 x 10 ⁻⁴
E ₁	= 0.5 x 10 ⁻⁴
Módulo elástico	= 2.19 x 10 ⁵ kg/cm ²



Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

5.2. ENSAYOS EN EL CONCRETO CON ADITIVO.

5.2.1. ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

En esta etapa se ensaya el concreto fresco con la adición de aditivo acelerante del fraguado chema Estruct, en las siguientes dosificaciones.

Dosificación tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento

Dosificación tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento

Dosificación tipo C = 500 cc/ bolsa de cemento

Para las relaciones agua – cemento = 0.40, 0.45 y 0.50 , cuyos resultados presentamos a continuación :

5.2.1.1. ASENTAMIENTO

NORMA N.T.P. 339.035

Para la dosificación de aditivo tipo A = 250 cc/bolsa de cemento

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)
0.40	4"1/2
0.45	4"1/4
0.50	4"1/2

Para la dosificación de aditivo tipo B = 375 cc/ bolsa de Cemento

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)
0.40	4"3/4
0.45	5"1/4
0.50	5"

Para la dosificación de aditivo tipo C = 500 cc / bolsa de cemento

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)
0.40	5"
0.45	6"1/2
0.50	5"1/2

5.2.1.2. PESO UNITARIO

NORMA N.T.P. 339.046

Para la dosificación de aditivo tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Peso Unitario (Kg/m ³)
0.40	2293.0
0.45	2313.0
0.50	2329.0

Para la dosificación de aditivo tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Peso Unitario (Kg/m ³)
0.40	2310.0
0.45	2310.0
0.50	2320.0

Para la dosificación de aditivo tipo C= 500 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Peso Unitario (Kg/m ³)
0.40	2300.0
0.45	2320.0
0.50	2312.0

5.2.1.3. CONTENIDO DE AIRE

NORMA N.T.P. 339.080

Para la dosificación de aditivo tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Contenido de aire (%)
0.40	3.1%
0.45	3.0%
0.50	3.0%

Para la dosificación de aditivo tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Contenido de aire (%)
0.40	3.2%
0.45	3.1%
0.50	3.3%

Para la dosificación de aditivo tipo C = 500 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Contenido de Aire (%)
0.40	3.6%
0.45	3.4%
0.50	3.7%

5.2.1.4. EXUDACIÓN

NORMA N.T.P. 339.077

Para la dosificación de Aditivo tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Exudación (%)
0.40	0.86%
0.45	1.22%
0.50	1.84%

Para la dosificación de Aditivo tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Exudación (%)
0.40	1.05%
0.45	1.58%
0.50	2.24%

Para la dosificación de Aditivo tipo C = 500 cc/ bolsa de cemento.

Relación a/c	Exudación (%)
0.40	1.35%
0.45	2.15%
0.50	3.05%

5.2.1.5. TIEMPO DE FRAGUADO

NORMA N.T.P. 339.082

Para la dosificación de aditivo tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c = 0.40

Hora de Inicio = 9.15 a.m

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg ²)
12:08	3:00	1"	0.7854	110.0	140.1
12:23	3:15	13/16	0.5180	78.0	150.6
13:00	3:52	9/16	0.2490	102.0	409.6
13:34	4:26	5/16	0.0767	130.0	1694.9
14:05	4:57	4/16	0.0491	160.0	3258.6
14:45	5:37	3/16	0.0276	149.0	5398.6

Fragua Inicial = 3h54m

Fragua Final = 5h10m

Relación a/c = 0.45

Hora de Inicio = 9:25

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg²)
11:55	2:30	1"	0.7854	50	63.7
12:25	3:00	13/16	0.5180	120.0	231.7
12:57	3:32	9/16	0.2490	110.0	441.8
13:25	4:00	5/16	0.0767	96.0	1251.6
13:59	4:34	4/16	0.0491	100.00	2036.7
14:15	4:50	3/16	0.0276	150.0	5434.8

Fragua Inicial = 3h34m

Fragua Final = 4h44m

Relación a/c = 0.50

Hora Inicio = 10.00 a.m.

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg²)
13:00	3:00	1"	0.7854	100.0	127.3
13:15	3:15	13/16	0.5180	90.0	173.7
13:45	3:45	9/16	0.2490	102.0	409.6
14:20	4:20	5/16	0.0767	92.0	1199.5
15:00	5:00	4/16	0.0491	104.0	2118.1
15:30	5:30	3/16	0.0276	146.0	5289.9

Fragua Inicial = 3h49m

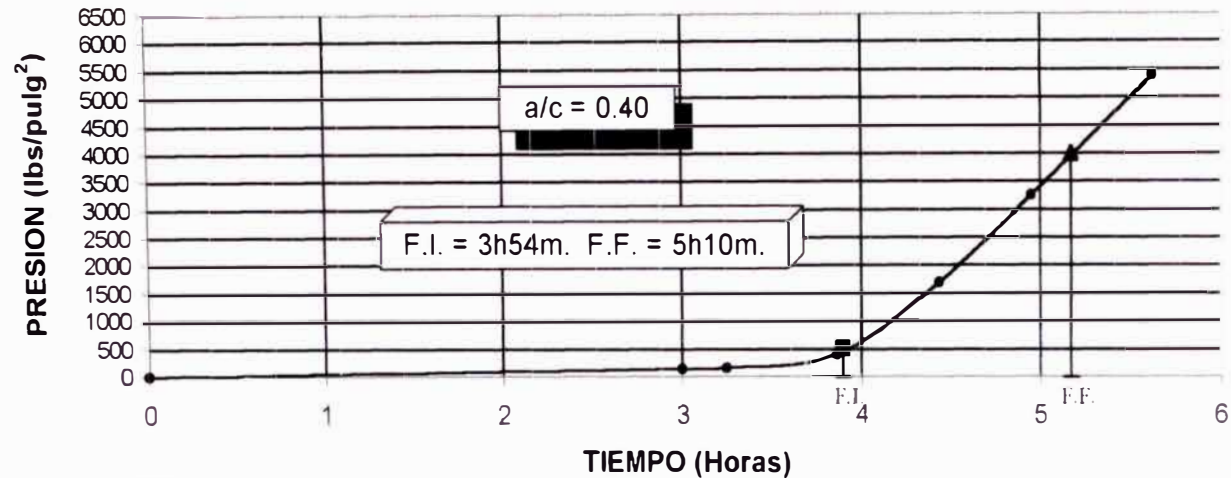
Fragua Final = 5h19m

Cuadro Resumen

Relación a/c	Fragua Inicial (h:m)	Fragua Final (h:m)
0.40	3h54m	5h10m
0.45	3h34m	4h44m
0.50	3h49m	5h19m

A continuación presentamos los gráficos de tiempo de fraguado para las relaciones $a/c = 0.40$, 0.45 y 0.50 , para la dosificación de aditivo tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento.

TIEMPO DE FRAGUADO



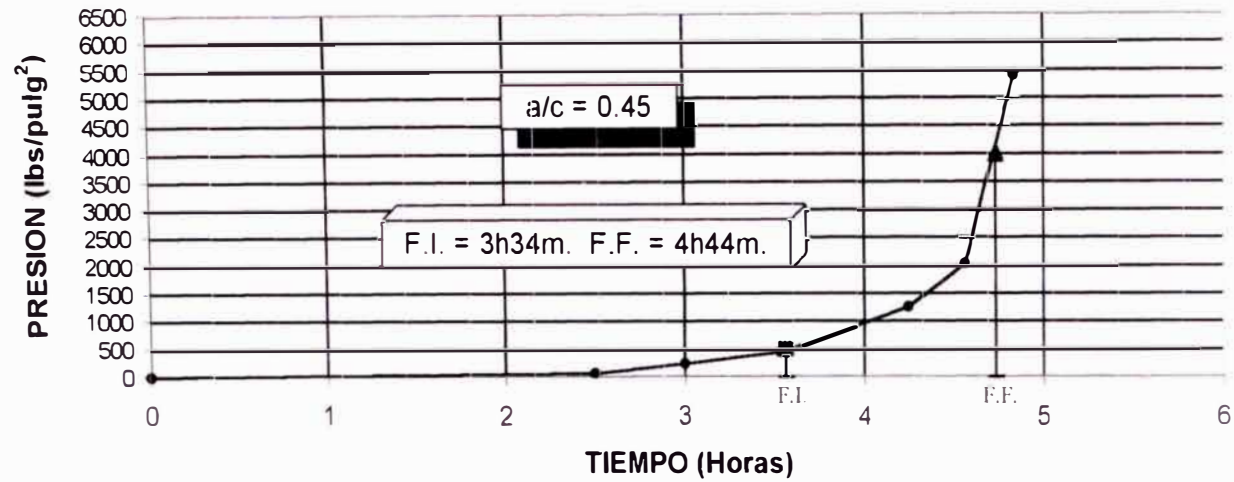
—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct. sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

TIEMPO DE FRAGUADO



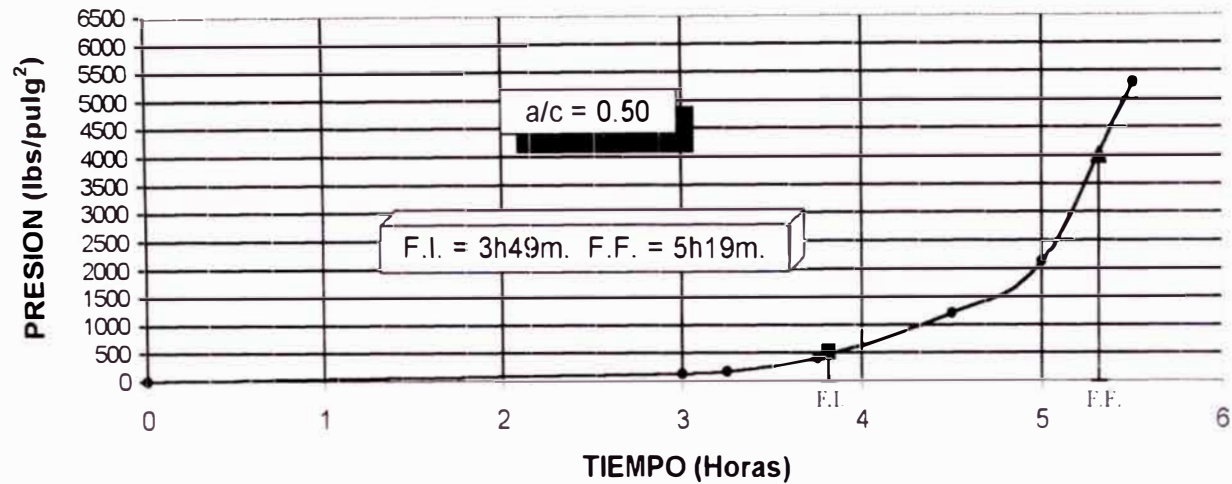
—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct. sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

TIEMPO DE FRAGUADO



—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct. sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Para la dosificación de Aditivo tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento.

Relación a/c = 0.40

Hora de Inicio = 11:20 a.m.

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg ²)
14:10	2:50	1"	0.7854	71.0	90.4
14:45	3:25	13/16	0.5180	113.0	217.9
15:15	3:55	9/16	0.2490	144.0	579.5
15:45	4:25	5/16	0.0767	150.0	1955.9
16:15	4:55	4/16	0.0491	180.0	3666.7
16:30	5:10	3/16	0.0276	164.0	5942.0

Fragua Inicial = 3h50m

Fragua Final = 4h58m

Relación a/c = 0.45

Hora de Inicio = 13:20

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg ²)
16:55	3:35	1"	0.7854	94.0	119.7
17:25	4:05	13/16	0.5180	96.0	185.1
17:50	4:30	9/16	0.2490	129.0	519.1
18:02	4:42	5/16	0.0767	90.0	1173.4
18:20	5:00	4/16	0.0491	100.0	2040.8
18:42	5:22	3/16	0.0276	114.0	4130.8

Fragua Inicial = 4h27m

Fragua Final = 5h20m

Relación a/c = 0.50

Hora de Inicio = 13:30

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg ²)
17:25	3:35	1"	0.7854	142.0	180.8
17:40	4:10	13/16	0.5180	112.0	216.0
18:00	4:30	9/16	0.2490	92.0	362.2
18:55	5:25	5/16	0.0767	140.0	1825.3
19:20	5:50	4/16	0.0491	150.0	3054.9
19:40	6:10	3/16	0.0276	120.0	4347.8

Fragua Inicial = 4h37m

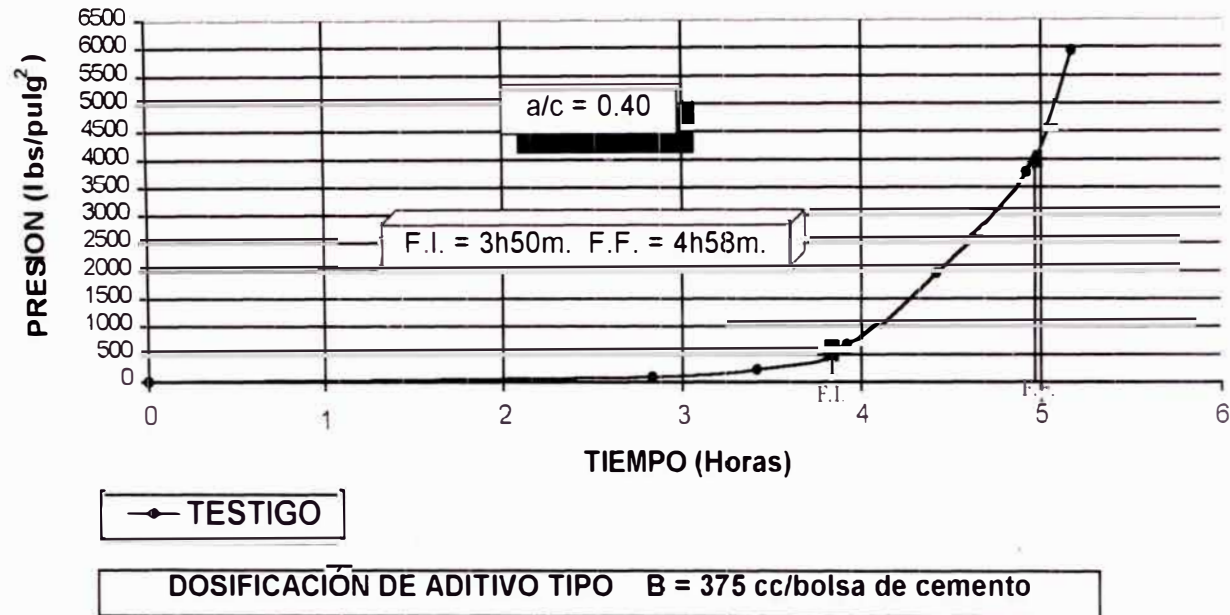
Fragua Final = 6h05m

Cuadro Resumen :

Relación a/c	Fragua Inicial (h:m)	Fragua Final (h:m)
040	3h50m	4h58m
045	4h27m	5h20m
050	4h37m	6h05m

A continuación prestamos los gráficos de tiempo de fraguado para la relaciones a/c = 0.40 , 0.45 y 0.50 , para la dosificación de aditivo tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento.

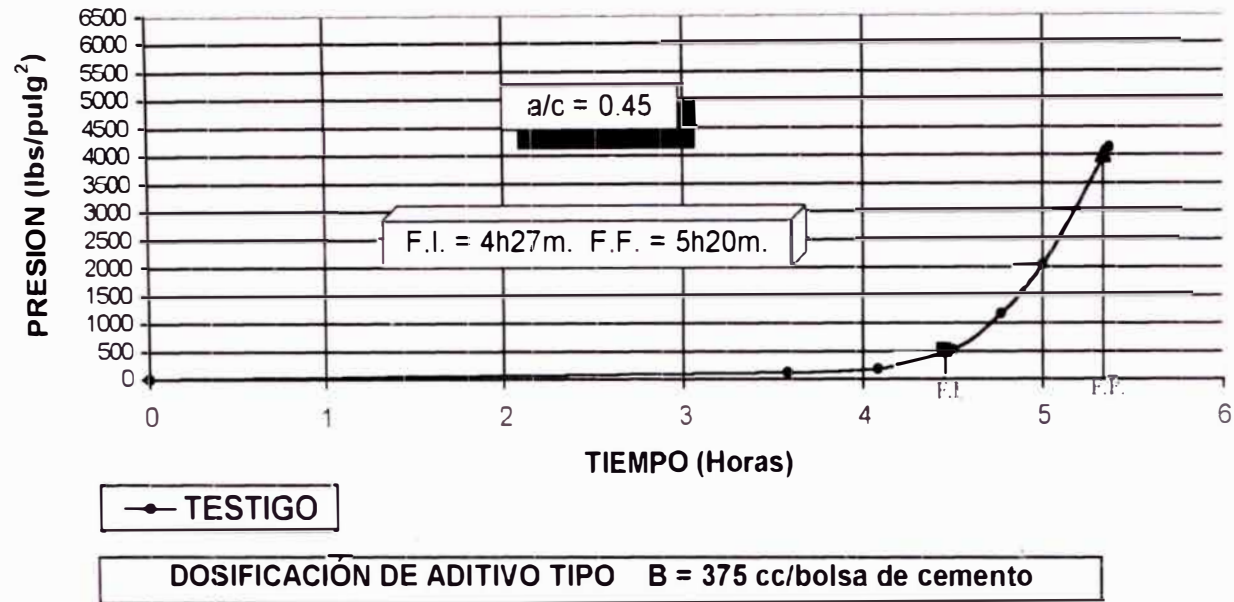
TIEMPO DE FRAGUADO



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct. sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

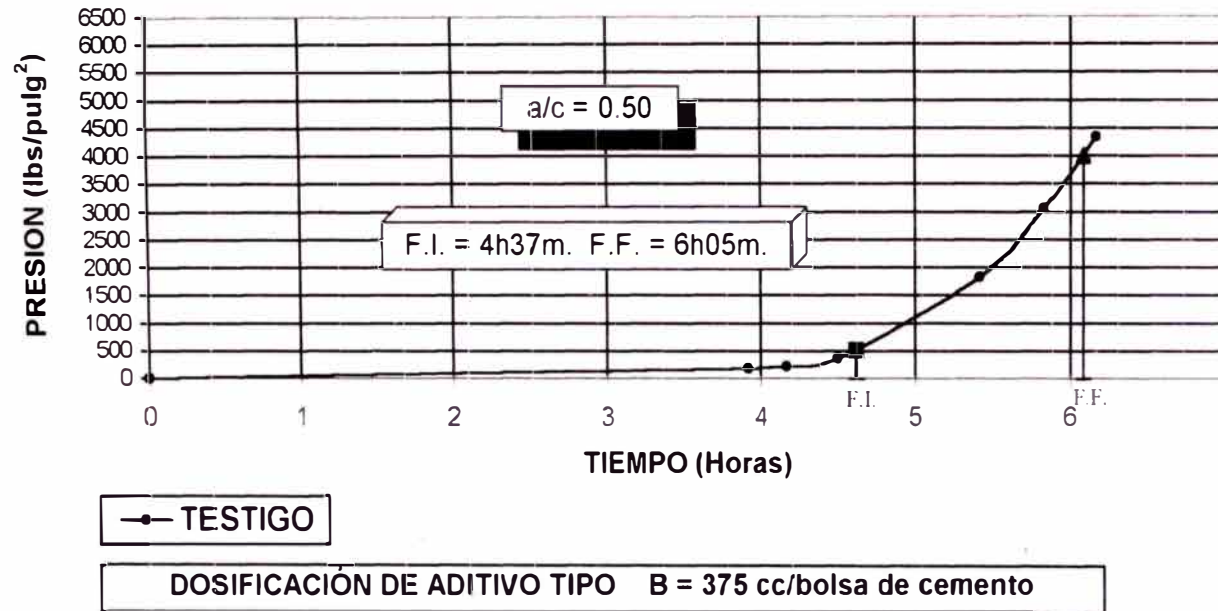
TIEMPO DE FRAGUADO



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

TIEMPO DE FRAGUADO



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Para la dosificación de Aditivo tipo C = 500 cc / bolsa de cemento

Relación a/c = 0.40

Hora de Inicio = 8:30 a.m.

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg ²)
12:04	3:34	1"	0.7854	113.0	143.90
12:33	4:03	13/16	0.5180	126.0	242.0
12:56	4:26	9/16	0.2490	112.0	450.7
13:30	5:00	5/16	0.0767	157.0	2046.9
13:55	5:25	4/16	0.0491	180.0	3666.0
14:03	5:33	3/16	0.0276	160.0	5579.7

Fragua Inicial = 4h29m

Fragua Final = 5h27m

Relación a/c = 0.45

Hora de Inicio = 9:20

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg ²)
13:23	3:52	1"	0.7854	104.0	132.4
13:37	4:17	13/16	0.5180	116.0	223.7
14:00	4:40	9/16	0.2490	114.0	458.8
14:28	5:08	5/16	0.0767	142.0	1851.4
14:55	5:35	4/16	0.0491	145.0	2953.2
15:20	6:00	3/16	0.0276	153.0	5543.5

Fragua Inicial = 4h42m

Fragua Final = 5h46m

Relación a/c = 0.50

Hora de Inicio = 12: 50 p.m

Hora (h:m)	Tiempo (h:m)	Diámetro de aguja (pulg)	Area de la aguja (pulg ²)	Fuerza (lbs)	Resistencia a la penetración (lbs/pulg ²)
17:27	4:37	1"	0.7854	140.0	198.3
17:45	4:55	13/16	0.5180	104.0	200.6
18:00	5:10	9/16	0.2490	102.0	410.5
18:30	5:40	5/16	0.0767	100.0	1303.8
19:15	6:25	4/16	0.0491	138.0	2810.6
19:45	6:55	3/16	0.0276	125.0	4529.0

Fragua Inicial = 5h13m

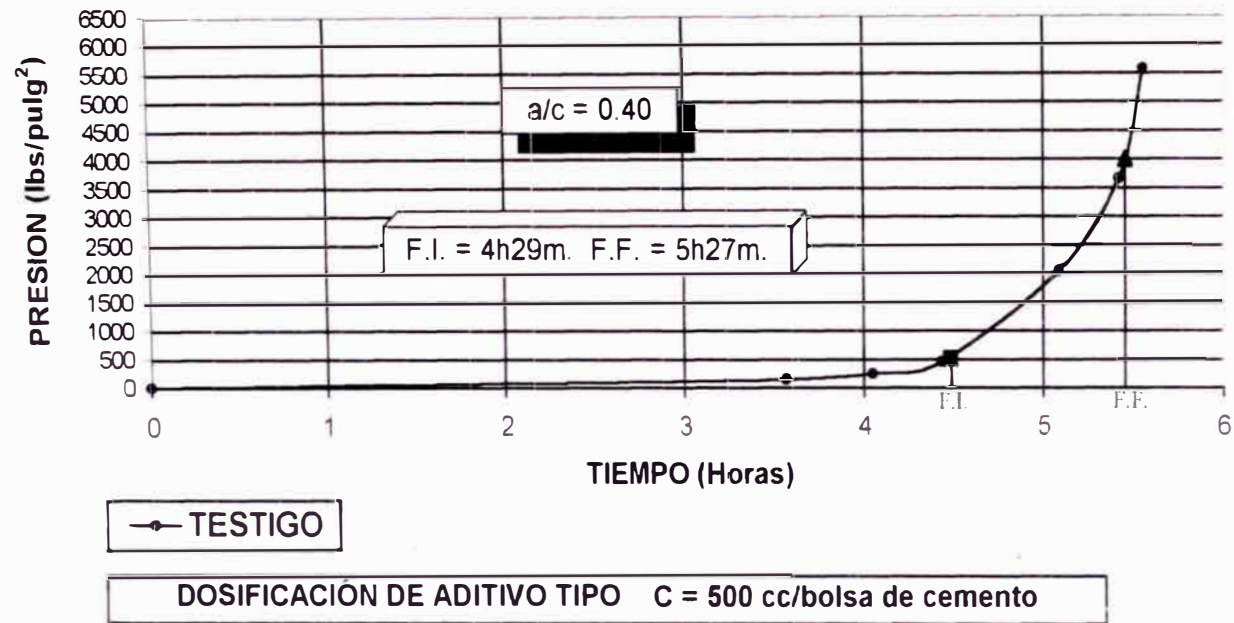
Fragua Final = 6h45m

Cuadro Resumen :

Relación a/c	Fragua Inicial h:m	Fragua Final (h:m)
040	4h29m	5h27m
045	4h42m	5h46m
050	5h12m	6h45m

A continuación presentamos los gráficos de tiempo de fraguado para las relaciones a/c = 0.40 , 0.45 y 0.50 para la dosificación de aditivo tipo C = 500 cc/ bolsa de cemento

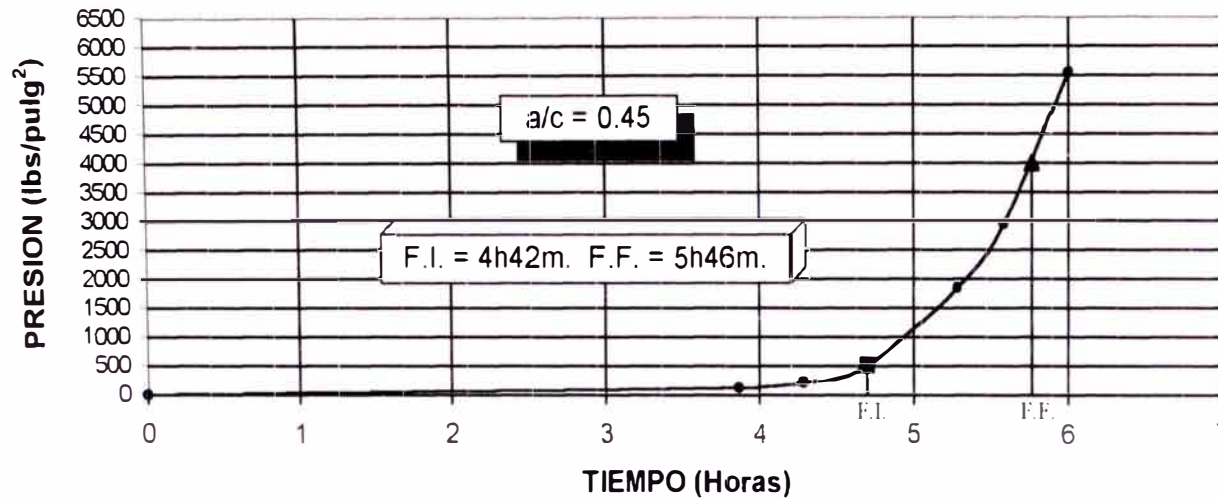
TIEMPO DE FRAGUADO



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

TIEMPO DE FRAGUADO



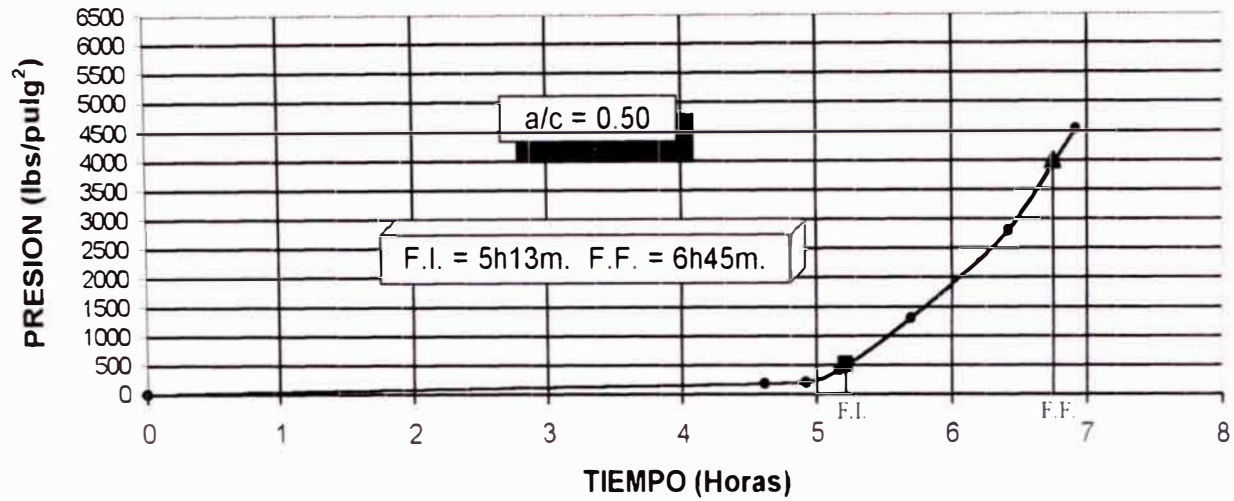
—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO C = 500 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

TIEMPO DE FRAGUADO



—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO C = 500 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

5.2.2. ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

En esta etapa se realizan los ensayos de concreto endurecido, al cual se le adiciono el aditivo acelerante del fraguado chema Estruct según las siguientes dosificaciones

Dosificación tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento

Dosificación tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento

Dosificación tipo C = 500 cc/ bolsa de cemento

para las relaciones agua – cemento = 0.40 , 0.45 y 0.50. Los ensayos practicados al concreto endurecido con aditivo son : resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y módulo de elasticidad estático.

5.2.2.1 Resistencia a la Compresión

Norma NTP 339.034

Dosificación de Aditivo tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento

Relación agua – cemento = 0.40

Edad (días)	Resistencia (Kg / cm⁰²)
07	346.7
28	403.9
45	459.2

Relación agua – cemento = 0.45

Edad (días)	Resistencia (Kg / cm²)
07	303.3
28	387.7
45	418.2

Relación agua – cemento = 0.50

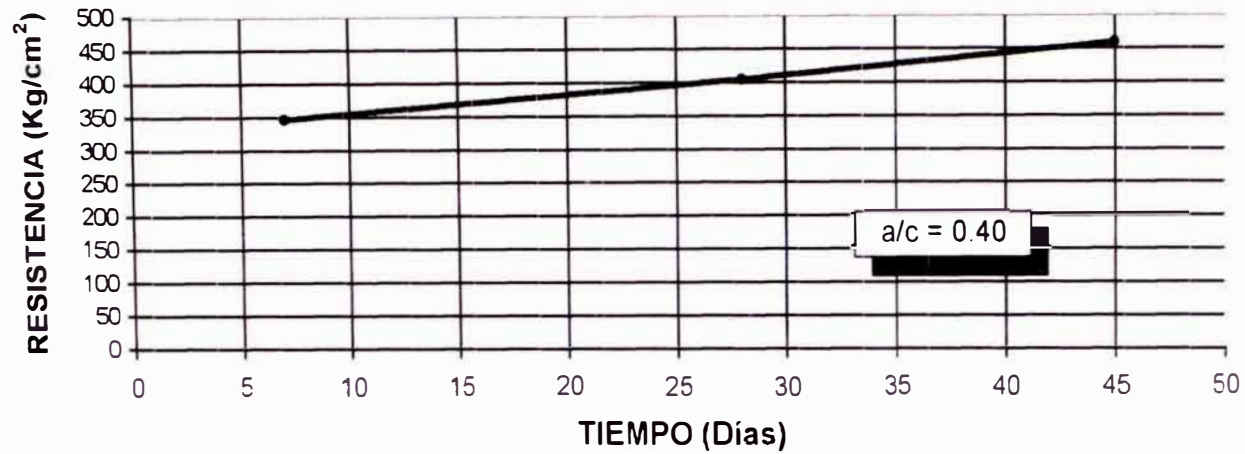
Edad (días)	Resistencia (Kg / cm²)
07	282.7
28	344.7
45	394.7

Resumen de los valores promedios obtenidos :

Relación a/c	Resistencia a la compresión (kg/cm²)		
	7	28	45
0.40	346.7	403.7	459.2
0.45	303.3	387.7	418.2
0.50	282.7	344.7	394.7

A continuación presentamos los gráficos de resistencia a compresión para las relaciones a/c = 0.40 , 0.45 y 0.50 , para la dosificación de aditivo tipo A = 250 cc/ bolsa de cemento :

RESISTENCIA A LA COMPRESION



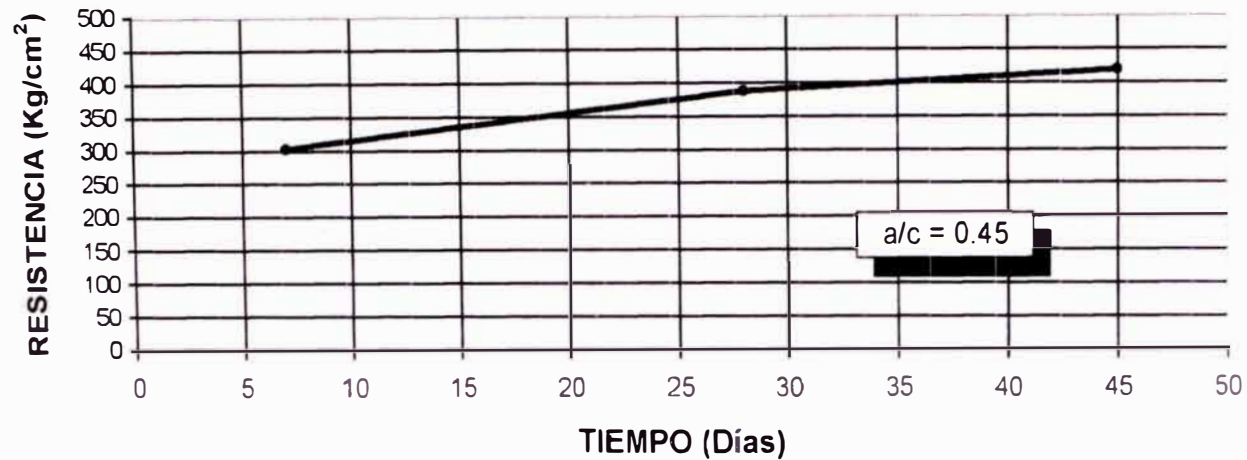
TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



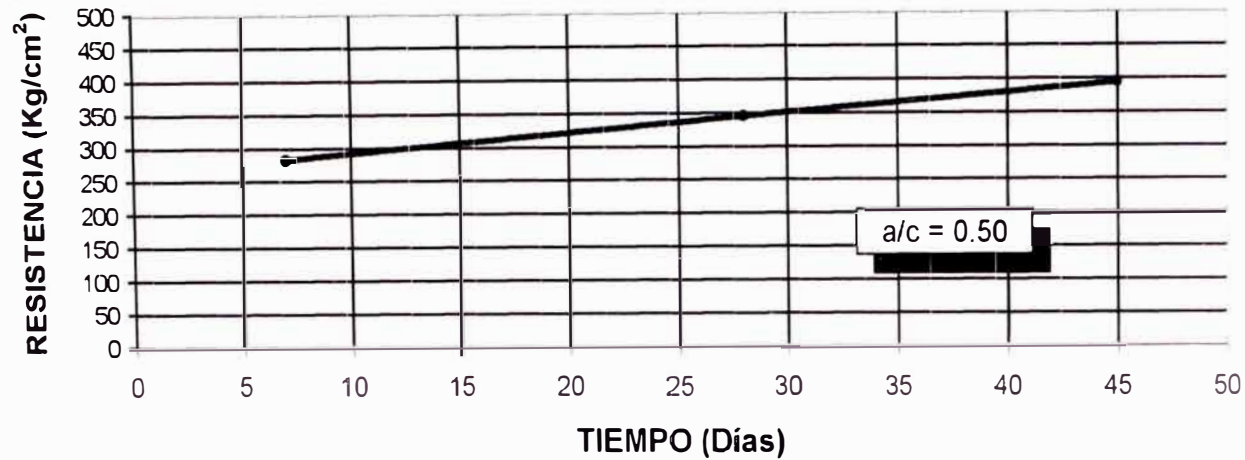
—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



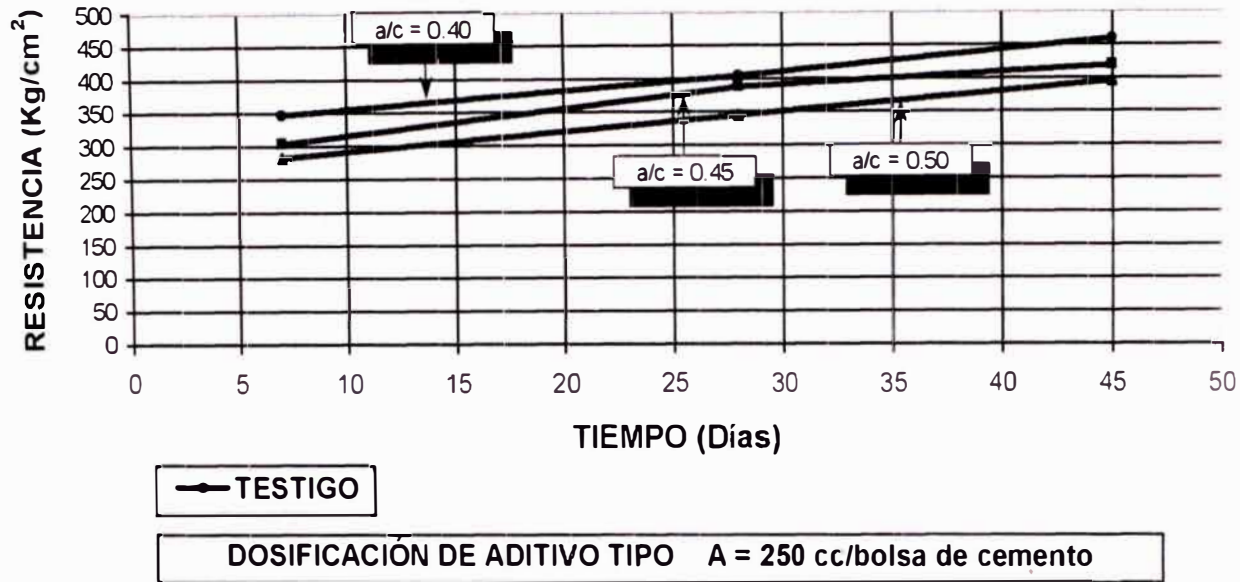
—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Dosificación de aditivo tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento

Relación agua – cemento = 0.40

Edad (días)	Resistencia (Kg / cm²)
07	342.7
28	392.6
45	437.6

Relación agua – cemento = 0.45

Edad (días)	Resistencia (Kg / cm²)
07	296.3
28	379.4
45	413.7

Relación agua – cemento = 0.50

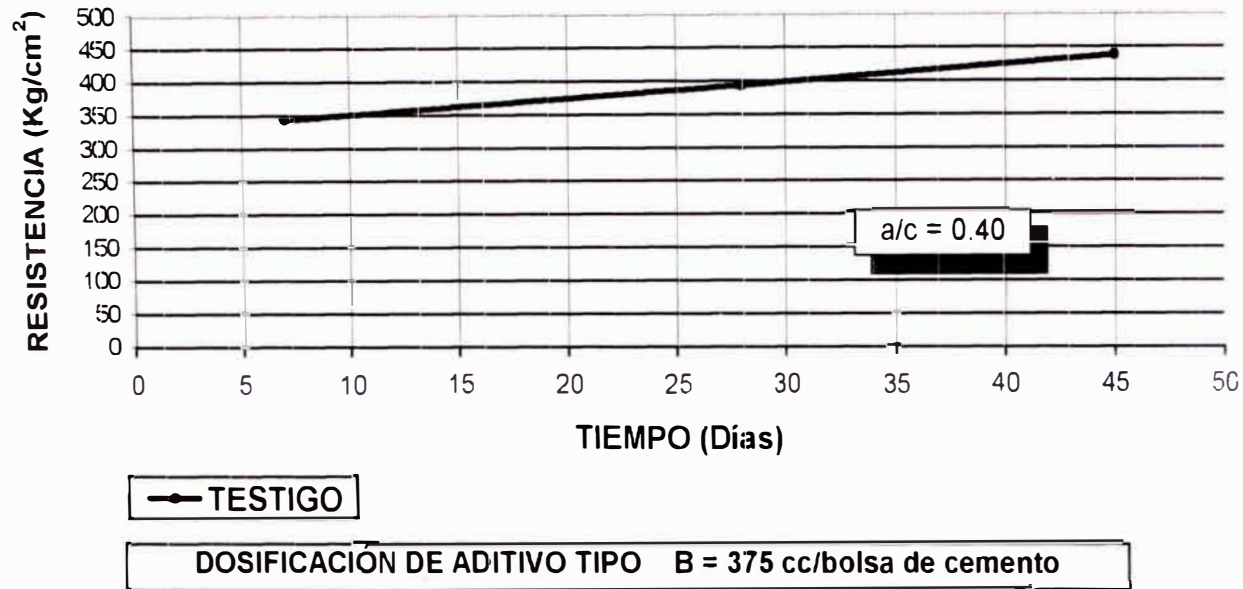
Edad (días)	Resistencia (Kg / cm²)
07	274.7
28	337.6
45	389.7

Resumen de Valores promedios obtenidos :

Relación a/c	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	7	28	45
0.40	342.7	392.6	437.6
0.45	296.3	379.4	413.7
0.50	274.7	337.6	389.7

A continuación presentamos los gráficos de la resistencia a compresión para las relaciones a/c = 0.40, 0.45 y 0.50 , para la dosificación de aditivo tipo B = 375 cc/bolsa de cemento :

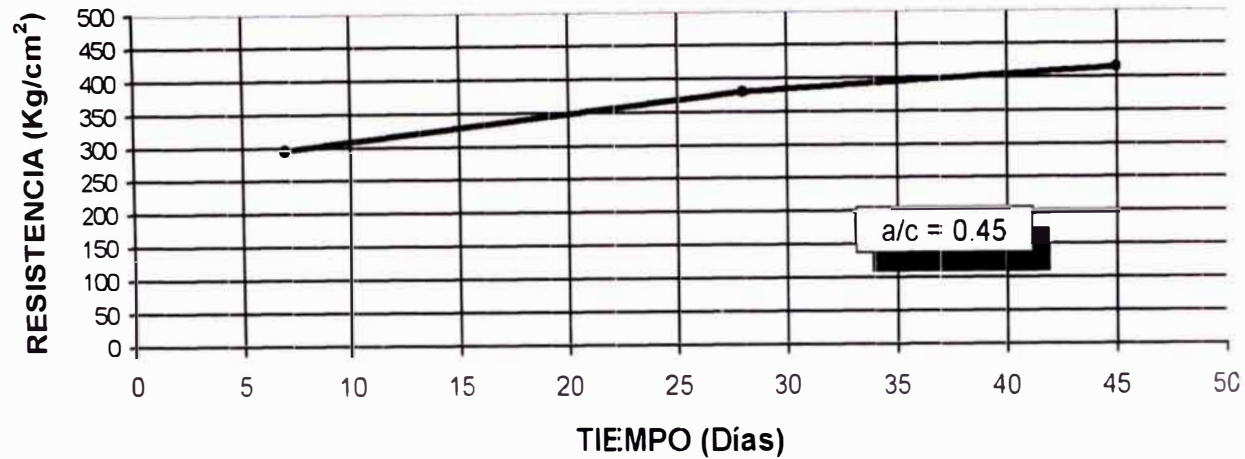
RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado
Chema Estruct sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



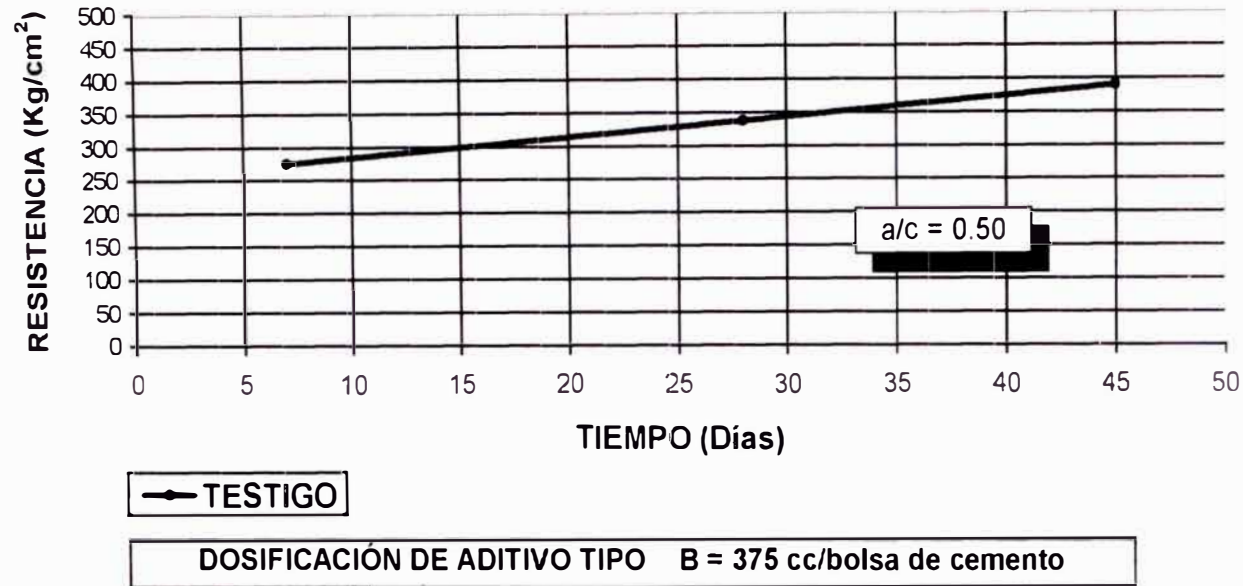
—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO B = 375 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

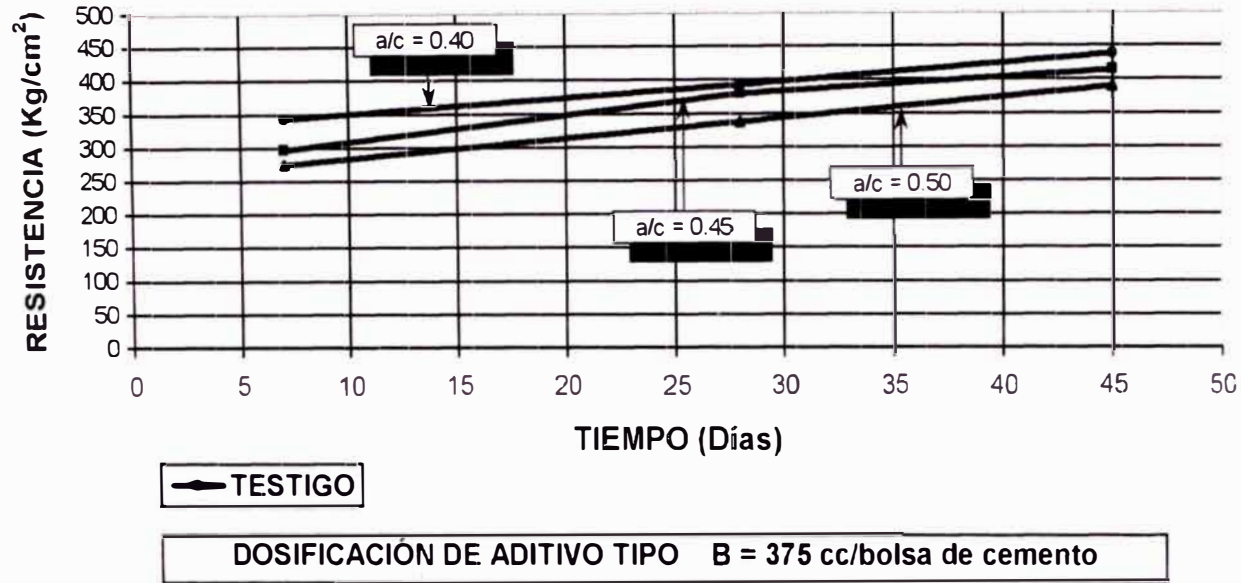
RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Dosificación de Aditivo tipo C = 500 cc/b.c

Relación agua – cemento = 0.40

Edad (días)	Resistencia (Kg / cm²)
07	334.5
28	388.8
45	414.8

Relación agua – cemento = 0.45

Edad (días)	Resistencia (Kg / cm²)
07	285.4
28	367.9
45	403.6

Relación agua – cemento = 0.50

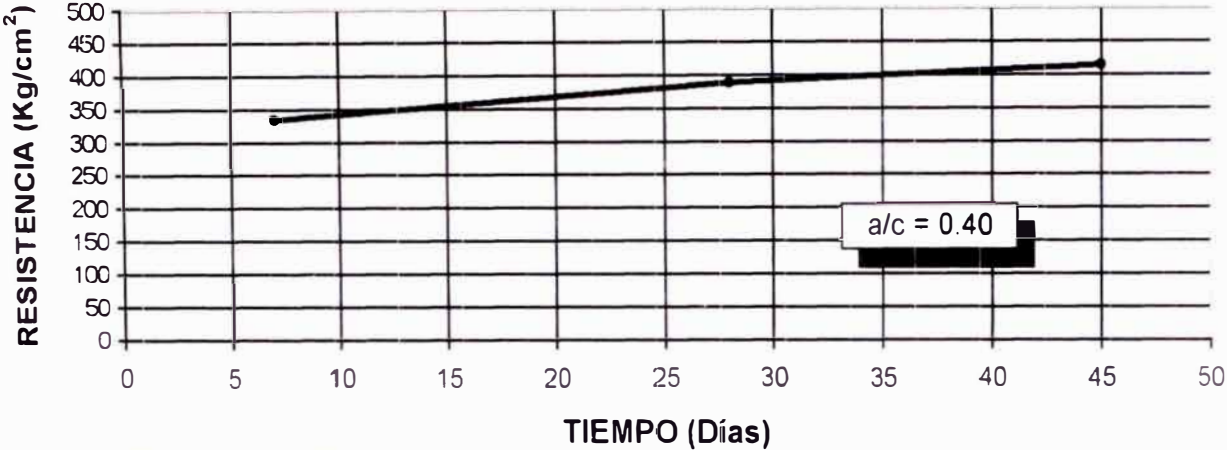
Edad (días)	Resistencia (Kg / cm²)
07	270.9
28	328.9
45	384.4

Resumen de Valores promedios obtenidos :

Relación a/c	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	7	28	45
0.40	334.5	388.8	414.8
0.45	285.4	367.9	403.6
0.50	270.9	328.9	384.4

A continuación presentamos los gráficos de la resistencia a compresión para la relación a/c = 0.40 , 0.45 y 0.50, para la dosificación de aditivo tipo C = 500cc / bolsa de cemento:

RESISTENCIA A LA COMPRESION



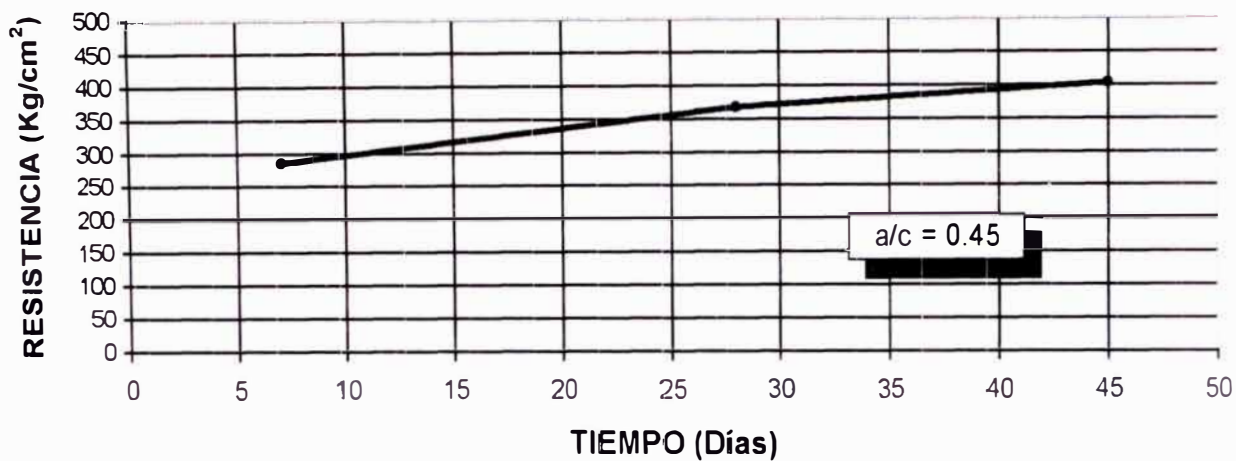
TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO C = 500 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct. sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



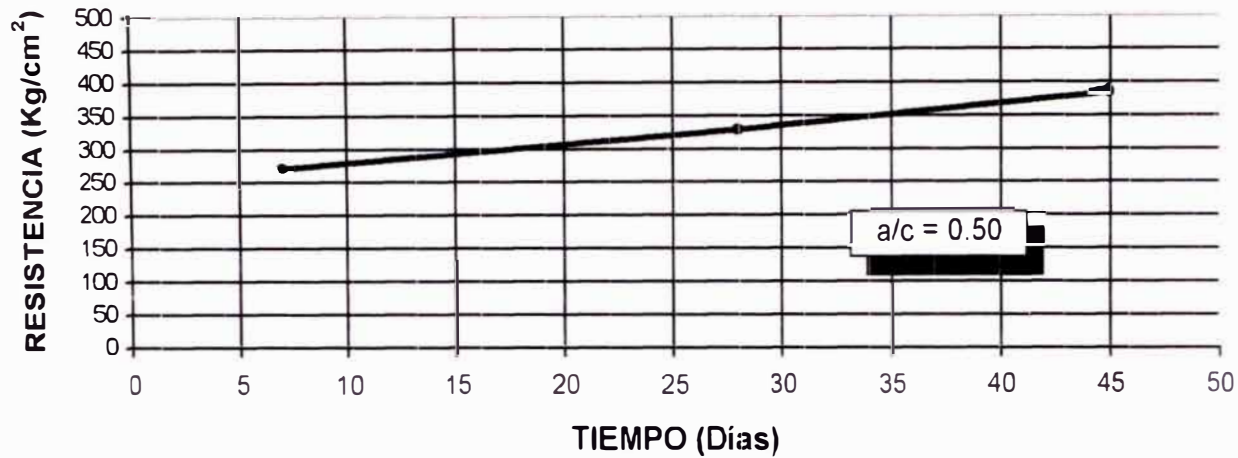
— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO C = 500 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



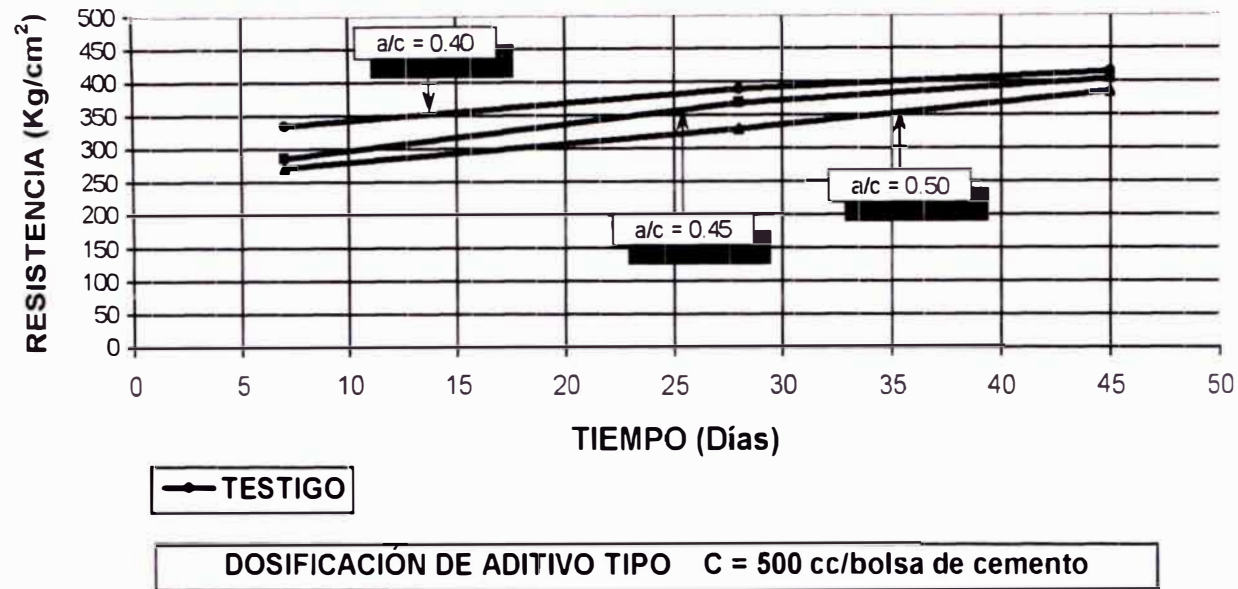
—●— TESTIGO

DOSIFICACIÓN DE ADITIVO TIPO C = 500 cc/bolsa de cemento

Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A LA COMPRESION



Tesis Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

5.2.2.2. Tracción por compresión Diametral

Norma N.T.P. 339.084

Dosificación de aditivo tipo A= 250cc/bolsa de cemento

Relación a/c	Tracción (Kg/cm ²)
	28 días
0.40	35.50
0.45	31.70
0.50	31.20

Dosificación de Aditivo tipo B =375 cc/bolsa de cemento

Relación a/c	Tracción (kg/cm ²)
	28 días
0.40	33.20
0.45	28.10
0.50	29.20

Dosificación de Aditivo tipo C= 500 cc/bolsa de cemento.

Relación a/c	Tracción (kg/cm ²)
	28 días
0.40	30.80
0.45	24.80
0.50	25.30

Dosificación de Aditivo tipo A = 250 cc/bolsa de cemento.

Relación a/c	M.E.E. (kg/cm ²)
	28 días
0.40	2.11 x 10 ⁵
0.45	2.01 x 10 ⁵
0.50	2.15 x 10 ⁵

A continuación presentamos los gráficos correspondientes para la dosificación de aditivo tipo A=250 cc/bolsa de cemento y para las relaciones agua-cemento = 0.40, 0.45 y 0.50 :

Módulo de elasticidad estático para el concreto con dosificación de aditivo tipo A = 250 cc / bolsa de cemento y relación agua-cemento = 0.40

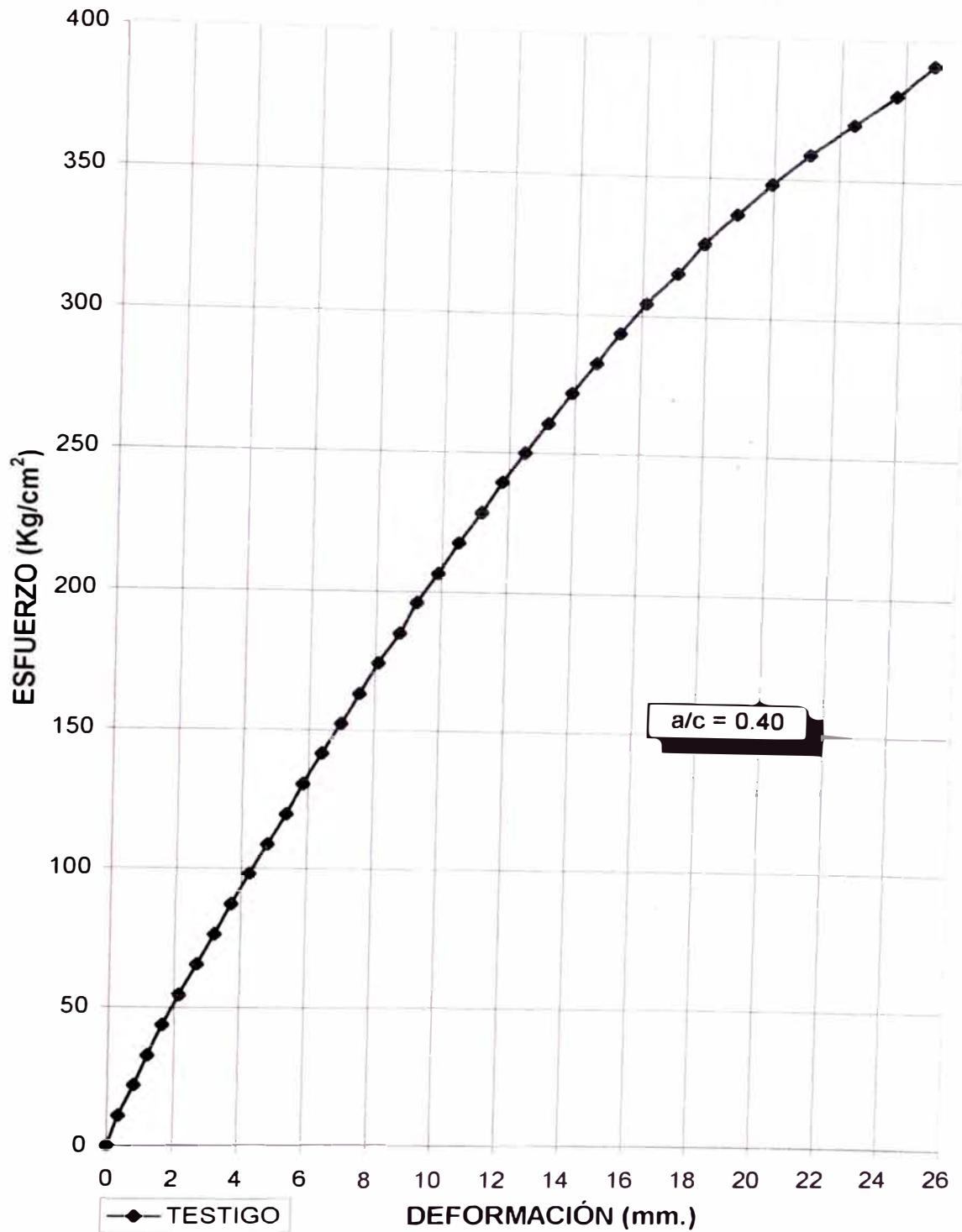
Peso inicial = 12.50 kg
 Diámetro inicial = 15.30 cm²
 Altura inicial = 30.5 cm²
 Carga inicial = 0.00 kg
 Carga final = 73800.

Carga (ton.)	Lectura izquierda (mm)	Lectura derecha (mm)	Lectura corregida (mm)	Deformación (X10-4)	Esfuerzo (kg/cm²)
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.2	0.5	0.35	0.35	10.9
4	0.5	1.1	0.80	0.80	21.8
6	0.8	1.6	1.20	1.20	32.6
8	1.2	2.1	1.65	1.65	43.5
10	1.6	2.7	2.15	2.15	54.4
12	2.1	3.3	2.70	2.70	65.3
14	2.6	3.8	3.20	3.20	76.10
16	3.0	4.4	3.70	3.70	87.0
18	3.5	5.0	4.25	4.25	97.9
20	4.0	5.6	4.80	4.80	108.8
22	4.5	6.2	5.35	5.35	119.6
24	5.0	6.7	5.85	5.85	130.5
26	5.6	7.2	6.40	6.40	141.4
28	6.1	7.9	7.0	7.0	152.2
30	6.6	8.5	7.55	7.55	163.1
32	7.1	9.1	8.10	8.10	174.0
34	7.7	9.8	8.75	8.75	184.9
36	8.2	10.3	9.25	9.25	195.8

38	8.8	11.0	9.90	9.90	206.6
40	9.4	11.6	10.5	10.5	217.5
42	10.0	12.4	11.20	11.20	228.4
44	10.6	13.0	11.80	11.80	239.3
46	11.2	13.8	12.50	12.50	250.1
48	11.9	14.5	13.20	13.20	261.0
50	12.5	15.3	13.90	13.90	271.9
52	13.2	16.1	14.65	14.65	282.8
54	13.8	16.9	15.35	15.35	293.6
56	14.5	17.8	16.15	16.15	304.5
58	15.4	18.8	17.10	17.10	315.4
60	16.1	19.7	17.90	17.90	326.3
62	17.0	20.8	18.90	18.90	337.1
64	17.9	22.0	19.95	19.95	348.0
66	18.9	23.3	21.10	21.10	358.9
68	20.0	24.9	22.45	22.45	369.8
70	21.1	26.4	23.75	23.75	380.6
72	22.1	27.7	24.90	24.90	391.5

Area = 183.9 cm²
 Carga máxima = 73800 kg
 Rotura f_{cr} = 401.3 kg/cm²
 S₂ = 0.40 f_{cr} = 160.5 kg/cm²
 S₁ = 14.50 kg/cm²
 E₂ = 7.42 × 10⁻⁴ mm
 E₁ = 0.5 × 10⁻⁴ mm
 Módulo elásticos = 2.11 × 10⁵ kg/cm²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO



DOSIFICACIÓN ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Módulo de elasticidad estático para el concreto con dosificación de aditivo tipo A = 250 cc / bolsa de cemento y relación agua-cemento = 0.45

Peso inicial = 13.30 kg

Diámetro inicial = 15.3

Altura inicial = 30.3

Carga Inicial = 0.0

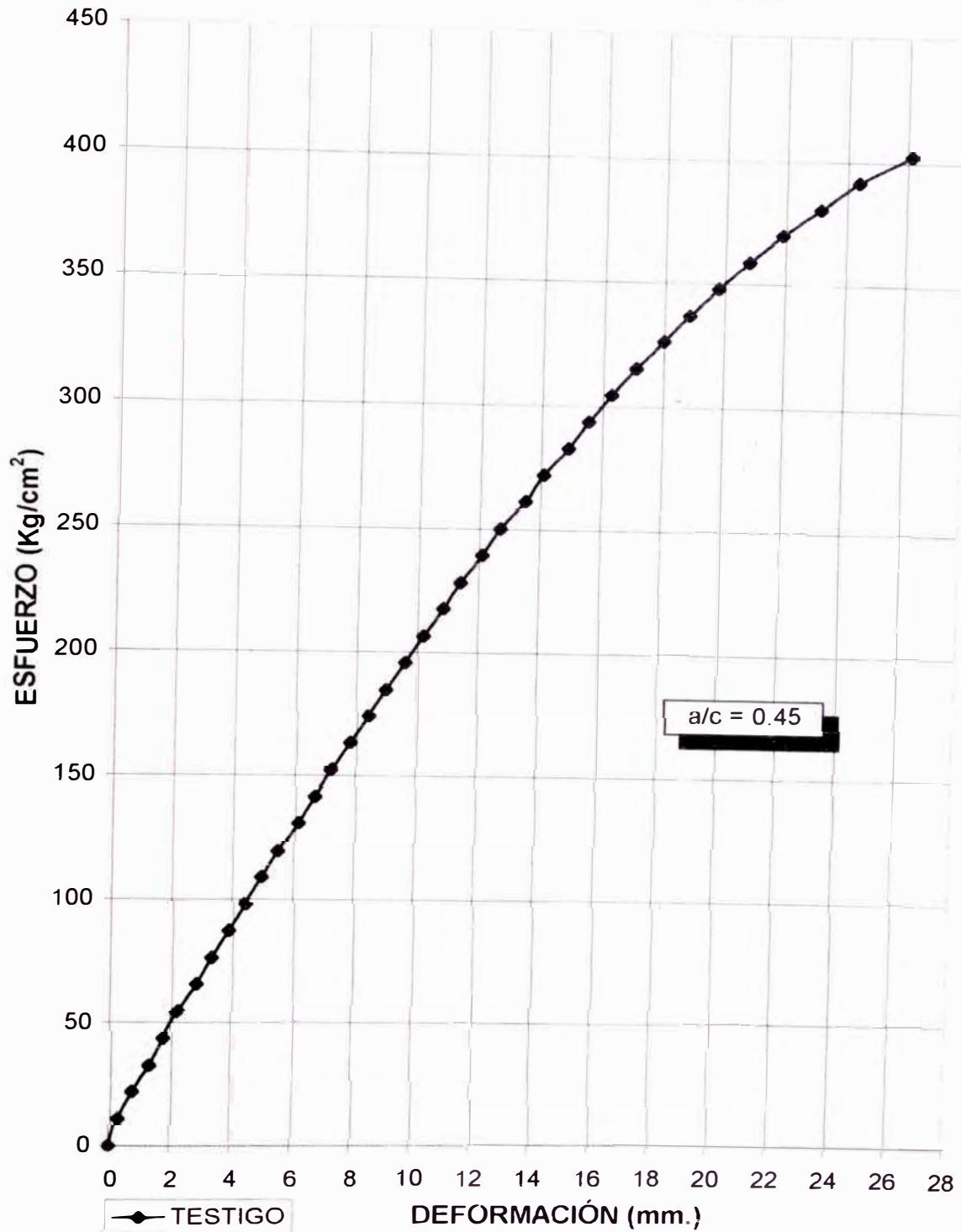
Carga final = 71700.0

Carga (ton.)	Lectura izquierda (mm)	Lectura derecha (mm)	Lectura corregida (mm)	Deformación (X10-4)	Esfuerzo (kg/cm²)
0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
2	0.2	0.4	0.25	0.25	10.9
4	0.6	0.9	0.70	0.70	21.8
6	1.1	1.5	1.25	1.25	32.6
8	1.5	2.0	1.70	1.70	43.5
10	2.0	2.5	2.20	2.20	54.4
12	2.5	3.2	2.80	2.80	65.3
14	3.1	3.6	3.30	3.30	76.1
16	3.6	4.2	3.85	3.85	87.0
18	4.1	4.8	4.40	4.40	97.9
20	4.6	5.4	4.95	4.95	108.8
22	5.1	6.0	5.50	5.50	119.6
24	5.7	6.6	6.10	6.10	130.5
26	6.2	7.2	6.65	6.65	141.4
28	6.7	7.8	7.20	7.20	152.3
30	7.3	8.4	7.80	7.80	163.1
32	7.8	9.1	8.40	8.40	174.0
34	8.3	9.8	9.00	9.00	184.9
36	8.9	10.4	9.60	9.60	195.8
38	9.4	11.1	10.20	10.20	206.6

40	10.0	11.8	10.85	10.85	217.5
42	10.5	12.4	11.40	11.40	228.4
44	11.1	13.2	12.10	12.10	239.3
46	11.7	13.8	12.70	12.70	250.1
48	12.4	14.7	13.50	13.50	261.0
50	12.9	15.4	14.10	14.10	271.9
52	13.6	16.3	14.90	14.90	282.8
54	14.2	17.0	15.55	15.55	293.6
56	14.9	17.8	16.30	16.30	304.5
58	15.6	18.7	17.10	17.10	315.4
60	16.3	19.8	18.00	18.00	326.3
62	17.0	20.8	18.85	18.85	337.1
64	17.8	21.9	19.80	19.80	348.0
66	18.7	23.0	20.80	20.80	358.9
68	19.5	24.4	21.90	21.90	369.8
70	20.4	26.0	23.15	23.15	380.6

Area = 183.90 cm²
 Carga máxima = 71700.0 kg
 Rotura f_{cr} = 389.9 kg/cm²
 S₂ = 0.40f_{cr} = 156.0 kg/cm²
 S₁ = 17.0 kg/cm²
 E₂ = 7.40 x 10⁻⁴
 E₁ = 0.5 x 10⁻⁴
 Módulo estático = 2.01 x 10⁵ kg/cm²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO



DOSIFICACIÓN ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

**Módulo de elasticidad estático para el concreto con dosificación de aditivo
tipo A = 250 cc / bolsa de cemento y relación agua-cemento = 0.50**

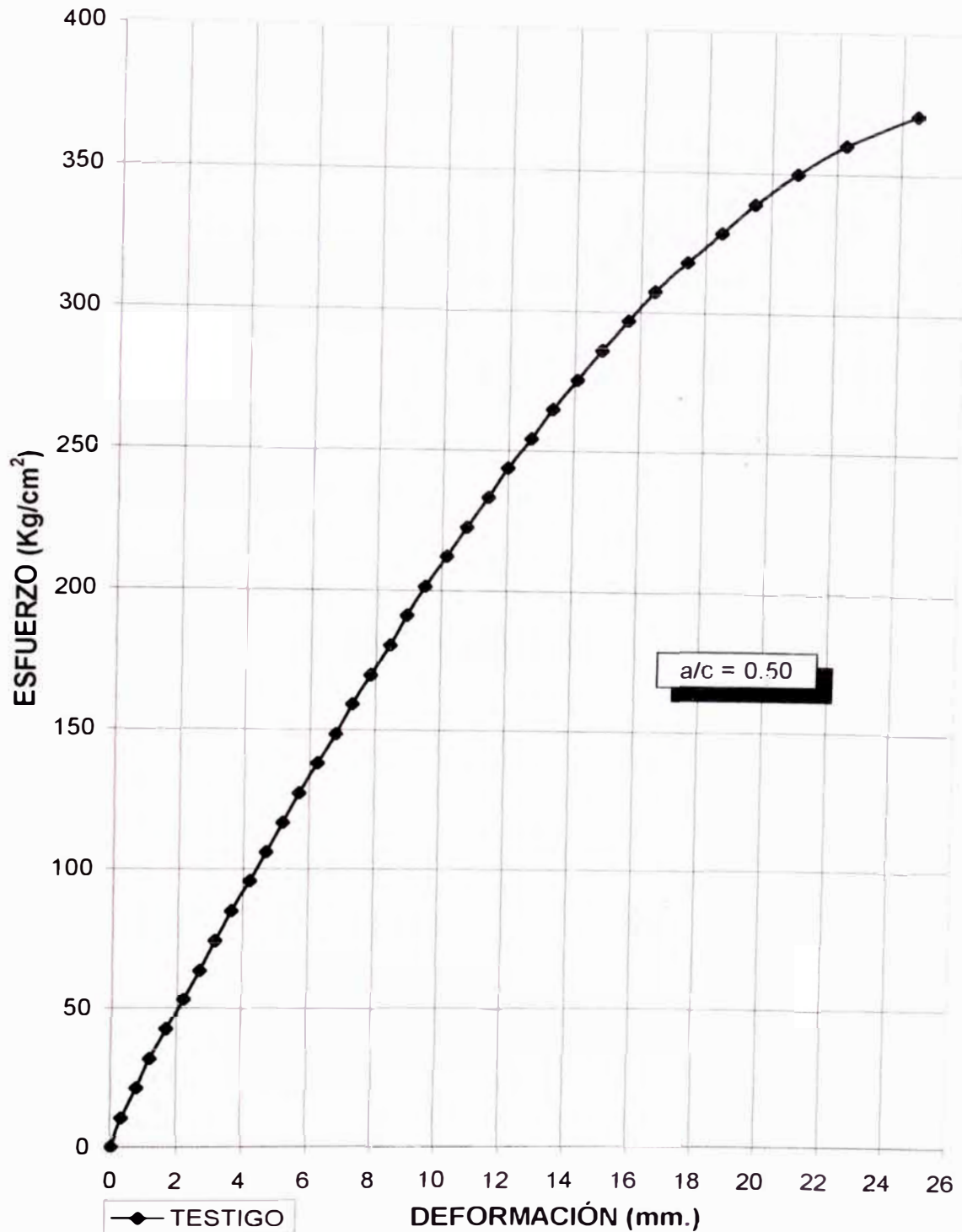
Peso inicial = 13.60 kg
 Diámetro inicial = 15.5 cm
 Altura inicial = 30.2 cm
 Carga inicial = 0.0
 Carga final = 65800.0 kg

Carga (ton.)	Lectura izquierda (mm)	Lectura derecha (mm)	Lectura corregida (mm)	Deformación (X10-4)	Esfuerzo (kg/cm²)
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.1	0.6	0.35	0.35	10.6
4	0.3	1.3	0.80	0.80	21.2
6	0.6	1.8	1.20	1.20	31.8
8	1.0	2.4	1.70	1.70	42.4
10	1.4	3.0	2.20	2.20	53.0
12	1.9	3.5	2.70	2.70	63.6
14	2.3	4.0	3.15	3.15	74.2
16	2.8	4.5	3.65	3.65	84.8
18	3.3	5.1	4.20	4.20	95.4
20	3.7	5.7	4.7	4.7	106.0
22	4.2	6.2	5.2	5.2	116.6
24	4.7	6.7	5.7	5.7	129.2
26	5.2	7.3	6.25	6.25	137.8
28	5.8	7.8	6.28	6.28	148.4
30	6.3	8.3	7.3	7.3	159.0
32	6.8	8.9	7.85	7.85	169.6
34	7.4	9.5	8.45	8.45	180.2
36	7.9	10.0	8.95	8.95	190.8
38	8.5	10.5	9.5	9.5	201.4

40	9.1	11.2	10.15	10.15	212.0
42	9.9	11.8	10.75	10.75	222.6
44	10.3	12.5	11.40	11.40	233.2
46	11.0	13.0	12.0	12.0	243.8
48	11.7	13.7	12.7	12.7	254.4
50	12.4	14.3	13.35	13.35	265.0
52	13.1	15.1	14.10	14.10	275.6
54	13.9	15.8	14.85	14.85	286.2
56	14.7	16.6	15.65	15.65	296.8
58	15.6	17.3	16.45	16.45	307.4
60	16.6	18.3	17.45	17.45	318.0
62	17.7	19.3	18.50	18.50	328.6
64	18.9	20.1	19.50	19.50	339.2
66	20.3	21.3	20.8	20.8	349.8
68	21.9	22.7	22.3	22.3	360.4
70	24.6	24.4	24.5	24.5	371.0

Area	=	188.7 cm ²
Carga máxima	=	65800.00 kg
Rotura f _{cr}	=	348.7 kg/cm ²
S ₂ = 0.40 f _{cr}	=	139.5 kg/cm ²
S ₁	=	14.1 kg/cm ²
E ₂	=	6.34 x 10 ⁻⁴
E ₁	=	0.5 x 10 ⁻⁴
Módulo elástico	=	2.15 x 10 ⁵ kg/cm ²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO



DOSIFICACIÓN ADITIVO TIPO A = 250 cc/bolsa de cemento

Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Dosificación de aditivo tipo B=375 cc/bolsa de cemento

Relación a/c	M.E.E. (kg/cm)
	28 días
0.40	2.09×10^5
0.45	1.90×10^5
0.50	-----

Debido a deficiencias en el equipo de lectura par obtener las deformaciones del concreto no se pudo continuar con este ensayo para los demás casos, pero en los cuadros expuesto se observa claramente como va variando el módulo de elasticidad estático del concreto con la adición del aditivo.

A continuación presentamos los gráficos correspondientes para la dosificación de aditivo tipo B=375 cc/bolsa de cemento y para las relaciones agua-cemento =0.40 y 0.45 :

**Módulo de elasticidad estático para el concreto con dosificación de aditivo
tipo B = 375 cc / bolsa de cemento y relación agua-cemento = 0.40**

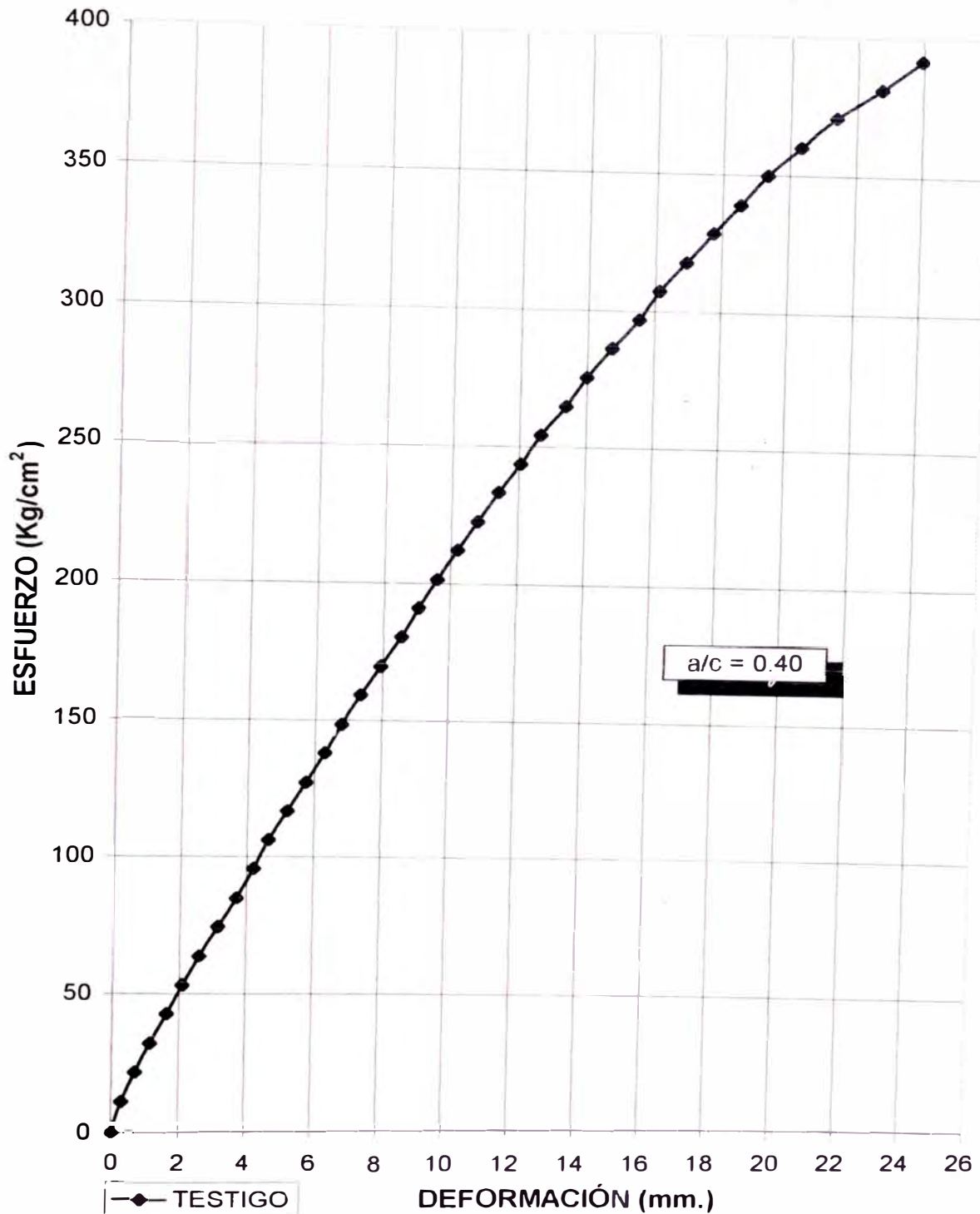
Peso inicial = 13.20 kg
 Diámetro inicial = 15.5
 Altura inicial = 30.6
 Carga inicial = 0.00
 Carga final = 76400.0 kg

Carga (ton.)	Lectura izquierda (mm)	Lectura derecha (mm)	Lectura corregida (mm)	Deformación (X10-4)	Esfuerzo (kg/cm²)
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.1	0.5	0.3	0.3	10.6
4	0.3	1.1	0.7	0.7	21.2
6	0.6	1.7	1.15	1.15	31.8
8	1.0	2.3	1.65	1.65	42.4
10	1.4	2.8	2.1	2.1	53.0
12	1.8	3.4	2.6	2.6	63.6
14	2.2	4.1	3.15	3.15	74.2
16	2.8	4.6	3.70	3.70	84.8
18	3.2	5.2	4.20	4.20	95.4
20	3.6	5.7	4.65	4.65	106.0
22	4.1	6.3	5.20	5.20	116.6
24	4.6	6.9	5.75	5.75	127.1
26	5.1	7.5	6.30	6.30	137.8
28	5.6	8.0	6.80	6.80	148.4
30	6.1	8.6	7.35	7.35	159.0
32	6.6	9.3	7.95	7.95	169.6
34	7.2	9.9	8.55	8.55	180.2
36	7.6	10.5	9.05	9.05	190.8
38	8.1	11.1	9.60	9.60	201.4

40	8.6	11.8	10.20.	10.20.	212.0
42	9.2	12.4	10.80	10.80	222.6
44	9.7	13.1	11.40	11.40	233.2
46	10.3	13.8	12.05	12.05	243.8
48	10.8	14.5	12.65	12.65	254.4
50	11.4	15.4	13.40	13.40	265.0
52	12.0	16.0	14.0	14.0	275.6
54	12.6	16.9	14.75	14.75	286.2
56	13.3	17.8	15.55	15.55	296.8
58	13.8	18.5	16.15	16.15	307.4
60	14.4	19.5	16.95	16.95	317.9
62	15.1	20.4	17.75	17.75	328.6
64	15.7	21.4	18.55	18.55	339.2
66	16.4	22.3	19.35	19.35	349.8
68	17.1	23.6	20.35	20.35	360.4
70	17.9	24.9	21.4	21.4	371.0
72	18.8	26.7	22.75	22.75	381.6
74	19.6	28.3	23.95	23.95	392.2

Area	= 188.7 cm ²
Carga máxima	= 75000 kg
Rotura f _{cr}	= 397.5 kg/cm ²
S ₂ = 0,40 f _{cr}	= 159.0 kg/cm ²
S ₁	= 15.90 kg/cm ²
E ₂	= 7.35 x 10 ⁻⁴ mm
E ₁	= 0.5 x 10 ⁻⁴ mm
Módulo elástico	= 2.09 x 10 ⁵ kg/cm ²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO



DOSIFICACIÓN ADITIVO TIPO B = 375 cc/bolsa de cemento

Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

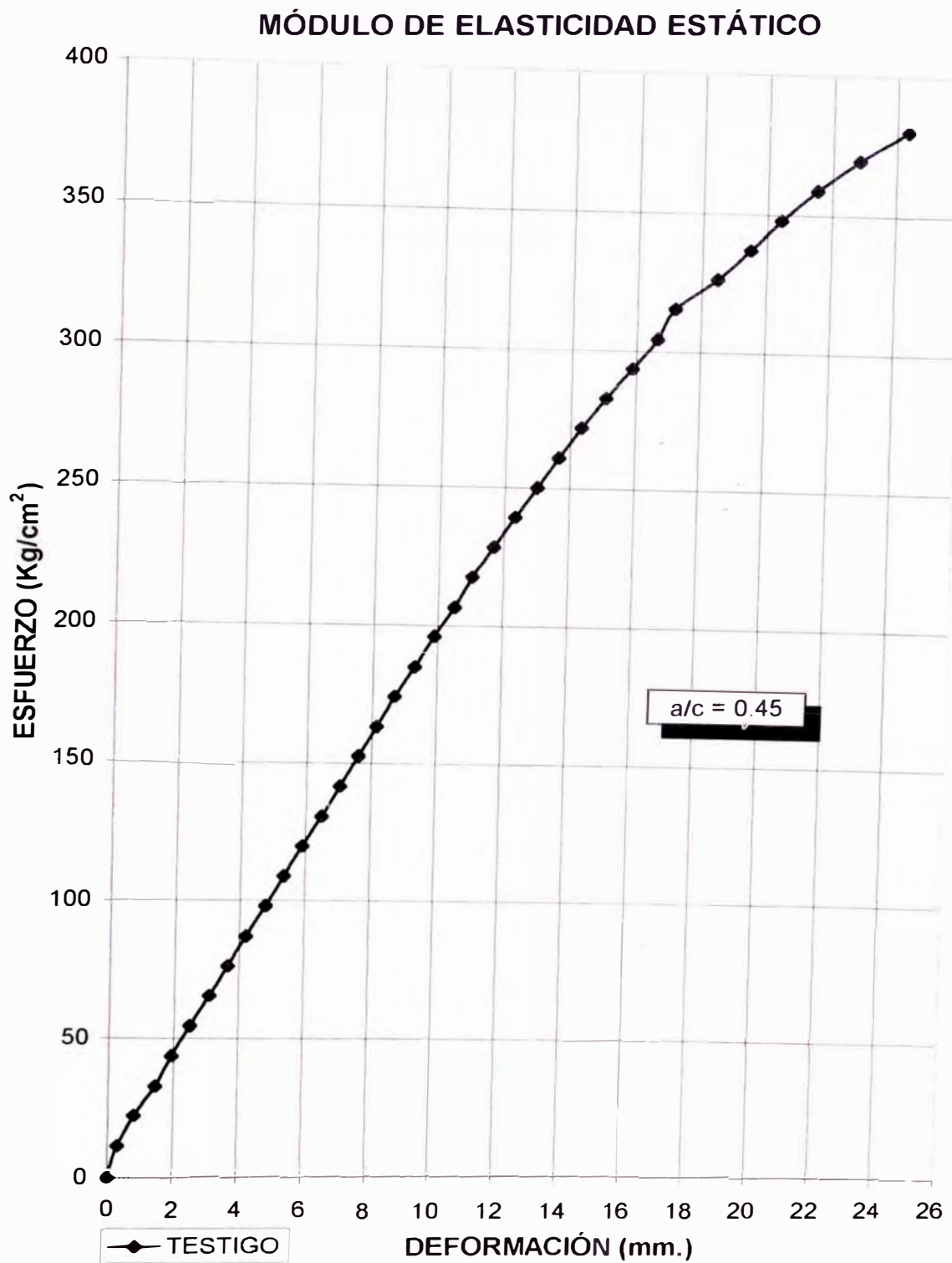
Módulo de elasticidad estático para el concreto con dosificación de aditivo tipo B = 375 cc / bolsa de cemento y relación agua-cemento = 0.45

Peso inicial = 13.35 kg
 Diámetro inicial = 15.3 cm²
 Altura inicial = 30.1 cm²
 Carga inicial = 0.0
 Carga final = 71900.0 kg

Carga (ton.)	Lectura izquierda (mm)	Lectura derecha (mm)	Lectura corregida (mm)	Deformación (X10-4)	Esfuerzo (kg/cm²)
0	0.0	0.1	0.05	0.00	0.0
2	0.4	0.3	0.35	0.30	10.9
4	1.0	0.7	0.85	0.80	21.8
6	1.7	1.3	1.5	1.45	32.6
8	2.3	1.7	2.0	1.95	43.5
10	2.9	2.2	2.55	2.50	54.4
12	3.6	2.7	3.15	3.10	65.3
14	4.2	3.2	3.70	3.65	76.1
16	4.8	3.7	4.25	4.20	87.0
18	5.4	4.3	4.85	4.80	97.9
20	6.0	4.8	5.4	5.35	108.8
22	6.6	5.3	5.95	5.90	119.6
24	7.3	5.8	6.55	6.50	130.5
26	7.8	6.4	7.10	7.05	141.4
28	8.4	6.9	7.65	7.60	152.3
30	9.0	7.4	8.20	8.15	163.1
32	9.6	7.9	8.75	8.70	174.0
34	10.3	8.4	9.35	9.30	184.9
36	10.9	9.0	9.95	9.90	195.8
38	11.6	9.5	10.55	10.50	206.6

40	12.2	10.0	11.1	11.50	217.5
42	12.9	10.6	11.75	11.70	228.4
44	13.6	11.2	12.4	12.35	239.3
46	14.3	11.8	13.05	13.00	250.1
48	15.0	12.4	13.70	13.65	261.0
50	15.8	13.0	14.40	14.35	271.9
52	16.6	13.7	15.15	15.10	282.83
54	17.5	14.4	15.95	15.90	293.6
56	18.4	15.0	16.70	16.65	304.5
58	19.3	15.2	17.25	17.20	315.4
60	20.5	16.6	18.55	18.50	326.3
62	21.6	17.5	19.55	19.50	337.1
64	22.8	18.2	20.5	20.45	348.0
66	24.0	19.2	21.6	21.55	358.9
68	25.6	20.2	22.9	22.85	369.8
70	27.4	21.4	24.4	24.35	380.6
72					

Area = 183.9 cm²
 Carga máxima = 71900.0 kg
 Rotura f_{cr} = 391.0 kg/cm²
 S₂ = 0.40 f_{cr} = 156.4 kg/cm²
 S₁ = 15.26 kg/cm²
 E₂ = 7.8 x 10⁻⁴ mm
 E₁ = 0.5 x 10⁻⁴ mm
 Módulo elásticos = 1.9 x 10⁵ kg/cm²



DOSIFICACIÓN ADITIVO TIPO B = 375 cc/bolsa de cemento

Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

CAPITULO VI
ANALISIS Y COMPARACIONES DE LOS
RESULTADOS

Generalidades

La presente tesis de investigación enfoca el estudio de "Los efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct, en las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland tipo I –Sol" .Este se desarrolla mediante el análisis y comparaciones de los resultados obtenidos en laboratorio, del ensayo de cada una de las propiedades del concreto fresco y endurecido con aditivo respecto de los valores sin aditivo (patrón); utilizando las dosificaciones recomendadas por el vendedor Importadora Técnica Industrial y Comercial S.A. ITICSA, las cuales se han denominado como:

Dosificación tipo A = 250 cc/bolsa de cemento

Dosificación tipo B = 375 cc/bolsa de cemento

Dosificación tipo C = 500 cc/bolsa de cemento

Para las relaciones $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50 . Por lo tanto presentamos a continuación los análisis y comparaciones de los resultados a través de cuadros y gráficos que nos permiten establecer el comportamiento del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct en el concreto fresco y endurecido , para las condiciones del lugar de ensayo.

6.1 MATERIALES

6.1.1 CEMENTO PORTLAND TIPO I – SOL

La calidad del cemento es un factor muy importante en los diseños de mezclas y en los resultados que se obtengan de los concretos a preparar; para el caso de nuestro cemento de trabajo, respecto a sus propiedades físicas: contenido de aire, tiempo de fraguado , resistencia a la compresión, cumplen a cabalidad las especificaciones de control de la norma N.T.P. 334.040 , el contenido de aire obtenido para el cemento Sol – tipo I es 6.6% respecto del 12% como máximo especifico por la norma de control además que porcentajes mayores a los especificados disminuyan la resistencia del concreto.

Así también en el ensayo de expansión auto clave se ha obtenido el valor de 0.17% respecto del 0.8% especificado por la norma de control, con lo cual aseguramos que no se producirán cambios de volumen en el concreto preparado con este cemento.

6.1.2. AGREGADO FINO

De los ensayos realizados se observa que la Granulometría del agregado no cumple en su totalidad respecto del huso de control de la norma ASTM C-33; tenemos que en el rango de tamices ¼" al N° 08 la curva sale del huso en un 2% hacia el lado de los agregados de mayor tamaño por otro lado para el tamiz N° 100, este punto sale del huso de control en un 3% hacia el lado de los agregados de menor tamaño.

Respecto a las demás propiedades del agregado fino: peso específico (2.69 gr/cc) , módulo de fineza (3.07), material fino que pasa la malla N°200 (3.5%), absorción (0.8%), etc., todas ellas cumplen con las especificaciones de control establecidos.

6.1.3. AGREGADO GRUESO

De los ensayos realizados se observa que la granulometría del agregado cumple en su totalidad con el uso de control N° 56 de la ASTM-C33, establecido según el tamaño nominal máximo del agregado grueso (1").

En lo que se refiere a las demás propiedades físicas: peso específico (2.75 gr/cc), Material fino que pasa la malla N° 200 (0.66%), Absorción (0.66%), etc. Todos ellos cumplen con las especificaciones de control establecidos.

6.1.4. ADITIVOS CHEMA ESTRUCT

Este aditivo es comercializado por la empresa Importadora Técnica Industrial y Comercial S.A. ITICSA. Según la especificación del producto se trata de un acelerante del fraguado y la norma N.T.P. 334.088 (ASTM C-494) lo clasifica como

“Aditivo tipo C (acelerante del fraguado)”); su peso específico es 1.25 kg/litro y no contiene cloruros (se puede usar en concreto armado)

La dosificación usada en los ensayos fue la recomendada por el distribuidor:

Dosificación reducida = 250 cc/bolsa de cemento

Dosificación normal = 375 cc/bolsa de cemento

Dosificación superior = 500 cc/bolsa de cemento

El modo de usarlo es agregando la dosificación de aditivo al agua de mezclado y luego este conjunto ingresa a la mezcladora conjuntamente con los otros materiales para la preparación del concreto.

En el trabajo de investigación realizando el aditivo es utilizado con la finalidad de estudiar los efectos que produce en las propiedades del concreto fresco y endurecimiento preparado con cemento Portland tipo I-Sol; además de comprobar su efecto de aceleramiento del fraguado e incremento de resistencias iniciales especificado en su hoja técnica (obtenidos según el fabricante con cemento Portland Tipo I).

6.2. CONCRETO FRESCO

Los ensayos realizados para el concreto fresco sin aditivos (patrón) y con aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct, comprende las siguientes propiedades: consistencia, peso unitario, contenido de aire, exudación y tiempo de fraguado

Se establecen a través de estos ensayos los análisis y comparaciones del concreto con aditivo respecto del concreto patrón cuyos resultados se indican a continuación:

6.2.1. CONSISTENCIA (ENSAYO DEL CONO DE ABRAHAMS)

NORMA N.T.P. 339.035

Resultado del ensayo

Sin aditivo (patrón)

Relación	Asentamiento
0.40	3 ³ / ₄
0.45	3 ³ / ₄
0.50	3 ³ / ₄

Variación porcentual por la adición de aditivo respecto del concreto patrón:

Relación a/c	Sin aditivo (patrón) (%)	Dosificación tipo A (%)	Dosificación tipo B (%)	Dosificación tipo C (%)
0.40	100.0	120.0	126.7	133.3
0.45	100.0	110.0	136.7	173.3
0.50	100.0	120.0	133.3	146.7

Analizando los resultados obtenidos del concreto con aditivo respecto de los valores patrón se concluye que el aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct actúa como un plastificante en las mezclas del concreto fresco, incrementando su fluidez a medida que se incrementa la dosificación del aditivo.

6.2.2. PESO UNITARIO

NORMA N.T.P. 339.046

Resultados de ensayo:

Sin aditivo (patrón)

Relación a/c	Peso Unitario (Kg/m ³)
0.40	2325.0
0.45	2322.0
0.50	2332.0

Variación porcentual por la adición del aditivo respecto del concreto patrón

Relación a/c	Sin aditivo (patrón) (%)	Dosificación tipo A (%)	Dosificación tipo B (%)	Dosificación tipo C (%)
0.40	100.0	98.6	99.4	98.9
0.45	100.0	99.6	99.5	99.9
0.50	100.0	99.9	99.5	99.1

Los valores del peso unitario obtenido de los concreto preparados son aceptables, están dentro del rango establecido para los concretos normales, estructurales de buena calidad (2300 a 2400 kg/m³).

De los cuadros presentados se concluye que el peso unitario de los concretos con aditivos disminuyen respecto de los valores obtenidos para el concreto patrón, estas disminuciones son pequeñas y los mayores valores se obtienen para la relación a/c=0.40, con 1% en promedio para las tres dosificaciones de uso del aditivo. Podemos afirmar que esta disminución en los pesos unitarios se debe al incremento del contenido de aire atrapado en la mezcla y a la mayor exudación de agua por la adición del aditivo.

6.2.3. CONTENIDO DE AIRE

NORMA N.T.P. 339.080

Resultados de ensayo:

Sin aditivo (patrón)

Relación a/c	Contenido de Aire (%)
0.40	3.10
0.45	3.20
0.50	3.10

Variación porcentual por la adición del aditivo respecto del concreto patrón

Relación a/c	Sin aditivo (patrón) (%)	Dosificación tipo A (%)	Dosificación tipo B (%)	Dosificación tipo C (%)
0.40	100.0	100.0	103.2	116.1
0.45	100.0	93.8	96.9	106.3
0.50	100.0	96.8	106.50	119.4

Analizando los resultados obtenidos se concluye que el aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct incorpora aire al concreto. La cantidad de aire incorporado se va incrementando a medida que se incrementa la dosificación del aditivo; se debe tomar en cuenta esta deficiencia del aditivo ya que puede producir disminución en la resistencia del concreto y para los casos de concretos solicitados por durabilidad podrían ser afectados por el comportamiento del aditivo.

6.2.4. EXUDACIÓN

NORMA N.T.P. 339.077

Resultado del ensayo:

Sin aditivo (patrón)

Relación a/c	Exudación (%)
0.40	0.97
0.45	1.38
0.50	2.45

Variación porcentual por la adición del aditivo respecto del concreto patrón:

Relación A/c	Sin aditivo (patrón) (%)	Dosificación tipo A (%)	Dosificación tipo B (%)	Dosificación tipo C (%)
0.40	100.0	88.7	108.2	139.2
0.45	100.0	88.4	114.5	155.8
0.50	100.0	75.1	91.4	124.5

De los resultados mostrados en el cuadro se concluye que el aditivo incrementa la exudación del agua de la mezcla, este incremento se da a partir de la dosificación tipo B y aumenta a medida que incrementa la dosificación del aditivo, para las tres relaciones agua- cemento. Esta deficiencia del aditivo genera disminución de las resistencias, disminuye la impermeabilidad de los concretos requeridos por durabilidad, etc.

6.2.5. TIEMPO DE FRAGUADO

NCRMA N.T.P. 339.082

Resultados de ensayo:

Sin aditivo (Patrón)

FRAGUA INICIAL

Relación a/c	Sin aditivo (h:m)	Dosificación tipo A (h:m)	Dosificación tipo B (h:m)	Dosificación tipo C (h:m)
0.40	3:48	3:54	3:50	4:29
0.45	3:38	3:34	4:27	4:42
0.50	3:55	3:49	4:39	5:12

Variación porcentual por la adición del aditivo respecto del concreto patrón:

Relación a/c	Sin aditivo (patrón) (%)	Dosificación tipo A (%)	Dosificación tipo B (%)	Dosificación tipo C (%)
0.40	100.0	104.0	101.3	119.6
0.45	100.0	97.2	122.5	129.4
0.50	100.0	98.7	119.4	134.5

FRAGUA FINAL

Relación a/c	Sin aditivo (h:m)	Dosificación tipo A (h:m)	Dosificación tipo B (h:m)	Dosificación tipo C (h:m)
0.40	4:54	5:10	4:58	5:27
0.45	4:52	4:42	5:20	5:46
0.50	5:23	5:19	6:05	6:41

Variación porcentual por la adición del aditivo respecto del concreto patrón.

Relación A/c	Sin aditivo (%)	Dosificación tipo A (%)	Dosificación tipo B (%)	Dosificación tipo C (%)
0.40	100.0	105.4	101.7	111.6
0.45	100.0	97.2	110.3	119.3
0.50	100.0	99.1	114.3	124.5

Analizando los resultados obtenidos para la fragua inicial y final concluimos que el aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct actúa como un retardante del fragua del concreto en la mayoría de los casos, salvo el caso para la relación a/c=0.45 y 0.50 de la dosificación tipo A donde acelera el fraguado pero en pequeño porcentaje como se aprecia en los cuadros mostrados.

Reforzando lo concluido mencionamos a la norma peruana N.T.P. 334.088 (ASTM C-494) que estipula los requerimientos físicos que deben cumplir los aditivos químicos, específicamente los aditivos acelerantes del fraguado clasificados como aditivos tipo C; estos aditivos respecto del tiempo de fraguado del concreto fresco deben cumplir los siguientes requisitos:

Para la fragua inicial, el aditivo acelerante debe producir aceleramientos de 1 h. a 3 h 30 m.

Para la fragua final, el aditivo acelerante debe producir aceleramientos de 1h por lo menos.

Finalmente de los valores encontrados para los concretos con aditivo acelerante del fraguado respecto de los valores patrón y con verificación de las normas N.T.P. 334.088, el aditivo no cumple eficientemente la propiedad de acelerante del fraguado ofrecida en su hoja técnica, sino mas bien funciona como un retardador del tiempo de fraguado del concreto fresco y en mayor eficiencia para las dosificaciones tipos B y C.

6.3. CONCRETO ENDURECIDO

En esta parte se analizarán los resultados obtenidos en laboratorio del ensayo de las siguientes propiedades: resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y módulo de elasticidad estático; cuyas comparaciones y análisis mostramos a continuación.

6.3.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NORMA N.T.P. 339.034)

Resultados del ensayo:

Sin aditivo (patrón)

Relación a/c	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)		
	7 días	28 días	45 días
0.40	349.7	418.9	431.6
0.45	320.8	405.2	421.0
0.50	293.7	367.4	408.6

Variación porcentual de la resistencia a compresión por la adición del aditivo respecto del concreto patrón:

Para la dosificación tipo A = 250 cc/bolsa de cemento:

Relación a/c	Sin aditivo (patrón) (%)			Para dosificación tipo A: Resistencia a compresión (%)		
	7d	28d	45d	7d	28d	45d
0.40	100.0	100.0	100.0	99.1	96.4	106.4
0.45	100.0	100.0	100.0	94.5	95.7	99.3
0.50	100.0	100.0	100.0	96.3	93.8	96.6

Para la dosificación tipo B = 375 cc/bolsa de cemento

Relación a/c	Sin aditivo (patrón) (%)			Para dosificación tipo B: Resistencia a compresión (%)		
	7d	28d	45d	7d	28d	45d
0.40	100.0	100.0	100.0	98.0	93.7	101.4
0.45	100.0	100.0	100.0	92.4	93.6	98.3
0.50	100.0	100.0	100.0	93.5	91.9	95.4

Para la dosificación tipo C = 500 cc/ bolsa de cemento

Relación a/c	Sin aditivo (patrón) (%)			Para dosificación tipo C: Resistencia a compresión (%)		
	7d	28d	45d	7d	28d	45d
0.40	100.0	100.0	100.0	95.7	92.8	96.1
0.45	100.0	100.0	100.0	89.0	90.8	95.9
0.50	100.0	100.0	100.0	92.2	89.5	94.1

Analizando los valores obtenidos de los cuadros mostrados concluimos que el aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct disminuye la resistencia a compresión del concreto; esta disminución se da en forma directa al incremento de la dosificación del aditivo; es decir a mayor dosificación de aditivo mayor es la disminución de la resistencia, independientemente de la relación agua – cemento.

Sabemos que las edades de control reglamentario para verificar la calidad de un concreto son a los 7 y 28 días, a continuación presentamos un cuadro que nos indica como es la variación de la disminución de la resistencia en función de la dosificación del aditivo para las edades de control reglamentario:

Cuadro resumen que indica el decrecimiento porcentual de la resistencia del concreto en función de la dosificación del aditivo respecto del concreto patrón.

Relación a/c	Dosificación tipo A		Dosificación tipo B		Dosificación tipo C	
	7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d
0.40	99.1	96.4	98.0	93.7	95.7	92.8
0.45	94.5	95.7	92.4	93.6	89.0	90.8
0.50	96.3	93.8	93.5	91.9	92.2	89.5

Se puede apreciar para cada edad de control como la resistencia porcentual va disminuyendo conforme se va incrementando la dosificación del aditivo. Respecto de la edad de 45 días, que es un control opcional, se ha encontrado que para la relación a/c = 0.40 y con dosificación de aditivo tipo A y B, se obtuvieron incrementos porcentuales de resistencias de 6.4% y 1.4%, el resto de los casos para la misma edad presenta disminución de resistencias en la misma forma que para los casos de 7 y 28 días.

Verificando lo expuesto respecto de la norma de control N.T.P. 334.088 para aditivos tipo C (acelerantes) tomamos información de los requerimientos mínimos porcentuales de resistencia a compresión que debe cumplir un concreto al cual se le ha adicionado un aditivo acelerante del fraguado:

Para la edad de 3 días debe dar una resistencia a compresión equivalente al 125% respecto del valor patrón.

Para la edad de 7 días debe dar una resistencia a compresión equivalente al 100% respecto del valor patrón.

Para la edad de 28 días debe dar una resistencia a compresión equivalente al 100% respecto del valor patrón.

Para la edad de 6 meses debe dar una resistencia a compresión equivalente al 90% respecto del valor patrón

Para la edad de 1 año debe dar una resistencia a compresión equivalente al 90% respecto del valor patrón.

Por lo tanto de los valores obtenidos de los ensayos para el concreto con aditivo respecto del concreto patrón y respecto de las normas de control N.T.P. 334.088 el aditivo del fraguado Chema Estruct hace disminuir la resistencia a compresión del concreto además no cumple los requerimientos mínimos de control de las normas.

6.3.2 TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

NORMA N.T.P. 339.084

Resultados del ensayo:

Sin aditivo (patrón)

Relación a/c	Tracción (kg/cm ²)
	28 días
0.40	37.7
0.45	39.3
0.50	35.3

Para la dosificación tipo A = 250 cc/bolsa de cemento

Relación a/c	Tracción sin aditivo (%)	Tracción para la dosificación tipo A (%)
	28 días	28 días
0.40	100.0	94.2
0.45	100.0	80.7
0.50	100.0	88.4

Para la dosificación tipo B = 375 cc/bolsa de cemento.

Relación a/c	Tracción sin aditivo (%)	Tracción para dosificación tipo B (%)
	28 días	28 días
0.40	100.0	88.1
0.45	100.0	71.5
0.50	100.0	82.7

Para la dosificación tipo C= 500 cc/bolsa de cemento

Relación a/c	Tracción sin aditivo (patrón) (%)	Dosificación tipo C tracción (%)
0.40	100.0	81.2
0.45	100.0	63.1
0.50	100.0	71.7

De los valores obtenidos en los cuadros mostrados para el concreto con aditivo respecto del concreto patrón concluimos que el aditivo acelerante del fraguado Chemo Estruct disminuye la resistencia a tracción del concreto.

6.3.3. MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO (M.E.E)

NORMA N.T.P. 339.084

Resultados del ensayo

sin aditivo (patrón) :

Relación a/c	M.E.E. (kg/cm ²)
	28 días
0.40	2.20 x 10 ⁵
0.45	2.13 x 10 ⁵
0.50	2.19 x 10 ⁵

Para la dosificación de aditivo tipo A= 250 cc/ bolsa de cemento.

Relación a/c	M.E.E. (sin aditivo) (%)	M.E.E. (con aditivo) (%)
	28 días	28 días
0.40	100.0	96.0
0.45	100.0	94.4
0.50	100.0	98.2

Para la dosificación de aditivo tipo B= 375 cc/ bolsa de cemento.

Relación a/c	M.E.E. (sin aditivo) (%)	M.E.E. (con aditivo) (%)
	28 días	28 días
0.40	100.0	95.0
0.45	100.0	89.2
0.50	100.0	-----

Debido a deficiencias en el equipo lector para obtener las deformaciones del concreto por la aplicación de cargas es que no se puede continuar con la siguiente dosificación .

Pero de los resultados obtenidos para la dosificación de aditivo tipo A y B se concluyen claramente que el aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct disminuye el módulo de elasticidad del concreto. Estos resultados certifican también los resultados obtenidos para la resistencia a compresión y tracción del concreto cuyos valores han disminuido por la adición del aditivo.

CAPITULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Generalidades

La presente tesis de investigación denominada " Efectos del Aditivo acelerante del fraguado Shema Struct, en las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con cemento Portland tipo I - Sol", tiene como objetivo comprobar las propiedades de aceleramiento del fraguado del concreto fresco y ganancia temprana de resistencias a compresión ofrecidas por el aditivo según su ficha técnica proporcionada por el vendedor : Importadora Técnica Industrial y Comercial S.A.- ITICSA.

El estudio de los efectos del aditivo en el concreto fresco y endurecido para las relaciones $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50 , se da en base a tres dosificaciones de uso recomendadas por el vendedor

Dosificación tipo A = 250 cc/bolsa de cemento

Dosificación tipo B = 375 cc/ bolsa de cemento

Dosificación tipo C = 500 cc/ bolsa de cemento

Los ensayos practicados al concreto fresco son: consistencia (método del cono de Abrahms) , peso unitario, contenido de aire, exudación y tiempo de fraguado. Los ensayos practicados al concreto endurecido son: resistencia a compresion , resistencia a tracción por compresión diametral y módulo de elasticidad estático. Los resultados obtenidos del ensayo de estas propiedades para el concreto con aditivo y sin aditivo (concreto patrón) permiten determinar los efectos producidos por el aditivo en el concreto y cuyas conclusiones y recomendaciones presentamos a continuación.

7.1. CONCLUSIONES

7.1.1. DEL CONCRETO FRESCO.

- a) En la consistencia del concreto fresco el aditivo actúa como un plastificante, aumentando la fluidez de la mezcla a medida que se va incrementando la dosificación del aditivo y sin hacer reducciones de agua, tenemos que :
- En la relación $a/c = 0.40$, con dosificaciones de aditivo tipo A,B, y C dan asentamientos del 120.0 % , 126.7% y 133.3% , respecto de los valores patrón.
- En la relación $a/c = 0.45$, con dosificaciones de aditivo tipo A, B y C dan asentamientos del 118.1% , 128.1% y 162.0%, respecto de los valores patrón.
- En la relación $a/c = 0.50$ con dosificaciones de aditivo tipo A,B y C dan asentamientos del 120.0 % , 133.3% y 140.0% , respecto de los valores patrón.
- b) El peso unitario del concreto fresco disminuye con la adición del aditivo acelerante del fraguado; aunque estas disminuciones son pequeñas (1% en promedio respecto de los mayores valores) son efectos deficientes que presenta el aditivo; tenemos que :
- En la relación $a/c = 0.40$, para dosificaciones de aditivos tipo A, B y C se obtuvieron pesos unitarios del 98.6%, 99.4% y 98.9% respecto del valor patrón.
- En la relación $a/c = 0.45$, para dosificaciones de aditivos tipo A, B y C se obtuvieron pesos unitarios del 99.6%, 99.5% y 99.9% respecto del valor patrón.
- En la relación $a/c = 0.50$, para dosificaciones de aditivos tipo A, B y C se obtuvieron pesos unitarios del 99.9%, 99.5% y 99.1% respecto del valor patrón.

- c) El contenido de aire, en la mezcla de concreto fresco aumenta con la adición del aditivo acelerante del fraguado, este incremento se da en forma directa al incremento de la dosificación del aditivo, tenemos que:
- En la relación $a/c = 0.40$, para dosificaciones de aditivo tipo A, B y C , el contenido de aire dentro de la mezcla presenta valores de 100.0%, 103.2% y 116.1% , respecto del valor patrón.
- En la relación $a/c = 0.45$, para dosificaciones de aditivo tipo A, B y C , el contenido de aire dentro de la mezcla presenta valores de 93.8%, 96.9% y 106.3% , respecto del valor patrón.
- En la relación $a/c = 0.50$, para dosificaciones de aditivo tipo A, B y C , el contenido de aire dentro de la mezcla presenta valores de 96.8%, 106.5% y 119.4% , respecto del valor patrón.
- d) La exudación del agua en el concreto fresco aumenta a medida que se incrementa la dosificación del aditivo acelerante del fraguado, independiente de la relación agua –cemento, es a partir de las dosificaciones tipo B y C donde se hace notorio su efecto, tenemos que :
- En la relación $a/c = 0.40$, para dosificaciones de aditivo tipo A , B y C presentan exudaciones de : 88.7%, 108.2% y 139.2% , respecto de los valores patrón.
- En la relación $a/c = 0.45$, para dosificaciones de aditivo tipo A , B y C presentan exudaciones de : 88.4%, 114.5% y 155.8% , respecto de los valores patrón.
- En la relación $a/c = 0.50$, para dosificaciones de aditivo tipo A , B y C presentan exudaciones de : 75.1%, 91.4% y 124.5% , respecto de los valores patrón.
- e) El tiempo de fraguado del concreto fresco es incrementado en mayor magnitud con la adición del aditivo acelerante del fraguado, tenemos el siguiente comportamiento :

e.1. En la relación $a/c = 0.40$:

Dosificación tipo A TFI = Se incrementa en 06 minutos respecto del valor patrón.
 TFF = Se incrementa en 16 minutos respecto del valor patrón.

Dosificación tipo B TFI = Se incrementa en 02 minutos respecto del valor patrón.
 TFF = Se incrementa en 04 minutos respecto del valor patrón.

Dosificación tipo C TFI = Se incrementa en 41 minutos respecto del valor patrón.
 TFF = Se incrementa en 33 minutos respecto del valor patrón.

e.2 En la Relación $a/c = 0.45$

Dosificación tipo A TFI = Se disminuye en 04 minutos respecto del valor patrón.
 TFF = Se disminuye en 13 minutos respecto del valor patrón.

Dosificación tipo B TFI = Se incrementa en 49 minutos respecto del valor patrón.
 TFF = Se incrementa en 28 minutos respecto del valor patrón .

Dosificación tipo C TFI = Se incrementa en 1 hora 04 minutos respecto del valor patrón.
 TFF = Se incrementa en 0 horas 54 minutos respecto del valor patrón.

e.3 En la relación $a/c = 0.50$

Dosificación tipo A

TFI = Se disminuye en 06 minutos respecto del valor patrón.

TFF = Se disminuye en 04 minutos respecto del valor patrón.

Dosificación tipo B

TFI = Se incrementa en 44 minutos respecto del valor patrón.

TFF = Se incrementa en 42 minutos respecto del valor patrón.

Dosificación tipo C

TFI = Se incrementa en 1 hora 17 minutos respecto del valor patrón.

TFF = Se incrementa en 1 hora 18 minutos respecto del valor patrón.

7.1.2. DEL CONCRETO ENDURECIDO

a. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a compresión disminuye con la adición del aditivo acelerante del fraguado Shema Struct, respecto de los valores del concreto patrón, tenemos que

a.1. En la relación $a/c = 0.40$

Dosificación de Aditivo A, B, y C.	- Para 07 días:	Resistencia a compresión	99.1%, 98.0% , 95.7%
	- Para 28 días:	Resistencia a compresión	96.4%, 93.7% , 92.8%
	- Para 45 días:	Resistencia a compresión	106.4%, 101.4% , 96.1%

a.2. En la relación $a/c = 0.45$

Dosificación de Aditivo A, B, y C.	- Para 07 días:	Resistencia a compresión 94.5%, 92.4% , 89.0%
	- Para 28 días:	Resistencia a compresión 95.7%, 93.6% , 90.8%
	- Para 45 días:	Resistencia a compresión 99.3%, 98.3% , 85.9%

a.3. En la relación $a/c = 0.50$

Dosificación de Aditivo A, B, y C.	- Para 07 días:	Resistencia a compresión 96%, 94% , 92%
	- Para 28 días:	Resistencia a compresión 94%, 92% , 90%
	- Para 45 días:	Resistencia a compresión 96%, 95% , 94%

b. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

La resistencia a tracción del concreto disminuye con la adición del aditivo acelerante del fraguado Chema Estrut, respecto de los valores patron; tenemos que:

b.1. En la relación $a/c = 0.40$:

Dosificación de aditivo A, B y C	Para los 28 días de curado	tracción en (%): 94.2, 88.1, 81.7
----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

b.2. En la relación $a/c = 0.45$:

Dosificación de aditivo A, B y C	Para 28 días de curado	Tracción (%) 80.7, 71.5, 63.1
----------------------------------	------------------------	----------------------------------

b.3. En la relación $a/c = 0,50$:

Dosificación de aditivo A, B y C	Para los 28 días de curado	Tracción (%) 88.4, 82.7, 71.7
-------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------

c. MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO

El módulo de elasticidad estático del concreto disminuye con la adicción del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct; tenemos que:

c.1 En la relación $a/c = 0.40$

Dosificación de aditivo A y B	Para 28 días de curado	M.E.E. (%) 96.0, 95.0
----------------------------------	---------------------------	--------------------------

C.2.- En la relación $a/c = 0.45$

Dosificación de aditivo A y B	Para los 28 días de curado	M.E.E. (%) 94.4, 89.2
----------------------------------	-------------------------------	--------------------------

c.3 .- En la relación $a/c = 0,50$

Dosificación de aditivo A y B	Para los 28 días de curado	M.E.E. (%) 98.2, -----
----------------------------------	-------------------------------	---------------------------

7.2. RECOMENDACIONES

- a. Se observa que el aditivo plastifica las mezclas de concreto fresco, por lo tanto se recomienda su uso para aquellos casos que se requiera aumento de fluidez de la mezcla para mejorar su colocación, pero teniendo en cuenta el incremento del contenido de aire, exudación, el incremento del tiempo de fraguado inicial y final que produce y la disminución de resistencia a compresión como efectos complementarios.
- b. El aditivo no actúa como un acelerante del fraguado sino por el contrario actúa como un retardador del tiempo de fraguado en mayor magnitud, para las condiciones de ensayo que se han dado: Lima, UNI, FIC, LEM N° 01, para los meses de setiembre-octubre, a una temperatura promedio de 22°C, por lo tanto no siendo recomendable su uso como aceleración del fraguado por las condiciones mencionadas.
- c. El aditivo hace disminuir las resistencias a compresión, tracción y módulo de elasticidad estático del concreto, por lo tanto no es recomendable su uso como incrementador de resistencia para las condiciones de ensayo que se han mencionado.
- d. Sin embargo se deja constancia que los resultados encontrados son para las condiciones de la zona de ensayo mencionada, por lo tanto: se recomienda estudiar el aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct para otras condiciones de zona, ya que se sabe que existen lugares en los cuales sus condiciones climatológicas afectan las propiedades de algunos aditivos, no cumpliendo así las propiedades ofrecidas. El estudio del aditivo deberá realizarse a través de ensayos, utilizando los materiales del lugar en las mismas condiciones a ejecutarse la obra y con el clima del lugar, lo cual permitirá obtener resultados representativos sobre el comportamiento del aditivo y determinaran si es afectado o no su empleo.

ANEXOS

En el presente anexo se muestra los valores obtenidos de los ensayos de laboratorio que han permitido desarrollar el presente trabajo de investigación; presentamos la siguiente información: características físicas de los agregados finos y grueso, así como los gráficos correspondientes a la granulometría de agregado fino, agregado grueso, agregado global, gráfico para la obtención de la de máxima compactación del agregado global, gráfico de máxima resistencia para obtención del porcentaje óptimo de combinación de agregados fino y grueso, gráfico de cantidad de agua óptima para el diseño de mezclas, cuadros de resistencias a compresión, tracción por compresión diametral y módulo de elasticidad estático.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio N° 1- Ensayo de Materiales

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

NORMA : N.T.P. 400.022 PETICIONARIO : ULISES MEDINA VASQUEZ
 MUESTRA: M-1, M-2, M-3 PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN
 ATE – VITARTE

FECHA : SETIEMBRE – 1998

	M-1	M-2	M-3
- Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua..... =	966.7	966.3	966.30
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón..... =	651.1	651.1	651.1
- Peso del agua..... W =	315.6	315.2	315.2
- Peso de la arena secada al horno + peso del balón..... =	647.4	647.4	646.9
- Peso del Balón..... =	151.1	151.1	151.1
- Peso de la arena secada al horno A =	496.3	496.3	495.8
- Volumen del balón: V =	500.0	500.0	500.0
1.- Peso especifico de masa			
$\frac{A}{V-W} = \frac{496.3}{500 - 315.6}$	2.69	2.69	2.68
	PROMEDIO = 2.69 gr/cc		
2.- Peso especifico de masa saturado superficialmente seco			
$\frac{500}{V-W} = \frac{500.0}{500 - 315.6}$	2.71	2.71	2.71
	PROMEDIO = 2.71 gr/cc		
3.- Peso especifico aparente			
$\frac{A}{(V-W)(500-A)}$	2.75	2.74	2.75
	PROMEDIO = 2.69 gr/cc		
4.- Porcentaje de Absorción			
$\frac{500-A}{V-W} \times 100 =$	0.75	0.75	0.75
	PROMEDIO = 0.80%		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio N° 1- Ensayo de Materiales

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

NORMA: N.T.P. 400.017

PETICIONARIO: ULISES MEDINA VASQUEZ

A.S.T.M. C-566

MUESTRA: M-1, M-2, M-3

PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN
 ATE - VITARTE

FECHA : SETIEMBRE - 1998

A.- Peso unitario del agregado fino

1.- Peso unitario suelto	M-1	M-2	M-3
- Peso de la muestra + vasija.....:	7729.0	7725.0	7733.00
- Peso de la vasija	2810.0	2810.0	2810.0
- Peso de la muestra suelta.....:	4919.0	4915.0	4923.0
- Volumen del recipiente.....:	0.0283	0.00283	0.00283
- Peso aparente suelto.....:	1738.0	1737.0	1740.0

PROMEDIO P.U.S. = 1738.0 Kg/m³

2.- Peso unitario compactado	M-1	M-2	M-3
- Peso de la muestra + vasija.....:	8439.0	8448.0	8455.00
- Peso de la vasija	2810.0	2810.0	2810.0
- Peso de la muestra suelta.....:	5629.0	5638.0	5645.0
- Volumen del recipiente.....:	0.00283	0.00283	0.00283
- Peso unitario compactado.....:	1989.0	1992.0	1995.0

PROMEDIO P.U.C. =1992.0 Kg/m³

B.- Contenido de Humedad	M-1	M-2	M-3
- Peso de la muestra humedad :	500.0	500.0	500.0
- Peso de la muestra secada al horno :	495.2	493.8	495.8
- Contenido de agua :	4.8	6.2	4.2
- Contenido de Humedad(%) :	1.00	1.26	0.90

PROMEDIO C.H. = 1.05%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio N° 1- Ensavo de Materiales

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

NORMA : N.T.P. 400.012 PETICIONARIO : ULISES MEDINA VASQUEZ

PESO DE LA MUESTRA: 500.0gr PROCEDENCIA : CANTERA SAN MARTIN

ATE - VITARTE

FECHA : SETIEMBRE - 1998

Tamiz	Peso retenido en cada malla(grs.)			
	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
3/8"	2.2	1.80	1.40	1.80
1/4"	7.60	8.70	11.30	9.20
N° 4	20.10	19.40	24.40	21.40
8	78.80	73.30	78.50	76.90
16	119.20	124.30	128.90	124.10
30	103.10	99.90	98.00	100.30
50	75.0	75.70	75.10	75.30
100	28.30	37.60	28.70	31.50
200	44.50	37.30	34.40	38.90
FONDO	21.20	21.70	19.30	20.80

P = 500 .0 g

Tamiz	Peso retenido en cada malla (grs)	Porcentaje retenido en cada malla	Porcentaje acumulado retenido	Porcentaje acumulado que
3/8"	1.80	0.0	0.0	100.0
1/4"	9.20	2.0	2.0	98.0
N° 4	21.40	4.0	6.0	94.0
8	76.90	15.0	21.0	79.0
16	124.10	25.0	46.0	54.0
30	100.3	20.0	66.0	34.0
50	75.30	15.0	81.0	19.0
100	31.50	6.0	87.0	13.0
200	38.70	8.0	95.0	5.0
FONDO	20.80	5.0	100.0	0.0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

NORMA : N.T.P. 400.021

PETICIONARIO : ULISES MEDINA VASQUEZ

MUESTRA: M-1, M-2, M-3

PROCEDENCIA : CANTERA CAJAMARQUILLA
KM 10, CARRETERA CENTRAL

FECHA : SETIEMBRE – 1998

	M-1	M-2	M-3
- Peso de la muestra secada al horno (A)	4965.0	4966.0	4969.0
- Peso de la muestra sat. con superficie seca(B)	5000.0	5000.0	5000.0
- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	5011.0	4994.0	5039.0
- Peso de la canastilla	1810.0	1810.0	1810.0
- Peso de la muestra sat. dentro del agua (C)	2101.0	3184.0	3200.0

1.- Peso especifico de masa

$$\frac{A}{B - C} = \begin{matrix} 2.76 & 2.74 & 2.76 \end{matrix}$$

PROMEDIO =2.75 gr/cc

2.- Peso especifico de masa superficialmente seco

$$\frac{B}{B - C} = \begin{matrix} 2.78 & 2.76 & 2.78 \end{matrix}$$

PROMEDIO =2.77 gr/cc

3.- Peso especifico aparente

$$\frac{A}{A - C} = \begin{matrix} 2.81 & 2.79 & 2.81 \end{matrix}$$

PROMEDIO =2.80 gr/cc

4.- Porcentaje de Absorción

$$\frac{B-A}{A} = \begin{matrix} 0.70 & 0.68 & 0.62 \end{matrix}$$

PROMEDIO =0.66%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio N° 1- Ensavo de Materiales

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

NORMA : N.T.P. 400.017
 ASTM C-566

PETICIONARIO : ULISES MEDINA VASQUEZ

MUESTRA: M-1, M-2, M-3

PROCEDENCIA : CANTERA CAJAMARQUILLA
 KM 10, CARRETERA CENTRAL

FECHA : SETIEMBRE – 1998

A.- Peso unitario del agregado grueso

	M-1	M-2	M-3
1.- Peso unitario suelto			
- Peso de la muestra + vasija.....	31600.0	31500.0	31550.0
- Peso de la vasija	11800.0	11800.0	11800.0
- Peso de la muestra suelta.....	19800.0	19700.0	19750.0
- Volumen del recipiente.....	0.014	0.014	0.014
- Peso unitario suelto.....	1414.0	1407.0	1411.0

PROMEDIO P.U.S. = 1411.0 Kg/m³

	M-1	M-2	M-3
2.- Peso unitario compactado			
- Peso de la muestra + vasija.....	34800.0	34500.0	34700.0
- Peso de la vasija	11800.0	11800.0	11800.0
- Peso de la muestra compactada	23000.0	22700.0	22900.0
- Volumen del recipiente.....	0.014143	0.014	0.014
- Peso unitario compactado.....	1643.01	1621.0	1636.0

PROMEDIO P.U.C. = 1633.0 Kp/cm³

B.- Contenido de Humedad	M-1	M-2	M-3
- Peso de la muestra humedad	1000.0	1000.0	1000.0
- Peso de la muestra secada al horno	995.5	995.80	996.0
Contenido de agua	4.5	4.2	4.0
Contenido de Humedad(%)	0.45	0.42	0.40

PROMEDIO C.H. = 0.42%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio N° 1- Ensavo de Materiales

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

NORMA : N.T.P. 400.012

PETICIONARIO : ULISES MEDINA VASQUEZ

PESO DE LA MUESTRA: 12000.0gr PROCEDENCIA:

FECHA : SETIEMBRE – 1998

CANTERA CAJAMARQUILLA

Km 10 – Carretera Central

Tamiz	Peso retenido en cada malla(grs.)			
	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
2"	0.0	0.0	0.0	0.0
1½"	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	1526.0	16.93.0	1713.0	1734.0
¾"	4226.0	4150.0	3934.0	4103.0
½"	3622.0	3452.0	3621.0	3565.0
3/8"	1723.0	1631.0	1812.0	1722.0
¼"	832.0	728.0	824.0	795.0
FONDO	71.0	76.0	96.0	81.0

Tamiz	Peso retenido en cada malla (grs)	Porcentaje retenido en cada malla	Porcentaje acumulado retenido	Porcentaje acumulado que pasa
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1½"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	1734.0	14.0	14.0	86.0
¾"	4103.0	34.0	48.0	52.0
½"	3565.0	30.0	78.0	22.0
3/8"	1722.0	14.0	92.0	8.0
¼"	795.0	7.0	99.0	1.0
FONDO	81.0	1.0	100.0	0.0

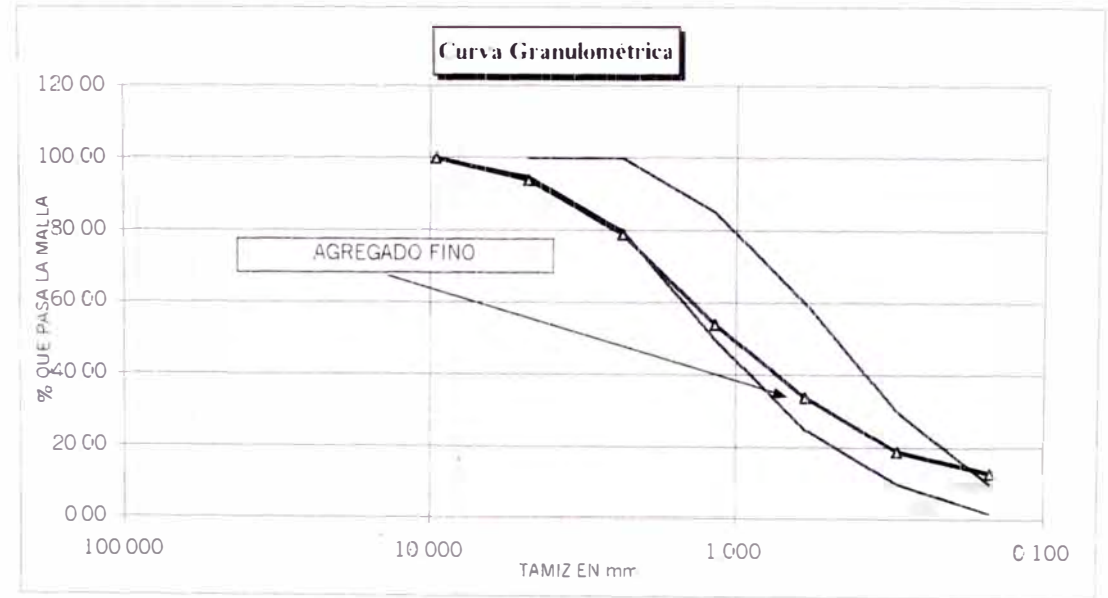
ENSAYO DE GRANULOMETRIA AGREGADO FINO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO FINO	UNIDADES
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO	---	Pulgadas
PESO ESPECÍFICO (SECO)	2.69	T/m ³
ABSORCIÓN (%)	0.8	%
HUMEDAD (%)	1.05	%
PESO UNITARIO (SUÉLTO)	1739	Kg/m ³
PESO UNITARIO (COMPACTADO)	1992	Kg/m ³

PROYECTO : TESIS
 ULISES MEDINA VÁSQUEZ
 NORMA : A.S.T.M. C-33
 FECHA : NOVIEMBRE, 1998

MATERIAL:
 AGREGADO FINO
 PROCEDENCIA:
 CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	TAMIZ ASTM (Pulg.)	TAMIZ ASTM (mm.)	HUSO	HUSO	% PASA	
	3"	76.200				
	2½"	63.500				
	2"	50.800				
	1½"	38.100				
	1"	25.400				
	¾"	19.050				
	½"	12.700				
	3/8"	9.525	100.00			100.00
	Nº 004	4.760	95.00	100.00		94.00
	Nº 008	2.360	80.00	100.00		79.00
	Nº 016	1.180	50.00	85.00		54.00
	Nº 030	0.600	25.00	60.00		34.00
	Nº 050	0.300	10.00	30.00		19.00
Nº 100	0.150	2.00	10.00		13.00	
Fondo					5.00	



Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado
 Chema Estruct sobre las propiedades del
 concreto fresco y endurecido preparado con
 Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

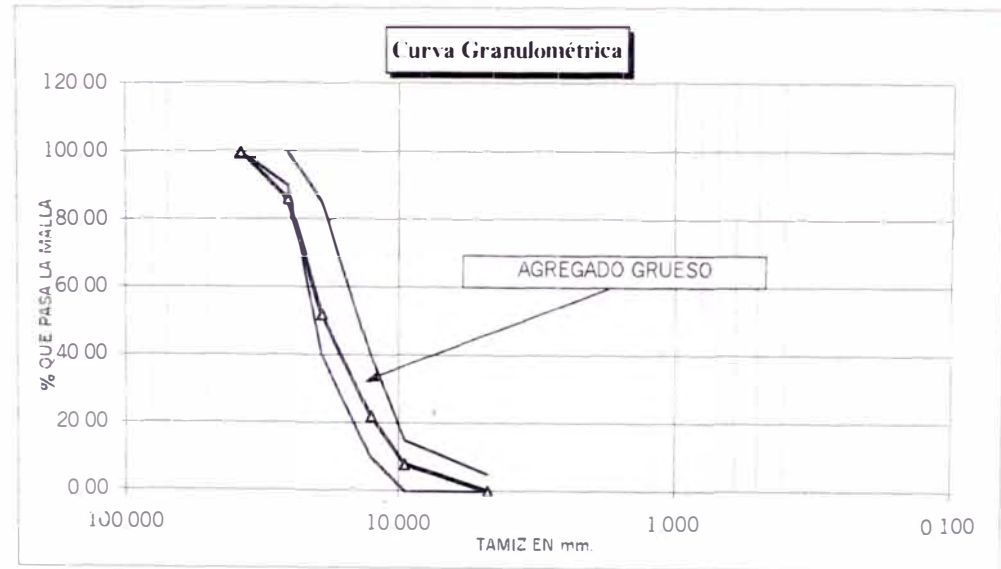
ENSAYO DE GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREG. GRUESO	UNIDADES
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO	1"	Pulgadas
PESO ESPECÍFICO (SECO)	2.75	T/m ³
ABSORCIÓN (%)	0.66	%
HUMEDAD (%)	0.42	%
PESO UNITARIO (SUELTO)	1411	Kg/m ³
PESO UNITARIO (COMPACTADO)	1640	Kg/m ³

PROYECTO : TESIS
 ULISES MEDINA VÁSQUEZ
 NORMA : A.S.T.M. C-33
 FECHA : NOVIEMBRE, 1998

MATERIAL:
 AGREGADO GRUESO
 PROCEDENCIA:
 CANTERA CAJAMARQUILLA

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	TAMIZ ASTM (Pulg.)	TAMIZ ASTM (mm.)	HUSO	HUSO	% PASA
	3"	76.200			
	2½"	63.500			
	2"	50.800			
	1½"	38.100	100.00		100.00
	1"	25.400	90.00	100.00	86.00
	¾"	19.050	40.00	85.00	52.00
	½"	12.700	10.00	40.00	22.00
	3/8"	9.525	0.00	15.00	8.00
	Nº 004	4.760	0.00	5.00	0.00
	Nº 008	2.360			
	Nº 016	1.180			
	Nº 030	0.600			
	Nº 050	0.300			
	Nº 100	0.150			
Fondo					



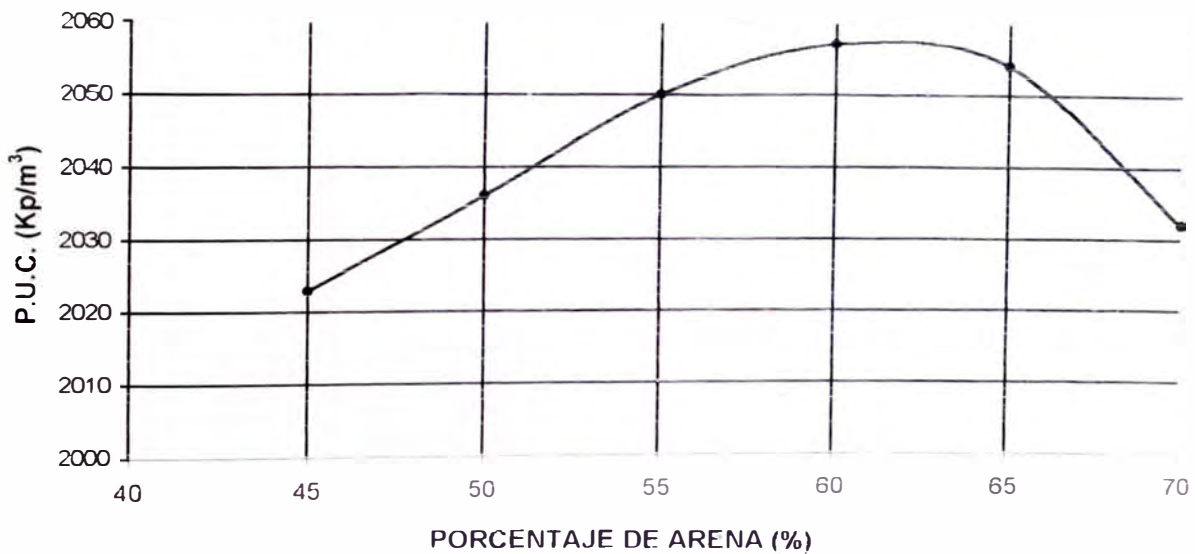
Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vasquez
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

ARENA (%)	PIEDRA (%)	P.U.C (Kg/m ³)
45	55	2023
50	50	2036
55	45	2050
60	40	2057
65	35	2054
70	30	2032

GRAFICO N° 2.1
MAXIMO PESO UNITARIO COMPACTADO
DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS



Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado
Chema Estruct sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

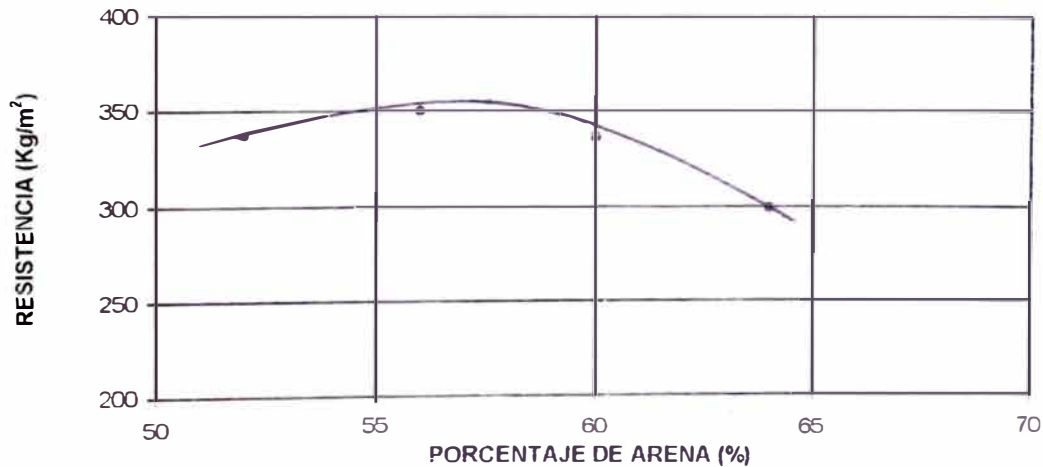
Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

RESISTENCIA A COMPRESIÓN PARA LA RELACIÓN a/c = 45 CON COMBINACIÓN DE AGREGADOS

ARENA (%)	PIEDRA (%)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
52	48	337.5
56	44	350.0
60	40	336.5
64	36	299.0

GRAFICO 2.2

MAXIMA RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS
Y OPTIMO PORCENTAJE DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS



ASENTAMIENTO DE 3" a 4"

Tesis

Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller

Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA
AGREGADO GLOBAL**

CARACTERISTICAS FISICAS	AGREG. GRUESO	AGREGADO FINO	UNIDADES
TAMANO NOMINAL MAXIMO	1"	---	Pulgadas
PESO ESPECIFICO (SECO)	2.75	2.69	T/m ³
ABSORCION (%)	0.66	0.8	%
HUMEDAD (%)	0.42	1.05	%
PESO UNITARIO (SUELTO)	1411	1739	kg/m ³
PESO UNITARIO (COMPACTADO)	1640	1992	kg/m ³

PROYECTO: TESIS
ULISES MEDINA VASQUEZ

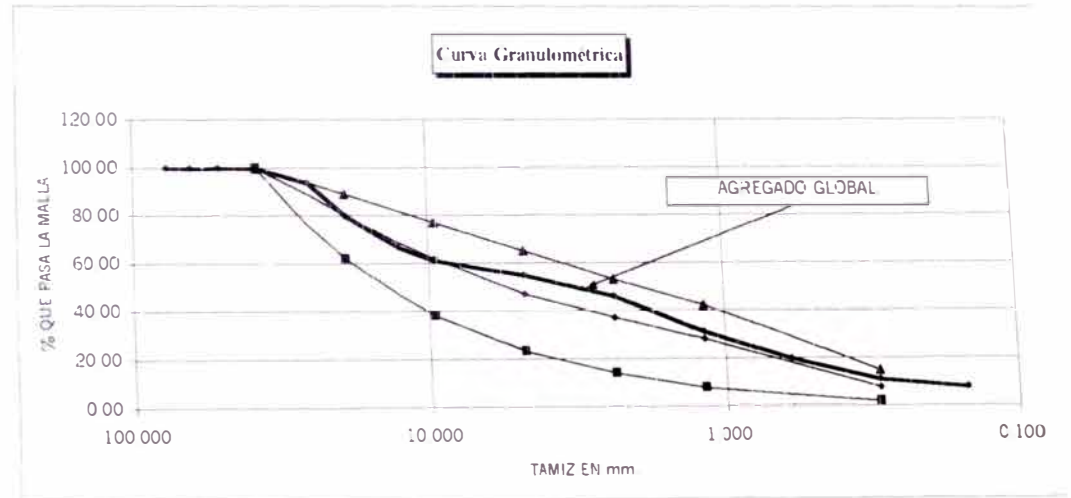
NORMA: DIN 1045
ASTM C-33

FECHA: NOVIEMBRE 1998

MATERIAL:
AGREGADO FINO: 42%
AGREGADO GRUESO: 58%

PROCEDENCIA:
CANtera SAN MARTIN
CANtera CALAMARQUILLA

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	T. MIZ DIN (mm)	TAMIZ ASTM (Pulg.)	TAMIZ ASTM (mm.)	A	B	C	AGREG. GLOBAL
			3"	76.200			
		2 1/2"	63.500				100.00
		2"	50.800				100.00
32	1 1/2"	38.100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	1"	25.400					93.89
16	3/4"	19.050	62.00	80.00	89.00	80.00	80.00
	3/8"	12.700					67.00
8	3/8"	9.525	38.00	62.00	77.00	61.00	61.00
4	Nº 004	4.760	23.00	47.00	65.00	55.00	55.00
2	Nº 008	2.360	14.00	37.00	53.00	46.00	46.00
1	Nº 016	1.180	8.00	28.00	42.30	31.00	31.00
	Nº 030	0.600					20.00
0.25	Nº 050	0.300	2.00	8.00	15.00	11.00	11.00
	Nº 100	0.150					8.00
	Fondo						3.00

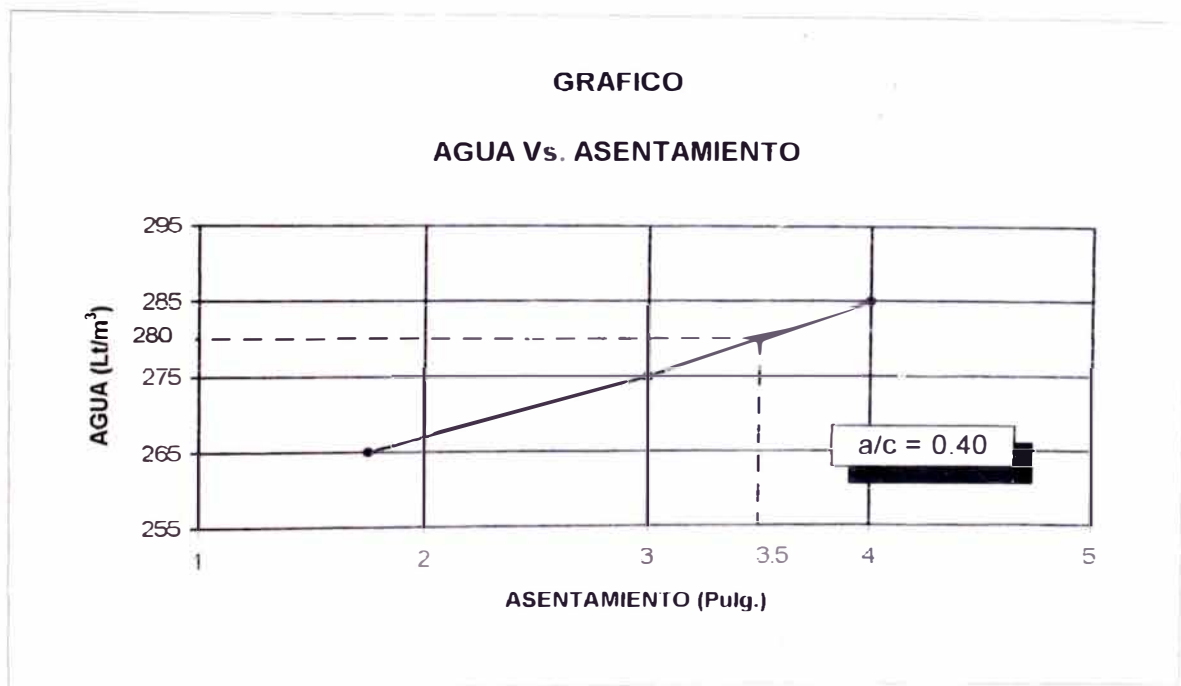


Tesis: Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller: Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

AGUA OPTIMA PARA $A/C = 0.40$

AGUA (lt/m ³)	CEMENTO (kg/m ³)	ASENTAMIENTO (pulg.)
265	662.5	1.75
275	687.5	3
280	700.0	3.5
285	712.5	4

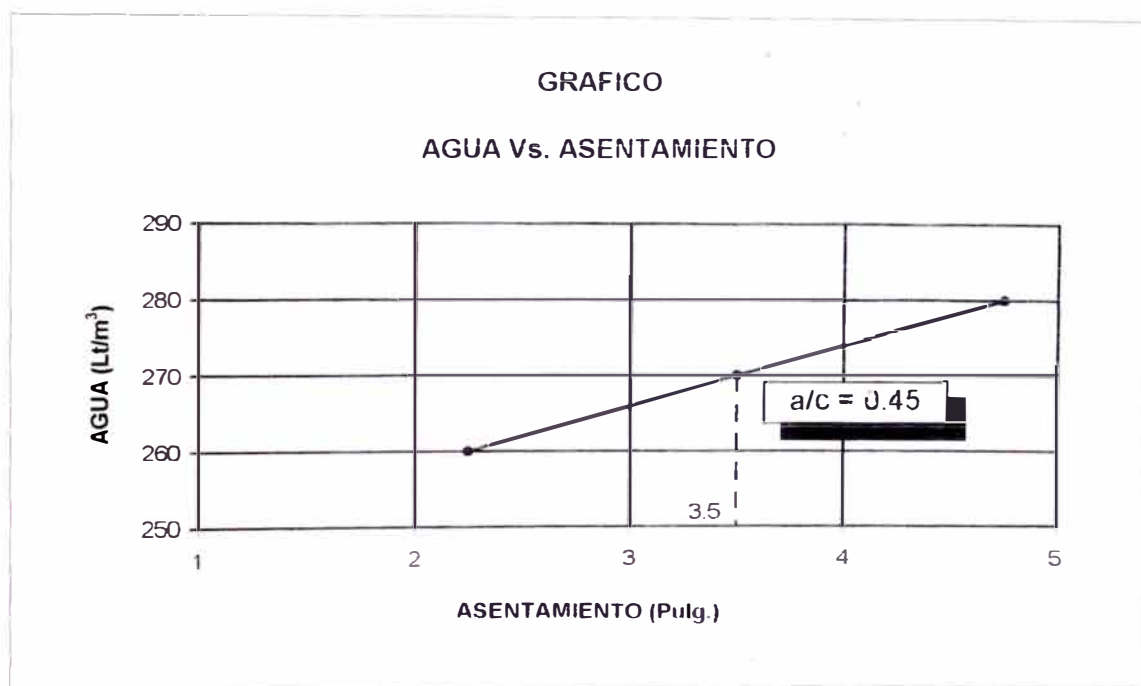


Tesis : Efectos del aditivo Acelerante del Fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

AGUA OPTIMA PARA A/C = 0.45

AGUA (lt/m ³)	CEMENTO (kg/m ³)	ASENTAMIENTO (pulg.)
260	578	2.25
270	600	3.5
280	622	4.75

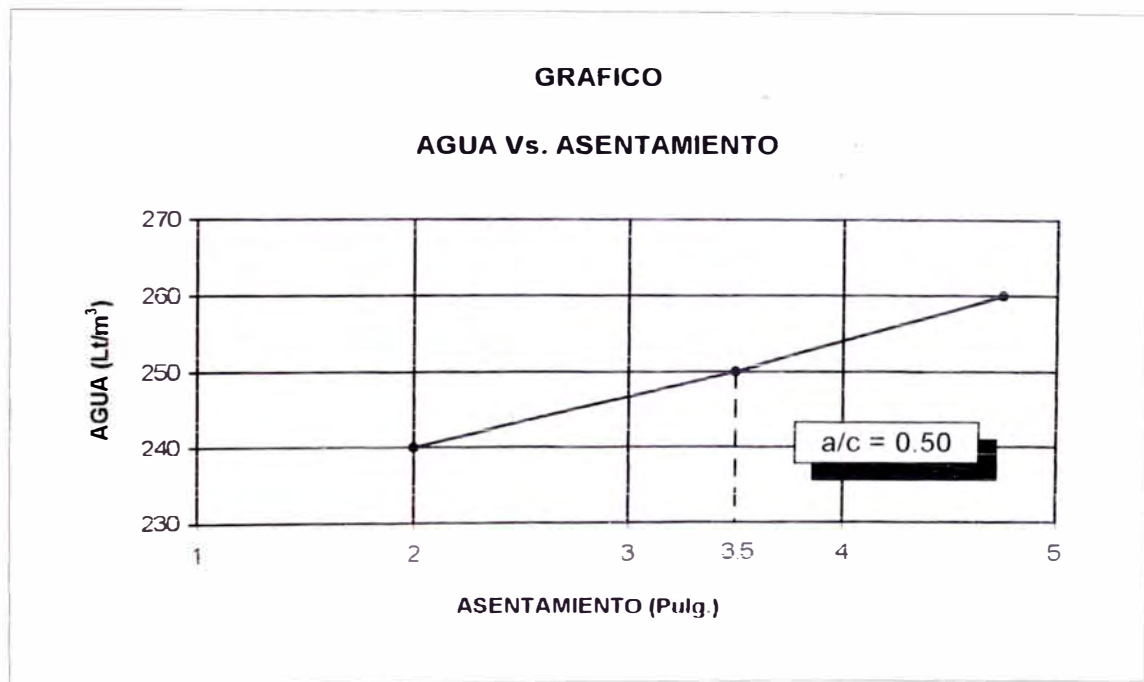


Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido preparado con Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

AGUA OPTIMA PARA A/C = 0.50

AGUA (lt/m ³)	CEMENTO (kg/m ³)	ASENTAMIENTO (pulg.)
240	480	2
250	500	3.5
260	520	4.75



Tesis : Efectos del aditivo acelerante del fraguado
Chema Estruct sobre las propiedades del
concreto fresco y endurecido preparado con
Cemento Portland Tipo I - Sol

Bachiller : Ulises Medina Vásquez
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

**Resistencia a compresión del concreto sin aditivo (patrón) relación
agua – cemento = 0.40**

Probeta Nº	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	3" ¾	29/09/98	07	06/10/98	15.5	188.7	66000	349.8	349.7
02	"		"		15.5	188.7	64900	343.90	
03	"		"		15.4	186.4	66200	355.30	
04	3" ¾	29/09/98	28	27/10/98	15.2	181.5	75500	415.90	418.90
05	"		"		15.3	183.9	76100	413.80	
06	"		"		15.0	176.7	73800	417.60	
07	"		"		15.0	176.7	74500	421.60	
08	"		"		15.0	176.7	74400	421.10	
09	"		"		15.0	176.7	74800	423.30	
10	3" ¾	29/09/98	45	13/11/98	15.2	181.5	78500	430.30	431.60
11	"		"		15.2	181.5	79200	436.30	
12	"		"		15.2	181.5	77700	428.10	

**Resistencia a compresión del concreto sin aditivo (patrón) relación
agua – cemento = 0.45**

Probeta Nº	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	3 "3/4	28/09/98	09	05/10/98	15.10	179.1	57700	322.2	320.8
02	"		"		14.9	174.4	56300	322.8	
03	"		"		14.8	172.0	54600	431.7	
04	3 "3/4	28/09/98	28	26/10/98	15.0	176.7	70800	400.7	405.2
05	"		"		15.2	181.5	74100	408.7	
06	"		"		15.1	179.1	73400	409.8	
07	"		"		15.0	176.7	72000	407.4	
08	"		"		15.0	176.7	71600	405.2	
09	"		"		15.2	181.5	72300	398.3	
10	3 "3/4	28/04/98	45	12/11/98	15.3	183.9	77000	418.7	421.0
11			"		15.2	181.5	76800	423.0	
12			"		15.4	186.3	78500	421.4	

**Resistencia a compresión del concreto sin aditivo (patrón) relación
agua – cemento = 0.50**

Probeta Nº	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	3 "3/4	05/05/98	07	12/10/98	15.5	188.7	55400	293.6	293.7
02	"		"		15.5	188.7	56000	296.8	
03	"		"		15.4	186.3	54200	290.9	
04	3 "3/4	05/10/98	28	02/11/98	15.5	188.7	69800	369.9	367.4
05	"		"		15.4	186.3	68800	369.3	
06	"		"		15.3	183.9	67600	367.6	
07	"		"		15.2	181.5	65200	359.2	
08	"		"		15.4	186.3	69600	373.6	
09	"		"		15.4	186.3	68000	365.0	
10	3 "3/4	05/10/98	45	19/11/98	15.2	181.5	73400	404.4	408.6
11	"		"		15.2	181.5	75600	416.5	
12	"		"		15.2	181.5	73500	405.0	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo A= 250 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.40**

Probeta Nº	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	4½	12/10/98	07	19/10/98	15.40	186.3	63300	339.80	346.60
02	"		"		15.0	176.7	62100	351.80	
03	"		"		15.5	188.7	65800	348.50	
04	4½	12/10/98	28	09/11/98	15.5	188.7	73800	391.10	403.70
05	"		"		15.2	181.5	72300	398.40	
06	"		"		15.10	179.1	72600	405.40	
07	"		"		14.9	174.4	71200	408.30	
08	"		"		15.10	179.1	73600	410.90	
09	"		"		14.90	174.4	71200	408.20	
10	4½	12/10/98	45	26/11/98	15.2	181.5	82100	452.30	459.20
11	"		"		15.3	183.9	84400	459.90	
12	"		"		15.0	176.7	82400	466.30	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo A= 250 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.45**

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	4 "3/4	30/09/98	07	09/10/98	15.5	188.7	57.00	303.7	303.3
02	"		"		15.5	188.7	58800	311.6	
03	"		"		15.5	188.7	55500	294.7	
04	4 "3/4	30/09/98	28	28/10/98	15.2	181.5	69500	382.9	387.7
05	"		"		15.1	179.1	68800	384.1	
06	"		"		14.9	174.4	69300	397.4	
07	"		"		14.9	174.4	67200	385.3	
08	"		"		15.0	176.7	68700	388.8	
09	"		"		15.1	179.1	69500	388.1	
10	4 "3/4	30/09/98	45	14/11/98	15.0	176.7	75300	426.10	418.2
11	"		"		15.0	176.7	72400	409.7	
12	"		"		15.1	179.1	75000	418.8	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo A= 250 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.50**

Probeta Nº	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	4 "1/2	05/10/98	07	12/10/98	15.0	176.7	49700	281.3	282.70
02	"		"		15.0	176.7	51700	292.6	
03	"		"		15.4	186.3	51100	274.3	
04	4 "1/2	05/10/98	28	02/11/98	15.4	186.3	65300	350.5	344.7
05	"		"		15.5	188.9	65100	345.0	
06	"		"		15.4	186.3	65700	352.7	
07	"		"		15.4	186.3	63500	340.8	
08	"		"		15.5	188.7	63700	337.6	
09	"		"		15.5	188.7	64500	341.8	
10	4 "1/2	05/10/98	45	19/11/98	15.5	188.9	74800	396.4	394.7
11	"		"		15.3	183.9	73000	397.0	
12	"		"		15.4	186.3	72800	390.8	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo B= 375 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.40**

Probeta Nº	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs)	Promedio (kgs/cm ²)
01	4 "3/4	12/10/98	07	19/10/98	15.4	186.3	64.00	344.10	342.7
02	"		"		15.3	183.9	62200	338.20	
03	"		"		15.1	179.1	61100	345.8	
04	4 "3/4	12/10/98	28	04/11/98	15.0	176.7	67800	383.7	392.6
05	"		"		14.9	174.4	70000	401.4	
0645	"		"		14.9	174.4	69600	399.1	
07	"		"		14.9	174.4	69200	396.8	
08	"		"		15.1	179.1	69200	368.4	
09	"		"		15.0	176.7	68600	388.2	
10	4 "3/4	12/10/98	45	26/11/98	15.1	179.1	78300	437.2	437.6
11	"		"		15.1	179.1	78000	435.5	
12	"		"		14.9	174.4	76800	440.4	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo B = 375 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.45**

Probeta Nº	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	5 "1/4	30/09/98	07	07/10/98	15.4	186.3	55600	298.4	296.3
02	"		"		15.4	186.3	54400	292.0	
03	"		"		15.4	186.3	55600	298.4	
04	5 "1/4	30/09/98	28	28/10/98	15.3	183.8	69900	380.3	379.4
05	"		"		15.1	179.1	66600	371.9	
06	"		"		15.0	176.9	67000	379.2	
07	"		"		15.3	183.8	68900	374.9	
08	"		"		15.1	179.1	68600	383.0	
09	"		"		15.0	176.7	68500	387.6	
10	5 "1/4	30/09/98	45	14/11/98	15.4	186.3	76500	410.6	413.7
11	"		"		15.0	176.7	74500	421.6	
12	"		"		15.3	183.8	75200	409.1	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo B = 375 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.50**

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	5"	06/10/98	07	13/10/98	15.5	188.7	51000	270.3	274.7
02	"		"		15.4	186.3	50500	271.1	
03	"		"		15.0	176.7	50000	283.0	
04	5 "	06/10/98	28	03/11/98	15.5	188.7	63100	334.4	337.6
05	"		"		15.0	176.7	61000	345.2	
06	"		"		15.0	176.7	60500	342.4	
07	"		"		15.5	188.7	63400	336.0	
08	"		"		15.5	188.7	61800	327.5	
09	"		"		15.5	188.7	64200	340.2	
10	5 "	06/10/98	45	20/11/98	15.4	186.3	74000	397.2	389.7
11	"		"		15.4	186.3	71200	382.2	
12	"		"		15.5	188.7	73500	389.5	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo C= 500 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.40**

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	5 "	12/10/98	07	19/10/98	15.0	176.7	60100	340.1	334.5
02	"		"		15.3	183.9	59800	325.2	
03	"		"		14.9	174.4	59000	338.3	
04	5 "	12/10/98	28	09/11/98	14.9	174.4	68400	392.2	388.8
05	"		"		15.0	176.7	69500	393.3	
0645	"		"		15.0	176.7	69200	391.6	
07	"		"		15.2	181.5	69000	380.2	
08	"		"		15.2	181.5	70200	386.8	
09	"		"		15.3	183.9	71400	388.3	
10	5 "	12/10/98	45	26/11/98	14.9	174.4	72200	414.0	414.8
11	"		"		15.1	179.1	73500	410.4	
12	"		"		15.1	179.1	75200	419.9	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo C = 500 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.45**

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	6" 1/2	30/09/98	07	07/10/98	15.4	186.3	52400	281.3	285.4
02	"		"		15.4	186.3	54400	292.1	
03	"		"		14.9	174.4	49300	282.7	
04	6 " 1/2	30/09/98	28	28/10/98	15.5	188.7	69500	368.3	367.4
05	"		"		15.5	188.7	69000	365.7	
06	"		"		15.2	181.4	68600	378.1	
07	"		"		15.5	188.7	68200	361.4	
08	"		"		15.1	178.5	64400	359.6	
09	"		"		15.0	177.0	65700	371.1	
10	6 " 1/2	30/09/98	45	14/11/98	15.4	186.3	76200	409.0	403.6
11	"		"		15.0	176.7	69800	396.5	
12	"		"		15.3	183.8	74500	405.3	

**Resistencia a compresión del concreto con aditivo, dosificación tipo C = 500 cc/bolsa de cemento,
relación agua – cemento =0.50**

Probeta Nº	Slamp (pulg)	Fecha muestreo	Curado (días)	Fecha ensayo	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kgs)	Resistencia (Kgs/cm ²)	Promedio (kgs/cm ²)
01	5" 1/4	06/10/98	07	13/10/98	15.5	188.7	50800	269.2	270.9
02	"		"		15.5	188.7	51000	270.2	
03	"		"		15.4	186.3	50900	273.2	
04	5 " 1/4	06/10/98	28	03/11/98	15.0	176.7	58800	332.8	328.9
05	"		"		15.5	188.7	60500	320.6	
06	"		"		15.5	188.7	61400	325.4	
07	"		"		15.3	183.9	61900	336.6	
08	"		"		15.0	176.7	58000	328.2	
09	"		"		15.2	181.5	59800	329.6	
10	5 " 1/4	06/10/98	45	20/11/98	15.5	188.7	73700	390.6	384.4
11	"		"		15.5	188.7	71800	380.5	
12	"		"		15.5	188.7	72100	382.1	

Tracción por compresión diametral del concreto sin aditivo (patrón)

Relación agua – cemento = 0.40

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
1	3"3/4	15/10/98	28	12/11/98	13460	15.4	30.5	28100	38.1	
2	3"3/4	15/10/98	28	12/11/98	13392	15.3	30.2	27500	39.3	37.7

Tracción por compresión diametral del concreto sin aditivo (patrón)

Relación agua – cemento = 0.45

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
1	3"3/4	15/10/98	28	12/11/98	13400	15.3	30.6	29400	40.0	
2	3"3/4	15/10/98	28	12/11/98	13600	15.3	30.4	28600	38.0	39.3

Tracción por compresión diametral del concreto sin aditivo (patrón)

Relación agua – cemento = 0.50

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
1	3"3/4	15/10/98	28	12/11/98	13333	15.5	30.4	26900	36.3	
2	3"3/4	15/10/98	28	12/11/98	12762	15.1	30.2	24600	34.3	35.3

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo

Dosificación Tipo A = 250 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.40

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)
1	4"1/2	15/10/98	28	12/11/98	13550	15.0	30.4	26900	36.3	35.5
2	4"1/2	15/10/98	28	12/11/98	13315	15.2	30.3	25100	24.7	

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo

Dosificación Tipo A = 250 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.45

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)
1	4"1/2	15/10/98	28	12/11/98	13122	15.1	30.9	22100	30.3	31.7
2	4"1/2	15/10/98	28	12/11/98	13420	15.4	31.0	24800	33.1	31.9

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo
Dosificación Tipo A = 250 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.50

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
1	4" 1/2	15/10/98	28	12/11/98	12605	14.9	30.3	21000	29.6	31.2
2	4" 1/2	15/10/98	28	12/11/98	13392	15.3	30.5	24000	32.7	

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo, clasificación

Tipo B = 375 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.40

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
1	4"3/4	15/10/98	28	12/11/98	13500	15.4	30.4	24800	33.7	33.20
2	4"3/4	15/10/98	28	12/11/98	13450	15.4	30.5	24100	32.7	

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo, clasificación

Tipo B = 375 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.45

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
1	5"1/4	15/10/98	28	12/11/98	13520	15.4	30.5	20200	27.4	28.10
2	5"1/4	15/10/98	28	12/11/98	13600	15.4	30.5	21100	28.6	

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo, clasificación

Tipo B = 375 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.50

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
1	5"	15/10/98	28	12/11/98	13400	15.4	30.4	22000	29.90	29.2
2	5"	15/10/98	28	12/11/98	13500	15.3	30.6	21000	28.6	

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo, dosificación

Tipo C = 500 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.40

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
1	5"	15/10/98	28	12/11/98	13200	15.3	30.4	23500	32.2	30.8
2	5"	15/10/98	28	12/11/98	12900	15.1	30.2	21000	29.3	

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo, dosificación

Tipo C = 500 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.45

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
1	6" 1/2	15/10/98	28	12/11/98	13100	15.4	30.5	18700	25.4	24.80
2	6" 1/2	15/10/98	28	12/11/98	12900	15.4	30.5	18000	24.4	

Tracción por compresión diametral del concreto con aditivo, dosificación

Tipo C = 500 cc / bolsa de cemento y relación agua – cemento = 0.50

Probeta N°	Slamp (pulg)	Fecha Muestreo	Curado (días)	Fecha Ensayo	Peso (grs)	Diámetro (cms)	Longitud (cms)	Carpa (kgs)	Ft (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
1	5"1/2	15/10/98	28	12/11/98	12800	15.4	30.4	18100	24.6	25.3
2	5"1/2	15/10/98	28	12/11/98	13000	15.3	30.3	19000	26.1	

Análisis de costos comparativo del concreto con aditivo y sin aditivo

A continuación presentamos un análisis de costos del concreto patrón y del concreto con aditivo acelerante del fraguado Chema Estruct para las tres relaciones agua-cemento = 0.40 , 0.45 , 0.50 , y para las tres dosificaciones de uso del aditivo : 250 ,375 y 500 cc/bolsa de cemento , recomendadas por el proveedor .

Hacemos notar que los análisis de costos desarrollados para el concreto patrón y para el concreto con aditivo , comprende solamente el uso de los materiales utilizados en su fabricación ya que es allí donde se establecerá la diferencia de precios , ya que la mano de obra , los equipos y herramientas son los mismos para ambos concretos . Presentamos a continuación los cálculos respectivos

Diseño patrón para a/c= 0.40

Cemento = 700.00 kg/m³

Arena = 753.20

Piedra = 558.25

Agua = 280.00 lt/m³

Costo del concreto por M³ :

Cemento : 16.5 bls. * 13.25 = 218.63

Arena : 0.280 m³ * 16.95 = 4.75

Piedra : 0.203 m³ * 39.85 = 8.09

Agua : 0.280 m³ * 8.50 = 2.38

.....
Sl. 233.85 / M³

Diseño patrón para a/c= 0.45Cemento = 600.00 kg/m³

Arena = 820.45 “

Piedra = 605.00 “

Agua = 270.00 lt/m³Costo del concreto por M³ :

Cemento : 14.20 bls. * 13.25 = 188.15

Arena : 0.305 m³ * 16.95 = 5.17Piedra : 0.220 m³ * 39.85 = 8.77Agua : 0.270 m³ * 8.50 = 2.30

.....

S/. 204.39 / M³

Diseño patrón para a/c= 0.50Cemento = 500.00 kg/m³

Arena = 898.46 “

Piedra = 665.50 “

Agua = 250.00 lt/m³Costo del concreto por M³

Cemento : 11.80 bls. * 13.25 = 156.35

Arena : 0.334 m³ * 16.95 = 5.66Piedra : 0.242 m³ * 39.85 = 9.64Agua : 0.250 m³ * 8.50 = 2.13

.....

S/. 173.78 / M³

Diseño con aditivo para a/c= 0.40

Para dosificación tipo " A " = 250 cc/bolsa de cemento

Cemento = 700.00 kg/m³

Arena = 753.20 "

Piedra = 558.25 "

Agua = 280.00 lt/m³

Aditivo = 4.125 lt/m³

Costo del concreto por M³ :

Cemento : 16.5 bls. * 13.25 = 218.63

Arena : 0.280 m³* 16.95 = 4.75

Piedra : 0.203 m³* 39.85 = 8.09

Agua : 0.280 m³* 8.50 = 2.38

Aditivo : 4.125 lts. * 10.97 = 45.25

.....

S/. 279.10 / M³

Diseño con aditivo para a/c= 0.40

Para dosificación tipo " B " = 375 cc/bolsa de cemento

Cemento = 700.00 kg/m³

Arena = 753.20 "

Piedra = 558.25 "

Agua = 280.00 lt/m³

Aditivo = 6.189 lt/m³

Costo del concreto por M³ :

Cemento : 16.5 bls. * 13.25 = 218.63

Arena : 0.280 m³ * 16.95 = 4.75

Piedra : 0.203 m³ * 39.85 = 8.09

Agua : 0.280 m³ * 8.50 = 2.38

Aditivo : 6.189 lts. * 10.97 = 67.89

.....

S/. 301.74 / M³

Diseño con aditivo para a/c= 0.40

Para dosificación tipo " C " = 500 cc/bolsa de cemento

Cemento = 700.00 kg/m³

Arena = 753.20

Piedra = 558.25

Agua = 280.00 lt/m³

Aditivo = 8.250 lt/m³

Costo del concreto por M³ :

Cemento : 16.5 bls. * 13.25 = 218.63

Arena : 0.280 m³* 16.95 = 4.75

Piedra : 0.203 m³* 39.85 = 8.09

Agua : 0.280 m³* 8.50 = 2.38

Aditivo : 8.250lts. * 10.97 = 90.50

.....

S/. 324.35 / M³

Diseño con aditivo para a/c= 0.45

Para dosificación tipo " A " = 250 cc/bolsa de cemento

Cemento = 600.00 kg/m³

Arena = 820.45

Piedra = 605.00 "

Agua = 270.00 lt/m³

Aditivo = 3.55 lt/m³

Costo del concreto por M³ :

Cemento : 14.20 bls. * 13.25 = 188.15

Arena : 0.305 m³* 16.95 = 5.17

Piedra : 0.220 m³* 39.85 = 8.77

Agua : 0.270 m³* 8.50 = 2.30

Aditivo : 3.55 lts. * 10.97 = 38.94

.....

S/. 243.33 / M³

Diseño con aditivo para a/c= 0.45

Para dosificación tipo " B " = 375 cc/bolsa de cement

Cemento = 600.00 kg/m³

Arena = 820.45

Piedra = 605.00

Agua = 270.00 lt/m³

Aditivo = 5.32 lt/m³

Costo del concreto por M3 :

Cemento	:	14.20 bls.	*	13.25	=	188.15
Arena	:	0.305 m3	*	16.95	=	5.17
Piedra	:	0.220 m3	*	39.85	=	8.77
Agua	:	0.270 m3	*	8.50	=	2.30
Aditivo	:	5.32 lts.	*	10.97	=	58.36

.....

Sl. 262.75 / M3

Diseño con aditivo para a/c= 0.45

Para dosificación tipo " C " = 500 cc/bolsa de cemento

Cemento	=	600.00	kg/m3
Arena	=	820.45	
Piedra	=	605.00	"
Agua	=	270.00	lt/m3
Aditivo	=	7.10	lt/m3

Costo del concreto por M3 :

Cemento	:	14.20 bls.	*	13.25	=	188.15
Arena	:	0.305 m3	*	16.95	=	5.17
Piedra	:	0.220 m3	*	39.85	=	8.77
Agua	:	0.270 m3	*	8.50	=	2.30
Aditivo	:	7.10 lts.	*	10.97	=	77.89

.....

Sl. 282.28 / M3

Diseño con aditivo para a/c= 0.50

Para dosificación tipo " A" = 250 cc/bolsa de cemento

Cemento = 500.00 kg/m³

Arena = 898.46 "

Piedra = 665.50 "

Agua = 250.00 lt/m³

Aditivo = 2.95 lt/m³

Costo del concreto por M³ :

Cemento : 11.80 bls. * 13.25 = 156.35

Arena : 0.334 m³ * 16.95 = 5.66

Piedra : 0.242 m³ * 39.85 = 9.64

Agua : 0.250 m³ * 8.50 = 2.13

Aditivo : 2.95 lts. * 10.97 = 32.36

.....
S/. 206.14 / M³

Diseño con aditivo para a/c= 0.50

Para dosificación tipo " B" = 375 cc/bolsa de cemento

Cemento = 500.00 kg/m³

Arena = 898.46

Piedra = 665.50

Agua = 250.00 lt/m³

Aditivo = 4.43 lt/m³

Costo del concreto por M3

Cemento	:	11.80 bls.	*	13.25	=	156.35
Arena	:	0.334 m3	*	16.95	=	5.66
Piedra	:	0.242 m3	*	39.85	=	9.64
Agua	:	0.250 m3	*	8.50	=	2.13
Aditivo	:	4.43 lts.	*	10.97	=	48.60

S/. 222.38 / M3

Diseño con aditivo para a/c= 0.50

Para dosificación tipo " C " = 500 CC/bolsa de cemento

Cemento	=	500.00 kg/m3
Arena	=	898.46 "
Piedra	=	665.50 "
Agua	=	250.00 lt/m3
Aditivo	=	5.90 lt/m3

Costo del concreto por M3

Cemento	:	11.80 bls.	*	13.25	=	156.35
Arena	:	0.334 m3	*	16.95	=	5.66
Piedra	:	0.242 m3	*	39.85	=	9.64
Agua	:	0.250 m3	*	8.50	=	2.13
Aditivo	:	5.90 lts.	*	10.97	=	64.72

.....
S/. 238.50 / M3

CUDRO RESUMEN DEL ANALISIS DE PRECIOS POR M3 :

Relación a/c	Concreto	Concreto con Aditivo		
	Patron (S/.)	Dosificación tipo A (S/.)	Dosificación tipo B (S/.)	Dosificación tipo C (S/.)
0.40	233.85	279.10	301.74	324.35
0.45	204.39	243.33	262.75	282.28
0.50	173.78	206.14	222.38	238.50

De los análisis de costos obtenidos y mostrados en el cuadro resumen , se concluye: Que el aditivo acelerante del fraguado chema estruct aumenta el precio del concreto , este incremento de los costos se da en 19.2%,28.6%y 38.0% , en promedio para las tres relaciones agua- cemento estudiadas y en razón directa al incremento de la dosificación del aditivo en cada mezcla .

El incremento de costo del concreto con aditivo acelerante del fraguado chema estruct debería ser compensado por las ventajas ofrecidas por el aditivo según su hoja técnica , pero considerando los resultados obtenidos en laboratorio respecto del ensayo de sus propiedades más importantes como son : acortamiento del tiempo de fraguado y ganancia temprana de resistencias a compresión , éstas no se cumplen para las condiciones del lugar de ensayo Laboratorio Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingenieria Civil – UNI ; y por lo tanto en estas condiciones el aditivo no aporta ningun beneficio para el concreto y para el usuario

Efectos del aditivo en el fisuramiento del concreto por retracción de fragua así como el fisuramiento por desencofrado temprano.

Sabemos que un aditivo acelerante del fraguado aumenta el calor de hidratación en la mezcla de concreto fresco , por lo tanto a mayor calor de

hidratación aumenta la exudación del agua hacia la superficie del concreto fresco en sus molduras, posibilitando el fisuramiento del concreto a medida que va fraguando

Para el caso de nuestro aditivo utilizado, para las condiciones del lugar de ensayo Laboratorio Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI , el aditivo ha actuado como un retardante del fraguado , lo cual ha permitido ayudar a controlar el calor de hidratación dentro de la mezcla fresca, controlando la exudación del agua hacia la superficie del concreto permitiendo mantener la cantidad de agua necesaria para continuar el proceso de hidratación del cemento.

Conociendo el comportamiento del aditivo utilizado en la investigación , como un retardador del fraguado del concreto fresco , además de la disminución de las resistencias a compresión en sus edades iniciales y finales , por lo tanto no es conveniente un desencofrado temprano de las estructuras a construir con un concreto preparado con este aditivo para el lugar de ensayo realizado .

BIBLIOGRAFIA

1. **Titulo** Evaluación de los agregados de las canteras.
Autor Alex, Rogelio Figueroa
Edición Lima – Perú 1988, Tesis.
Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil-UNI
Contenido Estudio de las propiedades físicas y químicas de los agregados de las principales canteras de Lima Metropolitana : La Molina, Melgarejo, La Gloria, San Martín , Jicamarca, Puente Piedra, Zapallal, Analisis comparativos de los agregados

2. **Titulo** Diseño de Mezclas
Autor Enrique, Rivva López
Edición Lima – Perú - 1992
Biblioteca Personal
Contenido Características de los Materiales , tablas y diseño de mezclas de concreto.

3. **Titulo** Supervisión de obras de concreto
Autor Capitulo Peruano A.C.I.
Edición Lima – Perú –1995
Biblioteca Personal
Contenido Fundamento del concreto y materiales, supervisión y control de calidad , transporte y colocación del concreto.

4. **Titulo** Aditivos para hormigones, composición, propiedades y empleo.

Autor Rixon MR.
Editorial Barcelona – Técnicos Asociados - 1984
Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil - UNI

- Contenido Aditivos reductores de agua, incorporadores de aire, hidrófugos del hormigón, acelerantes; aplicaciones.
5. Titulo Aditivos , tratamiento de morteros y hormigones.
 Autor VEN VAT, MICHEL
 Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil - UNI
 Contenido Métodos de ensayo, aditivos de los hormigones y morteros, adiciones al cemento, etc.
6. Titulo Aditivos para el concreto
 Autor Instituto Mexicano del cemento y del concreto.
 Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil – UNI
 Contenido Aditivos para el concreto : preparación y dosificación, aditivos acelerantes, reductores de agua, reguladores de fraguado.
7. Titulo Efectos de un aditivo acelerante de fragua, sobre las propiedades del concreto.
 Autor Jorge Chang Lopez
 Ediciones Lima – Perú, 1965, Tesis de grado
 Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil - UNI
 Contenido Diseño de mezclas , ensayos de laboratorio al estado fresco y estado endurecido del concreto.
8. Titulo Características y comportamiento de los Cementos Lima y Cemento Andino.
 Autor Heddy , Jiménez Yabar
 Edición Lima - Perú, 1982, Tesis de Grado
 Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil-UNI
 Contenido Generalidades sobre la fabricación, composición química y propiedades físicas.