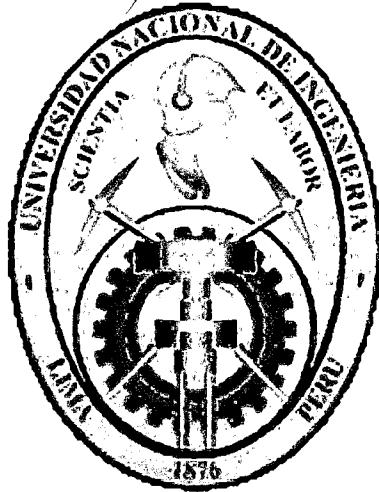


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO
UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO
RANGO – SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND
TIPO I**

TESIS
Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL

JAIME PAUL PALOMARES CARMONA

LIMA – PERÚ

2,009

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

A la memoria de mi Madre.
A mi Padre que siempre me apoyo
en todo momento de mi vida.
A mis Hermanos por su ayuda y
aliento incondicional.

A mi Asesor:

El Ing. Carlos Barzola Gastelú, mi
agradecimiento eterno por su apoyo
desinteresado en la elaboración de
la presente tesis.

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
SUMARIO	17
CAPÍTULO 1: LOS ADITIVOS PARA EL CONCRETO.	
1.1 Introducción.	19
1.1.1 Definición.	19
1.1.2 Características generales.	20
1.1.3 Clasificación.	21
1.2 Aditivos Superplastificantes.	22
1.2.1 Definición.	22
1.2.2 Características generales y Clasificación	23
1.3 Características de aditivo Euco 37.	27
1.3.1 Aditivo Superplastificante, densidad	27
1.3.2 Función Principal.	27
1.3.3 Composición del aditivo.	28
1.3.4 Modo de Aplicación.	28
1.3.5 Recomendaciones Técnicas.	28
CAPÍTULO 2: PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	
2.1 Cemento Portland	30
2.1.1 Generalidades	30
2.1.2 Principales Características	31
2.1.2.1 Propiedades Físicas:	31
- Peso Específico	
- Finura	
- Consistencia Normal	
- Tiempo de Fraguado	
- Contenido de Aire	
- Calor de Hidratación	
- Resistencia a la Compresión	
- Estabilidad de Volumen	
2.1.1.2 Propiedades Químicas:	34

	- La Cal	
	- La Sílice	
	- La Alúmina	
	- Óxido Férrico	
	- Perdida por Ignición	
	- Residuo Insoluble	
	- Anhídrido Sulfúrico	
2.2	Agregado Fino	36
2.2.1	Propiedades Físicas	36
2.2.1.1	Granulometría	36
2.2.1.2	Módulo de Finura	37
2.2.1.3	Superficie Específica	37
2.2.1.4	Cantidad de Material que pasa la Malla N° 200	38
2.2.1.5	Peso Específico	38
2.2.1.6	Peso Unitario Suelto.	39
2.2.1.7	Peso Unitario Compactado.	39
2.2.1.8	Porcentaje de Absorción.	40
2.2.1.9	Contenido de Humedad.	40
2.3	Agregado Grueso.	40
2.3.1	Propiedades Físicas.	41
2.3.1.1	Análisis Granulométrico.	41
2.3.1.2	Módulo de Finura.	41
2.3.1.3	Tamaño Máximo.	42
2.3.1.4	Tamaño Nominal Máximo.	42
2.3.1.5	Peso Específico.	42
2.3.1.6	Peso Unitario Suelto.	43
2.3.1.7	Peso Unitario Compactado.	43
2.3.1.8	Porcentaje de Absorción.	44
2.3.1.9	Superficie Específica.	44
2.3.1.10	Contenido de Humedad.	44
2.4	Agregado Global.	46
2.4.1	Peso Unitario Compactado.	46
2.4.2	Análisis Granulométrico.	47
2.4.3	Módulo de Finura.	48

2.5	Agua para concreto.	48
-----	---------------------	----

CAPÍTULO 3: SELECCIÓN DE PROPORCIONES.

3.1	Diseño de mezcla para Concreto Normal.	50
3.1.1	Criterio de diseño.	50
3.1.2	Propiedades físicas de los materiales a emplear.	50
3.1.3	Combinación de agregados con mayor peso unitario.	51
3.1.4	Procedimiento para el diseño de mezclas.	52
3.1.5	Diseño de mezclas de prueba.	53
3.1.6	Diseño de mezclas para concreto sin aditivos, Relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45 y 0.50.	58
3.2	Diseño de mezclas para concreto con aditivo Euco 37 y relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45 y 0.50.	60

CAPÍTULO 4: ENSAYOS CON EL CONCRETO AL ESTADO FRESCO (SIN Y CON ADITIVO)

4.1	Generalidades.	64
4.2	Peso Unitario.	64
4.3	Asentamiento.	64
4.4	Tiempo de Fraguado.	64
4.5	Contenido de Aire.	65
4.6	Exudación.	65
4.7	Ensayos en el concreto fresco con aditivo.	66

CAPÍTULO 5: ENSAYOS CON EL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO (SIN Y CON ADITIVO)

5.1	Generalidades.	67
5.2	Resistencia a la Compresión.	67
5.3	Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.	68
5.4	Módulo Elástico Estático.	68
5.5	Ensayos en el concreto endurecido con aditivo.	70

CAPÍTULO 6: CUADRO DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.	71
6.1 Resultados obtenidos de los ensayos con el concreto Fresco con y sin aditivos.	71
6.1.1 Relación de cuadros y gráficos de los ensayos Con el concreto fresco con y sin aditivos.	71
6.2 Resultados obtenidos de los ensayos con el concreto Endurecido con y sin aditivos.	90
6.2.1 Relación de cuadros y gráficos de los ensayos Con el concreto endurecido con y sin aditivos.	91
CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE RESULTADOS.	
7.1 Generalidades.	102
7.2 Evaluación del tipo de cemento utilizado.	102
7.3 Evaluación del Agregado Fino.	102
7.4 Evaluación del Agregado Grueso.	103
7.5 Evaluación del Agregado Global.	104
7.6 Evaluación del Aditivo Superplastificante (reductor de agua de alto rango) Euco 37.	104
7.7 Análisis de los resultados en los ensayos con el concreto fresco.	105
7.7.1 Peso Unitario del concreto fresco.	105
7.7.2 Asentamiento del concreto fresco.	107
7.7.3 Contenido de Aire del concreto fresco.	110
7.7.4 Exudación del concreto fresco.	112
7.7.5 Fraguado Inicial del concreto fresco.	114
7.7.6 Fraguado Final del concreto fresco.	117
7.8 Análisis de los resultados en los ensayos con el concreto endurecido.	119
7.8.1 Resistencia a la Compresión.	119
7.8.2 Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.	123
7.8.3 Ensayo de Módulo Elástico Estático del concreto.	126

CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES.	135
BIBLIOGRAFÍA	136
ANEXOS	
Anexo A: Cuadros y Ensayos realizados de los Agregados	140
Anexo B: Resultados de los Ensayos con el Concreto Fresco.	160
Anexo C: Resultados de los Ensayos con el Concreto Endurecido.	189
Anexo D: Análisis de Costos.	240
Anexo E: Fotografías	248
Anexo F: Hoja Técnica del Aditivo	255

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
3.1 Propiedades físicas de los agregados empleados En el diseño de mezclas.	51
3.2 Diseño de mezcla de prueba ($A/C = 0.50$) y Diferentes combinaciones de agregados.	54
3.3 Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto a los 7 días para $A/C = 0.50$ y Diferentes combinaciones de agregados.	55
3.4 Diseño patrón para $A/C = 0.40$.	59
3.5 Diseño patrón para $A/C = 0.45$.	59
3.6 Diseño patrón para $A/C = 0.50$.	60
3.7 Diseño de mezclas para 0.75% de aditivo.	61
3.8 Diseño de mezclas para 0.93% de aditivo.	62
3.9 <u>Diseño de mezclas para 1.12% de aditivo.</u>	<u>63</u>
6.1 Resumen de los resultados de las propiedades del Concreto fresco con y sin aditivo.	72
6.2 Peso Unitario del concreto fresco con y sin aditivo.	73
6.3 Asentamiento del concreto fresco con y sin aditivo.	76
6.4 Contenido de Aire del concreto fresco con y sin aditivo.	79
6.5 Exudación del concreto fresco con y sin aditivo.	82
6.6 Fraguado Inicial del concreto fresco con y sin aditivo.	85
6.7 Fraguado Final del concreto fresco con y sin aditivo.	88
6.8 Resumen de los resultados obtenidos en la Resistencia A la Compresión del concreto con y sin aditivo.	92
6.9 Resumen de los resultados obtenidos en la Resistencia A la Tracción Indirecta por Compresión Diametral del Concreto con y sin aditivo.	97
6.10 Resumen de los resultados obtenidos en el ensayo de Módulo Elástico Estático del concreto con y sin aditivo.	99
A1.1 <u>Propiedades físicas del cemento Portland tipo I "Andino".</u>	<u>141</u>
A1.2 Análisis químico del cemento Portland tipo I "Andino"	142
A1.3 Análisis Granulométrico del agregado fino.	143

A1.3.1 Granulometría del agregado fino	144
A1.3.2 Requisitos granulométricos del agregado fino según Norma ASTM C-33	145
A1.4 Datos para determinar la Superficie Específica del Agregado Fino.	145
A1.5 Cálculo de la cantidad de material que pasa la malla N° 200.	146
A1.6 Datos para el cálculo del Peso Específico del Agregado Fino.	147
A1.7 Cálculo y resultados del Peso Específico del Agregado Fino.	147
A1.8 Datos y cálculos para determinar el Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.	148
A1.9 Datos y cálculos para determinar el Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.	148
A1.10 Datos y cálculos del porcentaje de Absorción del Agregado Fino.	149
A1.11 Datos y cálculos para determinar el Contenido de Humedad del Agregado Fino.	149
A1.12 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.	150
A1.12.1 Granulometría del Agregado Grueso.	151
A1.12.2 Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso. Según Norma ASTM C-33	152
A1.13 Datos para el cálculo del Peso Específico del Agregado Grueso.	153
A1.14 Cálculo y resultados del Peso Específico del Agregado Grueso.	153
A1.15 Datos y cálculos para determinar el Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.	154
A1.16 Datos y cálculos para determinar el Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.	154
A1.17 Datos y cálculos del porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.	155

A1.18 Datos para determinar la Superficie Específica del Agregado Grueso.	155
A1.19 Datos y cálculos para determinar el contenido de humedad del Agregado Grueso	156
A1.20 Porcentajes de combinaciones y peso unitario Compactado del agregado Global	156
A1.21 Análisis Granulométrico del Agregado Global.	157
A1.22 Granulometría del agregado Global	158
A1.23 Requisitos granulométricos del agregado Global Según Norma ASTM C-33	159

ÍNDICE DE GRÁFICOS		Pág.
2.1	Peso Unitario Compactado del Agregado Global vs. Relación de gruesos en volumen.	47
3.1	Curva de Resistencia a la Compresión a los 7 días Vs. Relación de Gruesos.	56
3.2	Cantidad de agua en la mezcla de prueba para la Relación A/C = 0.50.	57
3.3	Cantidad de agua en la mezcla de prueba para la Relación A/C = 0.45.	57
3.4	Cantidad de agua en la mezcla de prueba para la Relación A/C = 0.40.	58
6.1	Peso Unitario del concreto fresco con y sin aditivo. Para cada relación agua/cemento.	74
6.2	Peso Unitario del concreto fresco con y sin aditivo	75
6.3	Asentamiento del concreto fresco con y sin aditivo Para cada relación agua/cemento.	77
6.4	Asentamiento del concreto fresco con y sin aditivo.	78
6.5	Contenido de Aire del concreto fresco con y sin aditivo Para cada relación agua/cemento.	80
6.6	Contenido de Aire del concreto fresco con y sin aditivo.	81
6.7	Exudación del concreto fresco con y sin aditivo Para cada relación agua/cemento.	83
6.8	Exudación del concreto fresco con y sin aditivo.	84
6.9	Fraguado Inicial del concreto fresco con y sin aditivo. Para cada relación agua/cemento.	86
6.10	Fraguado Inicial del concreto fresco con y sin aditivo.	87
6.11	Fraguado Final del concreto fresco con y sin aditivo. Para cada relación agua/cemento.	89
6.12	Fraguado Final del concreto fresco con y sin aditivo.	90
6.13	Resistencia a la Compresión del concreto patrón (sin aditivo) vs. La Edad (días).	93
6.14	Resistencia a la Compresión del concreto A/C = 0.40 + aditivo vs. La Edad (días).	94
6.15	Resistencia a la Compresión del concreto A/C = 0.45	

	+ aditivo vs. La Edad (días).	95
6.16	Resistencia a la Compresión del concreto A/C = 0.50 + aditivo vs. La Edad (días).	96
6.17	Resistencia a la Tracción del concreto vs. Relación A/C.	98
6.18	Ensayo de Módulo Elástico Estático del concreto con Y sin aditivo para cada relación agua/cemento.	100
6.19	Ensayo de Módulo Elástico Estático del concreto.	101
<hr/>		
7.1	Peso Unitario Compactado del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.40	106
7.2	Peso Unitario Compactado del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.45	106
7.3	Peso Unitario Compactado del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.50	107
7.4	Asentamiento del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.40	108
7.5	Asentamiento del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.45	109
7.6	Asentamiento del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.50	109
7.7	Contenido de Aire del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.40	110
7.8	Contenido de Aire del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.45	111
7.9	Contenido de Aire del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.50	112
7.10	Exudación del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.40	113
7.11	Exudación del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.45	113
7.12	Exudación del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.50	114
7.13	Fraguado Inicial del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.40	115
7.14	Fraguado Inicial del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.45	116
7.15	Fraguado Inicial del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.50	117
7.16	Fraguado Final del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.40	118
7.17	Fraguado Final del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.45	118

7.18	Fraguado Final del concreto fresco. Análisis para A/C = 0.50	119
7.19	Resistencia a la Compresión del concreto. Análisis para concreto sin aditivo.	120
7.20	Resistencia a la Compresión del concreto. Análisis para A/C = 0.40	121
7.21	Resistencia a la Compresión del concreto. Análisis para A/C = 0.45	122
7.22	Resistencia a la Compresión del concreto. Análisis para A/C = 0.50	122
7.23	Resistencia a la Tracción del concreto. Análisis para concreto sin aditivo.	124
7.24	Resistencia a la Tracción del concreto. Análisis para A/C = 0.40	124
7.25	Resistencia a la Tracción del concreto. Análisis para A/C = 0.45	125
7.26	Resistencia a la Tracción del concreto. Análisis para A/C = 0.50	126
7.27	Módulo Elástico Estático del concreto. Análisis para concreto sin aditivo.	127
7.28	Módulo Elástico Estático del concreto. Análisis para A/C = 0.40	128
7.29	Módulo Elástico Estático del concreto. Análisis para A/C = 0.45	128
7.30	Módulo Elástico Estático del concreto. Análisis para A/C = 0.50	129

INTRODUCCIÓN

En las obras de construcción civil, muchas veces es necesario el uso de aditivos plastificantes para obtener concretos de alta resistencia o para facilitar el colocado del concreto fresco cuando existe mucha congestión de armadura, y donde el vibrado es limitado. La investigación de las características que ofrece estos aditivos requiere verificarse, tanto en su calidad como en sus beneficios.

Actualmente estamos en la tercera generación de los aditivos llamados Superplastificantes, que siguen siendo investigados en Alemania, Japón y Francia. Estos aditivos, a nivel mundial han significado un avance notable en la tecnología del concreto, pues han permitido el desarrollo de concretos de muy alta resistencia, en nuestro país su uso se está generalizando paulatinamente.

Los estudios realizados entre la con la interacción del cemento y los super plastificantes han permitido identificar factores importantes de compatibilidad, determinándose características químicas ideales, en el cemento como del Superplastificantes, lo cual es tema de la tesis, el verificar el comportamiento del concreto con este tipo de aditivo.

Dentro de estos aditivos se presenta el "EUCO-37", reductor de agua de alto rango Superplastificante que cumple, por completo con los requerimientos de ASTM C-494 aditivos A y F. Con este aditivo se obtiene "Concreto Fluido" con resistencias más altas que las normales, ayuda a la colocación del concreto y reduce los costos de mano de Obra.

El aditivo "EUCO 37" es un producto fabricado por la compañía americana "The Euclid Chemical Company", distribuido por la Cía. Química Suiza.

Mediante ensayos normalizados, empleando el aditivo EUCO 37 y el cemento Portland Tipo I Andino, se investigará los cambios que se presentan en las propiedades del concreto al estado fresco y endurecido, para obtener concretos de alta resistencia.

En el diseño se mezclas se empleará las siguientes relaciones agua-cemento 0.50, 0.45, 0.40 con y sin aditivo, se estudiará las siguientes propiedades:

- En el Estado Fresco: Peso Unitario, Consistencia, Contenido de Aire, Exudación y Tiempo de Fraguado.
- En el Estado Endurecido: Resistencia a la Compresión, Resistencia a la Tracción y Módulo de Elasticidad Estática.

Para realizar el estudio del aditivo EUCO-37 se ha escogido el cemento Portland Tipo I Andino y agregados de la cantera de la Molina. Estos materiales han sido proporcionados gentilmente por la compañía "C + H Unión de Concreteras S.A." y el aditivo por la Cía. Química Suiza.

La interacción entre los cementos y los superplastificantes es de carácter complejo y no siempre es la misma para la relación agua-cemento de 0.3 que para una 0.5, la incompatibilidad entre estos dos materiales puede dar lugar a una pérdida incontrolada del revenimiento.

Se espera que el concreto requiera de menos cantidad de agua porque el aditivo es un reductor de agua, que puede ser usado como plastificante.

SUMARIO

El Capítulo 1 tiene definiciones y clasificaciones acerca de los aditivos, trata de las características y recomendaciones del uso del aditivo Euco 37.

El Capítulo 2 trata de las propiedades de los materiales; el Cemento Portland tipo I que es el utilizado en la presente investigación. Se hacen unas breves definiciones de los tipos de cementos Portland. Se describen sus propiedades físicas y características químicas del cemento Portland tipo I.

Habla sobre los agregados empleados en la presente investigación de los ensayos a los que fueron sometidos resaltando la utilidad de estos y las normas que los rigen. Trata sobre el Agregado Global y su aplicación en el diseño de mezclas, incrementando la Resistencia a la Compresión, además de originar economía en la preparación del concreto.

El Capítulo 3 se ocupa del diseño de mezclas, se hace definiciones básicas a tener en cuenta en el diseño de mezclas. Se detalla un procedimiento para diseñar mezclas, teniendo en cuenta las tablas elaboradas por el comité ACI-211.1-91, para luego hacer los ajustes necesarios por medio de mezclas de prueba. Se hizo diseños de mezclas para relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45 y 0.50 para concreto patrón, así como dosificaciones con el aditivo a razón de 625 ml, 782 ml y 940 ml por cada 100 kilos de cemento (según recomendaciones de la hoja técnica del Aditivo) o en porcentajes de peso del aditivo: 0.75%, 0.93% y 1.12%, teniendo el aditivo una densidad de 1.19 kg/lt.

El Capítulo 4 trata sobre los procedimientos de ensayos, realizados con el concreto en estado fresco, resaltando su utilidad, aplicación así como las normas que los rigen.

El Capítulo 5 nos habla sobre los procedimientos de ensayos con el concreto endurecido; su utilidad, además de observar las normas que los rigen.

El Capítulo 6 nos habla sobre los resultados obtenidos de los ensayos con el concreto en estado fresco y endurecido, se presenta cuadros estadísticos y gráficos que servirán para comparar los valores observados de los ensayos.

El Capítulo 7 se ocupa del análisis de los resultados obtenidos en los ensayos a los agregados, concreto fresco y endurecido.

Finalmente se menciona las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó producto de la investigación.

El Anexo A recopila los análisis granulométricos realizados al agregado fino, grueso y al agregado global. También se encuentran los requisitos granulométricos (Husos) de los agregados.

En el Anexo B detalla los cálculos y los resultados de los ensayos realizados al concreto fresco.

El Anexo C detalla los cálculos y los resultados de los ensayos realizados al concreto endurecido.

El Anexo D presenta un análisis de costos para los diversos diseños de mezclas realizados considerando el gasto realizado en laboratorio. Se calcula el costo considerando la unidad cúbica de concreto. El costo total es transformado a su equivalente en dólares americanos y así mantenerlo actualizado.

CAPÍTULO 1

LOS ADITIVOS PARA EL CONCRETO

1.1 INTRODUCCIÓN

Toda vez que las propiedades de los cementos Portland, no pueden satisfacer por completo todos los requerimientos de los procesos constructivos, existen varios casos en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos, con lo que se logra modificar en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.

El uso de aditivos contribuye a minimizar los riesgos que ocasiona el no poder controlar ciertas características inherentes a la mezcla de concreto original, como son los tiempos de fraguado, la estructura de vacíos, el calor de hidratación, etc. De esta manera se permite optimizar las mezclas de concreto y los procesos constructivos.

El caso del aditivo Superplastificante Reductor de Agua de Alto Rango, nos permite obtener concreto con muy alta trabajabilidad. Su uso se hace necesario en el concreto, cuando nos encontramos con excesiva acumulación de varillas de acero en elementos estructurales; por su alta capacidad para hacerlo fluir y autocompactarse.

1.1.1 DEFINICIÓN

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formado la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento o incluso la estructura interna del concreto.

Según el Comité 116R del ACI y la Norma ASTM C125, define al aditivo como un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado.

La norma técnica peruana NTP 339.086 define a los aditivos como sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades.

Los aditivos pueden ser clasificados hasta en un 5% del peso del cemento y comúnmente son usados entre el 0.5% y el 2% del peso del cemento.

1.1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los aditivos se añaden a las mezclas de concreto generalmente durante el proceso de mezclado con el propósito de modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuadas para el trabajo solicitado, mejorar su trabajabilidad facilitando su proceso de colocación, posibilitar el rendimiento en la elaboración, transporte y puesta en obra del concreto.

Los aditivos se caracterizan por producir una modificación determinada de las propiedades o características del concreto, mortero o pasta en estado fresco o endurecido, también pueden producir otras modificaciones no deseables, pero inevitables por ejemplo descenso de las resistencias, retroceso en el tiempo del fraguado, etc.

La eficacia de las funciones y efectos de los aditivos dependen de muchos factores, sobre todo de su dosificación, del tipo de concreto de los materiales utilizados en su fabricación y de las formas puestas en obra,

Los aditivos utilizados deberán de cumplir con los requisitos de las Normas ASTM o NTP correspondientes.

La norma establece para cada uno de los aditivos requisitos para comprobar las modificaciones aportadas por el aditivo en las propiedades del concreto tales como: Cantidad de agua, tiempo de fragua, resistencia a compresión, resistencia a flexión, deformación por contracción, inalterabilidad (durabilidad); indicándonos en cada caso valores mínimos esperados según la clasificación o tipo de aditivo que se esté utilizando.

Algunas de las razones para el empleo de aditivos son:

En el concreto Fresco:

- Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.
- Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad.
- Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla o para originar una ligera expansión, usados para rellenar los vacíos y otras aberturas en estructuras de concreto.
- Modificar la velocidad y/o el volumen de exudación.

- Reducir la segregación. Facilitar el bombeo del concreto.
- Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
- Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.

En el concreto endurecido:

- Retardar o reducir el desarrollo del calor de hidratación durante el endurecimiento temprano.
- Desarrollo inicial de resistencia.
- Incrementar las resistencias mecánicas del concreto (compresión, tensión, flexión).
- Incrementar la durabilidad del concreto a condiciones severas de exposición.
- Disminuir la permeabilidad de los líquidos.
- Mejorar la adherencia concreto acero de refuerzo.
- Mejorar la resistencia al impacto y abrasión.
- Incrementar la adherencia entre el concreto viejo y nuevo.
- Para obtener concretos o morteros con propiedades fungicidas, germicidas e insecticidas.
- Reducir el costo unitario del concreto.

1.1.3 CLASIFICACIÓN

Los aditivos que actúan sobre los componentes del concreto en el proceso de hidratación se clasifican como aditivos químicos. Los aditivos no reactivos, compuestos por partículas muy finas como los coloides, se tipifican como aditivos físicos.

La clasificación según las especificaciones de aditivos químicos para concreto según ASTM C 494 es:

- **Tipo A** Reductor de agua.
- **Tipo B** Retardadores de fragua.
- **Tipo C** Acelerantes.
- **Tipo D** Reductor de agua – retardadores de fragua.
- **Tipo E** Reductor de agua – acelerantes.
- **Tipo F** Super Reductor de agua.
- **Tipo G** Super Reductor de agua – retardante.

Existen otros tipos de clasificaciones, que van de acuerdo a los tipos de materiales constituyentes o a los efectos características en su uso, como la clasificación hecha por el comité 212 del ACI:

- 1 – Aditivos acelerantes
- 2 – Aditivos reductores de agua, que controlan el fraguado.
- 3 – Aditivos para inyecciones.
- 4 – Aditivos incorporadores de aire.
- 5 – Aditivos extractores de aire.
- 6 – Aditivos formadores de gas.
- 7 – Aditivos productores de expansión o expansivos.
- 8 – Aditivos minerales finamente molidos.
- 9 – Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad.
- 10 – Aditivos pegantes.
- 11 – Aditivos químicos para reducir la expansión debida a la reacción entre los agregados y los álcalis del cemento.
- 12 – Aditivos inhibidores de corrosión.
- 13 - Aditivos fungicidas, germicidas e insecticidas.
- 14 – Aditivos floculantes.
- 15 – Aditivos colorantes.

Una clasificación de aditivos en función de sus efectos no es fácil, debido al hecho de que corrientemente un solo aditivo modifica varias características del concreto y debido también a que los diferentes productos que hay en el mercado no cumplen todos las mismas especificaciones. Sin embargo, una acertada elección del aditivo más apropiado, es con frecuencia muy importante para el proyectista y para el contratista

1.2 ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES

Los superplastificantes, también denominados superfluidificantes o reductores de agua de alto rango o alta actividad, se encuentran especificados en ASTM C494 y ASTM C1017, los cuales tienen por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Se agregan a los concretos de agua/cemento bajos a normales para producir concretos fluidos de alto

asentamiento, estos concretos son muy fluidos y trabajables, pueden ser colocados con poca o ninguna vibración o compactación.

1.2.1 CARACTERISTICAS GENERALES Y CLASIFICACION

ADITIVOS PLASTIFICANTES

Son compuestos orgánicos e inorgánicos que aumentan la plasticidad del concreto a tal grado que resulta un concreto fluido (asentamiento de 19 a 20 cm). Trabajan sobre la base del llamado efecto de superficie, en que crean una interfase entre el cemento y el agua en la pasta, reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que mejora el proceso de hidratación.

El aumento de la trabajabilidad y también la resistencia se debe a la reducción de la relación Agua/Cemento, por menor proporción de agua en la mezcla.

Principalmente se utilizan para volver fluido al concreto de consistencia seca sin aumentarle el agua de amasado.

Se usa del 1% al 2% del aditivo sobre el peso del cemento.

CLASIFICACIÓN

Los aditivos plastificados pueden clasificarse de la siguiente manera:

Tipo A: Policondensados de melamina.- Estos productos fueron desarrollados por su aplicación en diversas industrias y posteriores en su aplicación en concretos.

Tipo B : Policondensados de naftaleno sulfonado.- Son producidas a partir del naftaleno por sulfonación con trióxidos de azufre y fue una de las primeras materias primas indicadas como agente reductor de agua.

Tipo C : Lignosulfatos modificados.- son producidos a partir de la "Lignina", la cual forma parte de la composición de las maderas, durante el proceso de fabricación de la pulpa de papel. Además los lignosulfatos que son usados con un contenido de azúcar entre 1 y 30%.

Todos estos tipos de aditivos tienen ventajas como;

- Facilidades en los procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación Agua/Cemento.
- Mejora significativamente de la impermeabilidad.

- Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de atoros, ya que actúan como lubricantes, reduciendo la segregación.

ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA

Son llamados también plastificantes o fluidificantes éstos aditivos aumentan la plasticidad o permiten una reducción de agua de 5 al 12% para igual plasticidad. Son beneficiosos para toda clase de concretos. Facilitan la compactación y aumentan las resistencias al reducir la relación Agua/Cemento. La dosificación normal oscila entre el 0.2 al 0.5% del peso del cemento, y se usan diluidos en el agua de mezcla.

Son empleados con la finalidad de reducir los requisitos de agua de la mezcla requerida para producir un concreto con cierto asentamiento, también permiten reducir la relación agua cemento o para aumentar el asentamiento, los reductores de agua reducen el contenido de agua de 5% a 10%, los reductores de agua conocidos como de alto rango reducen el contenido de agua de 12% a 30% (Superplastificantes), también permite modificar las condiciones de fraguado de la misma, o ambas, dependiendo de su composición química éstos aditivos pueden disminuir, incrementar o no tener ningún efecto en la exudación. Deberán cumplir con los requisitos de las Normas NTP 339.086 ó 339.087 ó de las Normas ASTM C494 ó C 1017.

Los usos de éstos aditivos se mencionan a continuación:

- a) Economía en el proporcionalmente de las mezclas de concreto incluyendo el empleo de contenido de cemento mínimos, y también la mejora de la uniformidad de; concreto.
- b) Economía de las operaciones de concretado, mayor facilidad de colocación y acabado, con posibilidad de desencofrados más rápidos.
- c) Cumpliendo las especificaciones de obra, relaciones agua cemento más altas, mayor velocidad de resistencia inicial y final.
- d) Mejora en las cualidades del concreto fresco: mayor trabajabilidad, reducción del contenido de agua para una consistencia dada, mejor control de los procesos de segregación y exudación.
- e) Mejora la calidad del concreto endurecido: mayores resistencias iniciales y finales, mayor durabilidad, disminución de la permeabilidad y absorción del concreto, etc.

- f) Posibilidad de retardo de fragua controlado para ser usado en condiciones desfavorables o trabajo con técnicas especiales.

CLASIFICACION

Existen cinco tipos dentro de esta categoría producidos por diversos productos químicos y que detallaremos:

Aditivos reductores de agua normales .- Son los que permiten una reducción en la relación agua/cemento, para una trabajabilidad dada sin que afecten significativamente las características del fraguado del concreto.

Aditivos reductores de agua acelerantes.- Poseen la capacidad reductora de los reductores de agua normales pero dan resistencias más altas durante el primer período de hidratación lo que resulta muy útil a temperaturas más bajas.

Aditivos reductores de agua retardantes.- Son aquellos de composición química análoga, y que alargan el período de tiempo en que el concreto permanecen trabajable cuando se usan a dosificaciones más altas.

Aditivos reductores de agua aireantes.- Son los que poseen la propiedad de producir burbujas microscópicas de aire dentro de la pasta de cemento. Así mismo permiten una reducción en la relación agua/cemento mayor que la que podría obtenerse sólo la inclusión de aire.

Aditivos reductores de agua superplastificantes.- Llamadas también superfluidificantes, son una extensión de los aditivos reductores de agua normales y están fabricados con materiales que permiten una dosificación mayor en las mezclas de concreto sin que aparezcan efectos indeseables como los retardos excesivos.

ADITIVOS INCORPORADOS DE AIRE

El congelamiento del agua dentro del concreto con el consiguiente aumento de volumen, y el deshielo con la liberación de esfuerzos que ocasionan contracciones, provocan fisuración inmediata si el concreto todavía no tiene suficiente resistencia en tracción para soportar estas tensiones o agrietamiento paulatino en la medida que la repetición de estos ciclos va fatigando el material.

A fines de los años cuarenta se inventaron los aditivos incorporados de aire, que originan una estructura adicional de vacíos dentro del concreto que permite controlar y minimizar los efectos indicados.

Efectos de los inclusores de aire en concreto fresco:

- Aumento de la manejabilidad o trabajabilidad de la mezcla.
- Retención de agua de amasado.
- Mejora sustancialmente de la cohesión de la mezcla.
- Mayor homogeneidad del concreto: disminución de la segregación y de la exudación.
- Se evita la segregación de la mezcla durante el transporte.
- Mejora del aspecto del hormigón desmoldado (menos nidos de guijarros y menos cavidades grandes)

Efectos de la inclusión de aire en concreto endurecido:

- Incremento de la durabilidad frente a las heladas.
- La impermeabilidad del concreto aumenta al actuar las burbujas de aire como tapones que cabecean los capilares del concreto cerrando el camino no sólo el paso del agua sino también al de sustancias agresivas.
- Mejora de la resistencia a compresión.

CLASIFICACION

Existen dos tipos de aditivos incorporadores de aire:

a) Líquidos, o en polvo soluble en agua

Constituidos por sales obtenidas de resinas de madera detergentes sintéticos, sales lignosulfanadas, sales de ácidos de petróleo, sales de materiales proteínicos, ácidos grasos y resinosos, sales orgánicas de hidrocarburos, sulfanados, etc. Algunos son de los llamados aniónicos, que al reaccionar con el cemento, inducen iones cargados negativamente que se repelen causando la dispersión y separación entre las partículas sólidas y un efecto lubricante muy importante al reducirse la fricción interna.

Este tipo de incorporadores de aire son sensibles a la compactación por vibrado, al exceso de mezclado, y a la reacción con el cemento en particular que se emplee, por lo que su utilización debe hacerse de manera muy controlada y supervisada para asegurar los resultados pues de otro modo estaremos incorporando menos vacíos y de calidad diferentes a la requerida.

Una de las ventajas de estos incorporadores, es que el aire introducido funciona además como un lubricante entre las partículas de cemento por lo que mejora la trabajabilidad de la mezcla, pero por otro lado traen consigo también una reducción en las características resistentes del concreto por los vacíos adicionales en su estructura.

b) En partículas sólidas

Consistentes en materiales inorgánicos insolubles con una porosidad interna muy grande como algunos plásticos, ladrillo molido, arcilla expandida, arcilla pizarrosa, tierra diatomacéa, etc.

Estos materiales se muelen a tamaños muy pequeños y por lo general deben tener una porosidad del orden del 30% por volumen.

La ventaja de estos aditivos con respecto a los anteriores estriba en que son más estables, ya que son inalterables al vibrado o al mezclado. No obstante, al ser su obtención y uso más complicados desde el punto de vista logístico, de fabricación y de transporte, los grandes fabricantes a nivel mundial han desarrollado más los primeros.

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO EUCO 37

Euco 37 es un aditivo reductor de agua de alto rango, cumple por completo con los requerimientos de ASTM C-494, aditivos tipo A y F.

1.3.1 ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

Puede ser dosificado al concreto en obra o en la planta de concreto premezclado. No se utilizan cloruros en su formulación, por lo tanto se recomienda para concreto pretensado. Es también compatible con agentes inclusores de aire, impermeabilizantes, cloruro de calcio y muchos otros aditivos, sin embargo cada material debe ser agregado al concreto por separado.

DENSIDAD

La densidad promedio a usar es 1,190 gr/cm³ es decir 1.19 kg/lt.

1.3.2 FUNCIÓN PRINCIPAL

El aditivo Euco 37 como todo superplastificante, tiene un doble efecto tanto como plastificante y como reductor de agua

Beneficios:

- Produce concreto de bajo contenido de agua y con baja relación agua/cemento, permitiendo lograr resistencias más altas.
- Produce concreto fluido con resistencias más altas que las normales
- Ayuda a la colocación del concreto y reduce costos de mano de obra.

- Cuando se utiliza en elementos prefabricados, con cemento Tipo I, tendrá como resultado resistencias altas a edades tempranas.

1.3.3 COMPOSICIÓN DEL ADITIVO

Composición Física:

Euco 37 se ofrece a granel, en lotes de 1041 litros, tambores de 208 litros y cubetas de 18.9 litros. Eucon 37 es un líquido marrón oscuro, el cual cuando se agrega al concreto no cambia la apariencia del concreto.

1.3.4 MODO DE APLICACIÓN

Este aditivo se debe agregar a la arena y al agua, no debe entrar en contacto con el cemento seco.

Para concretos de alta resistencia:

Se pone todos los materiales para el concreto en el orden correcto en la mezcladora y se mezcla por 5 minutos o 70 revoluciones para lograr una mezcla de revenimiento típico de 76 mm. Se agrega Euco 37 y se mezcla por 1 minuto adicional.

1.3.5 RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Poner todo el material de concreto en la mezcladora con aproximadamente un 70 % de agua de mezclado y mezcle por cinco minutos o 70 revoluciones. Agregue cuidadosamente el agua adicional para obtener el revenimiento necesario y mezcle por otros tres minutos.

Dosificación:

Dosifique Euco 37 a razón de 625 – 940 ml/100 Kg de cemento. Estas mezclas de baja relación agua/cemento pueden ser colocadas a revenimientos de 125-229 mm

Cuando se diseñe mezclas para usarlas con Euco 37 se debe seguir las recomendaciones del ACI 211.1 y 211.2 ajustando la proporción de los agregados para mantener la homogeneidad.

PRECAUCIONES Y RESTRICCIONES:

- Se debe proteger el Euco 37 contra el congelamiento
- Se recomienda diseños de mezclas (pruebas) y losas de prueba dadas las variaciones en el cemento y agregados de cada lugar.
- No permita que el concreto se congele hasta que haya alcanzado una resistencia mínima de 70 kg/cm².
- Se utiliza Euco 37 en muchos y diferentes diseños de mezcla, se agrega a la mezcla independientemente de otros aditivos.

Ver anexo F, hoja técnica del aditivo Euco 37.

CAPÍTULO 2

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.1 CEMENTO PORTLAND

Conocemos en forma general que cemento es cualquier material que posee propiedades cohesivas, gracias a esta propiedad es que puede unir materiales heterogéneos.

Podemos definir como Cemento Portland a aquel cemento hidráulico, porque fragua y endurece al reaccionar con el agua. A ésta reacción se le conoce como hidratación. Es una reacción química en la que se combinan el cemento y el agua para formar una masa parecida a la de la piedra; cuya velocidad de reacción esta directamente influenciada por la finura del cemento e inversamente proporcionada al tiempo; por lo que inicialmente es rápida y va disminuyendo con el transcurrir de los días, la reacción producida libera calor al exterior, el cual se conoce como Calor de Hidratación.

Este cemento es producido en forma artificial por el hombre y resulta de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas dosificadas adecuadamente. Ésta calcinación se lleva a cabo en un horno rotatorio a una temperatura de aproximadamente 1500 °C, con lo que se forman bolas nodulizadas duras, llamadas clinker o escoria. Enseguida se muele el clinker junto con un retardador (generalmente una adición de un porcentaje de yeso) hasta convertirlo en un polvo finísimo, que se conoce como cemento Portland.

El tipo de cemento empleado en la presente tesis es el Cemento Portland Tipo I, marca Andino, procedente de la fábrica ubicada en Condorcancha, distrito de La Unión, provincia de Tarma, departamento de Junín.

2.1.1 GENERALIDADES

Podemos mencionar que el cemento Portland comienza a prepararse industrialmente hacia 1845, siendo ese proceso el que persiste hasta la actualidad pero como es obvio con algunas variantes tecnológicas.

2.1.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Las principales características y propiedades del cemento están íntimamente ligadas a sus propiedades físicas y químicas es por ello que haremos una revisión de estos conceptos.

2.1.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

El conocimiento del significado de las principales propiedades físicas y mecánicas del cemento Portland será provechoso para interpretar los resultados de las pruebas con el cemento, y son las siguientes:

PESO ESPECÍFICO. NORMA NTP 334.005

Para los cementos Portland el peso específico normalmente está comprendido entre 3.00 gr/cm^3 a 3.20 gr/cm^3 . El cemento Portland de escorias de altos hornos puede tener pesos específicos de aproximadamente 2.90 gr/cm^3 .

Se define como la relación de masa de un volumen unitario de material a la masa del mismo volumen de agua destilada libre de aire.

El peso específico de un cemento no indica la calidad del mismo; su uso principal es para el diseño de mezclas.

El peso específico del cemento Portland Tipo I "Andino" es 3.11 gr/cm^3 .

FINURA. NORMA NTP 334.002

La finura del cemento afecta la rapidez de la hidratación. Al aumentar la finura del cemento aumenta la rapidez a la que se hidrata el cemento, acelerando la adquisición de resistencia; observando que el agua necesaria para obtener un concreto con un cierto revenimiento disminuye. Los efectos del aumento de finura en la resistencia se manifiestan principalmente durante los primeros 7 días.

La finura en el cemento se mide en términos de Superficie Específica, la cual está dada por la suma de las áreas en cm^2 de los granos contenidos en un gramo de cemento.

El método que considera las normas NTP es el del Permeabilímetro de Blaine.

La finura para el cemento Portland Tipo I "Andino" está comprendida entre $3210 \text{ cm}^2/\text{gr}$ a $3340 \text{ cm}^2/\text{gr}$

CONSISTENCIA NORMAL. NORMA NTP 334.006

La cantidad de agua que se requiere para obtener una pasta de consistencia normal; se expresa como porcentaje en peso del cemento utilizado. El conocimiento de esta propiedad es la base para la determinación del tiempo de fraguado de los cementos.

La consistencia normal para el cemento Portland Tipo I "Andino" es 22.15%.

TIEMPO DE FRAGUADO. NORMA NTP 334.006

El fraguado podemos interpretarlo como el paso del material del estado fluido al estado sólido. En el transcurrir de este tiempo se puede encontrar dos fases, la primera Fragua Inicial, y la segunda la Fragua Final. Se dice que la pasta de cemento ha fraguado cuando logra una rigidez suficiente como para soportar una presión determinada de tipo arbitrario, ejercidos por agujas pertenecientes a los aparatos de Gilmore y Vicat.

Los tiempos de fraguado del cemento Portland son los siguientes:

Fragua Inicial (hrs: min): 1:58 a 2:24.

Fragua Final (hrs: min): 3:08 a 3:45.

CONTENIDO DE AIRE. NORMA NTP 334.048

Mide el porcentaje de aire atrapado en la mezcla, normalmente se realiza ensayos en morteros. Este ensayo nos da un índice indirecto de la finura del cemento y por ende del grado de molienda.

En el cemento Portland Tipo I "Andino" el porcentaje de aire atrapado se encuentra entre 5.52% a 7.70%.

CALOR DE HIDRATACIÓN. NORMA NTP 334.064

El calor de hidratación es el generado cuando reaccionan el cemento y el agua. Denominándose calor de hidratación a la cantidad de calor en calorías por gramo de cemento. La cantidad de calor generado depende principalmente de la composición química del cemento; el incremento de generación de calor es afectado por la finura y temperatura de curado, así como la composición química. En algunas estructuras, como aquellas de gran masa, la rapidez y la cantidad de calor generado son importantes. Si no se disipa este calor rápidamente, puede ocurrir una importante elevación de temperatura en el concreto. En las estructuras de gran masa, de concreto, puede resultar

inconveniente una elevación de temperatura, porque puede estar acompañada de dilatación térmica. El enfriamiento posterior del concreto endurecido a la temperatura ambiente puede crear esfuerzos perjudiciales.

Por otra parte, la elevación de la temperatura en el concreto producida por el calor de hidratación es con frecuencia benéfica en tiempo frío, ya que ayuda a mantener temperaturas de curado favorables.

El calor de hidratación para el cemento Portland Tipo I "Andino" es:

A los 07 días 64.93 cal/gr.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. NORMA NTP 334.051

La resistencia a la compresión del cemento Portland, según lo especifican la ASTM, Normas NTP, etc. Es la obtenida en pruebas de cubos estándar de 2 pulgadas. Estos cubos se hacen y curan de la manera prescrita usando una "arena estándar".

Las resistencias a las diferentes edades son indicadoras de las características del cemento para adquirir resistencia, pero no pueden usarse para predecir las resistencias del concreto con precisión a causa de las muchas variables que intervienen en las mezclas de concreto.

El cemento Portland Tipo I "Andino" presenta las siguientes características:

A los 03 días obtiene una resistencia a la compresión de 197 kg/cm²

A los 07 días obtiene una resistencia a la compresión de 260 kg/cm²

A los 28 días obtiene una resistencia a la compresión de 340 kg/cm²

ESTABILIDAD DE VOLUMEN. NORMA NTP 334.054

La determinación de esta propiedad nos permite obtener las variaciones volumétricas que tienen lugar en la pasta de cemento cuando es sometida a vapor saturado y a una presión determinada. La determinación de estas variaciones nos indica la capacidad de cambio de volumen de los elementos estructurales previéndose entonces la posibilidad de agrietamientos o descascaramientos cuando estos cambios son importantes.

Depende de factores tales como la humedad relativa del ambiente, de la constitución de la pasta, del tipo de cemento, etc.

El cemento Portland Tipo I "Andino" presenta una estabilidad de volumen del 0.07%.

Ver en el Anexo A; se presenta el Cuadro N° A1.1 que es un resumen con las propiedades del cemento Portland Tipo I "Andino", ésta información fue recopilada de los fabricantes.

2.1.2.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

Las características y propiedades del cemento están íntimamente ligadas a sus componentes y compuestos químicos. Se entiende como componentes a los minerales u óxidos aportados por la materia prima, reaccionan entre sí en el horno y forman productos más complejos; denominados compuestos primarios y secundarios; estos fueron establecidos por primera vez por Le Chatelier en el año 1852 y son los que definen el comportamiento del cemento hidratado.

Entre los componentes principales del Cemento Portland tenemos:

LA CAL (CaO)

La cal u óxido de calcio constituye un 61% a 67% del cemento. Proviene de la roca caliza; luego de calentarla a una temperatura de 1000 °C se descompone en óxido de calcio y anhídrido carbónico. Su proporción tiene efecto importante en las propiedades del cemento. El exceso de cal ocasiona inconsistencia y desintegración del cemento después del fraguado. Un contenido alto de cal pero no lo suficiente para considerarse excesivo, tiende a retardar el fraguado, pero produce una resistencia inicial alta. Muy poca cal puede producir cementos débiles, y si no fuese calcinada correctamente, produce un cemento con fraguado rápido.

LA SÍLICE (SiO₂)

La sílice u óxido de sílice forma alrededor de 17% a 25% en el cemento. Proviene en mayor parte de la arenisca, cuarcita, arena de cuarzo etc. Es resistente e insoluble en agua. Un contenido alto de sílice; el cual usualmente está acompañado de un contenido bajo de alúmina produce cemento de alta resistencia, de fraguado lento y mejora la resistencia contra el ataque químico.

LA ALÚMINA (Al₂O₃)

La alúmina u óxido de aluminio forma alrededor del 4% al 8% en el cemento. Proviene de la arcilla. Un alto contenido de alúmina y bajo de sílice, produce un cemento de fraguado rápido y también de alta resistencia.

ÓXIDO FÉRRICO (Fe₂O₃):

Se encuentra en un 0.5% a 5%. El color gris en el cemento se debe a este óxido, el cual actúa en la misma forma que la alúmina. Si el cemento es de color blanco este óxido no está presente.

Se considera como componentes secundarios a los referidos a continuación:

PÉRDIDA POR IGNICIÓN

Es la disminución de peso de una muestra de cemento que fue calentada al rojo vivo (de 900°C a 1000°C) hasta obtener un peso constante. En este proceso de calentamiento se liberan anhídrido carbónico y agua. Se debe determinar la pérdida de peso de la muestra. Según las normas NTP, la Pérdida por Ignición para los cementos Portland I, II, y V debe ser de 3% como máximo; si se supera este valor el cemento no podrá ser usado en elementos estructurales, debido a que el cemento podría estar en proceso de prehidratación o carbonatación que puede ser producido durante el proceso de fabricación al ser rociado el clinker con agua a la salida del horno para acelerar su enfriamiento y hacer más fácil su molido, o también por un almacenamiento incorrecto y prolongado.

RESIDUO INSOLUBLE

Nos muestra que parte de la porción arcillosa no se ha combinado y no es soluble. Además de indicar el nivel de perfección que se da en el horno, durante la cocción. Si consideramos la mezcla cruda del cemento vemos que la parte arcillosa, durante la cocción reacciona con la cal transformándose en minerales del clinker con solubilidad en los ácidos. Sin embargo, siempre existe una porción de cemento que no ha logrado disolverse con ácido clorhídrico, a esta porción se le conoce como Residuo Insoluble.

ANHÍDRIDO SULFÚRICO (SO₃)

Presente en pequeñas cantidades; proviene del yeso que se le añade al clinker para retardar la fragua. El contenido del anhídrido sulfúrico permite realizar el cálculo del valor de calcio presente en el cemento, así como la cal combinada y también el contenido de azufre, limitándose al 2.5% o 3.0%.

Ver en el anexo A, el cuadro N° A1.2 se presenta un análisis químico del Cemento Portland Tipo I "Andino"; ésta información fue recopilada de los fabricantes.

2.2 AGREGADO FINO. NORMA NTP 400.011

Se define como agregado fino, a aquel que pasa el tamiz. NTP 9,51 mm (malla 3/8") y queda retenido en el tamiz 74 μm (malla N°200), proveniente de la desintegración natural o artificial de rocas.

El agregado puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duras, compactas y resistentes.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

Para la presente investigación se utilizó agregado fino procedente de la cantera "La Molina" deposito fluvioaluvional, material proporcionado por la compañía "C+H Unión de Concreteras S.A."

2.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

2.2.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. NORMA NTP 400.012

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños, el cual consiste en tamizar las partículas por una serie de mallas de aberturas estandarizadas y pesar los materiales refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total. Con este ensayo se busca averiguar la distribución del agregado fino, con relación a los diferentes diámetros de sus partículas. Los tamices estándar usados para determinar la gradación de los agregados finos son las N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, están basadas de acuerdo con sus perforaciones cuadrículadas; la granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua. El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera. Las variaciones en la gradación pueden afectar seriamente la uniformidad del concreto de una mezcla a otra. Las arenas muy finas son con frecuencia costosas y las arenas muy gruesas pueden producir mezclas muy ásperas y poco manejables. La granulometría más conveniente para el agregado fino depende del tipo de trabajo, riqueza de la mezcla y tamaño máximo del agregado grueso.

En el Anexo A, se presenta el cuadro N° A1.3; análisis granulométrico promedio para el agregado fino (arena).

El análisis granulométrico realizado al agregado fino lo podemos encontrar en el cuadro N°A1.3.1, así como en el cuadro N°A1.3.2 podemos encontrar los requisitos granulométricos de este agregado según la Norma ASTM C-33.

2.2.1.2 MÓDULO DE FINURA. NORMA NTP 400.011

Según la Norma, el Módulo de Finura es un factor empírico obtenido por la suma dividida por cien de los porcentajes retenidos acumulados de los siguientes tamices NTP:

38,10 mm(1½"),	4,76 mm(N° 4),	595 μm(N°30),
19,00 mm(3/4"),	2.38 mm(N° 8),	297 μm(N°50),
9,51 mm(3/8"),	1,19 mm(N°16),	149 μm(N°100).

Es un indicador de la finura de un agregado; cuanto mayor sea el módulo de finura, más grueso es el agregado. Es útil para estimar las proporciones de los agregados finos y gruesos en las mezclas para concreto.

Para el cálculo del módulo de finura del agregado fino, se sumaran los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100. Luego a esta suma la dividimos entre 100.

Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.20 y 2.80 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.80 y 3.20 son los más favorables para concretos de alta resistencia.

Para la presente tesis calculamos el Módulo de Finura del Agregado Fino como sigue (los valores son tomados del cuadro N° 1.3):

$$M.F. = \frac{0.86 + 9.12 + 30.75 + 55.67 + 79.64 + 91.93 + 98.16}{100} = 2.68$$

Módulo de Finura (M.F.) = 2.68

2.2.1.3 SUPERFICIE ESPECÍFICA

Es un índice de cuanto cemento se necesita para cubrir el área total del agregado que se esté usando. Si se usa agregado fino se incrementa la

superficie específica, aumentando la cantidad de cemento que se utilizara para cubrir las partículas finas. El cálculo se realiza sumando las áreas superficiales de las partículas del agregado y dividiéndolas por su peso.

Para la determinación de la superficie específica se tendrá en cuenta dos suposiciones:

- Que todas las partículas son esféricas.
- El tamaño medio de las partículas que pasan un tamiz y quedan retenidas en otro, es igual al promedio de las dos aberturas.

En el Anexo A se presenta el cuadro N° A1.4 en donde se dan los datos para el cálculo de la Superficie Específica del agregado fino.

2.2.1.4 CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200. NORMA NTP 400.018

El agregado fino presenta cantidades de materiales más finos en forma de partículas sueltas, que en valores altos perjudican al concreto. El limo y la arcilla, pueden estar presentes como polvo o como recubrimiento de las partículas del agregado, lo trasciende en la adherencia entre al agregado y la pasta afectando la resistencia. Por otro lado, las mezclas requieren de una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre 3% al 5%, aunque valores superiores del orden del 7% no necesariamente causara daño al concreto, se puede bajar la relación agua-cemento optimizando la granulometría.

Ver en el Anexo A, el cuadro N° A1.5, en donde se indica el cálculo de la cantidad de material que pasa la malla N°200.

2.2.1.5 PESO ESPECÍFICO. NORMA NTP 400.022

El peso específico de un agregado es la relación de su peso al peso de un volumen igual de agua. Se usa en los cálculos para el control y diseño de mezclas. Por ejemplo, en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado. No es una medida de la calidad del agregado.

A continuación se darán las siguientes definiciones:

PESO ESPECÍFICO DE MASA: Es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material).

PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA: Es la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.

PESO ESPECÍFICO APARENTE: Es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.6 con los datos para el cálculo de peso específico del agregado fino. Así como el Cuadro N° A1.7 con los resultados del peso específico del agregado fino.

2.2.1.6 PESO UNITARIO SUELTO. NORMA NTP 400.017

En este ensayo se busca determinar la cantidad de peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario. Se usa el término "peso volumétrico unitario" porque se trata del volumen ocupado por el agregado y los huecos. Este peso se utiliza para convertir cantidades en peso a cantidades en volumen. Al realizar este ensayo se deja caer suavemente el agregado fino al recipiente hasta llenarlo.

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.8 los datos y cálculos para determinar el Peso Unitario Suelto del agregado fino.

2.2.1.7 PESO UNITARIO COMPACTADO. NORMA NTP 400.017

Al igual que el peso unitario suelto se busca determinar el peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario. El ensayo consiste en llenar el recipiente en tres capas, cada una de estas capas estará apisonada con 25 golpes de una varilla lisa de 2 pies de longitud y de Ø5/8" con punta roma, finalmente se empareja la superficie del agregado con esta varilla, así el peso del agregado dentro del recipiente representará el peso unitario del agregado con cierto grado de compactación.

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.9 con los datos y cálculos del peso unitario compactado del agregado fino.

2.2.1.8 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN. NORMA NTP 400.022

La absorción de los agregados debe determinarse, de manera que la proporción de agua en el concreto pueda controlarse y se puedan determinar los pesos correctos de las mezclas. La estructura interna de las partículas de un agregado está formada por materia sólida y huecos que pueden contener agua o no. La absorción es la propiedad que tienen los agregados de incorporar agua a su estructura interna, teniendo como consecuencia un aumento en su peso. Es importante tener en cuenta esta característica en el diseño de mezclas de concreto ya que esta puede quitarle o agregarle agua a las mezclas.

La absorción de un agregado está representada por el porcentaje de agua que le es necesaria para llegar a la condición de saturada superficialmente seca (condición de equilibrio).

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.10 en donde se presenta los datos y los cálculos para hallar el porcentaje de Absorción del agregado fino.

2.2.1.9 CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185

Se entiende por contenido de humedad a la cantidad de agua que contiene el agregado en su estado natural. El contenido de humedad es una propiedad de los agregados a tomar en cuenta al momento de hacer los diseños de mezclas, debido a que esta condición nos obligara a realizar la corrección del agua de mezclado.

Ver en el Anexo A, el cuadro N° A1.11 en donde se muestran los datos y cálculos para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

2.3 AGREGADO GRUESO

Se define como agregado grueso, al retenido en el tamiz NTP 4,76 mm(N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca. El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida; debe estar conformado por partículas limpias cuyos fragmentos tengan perfiles preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura preferente rugosa, libres de escamas, polvo, limos, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

El agregado grueso utilizado en la presente investigación proviene de la cantera del "Río Rimac" localizada en el distrito del Rimac (este agregado se utiliza en la Planta Concretera "C+H Unión de Concreteras S.A.").

2.3.1 PROPIEDADES FÍSICAS

2.3.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 400.012

Con este ensayo determinaremos los diferentes diámetros de las partículas que componen el agregado grueso, así como los porcentajes que ocupan en la muestra representativa del agregado. Los tamices estándar usados para determinar la gradación del agregado grueso son: 4", 3½", 3", 2½", 2", 1½", 1", ¾", ½", ⅜". La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

Ver en el Anexo A, se presenta el Cuadro N° A1.12 con el análisis granulométrico promedio del agregado grueso, en el cuadro N°1.12.1 podemos observar el análisis granulométrico realizado, así también en el cuadro N°1.12.2 encontramos los requisitos granulométricos del agregado grueso según la Norma ASTM C-33.

2.3.1.2 MÓDULO DE FINURA. NORMA NTP 400.011

Es un índice de la fineza del agregado, cuanto mayor sea el módulo de finura, más grueso es el agregado y se calcula como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices: 1½", ¾", ⅜", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, todo esto dividido entre 100.

Es útil para estimar las proporciones de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto. Granulometrías que tenga similar módulo de finura independientemente de su respectiva gradación; requerirán la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de semejante plasticidad y resistencia.

A continuación se hace el cálculo del Módulo de Finura del agregado grueso (estos valores los tomamos del cuadro N° A1.12):

$$M.F. = \frac{23.09 + 95.08 + 99.98 + 5 \times 100}{100} = 7.18$$

100

Módulo de Finura (M.F.) = 7.18

2.3.1.3 TAMAÑO MÁXIMO. NORMA NTP 400.011

Se define como la menor abertura en la malla del tamiz por la que pasa toda la muestra de agregado. El tamaño máximo del agregado que se puede usar, generalmente depende del tamaño y la forma de los miembros de concreto y de la cantidad y distribución del acero de refuerzo. En general, el tamaño máximo del agregado no debe exceder de:

- Un quinto (1/5) de la dimensión de los miembros sin refuerzo.
- Tres cuartos (3/4) del espacio libre entre las varillas del refuerzo o entre las varillas del refuerzo y los moldes.
- Un tercio (1/3) del espesor de las losas sin refuerzo situado sobre el terreno.

Para la presente investigación el Tamaño Máximo (T.M.) es:

T.M. = 1"

2.3.1.4 TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO. NORMA NTP 400.011

Se define como Tamaño Nominal Máximo como la abertura en la malla que produce el primer retenido. Para la presente investigación el Tamaño Nominal Máximo (T.N.M.) es:

T.N.M. = 3/4"

2.3.1.5 PESO ESPECÍFICO. NORMA NTP 400.021

Se define como Peso Específico a la relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua destilada libre de gas. De acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades la expresión correcta debe ser "Densidad" ya no Peso Específico. A continuación se darán algunas definiciones.

PESO ESPECÍFICO APARENTE: Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen de agua destilada libre de gas. Si el material es sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.

PESO ESPECÍFICO DE MASA: Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material); a la masa en el aire de igual densidad, de un volumen de agua destilada libre de gas.

PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA: Lo mismo que peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros permeables.

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.13 con los datos para el cálculo de peso específico del agregado grueso. Así como el Cuadro N° A1.14 con los resultados del peso específico del agregado grueso.

2.3.1.6 PESO UNITARIO SUELTO. NORMA NTP 400.017

En este ensayo se busca determinar la cantidad de peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario. Se usa el término "peso volumétrico unitario" porque se trata del volumen ocupado por el agregado y los huecos. Al realizar este ensayo se deja caer suavemente el agregado grueso al recipiente hasta llenarlo, luego se nivela la superficie del recipiente con una varilla lisa; no se debe ejercer presión sobre el agregado.

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.15 con los datos y cálculos para determinar el Peso Unitario Suelto del agregado grueso.

2.3.1.7 PESO UNITARIO COMPACTADO. NORMA NTP 400.017

Al igual que el peso unitario suelto se busca determinar el peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario. El ensayo consiste en llenar el recipiente en tres capas, cada una de estas capas estará apisonada con 25 golpes de una varilla lisa de 2 pies de longitud y de Ø5/8" con punta roma, finalmente se empareja la superficie del agregado con esta varilla, así el peso del agregado dentro del recipiente representará el peso unitario del agregado con cierto grado de compactación.

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.16 con los datos y cálculos del peso unitario compactado del agregado grueso.

2.3.1.8 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN. NORMA NTP 400.021

Se define como la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergida 24 horas en ésta, se expresa como porcentaje del peso. La absorción de los agregados deben determinarse de manera que la proporción de agua en el concreto pueda controlarse y se puedan determinar los pesos correctos de las mezclas.

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.17 los datos y cálculos del porcentaje de absorción del agregado grueso.

2.3.1.9 SUPERFICIE ESPECÍFICA

Análogamente al caso del agregado fino, se hace el cálculo de superficie específica del agregado grueso asumiendo las mismas suposiciones. Pero aquí contrariamente a lo que ocurre con los finos, si el agregado tiene partícula gruesa se necesitara menor pasta de cemento para cubrir la superficie considerada para el agregado grueso. Seguidamente en el cuadro N° 1.18 se presenta los datos para calcular la superficie específica del agregado grueso.

Ver en el Anexo A, el Cuadro N° A1.18 los datos y cálculos para determinar la superficie específica del agregado grueso.

2.3.1.10 CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185

Se entiende por contenido de humedad a la cantidad de agua que contiene el agregado en su estado natural. El contenido de humedad es una propiedad de los agregados a tomar en cuenta al momento de hacer los diseños de mezclas, debido a que esta condición nos obligara a realizar la corrección del agua de mezclado. Las condiciones de humedad a tener en cuenta se definen así:

SECADOS AL HORNO: Completamente absorbentes.

SECADOS AL AIRE: La superficie de la partícula está seca, pero está algo húmeda en el interior; son, por tanto, algo absorbentes.

SATURADOS Y SUPERFICIALMENTE SECOS: No absorben agua ni aumentan el agua de la mezcla.

HUMEDOS O MOJADOS: Si contienen un exceso de humedad en la superficie.

Ver en el Anexo A, el cuadro N° A1.19 donde se muestran los datos y cálculos para determinar el contenido de humedad del agregado grueso.

En el Cuadro Resumen N° 1, se presenta el resumen de los resultados obtenidos del análisis de las propiedades de los agregados.

CUADRO RESUMEN N° 1
RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE LAS
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

PROPIEDAD	AGREGADO FINO (ARENA)	AGREGADO GRUESO (PIEDRA)
Peso Específico de Masa	2.70 gr/cm ³	2.73 gr/cm ³
Peso Específico de Masa Superficialmente Seco	2.71 gr/cm ³	2.75 gr/cm ³
Peso Específico Aparente	2.73 gr/cm ³	2.78 gr/cm ³
Superficie Específica	50.29 cm ² /gr	1.48 cm ² /gr
Porcentaje de Absorción	0.42 %	0.64 %
Peso Aparente o Unitario Suelto	1642.86 kg/m ³	1395.60 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1777.47 kg/m ³	1582.42 kg/m ³
Contenido de humedad	0.58 %	0.34%
Módulo de Finura	2.68	7.18
Tamaño Máximo	--	1"
Tamaño Máximo Nominal	--	¾"

2.4 AGREGADO GLOBAL

Los agregados tienen directa influencia sobre el concreto, pues ocupan aproximadamente las dos terceras ($2/3$) partes de él. Muchas veces se observara que la granulometría de cada agregado (fino o grueso) no se ajustara a los husos establecidos por las Normas ASTM C-33; pero debemos mezclarlos buscando una distribución de partículas eficiente en cuanto a la gradación. A esta mezcla de agregados en forma eficiente la conocemos como Agregado Global. Y esto esta aceptado por la norma anteriormente mencionada.

2.4.1 PESO UNITARIO COMPACTADO. NORMA NTP 400.017

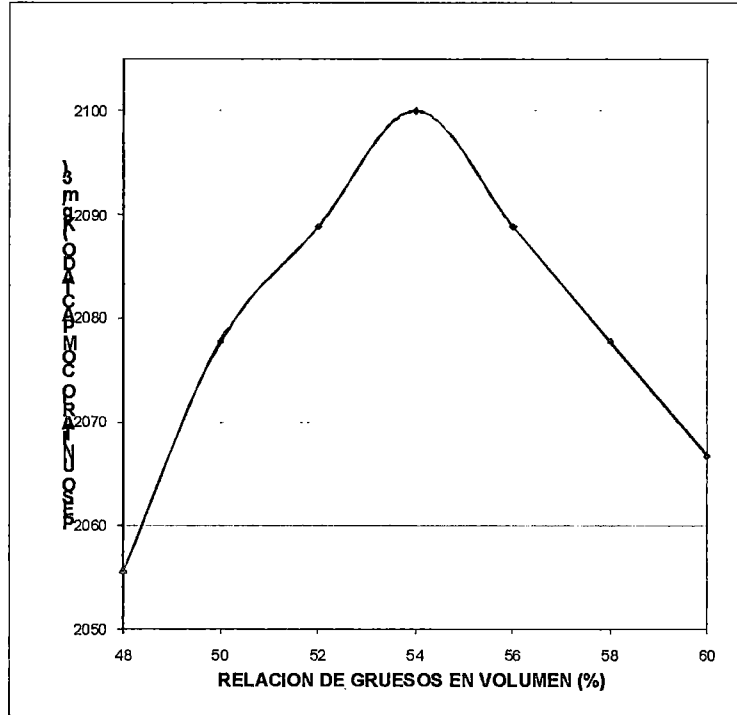
Se busca determinar el peso del agregado global que llenaría un recipiente de volumen unitario. La razón de buscar el mayor Peso Unitario Compactado es porque ésta combinación de máxima densidad creara un volumen con mínimos vacíos, necesitando menor cantidad de pasta de cemento cuando forme parte del concreto; el cual es un factor de economía a tener en cuenta, así como se obtendrá un concreto de mayor resistencia a la compresión, que es la propiedad más buscada del concreto, pues también es un índice de la calidad del mismo. En la presente investigación se determinó el Peso Unitario Compactado de Agregado Global, para ello se hicieron mezclas de agregado fino y grueso con diferentes proporciones en peso.

Ver Anexo A, los porcentajes de las combinaciones de los agregados así como su Peso Unitario Compactado, se muestran en el Cuadro N° A1.20.

En el Gráfico N° 2.1 Peso Unitario Compactado del Agregado Global vs. % Relación de Gruesos en Volumen, se observa como varía este peso unitario compactado.

El máximo valor que alcance la curva, mostrara la mejor combinación de agregados (fino y grueso) que garantice la máxima densidad y en consecuencia la mínima cantidad de vacíos.

GRÁFICO N° 2.1
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL vs. RELACIÓN DE GRUESOS EN VOLUMEN



AGREGADO FINO: CANTERA "LA MOLINA"

AGREGADO GRUESO: CANTERA "RÍO RIMAC"

Como se observa en el Gráfico N° 2.1 la combinación de agregados con la que se obtiene mayor Peso Unitario Compactado del Agregado Global es:

Agregado Fino = 46 %
Agregado Grueso = 54 %

Estos valores nos señalarán las proporciones de agregados que intervendrán en el diseño de mezclas asegurándonos economía y calidad en el concreto que prepararemos.

2.4.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. NORMA NTP 400.012

Se hará el análisis granulométrico del agregado global para averiguar la distribución de las partículas que lo componen.

Ver en el Anexo A, el cuadro N° A1.21 el análisis granulométrico del agregado global para arena = 46% y piedra = 54% porque ésta combinación de agregados nos dio el mayor peso unitario compactado, más adelante veremos con mayor detalle las razones de esta elección.

En el cuadro N° A1.22 podemos observar el análisis granulométrico realizado para el agregado global. Así también en el cuadro N° A1.23 encontramos los requisitos granulométricos del agregado global según la Norma ASTM C-33.

2.4.3 MÓDULO DE FINURA. NORMA NTP 400.011

Es un indicador de la fineza de la combinación de agregados. Nos servirá para estimar las proporciones de agregados fino y grueso en el diseño de mezclas. Se calcula como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices: 11/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100. Luego a esta suma la dividimos entre 100.

Hacemos el cálculo del Módulo de Finura del agregado global. Estos valores son tomados del cuadro N° 1.21

$$M.F. = \frac{12.47+51.34+54.39+58.20+68.15+79.61+90.63+99.29}{100} = 5.11$$

Módulo de Finura (M.F.) = 5.11

2.5 AGUA PARA CONCRETO. NORMA NTP 339.088

La hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, dependen de la cantidad y calidad del agua que se esté empleando en la fabricación del concreto. El agua que se coloca en la mezcla es por razones de trabajabilidad, siempre mayor que aquella que requiere por hidratación del cemento, normalmente el 28% en peso del mismo. Los efectos más perniciosos que se puede esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: Retardo en el fraguado, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, etc.

El agua empleada para amasar y curar el concreto será de propiedades colorantes nulas, clara, libre de glúcidos y de aceites.

Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer si es apta para consumo humano, ya que si no daña al hombre no dañará tampoco al concreto. Se estima que agua con contenidos individuales de cloruros, sulfatos y carbonatos sobre los 5,000 ppm ocasionan reducción de resistencias del orden del 30% con relación a concretos con agua pura.

Los carbonatos y bicarbonatos de Sodio y Potasio pueden acelerar o retardar el fraguado cuando la suma de sales disueltas tiene concentraciones sobre 1,000 ppm, por lo que es recomendable en estos casos hacer pruebas de tiempo de fraguado. La materia orgánica por encima de las 1,000 ppm reduce resistencia e incorpora aire.

Los valores de la cantidad de agua utilizada en la presente tesis se detalla en el capítulo 3. "Selección de la proporciones".

CAPÍTULO 3

SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES

3.1 DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO NORMAL

El diseño de mezclas para concreto es la determinación de la combinación más adecuada en forma técnica, práctica y económica de los ingredientes en el concreto, esta mezcla debe ser manejable en su estado plástico y además debe desarrollar las propiedades requeridas cuando endurezca. Un concreto de buena calidad es aquel que satisface eficientemente los requisitos de trabajabilidad, colocación, compactación, resistencia, durabilidad y economía que nos exige un determinado proyecto en particular. Debemos tener presente que el concreto que se prepare inicialmente será una primera aproximación de las proporciones de los materiales que intervienen en su diseño. Estas proporciones; sin importar el método de diseño empleado para determinarlas, se consideraran como valores de prueba sujetos a revisión y ajuste sobre la base de los resultados obtenidos en mezclas preparadas en condiciones de laboratorio y obra.

3.1.1 CRITERIO DE DISEÑO

En la presente tesis se busco optimizar los agregados, pero especialmente el cemento por ser el que más incrementa los costos y el aditivo. Se consigue esto buscando la combinación de los agregados que proporcionen la mayor densidad al momento de mezclarlos. Una vez obtenido esto, se determina una relación agua/cemento, con un asentamiento requerido, y sobre la base de las tablas del ACI, se busca la cantidad de agua de amasado que nos asegurará una cantidad mínima de cemento. Hay que tener en cuenta que este cálculo es una primera aproximación.

3.1.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

Antes de dosificar cualquier mezcla de concreto debemos conocer las propiedades físicas de los materiales (agregado fino y agregado grueso) que intervienen en el diseño; así como la combinación de agregados con mayor Peso Unitario Compactado que nos asegure la mayor densidad de mezcla o una mínima proporción de vacíos.

Los datos de los materiales empleados en el diseño de mezclas son los siguientes:

Cemento Portland Tipo I "Andino". Peso Específico = 3.11 gr/cm^3 .

Agua Potable que distribuye SEDAPAL.

Las propiedades físicas de los agregados se presentan en el Cuadro N°3.1

CUADRO N° 3.1: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS EMPLEADOS EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PROPIEDAD FÍSICA	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Específico de Masa (gr/cm^3)	2.70	2.73
Contenido de humedad (%)	0.58	0.34
Porcentaje de Absorción (%)	0.42	0.64
Tamaño Nominal Máximo (pulg)	--	$\frac{3}{4}$
Combinación (%)	46.0	54.0

3.1.3 COMBINACIÓN DE AGREGADO CON MAYOR PESO UNITARIO

El cual consiste en obtener una relación de agregados que nos permita tener una óptima mezcla de concreto. Para ello se debe hallar la relación que nos proporcione una combinación de agregados con máximo peso unitario, esto es con mínima relación de vacíos, se asegura de este modo la condición de economía, más no así las propiedades de resistencia y durabilidad, de las que posteriormente se realizará un análisis al diseñar la mezcla, variando la relación porcentual evaluando puntos, debajo y encima del mayor valor que se haya obtenido para una óptima relación de agregados, hasta obtener así la máxima resistencia a la compresión.

En el capítulo 2, de acuerdo con el Gráfico N° 2.1 se observa que para un porcentaje de 54% de Agregado Grueso (ó 46% de Agregado Fino) se obtiene el Mayor Peso Unitario Compactado del Agregado Global. Con el propósito de determinar la mejor proporción de agregados, es que se prepara probetas de concreto para someterlas al ensayo de Resistencia a la Compresión a la edad de 07 días; para combinaciones de agregados que se encuentren dos puntos

porcentuales por encima y por debajo del máximo de la combinación. Esto es para 52% y 56% de Agregado Grueso (ó 48% y 44% de Agregado Fino).

3.1.4 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

A continuación se describe el procedimiento que se siguió en la presente investigación. Se toma como base del presente diseño las tablas elaboradas por el comité ACI-211.1-91, el cual será ajustado para las condiciones locales, sobre la base de dosificaciones de prueba. La dosificación de materiales se hizo de acuerdo al volumen que ocuparían en un metro cúbico de concreto.

Se muestra la secuencia seguida en el diseño de mezcla:

1. Determinación de las propiedades físicas de los materiales a emplear en el diseño.
2. Elección de la relación agua/cemento en peso. Si estuviéramos en obra se elegiría la relación agua/cemento sobre la base de la resistencia a la compresión requerida o condiciones de durabilidad.
3. Elección del revenimiento o asentamiento según la consistencia requerida o las condiciones de trabajabilidad.
4. Se considera el Tamaño Nominal Máximo del agregado grueso
5. Se determina si la mezcla tendría o no aire incorporado. Se estima el porcentaje de aire por metro cúbico y el volumen absoluto que atrapara el concreto en función del Tamaño Nominal Máximo del agregado grueso.
6. Se establece la cantidad de agua por metro cúbico en función del Tamaño Nominal Máximo del agregado, del asentamiento, y considerando si la mezcla tiene aire atrapado o incluido. Esto se establece de las tablas del ACI.
7. Se calcula la cantidad de cemento en peso, basándose en la relación agua/cemento y la cantidad de agua a emplear por metro cúbico de concreto.

$$\text{Cemento (Kg)} = \frac{\text{Peso del agua (Kg)}}{\text{Relación agua-cemento}}$$

8. Cálculo de los volúmenes absolutos del agua y cemento:

$$\text{Volumen Absoluto del agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del agua (Kg)}}{\text{Peso Específico del agua (Kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{Volumen Abs. del cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del cemento (Kg)}}{\text{Peso Especific. del cemento (Kg/m}^3\text{)}}$$

9. Después de conocer los volúmenes que ocupan el agua, cemento y el aire atrapado; se procede a calcular el volumen, que ocuparan los agregados para un metro cúbico de concreto.

$$\text{Vol. Abs. Agregados (m}^3\text{)} = 1 - [\text{Vol. Cemento(m}^3\text{)} + \text{Vol. Agua(m}^3\text{)} + \text{Vol. De aire atrapado(m}^3\text{)}]$$

10. Ahora se calcula el volumen de los agregados fino (vf) y grueso (vg) repartiéndolos proporcionalmente a los porcentajes de la combinación de arena y piedra respectivamente:

$$\text{Vol. del Ag. Grueso} = \text{Vol. Agregados} \times \% \text{ de Combinación de la Piedra}$$

$$\text{Vol. del Ag. Fino} = \text{Vol. Agregados} \times \% \text{ de Combinación de la Arena}$$

11. Luego se calcula los pesos secos de los agregados:

$$\text{Peso seco Arena (Kg)} = \text{Vol. ag. fino(m}^3\text{)} \times \text{P.E. de la arena (kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{Peso seco Piedra (Kg)} = \text{Vol. ag. grueso(m}^3\text{)} \times \text{P.E. de la piedra(kg/m}^3\text{)}$$

12. Se continua calculando el aporte de agua de los agregados:

$$\text{Agua de la Arena} = \text{Peso seco Arena} \times (\% \text{ Cont. Hum.} - \% \text{ Absor.}) / 100$$

$$\text{Agua de la Piedra} = \text{Peso seco Piedra} \times (\% \text{ Cont. Hum.} - \% \text{ Absor.}) / 100$$

13. Corrección de la cantidad de agua:

$$\text{Agua de mezcla} = \text{Agua inicial} - (\text{Agua de la arena} + \text{Agua de la piedra})$$

14. Cálculo del Peso Húmedo de los agregados:

$$\text{Peso húmedo de la Arena} = \text{Peso seco Arena} \times (1 + \% \text{ Cont. Humed.})$$

$$\text{Peso húmedo de la Piedra} = \text{Peso seco Piedra} \times (1 + \% \text{ Cont. Humed.})$$

15. Finalmente tendremos el diseño de mezcla para un metro cúbico de concreto: Cemento (Kg); Agua (lts); Peso Húmedo de la Piedra (Kg); Peso Húmedo de la Arena (Kg).

Con este diseño de mezcla se obtuvo la dosificación para un metro cúbico de concreto; en la presente investigación se usó una mezcladora de 0.20 m³, en la dosificación anterior; se proporcionó considerando un volumen de 0.02 m³.

3.1.5 DISEÑO DE MEZCLAS DE PRUEBA

Se muestra a continuación los Diseños de Mezcla de Prueba para la Relación A/C=0.50 y diferentes combinaciones de agregados.

**CUADRO N° 3.2: DISEÑO DE MEZCLA DE PRUEBA (A/C = 0.50)
Y DIFERENTES COMBINACIONES DE AGREGADOS**

TIPO DE MEZCLA	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDAS DE PRUEBA DE 0,02 M3. (Kg)	
	MATERIAL	PESO Kg/m3.		VOLUMEN		
		SECO	OBRA			
rg = 52 % a/c=0.5	AGUA	225	226.3	0.225	AGUA	4.53
	CEMENTO	450	450	0.145	CEMENTO	9.00
	ARENA	814.05	818.8	0.302	ARENA	16.38
	PIEDRA	856.7	859.6	0.314	PIEDRA	17.19
	AIRE DE DISEÑO			0.015	1er. Diseño de Prueba	
	SLUMP		3 1/2 "			
rg = 54 % a/c=0.5	AGUA	210	211.6	0.210	AGUA	4.23
	CEMENTO	420	420	0.135	CEMENTO	8.40
	ARENA	794.8	799.4	0.294	ARENA	15.99
	PIEDRA	943.4	946.6	0.346	PIEDRA	18.93
	AIRE DE DISEÑO			0.015	2do. Diseño de Prueba	
	SLUMP		3 1/4 "			
rg = 56 % a/c=0.5	AGUA	207	208.8	0.207	AGUA	4.18
	CEMENTO	414	414	0.133	CEMENTO	8.28
	ARENA	748.71	753.1	0.277	ARENA	15.06
	PIEDRA	1003.5	1006.9	0.368	PIEDRA	20.14
	AIRE DE DISEÑO			0.015	3er. Diseño de Prueba	
	SLUMP		3 1/2 "			

Con las dosificaciones del Cuadro N° 3.2, se obtuvieron mezclas de concreto trabajables. Luego se prepararon probetas cilíndricas de concreto y se hicieron Ensayos de Compresión a las probetas; los resultados se muestran en el Cuadro N° 3.3

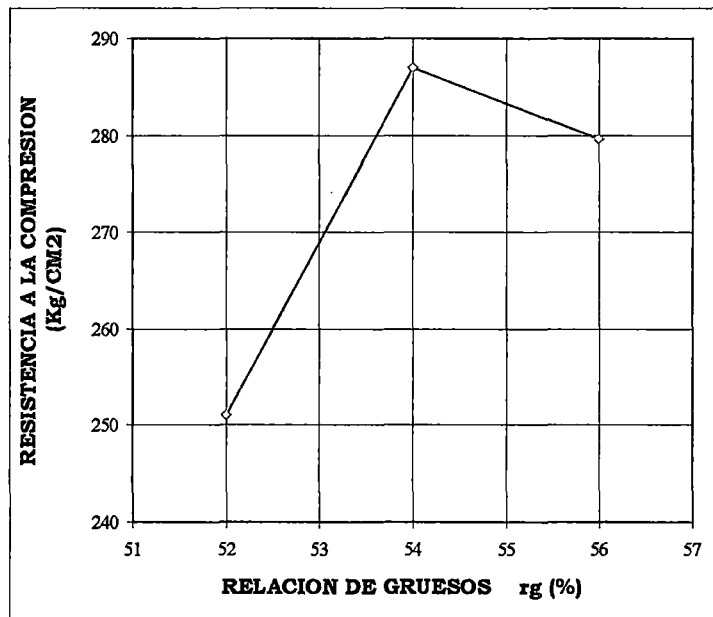
CUADRO N° 3.3: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO A LOS 7 DÍAS PARA A/C=0.50 Y DIFERENTES COMBINACIONES DE AGREGADOS

TIPO DE MEZCLA	RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS (Kg/cm2)			
	PESO DE LA PROBETA	DIMENSION cm	CARGA MAX. Kn	COMPRESION Kg/cm2
rg = 52 % a/c=0.5	13.1	15,0*31,0	435	253
	12.9	15,1*30,0	435	249
	13.1	15,1*31,0	440	252
			MEDIA	251
rg = 54 % a/c=0.5	13.0	15,0*30,0	520	300
	13.3	15,0*30,2	515	297
	13.4	15,0*30,2	460	264
			MEDIA	287
rg = 56 % a/c=0.5	13.3	15,0*30,0	470	272
	13.2	15,5*30,2	525	284
	13.2	15,0*30,2	490	283
			MEDIA	280

Teniendo en cuenta estos valores se hizo una gráfica que mostrara la Resistencia a la Compresión a los 7 días vs. La Relación de Gruesos. Esto se aprecia en la Gráfica N° 3.1 que sigue a continuación.

GRÁFICO N° 3.1: CURVA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS vs. RELACIÓN DE GRUESOS

a/c = 0.50 + 0 % ADITIVO.
(MEZCLAS DE PRUEBA)



rg (%)	52	54	56
f _c (Kg/cm ²)	251	287	280
f _c (máximo)		287	

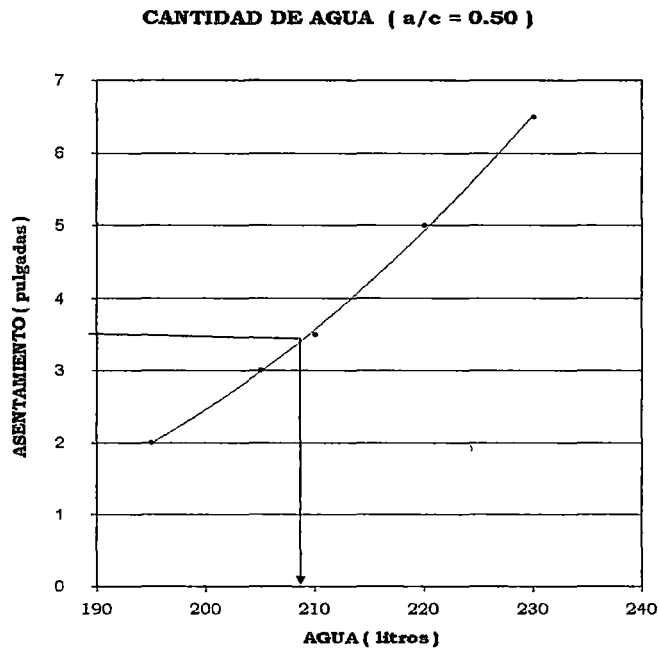
De acuerdo con los resultados del Ensayo a Compresión sobre las probetas de concreto (Cuadro N°3.3 y Gráfica N°3.1), se concluye que la combinación de agregados que nos garantiza la mayor densidad con el mínimo porcentaje de vacíos es:

Agregado Fino = 46%
Agregado Grueso = 54%

Se aprecia que esta combinación de agregados nos garantiza la mínima cantidad de cemento así como la máxima Resistencia a la Compresión. Esta combinación de agregados se mantendrá constante para el resto de la investigación.

A continuación se muestra los gráficos empleados para determinar la cantidad de agua empleada en los Diseños de Mezcla de Prueba.

**GRÁFICO N° 3.2: CANTIDAD DE AGUA EN LA MEZCLA DE PRUEBA
PARA LA RELACIÓN A/C = 0.50**



**GRÁFICO N° 3.3: CANTIDAD DE AGUA EN LA MEZCLA DE PRUEBA
PARA LA RELACIÓN A/C = 0.45**

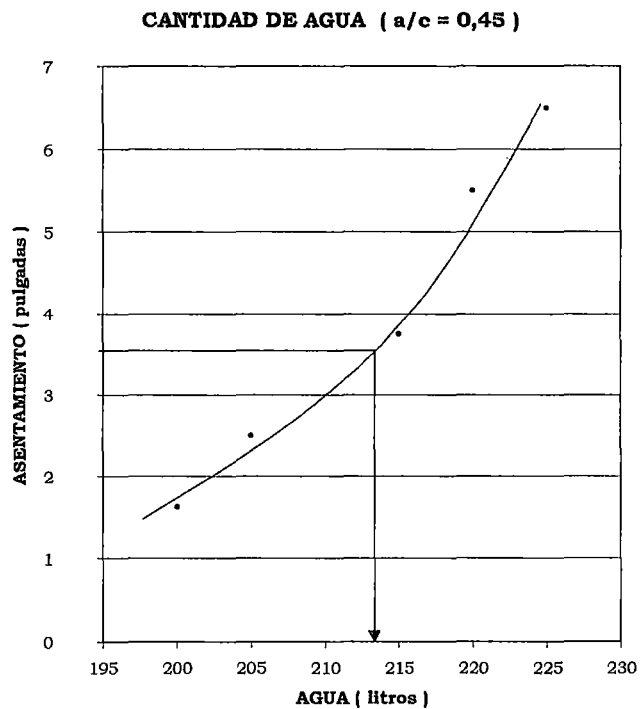
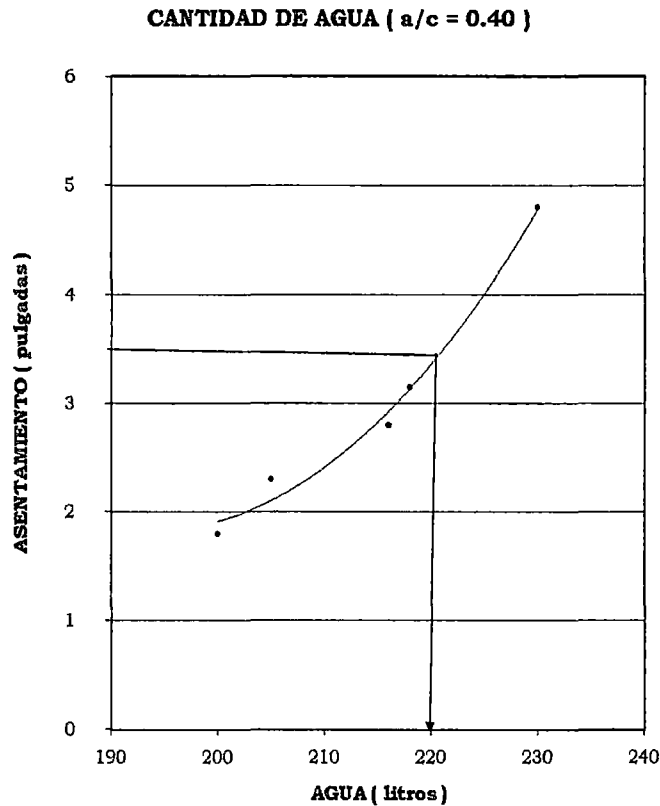


GRÁFICO N° 3.4: CANTIDAD DE AGUA EN LA MEZCLA DE PRUEBA PARA LA RELACIÓN A/C = 0.40



3.1.6 DISEÑOS DE MEZCLAS PARA CONCRETO SIN ADITIVOS, RELACIONES AGUA/CEMENTO DE 0.40, 0.45 Y 0.50

En esta etapa de la investigación, hacemos diseños de mezclas sin el empleo de aditivos (Diseños Patrón). Para relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45 y 0.50 buscando obtener un concreto con máxima resistencia buena trabajabilidad, adecuada consistencia y economía, ya que estos diseños nos servirán de base para el empleo de aditivos.

Los cálculos realizados se pueden ver en la sección de anexos para diseños de mezclas. Se presentan los cuadros resumen de los diseños patrones de concreto sin aditivos.

CUADRO N° 3.4: DISEÑO PATRÓN PARA A/C = 0.40

TIPO DE MEZCLA	DOSIFICACION POR M3				TANDAS DE PRUEBA DE 0,02 M3. (Kg)	
	MATERIAL	PESO KG/M3		VOLUMEN		
		SECO	OBRA			
a/c=0.40	AGUA	220.0	221.4	0.220	AGUA	4.43
	CEMENTO	550.0	550.0	0.177	CEMENTO	11.00
	ARENA	730.5	734.7	0.271	ARENA	14.69
	PIEDRA	867.1	870.0	0.318	PIEDRA	17.40
	AIRE DE DISEÑO:		0.015			
	SLUMP (Pulg):		3 1/2			

CUADRO N° 3.5: DISEÑO PATRÓN PARA A/C = 0.45

TIPO DE MEZCLA	DOSIFICACION POR M3				TANDAS DE PRUEBA DE 0,02 M3. (Kg)	
	MATERIAL	PESO KG/M3		VOLUMEN		
		SECO	OBRA			
a/c=0.45	AGUA	213.0	214.5	0.213	AGUA	4.29
	CEMENTO	473.3	473.3	0.152	CEMENTO	9.47
	ARENA	769.8	774.3	0.285	ARENA	15.49
	PIEDRA	913.7	916.8	0.335	PIEDRA	18.34
	AIRE DE DISEÑO:		0.015			
	SLUMP (Pulg):		3 1/2			

CUADRO N° 3.6: DISEÑO PATRÓN PARA A/C = 0.50

TIPO DE MEZCLA	DOSIFICACION POR M3				TANDAS DE PRUEBA DE 0,02 M3. (Kg)	
	MATERIAL	PESO KG/M3		VOLUMEN		
		SECO	OBRA			
a/c=0.50	AGUA	209.0	210.6	0.209	AGUA	4.21
	CEMENTO	418.0	418.0	0.134	CEMENTO	8.36
	ARENA	796.9	801.5	0.295	ARENA	16.03
	PIEDRA	945.8	949.1	0.346	PIEDRA	18.98
	AIRE DE DISEÑO:		0.015			
	SLUMP (Pulg):		3 ½			

3.2 DISEÑOS DE MEZCLAS PARA CONCRETO CON ADITIVO EUCO 37 Y RELACIONES AGUA/CEMENTO DE 0.40, 0.45 Y 0.50

Se hizo diseños de mezclas empleando el aditivo EUCO 37, cuyo efecto en el concreto será de aumentar la trabajabilidad generando disminución del contenido de agua, sin que ello reporte una disminución de la Resistencia a la Compresión (como se observa en los capítulos 4 y 5).

Se hizo diseños de mezclas para relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45 y 0.50 para concreto patrón, así como dosificaciones con el aditivo a razón de 625 ml, 782 ml y 940 ml por cada 100 kilos de cemento (según recomendaciones de la hoja técnica del Aditivo, ver capítulo 1, ítem 1.3.5) o en porcentajes de peso del aditivo: 0.75%, 0.93% y 1.12%, teniendo el aditivo una densidad de 1.19 kg/lt.

A continuación se muestran los diseños de mezclas con la inclusión del aditivo EUCO 37, para cada relación agua/cemento; para las tandas de 0.02 m³ y 1.00 m³.

CUADRO Nº 3.7: DISEÑO DE MEZCLAS PARA 0.75% DE ADITIVO

DOSIFICACIÓN PARA LOS DISEÑOS POR TANDA DE 0.02 M3			
MATERIAL	A/C = 0.40	A/C = 0.45	A/C = 0.50
AGUA	3.85 lts	3.55 lts	3.50 lts
CEMENTO	11.00 kg	9.47 kg	8.36 kg
ARENA	14.69 kg	15.49 kg	16.03 kg
PIEDRA	17.40 kg	18.34 kg	18.98 kg
ADITIVO	68.75 ml	59.20 ml	52.25 ml

CANTIDAD DE ADITIVO	68.75 ml.	59.20 ml	52.25 ml
AGUA FINAL	3.85 lts	3.55 lts	3.50 lts
REDUCCION DE AGUA	0.58 lts	0.74 lts	0.71 lts
% DE REDUCCION DE AGUA	13.0%	17.0%	17.0%

DOSIFICACIÓN PARA LOS DISEÑOS POR TANDA DE 1.00 M3			
MATERIAL	A/C = 0.40	A/C = 0.45	A/C = 0.50
AGUA	192.5 lts	177.5 lts	175.0 lts
CEMENTO	550.0 kg	473.3 kg	418.0 kg
ARENA	734.5 kg	774.3 kg	801.5 kg
PIEDRA	870.0 kg	916.8 kg	949.1 kg
ADITIVO	3.44 lts	2.96 lts	2.61 lts

CUADRO N° 3.8: DISEÑO DE MEZCLAS PARA 0.93% DE ADITIVO

DOSIFICACIÓN PARA LOS DISEÑOS POR TANDA DE 0.02 M3			
MATERIAL	A/C = 0.40	A/C = 0.45	A/C = 0.50
AGUA	3.50 lts	3.55 lts	3.50 lts
CEMENTO	11.00 kg	9.47 kg	8.36 kg
ARENA	14.69 kg	15.49 kg	16.03 kg
PIEDRA	17.40 kg	18.34 kg	18.98 kg
ADITIVO	86.02 ml	74.00 ml	65.37 ml

CANTIDAD DE ADITIVO	86.02 ml	74.00 ml	65.37 ml
AGUA FINAL	3.50 lts	3.55 lts	3.42 lts
REDUCCION DE AGUA	0.93 lts	0.74 lts	0.79 lts
% DE REDUCCION DE AGUA	21.0%	17.0%	19.0%

DOSIFICACIÓN PARA LOS DISEÑOS POR TANDA DE 1.00 M3			
MATERIAL	A/C = 0.40	A/C = 0.45	A/C = 0.50
AGUA	175.0 lts	177.5 lts	175.0 lts
CEMENTO	550.0 kg	473.3 kg	418.0 kg
ARENA	734.5 kg	774.3 kg	801.5 kg
PIEDRA	870.0 kg	916.8 kg	949.1 kg
ADITIVO	4.30 lts	3.70 lts	3.27 lts

CUADRO N° 3.9: DISEÑO DE MEZCLAS PARA 1.12% DE ADITIVO

DOSIFICACIÓN PARA LOS DISEÑOS POR TANDA DE 0.02 M3			
MATERIAL	A/C = 0.40	A/C = 0.45	A/C = 0.50
AGUA	3.48 lts	3.26 lts	3.25 lts
CEMENTO	11.00 kg	9.47 kg	8.36 kg
ARENA	14.69 kg	15.49 kg	16.03 kg
PIEDRA	17.40 kg	18.34 kg	18.98 kg
ADITIVO	103.40 ml	89.00 ml	78.58 ml

CANTIDAD DE ADITIVO	103.40 ml	89.00 ml	78.58 ml
AGUA FINAL	3.48 lts	3.26 lts	3.25 lts
REDUCCION DE AGUA	0.95 lts	1.03 lts	0.96 lts
% DE REDUCCION DE AGUA	21.0%	24.0%	23.0%

DOSIFICACIÓN PARA LOS DISEÑOS POR TANDA DE 1.00 M3			
MATERIAL	A/C = 0.40	A/C = 0.45	A/C = 0.50
AGUA	174.0 lts	163.0 lts	162.5 lts
CEMENTO	550.0 kg	473.3 kg	418.0 kg
ARENA	734.5 kg	774.3 kg	801.5 kg
PIEDRA	870.0 kg	916.8 kg	949.1 kg
ADITIVO	5.17 lts	4.45 lts	3.93 lts

CAPÍTULO 4

ENSAYOS CON EL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

4.1 GENERALIDADES

Los ensayos del concreto fresco tienen la finalidad de controlar las características de un concreto de una mezcla dada y efectuar, si son necesarias las posibles correcciones de la mezcla patrón para poder así seleccionar las proporciones adecuadas basadas en los materiales a emplear en obra.

El estado fresco del concreto es muy importante porque en obra será necesario que dicho concreto sea manejable, trabajable, que tenga la calidad necesaria, que pueda transportarse y colocarse en el encofrado que lo recibirá sin sufrir segregación, pero también influye en el costo final del concreto endurecido, ya que mayor consumo de agua trae como consecuencia un mayor consumo de cemento.

Las propiedades del concreto al estado fresco son:

4.2 PESO UNITARIO. NORMA NTP 339.046

El peso unitario del concreto fresco, es el peso del mismo por unidad de volumen expresado en Kg/m^3 , se emplea para determinar el rendimiento de las mezclas, el contenido de cemento y el contenido de aire.

Las variaciones del peso unitario de una mezcla, generalmente son debidas al tipo de agregado clasificándose así, concretos normales ($2200 - 2500 \text{ Kg/m}^3$), densos ($2700 - 4500 \text{ Kg/m}^3$), Livianos ($600 - 800 \text{ Kg/m}^3$).

4.3 ASENTAMIENTO. NORMA NTP 339.035

Se determina basándose en el "Slump" o revenimiento y nos dará una medida de la trabajabilidad, cohesión y consistencia. Entendemos por trabajabilidad del concreto a la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del mismo. El asentamiento es casi siempre la primera prueba que se hace al concreto. La prueba evalúa su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo volumen de vacíos.

4.4 TIEMPO DE FRAGUADO. NORMA NTP 339.082

El fraguado, es el proceso de endurecimiento del concreto, por lo tanto este ensayo tiene por finalidad determinar el tiempo de demora en endurecer y ganar

resistencia, el mortero (extraído de la mezcla de concreto); desde que se realiza el ingreso de los materiales en la mezcladora.

Arbitrariamente se ha dividido al fraguado de la pasta en dos períodos: El fraguado inicial y el fraguado final.

El primero se caracteriza por un aumento en la viscosidad y en la temperatura de la mezcla.

El segundo se caracteriza por el endurecimiento de mezcla como lógica consecuencia del aumento de su resistencia.

Los factores que influyen en el tiempo de fraguado del concreto son los siguientes:

- Variaciones en la dosificación del concreto.
- Temperatura de la mezcla.
- Temperatura ambiente.
- Contenido de cemento de la mezcla.
- Dimensiones del elemento de concreto.
- Consistencia y relación agua/ cemento.
- Características de exudación.
- Aditivos empleados.

4.5 CONTENIDO DE AIRE. NORMA NTP 339.083

La mezcla de concreto fresco contiene aire atrapado en forma de burbujas de aire, que se introducen durante el mezclado.

La presencia de las burbujas de aire que se introducen durante el mezclado. La presencia de las burbujas de aire aumentan la plasticidad y la cohesividad de las mezclas: El contenido de aire depende del acomodo de las partículas, aporte de los materiales, las condiciones de operación, la granulometría y tamaño máximo del agregado, por lo que su valor es relativo.

La presencia de aire en las mezclas tiende a reducir la resistencia del concreto por incremento de la porosidad del mismo.

4.6 EXUDACION. NORMA NTP 339.077

Es una propiedad del concreto al estado fresco. La exudación se presenta momentos después de haberse terminado de colocar el concreto ya que empieza a notarse la presencia de agua en la superficie del mismo, y continúa durante una o dos horas. El proceso de exudación se debe a la sedimentación de las partículas sólidas más pesadas que el agua, que se encuentra en suspensión en la masa plástica que conforma el concreto fresco. La exudación

no se puede evitar ya que su origen se encuentra en la misma naturaleza del concreto.

Las frases de interés de la exudación son:

- La velocidad de exudación, definida como la velocidad inicial con la que el agua se acumula sobre la superficie del concreto o como la velocidad de asentamiento del concreto.
- La capacidad de exudación, la cual es medida por el volumen total de agua que aparece en la superficie o por el asentamiento total de la superficie.
- La exudación está influenciada por los siguientes factores:
 - Proporciones de la mezcla
 - Contenido de agua del concreto
 - Temperatura y humedad relativa
 - Altura del encofrado
 - Contenido y finura del cemento
 - Características del agregado
 - La presencia de aditivos

4.7 ENSAYOS EN EL CONCRETO FRESCO CON ADITIVO

Los ensayos realizados para el concreto con aditivo, en su estado fresco; fueron los mismos que los realizados para el concreto normal (Concreto Patrón), es por ello que en este Capítulo se indicara que ensayos se realizaron para el concreto con la incorporación del aditivo superplastificante Euco 37; pues la adición de aditivo no modificara el procedimiento de ensayo, pero sí los resultados; tal como lo veremos adelante en el Capítulo VI.

Los ensayos realizados en el concreto fresco con aditivo son:

- Peso Unitario.
- Asentamiento.
- Contenido de aire.
- Exudación.
- Tiempo de Fraguado.

CAPÍTULO 5

ENSAYOS CON EL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

5.1 GENERALIDADES

Las propiedades del concreto al estado endurecido son de gran importancia, ya que reflejan la forma como el concreto se comportará en el futuro; es decir, va ser en éste estado, en el cual, va a tener que soportar las cargas para las cuales se ha diseñado. El interpretar los resultados de estos ensayos permitirá si el caso lo requiriera, hacer los correctivos en el diseño de mezclas, que siempre esta susceptible de correcciones debido a la heterogeneidad de los materiales, las condiciones de trabajo, los resultados de resistencia a la compresión o tracción esperados, etc.

Las propiedades más importantes al estado endurecido son la resistencia a la compresión, la resistencia a la compresión diametral (tracción) y el módulo de elasticidad.

RESISTENCIA A LA COMPRESION. NORMA NTP 339.034

Por medio de esta prueba se cuantifica la resistencia mecánica del concreto endurecido ante la sollicitación de una carga axial que produzca rotura en un testigo de concreto, esta resistencia tiene una relación directa con el contenido de cemento de la mezcla; así como el curado que haya tenido este y la adherencia que se haya producido entre sus componentes.

La resistencia a la compresión axial de los especímenes cilíndricos de concreto se realizaron para las edades de: 1, 3, 7, 14 y 28. Se compacto en tres capas con varilla de 5/8" de diámetro de acero con punta redondeada.

Las probetas son de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de alto de acuerdo a los estándares. Así mismo las probetas se mantuvieron bajo agua hasta el momento de sus ensayos, secándolas tres horas antes de someterlas al ensayo de compresión. También fueron capeadas con azufre y bentonita (capping) antes del ensayo para uniformizarlas superficies de contacto. Cabe destacar que se fabricaron para cada edad 3 probetas, excepto a los 28 días que fueron 6 probetas.

Para hallar la resistencia a la compresión simplemente se divide la carga indicada por la máquina de compresión entre el área de contacto circular dada por el diámetro de la misma.

$$T = \frac{4 * p}{\pi * D^2}$$

Donde:

P = Carga en Kg. Dada por la Máquina

D = Diámetro de la probeta de concreto.

$\pi = 3.1416$

5.3 RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL. NORMA NTP 339.084

La resistencia del concreto a la tracción por compresión diametral, es una forma indirecta de medir la resistencia a la tracción del concreto endurecido.

Este método emplea el mismo cilindro de concreto del ensayo a compresión y se aplica la carga según la generatriz del mismo. Este método no nos proporciona valores reales de la resistencia a la tracción, solo habrá que tomarlos como una referencia siendo esta, del orden del 8% al 20% de la resistencia a la compresión, dependiente de la edad y de la calidad de los materiales.

La resistencia a la compresión diametral de los especímenes cilíndricos de concreto se realizó para la edad de 28 días solamente. Estos especímenes se ensayan horizontalmente y no verticalmente como en el caso de compresión simple.

Para el curado de las probetas solo se le sumerge totalmente bajo agua potable, hasta un par de horas antes de ser ensayadas para darles tiempo se de secarse superficialmente. En este caso no se utiliza el capping (bentonita y azufre).

5.4 MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO. NORMA ASTM C - 469

La finalidad del ensayo es obtener una relación Esfuerzo – Deformación llamado Módulo Elástico. Para ello se somete a una probeta de concreto a cargas que se van incrementado constantemente originando así deformaciones para los rangos elásticos e inelásticos. Al someterse una probeta de concreto a carga que se incrementa constantemente, ocurre una deformación, parte de ella es

consecuente de la formación elástica y otra parte como resultado de la formación plástica o escurrimiento.

La curva Esfuerzo-Deformación muestra una zona de trabajo donde los esfuerzos y las deformaciones son proporcionales para fines prácticos.

Este límite de proporcionalidad para el caso del módulo elástico es el 40% de la resistencia a la compresión (f_c). Es importante decir que la determinación del módulo elástico es una aproximación por cualquiera de los dos métodos que existen, sencillamente porque el concreto no es perfectamente elástico.

Luego se encontrará el módulo elástico, conocido también como "Módulo de Yong", que es la relación entre los esfuerzos y deformaciones unitarias en compresión.

Para su determinación existen varios métodos, siendo el más conocido los "Niveles Opticos", cuyo equipo más usado son los "espejos Martens", ese método es rápido y no requiere demasiada preparación para realizarlo.

Se ha considerado en este trabajo el módulo cuerda por ser el más representativo.

Los puntos que difieren la cuerda para la determinación del método respectivo están definidos así:

- a) El punto de curva Esfuerzo – Deformación que corresponde a una deformación unitaria de $0.5 * 10^{-4}$ y su esfuerzo correspondiente.
- b) El punto de la curva esfuerzo – Deformación que corresponde el 40% de la resistencia a la compresión y la deformación para este punto, se determina el Módulo Elástico.

$$M.E.E. = \frac{E2 - E1}{(D2 - 0.5) * 10^{-4}}$$

Donde:

E2 = Esfuerzo a la máxima carga en Kg/cm² (40% de f_c)

E1 = Esfuerzo cuando la deformación es de $0.5 * 10^{-4}$

D2 = Deformación Unitaria correspondiente al esfuerzo E2.

Se han ensayado un total de 24 probetas distribuidas en 2 para cada caso tanto para el concreto patrón como para los concretos con aditivo, siendo en total 12 diseños, todos a la edad de 28 días.

5.5 ENSAYOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO CON ADITIVO

Los ensayos realizados para el concreto con aditivo, en su estado endurecido; fueron los mismos que los realizados para el concreto normal (Concreto Patrón), es por ello que en este Capítulo se indicara que ensayos se realizaron para el estado endurecido, pues la adición de aditivo no modificara los procedimientos de ensayo, pero sí los resultados; tal como lo observaremos en el Capítulo siguiente.

Los ensayos realizados en el concreto endurecido con aditivo son:

- Resistencia a la Compresión.
- Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.
- Módulo Elástico Estático.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

6.1 RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS CON EL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO

En el presente Capítulo mostraremos los cuadros resúmenes de los resultados obtenidos de los ensayos con el concreto fresco con y sin aditivo. Los resultados que se detallan son los promedios obtenidos en cada uno de ellos. Además junto con los cuadros se presentan gráficos estadísticos con la finalidad de poder comparar estos resultados entre sí.

6.1.1 RELACIÓN DE CUADROS Y GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS CON EL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO

Cuadro N° 6.1: Resumen de los resultados de las propiedades del concreto en el estado fresco con y sin aditivo.

Cuadro N° 6.2: Peso Unitario del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Cuadro N° 6.3: Asentamiento del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Cuadro N° 6.4: Contenido de Aire del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Cuadro N° 6.5: Exudación del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Cuadro N° 6.6: Fraguado Inicial del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Cuadro N° 6.7: Fraguado Final del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Gráfico N° 6.1: Peso Unitario del Concreto Fresco con y sin Aditivo para cada relación agua/cemento.

Gráfico N° 6.2: Peso Unitario del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Gráfico N° 6.3: Asentamiento del Concreto Fresco con y sin Aditivo para cada relación agua/cemento.

Gráfico N° 6.4: Asentamiento del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Gráfico N° 6.5: Contenido de Aire del Concreto Fresco con y sin Aditivo para cada relación agua/cemento.

Gráfico N° 6.6: Contenido de Aire del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

Gráfico N° 6.7: Exudación del Concreto Fresco con y sin Aditivo para cada relación agua/cemento.

- Gráfico N° 6.8: Exudación del Concreto Fresco con y sin Aditivo.
 Gráfico N° 6.9: Fraguado Inicial del Concreto Fresco con y sin Aditivo para cada relación agua/cemento.
 Gráfico N° 6.10: Fraguado Inicial del Concreto Fresco con y sin Aditivo.
 Gráfico N° 6.11: Fraguado Final del Concreto Fresco con y sin Aditivo para cada relación agua/cemento.
 Gráfico N° 6.12: Fraguado Final del Concreto Fresco con y sin Aditivo.

CUADRO N° 6.1

**RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
EN EL ESTADO FRESCO CON Y SIN ADITIVO**

RELACIÓN A/C	PESO UNITARIO DEL CONCRETO U (kg/m ³)	SLUMP (pulg.)	CONTENIDO DE AIRE (%)	PORCENTAJE DE EXUDACIÓN (%)	TIEMPO DE FRAGUA	
					INICIAL (hrs:min)	FINAL (hrs:min)
SIN ADITIVO						
0.40	2343.6	3 1/2"	1.0	2.44	5:29	7:29
0.45	2350.6	3 1/2"	1.0	0.74	5:35	7:37
0.50	2405.7	3 1/2"	1.1	1.16	5:46	8:38
CON ADITIVO						
0.75% DE ADITIVO						
0.40 + 68.75 ml	2376.7	3 1/2"	1.7	0.69	5:58	8:36
0.45 + 59.20 ml	2380.3	3 3/4"	1.6	0.74	5:29	7:06
0.50 + 52.25 ml	2373.2	3 1/2"	1.2	0.68	4:37	6:25
0.93% DE ADITIVO						
0.40 + 86.02 ml	2369.7	3 1/2"	1.7	0.51	6:54	9:37
0.45 + 74.00 ml	2377.5	3 1/2"	1.5	0.39	5:40	7:20
0.50 + 65.37 ml	2370.4	3 1/2"	1.3	0.38	5:08	7:00
1.12% DE ADITIVO						
0.40 + 103.40 ml	2371.1	3 3/8"	1.8	0.21	6:31	9:29
0.45 + 89.00 ml	2362.6	3 1/2"	1.5	0.12	5:34	7:35
0.50 + 78.58 ml	2364.0	3 1/2"	1.4	0.27	6:27	8:56

CUADRO N° 6.2
PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
A/C + 0.00% ADITIVO

RELACIÓN A/C + 0%ADITIVO	PESO DE MOLDE + CONC. A (kg.)	PESO DE MOLDE B (kg.)	PESO DEL CONCRETO (A-B) kg.	PESO UNITARIO DEL CONCRETO U (kg/m ³)
0.40	42.08	8.90	33.18	2343.6
0.45	42.18	8.90	33.28	2350.6
0.50	42.96	8.90	34.06	2405.7

A/C + 0.75% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (1)	PESO DE MOLDE + CONC. A (kg.)	PESO DE MOLDE B (kg.)	PESO DEL CONCRETO (A-B) kg.	PESO UNITARIO DEL CONCRETO U (kg/m ³)
0.40 + 68.75 ml	42.55	8.90	33.65	2376.7
0.45 + 59.20 ml	42.60	8.90	33.70	2380.3
0.50 + 52.25 ml	42.50	8.90	33.60	2373.2

A/C + 0.93% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (2)	PESO DE MOLDE + CONC. A (kg.)	PESO DE MOLDE B (kg.)	PESO DEL CONCRETO (A-B) kg.	PESO UNITARIO DEL CONCRETO U (kg/m ³)
0.40 + 86.02 ml	42.45	8.90	33.55	2369.7
0.45 + 74.00 ml	42.56	8.90	33.66	2377.5
0.50 + 65.37 ml	42.46	8.90	33.56	2370.4

A/C + 1.12% ADITIVO EN PESO

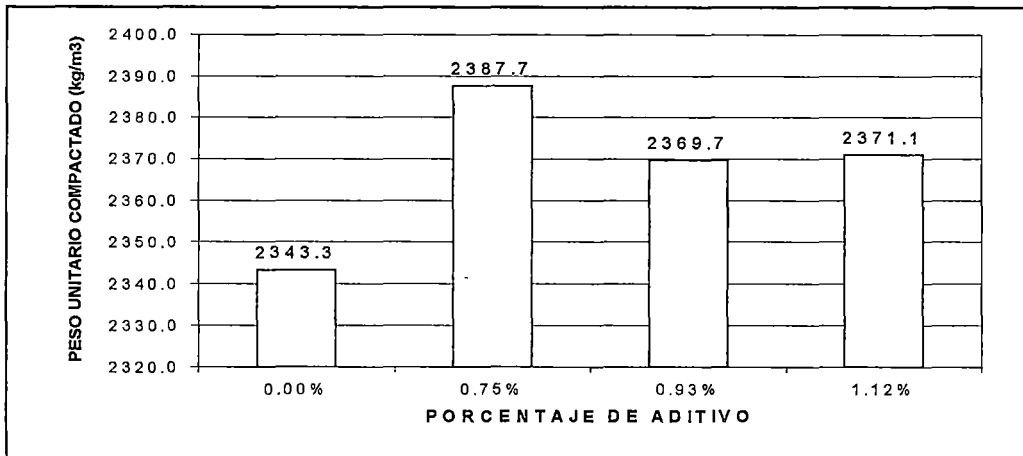
RELACIÓN A/C + ADITIVO (3)	PESO DE MOLDE + CONC. A (kg.)	PESO DE MOLDE B (kg.)	PESO DEL CONCRETO (A-B) kg.	PESO UNITARIO DEL CONCRETO U (kg/m ³)
0.40 + 103.40 ml	42.47	8.90	33.57	2371.1
0.45 + 89.00 ml	42.35	8.90	33.45	2362.6
0.50 + 78.58 ml	42.37	8.90	33.47	2364.0

NOTAS: 1) $U = (A-B) / 0.014158$

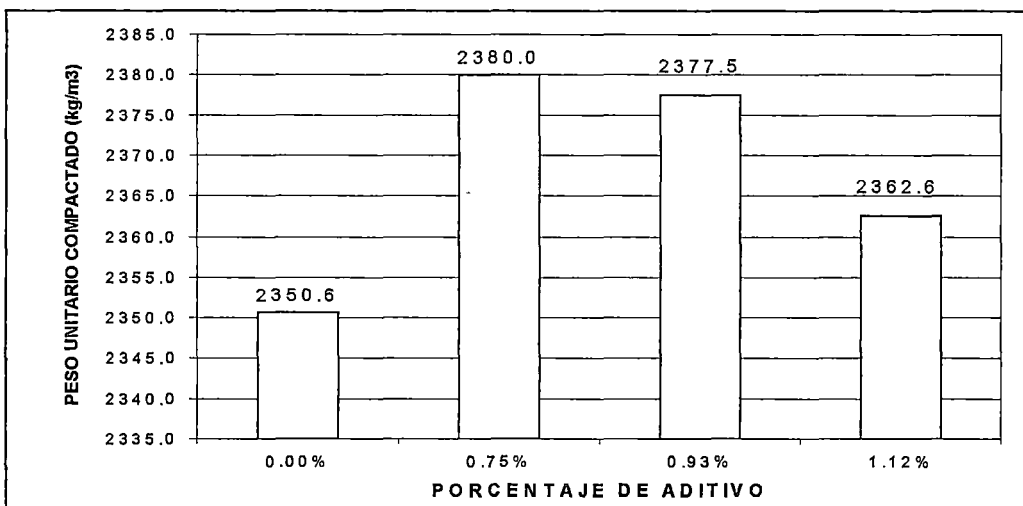
2) Volumen del molde metálico(1/2 pie³) = 0.014158 m³

GRÁFICO Nº 6.1
PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
PARA CADA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

A/C = 0.40



A/C = 0.45



A/C = 0.50

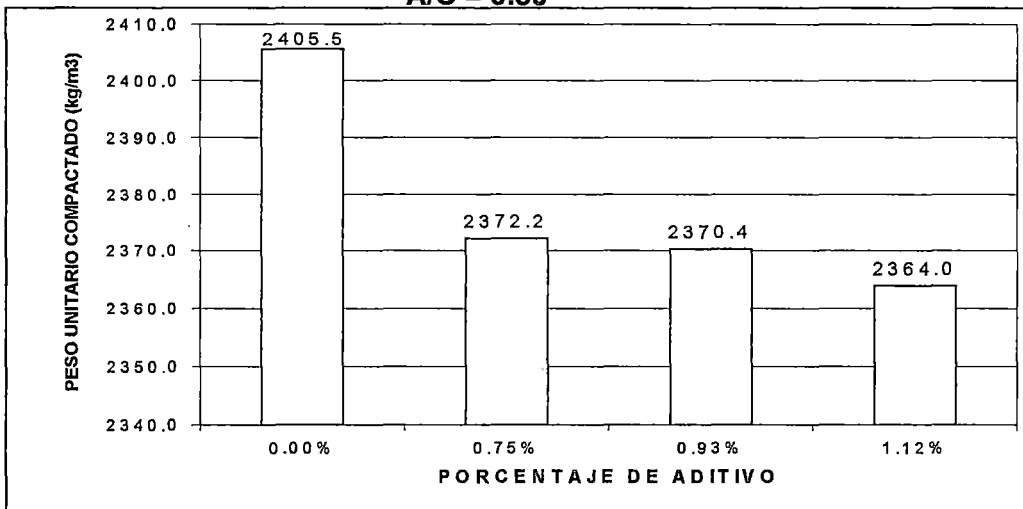
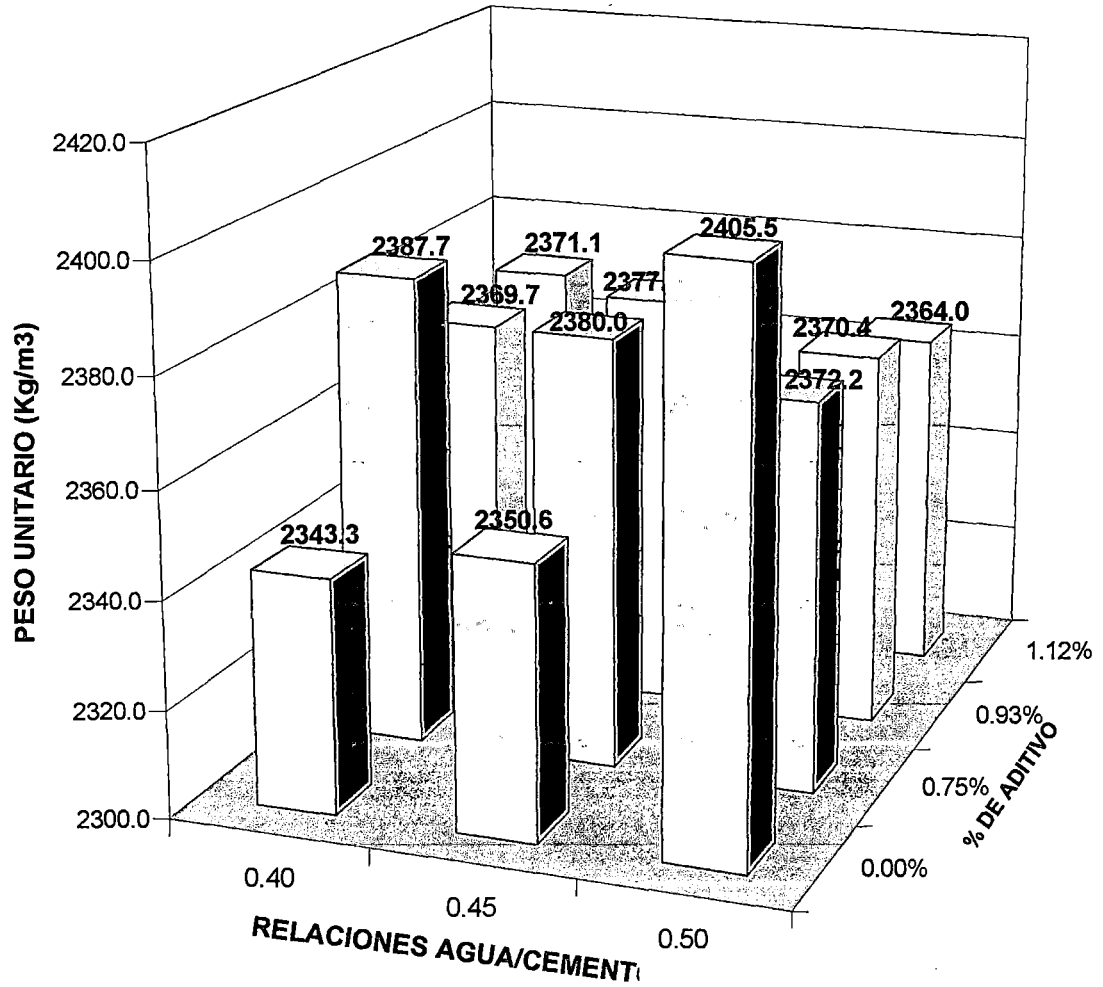


GRÁFICO N° 6.2
PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO



CUADRO N° 6.3
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
A/C + 0% ADITIVO

RELACIÓN A/C + 0% ADITIVO	SLUMP (pulg.)	OBSERVACIÓN
0.40	3 1/2"	TRABAJABLE
0.45	3 1/2"	TRABAJABLE
0.50	3 1/2"	TRABAJABLE

A/C + 0.75% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (1)	SLUMP (pulg.)	OBSERVACIÓN
0.40 + 68.75 ml	3 1/2"	TRABAJABLE
0.45 + 59.20 ml	3 3/4"	TRABAJABLE
0.50 + 52.25 ml	3 1/2"	TRABAJABLE

A/C + 0.93% ADITIVO EN PESO

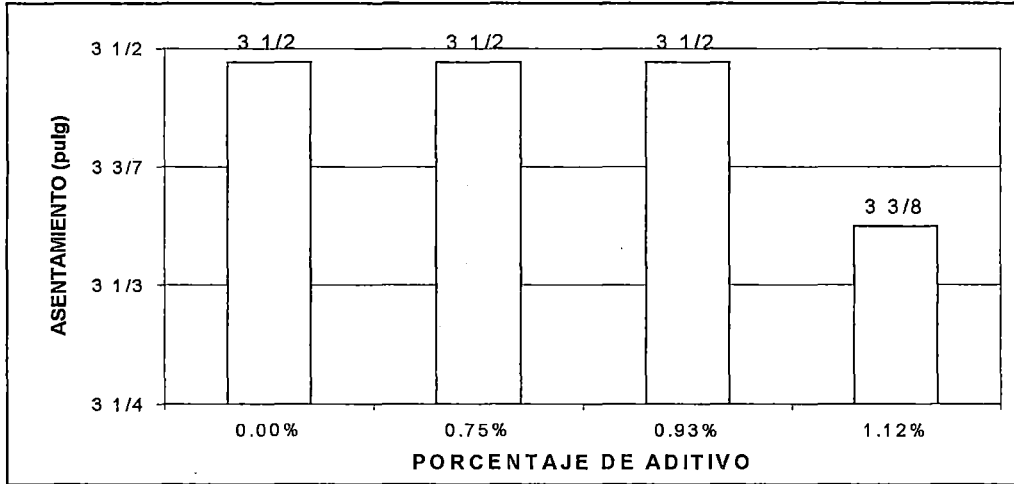
RELACIÓN A/C + ADITIVO (2)	SLUMP (pulg.)	OBSERVACIÓN
0.40 + 86.02 ml	3 1/2"	TRABAJABLE
0.45 + 74.00 ml	3 1/2"	TRABAJABLE
0.50 + 65.37 ml	3 1/2"	TRABAJABLE

A/C + 1.12% ADITIVO EN PESO

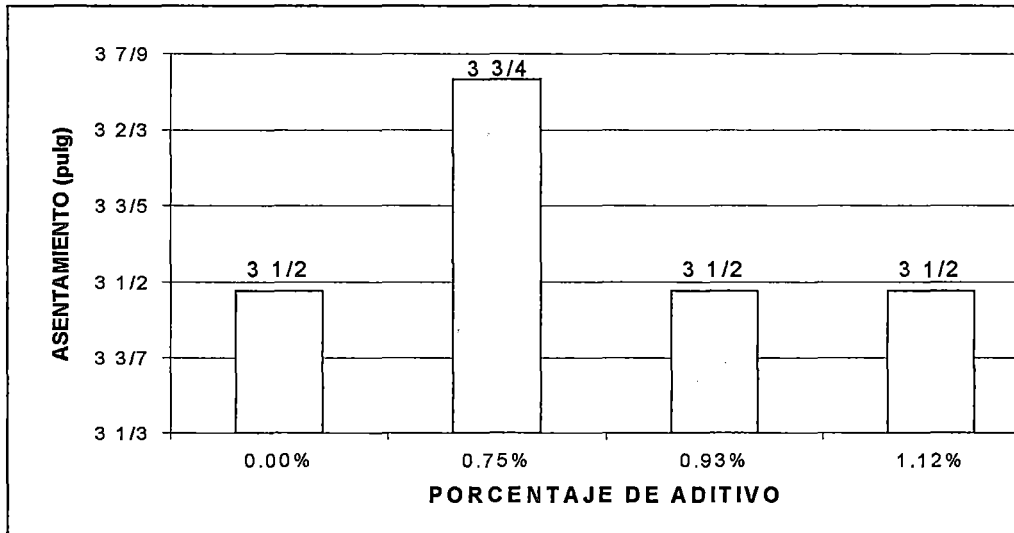
RELACIÓN A/C + ADITIVO (3)	SLUMP (pulg.)	OBSERVACIÓN
0.40 + 103.40 ml	3 3/8"	TRABAJABLE
0.45 + 89.00 ml	3 1/2"	TRABAJABLE
0.50 + 78.58 ml	3 1/2"	TRABAJABLE

GRÁFICO N° 6.3
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
PARA CADA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

A/C = 0.40



A/C = 0.45



A/C = 0.50

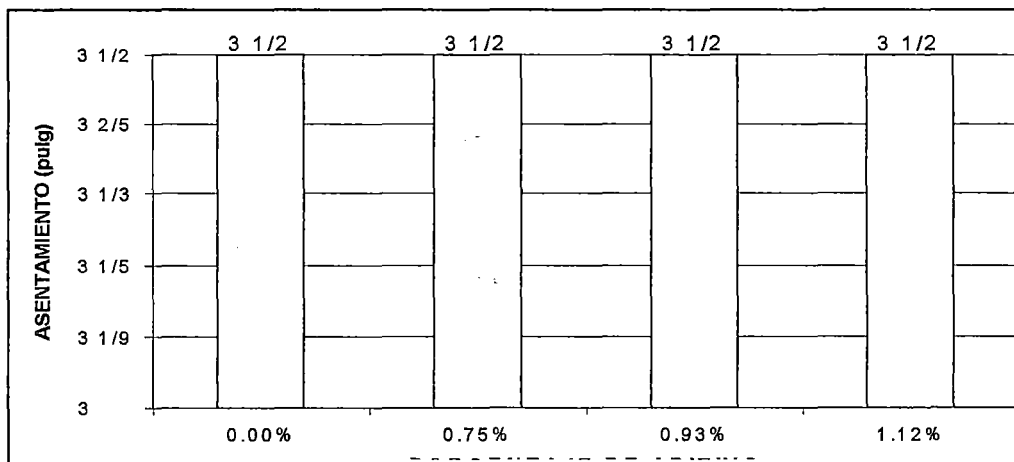
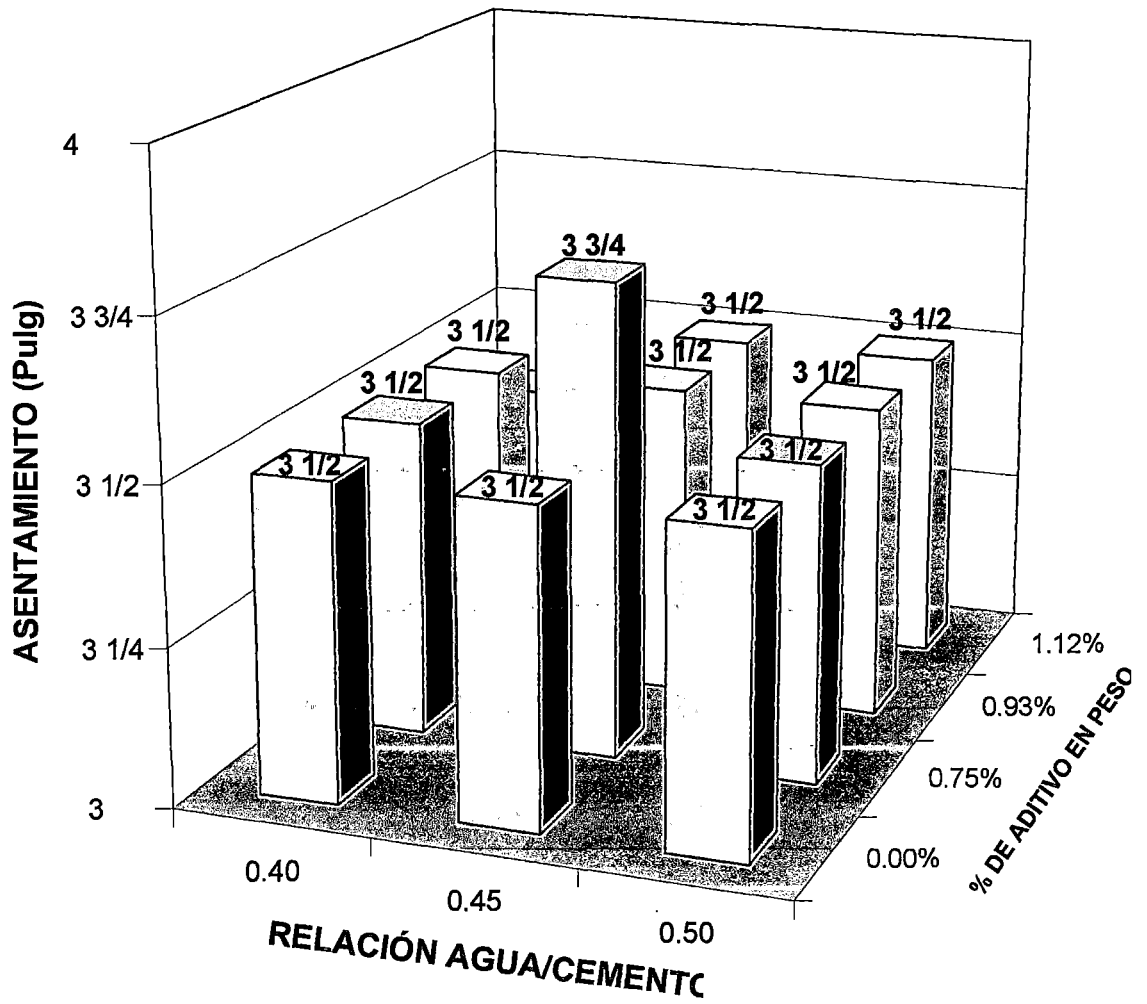


GRÁFICO N° 6.4
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO



CUADRO N° 6.4
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
A/C + 0.00% ADITIVO

RELACIÓN A/C + 0% ADITIVO	CONTENIDO DE AIRE (%)	OBSERVACIÓN
0.40	1.0	CONFORME
0.45	1.0	CONFORME
0.50	1.1	CONFORME

A/C + 0.75% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (1)	CONTENIDO DE AIRE (%)	OBSERVACIÓN
0.40 + 68.75 ml	1.7	CONFORME
0.45 + 59.20 ml	1.6	CONFORME
0.50 + 52.25 ml	1.2	CONFORME

A/C + 0.93% ADITIVO EN PESO

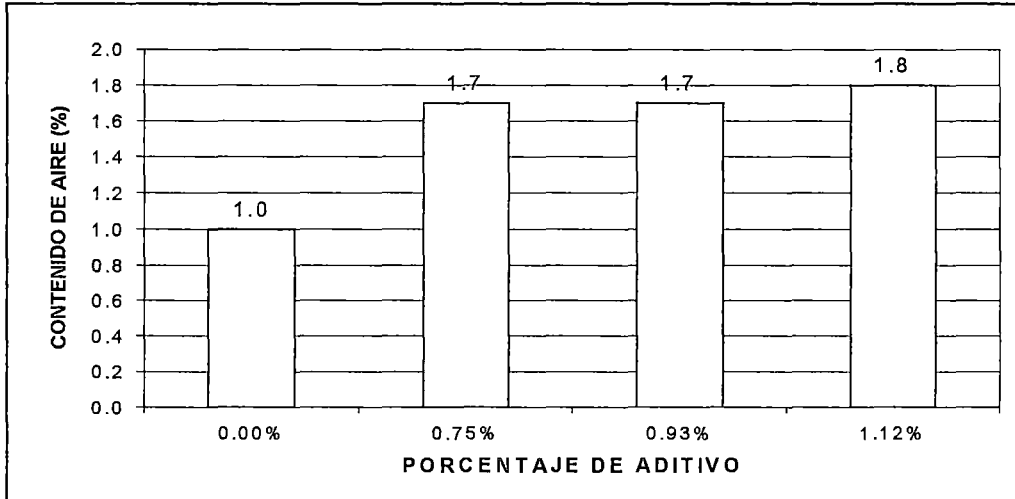
RELACIÓN A/C + ADITIVO (2)	CONTENIDO DE AIRE (%)	OBSERVACIÓN
0.40 + 86.02 ml	1.7	CONFORME
0.45 + 74.00 ml	1.5	CONFORME
0.50 + 65.37 ml	1.3	CONFORME

A/C + 1.12% ADITIVO EN PESO

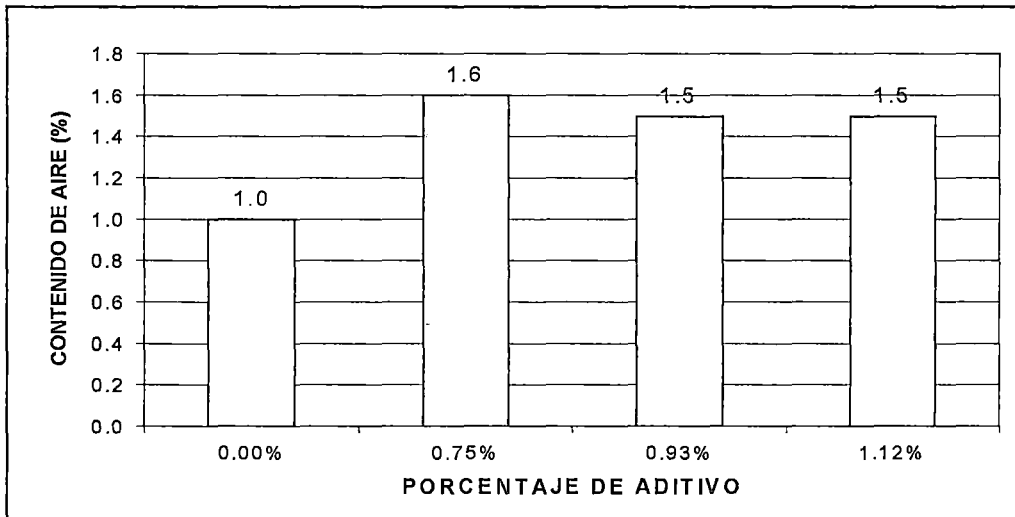
RELACIÓN A/C + ADITIVO (3)	CONTENIDO DE AIRE (%)	OBSERVACIÓN
0.40 + 103.40 ml	1.8	CONFORME
0.45 + 89.00 ml	1.5	CONFORME
0.50 + 78.58 ml	1.4	CONFORME

GRÁFICO N° 6.5
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
PARA CADA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

A/C = 0.40



A/C = 0.45



A/C = 0.50

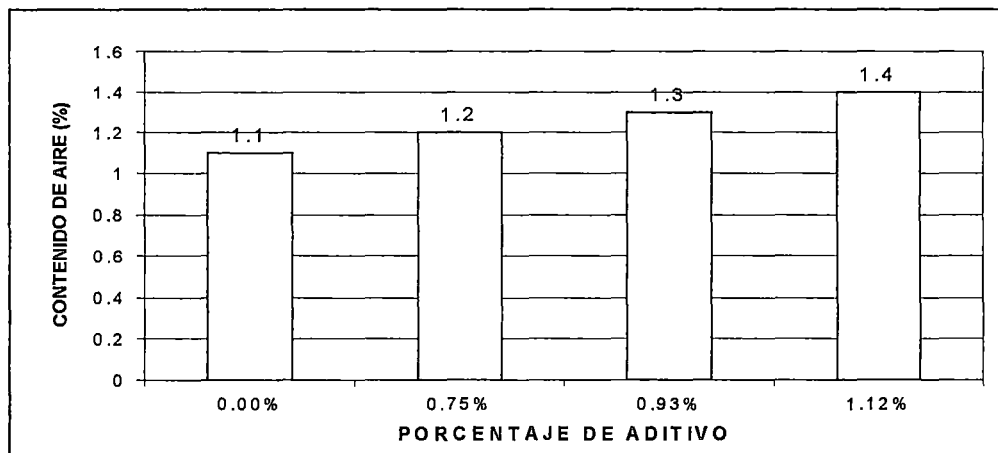
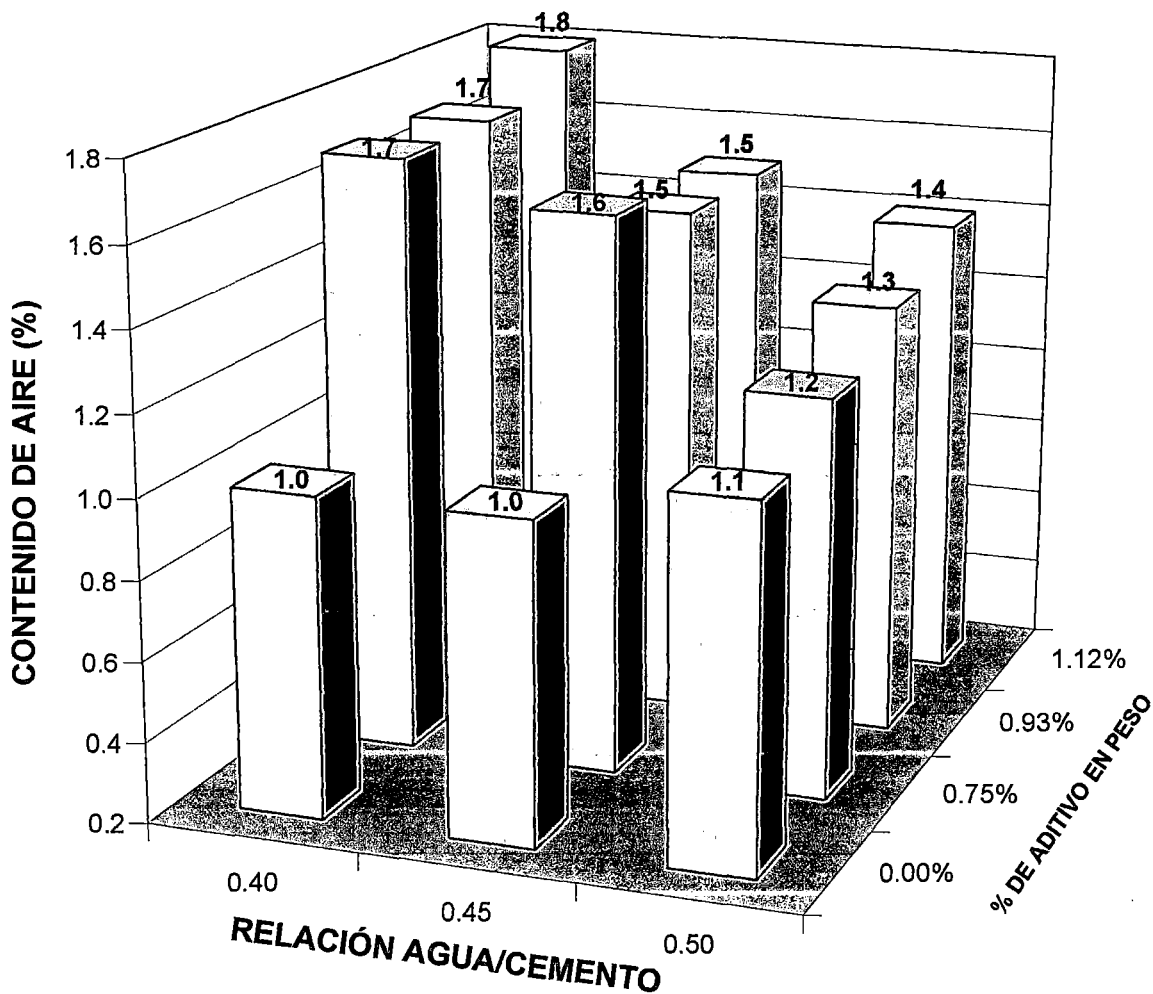


GRÁFICO N° 6.6
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO



**CUADRO N° 6.5
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO**

A/C + 0% ADITIVO

RELACIÓN A/C + 0% ADITIVO	PORCENTAJE DE EXUDACIÓN (%)
0.40	2.44
0.45	0.74
0.50	1.16

A/C + 0.75% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (1)	PORCENTAJE DE EXUDACIÓN (%)
0.40 + 68.75 ml	0.69
0.45 + 59.20 ml	0.74
0.50 + 52.25 ml	0.68

A/C + 0.93% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (2)	PORCENTAJE DE EXUDACIÓN (%)
0.40 + 86.02 ml	0.51
0.45 + 74.00 ml	0.39
0.50 + 65.37 ml	0.38

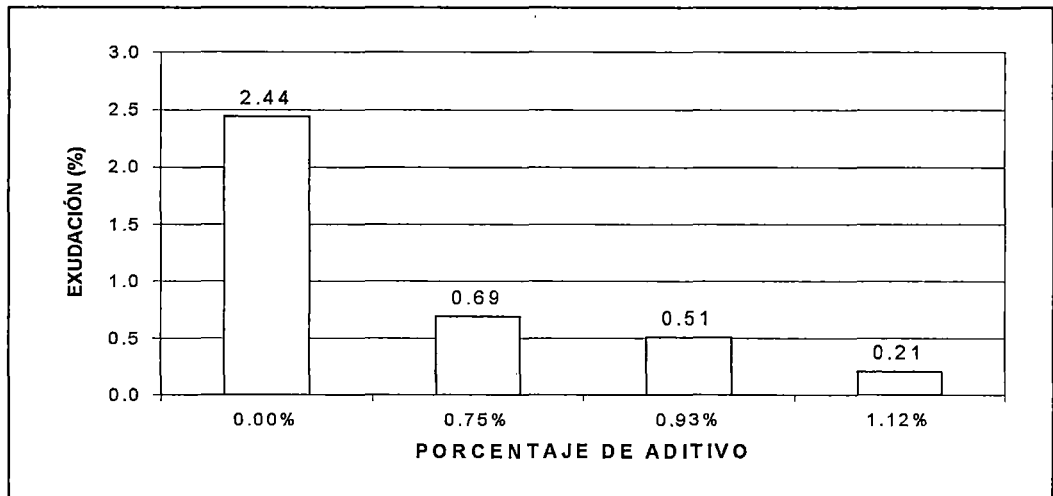
A/C + 1.12% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (3)	PORCENTAJE DE EXUDACIÓN (%)
0.40 + 103.40 ml	0.21
0.45 + 89.00 ml	0.12
0.50 + 78.58 ml	0.27

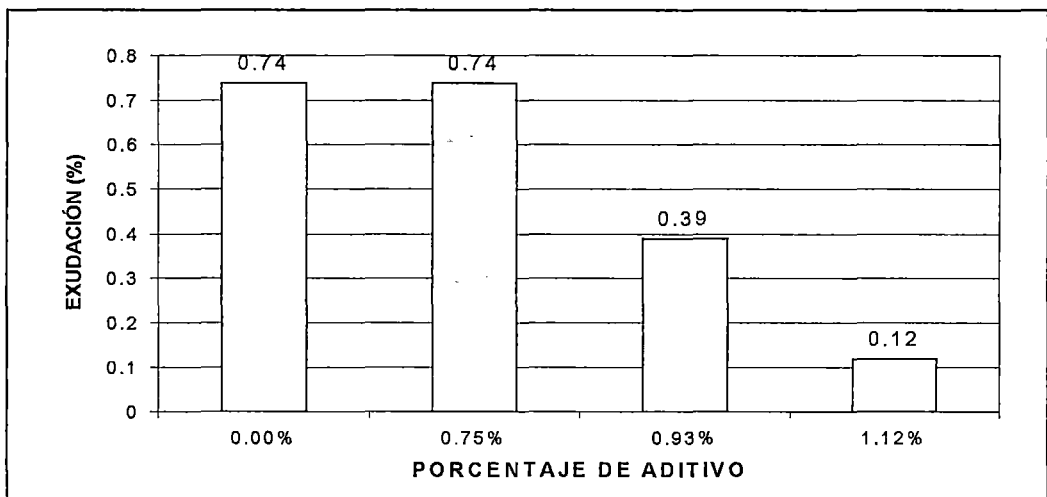
Ver desde el anexo B1.1 hasta el anexo B1.12, se adjunta el procedimiento de obtención del porcentaje de exudación para cada relación a/c con y sin aditivo.

GRÁFICO Nº 6.7 EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO PARA CADA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

A/C = 0.40



A/C = 0.45



A/C = 0.50

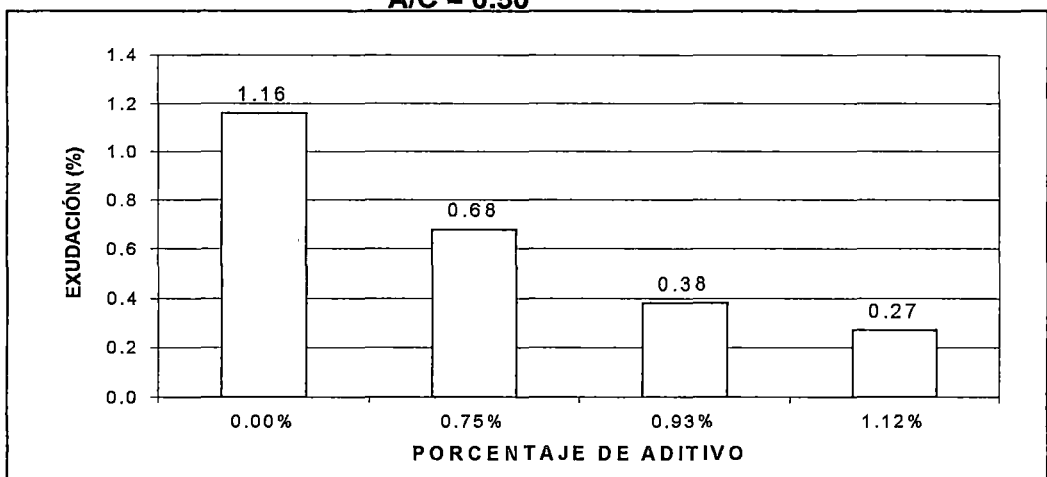
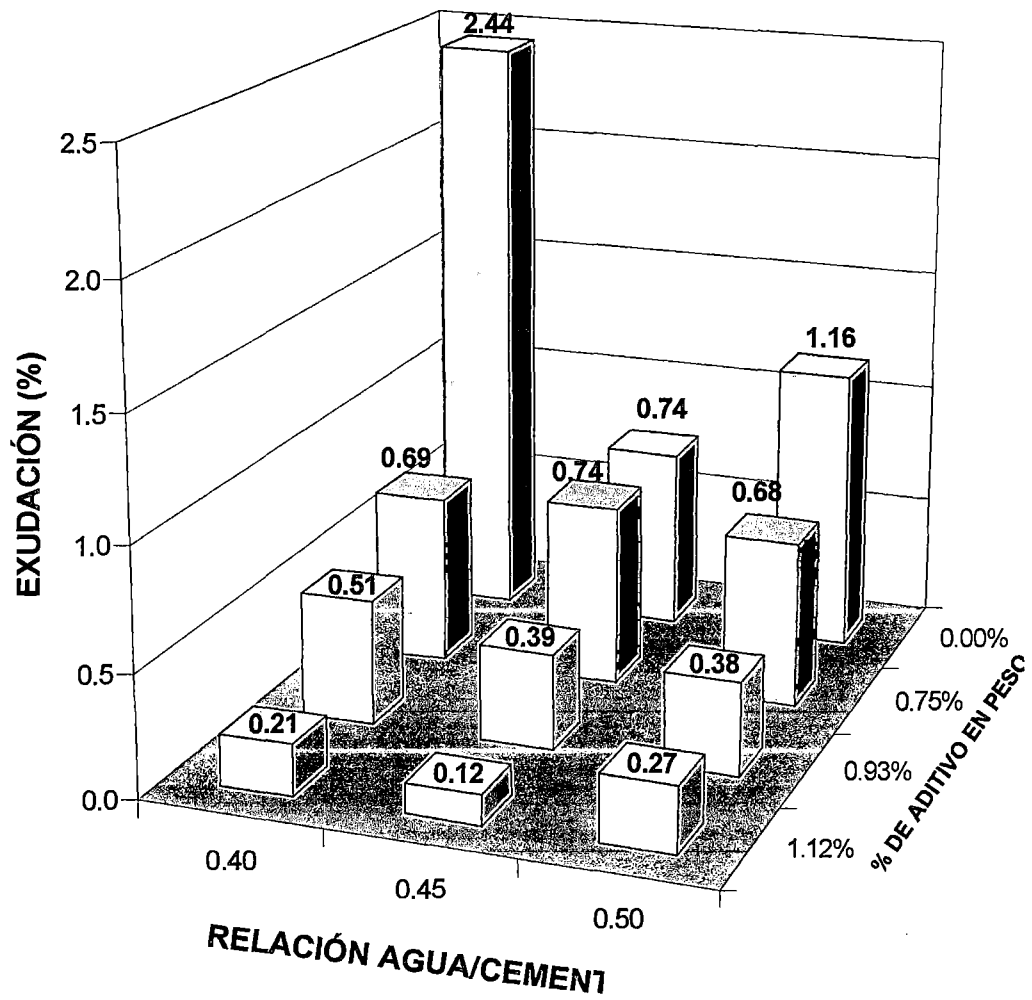


GRÁFICO N° 6.8
EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO



CUADRO N° 6.6
FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
A/C + 0% ADITIVO

RELACIÓN A/C + 0% ADITIVO	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL (hrs:min)
0.40	5:29
0.45	5:35
0.50	5:46

A/C + 0.75% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (1)	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL (hrs:min)
0.40 + 68.75 ml	5:58
0.45 + 59.20 ml	5:29
0.50 + 52.25 ml	4:37

A/C + 0.93% ADITIVO EN PESO

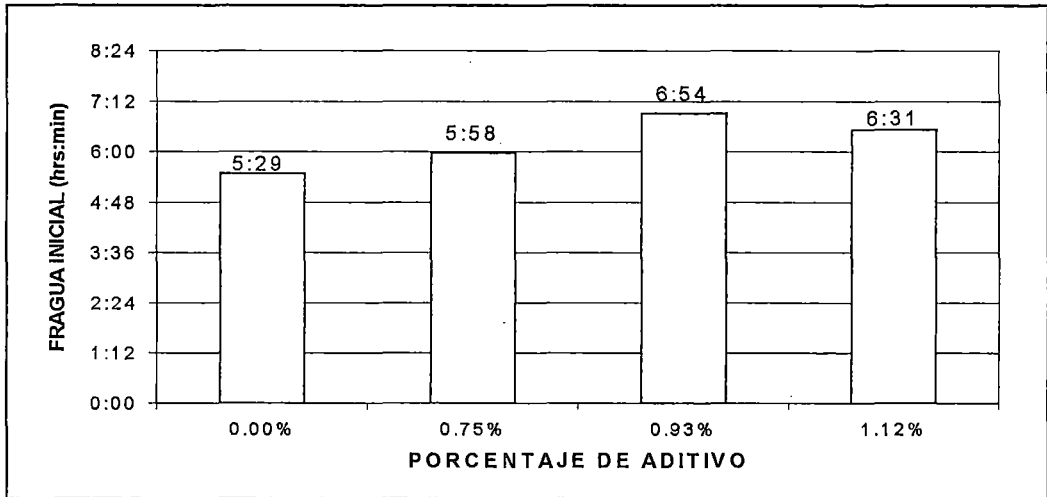
RELACIÓN A/C + ADITIVO (2)	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL (hrs:min)
0.40 + 86.02 ml	6:54
0.45 + 74.00 ml	5:40
0.50 + 65.37 ml	5:08

A/C + 1.12% ADITIVO EN PESO

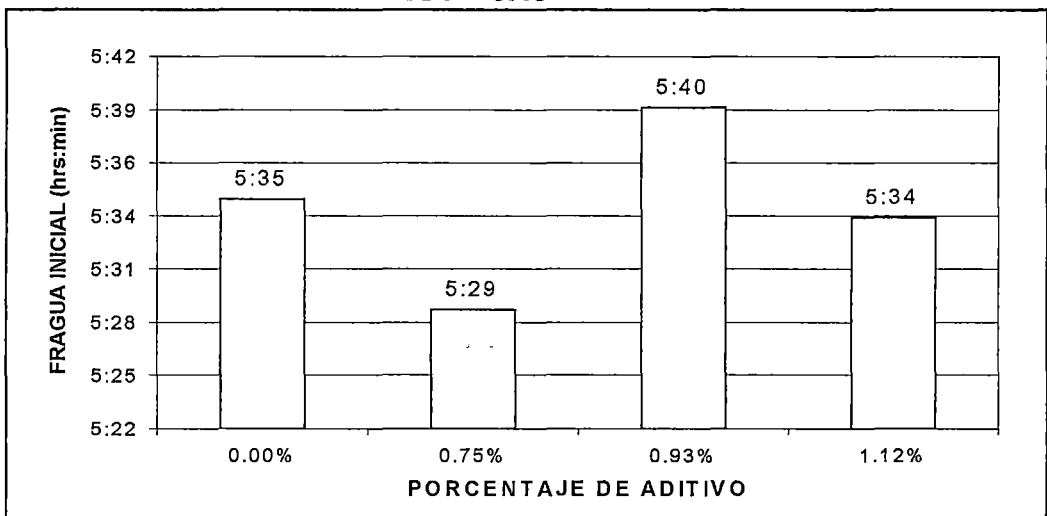
RELACIÓN A/C + ADITIVO (3)	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL (hrs:min)
0.40 + 103.40 ml	6:31
0.45 + 89.00 ml	5:34
0.50 + 78.58 ml	6:27

Ver desde el anexo B2.1 hasta el anexo B2.16 los cuadros y gráficos de los ensayos de tiempo de fragua para cada relación a/c con y sin aditivo.

GRÁFICO N° 6.9
FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
PARA CADA RELACIÓN AGUA/CEMENTO
A/C = 0.40



A/C = 0.45



A/C = 0.50

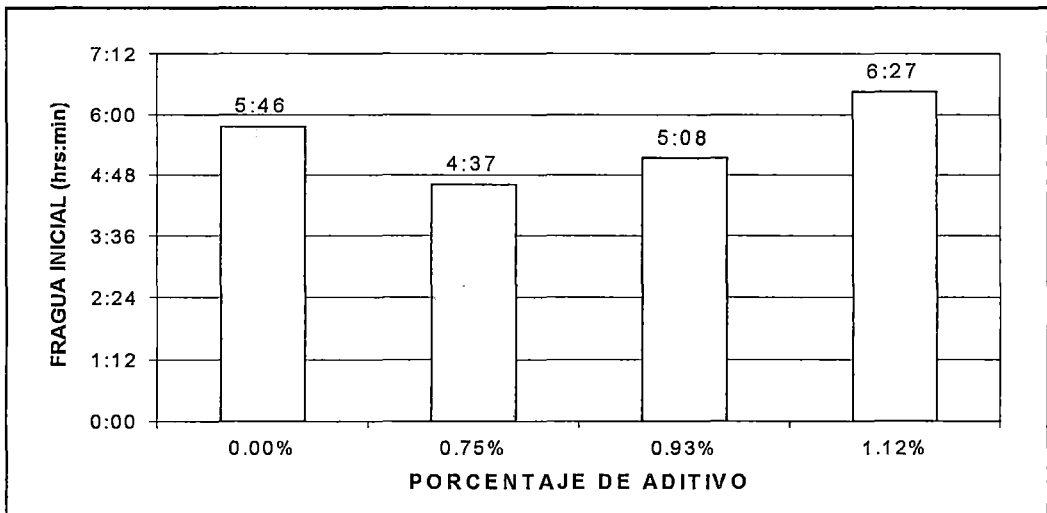
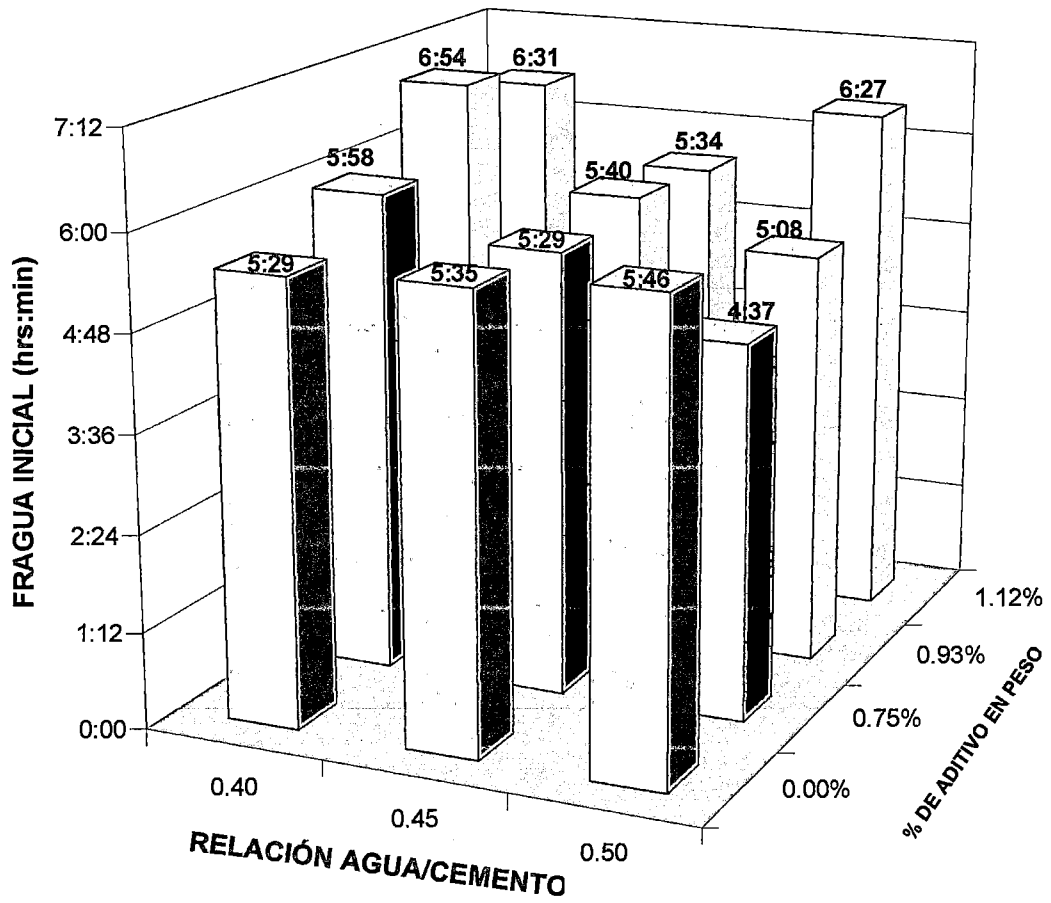


GRÁFICO N° 6.10
FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO



CUADRO N° 6.7
FRAGUADO FINAL DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
A/C + 0% ADITIVO

RELACIÓN A/C + 0% ADITIVO	TIEMPO DE FRAGUA FINAL (hrs:min)
0.40	7:29
0.45	7:37
0.50	8:38

A/C + 0.75% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (1)	TIEMPO DE FRAGUA FINAL (hrs:min)
0.40 + 68.75 ml	8:36
0.45 + 59.20 ml	7:06
0.50 + 52.25 ml	6:25

A/C + 0.93% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (2)	TIEMPO DE FRAGUA FINAL (hrs:min)
0.40 + 86.02 ml	9:37
0.45 + 74.00 ml	7:20
0.50 + 65.37 ml	7:00

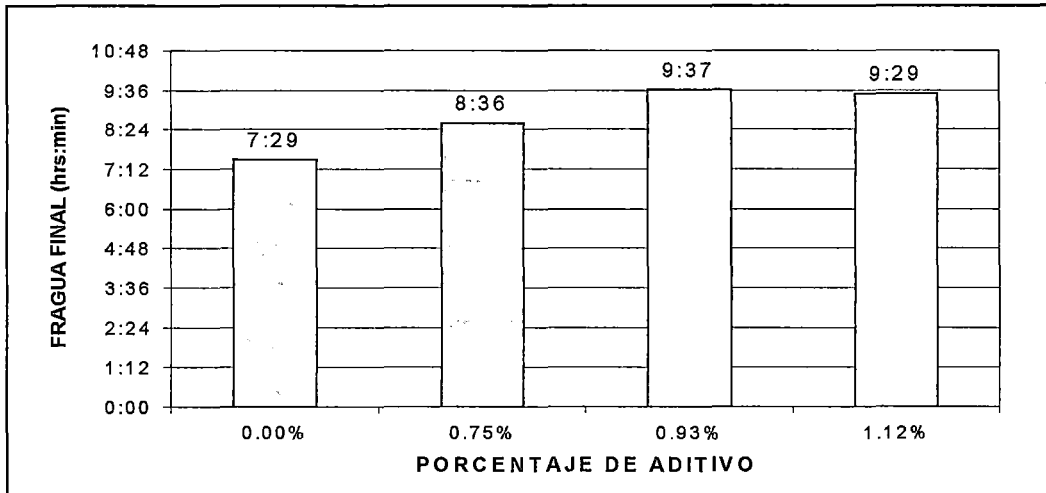
A/C + 1.12% ADITIVO EN PESO

RELACIÓN A/C + ADITIVO (3)	TIEMPO DE FRAGUA FINAL (hrs:min)
0.40 + 103.40 ml	9:29
0.45 + 89.00 ml	7:35
0.50 + 78.58 ml	8:56

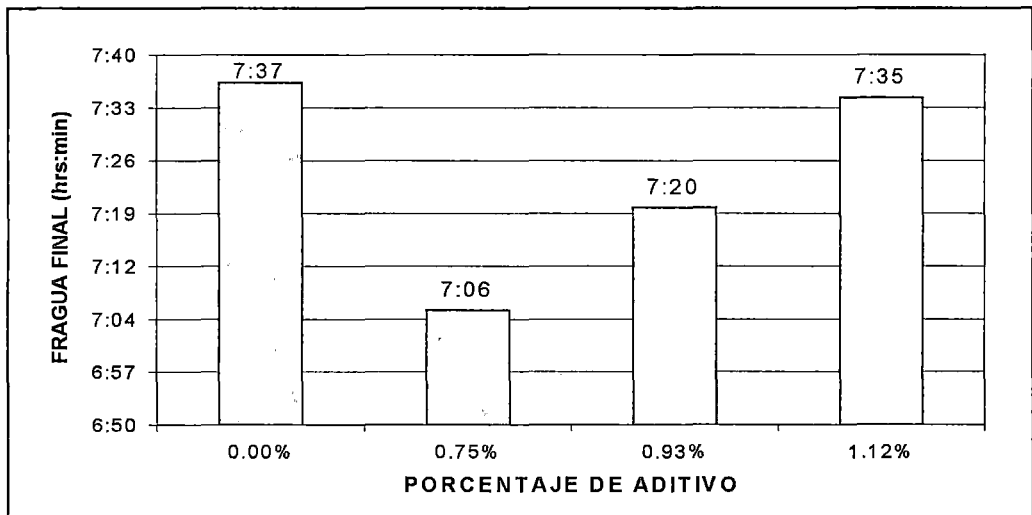
Ver desde el anexo B2.1 hasta el anexo B2.16 los cuadros y gráficos de los ensayos de tiempo de fragua para cada relación a/c con y sin aditivo.

GRÁFICO N° 6.11
FRAGUADO FINAL DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO
PARA CADA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

A/C = 0.40



A/C = 0.45



A/C = 0.50

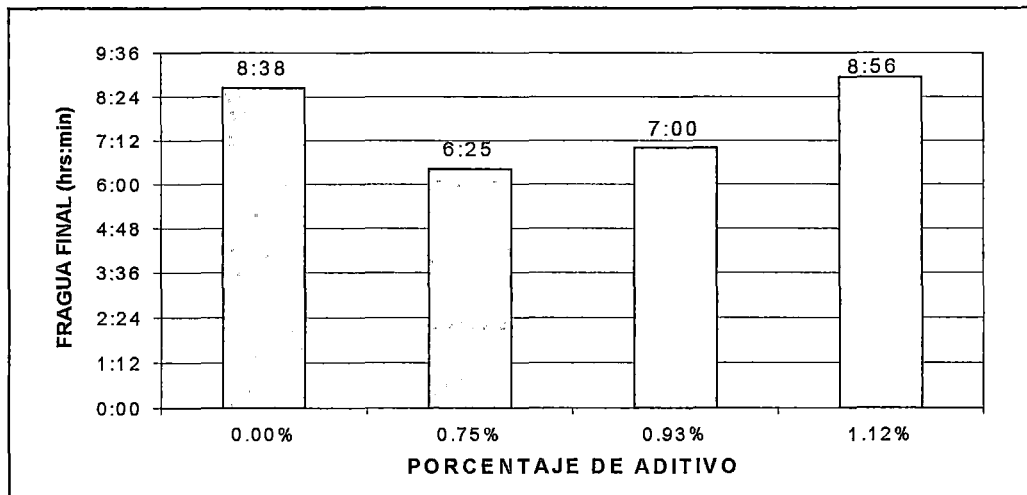
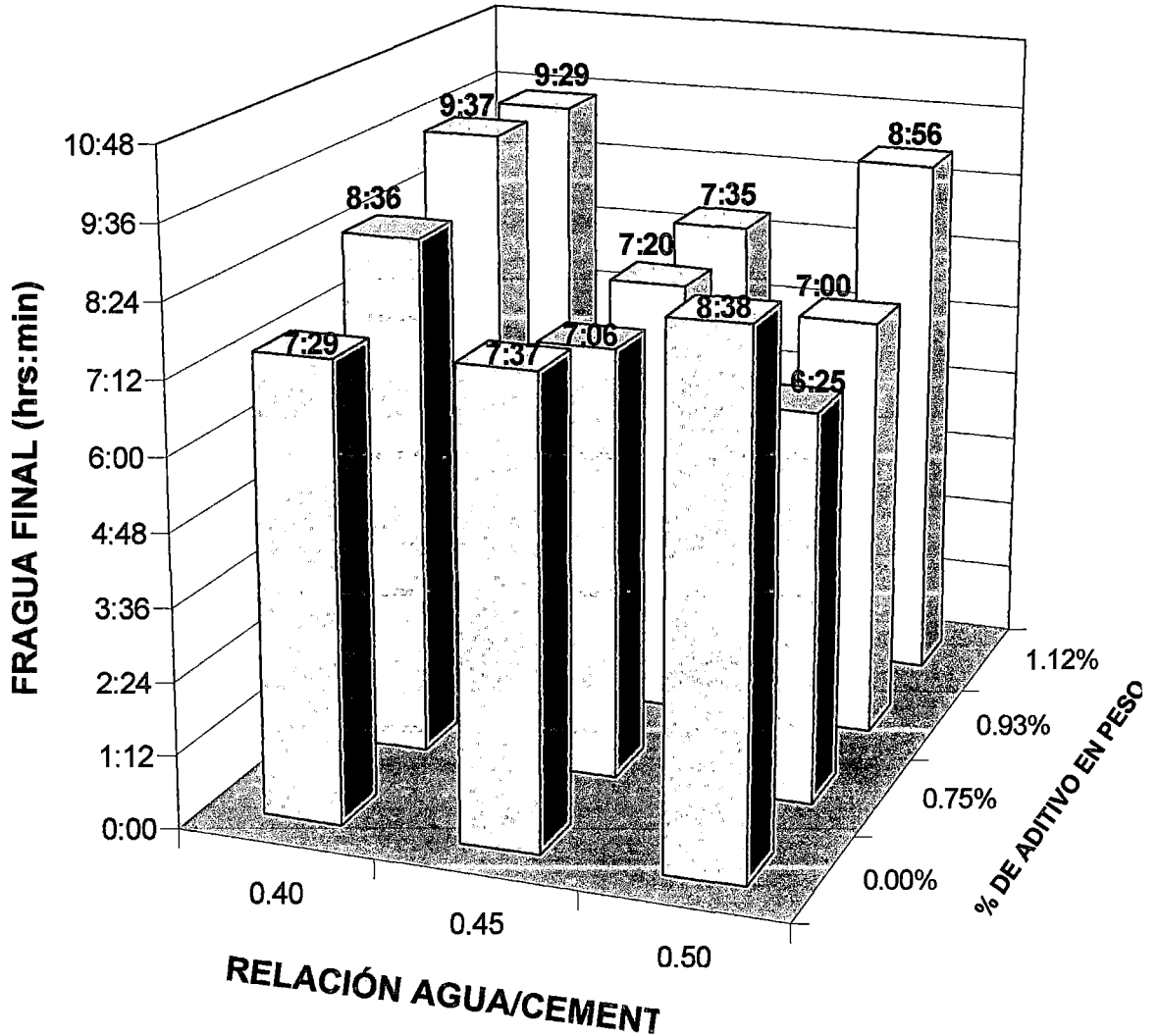


GRÁFICO N° 6.12
FRAGUADO FINAL DEL CONCRETO FRESCO CON Y SIN ADITIVO



6.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS CON EL CONCRETO ENDURECIDO CON Y SIN ADITIVO

En el presente Capítulo mostraremos los cuadros resúmenes de los resultados obtenidos de los ensayos con el concreto endurecido con y sin aditivo. Los resultados que se detallan son los promedios obtenidos en cada uno de ellos. Además junto con los cuadros se presentan gráficos estadísticos con la finalidad de poder comparar estos resultados entre sí.

RELACIÓN DE CUADROS Y GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS CON EL CONCRETO ENDURECIDO CON Y SIN ADITIVO

- Cuadro N° 6.8: Resumen de los resultados obtenidos en la resistencia a la compresión del concreto con y sin aditivos.
- Cuadro N° 6.9: Resumen de los resultados obtenidos en la resistencia a la tracción indirecta por compresión diametral del concreto con y sin aditivos.
- Cuadro N° 6.10: Resumen de los resultados obtenidos en el ensayo de módulo elástico estático del concreto con y sin aditivo.
-
- Gráfico N° 6.13: Resistencia a la compresión del concreto patrón (sin aditivos) vs. La edad (días).
- Gráfico N° 6.14: Resistencia a la compresión del concreto A/C = 0.40 + aditivos vs. La edad (días).
- Gráfico N° 6.15: Resistencia a la compresión del concreto A/C = 0.45 + aditivos vs. La edad (días).
- Gráfico N° 6.16: Resistencia a la compresión del concreto A/C = 0.50 + aditivos vs. La edad (días).
- Gráfico N° 6.17: Resistencia a la tracción del concreto vs. Relación A/C.
- Gráfico N° 6.18: Ensayo de Módulo Elástico Estático del concreto.
- Gráfico N° 6.19: Ensayo de Módulo Elástico Estático del concreto con y sin aditivo para cada relación agua/cemento.

CUADRO N° 6.8
RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA RESISTENCIA
A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON Y SIN ADITIVO

RELACIÓN A/C	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO f_{cp} promedio (Kg/cm ²)				
	EDAD (días)				
	1	3	7	14	28
	SIN ADITIVO				
0.40	191.0	339.0	427.0	458.0	514.0
0.45	156.0	289.0	356.0	413.0	442.0
0.50	155.0	226.0	310.0	378.0	403.0
	CON ADITIVO				
	0.75% DE ADITIVO EN PESO				
0.40	272.0	376.0	425.0	450.0	490.0
0.45	214.0	331.0	403.0	455.0	535.0
0.50	176.0	310.0	335.0	382.0	430.0
	0.93% DE ADITIVO EN PESO				
0.40	292.0	422.0	460.0	490.0	541.0
0.45	225.0	371.0	420.0	470.0	546.0
0.50	209.0	329.0	350.0	393.0	469.0
	1.12% DE ADITIVO EN PESO				
0.40	335.0	443.0	495.0	530.0	562.0
0.45	248.0	404.0	445.0	480.0	558.0
0.50	191.0	344.0	376.0	414.0	515.0

Ver desde el anexo C1.1 hasta el anexo C1.12, los cuadros de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto para cada relación a/c con y sin aditivo.

GRÁFICO N° 6.13
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN
(SIN ADITIVO) vs. LA EDAD (días)

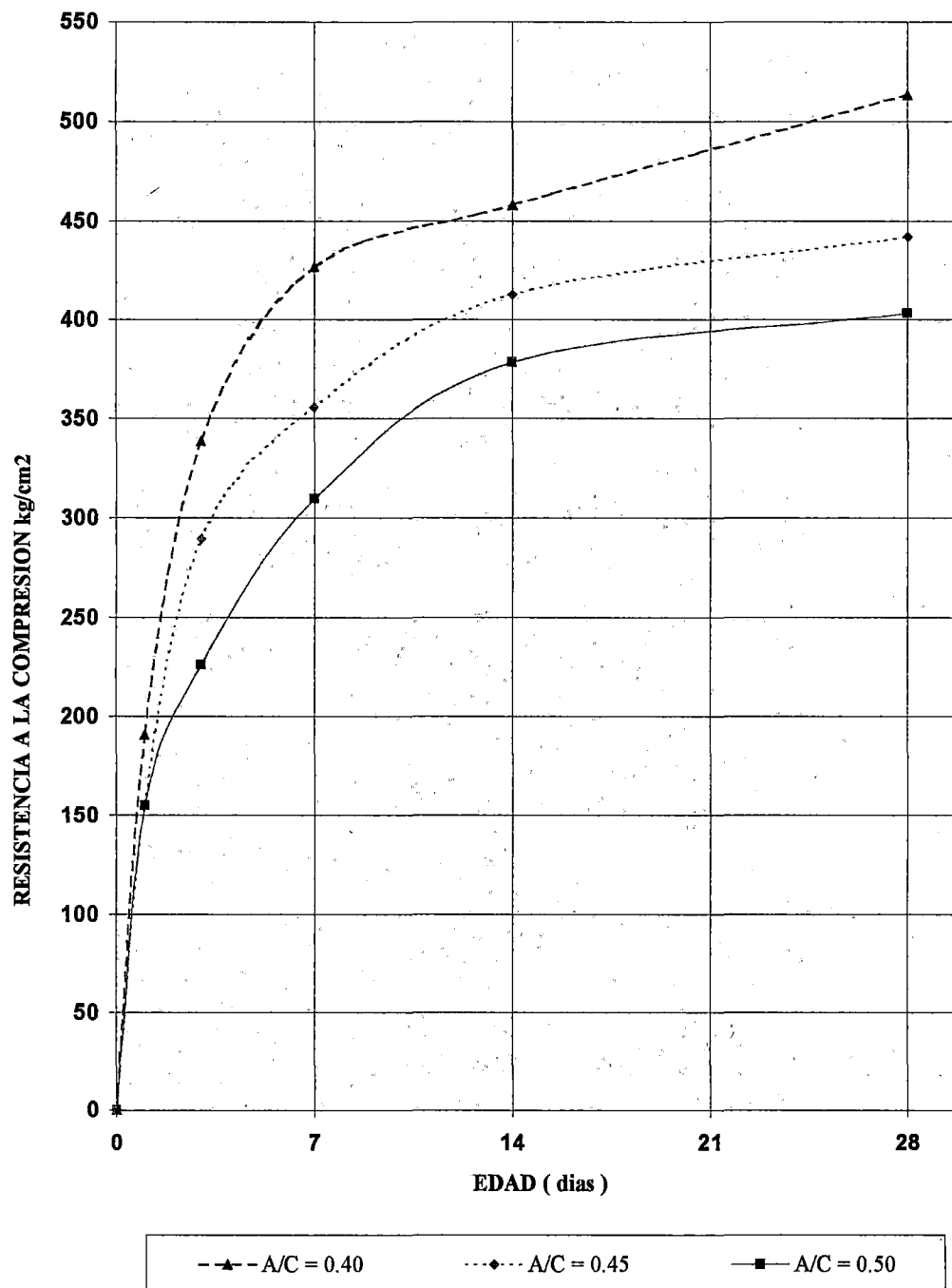


GRÁFICO N° 6.14
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0.40 + ADITIVO vs. LA EDAD (días)

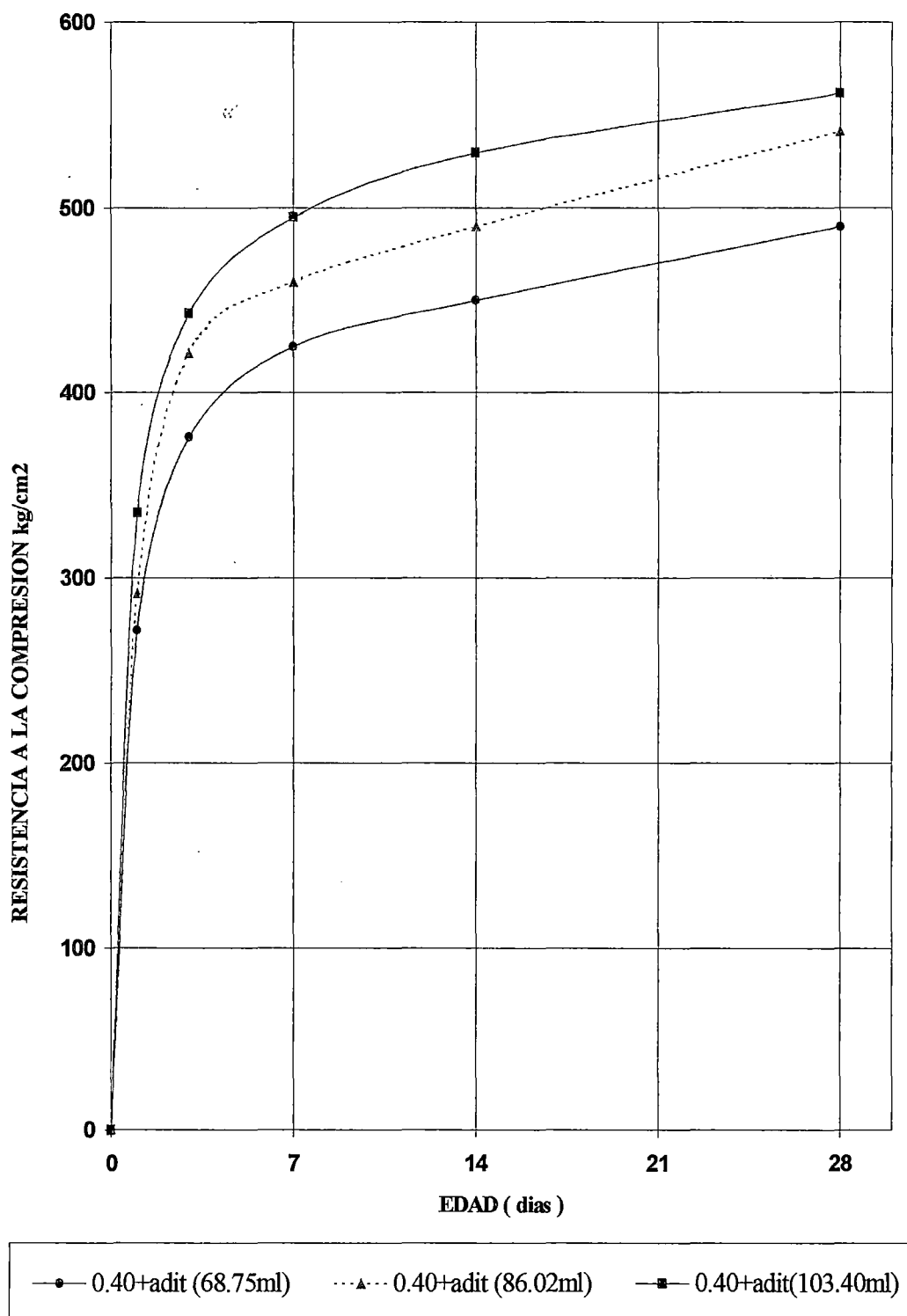


GRÁFICO N° 6.15
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0.45 + ADITIVO vs. LA EDAD (días)

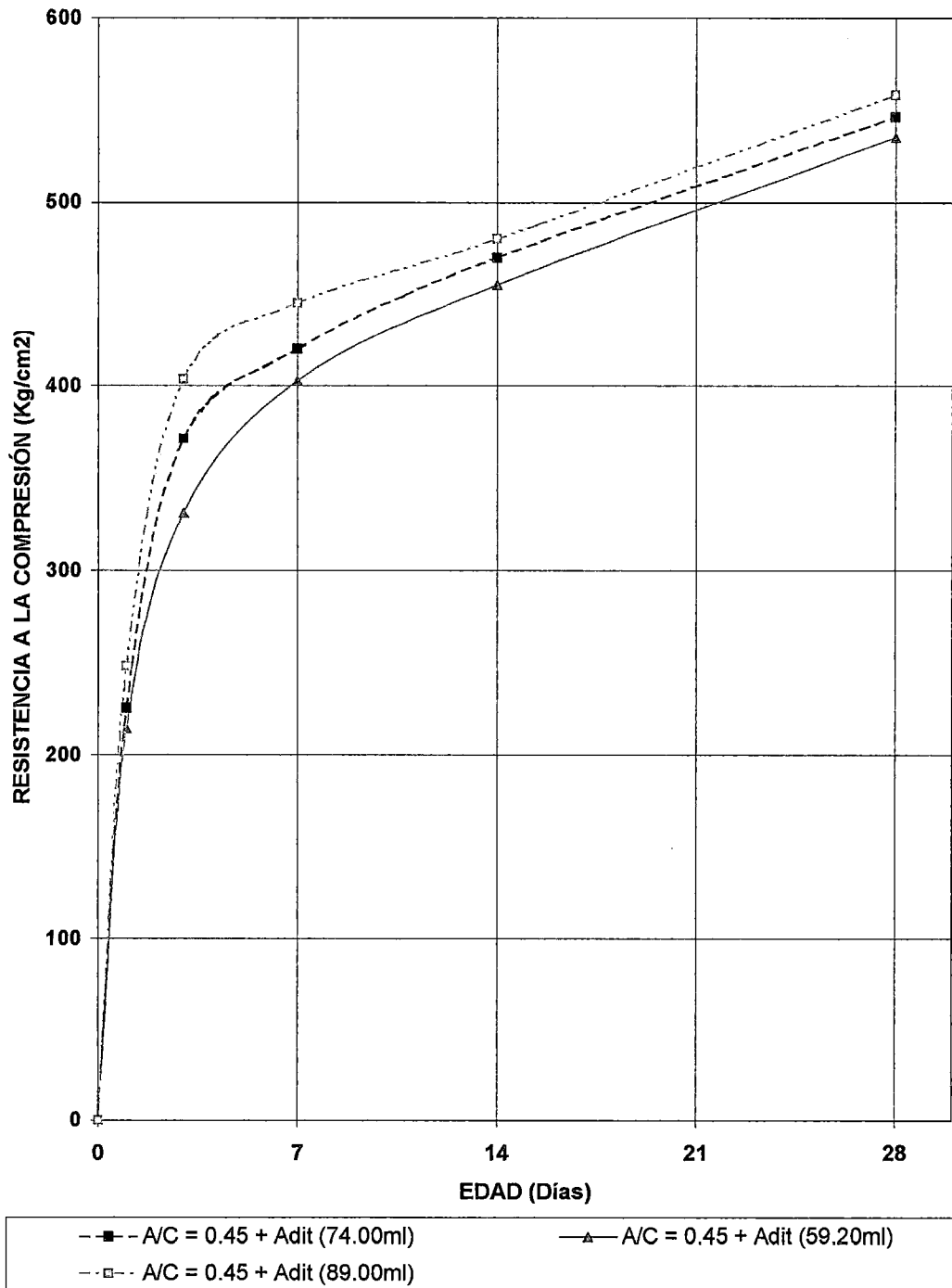
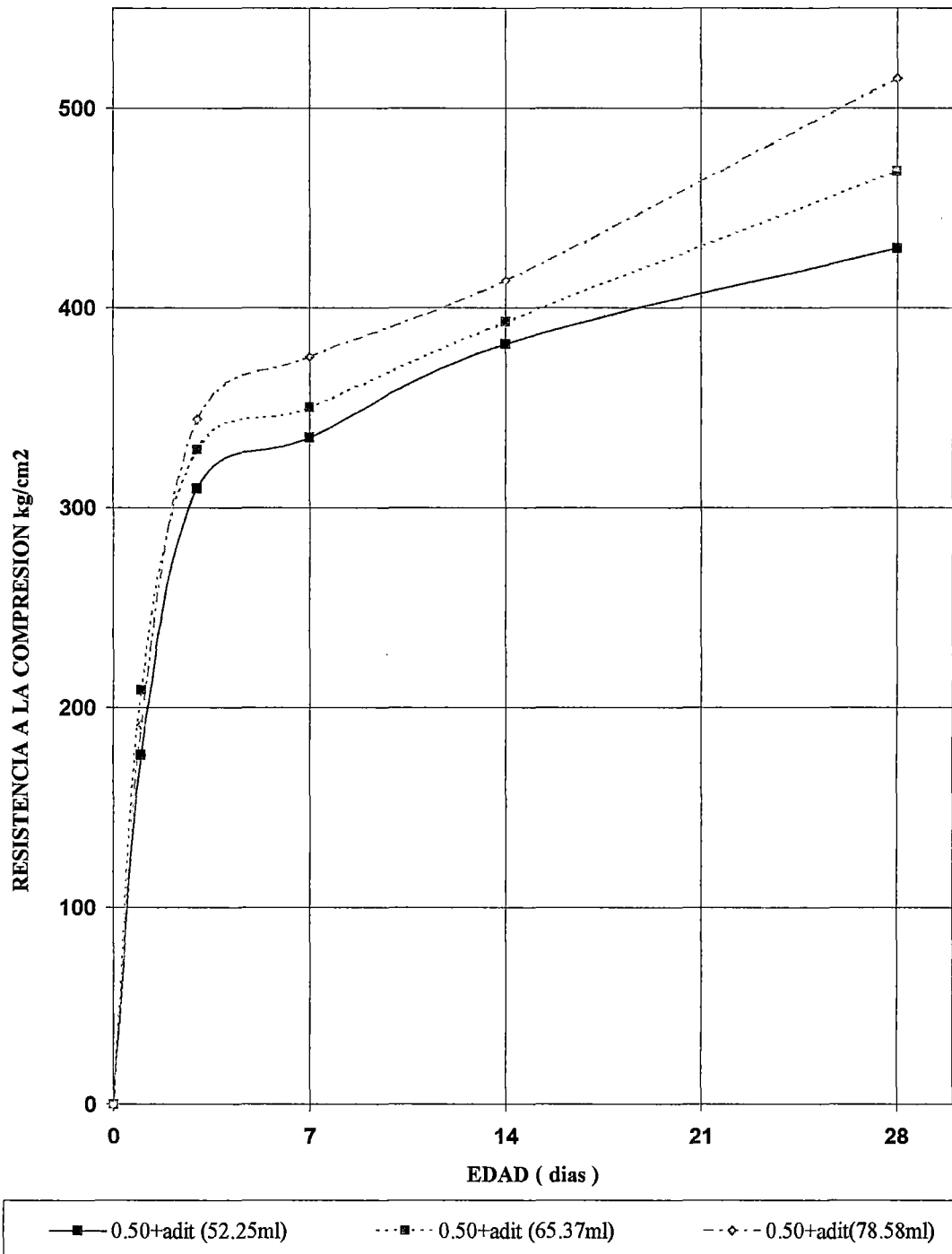


GRÁFICO N° 6.16
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0.50 + ADITIVO vs. LA EDAD (días)

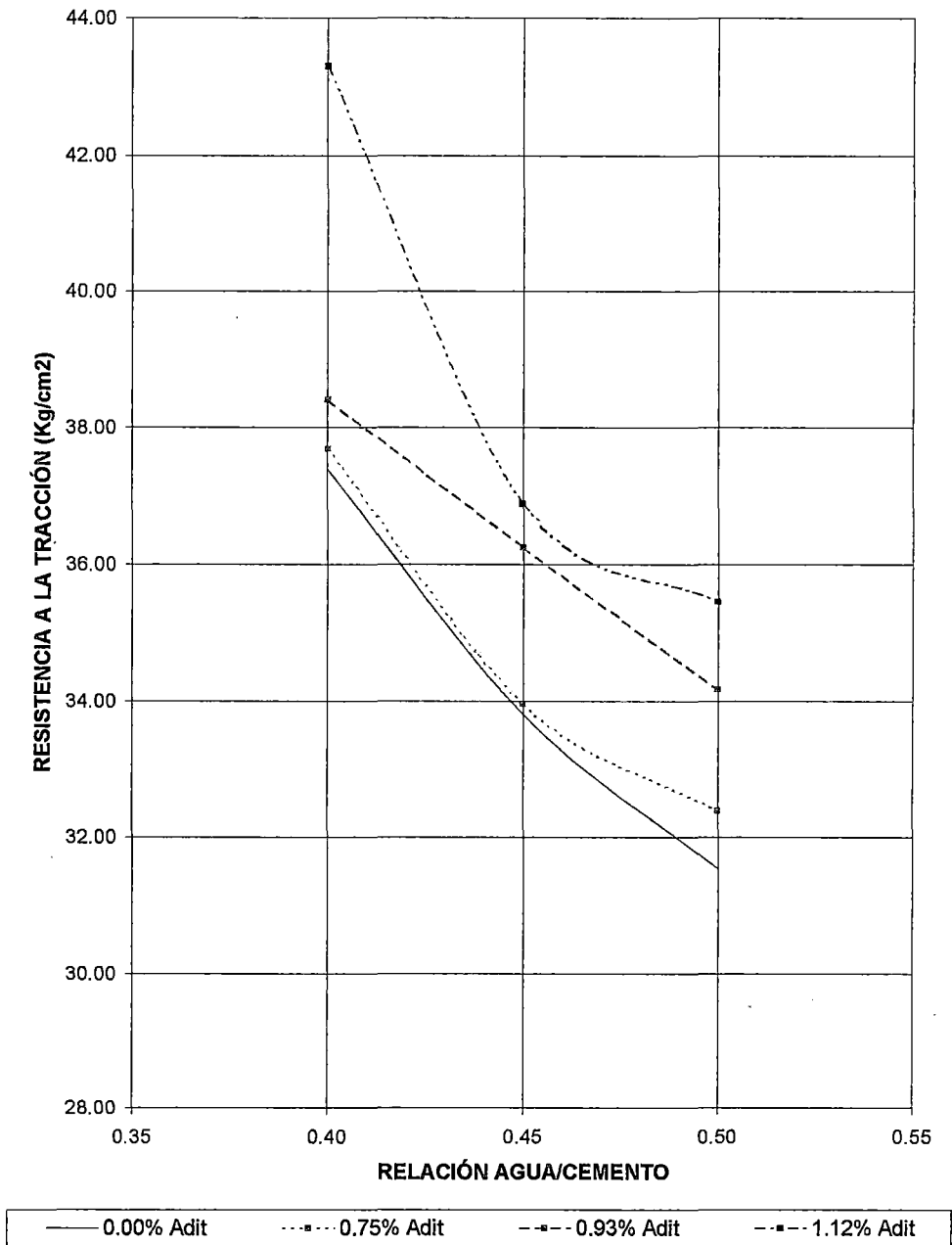


CUADRO N° 6.9
RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA RESISTENCIA
A LA TRACCIÓN INDIRECTA POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
DEL CONCRETO CON Y SIN ADITIVO

RELACIÓN A/C	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO
	$f_{t\text{promedio}}$ (Kg/cm ²)
	EDAD : 28 días
	SIN ADITIVO
0.40	37.38
0.45	33.81
0.50	31.54
	CON ADITIVO
	0.75% DE ADITIVO EN PESO
0.40	37.68
0.45	33.95
0.50	32.39
	0.93% DE ADITIVO EN PESO
0.40	38.40
0.45	36.25
0.50	34.17
	1.12% DE ADITIVO EN PESO
0.40	43.30
0.45	36.88
0.50	35.45

Ver los anexos C2.1 y C2.2, los cuadros del ensayo de resistencia a la Tracción por Compresión Diametral del concreto para cada relación a/c con y sin aditivo.

GRÁFICO N° 6.17
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO VS RELACION A/C



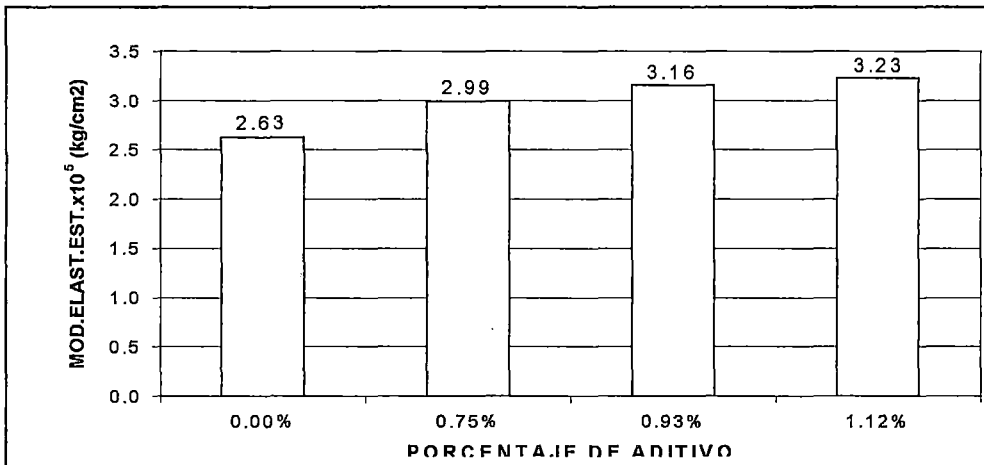
CUADRO N° 6.10
RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE
MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO CON Y SIN ADITIVO

RELACIÓN A/C	MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO	
	EDAD : 28 días	
	M.E.E. (Kg/cm ²)	M.E.E. X 10 ⁵ (Kg/cm ²)
	SIN ADITIVO	
0.40	263,363.43	2.63
0.45	244,289.59	2.44
0.50	237,830.22	2.37
	CON ADITIVO	
	0.75% DE ADITIVO EN PESO	
0.40	299,942.41	2.99
0.45	283,030.33	2.83
0.50	254,380.54	2.54
	0.93% DE ADITIVO EN PESO	
0.40	316,634.56	3.16
0.45	291,562.89	2.91
0.50	277,609.73	2.77
	1.12% DE ADITIVO EN PESO	
0.40	323,685.92	3.23
0.45	308,868.47	3.08
0.50	292,313.60	2.92

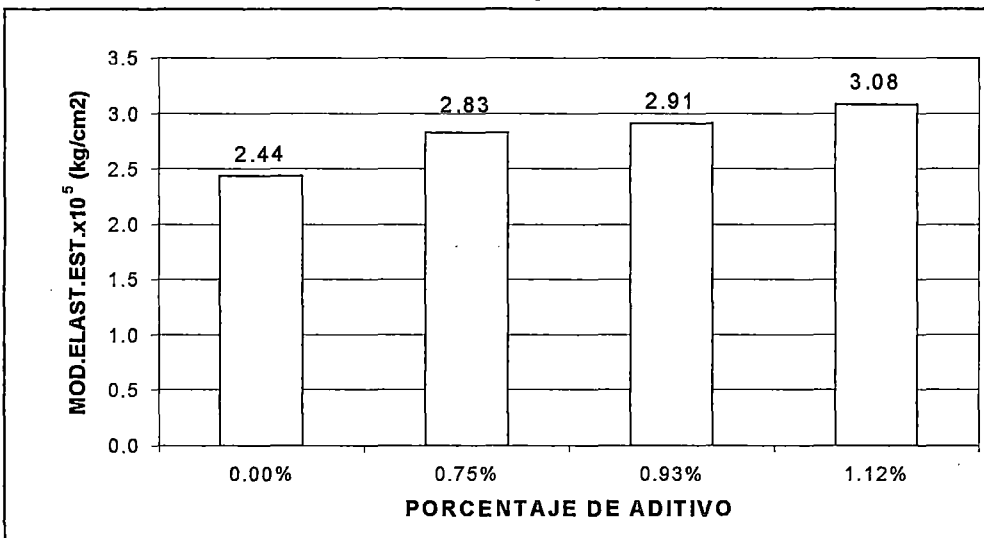
Ver desde el anexo C3.1 hasta el anexo C3.36, los cuadros del ensayo de Modulo Elástico del Concreto para cada relación a/c con y sin aditivo.

GRÁFICO N° 6.18
ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO CON Y SIN
ADITIVO PARA CADA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

A/C = 0.40



A/C = 0.45



A/C = 0.50

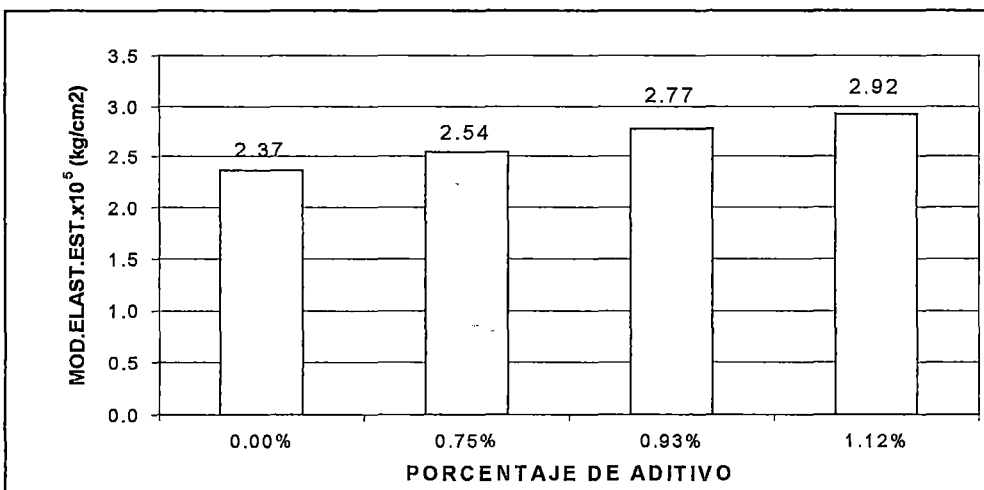
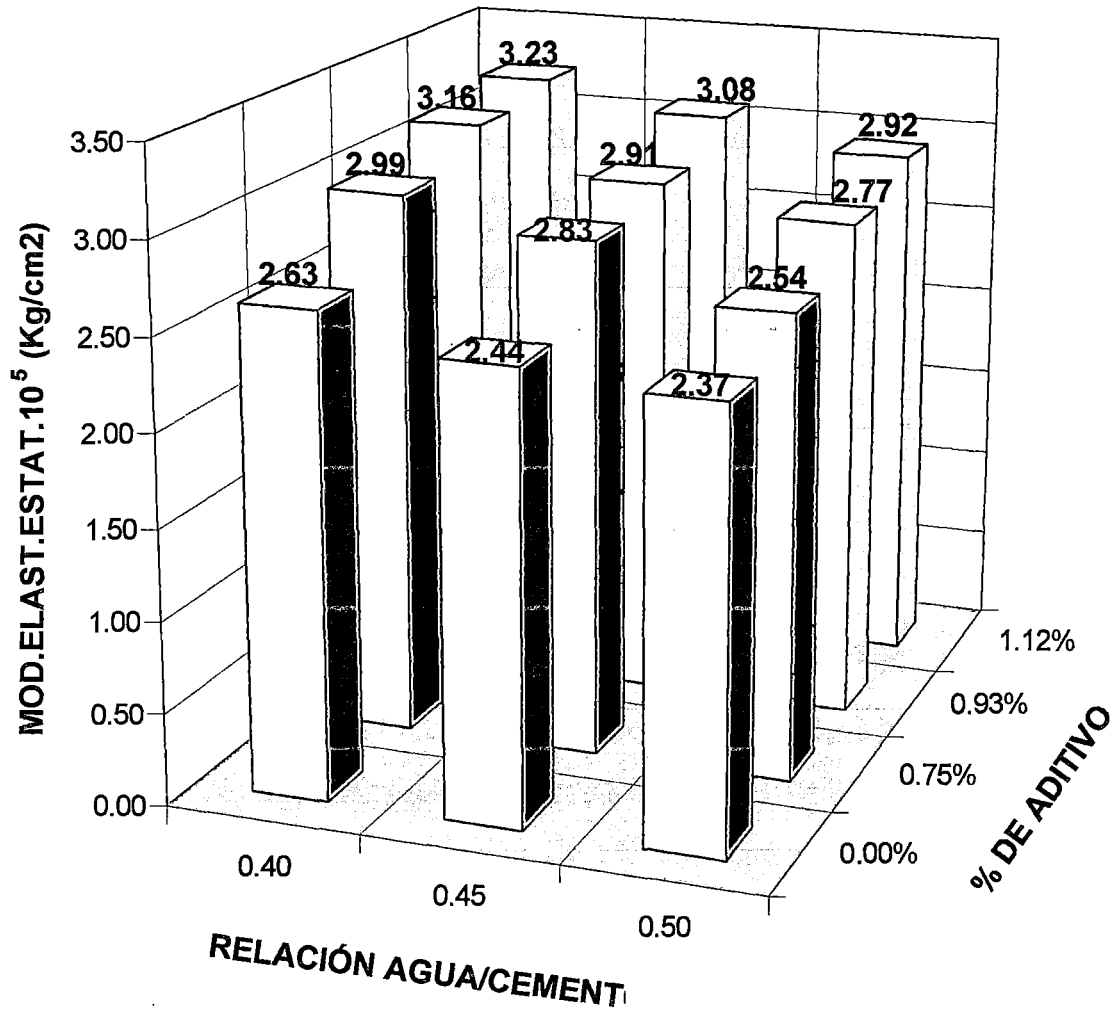


GRÁFICO N° 6.19
ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO



CAPÍTULO 7

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

7.1 GENERALIDADES

En el capítulo presente se procederá al análisis de los resultados obtenidos en esta investigación. Los ensayos se hicieron de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) antes denominadas ITINTEC. Los ensayos realizados a los agregados como al concreto fresco y endurecido se realizaron en el laboratorio de la compañía "C+H Unión de Concreteras S. A." y en el Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) de la Facultad de Ingeniería Civil, en la Universidad Nacional de Ingeniería.

7.2 EVALUACIÓN DEL TIPO DE CEMENTO UTILIZADO

El cemento utilizado en la presente investigación fue el cemento Portland tipo I, marca "Andino", por ser de uso general.

Este cemento tiene propiedades físicas y químicas aceptables por encontrarlas entre los parámetros admitidos por las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y ASTM C-150, como se puede apreciar en el anexo A, en los cuadros N° A1.1 y N° A1.2; haciéndolo conveniente para preparar concreto para los fines que persigue la presente investigación.

7.3 EVALUACIÓN DEL AGREGADO FINO

Para la presente investigación se utilizó Agregado Fino procedente de la cantera "La Molina" deposito fluvioaluvional; material proporcionado por la compañía "C+H Unión de Concreteras S.A."

El Agregado Fino es el material que ocupa los espacios que estén libres entre los granos del Agregado Grueso, para ello es necesario que cumpla con la Norma NTP 400.012.

- Este Agregado Fino tiene una Granulometría acorde con la Norma NTP 400.012 y ASTM C-33 se observa esto en el anexo A, en los cuadros A1.3.1 y A1.3.2, comprendido dentro del huso del tipo C (ver anexo A1.3.2).
- Presenta un Módulo de Finura igual a 2.68 (ver ítem 2.2.1.2), indicando que es bueno para preparar concreto de buena trabajabilidad y reducida segregación, pues está dentro del rango de 2.20 a 2.80 que indica esto.

- Tiene una Cantidad en Porcentaje Mayor a la Malla N° 200 de 6.16% (ver anexo A, cuadro N° A1.5), estando ligeramente por encima del límite (3% a 5%), aunque no es muy perjudicial este porcentaje; ya que tenemos que valores por encima del 7% necesitaran más agua en la mezcla.
- Tiene un Peso Específico de Masa igual a 2.70 gr/cm³; siendo este un valor promedio de los ensayos realizados; los podemos encontrar en el anexo A, cuadros N° A1.6 y N°A1.7. Siendo su principal uso en el diseño de mezclas.
- Presenta un Peso Unitario Suelto promedio de 1,642.86 Kg/m³ (ver anexo A, cuadro N°A1.8. Este valor es útil cuando queremos convertir cantidades en peso a cantidades en volumen.
- Se encuentra un Peso Unitario Compactado promedio de 1,777.47 Kg/m³ (ver anexo A, cuadro N° A1.9), muestra cuanto se incrementara su peso con relación a su peso suelto.
- Tiene un Porcentaje de Absorción promedio de 0.42% (ver anexo A, cuadro N° A1.10). Este valor se tendrá presente para hacer las correcciones al agua de la mezcla, ya que un exceso causara disminución en la Resistencia a la Compresión del concreto.
- Muestra un Contenido de Humedad promedio de 0.58% (ver anexo A, cuadro N° A1.11) e indica con cuanta humedad natural viene nuestro agregado fino; este valor se tendrá en cuenta para corregir el agua de la mezcla.

7.4 EVALUACIÓN DEL AGREGADO GRUESO

En la presente tesis, se utilizó Agregado Grueso procedente de la cantera del "Río Rimac" localizada en el distrito del Rímac, material proporcionado por la compañía "C+H Unión de Concreteras S.A."

- De acuerdo a la Granulometría promedio (ver anexo A, cuadros A1.12.1 y A1.12.2), nuestro Agregado Grueso presenta una gradación con partículas en porcentajes mayores en los tamices de 1/2" y 3/4", haciéndolo ideal para preparar concreto de uso general.
- Presenta un Módulo de Finura de 7.18 (ver ítem 2.3.1.2), confirmando con este valor, lo que se puede apreciar en su Análisis Granulométrico. Presenta un Tamaño Máximo de 1" y Tamaño Nominal Máximo de 3/4".
- Tiene un Peso Específico de Masa promedio de 2.73 gr/cm³ (ver anexo A, cuadros N° A1.13 y N° A1.14). Además por lo prácticamente igual con los

resultados de Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca y Aparente; indican que nuestro Agregado Grueso esta constituido por partículas duras, compactas y resistentes haciéndolo apto para preparar buen concreto.

- El Peso Unitario Suelto promedio es 1,395.60 Kg/m³ (ver anexo A, cuadro N° A1.15), éste valor se puede emplear para convertir cantidades en peso a cantidades en volumen.

- El Peso Unitario Compactado promedio es 1,582.42 Kg/m³ (ver anexo A, N° A1.16) con éste valor se puede observar en cuanto se incremento el Peso Unitario luego de cierta compactación.

- El Agregado Grueso presenta un Porcentaje de Absorción promedio de 0.64% (ver anexo A, cuadro N° 1.17). Mostrando que nuestro Agregado Grueso presenta partículas compactas con muy poca absorción.

- El Contenido de Humedad promedio es 0.34% (ver anexo A, cuadro N° A1.19); muestra las cantidades de humedad natural del Agregado Grueso, este valor será útil para hacer las correcciones del agua del Diseño de Mezclas.

7.5 EVALUACIÓN DEL AGREGADO GLOBAL

Teniendo presente el hecho de que los agregados ejercen influencia sobre las propiedades del concreto es que los estudiamos cuando están mezclados, a esta mezcla se le conoce con el nombre de Agregado Global.

Se tiene que nuestro Agregado Global está comprendido dentro de los Husos Granulométricos, según la Norma ASTM C-33 (ver anexo A, cuadros A1.22 y A1.23).

Presenta un Módulo de Finura de 5.11 (ver ítem 2.4.3), lo que lo hace un agregado de uso general.

Se encuentra la mejor combinación de agregados sobre la base del Peso Unitario Compactado del Agregado Global, y se obtuvo que con 46% de Arena y 54% de Piedra se alcanza el Mayor Peso Unitario Compactado (ver cuadro N° A1.20). Con éstos porcentajes de combinación de agregados, garantizamos la máxima densidad de mezcla, consiguiendo economía y calidad en el concreto.

7.6 EVALUACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE (REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO) EUCO 37

Del aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango) Euco 37 se pudo observar luego de los ensayos lo siguiente:

- Se pudo observar que la incorporación de este aditivo prácticamente no altera el Peso Unitario Compactado del concreto fresco.

- La adición de este aditivo produjo en las mezclas de concreto mejoras en la trabajabilidad, con una reducción del agua de un 13% hasta un 24%.
- Se observa que al añadir este aditivo el contenido de aire aumenta en las mezclas de concreto.
- Podemos afirmar que al agregar este aditivo, se reduce la exudación en el concreto fresco, lo cual es favorable porque se puede evitar que se agriete el concreto cuando se produzca el fraguado; como consecuencia de la pérdida de agua en la mezcla.
- Se observa que los tiempos de fraguado inicial y final aumentan con la incorporación de este aditivo.
- También se pudo observar que al reducir la cantidad de agua a medida que se aumenta la cantidad de aditivo, se producen incrementos en la Resistencia a la Compresión. La Resistencia a la Compresión fue mayor que al usar aditivo, que la del concreto sin aditivo.
- Producto de la reducción de agua en la mezcla se produjo incrementos en la Resistencia a la Tracción del concreto con aditivo comparándolo con los que no tenía aditivo; así como aumento en los valores de Módulo Elástico Estático para los concretos con aditivo respecto del concreto normal.

7.7 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN LOS ENSAYOS CON EL CONCRETO FRESCO

7.7.1 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO FRESCO

A) CONCRETO SIN ADITIVO

Los pesos unitarios de los diseños de mezclas de concreto sin aditivo se pueden considerar del tipo de concreto normales, ya que sus valores se encuentran dentro de $2,100 \text{ Kg/m}^3$ a $2,500 \text{ Kg/m}^3$, (que son los pesos unitarios de concreto normal), esto se puede apreciar en el cuadro N° 6.2

B) CONCRETO CON ADITIVO

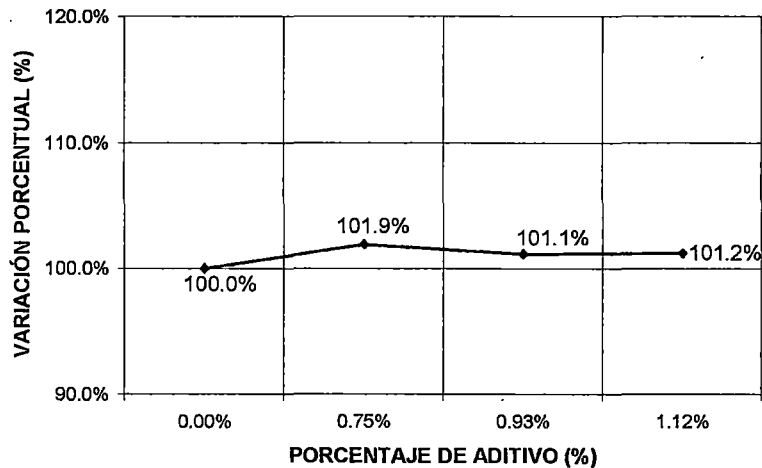
En esta parte de los ensayos se adiciono proporciones de aditivo superplastificante (Euco 37) sobre los diseños de mezclas patrones sin aditivos en tres dosis (0.75%, 0.93% y 1.12%) para igual número de relaciones agua/cemento (0.40, 0.45 y 0.50).

En el gráfico N° 7.1 se toma al Peso Unitario Compactado del concreto sin aditivos para la relación A/C = 0.40, como el 100% teniendo un valor de $2,343.3 \text{ Kg/m}^3$, se observa del gráfico que al ir adicionando dosis mayores de aditivo superplastificante los concretos alcanzaron incrementos fluctuantes entre el

1.1% al 1.9% ($2,369.7 \text{ Kg/m}^3$ a $2,387.7 \text{ Kg/m}^3$. Ver cuadro N° 6.2 y gráfico N° 6.1), lo cual indica que el peso unitario luego de añadir aditivo, no a variado.

GRÁFICO N° 7.1

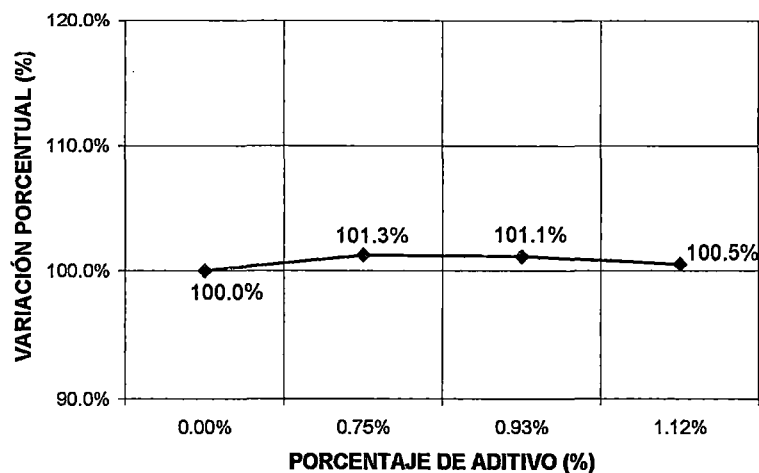
**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40**



En el gráfico N° 7.2 se procedió de manera similar, tomando para la relación A/C = 0.45 como el total, es decir el 100% equivalente a $2,350.6 \text{ Kg/m}^3$, observando del gráfico que cuando se iba adicionando dosis mayores de aditivo se obtuvo pesos unitarios compactados variables en porcentajes comprendidos entre 0.5% a 1.3% ($2,362.6 \text{ Kg/m}^3$ a $2,380.0 \text{ Kg/m}^3$. Ver cuadro N° 6.2 y gráfico N° 6.1). Mostrando una tendencia prácticamente constante del peso unitario compactado para esta relación agua/cemento.

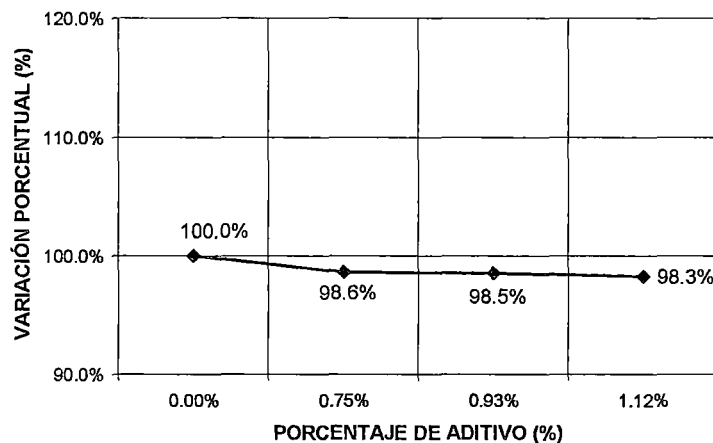
GRÁFICO N° 7.2

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.45**



En el gráfico N° 7.3 procedemos en forma análoga que en los análisis anteriores es decir tomamos para la relación A/C = 0.50 el 100% que sería el valor de 2,405.5 Kg/m³, si observamos el gráfico veremos que los valores luego de añadir aditivo a la mezcla patrón disminuyeron entre 2.7% a 2.4% (es decir entre 98.3% a 98.6% o lo que es lo mismo 2,364.0 Kg/m³ a 2,372.2 Kg/m³; ver cuadro N° 6.2 y gráfico N° 6.1) con respecto del patrón.

GRÁFICO N° 7.3
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.50



Como se observa el Peso Unitario Compactado, tuvo valores mínimamente fluctuantes tanto para concreto sin aditivo, como para los que tuvieron aditivo, cabe destacar que los resultados obtenidos están comprendidos dentro de los parámetros de un concreto normal, mostrando que las dosificaciones de mezcla obtenidas son para concreto de uso general.

7.7.2 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO

A) CONCRETO SIN ADITIVO

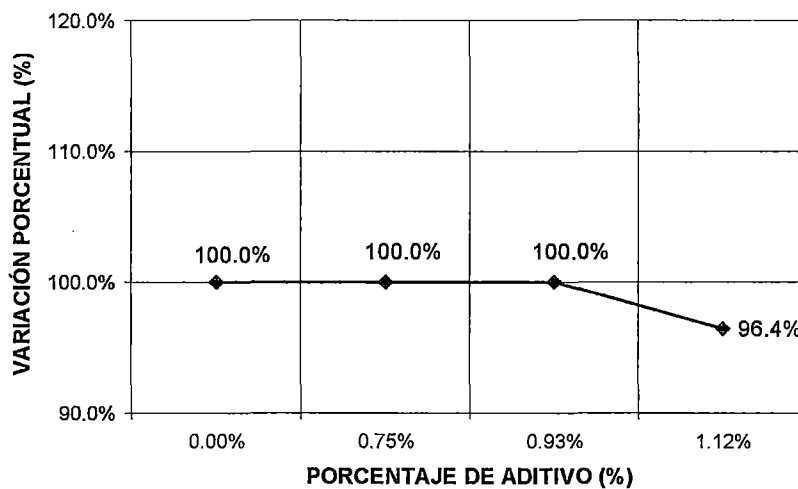
Se verificó la trabajabilidad de las mezclas de concreto con este ensayo, tratando de obtener un concreto trabajable, los efectos que se presentaron en este tipo de concreto estuvo relacionada con las cantidades de agua y cemento que se emplearon en cada diseño de mezcla. Se obtuvieron diseños de mezcla que presentaron en promedio asentamientos de 3½"; se buscaba asentamientos de 3" a 4" por ser de uso general (ver cuadro N° 6.3).

B) CONCRETO CON ADITIVO

En el gráfico N° 7.4 se tomo al asentamiento del concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.40 como el 100% teniendo un valor de 3½". Se trato de mantener constante el asentamiento de 3" a 4"; ello se consiguió (luego de haber adicionado aditivo superplastificante) con reducciones de agua en la mezcla, en el orden del 13% al 21% (ver cuadros N° 3.7, N° 3.8 y N° 3.9).

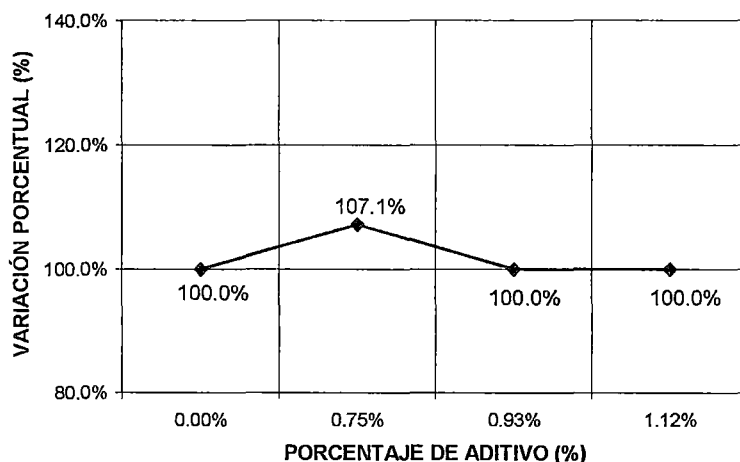
De acuerdo con el gráfico N° 7.4 se obtuvo un asentamiento constante de 3½" (ver gráfico N° 6.3) para los porcentajes de 0.75% y 0.93% de aditivo y para 1.12% de aditivo se obtuvo 3 3/8" de asentamiento, que es un 96.4% del total.

GRÁFICO N° 7.4
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40



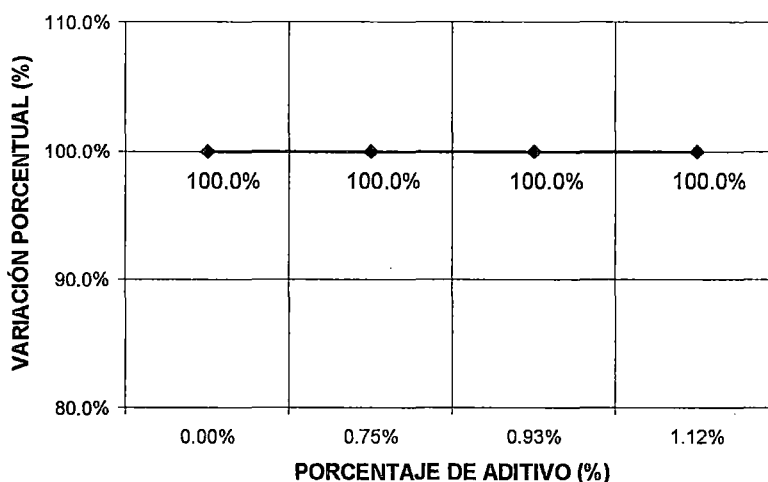
En el gráfico N° 7.5, tomamos el asentamiento del concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.45, como el 100% a 3½". Buscando mantener constante el parámetro de 3" a 4". Se logró haciendo reducciones de agua del 17% a 24% (ver cuadros N° 3.7, N° 3.8 y N° 3.9). Vemos en la gráfica N° 7.5, un valor pico (107.1%) cuando se añadió 0.75% de aditivo. En los demás casos se mantuvo el asentamiento de 3½" (ver gráfico N° 6.3).

GRÁFICO N° 7.5
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.45



En el gráfico N° 7.6, en forma similar a lo anterior se tomó como el 100% al asentamiento del concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.50; fue de 3½". De acuerdo a nuestro gráfico N° 7.6, se logró mantener constante el asentamiento de 3½" (ver también gráfico N° 6.3). Logrando esto con reducciones de agua del orden del 17% al 23% (ver cuadros N° 3.7, N° 3.8 y N° 3.9).

GRÁFICO N° 7.6
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.50



Como se aprecia con el análisis de los resultados; se logró conseguir asentamientos del orden de 3" a 4" con el aditivo superplastificante Euco 37, con reducciones del agua de la mezcla del orden del 13% al 24%.

7.7.3 CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO

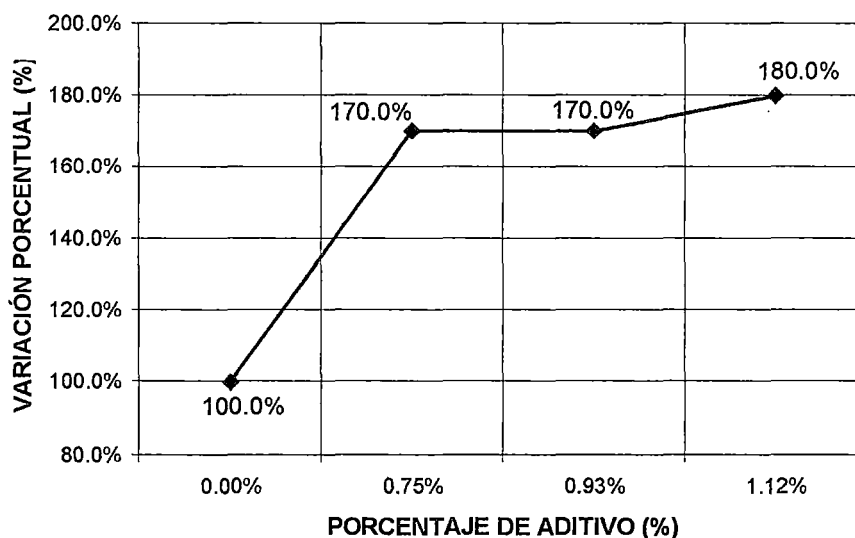
A) CONCRETO SIN ADITIVO

Se midió el contenido de aire con el método gravimétrico (ver ítem 4.5) el cual usa resultados experimentales. Se aprecia en el cuadro N° 6.4, un valor prácticamente de 1.0%. Con estos contenidos de aire se puede volver a rediseñar las mezclas obtenidas; pero para los fines de uso general que se persiguen, esto no fue necesario y se aceptó los porcentajes de contenido de aire inicialmente establecidos.

B) CONCRETO CON ADITIVO

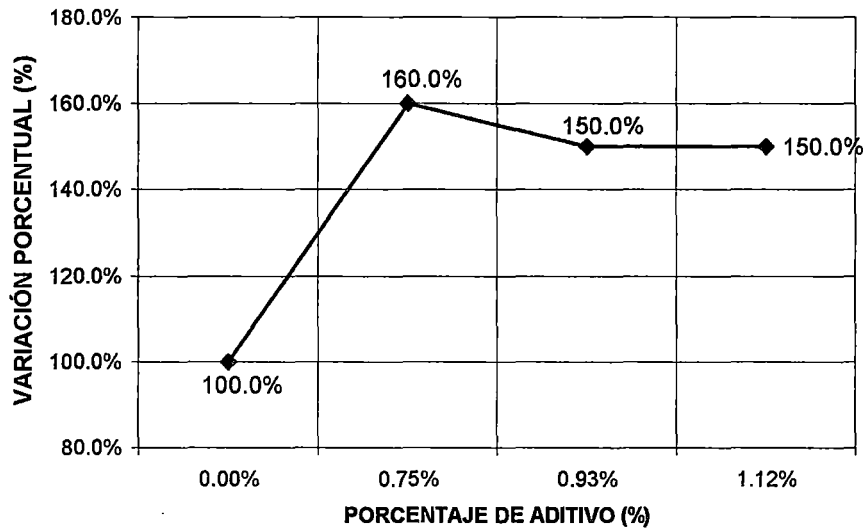
Del gráfico N° 7.7 tomamos al resultado de la relación A/C = 0.40 del concreto sin aditivos, esto es 1.0%, como el 100% (ver cuadro N° 6.4 y gráfico N° 6.5) se observa que a medida que se va añadiendo aditivo superplastificante, se incrementa el porcentaje de aire, en la mezcla desde un 170% (1.7%) para 0.75% y 0.93% de aditivo; hasta un 180% (1.8%) cuando agregamos 1.12% de aditivo.

GRÁFICO N° 7.7
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40



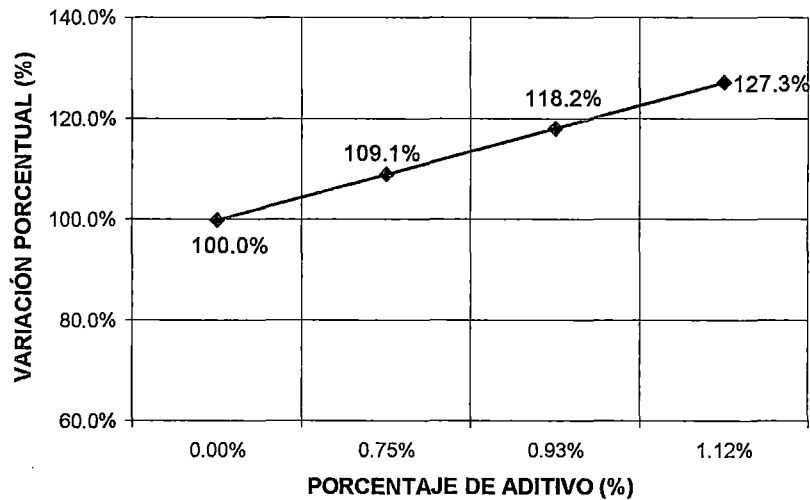
Similarmente en el gráfico N° 7.8, el valor de 1.05 para la relación $A/C = 0.45$ es tomado como el 100% (ver cuadro N° 6.4 y gráfico N° 6.5). Se observa que el contenido de aire es fluctuante a medida que se aumenta la cantidad de aditivo superplastificante. Pasando por valores de 160% (1.6%) para 0.75% de aditivo a valores de contenido de aire de 150% (1.5%) para 0.93% y 1.12% de aditivo superplastificante.

GRÁFICO N° 7.8
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA $A/C = 0.45$



Análogamente a los casos anteriores tomamos el valor de la relación $A/C = 0.50$, del concreto sin aditivos que es 1.1% como el 100% (ver cuadro N° 6.4 y gráfico N° 6.5). Se aprecia que el porcentaje de aditivo aumenta en forma lineal a medida que aumenta la cantidad de aditivo, pasando por valores como 109.1% (1.2%) para 0.75% de aditivo a valores de 118.2% (1.3%) para 0.93% de aditivo; hasta el 127.3% (1.4%) para 1.12% de aditivo superplastificante.

GRÁFICO N° 7.9
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.50



Como se observa el contenido de aire se incrementa luego de añadir aditivo superplastificante, debiendo de tener la precaución de obtener el contenido de aire real (por cualquier método de ensayo) de la mezcla sin aditivos; pues este valor se puede incrementar hasta en un 180% como se observó en la gráfica N° 7.7.

7.7.4 EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

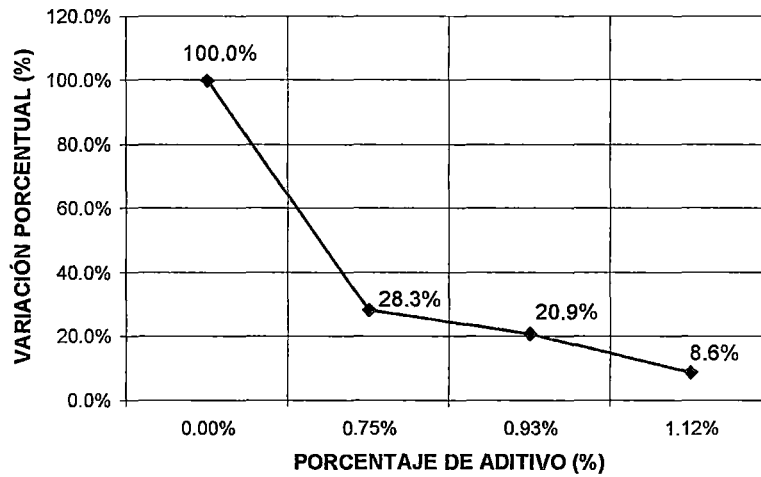
A) CONCRETO SIN ADITIVO

Mediante este ensayo deseamos conocer el grado de retención del agua de la mezcla debido a que fluirá a la superficie del mismo, producto de la sedimentación de sólidos en la masa plástica. Los valores hallados para el concreto sin aditivo (ver cuadro N° 6.5) nos servirán como referencia para compararlos con el concreto preparado con aditivo.

B) CONCRETO CON ADITIVO

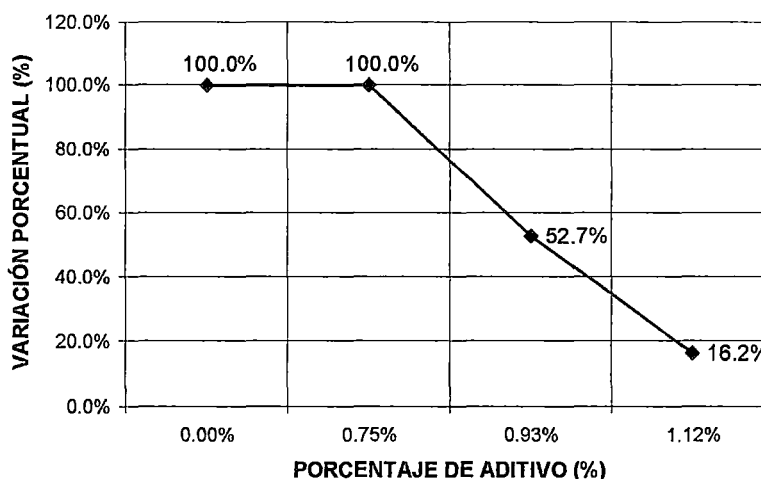
En el gráfico N° 7.10 se tomó al porcentaje de exudación del concreto sin aditivos, para la relación A/C = 0.40, como el 100% teniendo un valor de 2.44% (ver cuadro N° 6.5 y gráfico N° 6.7). Se observa en el gráfico N° 7.10 que al ir aditivo superplastificante se reduce el porcentaje de exudación a 28.3% (0.69%) para 0.75% de aditivo; para luego reducirse a 20.9% (0.51%) para 0.93% de aditivo; hasta reducirse al 8.6% (0.21%) luego de haber añadido 1.12% de aditivo.

GRÁFICO N° 7.10
EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40



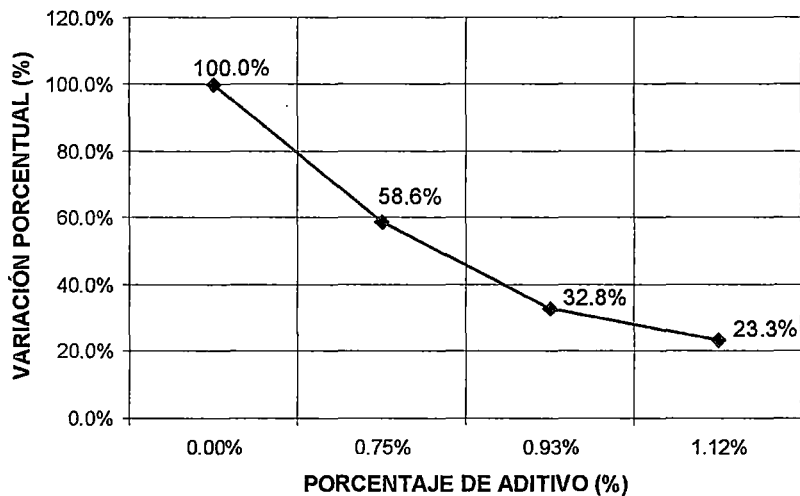
Del gráfico N° 7.11 tomamos el valor de 0.74% (ver cuadro N° 6.5 y gráfico N° 6.7) de la exudación, para la relación A/C = 0.45 del concreto sin aditivos como el 100%. En el gráfico N° 7.11 se aprecia que cuando se añade 0.75% de aditivo la exudación se mantiene constante 100.0% (0.74%); para luego de aumentar la dosis de aditivo superplastificante a 0.93% reduce se reduce la exudación del concreto fresco hasta el 52.7% (0.39%); para luego seguir disminuyendo a 16.2% (0.12%), cuando se añade el 1.12% de aditivo superplastificante.

GRÁFICO N° 7.11
EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.45



En el gráfico N° 7.12 se procedió de manera similar que los casos anteriores; el 100% se asumió para el valor de $A/C = 0.50$ del concreto sin aditivo, que fue 1.16% (ver cuadro N° 6.5 y gráfico N° 6.7). De acuerdo a la gráfica N° 7.12 se aprecia que a medida que se añade aditivo se reduce el porcentaje de exudación del concreto fresco. Para 0.75% de aditivo se reduce a 58.6% (0.68%); para 0.93% de aditivo se reduce a 32.8% (0.38%); hasta llegar al 23.3% (0.27%) luego de añadir 1.12% de aditivo superplastificante.

GRÁFICO N° 7.12
EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA $A/C = 0.50$



7.7.5 FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO FRESCO

A) CONCRETO SIN ADITIVO

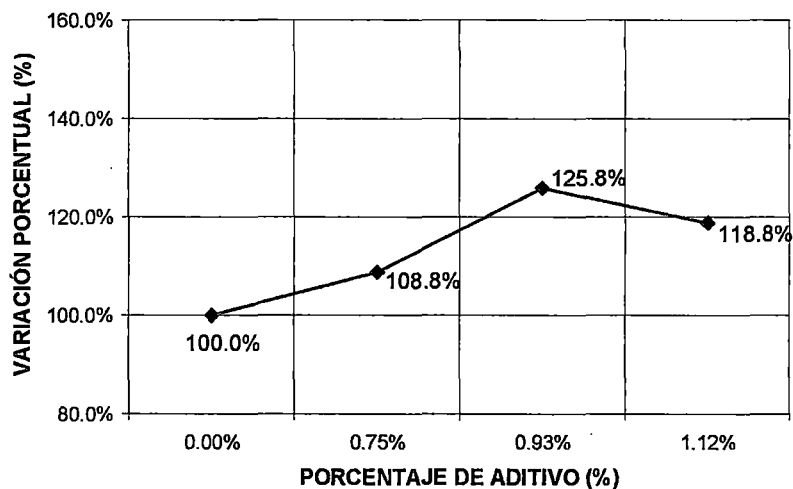
Queriendo encontrar un tiempo que puede ser interpretado como límite de trabajabilidad (además de caracterizarse por un aumento en la viscosidad y en la temperatura de la mezcla), es por ello que hicimos este ensayo. Los valores determinados para el concreto sin aditivo (ver cuadro N° 6.6) nos servirán para poder comparar los resultados, luego de haber añadido aditivo superplastificante a la mezcla.

B) CONCRETO CON ADITIVO

Del gráfico N° 7.13, tomamos como el 100% al valor de la relación $A/C = 0.40$, para concreto sin aditivo, el cual es 5:29 horas (ver cuadro N° 6.6 y gráfico N° 6.9).

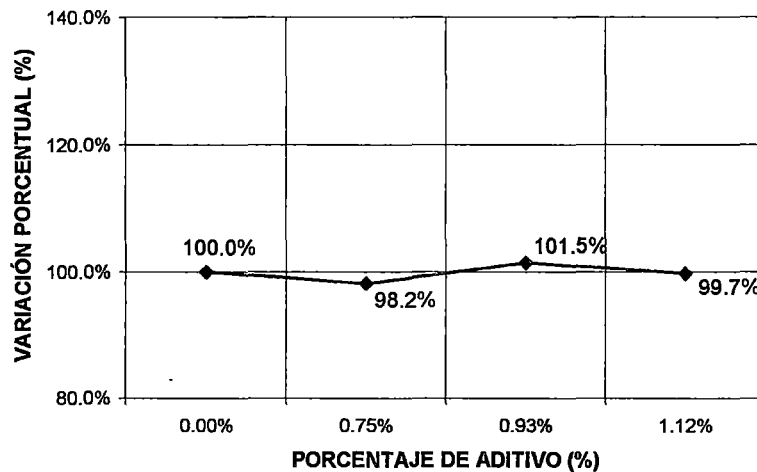
Observamos que el tiempo de fraguado inicial aumenta a 108.8% (5:58 horas) cuando se añade 0.75% de aditivo, para seguir aumentando a 125.8 % (6:54 horas) cuando añadimos 0.93% de aditivo; para luego disminuir a 118.8% (6:31 horas) cuando de adiciona 1.12% de aditivo superplastificante.

GRÁFICO N° 7.13
FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40



Del gráfico N°7.15, para la relación A/C = 0.45, se tomó como 100% al valor del concreto sin aditivo el cual es 5:35 horas (ver cuadro N° 6.6 y gráfico N° 6.9). Aquí se observa que a medida que se aumenta la dosis de aditivo los valores de tiempo de fraguado inicial son variables. Observamos que el tiempo de fraguado inicial disminuye a 98.2% (5:29 horas) cuando se añade 0.75% de aditivo, para luego ir aumentando a 101.5% (5:40 horas) cuando añadimos 0.93% de aditivo; posteriormente disminuye a 99.7% (5:34 horas) cuando de adiciona 1.12% de aditivo superplastificante. Pero de acuerdo con los valores hallados para el tiempo de fraguado inicial para la relación A/C = 0.45; estos se pueden tomar prácticamente como constantes.

GRÁFICO N° 7.14
FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.45

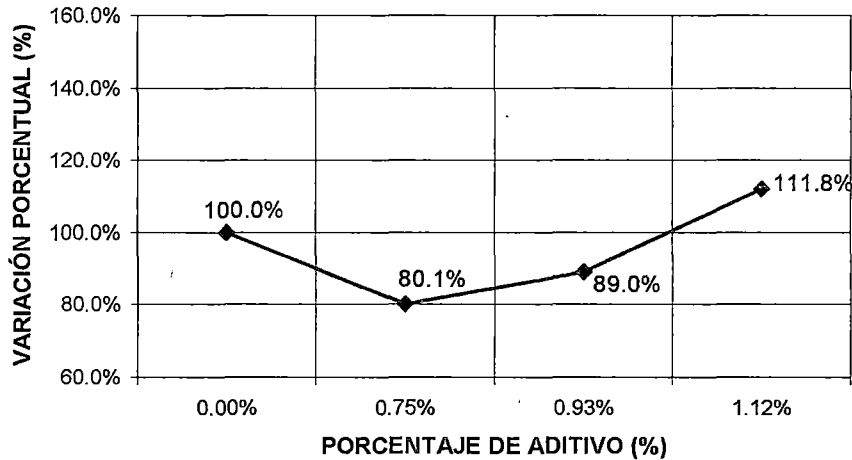


Del gráfico N° 7.15, tomamos al valor de A/C = 0.50 del concreto sin aditivo como el 100%, el cual es 5:46 horas (ver cuadro N° 6.6 y gráfico N° 6.9).

Aquí nuevamente nos encontramos con valores fluctuantes cuando se incrementa la cantidad de aditivo.

Observamos que el tiempo de fraguado inicial disminuye a 80.1% (4:37 horas) cuando se añade 0.75% de aditivo, para luego aumentar a 89.0% (5:08 horas) cuando añadimos 0.93% de aditivo; para seguidamente aumentar a 111.8% (6:27 horas) cuando se adiciona 1.12% de aditivo superplastificante. Como se aprecia estos valores fluctuantes nos quieren decir que para esta relación agua/cemento; la adición de porcentajes menores (0.75% y 0.93%) de aditivo retardan el fraguado inicial, en cambio dosis mayores (1.12%) de aditivo lo aceleran.

GRÁFICO N° 7.15
FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.50



7.7.6 FRAGUADO FINAL DEL CONCRETO FRESCO

A) CONCRETO SIN ADITIVO

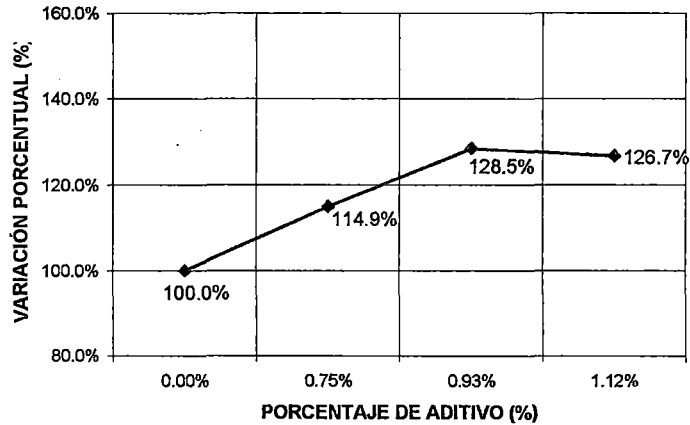
Deseando conocer el tiempo en el cual, el concreto fresco comenzaría adquirir su resistencia inicial a la compresión, es que realizamos este ensayo.

Los resultados encontrados para el concreto sin aditivo (ver cuadro N° 6.7) serán utilizados como patrón de comparación con los resultados del concreto con aditivo.

B) CONCRETO CON ADITIVO

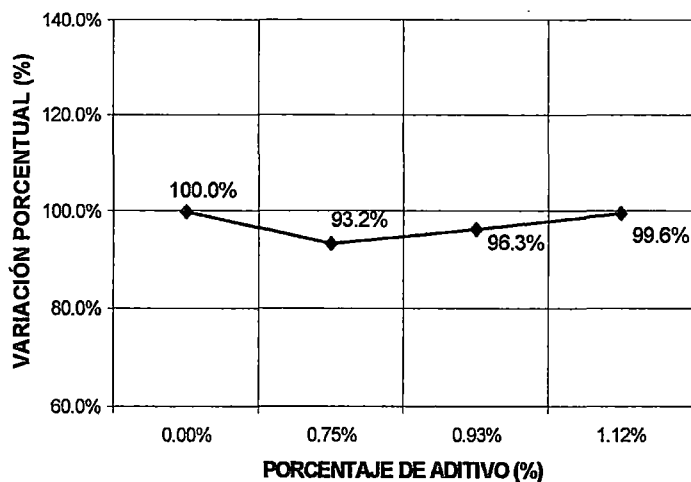
En el gráfico N° 7.16, tomamos al valor de 7:29 horas, como el 100% para la relación A/C = 0.40 del concreto sin aditivo (ver cuadro N° 6.7 y gráfico N° 6.11). Observamos que cuando se incrementa la cantidad de aditivo a 0.75% se incrementa el tiempo de fraguado final del concreto a 114.9% (8:36 horas). Para 0.93% de aditivo el fraguado final aumenta a 128.5% (9:37 horas). Luego de haber añadido 1.12% de aditivo el tiempo de fraguado final disminuye a 126.7% (9:29 horas). Se puede observar en todos los casos analizados anteriormente que este aditivo retarda el tiempo de fraguado final del concreto fresco.

GRÁFICO N° 7.16
FRAGUADO FINAL DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40



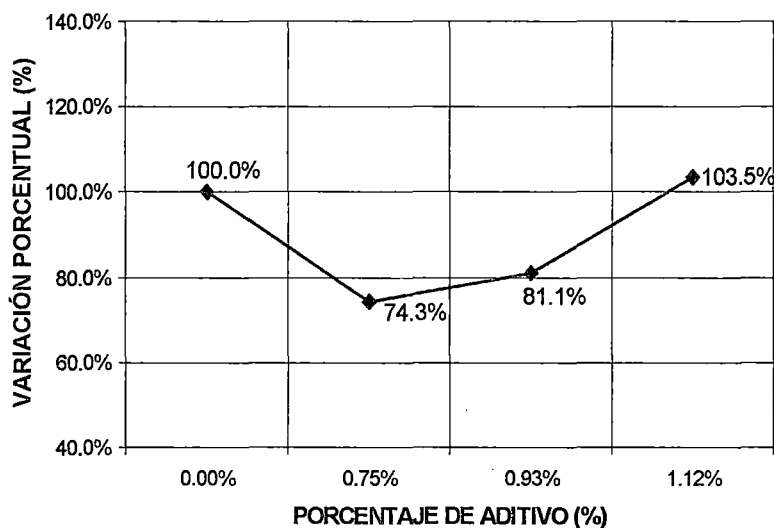
En el gráfico N° 7.17 similarmente al caso anterior, tomamos el valor de 7:37 horas como el 100% para la relación A/C = 0.45 del concreto sin aditivo (ver cuadro N° 6.7 y gráfico N° 6.11). Vemos que cuando se incrementa aditivo los valores de fraguado final están debajo del 100%. Tenemos para un 0.75% de aditivo el fraguado final disminuye a 93.2% (7:06 horas). Para 0.93% de aditivo disminuye a 96.3% (7:20 horas); para final aumentar a 99.6% (7:35 horas). De los valores encontrados vemos que la disminución del tiempo del fraguado final (luego de utilizar aditivo) esta en el orden de 2 a 31 minutos que se puede considerar como constante el valor de la fragua final para esta relación agua/cemento.

GRÁFICO N° 7.17
FRAGUADO FINAL DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.45



En el gráfico N° 7.18 se procede en forma análoga a los casos anteriores, el 100% es 8:38 horas (ver cuadro N° 6.7 y gráfico N° 6.11). De manera similar se observa que cuando se incrementa el aditivo superplastificante, hay una disminución inicial del tiempo de fraguado final a 74.3% (6:25 horas) cuando se usa 0.75% de aditivo, luego aumenta a 81.1% (7:00 horas) después de usar 0.93% de aditivo; para terminar por encima a 103.5% (8:56 horas) luego de utilizar 1.12% de aditivo. Como vemos con estos valores fluctuantes de tiempo de fraguado final habrá que tener cuidado cuando trabajemos en obra.

GRÁFICO N° 7.18
FRAGUADO FINAL DEL CONCRETO FRESCO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.50



7.8 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN LOS ENSAYOS CON EL CONCRETO ENDURECIDO

7.8.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Es una de las propiedades mecánicas más importantes del concreto pues mide la capacidad del concreto de tomar esfuerzos de compresión. Los esfuerzos de compresión son los que mejor toma el concreto debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento dependiendo principalmente de la concentración de la misma, que se acostumbra a expresar en función de la relación agua/cemento en peso. Pero según las teorías actuales se sabe que la Resistencia a la Compresión también depende de la relación cemento/agregado, granulometría, perfil, textura superficial, dureza y tamaño máximo del agregado y

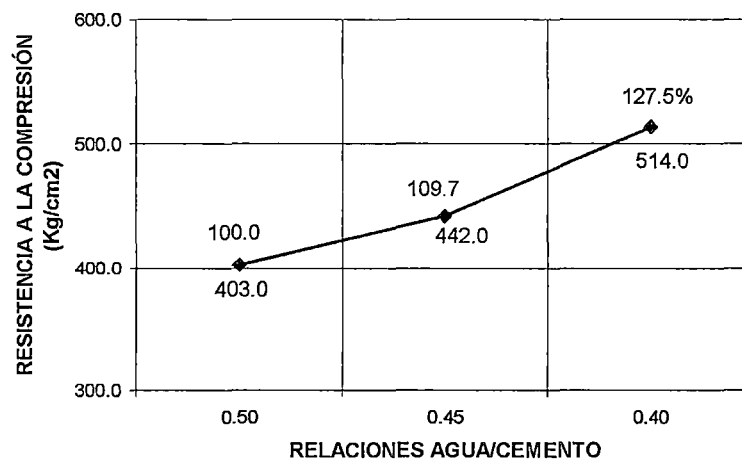
por supuesto del curado, sin el cual no se desarrollarían las características resistentes del concreto.

A) CONCRETO SIN ADITIVO

Los concretos sin aditivo o diseños patrón, serán tomados como valores para poder comparar los resultados obtenidos con los concretos preparados con aditivos. Pero también se hace una comparación de los concretos patrones con la intención de evaluar su calidad (ver gráfico N° 6.13). Tomamos como valor referencial o 100% a la relación A/C = 0.50 (ver gráfico N° 7.19) a la edad de 28 días, viendo que tiene una Resistencia a la Compresión de 403.0 Kg/cm². Vemos que la tendencia es ascendente a medida que disminuye la relación agua/cemento comprobando lo teóricamente establecido. Se tiene para la relación A/C = 0.45, una Resistencia a la Compresión de 442.0 Kg/cm², aumentando en 9.7% con respecto de la relación A/C = 0.50.

Y para la relación A/C = 0.40, 514.0 Kg/cm², aumentando en 27.5% respecto del valor de comparación (A/C = 0.50).

GRÁFICO N° 7.19
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA CONCRETO SIN ADITIVO

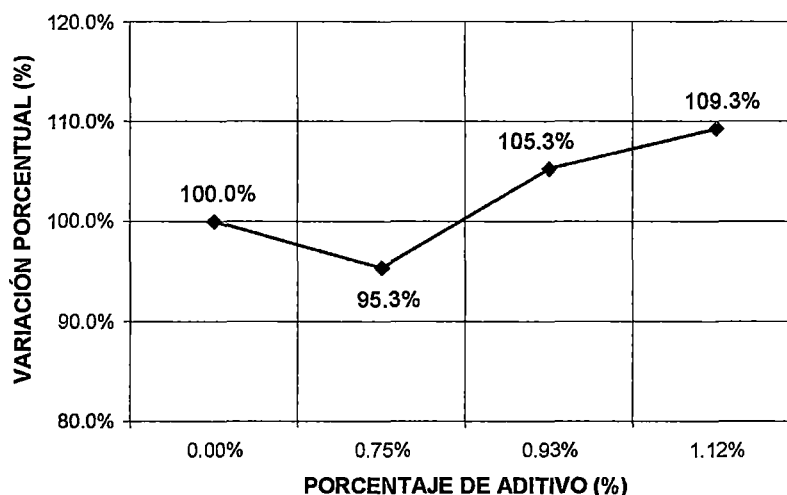


B) CONCRETO CON ADITIVO

De acuerdo con el gráfico N° 7.20, se toma el resultado de la Resistencia a la Compresión del concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.40, como el 100% teniendo como valor de 514.0 Kg/cm², (ver cuadro N° 6.8). Se observa una ligera disminución de Resistencia a 95.3% (514.0 Kg/cm²) luego de usar 0.75% de

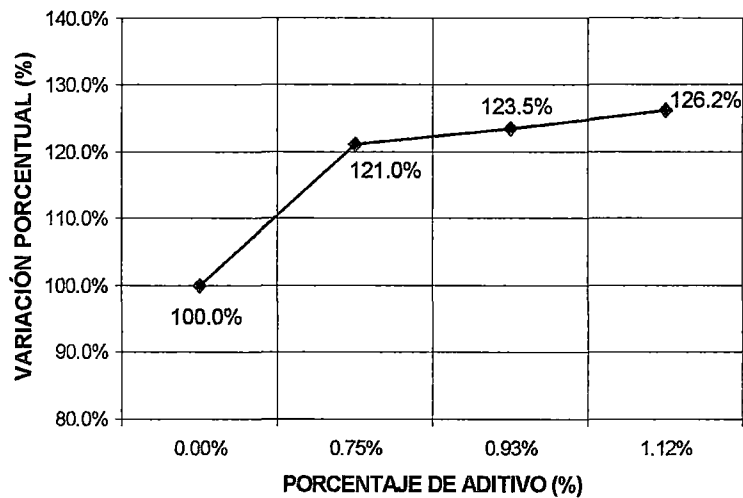
aditivo. Cuando usamos 0.93% de aditivo aumentamos la Resistencia 105.3% (541.0 Kg/cm²). Y cuando usamos 1.12% de aditivo, aumentamos la Resistencia a 109.3% (562.0 Kg/cm²). Básicamente podemos afirmar que el empleo de aditivo superplastificante (Euco 37) ayuda a incrementar la Resistencia a la Compresión (para esta relación agua/cemento y diferentes proporciones de aditivo) al producir una disminución del agua en la mezcla de concreto.

GRÁFICO N° 7.20
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40



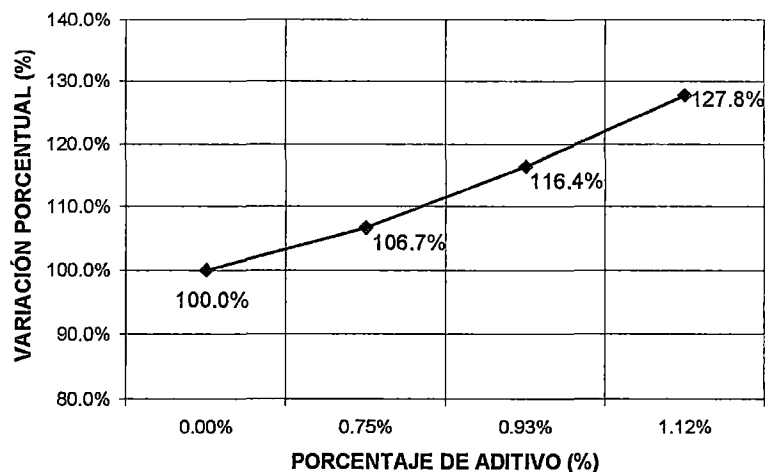
En el gráfico N° 7.21, tomamos el valor de la Resistencia a la Compresión del concreto sin aditivos, para la relación A/C = 0.45 como el total es decir el 100%, siendo su valor de 442.0 Kg/cm² (ver cuadro N° 6.8). Vemos una tendencia ascendente a medida que aumentamos el aditivo, así cuando utilizamos 0.75%; incrementamos la Resistencia en 21.0% (535.0 Kg/cm²). Para 0.93%, se incrementa en 23.5% (546.0 Kg/cm²), hasta alcanzar un incremento de 26.2% (558.0 Kg/cm²) cuando usamos 1.12% de aditivo.

GRÁFICO N° 7.21
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.45



Análogamente a los casos anteriores, en el gráfico N° 7.22, asumimos al valor de Resistencia a la Compresión del concreto sin aditivo, para la relación A/C = 0.50, el cual fue 403.0 Kg/cm² (ver cuadro N° 6.8). Observamos una tendencia ascendente en la Resistencia a medida que aumentamos aditivo. Cuando añadimos 0.75% de aditivo, incrementamos la Resistencia en 6.7% (430.0 Kg/cm²). Para 0.93% aumenta la Resistencia en 16.4% (469.0 Kg/cm²). Y para 1.12% de aditivo sube la resistencia en 27.0% (515.0 Kg/cm²).

GRÁFICO N° 7.22
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.50



De acuerdo con los casos estudiados, observamos que cuando utilizamos más aditivo incrementamos la Resistencia; esto se explica en el hecho que reducimos el agua de mezclado (ya que este aditivo superplastificante es reductor de agua de alto rango) manteniendo constante la cantidad de cemento en las mezclas de concreto.

7.8.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

Hicimos este ensayo para determinar cual es el valor de Resistencia a la Tracción que es capaz de soportar el concreto elaborado en la presente investigación. Teóricamente se sabe que el concreto está en la capacidad de soportar Tracción y se ubica en el orden del 8% al 20% de la Resistencia a la Compresión a los 28 días.

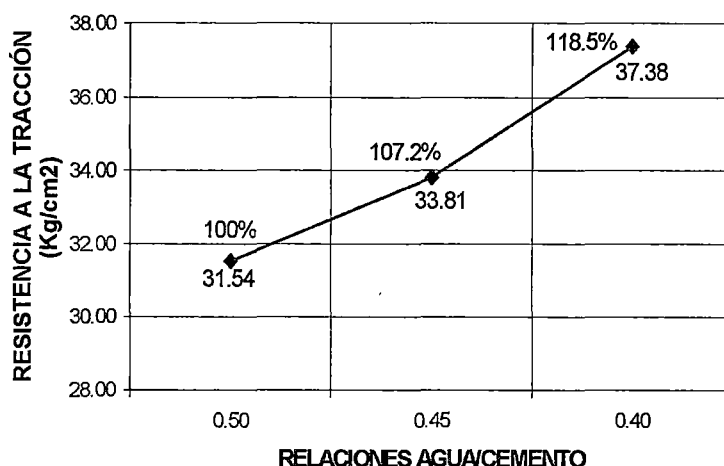
A) CONCRETO SIN ADITIVO

Los resultados de Resistencia a la Tracción del concreto sin aditivos serán utilizados para comparar los resultados luego de haber añadido aditivo.

De acuerdo con el gráfico N° 7.23 se asumió como 100% el valor de 31.54 Kg/cm² (ver cuadro N° 6.9) que corresponde a la relación A/C = 0.50 (es el 7.8% de su correspondiente f'c). Se aprecia una tendencia ascendente de la Resistencia a la tracción a medida que disminuye la relación agua/cemento, siendo esto teóricamente cierto. Observamos que para A/C = 0.45 se incrementa en 7.2% la Resistencia a la Tracción (siendo el 7.6% de su correspondiente f'c). Para A/C = 0.40 se incrementa la Resistencia a la Tracción en 18.5% (siendo el 7.3% de su correspondiente f'c)

De lo analizado se aprecia que los valores de Resistencia a la Tracción, están ligeramente fuera del rango del 8% al 20% de Resistencia a la Compresión. Pero se pueden tomar estos valores como aceptables de acuerdo con el objetivo del presente ensayo.

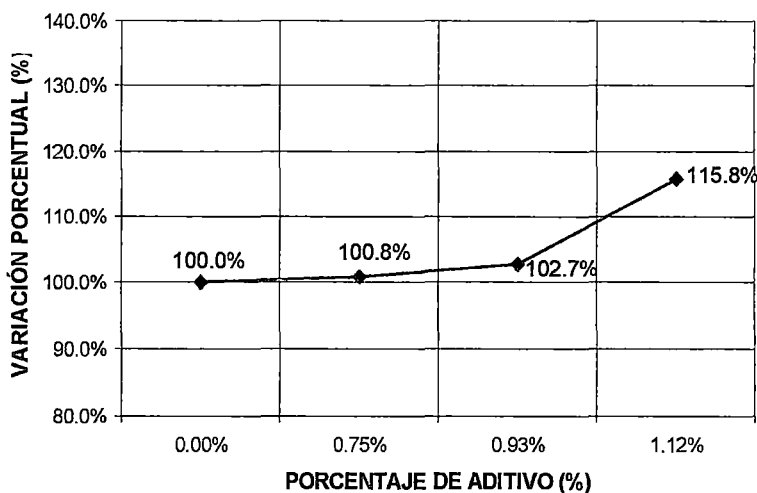
GRÁFICO N° 7.23
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA CONCRETO SIN ADITIVO



B) CONCRETO CON ADITIVO

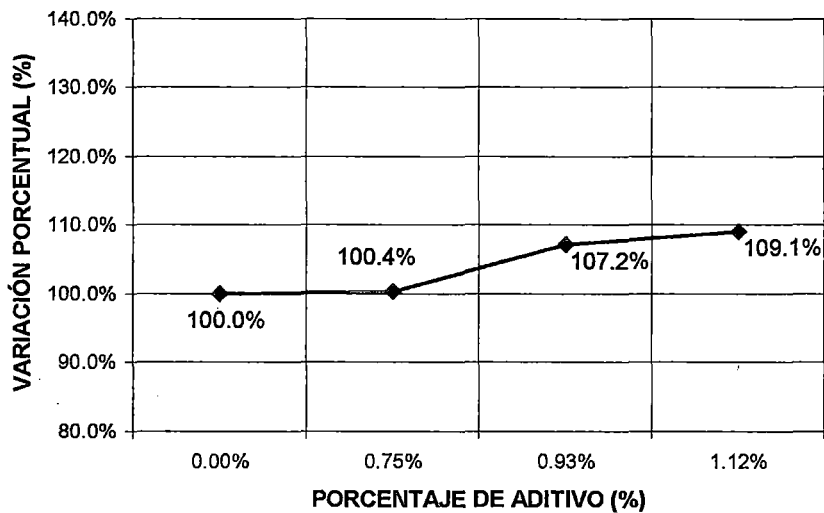
De acuerdo con el gráfico N° 7.24, tomamos como 100% al resultado de Resistencia a la Tracción de concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.40 el cual es 37.38 Kg/cm² (ver cuadro N° 6.9) este valor es 7.3% de su f'c. Se observa una tendencia ascendente a medida que aumentamos el aditivo. Para 0.75% de aditivo sube la Resistencia a la Tracción en 0.8% (37.68 Kg/cm², es 7.7% de su f'c). Para 0.93% aumenta en 2.7% (38.40 Kg/cm², es 7.1% de su f'c). y para 1.12% de aditivo aumenta en 15.8% (43.30 Kg/cm², es 7.7% de su f'c).

GRÁFICO N° 7.24
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40



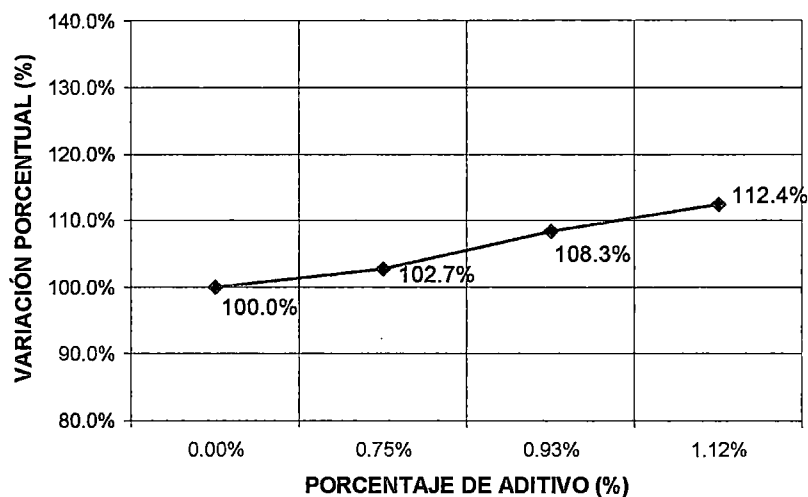
En el gráfico N° 7.25, tomamos como 100% al resultado de Resistencia a la Tracción de concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.45 el cual es 33.81 Kg/cm² (ver cuadro N° 6.9) este valor es 7.6% de su f'c. Se observa una tendencia ascendente toda vez que aumentamos el aditivo. Para 0.75% de aditivo sube la Resistencia a la Tracción en 0.4% (33.95 Kg/cm², es 6.3% de su f'c). Para 0.93% aumenta en 7.2% (36.25 Kg/cm², es 6.6% de su f'c). Y para 1.12% de aditivo aumenta en 9.1% (36.88 Kg/cm², es 6.6% de su f'c).

GRÁFICO N° 7.25
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.45



Análogamente a los casos anteriores tomamos en el gráfico N° 7.26, tomamos como 100% al resultado de Resistencia a la Tracción de concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.50 el cual es 31.54 Kg/cm² (ver cuadro N° 6.9) este valor es 7.8% de su f'c. Se observa una tendencia ascendente toda vez que aumentamos el aditivo. Para 0.75% de aditivo sube la Resistencia a la Tracción en 2.0% (32.39 Kg/cm², es 7.5% de su f'c). Para 0.93% aumenta en 8.3% (34.17 Kg/cm², es 7.3% de su f'c). Y para 1.12% de aditivo aumenta en 12.4% (35.45 Kg/cm², es 6.9% de su f'c).

GRÁFICO N° 7.26
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.50



Aquí también se aprecia que los valores de Resistencia a la Tracción, están ligeramente fuera del rango del 8% al 20% de Resistencia a la Compresión. Pero al igual que para el concreto sin aditivo se pueden tomar estos valores como aceptables de acuerdo con el objetivo del presente ensayo.

7.8.3 ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

Este ensayo se hace para conocer la relación esfuerzo – deformación llamado Módulo Elástico. El conocimiento nos permitirá calcular deformaciones en estructuras, evaluar tensiones debido a la variación de temperatura, así como determinar la repartición de cargas entre el concreto y el acero.

Los concretos normales tienen Módulos de Elasticidad que oscilan entre 250,000 Kg/cm² a 350,000 Kg/cm².

A) CONCRETO SIN ADITIVO

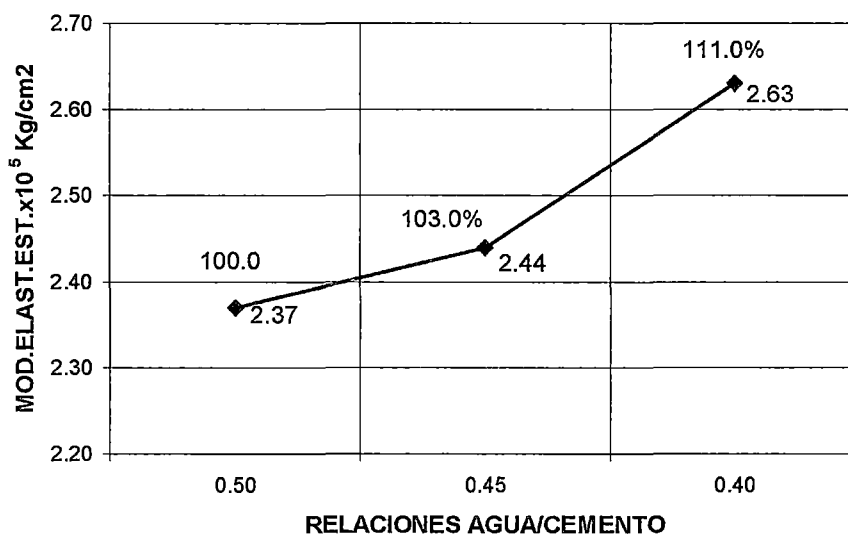
Los resultados de Módulo Elástico Estático del concreto sin aditivos serán utilizados para comparar los valores que resulten luego de realizar nuevas dosificaciones con la incorporación de aditivo superplastificante (Euco 37).

De acuerdo con el gráfico N° 7.27 se asumió como 100% el valor de 2.37×10^5 Kg/cm² (ver cuadro N° 6.10) que corresponde a la relación A/C = 0.50 se aprecia una tendencia ascendente del Módulo Elástico Estático a medida que disminuye la relación agua/cemento, siendo esto teóricamente cierto. Observamos que para

A/C = 0.45 se incrementa en 3.0% el Módulo Elástico Estático. Para A/C = 0.40 se incrementa el Módulo Elástico Estático en 11.0%

De lo analizado se aprecia que los valores de Módulo Elástico Estático del concreto sin aditivo están dentro de los parámetros de un concreto normal (es decir sin aditivo).

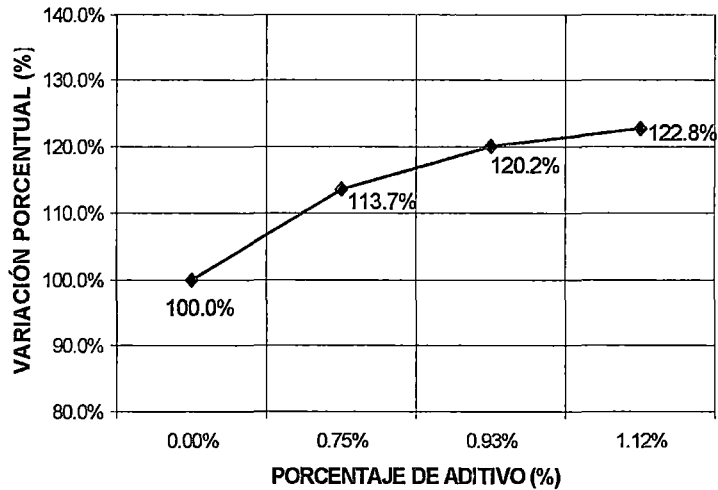
GRÁFICO N° 7.27
MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA CONCRETO SIN ADITIVO



B) CONCRETO CON ADITIVO

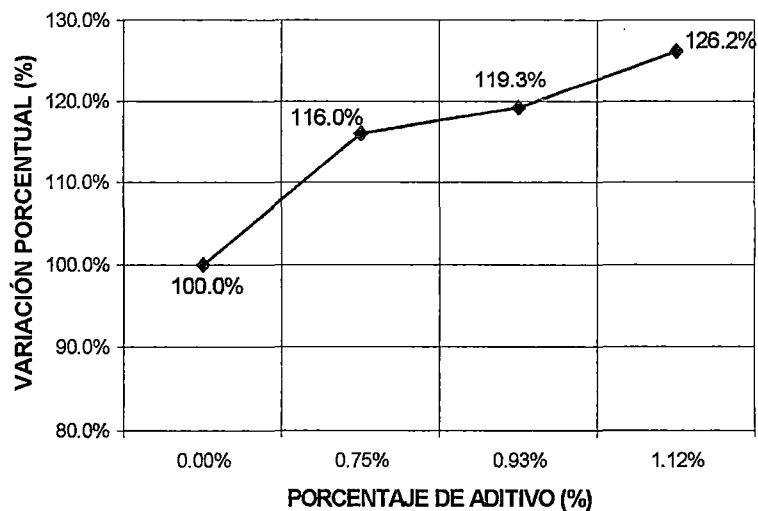
De acuerdo con el gráfico N° 7.28, tomamos como 100% al resultado de Módulo Elástico Estático de concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.40 el cual es 2.63×10^5 Kg/cm² (ver cuadro N° 6.10). Se observa una tendencia ascendente a medida que aumentamos el aditivo. Para 0.75% de aditivo sube el Módulo Elástico Estático aumentando en 13.7% (2.99×10^5 Kg/cm²). Para 0.93% aumenta en 20.2% (3.16×10^5 Kg/cm²). Y para 1.12% de aditivo aumenta en 22.8% (3.23×10^5 Kg/cm²). Como se aprecia, la inclusión del aditivo superplastificante ayuda a incrementar los valores de Módulo Elástico Estático, análogamente a lo que sucede con la Resistencia a la Compresión.

GRÁFICO N° 7.28
MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.40



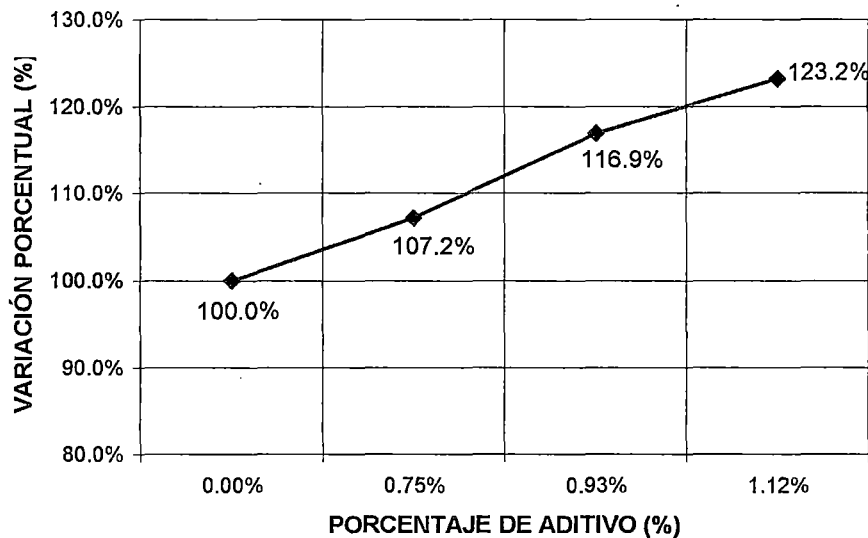
De acuerdo con el gráfico N° 7.29, tomamos como 100% al resultado de Módulo Elástico Estático de concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.45 el cual es $2.44 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ (ver cuadro N° 6.10). Se observa una tendencia ascendente a medida que aumentamos el aditivo. Para 0.75% de aditivo sube el Módulo Elástico Estático aumentando en 16.0% ($2.83 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$). Para 0.93% aumenta en 19.3% ($2.91 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$). Y para 1.12% de aditivo aumenta en 26.2% ($3.08 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$).

GRÁFICO N° 7.29
MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.45



De acuerdo con el gráfico N° 7.30, tomamos como 100% al resultado de Módulo Elástico Estático de concreto sin aditivo para la relación A/C = 0.50 el cual es $2.37 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ (ver cuadro N° 6.10). Se observa una tendencia ascendente a medida que aumentamos el aditivo. Para 0.75% de aditivo sube el Módulo Elástico Estático aumentando en 7.2% ($2.54 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$). Para 0.93% aumenta en 16.9% ($2.77 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$). Y para 1.12% de aditivo aumenta en 23.2% ($2.92 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$).

GRÁFICO N° 7.30
MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO
ANÁLISIS PARA A/C = 0.50



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GENERALIDADES

De acuerdo con el desarrollo de la presente investigación determinamos las siguientes conclusiones; considerando que se ha preparado concreto sin aditivo y con aditivo, curado en laboratorio con las siguientes características:

- Cemento Portland tipo I; marca "Andino".
- Agregado Fino procedente de la cantera La Molina (proporcionado por la compañía C+H Unión de Concreteras) con Módulo de Finura igual a 2.68
- Agregado Grueso procedente de la cantera del Río Rimac (proporcionado por la compañía C+H Unión de Concreteras) con Módulo de Finura igual a 7.18; y Tamaño Nominal Máximo de $\frac{3}{4}$ ".
- Resultando de la combinación de agregados, un agregado Global optimo con una relación en volumen de agregado fino = 46% y agregado grueso = 54%, con Módulo de Finura igual a 5.11.
- Relaciones agua/cemento (A/C) en peso: 0.40, 0.45 y 0.50.
- Proporciones de aditivo superplastificante (Euco 37): 625 ml, 782 ml y 940 ml por cada 100 kg de cemento y en porcentaje 75%, 93% y 1.12 %.
- Se considera concreto patrón, a los concretos que no utilizan aditivo y sirven como valores de comparación para los concretos que tienen aditivo superplastificante Euco 37.

CONCLUSIONES

1. Los Pesos Unitarios del concreto sin aditivo se pueden considerar del tipo de concretos normales (2100 Kg/m^3 a 2500 Kg/m^3). La adición del aditivo superplastificante Euco 37, no produjo incrementos considerables sobre dichos pesos unitarios.

Los concretos con aditivo Superplastificante Euco 37, presentan una variación en el Peso Unitario con respecto a los patrones de:

- a. Los concretos mas aditivo con dosificación del 0.75% del peso (625 ml por cada 100 kilos de cemento); incrementan el peso unitario al 101.33% para las relaciones de $a/c = 0.40, 0.45$
- b. Los concretos mas aditivo con dosificación del 0.93% del peso (782 ml por cada 100 kilos de cemento); incrementan en promedio el peso unitario al 101.12% para las relaciones de $a/c = 0.40, 0.45$

- c. Los concretos mas aditivo con dosificación del 1.12% del peso (940 ml por cada 100 kilos de cemento); incrementan en promedio el peso unitario al 100.84% para las relaciones de $a/c = 0.40, 0.45$
 - d. Para la relación de $a/c=0.50$ con la dosificación de 0.75%, 0.93% y 1.12% reducen el peso unitario al 98.48% en promedio.
2. Se busco mantener la trabajabilidad de las mezclas (en el orden de 3" a 4") ello se consiguió para las mezclas con aditivo superplastificante Euco 37; con reducciones de agua en la mezcla del orden de 13% a 24%. Se obtuvo como promedio un asentamiento de 3½".
 - 3 Los concretos con aditivo Superplastificante Euco 37, presentan una variación en el contenido del aire con respecto a los patrones de:
 - a. Los concretos mas aditivo con dosificación del 0.75% del peso (625 ml por cada 100 kilos de cemento); incrementan el contenido de aire un promedio de 46.33% para las relaciones de $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50
 - b. Los concretos mas aditivo con dosificación del 0.93% del peso (782 ml por cada 100 kilos de cemento); incrementan el contenido de aire un promedio de 46.06% para las relaciones de $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50
 - c. Los concretos mas aditivo con dosificación del 1.12% del peso (940 ml por cada 100 kilos de cemento); incrementan el contenido de aire un promedio de 49.09% para las relaciones de $a/c = 0.40, 0.45$ y 0.50
 - 4 La exudación se ve favorecida con la adición de aditivo superplastificante Euco 37. Es decir disminuye el agua en la superficie del concreto luego de ser vaciado. Se observa que a medida que disminuye la relación agua/cemento y aumenta la cantidad de aditivo; es menor la exudación.

El porcentaje de exudación de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 0.75% del peso (625 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón es:

- a. Relación $a/c 0.40 = 28.28\%$
- b. Relación $a/c 0.45 = 100\%$
- c. Relación $a/c 0.50 = 58.62$

El porcentaje de exudación de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 0.93% del peso (782 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón es:

- d. Relación a/c 0.40 = 20.90%
- e. Relación a/c 0.45 = 52.57%
- f. Relación a/c 0.50 = 32.76

El porcentaje de exudación de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 1.12% del peso (940 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón es:

- g. Relación a/c 0.40 = 8.61%
- h. Relación a/c 0.45 = 16.22%
- i. Relación a/c 0.50 = 23.28%

5 Los tiempos de fraguado inicial y final del concreto preparado con aditivo Euco 37; son muy variables. Para el tiempo de fraguado inicial con relación a/c = 0.40 aumenta como máximo en 25.8% (respecto del patrón) cuando se usa 0.93% de aditivo. En cambio para la relación a/c = 0.45 se puede considerar constante. En cambio para la relación a/c = 0.50 disminuye en 19.9% cuando usamos 0.75% de aditivo para luego aumentar en 11.8%, cuando se añade 1.12% de aditivo. Los resultados para el tiempo de fraguado final son similares en cuanto a la fluctuación de valores; que los casos anteriormente analizados.

6 La Resistencia a la Compresión de los concretos mas aditivo Superplastificante Euco 37 aumenta conforme disminuye la relación agua/cemento (a/c).

La resistencia a la Compresión de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 0.75% del peso (625 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:

- a. Relación a/c 0.40 = 95%
- b. Relación a/c 0.45 = 121%
- c. Relación a/c 0.50 = 107%

- 7 La resistencia a la Compresión de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 0.93% del peso (782 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:
- Relación a/c 0.40 = 105%
 - Relación a/c 0.45 = 124%
 - Relación a/c 0.50 = 98%
- 8 La resistencia a la Compresión de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 1.12% del peso (940 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:
- Relación a/c 0.40 = 109%
 - Relación a/c 0.45 = 126%
 - Relación a/c 0.50 = 128%
- 9 La resistencia a la Tracción de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 0.75% del peso (625 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:
- Relación a/c 0.40 = 101%
 - Relación a/c 0.45 = 100%
 - Relación a/c 0.50 = 103%
- 10 La resistencia a la Tracción de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 0.93% del peso (782 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:
- Relación a/c 0.40 = 103%
 - Relación a/c 0.45 = 107%
 - Relación a/c 0.50 = 108%
- 11 La resistencia a la Tracción de los concretos más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 1.12% del peso (940 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:
- Relación a/c 0.40 = 116%
 - Relación a/c 0.45 = 109%

- c. Relación a/c 0.50 = 112%
- 12 El ensayo del Modulo Elástico Estático del Concreto más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 0.75% del peso (625 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:
- d. Relación a/c 0.40 = 114%
 - e. Relación a/c 0.45 = 120%
 - f. Relación a/c 0.50 = 123%
- 13 El ensayo del Modulo Elástico Estático del Concreto más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 0.93% del peso (782 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:
- d. Relación a/c 0.40 = 116%
 - e. Relación a/c 0.45 = 119%
 - f. Relación a/c 0.50 = 126%
- 14 El ensayo del Modulo Elástico Estático del Concreto más aditivo Superplastificante Euco 37 con dosificación del 1.12% del peso (940 ml por cada 100 kilos de cemento); respecto a la muestra patrón a la edad de 28 días es:
- d. Relación a/c 0.40 = 107%
 - e. Relación a/c 0.45 = 117%
 - f. Relación a/c 0.50 = 123%
- 15 Los ensayos para el presente estudio se realizaron en la ciudad de Lima a temperaturas entre 18 y 24°C.
- 16 Se puede afirmar que el aditivo cumple con las características indicadas en la hoja técnica, por cuanto se ha logrado desarrollar una alta resistencia a la compresión tanto a edades tempranas como a los 28 días manteniendo siempre un concreto fluido

- 17 Según la hoja técnica del aditivo Euco 37, los ensayos realizados se verifica que el concreto requiere menos cantidad de agua por que el aditivo es un reductor de agua, que puede ser usado como plastificante.

RECOMENDACIONES

1. En general se debe tener un conocimiento integral del tipo de obra que se va a ejecutar de acuerdo a ello se determinará las características apropiadas del concreto para evaluar si requeriremos aditivos.
2. Se recomienda usar aditivo superplastificante Euco 37 para las relaciones agua/cemento de 0.40, 0.45 y 0.50, con proporciones de aditivo de 0.75%, 0.93% y 1.12%, cuando se quiera usar concreto sin alterar básicamente su peso unitario, verificando que se tenga agregados y cemento similares a la presente investigación.
3. Si queremos preparar mezclas de concreto con bajas relaciones agua/cemento para ser utilizados en elementos estructurales con mucha aglomeración de acero, como columnas, vigas o placas se recomienda usar aditivo Euco 37; pues permite mantener una buena trabajabilidad.
4. Se recomienda tener especial cuidado en determinar el contenido de aire de las mezclas de concreto, pues el uso de aditivo Euco 37, incrementa hasta en 70% su contenido para relaciones A/C = 0.40 con 1.12% de aditivo.
5. Cuando se necesite concreto que sea fluido y que tenga bajos porcentajes de exudación, recomendamos usar aditivo Euco 37, pues disminuye la exudación del concreto fresco.
6. Se recomienda no exceder de 45 minutos (esto por la práctica de tesis) los tiempos de trabajabilidad de las mezclas preparadas con aditivo Euco 37; pues como se observo los tiempo de fraguado inicial y final son muy variables.
7. Recomendamos el uso de aditivo Euco 37, para mezcla de concreto con bajas relaciones agua/cemento; porque además de añadirle al concreto fresco trabajabilidad, incrementara la Resistencia a la Compresión, la Resistencia a la Tracción, así como el Módulo Elástico estático del concreto endurecido; como consecuencia de la reducción de agua en la mezcla.

BIBLIOGRAFÍA

1. TÍTULO : "Aditivos para Concreto "
AUTOR : Instituto Mexicano del cemento y del concreto
CIUDAD : MEXICO 1991
BIBLIOTECA : F.I.C.
CONTENIDO: Los aditivos plastificantes

2. TITULO : Boletines técnicos N°01 al N°28 ASOCEM
AUTOR : Asociación de Productores de cemento
CIUDAD : LIMA 1996
BIBLIOTECA : Personal
CONTENIDO :La normalización del cemento Portland, el agua de amasado y curado para concreto-granulometría de la arena y concreto grueso-aditivos para concreto-Probetas de concreto

3. TESIS : "Concreto con Alta resistencia inicial, preparado con cemento Portland tipo I y aditivo acelerante"
AUTOR : Jara Chumbes, Sandro
CIUDAD : LIMA-1997
BIBLIOTECA : FIC-UNI TG/3438
CONTENIDO : Influencia de aditivos en la Resistencia a la Compresión del concreto.

4. TÍTULO : "Concreto al Día N°28" Boletín informativo
AUTOR : A.C.I.
CIUDAD : LIMA-1996
BIBLIOTECA : Personal
CONTENIDO : Concreto de Alta Resistencia

5. TESIS : "Determinación de las propiedades del concreto por la adición de aditivo superplastificante y reductor de agua con cemento Portland tipo I p"
AUTOR : Torres Castro Guillermo Enrique
CIUDAD : LIMA-1996

- BIBLIOTECA : FIC-UNI TG/3146
CONTENIDO : Clasificación del aditivo Superplastificante, modo de acción.
6. TÍTULO : "Diseño de Mezclas"
AUTOR : Rivva López Enrique.
CIUDAD : LIMA-1985
BIBLIOTECA : Personal
CONTENIDO: Criterios básicos en el diseño-pasos en el diseño de mezcla-selección de las proporciones.
7. TESIS: "Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento portland tipo I y utilizando un aditivo plastificante.
AUTOR : Tesillo Ayala Alberto.
CIUDAD : LIMA-2004
BIBLIOTECA : FIC-UNI TESIS TG/4312
CONTENIDO : Estudio de las materiales, diseño de mezclas.
8. TESIS: "Estudio experimental entre la relación agua/cemento (a/c de 0.55 a 0.70) y la resistencia a la compresión del concreto, usando cemento portland tipo I andino
AUTOR : Carlos Enrique Gaona Montenegro
CIUDAD : LIMA-2,000
BIBLIOTECA : FIC-UNI
CONTENIDO: Análisis y resultados de los ensayos para determinar la resistencia a la compresión del concreto.
9. TESIS: "Estudio de la influencia del aditivo Superplastificante-Reductor de agua de alto Rango sobre las propiedades del concreto"
AUTOR : Reymundo Gamarra Richard Hugo
CIUDAD : LIMA-1994
BIBLIOTECA : FIC-UNI TG/3283
CONTENIDO : Diseño de mezcla para el concreto

10. TESIS : "Estudios de las características del concreto fresco y endurecido"
AUTOR : Altez Grimani Javier Epifanio
CIUDAD : LIMA-1996
BIBLIOTECA : FIC-UNI TG/3359
CONTENIDO : Propiedades de los materiales, ensayos de concreto fresco, ensayos de concreto endurecido
11. TESIS : "Efectos del aditivo plastificante y reductor de agua "
AUTOR : Mendoza Borgoña Guillermo.
CIUDAD : LIMA-1993
BIBLIOTECA : FIC-UNI TESIS TG/ 3073
CONTENIDO : Aditivo para concreto.
12. TÍTULO : "Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú "
AUTOR : Pasquel Carbajal, Enrique
CIUDAD : LIMA-1993
BIBLIOTECA : Personal
CONTENIDO : El cemento Portland-El agua en el Concreto-Aditivos para concreto
-

ANEXOS

ANEXO A

CUADROS Y ENSAYOS REALIZADOS DE LOS

AGREGADOS

**CUADRO N° A1.1:
PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I. "ANDINO"**

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDAD	VALOR DE ENSAYO	LIMITES ASTM C 150
Peso Específico	Gr/cm ³	3.11	
Superficie Específica	cm ² /gr	3210 – 3340	mín. 2800
Consistencia Normal	%	22.15	
Fragua Inicial	h:m	1:58 – 2:24	Mín 0:45
Fragua Final	h:m	3:08 – 3:45	Máx 6:45
Contenido de Aire	%	5.52 – 7.70	
Calor de Hidratación:			
07 días	Cal/gr	64.93	
Resistencia a la Compresión:			
03 días	Kg/cm ²	195 - 200	Mín 122
07 días	Kg/cm ²	250 - 270	Mín 194
28 días	Kg/cm ²	340	Mín 280
Estabilidad de Volumen	%	0.00 – 0.07	

CUADRO N° A1.2:
ANÁLISIS QUÍMICO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I. "ANDINO"

PROPIEDADES QUÍMICAS	VALORES DE ENSAYO (%)	LIMITES ASTM C-150
CaO	63.36 – 65.23	
SiO ₂	20.97 – 22.06	
Al ₂ O ₃	4.79 – 5.42	
Fe ₂ O ₃	3.21 – 3.32	
Cal libre	0.90 – 1.25	
MgO	1.40 – 2.21	Máx. 6.00
SO ₃	2.28 – 2.33	Máx. 3.00
Pérdida por Ignición	0.81 – 1.29	Máx. 3.00
Residuo Insoluble	0.57 – 0.74	Máx. 0.75
Compuestos de Bogue		
C ₃ S	54.32 – 54.57	
C ₂ S	19.16 – 20.15	
C ₃ A	7.09 – 8.01	
C ₄ AF	9.75 – 10.10	
Contenido de Alcalis		
Na ₂ O	0.10 – 0.13	
K ₂ O	0.65 – 0.68	

CUADRO Nº A1.3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

MUESTRA : Arena de cantera La Molina.
PESO : 1000 gr
ENSAYO : Promedio.

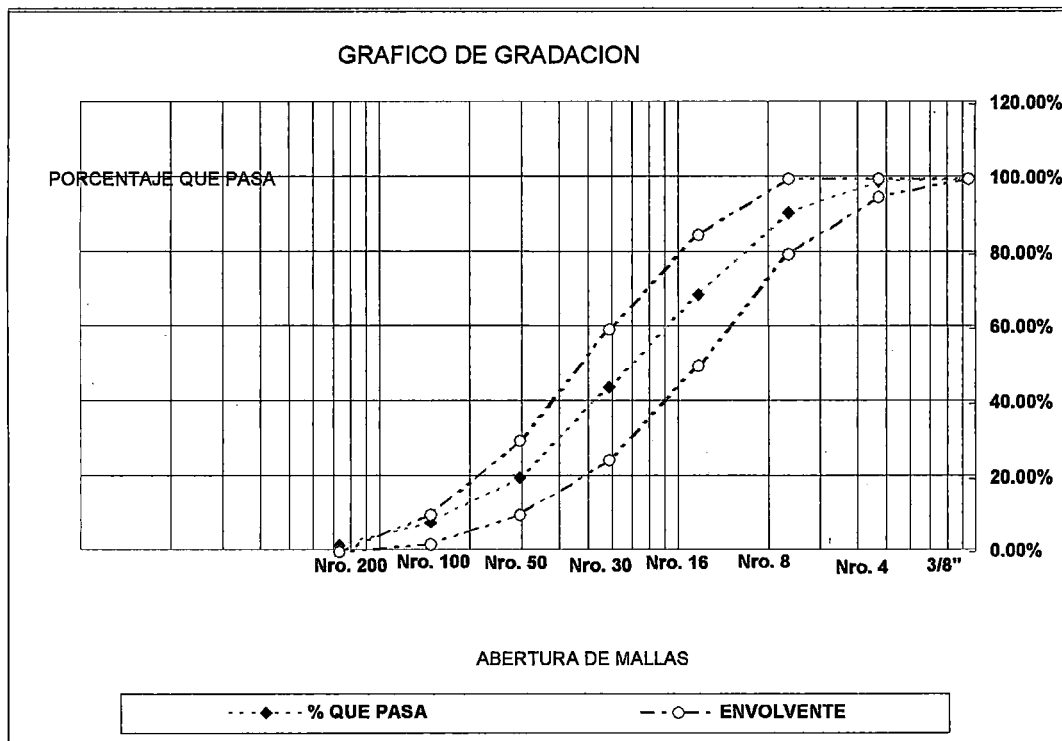
TAMIZ	PESO RET. (gr)	PORCENT . RET. (%)	PORC. RET. ACUMUL.	PORC. ACUM. PASA
Nº 4	8.60	0.86	0.86	99.14
Nº 8	82.55	8.26	9.12	90.89
Nº 16	216.35	21.64	30.75	69.25
Nº 30	249.15	24.92	55.67	44.34
Nº50	239.70	23.97	79.64	20.37
Nº100	122.90	12.29	91.93	8.07
Nº200	62.30	6.23	98.16	1.84
FONDO	18.45	1.85	100.00	
TOTAL	1000.00			

CUADRO N° A1.3.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

MUESTRA : Arena de cantera La Molina.
PESO : 1000 gr

MALLA N°	AGREGADO FINO				Norma ASTM C-33	
	P. Ret. (gr.)	Ret. (%)	Ret. Acum. (%)	Acum. Pasa (%)	Limite Izquierdo	Limite Derecho
2"	0.00	0.00	0.00	0.00		
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00		
1"	0.00	0.00	0.00	0.00		
3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00		
1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00		
3/8"	0.00	0.00	0.00	0.00	100	100
N°4	8.60	0.86	0.86	99.14	95	100
N°8	82.55	8.26	9.12	90.89	80	100
N°16	216.35	21.64	30.75	69.25	50	85
N°30	249.15	24.92	55.67	44.34	25	60
N°50	239.70	23.97	79.64	20.37	10	30
N°100	122.90	12.29	91.93	8.07	2	10
N°200	62.30	6.23	98.16	1.84		
Fondo	18.45	1.85	100.00	-		

MÓDULO DE FINURA = 2.68



CUADRO N°A1.3.2
REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO
SEGÚN NORMA ASTM C-33

PORCENTAJE DE PESO QUE PASA ACUMULADO					
TAMIZ		LIMITES TOTALES	CURVA C	CURVA M	CURVA F
3/8	9.5 mm	100	100	100	100
N°4	4.75 mm	89 - 100	95 - 100	89 - 100	89 - 100
N°8	2.36 mm	65 - 100	80 - 100	65 - 100	80 - 100
N°16	1.18 mm	45 - 100	50 - 85	45 - 100	70 - 100
N°30	600 um	25 - 100	25 - 60	25 - 80	55 - 100
N°50	300 um	5 - 70	10 - 30	5 - 48	5 - 70
N°100	150 um	0 - 12	2 - 10	0 - 12*	0 - 12

*Incrementar a 15% para agregado fino triturado, excepto cuando se use para pavimentos

**Para el presente trabajo, los límites utilizados corresponden a la curva C

CUADRO N° A1.4
DATOS PARA DETERMINAR LA SUPERFICIE ESPECÍFICA DEL
AGREGADO FINO

TAMIZ N°	PORCENTAJE RETENIDO (1)	DIAMETRO PROMEDIO (2)	COCIENTE (1) / (2)
N°4	0.86	0.71	1.20
N°8	8.26	0.36	23.12
N°16	21.64	0.18	120.87
N°30	24.92	0.09	279.94
N°50	23.97	0.04	544.77
N°100	12.29	0.02	558.64
FONDO	8.08	0.01	734.55
		SUMA =	2263.09

Luego se calcula la Superficie Específica (Se) como sigue:

$$Se = \frac{6 * (\Sigma)}{100 * Pe} = \frac{6 * 2263.09}{100 * 2.70}$$

Donde: Se = Superficie Específica
 Σ = Sumatoria de los Cocientes de los Porcentajes Retenidos entre el Diámetro Promedio
 Pe = Peso Específico

Luego:

Se = 50.29 cm ² /gr

CUADRO N° A1.5
CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

PESO (gr)	M - 1	M - 2	PROMEDIO
Muestra seca	500.00	500.00	
Muestra lavada	469.10	469.30	
Pérdida de Peso	30.90	30.70	
Material > # 200 (%)	6.18	6.14	6.16

Porcentaje de Material > malla # 200 = 6.16 %

CUADRO N° A1.6
DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROM.
	M - 1	M - 2	
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua (gr)	977.70	972.90	975.30
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón (gr)	662.60	657.20	659.90
Peso del agua: W (gr)	315.10	315.70	315.40
Peso del balón (gr)	161.00	150.70	155.85
Peso de la arena secada al horno: A (gr)	498.10	497.70	497.90
Volumen del balón: V (cm ³)	500.00	500.00	500.00

NOTA: Para los cálculos 1gr <> 1 cm³

CUADRO N° A1.7
CÁLCULO Y RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROM. (gr/cm ³)
	E - 1	E - 3	
Peso Específico de Masa: $A/(V-W)$	2.69	2.70	2.70
Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca: $V/(V-W)$	2.70	2.71	2.71
Peso Específico Aparente: $A/[(V-W)-(V-A)]$	2.72	2.73	2.73

NOTA: Para los cálculos 1gr <> 1 cm³

CUADRO N° A1.8
DATOS Y CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO SUELTO
DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROMEDIO
	M - 1	M - 2	
Peso de vasija + muestra: A (kg)	23.20	23.10	23.20
Peso de vasija: B (kg)	8.20	8.20	8.20
Peso de la muestra: A-B (kg)	15.00	14.9	15.00
Constante C (m ³)	109.89	109.89	109.89
Peso Unitario Suelto: (A-B)/C (kg/m ³)	1648.3 5	1637.3 6	1642.86

Peso Unitario Suelto = 1642.86 kg/m³

CUADRO N° A1.9:
DATOS Y CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO
COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROM.
	M - 1	M - 2	
Peso de vasija + muestra: A (kg)	24.40	24.35	24.40
Peso de vasija: B (kg)	8.20	8.20	8.20
Peso de la muestra compactada: A-B (kg)	16.20	16.15	16.20
Constante C (m ³)	109.89	109.89	109.89
Peso Unitario Compactado: (A-B)/C (kg/m ³)	1780.22	1774.72	1777.47

Peso Unitario Compactado = 1,777.47 kg/m³

**CUADRO N° A1.10:
DATOS Y CÁLCULOS DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL
AGREGADO FINO**

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROMEDIO
	M - 1	M - 2	
Peso de la arena secada al horno: A (kg)	498.10	497.70	497.9
Volumen del balón: V (m ³)	500.00	500.00	500.00
Porcentaje de Absorción: (V-A)/A*100 (%)	0.38	0.46	0.42

Porcentaje de Absorción = 0.42 %

**CUADRO N° A1.11
DATOS Y CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD
DEL AGREGADO FINO**

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROMEDIO
	M - 1	M - 2	
Peso de la muestra húmeda: A (gr)	500.0	500.0	500.0
Peso de muestra seca: B (gr)	497.20	497.00	497.10
Contenido de Humedad: (A-B)/B*100 (%)	0.56	0.60	0.58

Contenido de Humedad = 0.58 %

CUADRO N° A1.12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

MUESTRA : Piedra chancada de Planta Concretera "C+H Unión
De Concreteras S.A."
PESO: 5000 gr
ENSAYO : Promedio.

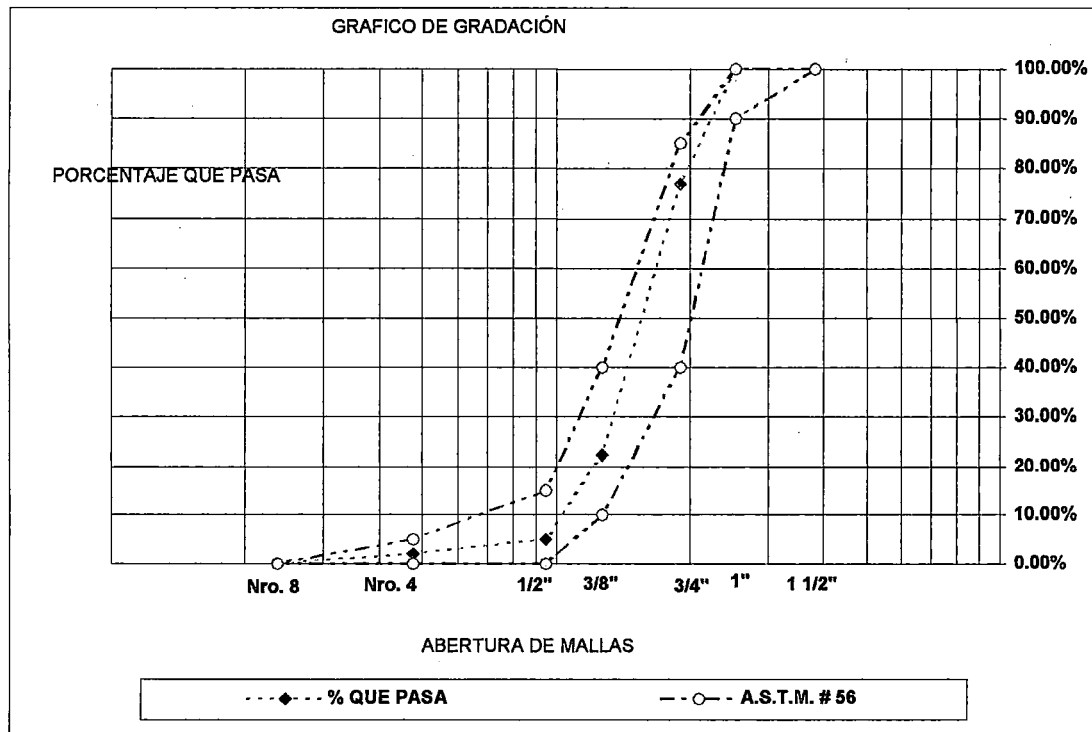
TAMIZ	PESO RET. (gr)	PORCENT. RET. (%)	PORC. RET. ACUMUL. (%)	PORC. ACUM. PASA (%)
1"	-	-	-	-
¾"	1154.73	23.09	23.09	76.91
½"	2731.77	54.64	77.73	22.27
3/8"	867.27	17.35	95.08	4.92
N° 4	245.30	4.91	99.98	0.02
N° 8	0.93	0.02	100.00	0.00
N° 16	-	-	100.00	0.00
N° 30	-	-	100.00	0.00
N°50	-	-	100.00	0.00
N°100	-	-	100.00	0.00
FONDO	-	-		
TOTAL	5000.00			

CUADRO N° A1.12.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

MUESTRA : Piedra chancada de Planta Concretera "C+H Unión de Concreteras S.A."
PESO : 5000 gr

MALLA	AGREGADO GRUESO				Norma ASTM C-33		
	N°	P. Ret. (gr.)	Ret. (%)	Ret. Acum. (%)	Acum. Pasa (%)	Limite Izquierdo	Limite Derecho
2"		0.00	0.00	0.00	0.00		
1 1/2"		0.00	0.00	0.00	0.00		
1"		0.00	0.00	0.00	0.00		
3/4"		1154.73	23.09	23.09	76.91		
1/2"		2731.77	54.64	77.73	22.27		
3/8"		867.27	17.35	95.08	4.92	100	100
N°4		245.30	4.91	99.98	0.02	95	100
N°8		0.93	0.02	100.00	0.00	80	100
N°16		0.00	0.00	100.00	0.00	50	85
N°30		0.00	0.00	100.00	0.00	25	60
N°50		0.00	0.00	100.00	0.00	10	30
N°100		0.00	0.00	100.00	0.00	2	10
> N°100		0.00	0.00	100.00	0.00		

MÓDULO DE FINURA = 7.18



CUADRO N°A1.12.2
REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO
SEGÚN NORMA ASTM C-33

TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS								
	75mm 3"	63mm 2 1/2"	50mm 2"	37.5mm 1 1/2"	25.5mm 1"	19mm 3/4"	12.5mm 1/2"	9.5mm 3/8"	4.75mm N°4
90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")		25 a 60		0 a		0 a 5			
63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5			
50 mm a 25.0 mm (2" a 1")		100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5		
50 mm a 4.75 mm (2" a N° 4)		100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5
37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")			100	90 a 100	20 a 35	0 a 5		0 a 5	
37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N° 4)			100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5
25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")				100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")				100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5
25.0 mm a 4.75 mm (1" a N° 4)				100	95 a 100		25 a 60		0 a 10
19.0 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5
19.0 mm a 4.75 mm (3/4" a N° 4)					100	90 a 100		20 a 55	0 a 10
12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N° 4)						100	90 a 100	40 a 70	0 a 15

*Para la presente investigación la curva promedio esta comprendida, entre los límites correspondientes al Tamaño Nominal de 1" a 3/8".

CUADRO N° A1.13
DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO
GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROM
	M - 1	M - 2	
Peso de la muestra secada al horno: A (gr)	2981.30	2980.80	2981.05
Peso de la muestra saturada con superficie seca: B (gr)	3000.00	3000.00	3000.00
Peso de la muestra saturada sumergida en agua + peso de la	2437.00	2434.50	2435.75
Peso de la canastilla (gr)	528.00	524.50	526.25
Peso de la muestra saturada sumergida en agua: C (gr)	1909.00	1910.00	1909.5

NOTA: Para los cálculos $1\text{gr} \leftrightarrow 1\text{ cm}^3$

CUADRO N° A1.14
CÁLCULO Y RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO
GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROM gr/cm ³
	E - 1	E - 4	
Peso Específico de Masa: A/(B-C)	2.73	2.73	2.73
Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente	2.75	2.75	2.75
Peso Específico Aparente: A/(A-C)	2.78	2.78	2.78

NOTA: Para los cálculos $1\text{gr} \leftrightarrow 1\text{ cm}^3$

CUADRO N° A1.15
DATOS Y CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO SUELTO
DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROMEDIO
	M - 1	M - 2	
Peso de vasija + muestra: A (kg)	21.00	20.80	20.90
Peso de vasija: B (kg)	8.20	8.20	8.20
Peso de la muestra: A-B (kg)	12.80	12.60	12.70
Constante C (m ³)	109.89	109.89	109.89
Peso Unitario Suelto: (A-B)/C (kg/m ³)	1406.59	1384.61	1395.60

Peso Unitario Suelto = 1395.60 kg/m³

CUADRO N° A1.16
DATOS Y CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO
COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROMEDIO
	M - 1	M - 2	
Peso de vasija + muestra: A (kg)	22.50	22.70	22.60
Peso de vasija: B (kg)	8.20	8.20	8.20
Peso de la muestra compactada: A-B (kg)	14.30	14.50	14.40
Constante C (m ³)	109.89	109.89	109.89
Peso Unitario Compactado: (A-B)/C (kg/m ³)	1571.43	1593.41	1582.42

Peso Unitario Compactado = 1582.42 kg/m³

CUADRO N° A1.17
DATOS Y CÁLCULOS DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL
AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROM.
	M - 1	M - 2	
Peso de la muestra secada al horno: A (gr)	2981.3	2980.8	2981.05
Peso de la muestra saturada con superficie seca: B (gr)	3000.00	3000.00	3000.00
Porcentaje de Absorción: (B-A)/A*100 (%)	0.63	0.64	0.64

Porcentaje de Absorción = 0.64 %

CUADRO N° A1.18
DATOS PARA DETERMINAR LA SUPERFICIE ESPECÍFICA DEL
AGREGADO GRUESO

TAMIZ N°	PORCENTAJE RETENIDO (1)	DIAMETRO PROMEDIO (2)	COCIENTE (1) / (2)
3 / 4"	23.09	2.220	10.40
1 / 2"	54.64	1.585	34.47
3 / 8"	17.35	1.110	15.63
N° 4	4.91	0.714	6.87
N° 8	0.019	0.355	0.05
		SUMA =	67.42

Luego se calcula la Superficie Específica (Se) como sigue:

$$Se = \frac{6 * (\Sigma)}{100 * Pe} = \frac{6 * 67.42}{100 * 2.73}$$

Donde:

Se = Superficie Específica

Σ = Sumatoria de los Cocientes de los Porcentajes Retenidos entre el Diámetro Promedio

Pe = Peso Específico

Luego:

Se = 1.48 cm²/gr

CUADRO N° A1.19
DATOS Y CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD
DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		PROM.
	E - 1	E - 2	
Peso de la muestra húmeda: A (gr)	1000.00	1000.00	1000.00
Peso de muestra seca: B (gr)	996.50	996.70	996.60
Contenido de Humedad: $(A-B)/B*100$ (%)	0.35	0.33	0.34

CUADRO N° A1.20
PORCENTAJES DE COMBINACIONES Y PESO UNITARIO
COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL

% Arena	% Piedra	Peso muestra (Kg)	Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)
52	48	24.70	2055.53
50	50	24.67	2077.76
48	52	24.69	2088.87
46	54	24.68	2099.98
44	56	24.69	2088.87
42	58	24.70	2077.76
40	60	24.73	2066.65

CUADRO N° A1.21
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL

MUESTRA: Arena, cantera "La Molina". Piedra cantera "Río Rímac"

COMBINACIÓN: Arena = 46% y Piedra = 54%

ENSAYO: N°2

MALLAS		% RET. ACUM FINO	% RET. ACUM GRUESO	% RET. ACUM GLOBAL	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
TAMIZ N°	Mm				
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	0.00	23.09	12.47	87.53
1/2"	12.7	0.00	77.73	41.97	58.03
3/8"	9.53	0.00	95.08	51.34	48.66
N°4	4.76	0.86	99.98	54.39	45.61
N°8	2.38	9.12	100.00	58.20	41.80
N°16	1.19	30.75	100.00	68.15	31.86
N°30	0.595	55.67	100.00	79.61	20.39
N°50	0.297	79.64	100.00	90.63	9.37
N°100	0.149	91.93	100.00	96.29	3.71
N°200	0.075	98.16	100.00	99.15	0.85
< N°200		100.00	100.00	100.00	0.00

CUADRO A1.22

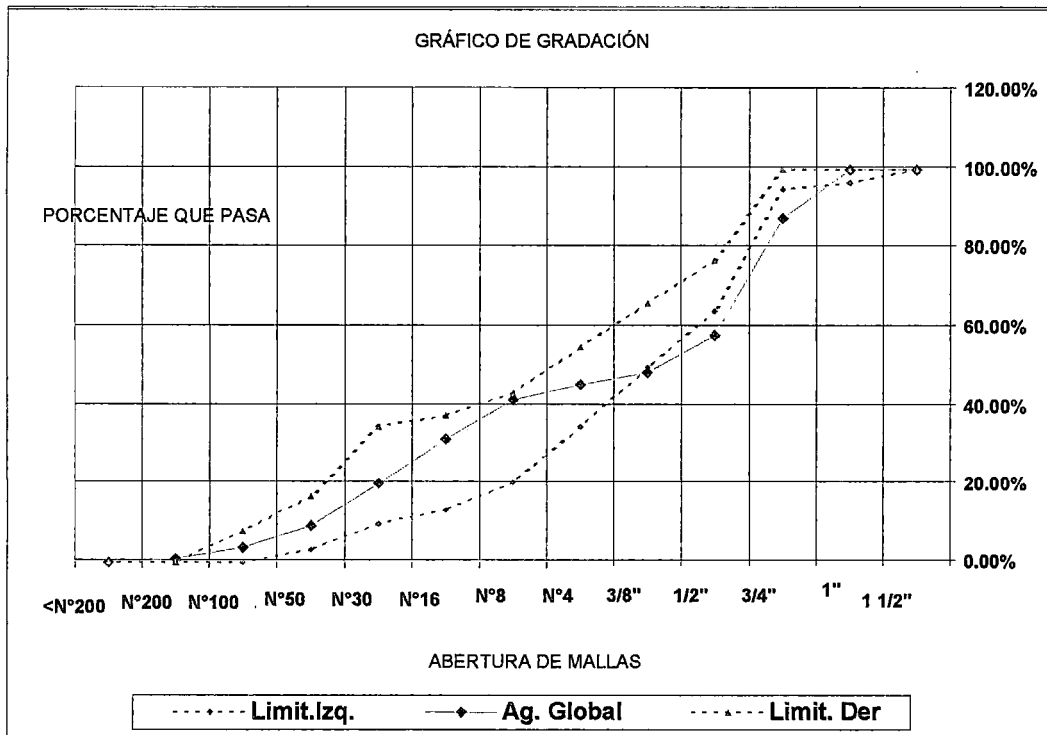
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL

MUESTRA : Arena de cantera "La Molina" y Piedra de cantera "Río Rimac"

COMBINACIÓN : Arena = 46% y Piedra = 54%

MALLA Nº	AGREGADO GRUESO				Norma ASTM C-33	
	P. Ret. (gr.)	Ret. (%)	Ret. Acum. (%)	Acum. Pasa (%)	Limite Izquierdo	Limite Derecho
2"	0.00	0.00	0.00	0.00		
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00		
1"	0.00	0.00	0.00	0.00		
3/4"	0.00	23.09	12.47	87.53		
1/2"	0.00	77.73	41.97	58.03		
3/8"	0.00	95.08	51.34	48.66	100	100
Nº4	0.86	99.98	54.39	45.61	95	100
Nº8	9.12	100.00	58.20	41.80	80	100
Nº16	30.75	100.00	68.15	31.86	50	85
Nº30	55.67	100.00	79.61	20.39	25	60
Nº50	79.64	100.00	90.63	9.37	10	30
Nº100	91.93	100.00	96.29	3.71	2	10
Nº200	98.16	100.00	99.15	0.85		
<Nº200	100.00	100.00	100.00	0.00		

MÓDULO DE FINURA = 5.11



CUADRO A1.23
REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GLOBAL
SEGÚN NORMA ASTM C-33

PORCENTAJE DE PESO QUE PASA ACUMULADO					
TAMIZ		TAMAÑO NOMINAL 37.5 mm (1 1/2")	TAMAÑO NOMINAL 19.0 mm (3/4")	TAMAÑO NOMINAL 9.5 mm (3/8")	
2"	50 mm	100			
1 1/2"	37.5 mm	95 a 100	100		
3/4"	19.0 mm	45 a 80	95 a 100		
1/2"	12.5mm			100	
3/8"	9.5 mm			95 a 100	
Nº4	4.75 mm	25 a 50	35 a 55	30 a 65	
Nº8	2.36 mm			20 a 50	
Nº16	1.18 mm			15 a 40	
Nº30	600 um	8 a 30	10 a 35	10 a 30	
Nº50	300 um			5 a 15	
Nº100	150 um	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*	

*Incrementar a 10% para finos de roca triturada

**Para la presente investigación la curva promedio está comprendida entre los límites correspondientes al Tamaño Nominal de 3/4"

ANEXO B

RESULTADO DE LOS ENSAYOS CON EL CONCRETO

FRESCO

ANEXO B1.1
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.40 + 0% ADITIVO

tiempo de inicio = 15:00

Tiempo (h:m)	Volumen (cm ³)	Vol.Acumul.(cm ³)
15:00	0,00	0,00
15:10	0,00	0,00
15:20	11,50	11,50
15:30	11,50	23,00
15:40	13,00	36,00
16:10	28,00	64,00
16:40	14,00	78,00
17:10	1,00	79,00
17:40	0,00	79,00

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm ³)	79,00
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	35300,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	26400,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m ³) D (gr.)	40010,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m ³) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3233,19

%EXUDACIÓN = 2.44 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B - C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.2
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.40 + 0,75% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 12:30

Tiempo (h:m)	Volumen (cm3)	Vol.Acumul.(cm3)
12:30	0,00	0,00
12:40	0,00	0,00
12:50	0,00	0,00
13:00	0,00	0,00
13:10	0,20	0,20
13:40	6,80	7,00
14:10	3,00	10,00
14:40	4,00	14,00
15:10	3,00	17,00
15:40	5,50	22,50

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm3)	22,50
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	37200,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	28300,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m3) D (gr.)	42550,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m3) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3258,99

%EXUDACIÓN = 0.69 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.3
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.40 + 0,93% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 14.35

Tiempo (h:m)	Volumen (cm3)	Vol.Acumul.(cm3)
14:35	0,00	0,00
14:45	0,00	0,00
14:55	0,00	0,00
15:05	0,00	0,00
15:15	0,20	0,20
15:45	6,80	7,00
16:15	3,00	10,00
16:45	4,00	14,00
17:15	3,00	17,00

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm3)	17,00
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	38150,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	29250,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m3) D (gr.)	43400,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m3) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3302,42

%EXUDACIÓN = 0.51 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.4
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.40 + 1,12% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 14:00

Tiempo (h:m)	Volumen (cm ³)	Vol.Acumul.(cm ³)
14:00	0,00	0,00
14:10	0,00	0,00
14:20	0,00	0,00
14:30	0,00	0,00
14:40	0,00	0,00
15:10	3,50	3,50
15:40	1,00	4,50
16:10	2,00	6,50
16:40	0,50	7,00

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm ³)	7,00
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	38450,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	29550,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m ³) D (gr.)	43700,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m ³) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3313,39

%EXUDACIÓN = 0.21 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B - C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.5
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.45 + 0% ADITIVO

tiempo de inicio = 14:20

Tiempo (h:m)	Volumen (cm3)	Vol.Acumul.(cm3)
14:20	0,00	0,00
14:30	0,00	0,00
14:40	0,00	0,00
14:50	0,00	0,00
15:00	0,00	0,00
15:30	5,00	5,00
16:00	3,00	8,00
16:30	2,00	10,00
17:00	9,00	19,00
17:30	5,50	24,50

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm3)	24,50
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	35800,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	26900,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m3) D (gr.)	40060,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m3) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3290,31

%EXUDACIÓN = 0.74 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.6
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.45 + 0,75% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 12:10

Tiempo (h:m)	Volumen (cm3)	Vol.Acumul.(cm3)
12:10	0,00	0,00
12:20	0,00	0,00
12:30	0,00	0,00
12:40	0,00	0,00
13:10	3,00	3,00
13:40	6,00	9,00
14:10	3,00	12,00
14:40	6,00	18,00
15:10	3,00	21,00
15:40	3,00	24,00

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm3)	24,00
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	37100,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	28200,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m3) D (gr.)	42600,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m3) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3243,66

%EXUDACIÓN = 0.74 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.7 ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.45 + 0,93% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 13:20

Tiempo (h:m)	Volumen (cm ³)	Vol.Acumul.(cm ³)
13:20	0,00	0,00
13:30	0,00	0,00
13:40	0,00	0,00
13:50	0,00	0,00
14:20	0,50	0,50
14:50	1,50	2,00
15:20	4,00	6,00
15:50	4,00	10,00
16:20	2,00	12,00
16:50	0,50	12,50

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm ³)	12,50
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	35200,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	26300,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m ³) D (gr.)	40700,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m ³) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3166,34

%EXUDACIÓN = 0.39 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.8 ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.45 + 1,12% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 14:00

Tiempo (h:m)	Volumen (cm3)	Vol.Acumul.(cm3)
14:00	0,00	0,00
14:10	0,00	0,00
14:20	0,00	0,00
14:30	0,00	0,00
15:00	0,00	0,00
15:30	1,00	1,00
16:00	1,50	2,50
16:30	0,50	3,00
17:00	1,00	4,00
17:30	0,00	4,00

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm3)	4,00
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	40800,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	31900,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m3) D (gr.)	45000,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m3) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3473,56

%EXUDACIÓN = 0.12 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.9 ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.50 + 0% ADITIVO

tiempo de inicio = 16:37

Tiempo (h:m)	Volumen (cm ³)	Vol.Acumul.(cm ³)
16:37	0,00	0,00
16:47	4,00	4,00
16:57	3,50	7,50
17:07	2,50	10,00
17:17	2,50	12,50
17:47	10,60	23,10
18:17	8,90	32,00
18:47	5,50	37,50
19:17	2,00	39,50

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm ³)	39,50
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	39600,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	30700,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m ³) D (gr.)	44100,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m ³) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3411,11

%EXUDACIÓN = 1.16 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.10
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.50 + 0,75% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 10:00

Tiempo (h:m)	Volumen (cm ³)	Vol.Acumul.(cm ³)
10:00	0,00	0,00
10:10	0,00	0,00
10:20	0,00	0,00
10:30	0,00	0,00
11:00	6,00	6,00
11:30	4,00	10,00
12:00	3,00	13,00
12:30	5,00	18,00
13:00	4,00	22,00

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm ³)	22,00
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	37100,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	28200,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m ³) D (gr.)	42500,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m ³) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3251,29

%EXUDACIÓN = 0.68 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

100

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times}{F}$$

F

ANEXO B1.11
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.50 + 0,93% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 12:00

Tiempo (h:m)	Volumen (cm3)	Vol.Acumul.(cm3)
12:00	0,00	0,00
12:10	0,00	0,00
12:20	0,00	0,00
12:30	0,00	0,00
13:00	2,00	2,00
13:30	2,00	4,00
14:00	3,00	7,00
14:30	3,50	10,50
15:00	2,00	12,50

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm3)	12,50
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	36400,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	27500,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m3) D (gr.)	41200,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m3) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3270,63

%EXUDACIÓN = 0.38 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B1.12 ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.50 + 1,12% DE ADITIVO

tiempo de inicio = 13:20

Tiempo (h:m)	Volumen (cm ³)	Vol.Acumul.(cm ³)
13:20	0,00	0,00
13:30	0,00	0,00
13:40	0,00	0,00
13:50	0,00	0,00
14:20	1,50	1,50
14:50	2,00	3,50
15:20	3,00	6,50
15:50	1,50	8,00
16:20	1,00	9,00

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Volumen Acumulado A (cm ³)	9,00
Peso balde+Peso mezcla B (gr.)	39200,00
Peso balde C (gr.)	8900,00
Peso mezcla B-C (gr.)	30300,00
Peso total de mezcla (tanda de 0.021m ³) D (gr.)	44500,00
Peso total de agua (tanda de 0.021m ³) E (gr.)	4900,00
Peso de agua en el balde F (gr.)	3336,40

%EXUDACIÓN = 0.27 %

Nota:

$$F = \frac{E \times (B-C)}{D}$$

$$\%EXUDACIÓN = \frac{A \times 100}{F}$$

ANEXO B2.1

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.40 + 0% ADITIVO

Tiempo de Inicio = 9:15 a.m.

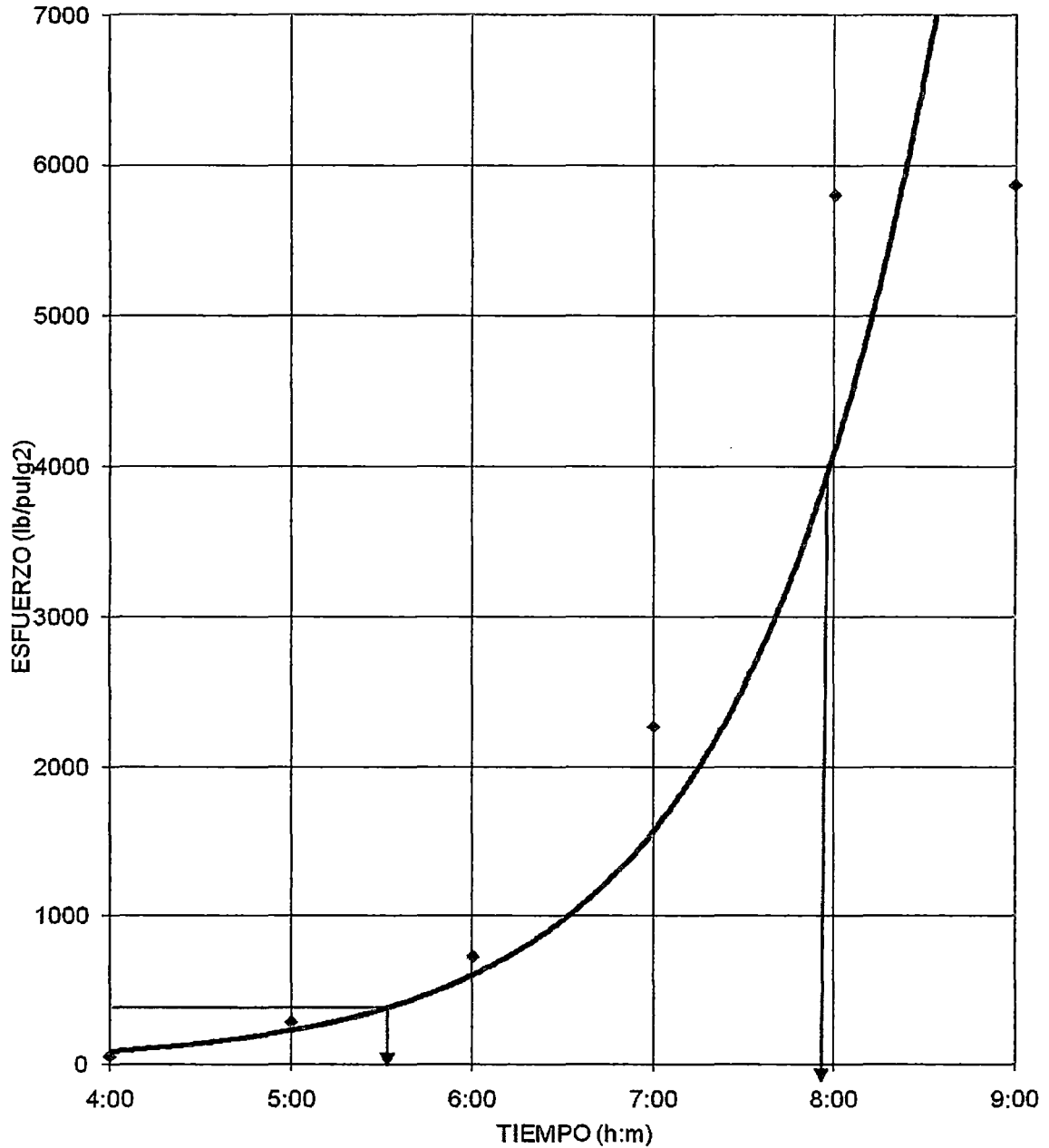
DIAM. AGUJA (plg.)	AREA (plg ²)	FUERZA (libras)	PRESIÓN		HORA h:m	TIEMPO TRANSCU.
			lb/plg ²	kg/cm ²		
1 1/81"	0,9940	55,00	55,33	3,89	13:15	4:00
13/16"	0,5185	146,00	281,58	19,80	14:15	5:00
9/16"	0,2485	180,00	724,35	50,92	15:15	6:00
5/16"	0,0767	174,00	2268,28	159,46	16:15	7:00
4/16"	0,0491	0,00	0,00	0,00	-	-
3/16"	0,0276	160,00	5797,10	407,54	17:15	8:00
	0,0276	162,00	5869,57	412,63	18:15	9:00

FRAGUA INICIAL = (500 lb/plg² <> 35 kg/cm²) = 5:29 horas

FRAGUA FINAL = (4000 lb/plg² <> 280 kg/cm²) = 7:29 horas

ANEXO B.2 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

TIEMPO DE FRAGUADO
0.40 + 0%ADITIVO



FRAGUA INICIAL (h:m) = 5:29
FRAGUA FINAL (h:m) = 7:29

ANEXO B2.3
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.40 + 0,75% DE ADITIVO

Tiempo de Inicio = 9:40 a.m.

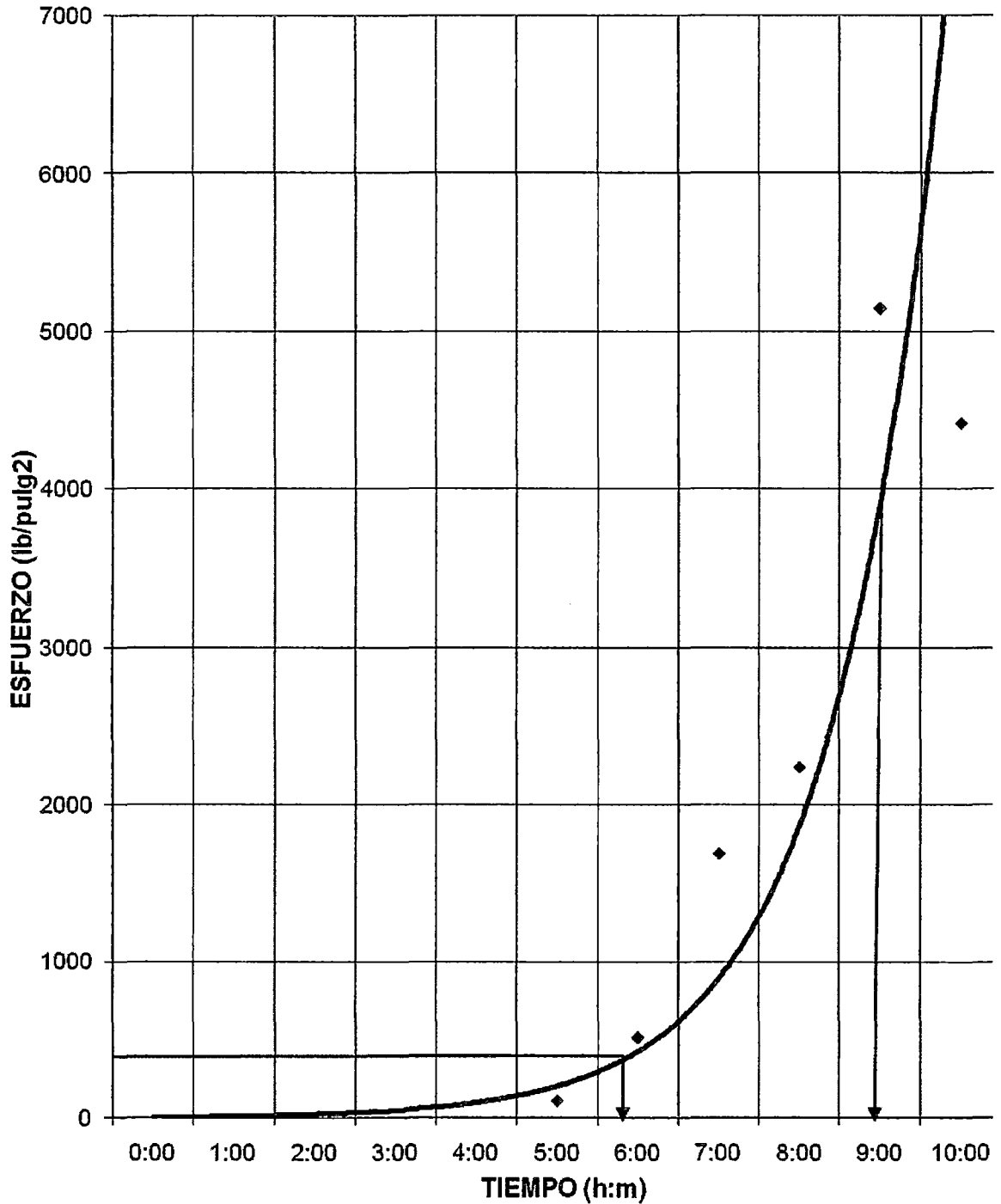
DIAM. AGUJA (plg.)	AREA (plg ²)	FUERZA (libras)	PRESIÓN		HORA h:m	TIEMPO TRANSCU.
			lb/plg ²	kg/cm ²		
1 1/81"	0,9940	0,00	0,00	0,00	13:40	4:00
13/16"	0,5185	55,00	106,08	7,46	14:40	5:00
9/16"	0,2485	127,00	511,07	35,93	15:40	6:00
5/16"	0,0767	130,00	1694,69	119,14	16:40	7:00
4/16"	0,0491	110,00	2240,33	157,49	17:40	8:00
3/16"	0,0276	142,00	5144,93	361,69	18:40	9:00
	0,0276	122,00	4420,29	310,75	19:40	10:00

FRAGUA INICIAL = (500 lb/plg² <> 35 kg/cm²) = 5:58 horas

FRAGUA FINAL = (4000 lb/plg² <> 280 kg/cm²) = 8:36 horas

ANEXO B2.4
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

TIEMPO DE FRAGUADO
0.40 + 0.75% DE ADITIVO



FRAGUA INICIAL (h:m) = 5:58
FRAGUA FINAL (h:m) = 8:36

ANEXO B2.5
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.40 + 0,93% DE ADITIVO

Tiempo de Inicio = 8:20 a.m.

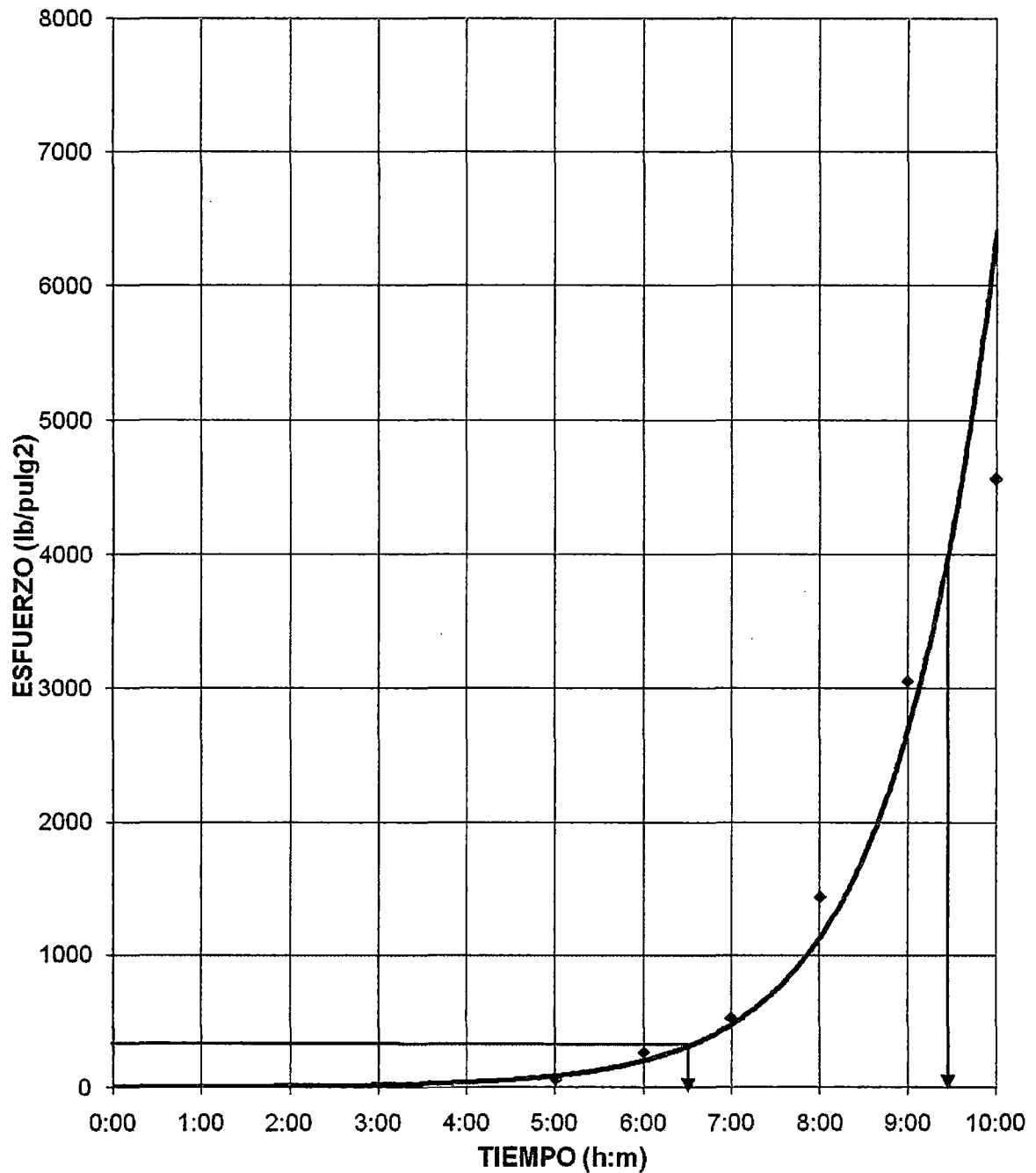
DIAM. AGUJA (plg.)	AREA (plg ²)	FUERZA (libras)	PRESIÓN		HORA h:m	TIEMPO TRANSCU.
			lb/plg ²	kg/cm ²		
1 1/81"	0,9940	56,00	56,34	3,96	13:20	5:00
13/16"	0,5185	135,00	260,37	18,30	14:20	6:00
9/16"	0,2485	130,00	523,14	36,78	15:20	7:00
5/16"	0,0767	111,00	1447,01	101,72	16:20	8:00
4/16"	0,0491	150,00	3054,99	214,77	17:20	9:00
3/16"	0,0276	126,00	4565,22	320,93	18:20	10:00

FRAGUA INICIAL = (500 lb/plg² <> 35 kg/cm²) = 6:54 horas

FRAGUA FINAL = (4000 lb/plg² <> 280 kg/cm²) = 9:37 horas

ANEXO B2.6 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

TIEMPO DE FRAGUADO
0.40 + 0.93% DE ADITIVO



FRAGUA INICIAL (h:m) = 6:54

FRAGUA FINAL (h.m) = 9:37

ANEXO B2.7
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.40 + 1,12% DE ADITIVO

Tiempo de Inicio = 10:15 a.m.

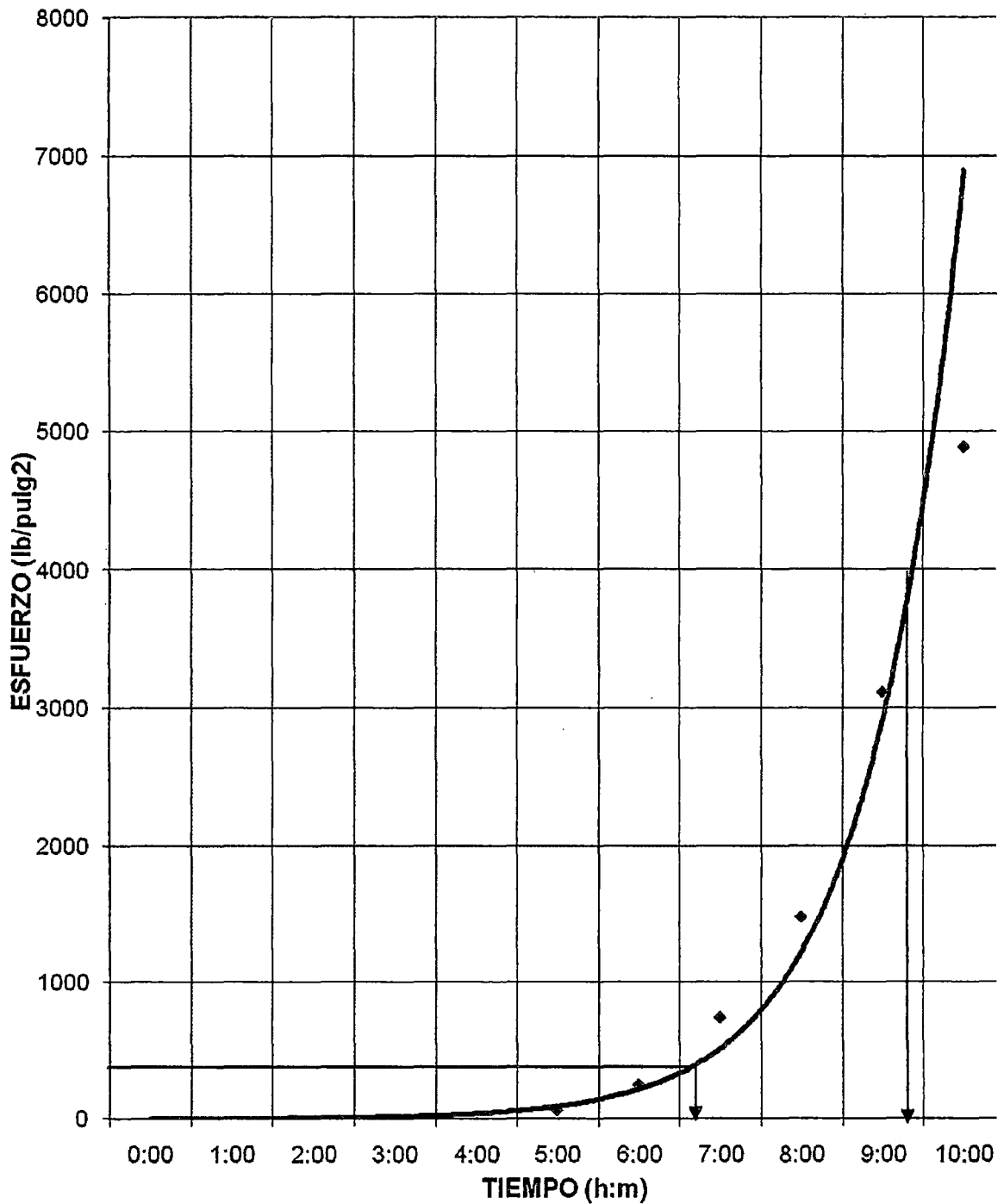
DIAM. AGUJA (plg.)	AREA (plg ²)	FUERZA (libras)	PRESIÓN		HORA h:m	TIEMPO TRANSCU.
			lb/plg ²	kg/cm ²		
1 1/81"	0,9940	60,00	60,36	4,24	15:15	5:00
13/16"	0,5185	128,00	246,87	17,35	16:15	6:00
9/16"	0,2485	184,00	740,44	52,05	17:15	7:00
5/16"	0,0767	114,00	1486,12	104,47	18:15	8:00
4/16"	0,0491	153,00	3116,09	219,06	19:15	9:00
3/16"	0,0276	135,00	4891,30	343,86	20:15	10:00

FRAGUA INICIAL = (500 lb/plg² <> 35 kg/cm²) = 6:31 horas

FRAGUA FINAL = (4000 lb/plg² <> 280 kg/cm²) = 9:29 horas

ANEXO B2.8 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

TIEMPO DE FRAGUADO 0.40 + 1.12% DE ADITIVO



FRAGUA INICIAL (h:m) = 6:31

FRAGUA FINAL (h.m) = 9:29

ANEXO B2.9
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.45 + 0% ADITIVO

Tiempo de Inicio = 10:20 a.m.

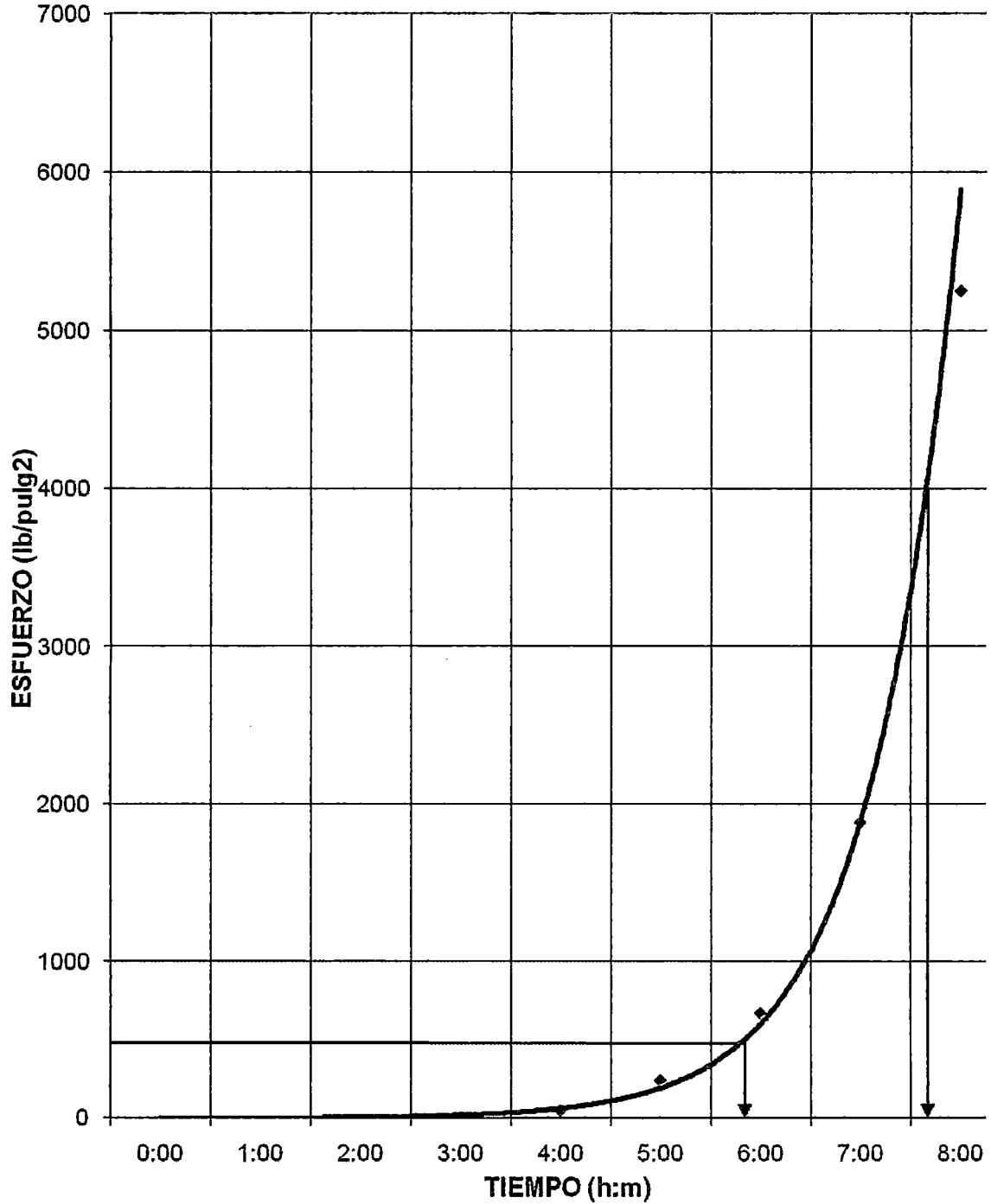
DIAM. AGUJA (plg.)	AREA (plg ²)	FUERZA (libras)	PRESIÓN		HORA h:m	TIEMPO TRANSCU.
			lb/plg ²	kg/cm ²		
1 1/81"	0,9940	49,00	49,30	3,47	14:20	4:00
13/16"	0,5185	126,00	243,01	17,08	15:20	5:00
9/16"	0,2485	168,00	676,06	47,53	16:20	6:00
5/16"	0,0767	145,00	1890,24	132,88	17:20	7:00
4/16"	0,0491	0,00	0,00	0,00	-	-
3/16"	0,0276	145,00	5253,62	369,33	18:20	8:00
	0,0276	140,00	5072,46	356,59	19:20	9:00

FRAGUA INICIAL = (500 lb/plg² <> 35 kg/cm²) = 5:35 horas

FRAGUA FINAL = (4000 lb/plg² <> 280 kg/cm²) = 7:37 horas

ANEXO B2.10
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

TIEMPO DE FRAGUADO
0.45 + 0% ADITIVO



FRAGUA INICIAL (h:m) = 5:35
FRAGUA FINAL (h:m) = 7:37

ANEXO B2.11
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.45 + 0,75% DE ADITIVO

Tiempo de Inicio = 9:00 a.m.

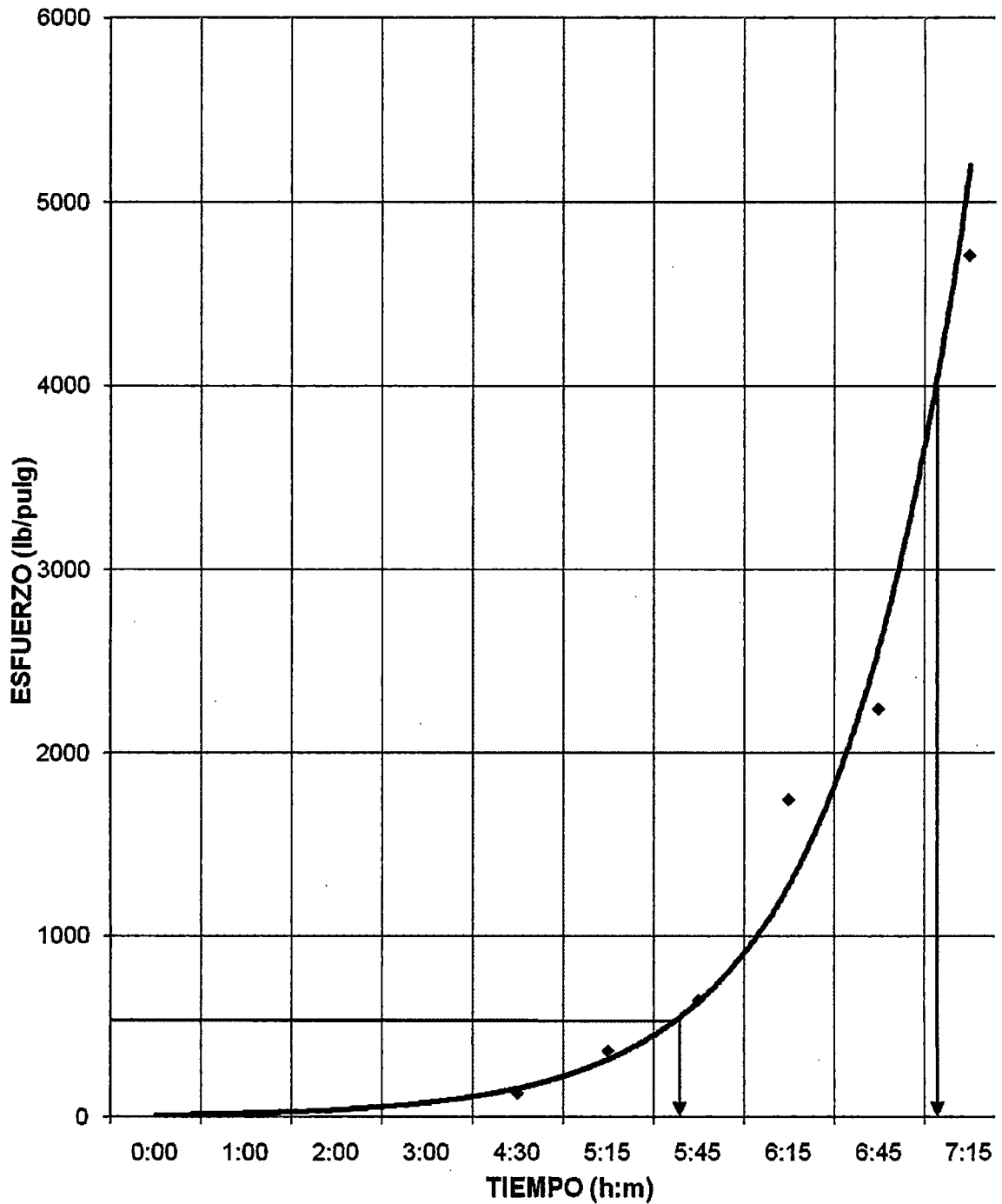
DIAM. AGUJA (plg.)	AREA (plg ²)	FUERZA (libras)	PRESIÓN		HORA h:m	TIEMPO TRANSCU.
			lb/plg ²	kg/cm ²		
1 1/81"	0,9940	128,00	128,77	9,05	13:30	4:30
13/16"	0,5185	188,00	362,58	25,49	14:15	5:15
9/16"	0,2485	160,00	643,86	45,26	14:45	5:45
5/16"	0,0767	134,00	1746,84	122,80	15:15	6:15
4/16"	0,0491	110,00	2240,33	157,49	15:45	6:45
3/16"	0,0276	130,00	4710,14	331,12	16:15	7:15

FRAGUA INICIAL = (500 lb/plg² <> 35 kg/cm²) = 5:29 horas

FRAGUA FINAL = (4000 lb/plg² <> 280 kg/cm²) = 7:06 horas

ANEXO B2.12 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

TIEMPO DE FRAGUADO
0.45 + 0.75% DE ADITIVO



FRAGUA INICIAL (h:m) = 5:29

FRAGUA FINAL (h:m) = 7:06

ANEXO B2.13
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.45 + 0,93% DE ADITIVO

Tiempo de Inicio = 9:05 a.m.

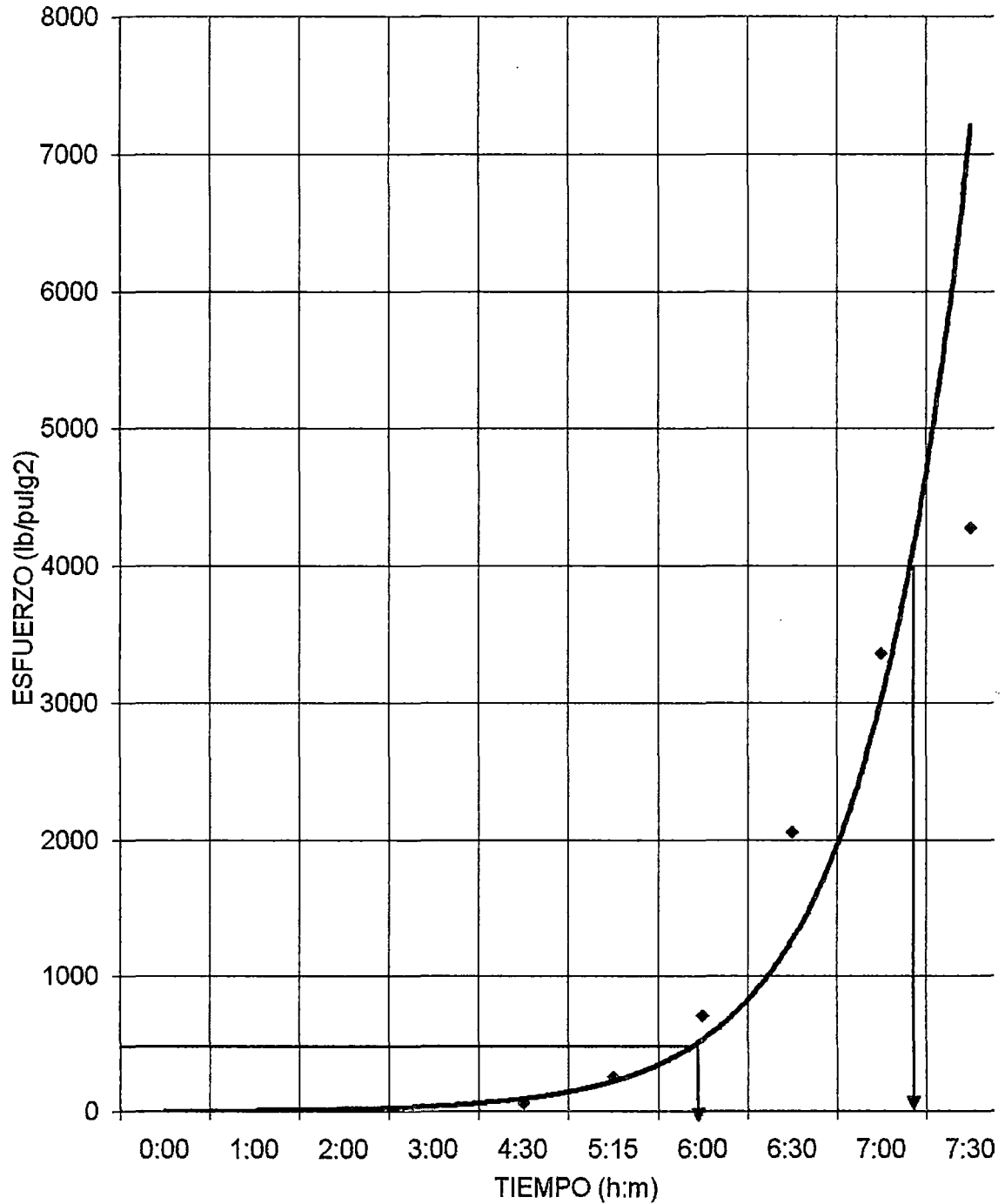
DIAM. AGUJA (plg.)	AREA (plg ²)	FUERZA (libras)	PRESIÓN		HORA h:m	TIEMPO TRANSCU.
			lb/plg ²	kg/cm ²		
1 1/8"	0,9940	56,00	56,34	3,96	13:35	4:30
13/16"	0,5185	130,00	250,72	17,63	14:20	5:15
9/16"	0,2485	175,00	704,23	49,51	15:05	6:00
5/16"	0,0767	158,00	2059,71	144,80	15:35	6:30
4/16"	0,0491	165,00	3360,49	236,24	16:05	7:00
3/16"	0,0276	118,00	4275,36	300,56	16:35	7:30

FRAGUA INICIAL = (500 lb/plg² <> 35 kg/cm²) = 5:40 horas

FRAGUA FINAL = (4000 lb/plg² <> 280 kg/cm²) = 7:20 horas

ANEXO B2.14 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

TIEMPO DE FRAGUADO
0.45 + 0.93% DE ADITIVO



FRAGUA INICIAL (h:m) = 5:40
FRAGUA FINAL (h.m) = 7:20

ANEXO B2.15
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

A/C = 0.45 + 1,12% DE ADITIVO

Tiempo de Inicio = 9:40 a.m.

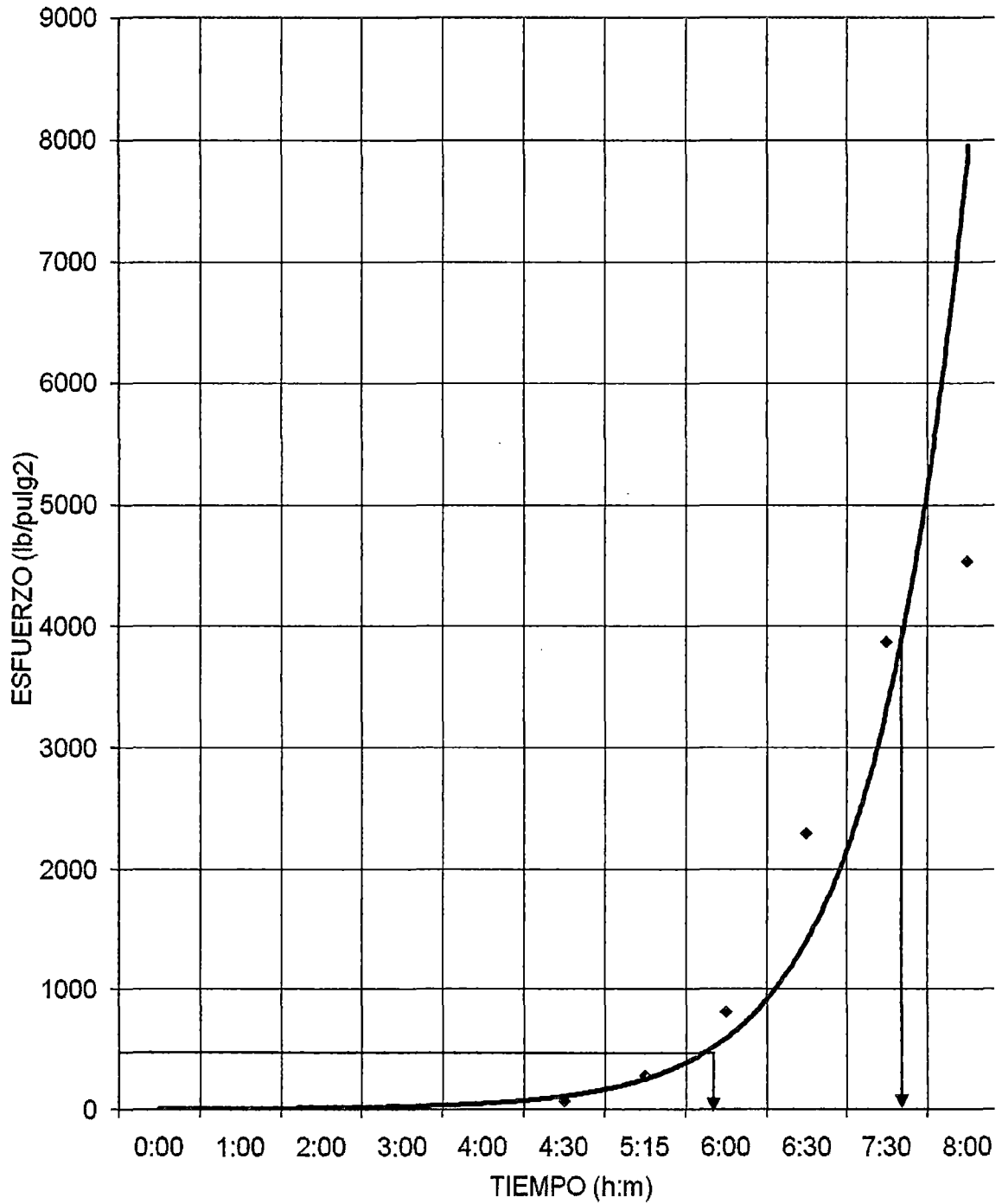
DIAM. AGUJA (plg.)	AREA (plg ²)	FUERZA (libras)	PRESIÓN		HORA h:m	TIEMPO TRANSCU.
			lb/plg ²	kg/cm ²		
1 1/8"	0,9940	62,00	62,37	4,38	14:10	4:30
13/16"	0,5185	141,00	271,94	19,12	14:55	5:15
9/16"	0,2485	200,00	804,83	56,58	15:40	6:00
5/16"	0,0767	176,00	2294,36	161,29	16:10	6:30
4/16"	0,0491	190,00	3869,65	272,04	17:10	7:30
3/16"	0,0276	125,00	4528,99	318,39	17:40	8:00

FRAGUA INICIAL = (500 lb/plg² <> 35 kg/cm²) = 5:34 horas

FRAGUA FINAL = (4000 lb/plg² <> 280 kg/cm²) = 7:35 horas

ANEXO B2.16
ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

TIEMPO DE FRAGUADO
0.45 + 1.12% DE ADITIVO



FRAGUA INICIAL (h:m) = 5:34
FRAGUA FINAL (h:m) = 7:37

ANEXO C
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
CON EL CONCRETO ENDURECIDO

ANEXO C1.1
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

A/C = 0,40 + 0.00 % ADITIVO

EDAD (Dias)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Kn.)	F'c (Kg/cm ²)	F'c (Promedio) (Kg/cm ²)
1	13.40	30.40	15.20	330	189	191
	13.50	30.50	15.30	330	190	
	13.45	30.50	15.20	340	194	
3	13.55	30.50	15.30	605	335	339
	13.45	30.50	15.30	610	338	
	13.45	30.50	15.30	620	343	
7	13.50	30.50	15.30	790	434	427
	13.60	30.50	15.30	770	423	
	13.50	30.50	15.30	770	423	
14	13.45	30.50	15.30	880	484	458
	13.40	30.50	15.30	800	440	
	13.50	30.50	15.30	820	451	
28	13.45	30.50	15.30	950	523	514
	13.45	30.50	15.20	930	518	
	13.50	30.50	15.20	900	502	
	13.50	30.50	15.20	930	518	
	13.45	30.50	15.20	900	502	
	13.45	30.50	15.20	930	518	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.2
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0,40 + 0.75% DE ADITIVO

EDAD (Dias)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Kn.)	F'c (Kg/cm2)	F'c (Promedio) (Kg/cm2)
1	13.70	30.50	15.30	470	265	272
	13.70	30.50	15.30	495	278	
	13.65	30.50	15.30	490	272	
3	13.75	30.50	15.20	670	375	376
	13.75	30.50	15.20	670	375	
	13.75	30.50	15.20	675	377	
7	13.75	30.50	15.20	770	429	425
	13.75	30.50	15.20	765	426	
	13.70	30.50	15.30	755	420	
14	13.70	30.50	15.30	825	454	450
	13.75	30.50	15.30	820	451	
	13.75	30.50	15.30	810	446	
28	13.70	30.50	15.30	885	487	490
	13.70	30.50	15.30	885	487	
	13.75	30.50	15.30	890	490	
	13.75	30.50	15.30	890	490	
	13.70	30.50	15.30	895	493	
	13.75	30.50	15.30	895	493	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.3
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0,40 + 0.93% DE ADITIVO

EDAD (Dias)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm2)	F'c (Promedio) (Kg/cm2)
1	13.70	30.50	15.20	480	271	292
	13.70	30.50	15.20	530	298	
	13.70	30.50	15.30	545	306	
3	13.75	30.50	15.20	690	385	422
	13.60	30.50	15.30	780	434	
	13.70	30.50	15.20	800	446	
7	13.70	30.50	15.10	810	457	460
	13.75	30.50	15.10	815	460	
	13.75	30.50	15.10	820	463	
14	13.65	30.50	15.20	875	488	490
	13.70	30.50	15.20	880	490	
	13.70	30.50	15.20	885	493	
28	13.70	30.50	15.30	980	539	541
	13.70	30.50	15.30	1000	550	
	13.69	30.50	15.40	980	532	
	13.75	30.50	15.30	1000	550	
	13.75	30.50	15.30	990	545	
	13.80	30.50	15.50	990	531	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.4

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

A/C = 0,40 + 1.12% DE ADITIVO

EDAD (Días)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm2)	F'c (Promedio) (Kg/cm2)
1	13.70	30.50	15.20	600	337	335
	13.75	30.50	15.30	600	333	
	13.70	30.50	15.30	605	335	
3	13.70	30.50	15.20	785	437	443
	13.70	30.50	15.20	800	446	
	13.75	30.50	15.20	800	446	
7	13.70	30.50	15.00	870	498	495
	13.75	30.50	15.00	865	495	
	13.75	30.50	15.00	860	492	
14	13.6	30.5	15.10	940	531	530
	13.60	30.50	15.20	950	529	
	13.70	30.50	15.20	950	529	
28	14.00	30.50	15.50	1000	536	562
	14.00	30.50	15.40	1035	562	
	14.00	30.50	15.50	1045	560	
	14.00	30.50	15.10	1010	570	
	13.70	30.50	15.10	1010	570	
	13.80	30.50	15.10	1015	573	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.5
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

A/C = 0,45 + 0.00 % DE ADITIVO

EDAD (Días)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm ²)	F'c (Promedio) (Kg/cm ²)
1	13.50	30.50	15.30	270	155	156
	13.40	30.50	15.30	275	157	
	13.60	30.50	15.30	270	155	
3	13.60	30.50	15.40	530	290	289
	13.60	30.50	15.20	515	289	
	13.55	30.50	15.20	515	289	
7	13.50	30.40	15.30	640	354	356
	13.55	30.50	15.30	650	359	
	13.60	30.50	15.30	640	354	
14	13.50	30.50	15.30	725	398	413
	13.50	30.50	15.20	765	426	
	13.50	30.50	15.20	660	414	
28	13.50	30.50	15.00	850	486	442
	13.45	30.50	15.30	730	401	
	13.50	30.50	15.20	850	474	
	13.55	30.50	15.20	795	433	
	13.55	30.50	15.20	760	423	
	13.50	30.50	15.20	780	434	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.6
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

A/C = 0,45 + 0.75% DE ADITIVO

EDAD (Dias)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm ²)	F'c (Promedio) (Kg/cm ²)
1	13.95	30.50	15.30	375	210	214
	13.95	30.50	15.30	385	215	
	13.95	30.50	15.30	390	218	
3	13.80	30.50	15.40	600	328	331
	13.83	30.50	15.40	600	328	
	13.80	30.50	15.40	615	336	
7	13.80	30.50	15.40	740	401	403
	13.80	30.50	15.40	740	401	
	13.80	30.50	15.40	750	406	
14	14.00	30.50	15.40	840	456	455
	13.80	30.50	15.40	845	459	
	13.85	30.50	15.40	830	451	
28	13.83	30.50	15.50	995	533	535
	13.83	30.50	15.50	1010	541	
	13.83	30.50	15.50	1015	544	
	13.83	30.50	15.50	1000	536	
	13.87	30.50	15.50	995	533	
	13.87	30.50	15.50	980	525	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.7
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0,45 + 0.93% DE ADITIVO

EDAD (Dias)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Kn.)	F'c (Kg/cm2)	F'c (Promedio) (Kg/cm2)
1	13.50	30.50	15.30	405	226	225
	13.52	30.50	15.30	395	221	
	13.50	30.50	15.30	410	229	
3	13.40	30.50	15.00	645	371	371
	13.47	30.50	15.00	635	366	
	13.45	30.50	15.00	665	377	
7	13.42	30.50	15.00	730	417	420
	13.85	30.50	15.00	745	425	
	13.45	30.50	15.00	730	417	
14	13.60	30.50	15.10	840	481	470
	13.55	30.50	15.10	835	472	
	13.55	30.50	15.10	805	456	
28	13.80	30.50	15.20	985	549	546
	13.80	30.50	15.20	990	552	
	13.60	30.50	15.20	975	543	
	13.60	30.50	15.20	980	546	
	13.60	30.50	15.20	985	549	
	13.50	30.50	15.20	965	538	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.8
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

A/C = 0,45 + 1.12% DE ADITIVO

EDAD (Dias)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm ²)	F'c (Promedio) (Kg/cm ²)
1	13.50	30.50	15.30	435	243	248
	13.80	30.50	15.30	450	251	
	13.75	30.50	15.30	445	249	
3	13.58	30.50	15.20	725	404	404
	13.52	30.50	15.20	720	401	
	13.60	30.50	15.20	730	406	
7	13.80	30.50	15.30	820	451	445
	13.95	30.50	15.30	805	443	
	14.00	30.50	15.30	800	440	
14	14.00	30.5	15.50	900	482	480
	14.00	30.50	15.50	900	482	
	14.00	30.50	15.50	890	477	
28	13.50	30.50	15.30	1000	550	558
	13.60	30.50	15.30	1010	556	
	13.50	30.50	15.30	995	547	
	13.55	30.50	15.20	1010	563	
	13.62	30.50	15.20	1015	566	
	13.62	30.50	15.20	1015	566	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.9
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0,50 + 0.00% DE ADITIVO

EDAD (Días)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm ²)	F'c (Promedio) (Kg/cm ²)
1	13.60	30.50	15.20	265	154	155
	13.55	30.50	15.20	265	154	
	13.65	30.50	15.20	270	157	
3	13.55	30.50	15.30	405	226	226
	13.60	30.50	15.30	405	226	
	13.45	30.50	15.30	405	226	
7	13.50	30.50	15.30	550	305	310
	13.65	30.50	15.30	560	311	
	13.70	30.50	15.30	565	313	
14	13.50	30.50	15.20	680	380	378
	13.50	30.50	15.20	680	380	
	13.45	30.50	15.20	670	375	
28	13.55	30.50	15.50	675	377	403
	13.50	30.50	15.20	730	406	
	13.60	30.50	15.20	765	426	
	13.65	30.50	15.20	720	401	
	13.45	30.50	15.20	705	393	
	13.50	30.50	15.30	755	415	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.10
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0,50 + 0.75% DE ADITIVO

EDAD (Días)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm ²)	F'c (Promedio) (Kg/cm ²)
1	13.47	30.5	15.2	300	173	176
	13.50	30.5	15.2	310	178	
	13.50	30.5	15.2	310	178	
3	13.55	30.5	15.2	550	309	310
	13.82	30.5	15.4	560	315	
	13.82	30.5	15.3	550	305	
7	13.70	30.5	15.5	620	335	335
	13.70	30.5	15.5	610	329	
	13.75	30.5	15.5	630	340	
14	13.90	30.5	15.5	720	386	382
	14.00	30.5	15.5	700	380	
	14.00	30.5	15.5	700	380	
28	13.60	30.5	15.2	780	434	430
	13.53	30.5	15.2	770	429	
	13.62	30.5	15.2	780	434	
	13.53	30.5	15.2	775	432	
	13.53	30.5	15.2	770	429	
	13.50	30.5	15.2	760	423	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.11
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0,50 + 0.93% DE ADITIVO

EDAD (Días)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm ²)	F'c (Promedio) (Kg/cm ²)
1	13.8	30.5	15.3	360	202	209
	13.68	30.5	15.4	370	205	
	13.47	30.5	15.4	400	220	
3	13.67	30.5	15.2	580	326	329
	13.5	30.5	15.2	582	329	
	13.6	30.5	15.2	590	332	
7	13.4	30.5	15.1	615	350	350
	13.25	30.5	15.3	615	350	
	13.32	30.5	15.3	615	350	
14	13.37	30.5	15.1	695	393	393
	13.4	30.5	15.1	695	393	
	13.45	30.5	15.1	695	393	
28	13.52	30.5	15.4	860	467	469
	13.45	30.5	15.3	850	468	
	13.83	30.5	15.4	865	470	
	13.5	30.5	15.3	850	468	
	13.6	30.5	15.4	860	467	
	13.7	30.5	15.4	870	472	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C1.12
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
A/C = 0,50 + 1.12% DE ADITIVO

EDAD (Dias)	PESO (Kg.)	LONGITUD (Cm.)	DIAMETRO (Cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	F'c (Kg/cm ²)	F'c (Promedio) (Kg/cm ²)
1	13.5	30.5	15.2	330	189	191
	13.25	30.5	15.2	335	191	
	13.3	30.5	15.2	340	194	
3	13.32	30.5	15.2	600	337	344
	13.35	30.5	15.2	620	348	
	13.5	30.5	15.2	610	347	
7	13.68	30.5	15.5	670	375	376
	13.8	30.5	15.5	670	375	
	13.65	30.5	15.5	675	377	
14	13.7	30.5	15.3	760	417	414
	13.7	30.5	15.3	750	412	
	13.62	30.5	15.3	750	412	
28	13.7	30.5	15.2	950	529	515
	13.85	30.5	15.2	950	529	
	13.7	30.5	15.2	920	513	
	13.68	30.5	15.2	900	502	
	13.7	30.5	15.2	920	513	
	13.65	30.5	15.2	900	502	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C2.1
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PARA CONCRETO SIN ADITIVO

Diseño de mezcla	peso kg	long cm	diam cm	carga Kn	Carga-tablas kg	cdiametral kg/cm2	prom cm
0.50	13.75	30.60	15.20	265.00	26,996.00	36.95	31.54
	13.65	30.50	15.20	205.00	21,936.00	30.12	
	13.65	30.50	15.30	220.00	23,469.00	32.02	
	13.70	30.50	15.20	250.00	21,936.00	30.12	
	13.70	30.50	15.20	205.00	21,936.00	30.12	
	13.75	30.50	15.30	205.00	21,936.00	29.93	
0.45	13.75	30.60	15.30	205.00	21,936.00	29.83	33.81
	13.70	30.60	15.20	215.00	22,959.00	31.42	
	13.70	30.50	15.30	260.00	27,484.00	37.49	
	13.65	30.60	15.20	230.00	24,486.00	33.51	
	13.70	30.60	15.20	240.00	25,498.00	34.90	
	13.70	30.50	15.20	245.00	26,003.00	35.71	
0.40	13.50	30.50	15.20	240.00	25,498.00	35.01	37.38
	13.50	30.50	15.20	290.00	30,378.00	41.72	
	13.70	30.50	15.20	260.00	27,484.00	37.74	
	13.72	30.50	15.20	260.00	27,484.00	37.74	
	13.60	30.50	15.20	255.00	26,996.00	37.07	
	13.70	30.50	15.20	240.00	25,498.00	35.01	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C2.2
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PARA CONCRETO CON ADITIVO

Diseño de mezcla	peso kg	long cm	diam cm	carga Kn	Carga-tablas kg	cdiametral kg/cm2	prom cm
0.50+0.75%	13.90	30.40	15.40	230.00	24,486.00	33.30	32.39
	13.72	30.40	15.40	235.00	24,993.00	33.99	
	13.75	30.35	15.40	205.00	21,936.00	29.88	
0.50+0.93%	13.50	30.45	15.20	205.00	21,936.00	30.17	34.17
	13.50	30.40	15.20	250.00	26,506.00	36.52	
	13.52	30.40	15.20	245.00	26,003.00	35.83	
0.50+1.12%	13.55	30.55	15.40	240.00	25,498.00	34.50	35.45
	13.53	30.50	15.30	255.00	26,996.00	36.83	
	13.53	30.50	15.20	240.00	25,498.00	35.01	
0.45+0.75%	13.50	30.40	15.30	250.00	26,506.00	36.28	33.95
	13.50	30.40	15.30	225.00	23,978.00	32.82	
	13.70	30.45	15.30	225.00	23,978.00	32.77	
0.45+0.93%	13.55	30.50	15.30	250.00	26,506.00	36.16	36.25
	13.60	30.55	15.20	245.00	26,003.00	35.65	
	13.50	30.60	15.20	255.00	26,996.00	36.95	
0.45+1.12%	13.72	30.40	15.20	270.00	28,455.00	39.20	36.88
	13.60	30.40	15.20	235.00	24,993.00	34.43	
	13.70	30.55	15.20	255.00	26,996.00	37.01	
0.40+0.75%	13.50	30.55	15.20	250.00	26,950.00	36.95	37.68
	13.48	30.50	15.20	270.00	28,455.00	39.07	
	13.65	30.50	15.20	210.00	26,950.00	37.01	
0.40+0.93%	13.60	30.50	15.30	290.00	30,378.00	41.44	38.40
	13.45	30.45	15.20	280.00	29,420.00	40.47	
	13.50	30.40	15.40	230.00	24,486.00	33.30	
0.40+1.12%	13.50	30.50	15.20	300.00	31,330.00	43.02	43.30
	13.75	30.50	15.20	320.00	33,278.00	45.70	
	13.70	30.50	15.40	290.00	30,378.00	41.17	

LEYENDA

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.1

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 0.00% ADITIVO

EDAD = 28 días

ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 12.70 kg

DIÁMETRO = 14.90 cm

CARGA MAX. = 74,700 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.47	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
4000	22.94	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	34.41	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	45.88	0.50	0.70	0.60	0.60	0.60
10000	57.35	1.00	1.10	1.05	1.05	1.05
12000	68.82	1.30	1.50	1.40	1.40	1.40
14000	80.29	1.60	1.90	1.75	1.75	1.75
16000	91.76	2.00	2.40	2.20	2.20	2.20
18000	103.23	2.30	2.90	2.60	2.60	2.60
20000	114.70	2.60	3.30	2.95	2.95	2.95
22000	126.17	3.00	3.80	3.40	3.40	3.40
24000	137.64	3.50	4.30	3.90	3.90	3.90
26000	149.11	3.90	4.80	4.35	4.35	4.35
28000	160.58	4.20	5.20	4.70	4.70	4.70
30000	172.05	4.60	5.70	5.15	5.15	5.15
32000	183.52	5.00	6.30	5.65	5.65	5.65
34000	194.99	5.50	6.80	6.15	6.15	6.15
36000	206.46	5.90	7.30	6.60	6.60	6.60
38000	217.93	6.20	7.80	7.00	7.00	7.00
40000	229.40	6.80	8.30	7.55	7.55	7.55
42000	240.87	7.10	8.90	8.00	8.00	8.00
44000	252.34	7.60	9.50	8.55	8.55	8.55
46000	263.81	8.00	10.00	9.00	9.00	9.00
48000	275.28	8.50	10.60	9.55	9.55	9.55
50000	286.75	8.90	11.20	10.05	10.05	10.05
52000	298.22	9.50	11.90	10.70	10.70	10.70
54000	309.69	10.00	12.50	11.25	11.25	11.25
56000	321.16	10.50	13.20	11.85	11.85	11.85
58000	332.63	11.00	14.00	12.50	12.50	12.50
60000	344.10	11.50	14.70	13.10	13.10	13.10
62000	355.57	12.30	15.50	13.90	13.90	13.90
64000	367.04	13.00	16.50	14.75	14.75	14.75
66000	378.51	13.70	17.50	15.60	15.60	15.60
68000	389.98	14.40	18.60	16.50	16.50	16.50
70000	401.45	15.40	19.70	17.55	17.55	17.55
72000	412.92	16.50	21.30	18.90	18.90	18.90
74000	424.38	18.20	23.30	20.75	20.75	20.75

ROTURA = 74700/174.37 = 428.40 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 747000/174.37 = 171.36

Eo = 43.01

D1 = 5.12 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{171.36 - 43.01}{(5.12 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 277,813.85 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.2

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 0.00% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 179.08 cm²

PESO = 13.30 kg
DIÁMETRO = 15.10 cm
CARGA MAX. = 73,900 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	22.34	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	33.50	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	44.67	0.70	0.50	0.60	0.60	0.60
10000	55.84	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
12000	67.01	1.90	1.10	1.50	1.50	1.50
14000	78.18	2.30	1.40	1.85	1.85	1.85
16000	89.35	2.90	1.90	2.40	2.40	2.40
18000	100.51	3.50	2.20	2.85	2.85	2.85
20000	111.68	4.10	2.50	3.30	3.30	3.30
22000	122.85	4.80	3.00	3.90	3.90	3.90
24000	134.02	5.40	3.30	4.35	4.35	4.35
26000	145.19	6.00	3.60	4.80	4.80	4.80
28000	156.35	6.60	4.00	5.30	5.30	5.30
30000	167.52	7.40	4.40	5.90	5.90	5.90
32000	178.69	8.30	5.00	6.65	6.65	6.65
34000	189.86	9.10	5.50	7.30	7.30	7.30
36000	201.03	9.80	5.80	7.80	7.80	7.80
38000	212.20	10.60	6.20	8.40	8.40	8.40
40000	223.36	11.40	6.60	9.00	9.00	9.00
42000	234.53	12.20	7.00	9.60	9.60	9.60
44000	245.70	13.30	7.70	10.50	10.50	10.50
46000	256.87	14.30	8.10	11.20	11.20	11.20
48000	268.04	15.50	8.60	12.05	12.05	12.05
50000	279.20	16.40	9.40	12.90	12.90	12.90
52000	290.37	17.60	10.00	13.80	13.80	13.80
54000	301.54	19.00	10.50	14.75	14.75	14.75
56000	312.71	20.50	11.00	15.75	15.75	15.75
58000	323.88	22.10	12.00	17.05	17.05	17.05
60000	335.05	22.10	12.00	17.05	17.05	17.05
62000	346.21	22.10	12.00	17.05	17.05	17.05
64000	357.38	22.10	12.00	17.05	17.05	17.05
66000	368.55	22.10	12.00	17.05	17.05	17.05
68000	379.72	24.10	12.60	18.35	18.35	18.35
70000	390.89	26.50	13.50	20.00	20.00	20.00
72000	402.05	29.70	14.50	22.10	22.10	22.10

ROTURA = 73900/179.08 = 412.66 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 73900/179.08 = 165.07

Eo = 41.88

D1 = 5.77 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{165.07 - 41.88}{(5.77 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 233,757.12 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.3

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 0.00% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 173.20 cm²

PESO = 12.90 kg
DIÁMETRO = 14.85 cm
CARGA MAX. = 71,200 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.55	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	23.09	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6000	34.64	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
8000	46.19	0.70	0.90	0.80	0.80	0.80
10000	57.74	1.20	1.30	1.25	1.25	1.25
12000	69.28	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
14000	80.83	2.00	1.90	1.95	1.95	1.95
16000	92.38	2.50	2.30	2.40	2.40	2.40
18000	103.93	3.00	2.60	2.80	2.80	2.80
20000	115.47	3.50	3.10	3.30	3.30	3.30
22000	127.02	4.00	3.40	3.70	3.70	3.70
24000	138.57	4.50	3.80	4.15	4.15	4.15
26000	150.12	5.00	4.20	4.60	4.60	4.60
28000	161.66	5.50	4.60	5.05	5.05	5.05
30000	173.21	6.00	5.00	5.50	5.50	5.50
32000	184.76	6.50	5.40	5.95	5.95	5.95
34000	196.30	7.00	5.80	6.40	6.40	6.40
36000	207.85	7.60	6.30	6.95	6.95	6.95
38000	219.40	8.20	6.70	7.45	7.45	7.45
40000	230.95	8.70	7.10	7.90	7.90	7.90
42000	242.49	9.20	7.60	8.40	8.40	8.40
44000	254.04	10.00	8.10	9.05	9.05	9.05
46000	265.59	10.60	8.70	9.65	9.65	9.65
48000	277.14	11.30	9.10	10.20	10.20	10.20
50000	288.68	12.00	9.60	10.80	10.80	10.80
52000	300.23	12.60	10.20	11.40	11.40	11.40
54000	311.78	13.50	10.80	12.15	12.15	12.15
56000	323.33	14.20	11.50	12.85	12.85	12.85
58000	334.87	15.00	12.20	13.60	13.60	13.60
60000	346.42	15.90	12.90	14.40	14.40	14.40
62000	357.97	16.90	13.80	15.35	15.35	15.35
64000	369.52	18.00	14.60	16.30	16.30	16.30
66000	381.06	19.20	15.80	17.50	17.50	17.50
68000	392.61	20.60	16.90	18.75	18.75	18.75
70000	404.16	22.40	18.50	20.45	20.45	20.45

ROTURA = 71200/173.20 = 411.09 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 71200/173.20 = 164.43

Eo = 34.64

D1 = 5.16 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{164.43 - 34.64}{(5.16 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 278,519.31 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.4

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 0.75% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 12.80 kg
DIÁMETRO = 14.90 cm
CARGA MAX. = 91,800 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	22.94	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
6000	34.41	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
8000	45.88	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
10000	57.35	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
12000	68.82	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35
14000	80.29	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
16000	91.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18000	103.23	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
20000	114.70	1.90	1.80	1.85	1.85	1.85
22000	126.17	2.30	2.10	2.20	2.20	2.20
24000	137.64	2.70	2.50	2.60	2.60	2.60
26000	149.11	3.00	2.90	2.95	2.95	2.95
28000	160.58	3.50	3.30	3.40	3.40	3.40
30000	172.05	4.00	3.80	3.90	3.90	3.90
32000	183.52	4.40	4.10	4.25	4.25	4.25
34000	194.99	4.90	4.50	4.70	4.70	4.70
36000	206.46	5.20	5.00	5.10	5.10	5.10
38000	217.93	5.70	5.40	5.55	5.55	5.55
40000	229.40	6.10	5.80	5.95	5.95	5.95
42000	240.87	6.60	6.20	6.40	6.40	6.40
44000	252.34	7.00	6.50	6.75	6.75	6.75
46000	263.81	7.50	7.00	7.25	7.25	7.25
48000	275.28	8.00	7.50	7.75	7.75	7.75
50000	286.75	8.50	8.00	8.25	8.25	8.25
52000	298.22	8.90	8.40	8.65	8.65	8.65
54000	309.69	9.40	8.90	9.15	9.15	9.15
56000	321.16	10.00	9.50	9.75	9.75	9.75
58000	332.63	10.50	9.90	10.20	10.20	10.20
60000	344.10	11.00	10.40	10.70	10.70	10.70
62000	355.57	11.50	10.90	11.20	11.20	11.20
64000	367.04	12.00	11.40	11.70	11.70	11.70
66000	378.51	12.60	11.90	12.25	12.25	12.25
68000	389.98	13.30	12.50	12.90	12.90	12.90
70000	401.45	14.00	13.00	13.50	13.50	13.50
72000	412.92	14.50	13.50	14.00	14.00	14.00
74000	424.38	15.30	14.40	14.85	14.85	14.85
76000	435.85	16.00	14.90	15.45	15.45	15.45
78000	447.32	16.70	15.50	16.10	16.10	16.10
80000	458.79	17.50	16.30	16.90	16.90	16.90
82000	470.26	18.20	16.80	17.50	17.50	17.50
84000	481.73	19.00	17.50	18.25	18.25	18.25
86000	493.20	20.00	18.00	19.00	19.00	19.00
88000	504.67	21.00	18.90	19.95	19.95	19.95
90000	516.14	22.50	19.90	21.20	21.20	21.20

ROTURA = 91800/174.37 = 526.47 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 91800/174.37 = 210.59

Eo = 73.74

D1 = 5.26 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

$$M.E.E. = \frac{210.59 - 73.74}{(5.26 - 0.5) \times 10^{-4}}$$

M.E.E. = 287,500.00 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.5

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 0.75% ADITIVO

EDAD = 28 días

ÁREA = 177.90 cm²

PESO = 13.70 kg

DIÁMETRO = 15.05 cm

CARGA MAX. = 88,800 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.24	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
4000	22.48	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	33.73	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	44.97	0.40	0.50	0.45	0.45	0.45
10000	56.21	0.70	1.00	0.85	0.85	0.85
12000	67.45	1.00	1.40	1.20	1.20	1.20
14000	78.70	1.30	1.60	1.45	1.45	1.45
16000	89.94	1.60	2.00	1.80	1.80	1.80
18000	101.18	2.00	2.30	2.15	2.15	2.15
20000	112.42	2.30	2.80	2.55	2.55	2.55
22000	123.66	2.70	3.10	2.90	2.90	2.90
24000	134.91	3.00	3.50	3.25	3.25	3.25
26000	146.15	3.40	3.80	3.60	3.60	3.60
28000	157.39	3.70	4.30	4.00	4.00	4.00
30000	168.63	4.20	4.70	4.45	4.45	4.45
32000	179.88	4.50	5.00	4.75	4.75	4.75
34000	191.12	5.00	5.50	5.25	5.25	5.25
36000	202.36	5.20	5.90	5.55	5.55	5.55
38000	213.60	5.60	6.30	5.95	5.95	5.95
40000	224.85	6.00	6.70	6.35	6.35	6.35
42000	236.09	6.50	7.30	6.90	6.90	6.90
44000	247.33	6.90	7.70	7.30	7.30	7.30
46000	258.57	7.20	8.00	7.60	7.60	7.60
48000	269.81	7.60	8.50	8.05	8.05	8.05
50000	281.06	8.10	9.00	8.55	8.55	8.55
52000	292.30	8.50	9.50	9.00	9.00	9.00
54000	303.54	9.00	10.00	9.50	9.50	9.50
56000	314.78	9.50	10.50	10.00	10.00	10.00
58000	326.03	9.90	11.00	10.45	10.45	10.45
60000	337.27	10.30	11.50	10.90	10.90	10.90
62000	348.51	10.80	12.00	11.40	11.40	11.40
64000	359.75	11.30	12.60	11.95	11.95	11.95
66000	370.99	11.90	13.30	12.60	12.60	12.60
68000	382.24	12.50	13.90	13.20	13.20	13.20
70000	393.48	13.00	14.50	13.75	13.75	13.75
72000	404.72	13.60	15.00	14.30	14.30	14.30
74000	415.96	14.20	15.70	14.95	14.95	14.95
76000	427.21	14.80	16.50	15.65	15.65	15.65
78000	438.45	15.50	17.00	16.25	16.25	16.25
80000	449.69	16.30	17.90	17.10	17.10	17.10
82000	460.93	17.20	18.70	17.95	17.95	17.95
84000	472.18	18.00	19.50	18.75	18.75	18.75
86000	483.42	19.00	20.40	19.70	19.70	19.70
88000	494.66	21.00	21.30	21.15	21.15	21.15

ROTURA = 88800/177.90 = 499.16 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 88800/177.90 = 199.66

Eo = 46.38

D1 = 5.48 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{199.66 - 46.38}{(5.48 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 307,791.16 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.6

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 0.75% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 179.08 cm²

PESO = 13.70 kg
DIÁMETRO = 15.10 cm
CARGA MAX. = 82,900 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.17	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.34	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6000	33.50	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	44.67	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
10000	55.84	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35
12000	67.01	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
14000	78.18	0.90	0.80	0.85	0.85	0.85
16000	89.35	1.30	1.10	1.20	1.20	1.20
18000	100.51	1.70	1.40	1.55	1.55	1.55
20000	111.68	2.00	1.80	1.90	1.90	1.90
22000	122.85	2.50	2.00	2.25	2.25	2.25
24000	134.02	2.90	2.40	2.65	2.65	2.65
26000	145.19	3.40	2.80	3.10	3.10	3.10
28000	156.35	3.70	3.00	3.35	3.35	3.35
30000	167.52	4.00	3.40	3.70	3.70	3.70
32000	178.69	4.50	3.80	4.15	4.15	4.15
34000	189.86	5.00	4.10	4.55	4.55	4.55
36000	201.03	5.30	4.40	4.85	4.85	4.85
38000	212.20	5.70	4.90	5.30	5.30	5.30
40000	223.36	6.10	5.20	5.65	5.65	5.65
42000	234.53	6.60	5.50	6.05	6.05	6.05
44000	245.70	7.00	5.90	6.45	6.45	6.45
46000	256.87	7.50	6.40	6.95	6.95	6.95
48000	268.04	8.00	6.80	7.40	7.40	7.40
50000	279.20	8.40	7.10	7.75	7.75	7.75
52000	290.37	8.90	7.50	8.20	8.20	8.20
54000	301.54	9.30	8.00	8.65	8.65	8.65
56000	312.71	9.90	8.50	9.20	9.20	9.20
58000	323.88	10.50	8.90	9.70	9.70	9.70
60000	335.05	11.00	9.50	10.25	10.25	10.25
62000	346.21	11.50	9.90	10.70	10.70	10.70
64000	357.38	12.30	10.50	11.40	11.40	11.40
66000	368.55	12.70	10.90	11.80	11.80	11.80
68000	379.72	13.20	11.40	12.30	12.30	12.30
70000	390.89	14.00	11.90	12.95	12.95	12.95
72000	402.05	14.60	12.50	13.55	13.55	13.55
74000	413.22	15.20	13.00	14.10	14.10	14.10
76000	424.39	16.00	13.50	14.75	14.75	14.75
78000	435.56	16.70	14.30	15.50	15.50	15.50
80000	446.73	17.70	15.00	16.35	16.35	16.35
82000	457.90	18.50	15.70	17.10	17.10	17.10

ROTURA = 82900/179.08 = 462.92 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 82900/179.08 = 185.17

M.E.E. = $\frac{185.17 - 67.01}{(4.38 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 67.01

D1 = 4.38 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 304,536.08 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.7

RELAC. A/C = 0.40 + 0.93% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 14.10 kg
DIÁMETRO = 14.90 cm
CARGA MAX. = 91,000 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.47	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.94	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
6000	34.41	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	45.88	0.30	0.40	0.35	0.35	0.35
10000	57.35	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
12000	68.82	0.70	0.80	0.75	0.75	0.75
14000	80.29	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
16000	91.76	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
18000	103.23	1.90	1.80	1.85	1.85	1.85
20000	114.70	2.20	2.10	2.15	2.15	2.15
22000	126.17	2.60	2.50	2.55	2.55	2.55
24000	137.64	3.00	2.90	2.95	2.95	2.95
26000	149.11	3.30	3.40	3.35	3.35	3.35
28000	160.58	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
30000	172.05	4.10	4.00	4.05	4.05	4.05
32000	183.52	4.50	4.40	4.45	4.45	4.45
34000	194.99	5.00	4.90	4.95	4.95	4.95
36000	206.46	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
38000	217.93	6.00	5.80	5.90	5.90	5.90
40000	229.40	6.30	6.10	6.20	6.20	6.20
42000	240.87	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
44000	252.34	7.00	6.90	6.95	6.95	6.95
46000	263.81	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
48000	275.28	7.80	7.90	7.85	7.85	7.85
50000	286.75	8.20	8.40	8.30	8.30	8.30
52000	298.22	8.60	8.80	8.70	8.70	8.70
54000	309.69	9.00	9.30	9.15	9.15	9.15
56000	321.16	9.60	9.80	9.70	9.70	9.70
58000	332.63	10.00	10.40	10.20	10.20	10.20
60000	344.10	10.50	10.90	10.70	10.70	10.70
62000	355.57	11.00	11.50	11.25	11.25	11.25
64000	367.04	11.50	12.00	11.75	11.75	11.75
66000	378.51	12.00	12.50	12.25	12.25	12.25
68000	389.98	12.60	13.30	12.95	12.95	12.95
70000	401.45	13.10	13.90	13.50	13.50	13.50
72000	412.92	13.70	14.50	14.10	14.10	14.10
74000	424.38	14.20	15.00	14.60	14.60	14.60
76000	435.85	14.90	15.90	15.40	15.40	15.40
78000	447.32	15.50	16.80	16.15	16.15	16.15
80000	458.79	16.00	17.40	16.70	16.70	16.70
82000	470.26	16.70	18.00	17.35	17.35	17.35
84000	481.73	17.50	18.90	18.20	18.20	18.20
86000	493.20	18.50	19.50	19.00	19.00	19.00
88000	504.67	18.90	20.80	19.85	19.85	19.85
90000	516.14	19.60	21.80	20.70	20.70	20.70

ROTURA = 91000/174.37 = 521.88 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 91000/174.37 = 208.75

M.E.E. = $\frac{208.75 - 57.35}{(5.42 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 57.35

D1 = 5.42 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 307,723.58 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.8

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 0.93% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 176.72 cm²

PESO = 13.85 kg
DIÁMETRO = 15.00 cm
CARGA MAX. = 94,500 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.32	0.10	0.00	0.05	0.05	0.05
4000	22.63	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
6000	33.95	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
8000	45.27	0.70	0.50	0.60	0.60	0.60
10000	56.59	0.90	0.80	0.85	0.85	0.85
12000	67.90	1.40	1.10	1.25	1.25	1.25
14000	79.22	1.70	1.40	1.55	1.55	1.55
16000	90.54	2.10	1.70	1.90	1.90	1.90
18000	101.86	2.40	2.00	2.20	2.20	2.20
20000	113.17	2.80	2.40	2.60	2.60	2.60
22000	124.49	3.00	2.70	2.85	2.85	2.85
24000	135.81	3.50	3.00	3.25	3.25	3.25
26000	147.13	4.00	3.40	3.70	3.70	3.70
28000	158.44	4.40	3.80	4.10	4.10	4.10
30000	169.76	4.70	4.10	4.40	4.40	4.40
32000	181.08	5.20	4.50	4.85	4.85	4.85
34000	192.39	5.60	4.90	5.25	5.25	5.25
36000	203.71	5.90	5.20	5.55	5.55	5.55
38000	215.03	6.30	5.50	5.90	5.90	5.90
40000	226.35	6.60	5.90	6.25	6.25	6.25
42000	237.66	7.20	6.40	6.80	6.80	6.80
44000	248.98	7.60	6.70	7.15	7.15	7.15
46000	260.30	8.00	7.00	7.50	7.50	7.50
48000	271.62	8.50	7.40	7.95	7.95	7.95
50000	282.93	9.00	7.90	8.45	8.45	8.45
52000	294.25	9.50	8.40	8.95	8.95	8.95
54000	305.57	10.00	8.70	9.35	9.35	9.35
56000	316.89	10.50	9.00	9.75	9.75	9.75
58000	328.20	10.90	9.60	10.25	10.25	10.25
60000	339.52	11.50	10.00	10.75	10.75	10.75
62000	350.84	12.00	10.50	11.25	11.25	11.25
64000	362.15	12.50	11.00	11.75	11.75	11.75
66000	373.47	13.00	11.50	12.25	12.25	12.25
68000	384.79	14.00	11.90	12.95	12.95	12.95
70000	396.11	14.50	12.60	13.55	13.55	13.55
72000	407.42	15.00	13.00	14.00	14.00	14.00
74000	418.74	16.00	14.00	15.00	15.00	15.00
76000	430.06	16.90	14.60	15.75	15.75	15.75
78000	441.38	17.50	15.00	16.25	16.25	16.25
80000	452.69	18.10	15.70	16.90	16.90	16.90
82000	464.01	18.90	16.40	17.65	17.65	17.65
84000	475.33	19.60	17.00	18.30	18.30	18.30
86000	486.65	20.70	17.90	19.30	19.30	19.30
88000	497.96	21.70	18.60	20.15	20.15	20.15
90000	509.28	23.00	19.40	21.20	21.20	21.20
92000	520.60	24.90	20.50	22.70	22.70	22.70

ROTURA = 94500/176.72 = 534.74 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 94500/176.72 = 213.90

M.E.E. = $\frac{213.90 - 42.04}{(5.87 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 42.04

D1 = 5.87 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 320,037.24 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.9

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 0.93% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 175.54 cm²

PESO = 14.05 kg
DIÁMETRO = 14.95 cm
CARGA MAX. = 90,000 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.79	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
6000	34.18	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	45.57	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
10000	56.97	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
12000	68.36	0.40	0.50	0.45	0.45	0.45
14000	79.75	0.80	0.90	0.85	0.85	0.85
16000	91.15	1.00	1.30	1.15	1.15	1.15
18000	102.54	1.40	1.60	1.50	1.50	1.50
20000	113.93	1.70	2.00	1.85	1.85	1.85
22000	125.33	2.00	2.30	2.15	2.15	2.15
24000	136.72	2.30	2.60	2.45	2.45	2.45
26000	148.11	2.60	3.00	2.80	2.80	2.80
28000	159.51	3.00	3.40	3.20	3.20	3.20
30000	170.90	3.30	3.70	3.50	3.50	3.50
32000	182.29	3.70	4.30	4.00	4.00	4.00
34000	193.69	4.00	4.50	4.25	4.25	4.25
36000	205.08	4.40	5.00	4.70	4.70	4.70
38000	216.47	4.70	5.40	5.05	5.05	5.05
40000	227.87	5.00	5.70	5.35	5.35	5.35
42000	239.26	5.40	6.20	5.80	5.80	5.80
44000	250.66	5.70	6.80	6.25	6.25	6.25
46000	262.05	6.20	7.10	6.65	6.65	6.65
48000	273.44	6.50	7.50	7.00	7.00	7.00
50000	284.84	6.90	8.00	7.45	7.45	7.45
52000	296.23	7.30	8.40	7.85	7.85	7.85
54000	307.62	7.60	8.80	8.20	8.20	8.20
56000	319.02	8.00	9.40	8.70	8.70	8.70
58000	330.41	8.50	9.90	9.20	9.20	9.20
60000	341.80	8.90	10.40	9.65	9.65	9.65
62000	353.20	9.30	10.90	10.10	10.10	10.10
64000	364.59	9.60	11.40	10.50	10.50	10.50
66000	375.98	10.00	12.00	11.00	11.00	11.00
68000	387.38	10.60	12.40	11.50	11.50	11.50
70000	398.77	11.00	13.00	12.00	12.00	12.00
72000	410.16	11.50	13.50	12.50	12.50	12.50
74000	421.56	12.00	14.20	13.10	13.10	13.10
76000	432.95	12.50	14.80	13.65	13.65	13.65
78000	444.34	13.00	15.20	14.10	14.10	14.10
80000	455.74	13.50	15.90	14.70	14.70	14.70
82000	467.13	14.00	16.50	15.25	15.25	15.25
84000	478.52	14.60	17.40	16.00	16.00	16.00
86000	489.92	15.20	17.50	16.35	16.35	16.35
88000	501.31	15.70	19.40	17.55	17.55	17.55
90000	512.70	17.40	20.00	18.70	18.70	18.70

ROTURA = 90000/175.54 = 512.70 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 90000/175.54 = 205.08

M.E.E. = $\frac{205.08 - 69.78}{(4.70 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 69.78

D1 = 4.70 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 322,142.86 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.10

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 175.54 cm²

PESO = 13.80 kg
DIÁMETRO = 14.95 cm
CARGA MAX. = 97,000 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	22.79	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
6000	34.18	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
8000	45.57	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
10000	56.97	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
12000	68.36	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
14000	79.75	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
16000	91.15	1.00	0.90	0.95	0.95	0.95
18000	102.54	1.50	1.30	1.40	1.40	1.40
20000	113.93	1.80	1.50	1.65	1.65	1.65
22000	125.33	2.10	1.80	1.95	1.95	1.95
24000	136.72	2.50	2.20	2.35	2.35	2.35
26000	148.11	3.00	2.50	2.75	2.75	2.75
28000	159.51	3.30	2.80	3.05	3.05	3.05
30000	170.90	3.70	3.00	3.35	3.35	3.35
32000	182.29	4.20	3.40	3.80	3.80	3.80
34000	193.69	4.50	3.70	4.10	4.10	4.10
36000	205.08	5.10	4.00	4.55	4.55	4.55
38000	216.47	5.50	4.30	4.90	4.90	4.90
40000	227.87	5.90	4.60	5.25	5.25	5.25
42000	239.26	6.20	4.90	5.55	5.55	5.55
44000	250.66	6.80	5.30	6.05	6.05	6.05
46000	262.05	7.20	5.50	6.35	6.35	6.35
48000	273.44	7.70	6.00	6.85	6.85	6.85
50000	284.84	8.20	6.30	7.25	7.25	7.25
52000	296.23	8.60	6.50	7.55	7.55	7.55
54000	307.62	9.00	6.80	7.90	7.90	7.90
56000	319.02	9.60	7.40	8.50	8.50	8.50
58000	330.41	10.00	7.60	8.80	8.80	8.80
60000	341.80	10.50	8.00	9.25	9.25	9.25
62000	353.20	11.00	8.30	9.65	9.65	9.65
64000	364.59	11.60	8.80	10.20	10.20	10.20
66000	375.98	12.00	9.00	10.50	10.50	10.50
68000	387.38	12.90	9.40	11.15	11.15	11.15
70000	398.77	13.50	9.90	11.70	11.70	11.70
72000	410.16	14.00	10.30	12.15	12.15	12.15
74000	421.56	14.60	10.70	12.65	12.65	12.65
76000	432.95	15.20	11.00	13.10	13.10	13.10
78000	444.34	15.90	11.40	13.65	13.65	13.65
80000	455.74	16.50	11.90	14.20	14.20	14.20
82000	467.13	17.20	12.30	14.75	14.75	14.75
84000	478.52	17.90	12.80	15.35	15.35	15.35
86000	489.92	18.50	13.20	15.85	15.85	15.85
88000	501.31	19.30	13.70	16.50	16.50	16.50
90000	512.70	20.20	14.10	17.15	17.15	17.15
92000	524.10	21.00	14.60	17.80	17.80	17.80
94000	535.49	22.00	15.30	18.65	18.65	18.65
96000	546.88	23.00	15.90	19.45	19.45	19.45

ROTURA = 97000/175.54 = 552.58 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 97000/175.54 = 221.03

M.E.E. = $\frac{221.03 - 74.06}{(5.04 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 74.06

D1 = 5.04 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 323,722.47 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.11

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 13.70 kg
DIÁMETRO = 14.90 cm
CARGA MAX. = 93,600 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.47	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.94	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
6000	34.41	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
8000	45.88	0.50	0.60	0.55	0.55	0.55
10000	57.35	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
12000	68.82	1.40	1.20	1.30	1.30	1.30
14000	80.29	1.60	1.30	1.45	1.45	1.45
16000	91.76	2.00	1.70	1.85	1.85	1.85
18000	103.23	2.40	2.00	2.20	2.20	2.20
20000	114.70	2.70	2.20	2.45	2.45	2.45
22000	126.17	3.00	2.50	2.75	2.75	2.75
24000	137.64	3.50	2.90	3.20	3.20	3.20
26000	149.11	4.00	3.20	3.60	3.60	3.60
28000	160.58	4.30	3.50	3.90	3.90	3.90
30000	172.05	4.70	3.80	4.25	4.25	4.25
32000	183.52	5.20	4.20	4.70	4.70	4.70
34000	194.99	5.60	4.40	5.00	5.00	5.00
36000	206.46	6.00	4.60	5.30	5.30	5.30
38000	217.93	6.30	5.00	5.65	5.65	5.65
40000	229.40	7.00	5.40	6.20	6.20	6.20
42000	240.87	7.20	5.70	6.45	6.45	6.45
44000	252.34	7.60	6.00	6.80	6.80	6.80
46000	263.81	8.00	6.50	7.25	7.25	7.25
48000	275.28	8.40	6.80	7.60	7.60	7.60
50000	286.75	9.00	7.00	8.00	8.00	8.00
52000	298.22	9.30	7.50	8.40	8.40	8.40
54000	309.69	9.60	7.80	8.70	8.70	8.70
56000	321.16	10.20	8.20	9.20	9.20	9.20
58000	332.63	10.70	8.50	9.60	9.60	9.60
60000	344.10	11.00	8.90	9.95	9.95	9.95
62000	355.57	11.70	9.40	10.55	10.55	10.55
64000	367.04	12.00	9.80	10.90	10.90	10.90
66000	378.51	12.70	10.20	11.45	11.45	11.45
68000	389.98	13.20	10.50	11.85	11.85	11.85
70000	401.45	13.90	11.00	12.45	12.45	12.45
72000	412.92	14.30	11.50	12.90	12.90	12.90
74000	424.38	14.90	12.00	13.45	13.45	13.45
76000	435.85	15.60	12.50	14.05	14.05	14.05
78000	447.32	16.10	12.90	14.50	14.50	14.50
80000	458.79	16.80	13.40	15.10	15.10	15.10
82000	470.26	17.40	13.90	15.65	15.65	15.65
84000	481.73	18.20	14.40	16.30	16.30	16.30
86000	493.20	18.90	15.00	16.95	16.95	16.95
88000	504.67	19.90	15.70	17.80	17.80	17.80
90000	516.14	19.90	15.70	17.80	17.80	17.80
92000	527.61	20.50	16.20	18.35	18.35	18.35

ROTURA = 93600/174.37 = 536.79 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 93600/174.37 = 214.72

M.E.E. = $\frac{205.08 - 69.78}{(4.70 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 43.97

D1 = 5.55 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 338,118.81 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.12 ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.40 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 177.90 cm²

PESO = 13.50 kg
DIÁMETRO = 15.05 cm
CARGA MAX. = 99,200 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.24	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
4000	22.48	0.00	0.20	0.10	0.10	0.10
6000	33.73	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
8000	44.97	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
10000	56.21	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
12000	67.45	0.30	0.40	0.35	0.35	0.35
14000	78.70	0.50	0.80	0.65	0.65	0.65
16000	89.94	0.80	1.20	1.00	1.00	1.00
18000	101.18	1.20	1.50	1.35	1.35	1.35
20000	112.42	1.50	1.80	1.65	1.65	1.65
22000	123.66	1.90	2.30	2.10	2.10	2.10
24000	134.91	2.20	2.60	2.40	2.40	2.40
26000	146.15	2.50	3.00	2.75	2.75	2.75
28000	157.39	3.00	3.50	3.25	3.25	3.25
30000	168.63	3.20	3.70	3.45	3.45	3.45
32000	179.88	3.70	4.20	3.95	3.95	3.95
34000	191.12	4.00	4.50	4.25	4.25	4.25
36000	202.36	4.30	5.00	4.65	4.65	4.65
38000	213.60	4.80	5.40	5.10	5.10	5.10
40000	224.85	5.00	5.80	5.40	5.40	5.40
42000	236.09	5.50	6.20	5.85	5.85	5.85
44000	247.33	5.90	6.70	6.30	6.30	6.30
46000	258.57	6.20	7.00	6.60	6.60	6.60
48000	269.81	6.60	7.50	7.05	7.05	7.05
50000	281.06	7.00	7.90	7.45	7.45	7.45
52000	292.30	7.40	8.40	7.90	7.90	7.90
54000	303.54	7.90	8.70	8.30	8.30	8.30
56000	314.78	8.30	9.40	8.85	8.85	8.85
58000	326.03	8.60	9.80	9.20	9.20	9.20
60000	337.27	9.00	10.30	9.65	9.65	9.65
62000	348.51	9.50	10.70	10.10	10.10	10.10
64000	359.75	9.90	11.20	10.55	10.55	10.55
66000	370.99	10.30	11.70	11.00	11.00	11.00
68000	382.24	10.90	12.30	11.60	11.60	11.60
70000	393.48	11.40	12.90	12.15	12.15	12.15
72000	404.72	11.90	13.30	12.60	12.60	12.60
74000	415.96	12.20	13.50	12.85	12.85	12.85
76000	427.21	12.90	14.30	13.60	13.60	13.60
78000	438.45	13.50	14.90	14.20	14.20	14.20
80000	449.69	14.00	15.40	14.70	14.70	14.70
82000	460.93	14.60	16.00	15.30	15.30	15.30
84000	472.18	15.00	16.70	15.85	15.85	15.85
86000	483.42	15.70	17.30	16.50	16.50	16.50
88000	494.66	16.30	18.00	17.15	17.15	17.15
90000	505.90	17.00	18.70	17.85	17.85	17.85
92000	517.14	17.50	19.50	18.50	18.50	18.50
94000	528.39	18.30	20.30	19.30	19.30	19.30
96000	539.63	19.00	21.00	20.00	20.00	20.00
98000	550.87	19.70	22.10	20.90	20.90	20.90

ROTURA = 99200/177.90 = 557.62 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 99200/177.90 = 223.05

M.E.E. = $\frac{205.08 - 69.78}{(4.70 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 73.08

D1 = 5.35 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 309,216.49 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

ANEXO C3.13 ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 0.00% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 177.90 cm²

PESO = 12.60 kg
DIÁMETRO = 15.05 cm
CARGA MAX. = 82,600 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.24	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.48	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
6000	33.73	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	44.97	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
10000	56.21	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
12000	67.45	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
14000	78.70	1.60	1.10	1.35	1.35	1.35
16000	89.94	1.80	1.40	1.60	1.60	1.60
18000	101.18	2.30	1.80	2.05	2.05	2.05
20000	112.42	2.80	2.20	2.50	2.50	2.50
22000	123.66	3.20	2.60	2.90	2.90	2.90
24000	134.91	3.60	3.00	3.30	3.30	3.30
26000	146.15	4.10	3.40	3.75	3.75	3.75
28000	157.39	4.50	3.80	4.15	4.15	4.15
30000	168.63	5.20	4.40	4.80	4.80	4.80
32000	179.88	5.60	4.80	5.20	5.20	5.20
34000	191.12	6.20	5.30	5.75	5.75	5.75
36000	202.36	6.70	5.70	6.20	6.20	6.20
38000	213.60	7.20	6.20	6.70	6.70	6.70
40000	224.85	7.80	6.60	7.20	7.20	7.20
42000	236.09	8.30	7.20	7.75	7.75	7.75
44000	247.33	8.90	7.60	8.25	8.25	8.25
46000	258.57	9.50	8.10	8.80	8.80	8.80
48000	269.81	10.00	8.70	9.35	9.35	9.35
50000	281.06	10.70	9.10	9.90	9.90	9.90
52000	292.30	11.30	9.70	10.50	10.50	10.50
54000	303.54	12.00	10.20	11.10	11.10	11.10
56000	314.78	12.60	10.80	11.70	11.70	11.70
58000	326.03	13.40	11.40	12.40	12.40	12.40
60000	337.27	14.00	12.00	13.00	13.00	13.00
62000	348.51	14.80	12.60	13.70	13.70	13.70
64000	359.75	15.50	13.30	14.40	14.40	14.40
66000	370.99	16.50	14.10	15.30	15.30	15.30
68000	382.24	17.30	14.90	16.10	16.10	16.10
70000	393.48	18.20	15.30	16.75	16.75	16.75
72000	404.72	19.10	16.60	17.85	17.85	17.85
74000	415.96	20.20	17.50	18.85	18.85	18.85
76000	427.21	21.20	18.50	19.85	19.85	19.85
78000	438.45	22.50	19.70	21.10	21.10	21.10
80000	449.69	24.10	21.10	22.60	22.60	22.60
82000	460.93	26.00	23.00	24.50	24.50	24.50

ROTURA = 82600/177.90 = 464.31 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 82600/177.90 = 185.72

M.E.E. = $\frac{185.72 - 61.83}{(5.49 - 0.5) \times 10^{-4}}$

E_o = 61.83

D1 = 5.49 x 10⁻⁴

D_o = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 248,276.55 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.14 ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 0.00% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 175.54 cm²

PESO = 13.70 kg
DIÁMETRO = 14.95 cm
CARGA MAX. = 79,100 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	22.79	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	34.18	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	45.57	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
10000	56.97	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
12000	68.36	0.60	0.50	0.55	0.55	0.55
14000	79.75	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
16000	91.15	1.60	1.30	1.45	1.45	1.45
18000	102.54	2.00	1.60	1.80	1.80	1.80
20000	113.93	2.50	1.90	2.20	2.20	2.20
22000	125.33	3.00	2.40	2.70	2.70	2.70
24000	136.72	3.40	2.80	3.10	3.10	3.10
26000	148.11	3.90	3.10	3.50	3.50	3.50
28000	159.51	4.40	3.50	3.95	3.95	3.95
30000	170.90	4.90	3.80	4.35	4.35	4.35
32000	182.29	5.50	4.30	4.90	4.90	4.90
34000	193.69	6.00	4.70	5.35	5.35	5.35
36000	205.08	6.50	5.20	5.85	5.85	5.85
38000	216.47	7.00	5.60	6.30	6.30	6.30
40000	227.87	7.60	6.00	6.80	6.80	6.80
42000	239.26	8.20	6.40	7.30	7.30	7.30
44000	250.66	8.70	7.00	7.85	7.85	7.85
46000	262.05	9.30	7.50	8.40	8.40	8.40
48000	273.44	10.00	8.00	9.00	9.00	9.00
50000	284.84	10.60	8.50	9.55	9.55	9.55
52000	296.23	11.20	9.00	10.10	10.10	10.10
54000	307.62	11.90	9.50	10.70	10.70	10.70
56000	319.02	12.60	10.00	11.30	11.30	11.30
58000	330.41	13.30	10.90	12.10	12.10	12.10
60000	341.80	14.10	11.30	12.70	12.70	12.70
62000	353.20	14.90	11.80	13.35	13.35	13.35
64000	364.59	15.70	12.80	14.25	14.25	14.25
66000	375.98	16.60	13.40	15.00	15.00	15.00
68000	387.38	17.70	14.20	15.95	15.95	15.95
70000	398.77	18.70	15.00	16.85	16.85	16.85
72000	410.16	20.00	15.90	17.95	17.95	17.95
74000	421.56	21.20	16.80	19.00	19.00	19.00
76000	432.95	22.60	18.00	20.30	20.30	20.30
78000	444.34	24.40	19.40	21.90	21.90	21.90

ROTURA = 79100/175.54 = 450.61 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 79100/175.54 = 180.24

E₀ = 66.08

D1 = 4.80 x 10⁻⁴

D₀ = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{180.24 - 66.08}{(4.80 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 265,488.37 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.15

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 0.00% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 14.10 kg
DIÁMETRO = 14.90 cm
CARGA MAX. = 82,700 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	22.94	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
6000	34.41	0.50	0.40	0.45	0.45	0.45
8000	45.88	1.20	0.60	0.90	0.90	0.90
10000	57.35	1.60	0.90	1.25	1.25	1.25
12000	68.82	2.20	1.20	1.70	1.70	1.70
14000	80.29	2.90	1.40	2.15	2.15	2.15
16000	91.76	3.60	1.80	2.70	2.70	2.70
18000	103.23	4.40	2.00	3.20	3.20	3.20
20000	114.70	5.00	2.40	3.70	3.70	3.70
22000	126.17	5.80	2.60	4.20	4.20	4.20
24000	137.64	6.60	3.00	4.80	4.80	4.80
26000	149.11	7.40	3.30	5.35	5.35	5.35
28000	160.58	8.20	3.80	6.00	6.00	6.00
30000	172.05	9.10	4.00	6.55	6.55	6.55
32000	183.52	10.00	4.30	7.15	7.15	7.15
34000	194.99	10.90	4.80	7.85	7.85	7.85
36000	206.46	11.80	5.00	8.40	8.40	8.40
38000	217.93	12.70	5.40	9.05	9.05	9.05
40000	229.40	13.70	5.80	9.75	9.75	9.75
42000	240.87	14.60	6.30	10.45	10.45	10.45
44000	252.34	15.70	6.50	11.10	11.10	11.10
46000	263.81	16.50	6.90	11.70	11.70	11.70
48000	275.28	17.50	7.30	12.40	12.40	12.40
50000	286.75	18.60	7.70	13.15	13.15	13.15
52000	298.22	19.90	8.00	13.95	13.95	13.95
54000	309.69	21.30	8.50	14.90	14.90	14.90
56000	321.16	22.40	9.00	15.70	15.70	15.70
58000	332.63	23.70	9.40	16.55	16.55	16.55
60000	344.10	25.50	9.80	17.65	17.65	17.65
62000	355.57	27.60	10.40	19.00	19.00	19.00

ROTURA = 82700/174.37 = 402.84 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 82700/174.37 = 189.71

Eo = 35.68

D1 = 7.53 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{189.71 - 35.68}{(7.53 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 219,103.84 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.16

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 0.75% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 176.72 cm²

PESO = 13.90 kg
DIÁMETRO = 15.00 cm
CARGA MAX. = 89,000 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.32	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.63	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	33.95	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	45.27	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
10000	56.59	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
12000	67.90	0.50	0.40	0.45	0.45	0.45
14000	79.22	0.90	0.70	0.80	0.80	0.80
16000	90.54	1.30	1.10	1.20	1.20	1.20
18000	101.86	1.50	1.30	1.40	1.40	1.40
20000	113.17	2.00	1.80	1.90	1.90	1.90
22000	124.49	2.30	2.00	2.15	2.15	2.15
24000	135.81	2.70	2.40	2.55	2.55	2.55
26000	147.13	3.00	2.70	2.85	2.85	2.85
28000	158.44	3.50	3.00	3.25	3.25	3.25
30000	169.76	4.00	3.40	3.70	3.70	3.70
32000	181.08	4.30	3.80	4.05	4.05	4.05
34000	192.39	4.70	4.20	4.45	4.45	4.45
36000	203.71	5.10	4.50	4.80	4.80	4.80
38000	215.03	5.50	4.90	5.20	5.20	5.20
40000	226.35	5.90	5.20	5.55	5.55	5.55
42000	237.66	6.30	5.60	5.95	5.95	5.95
44000	248.98	6.80	6.00	6.40	6.40	6.40
46000	260.30	7.20	6.50	6.85	6.85	6.85
48000	271.62	7.60	6.80	7.20	7.20	7.20
50000	282.93	8.10	7.20	7.65	7.65	7.65
52000	294.25	8.60	7.70	8.15	8.15	8.15
54000	305.57	9.00	8.10	8.55	8.55	8.55
56000	316.89	9.50	8.50	9.00	9.00	9.00
58000	328.20	10.00	9.00	9.50	9.50	9.50
60000	339.52	10.50	9.50	10.00	10.00	10.00
62000	350.84	11.00	10.00	10.50	10.50	10.50
64000	362.15	11.60	10.50	11.05	11.05	11.05
66000	373.47	12.20	11.00	11.60	11.60	11.60
68000	384.79	12.80	11.50	12.15	12.15	12.15
70000	396.11	13.40	12.10	12.75	12.75	12.75
72000	407.42	14.00	12.70	13.35	13.35	13.35
74000	418.74	14.60	13.30	13.95	13.95	13.95
76000	430.06	15.30	13.90	14.60	14.60	14.60
78000	441.38	16.00	14.60	15.30	15.30	15.30
80000	452.69	16.80	15.20	16.00	16.00	16.00
82000	464.01	17.80	16.00	16.90	16.90	16.90
84000	475.33	18.60	16.90	17.75	17.75	17.75
86000	486.65	19.50	17.80	18.65	18.65	18.65
88000	497.96	22.00	18.90	20.45	20.45	20.45

ROTURA = 89000/176.72 = 503.62 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 89000/176.72 = 201.45

M.E.E. = $\frac{176.37 - 27.67}{(5.44 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 69.52

D1 = 4.73 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 311,891.25 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I
ADITIVO: EUCCO 37
CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO
SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.17

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 0.75% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 12.60 kg
DIÁMETRO = 14.90 cm
CARGA MAX. = 87,000 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.79	0.30	0.40	0.35	0.35	0.35
6000	34.18	0.50	0.90	0.70	0.70	0.70
8000	45.57	0.80	1.40	1.10	1.10	1.10
10000	56.97	1.00	1.80	1.40	1.40	1.40
12000	68.36	1.40	2.30	1.85	1.85	1.85
14000	79.75	1.70	2.70	2.20	2.20	2.20
16000	91.15	2.00	3.00	2.50	2.50	2.50
18000	102.54	2.30	3.40	2.85	2.85	2.85
20000	113.93	2.70	3.90	3.30	3.30	3.30
22000	125.33	3.00	4.20	3.60	3.60	3.60
24000	136.72	3.30	4.60	3.95	3.95	3.95
26000	148.11	3.60	5.00	4.30	4.30	4.30
28000	159.51	4.60	5.50	5.05	5.05	5.05
30000	170.90	4.50	6.00	5.25	5.25	5.25
32000	182.29	4.90	6.40	5.65	5.65	5.65
34000	193.69	5.20	6.80	6.00	6.00	6.00
36000	205.08	5.50	7.20	6.35	6.35	6.35
38000	216.47	6.00	7.70	6.85	6.85	6.85
40000	227.87	6.40	8.20	7.30	7.30	7.30
42000	239.26	6.90	8.60	7.75	7.75	7.75
44000	250.66	7.20	9.10	8.15	8.15	8.15
46000	262.05	7.60	10.00	8.80	8.80	8.80
48000	273.44	8.00	10.20	9.10	9.10	9.10
50000	284.84	8.50	10.70	9.60	9.60	9.60
52000	296.23	9.00	11.30	10.15	10.15	10.15
54000	307.62	9.40	11.90	10.65	10.65	10.65
56000	319.02	10.00	12.50	11.25	11.25	11.25
58000	330.41	10.40	13.10	11.75	11.75	11.75
60000	341.80	11.00	13.90	12.45	12.45	12.45
62000	353.20	11.50	14.40	12.95	12.95	12.95
64000	364.59	12.00	15.10	13.55	13.55	13.55
66000	375.98	12.60	15.80	14.20	14.20	14.20
68000	387.38	13.40	16.60	15.00	15.00	15.00
70000	398.77	14.00	17.40	15.70	15.70	15.70
72000	410.16	14.90	18.50	16.70	16.70	16.70
74000	421.56	14.90	18.50	16.70	16.70	16.70
76000	432.95	14.90	18.50	16.70	16.70	16.70
78000	444.34	14.90	18.50	16.70	16.70	16.70
80000	455.74	14.90	18.50	16.70	16.70	16.70
82000	467.13	14.90	18.50	16.70	16.70	16.70
84000	478.52	14.90	18.50	16.70	16.70	16.70
86000	489.92	16.50	20.50	18.50	18.50	18.50

ROTURA = 87000/174.37 = 498.94 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 87000/174.37 = 199.58

Eo = 27.67

D1 = 6.18 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{176.37 - 27.67}{(5.44 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 302,658.45 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCCO 37
CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO
SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.18

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 0.75% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 179.08 cm²

PESO = 14.00 kg
DIÁMETRO = 15.10 cm
CARGA MAX. = 91,200 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.10	0.00	0.05	0.05	0.05
4000	22.79	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	34.18	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
8000	45.57	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
10000	56.97	1.00	0.70	0.85	0.85	0.85
12000	68.36	1.60	1.00	1.30	1.30	1.30
14000	79.75	2.10	1.30	1.70	1.70	1.70
16000	91.15	2.80	1.70	2.25	2.25	2.25
18000	102.54	3.30	2.00	2.65	2.65	2.65
20000	113.93	4.00	2.30	3.15	3.15	3.15
22000	125.33	4.50	2.70	3.60	3.60	3.60
24000	136.72	5.00	3.00	4.00	4.00	4.00
26000	148.11	5.90	3.40	4.65	4.65	4.65
28000	159.51	6.50	3.70	5.10	5.10	5.10
30000	170.90	7.00	4.10	5.55	5.55	5.55
32000	182.29	7.60	4.50	6.05	6.05	6.05
34000	193.69	8.40	4.80	6.60	6.60	6.60
36000	205.08	9.00	5.20	7.10	7.10	7.10
38000	216.47	9.60	5.50	7.55	7.55	7.55
40000	227.87	10.20	5.90	8.05	8.05	8.05
42000	239.26	11.00	6.30	8.65	8.65	8.65
44000	250.66	11.70	6.70	9.20	9.20	9.20
46000	262.05	12.50	7.10	9.80	9.80	9.80
48000	273.44	13.30	7.30	10.30	10.30	10.30
50000	284.84	14.00	8.00	11.00	11.00	11.00
52000	296.23	15.00	8.50	11.75	11.75	11.75
54000	307.62	16.00	8.90	12.45	12.45	12.45
56000	319.02	17.00	9.30	13.15	13.15	13.15
58000	330.41	18.00	9.70	13.85	13.85	13.85
60000	341.80	19.00	10.20	14.60	14.60	14.60
62000	353.20	20.00	10.70	15.35	15.35	15.35
64000	364.59	21.20	10.30	15.75	15.75	15.75
66000	375.98	23.00	11.80	17.40	17.40	17.40
68000	387.38	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
70000	398.77	27.00	13.10	20.05	20.05	20.05
72000	410.16	27.90	13.40	20.65	20.65	20.65
74000	421.56	29.40	14.00	21.70	21.70	21.70

ROTURA = 91200/179.08 = 509.27 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 91200/179.08 = 203.71

Eo = 50.32

D1 = 7.04 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{203.71 - 50.32}{(7.04 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 234,541.28 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.20

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 0.93% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 175.77 cm²

PESO = 13.10 kg
DIÁMETRO = 14.96 cm
CARGA MAX. = 70,300 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.38	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.76	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	34.14	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
8000	45.51	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
10000	56.89	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
12000	68.27	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
14000	79.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16000	91.03	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
18000	102.41	1.70	1.80	1.75	1.75	1.75
20000	113.79	2.00	2.20	2.10	2.10	2.10
22000	125.16	2.40	2.50	2.45	2.45	2.45
24000	136.54	2.80	3.00	2.90	2.90	2.90
26000	147.92	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
28000	159.30	3.80	3.70	3.75	3.75	3.75
30000	170.68	4.10	4.20	4.15	4.15	4.15
32000	182.06	4.50	4.60	4.55	4.55	4.55
34000	193.43	4.90	5.00	4.95	4.95	4.95
36000	204.81	5.30	5.50	5.40	5.40	5.40
38000	216.19	5.70	5.90	5.80	5.80	5.80
40000	227.57	6.20	6.40	6.30	6.30	6.30
42000	238.95	6.60	6.80	6.70	6.70	6.70
44000	250.33	7.10	7.30	7.20	7.20	7.20
46000	261.71	7.60	7.80	7.70	7.70	7.70
48000	273.08	8.10	8.40	8.25	8.25	8.25
50000	284.46	8.60	8.90	8.75	8.75	8.75
52000	295.84	9.10	9.50	9.30	9.30	9.30
54000	307.22	9.70	10.10	9.90	9.90	9.90
56000	318.60	10.20	10.70	10.45	10.45	10.45
58000	329.98	10.90	11.40	11.15	11.15	11.15
60000	341.36	11.50	12.20	11.85	11.85	11.85
62000	352.73	12.20	13.00	12.60	12.60	12.60
64000	364.11	13.00	13.80	13.40	13.40	13.40
66000	375.49	13.90	14.80	14.35	14.35	14.35
68000	386.87	15.00	16.10	15.55	15.55	15.55
70000	398.25	17.00	18.50	17.75	17.75	17.75

ROTURA = 70300/175.77 = 399.95 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 70300/175.77 = 159.98

Eo = 64.48

D1 = 3.77 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

$$M.E.E. = \frac{159.98 - 64.48}{(3.77 - 0.5) \times 10^{-4}}$$

M.E.E. = 292,048.93 kg/cm ²
--

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.21

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 0.93% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 176.72 cm²

PESO = 12.80 kg
DIÁMETRO = 15.00 cm
CARGA MAX. = 76,200 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.32	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.63	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6000	33.95	0.60	0.50	0.55	0.55	0.55
8000	45.27	1.00	0.80	0.90	0.90	0.90
10000	56.59	1.40	1.20	1.30	1.30	1.30
12000	67.90	1.60	1.50	1.55	1.55	1.55
14000	79.22	2.20	1.90	2.05	2.05	2.05
16000	90.54	2.50	2.10	2.30	2.30	2.30
18000	101.86	3.00	2.60	2.80	2.80	2.80
20000	113.17	3.20	2.90	3.05	3.05	3.05
22000	124.49	3.60	3.30	3.45	3.45	3.45
24000	135.81	4.00	3.70	3.85	3.85	3.85
26000	147.13	4.40	4.00	4.20	4.20	4.20
28000	158.44	4.70	4.40	4.55	4.55	4.55
30000	169.76	5.10	4.80	4.95	4.95	4.95
32000	181.08	5.60	5.30	5.45	5.45	5.45
34000	192.39	6.00	5.70	5.85	5.85	5.85
36000	203.71	6.40	6.00	6.20	6.20	6.20
38000	215.03	6.90	6.40	6.65	6.65	6.65
40000	226.35	7.30	6.90	7.10	7.10	7.10
42000	237.66	7.60	7.40	7.50	7.50	7.50
44000	248.98	8.20	7.80	8.00	8.00	8.00
46000	260.30	8.60	8.30	8.45	8.45	8.45
48000	271.62	9.00	8.70	8.85	8.85	8.85
50000	282.93	9.60	9.20	9.40	9.40	9.40
52000	294.25	10.10	9.70	9.90	9.90	9.90
54000	305.57	10.70	10.20	10.45	10.45	10.45
56000	316.89	11.20	10.80	11.00	11.00	11.00
58000	328.20	11.90	11.30	11.60	11.60	11.60
60000	339.52	12.50	11.80	12.15	12.15	12.15
62000	350.84	13.30	12.50	12.90	12.90	12.90
64000	362.15	14.00	13.10	13.55	13.55	13.55
66000	373.47	15.00	13.70	14.35	14.35	14.35
68000	384.79	15.80	14.40	15.10	15.10	15.10
70000	396.11	16.80	15.10	15.95	15.95	15.95
72000	407.42	18.00	16.00	17.00	17.00	17.00
74000	418.74	19.40	16.70	18.05	18.05	18.05
76000	430.06	23.50	18.90	21.20	21.20	21.20

ROTURA = 76200/176.72 = 431.19 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 76200/176.72 = 172.48

Eo = 32.33

D1 = 5.07 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{172.48 - 32.33}{(5.07 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 306,673.96 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.22

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 13.55 kg
DIÁMETRO = 14.90 cm
CARGA MAX. = 77,000 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.47	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
4000	22.94	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
6000	34.41	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
8000	45.88	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
10000	57.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
12000	68.82	0.40	0.50	0.45	0.45	0.45
14000	80.29	0.60	0.90	0.75	0.75	0.75
16000	91.76	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
18000	103.23	1.50	1.60	1.55	1.55	1.55
20000	114.70	1.80	1.90	1.85	1.85	1.85
22000	126.17	2.00	2.30	2.15	2.15	2.15
24000	137.64	2.50	2.60	2.55	2.55	2.55
26000	149.11	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
28000	160.58	3.20	3.40	3.30	3.30	3.30
30000	172.05	3.50	3.80	3.65	3.65	3.65
32000	183.52	4.00	4.20	4.10	4.10	4.10
34000	194.99	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60
36000	206.46	4.80	5.00	4.90	4.90	4.90
38000	217.93	5.00	5.40	5.20	5.20	5.20
40000	229.40	5.50	5.90	5.70	5.70	5.70
42000	240.87	6.00	6.40	6.20	6.20	6.20
44000	252.34	6.30	6.80	6.55	6.55	6.55
46000	263.81	6.80	7.30	7.05	7.05	7.05
48000	275.28	7.20	7.80	7.50	7.50	7.50
50000	286.75	7.60	8.30	7.95	7.95	7.95
52000	298.22	8.00	8.80	8.40	8.40	8.40
54000	309.69	8.50	9.40	8.95	8.95	8.95
56000	321.16	9.10	10.00	9.55	9.55	9.55
58000	332.63	9.60	10.60	10.10	10.10	10.10
60000	344.10	10.20	11.30	10.75	10.75	10.75
62000	355.57	10.90	12.30	11.60	11.60	11.60
64000	367.04	11.50	12.40	11.95	11.95	11.95
66000	378.51	12.00	13.50	12.75	12.75	12.75
68000	389.98	13.20	15.20	14.20	14.20	14.20
70000	401.45	14.10	16.50	15.30	15.30	15.30

ROTURA = 77000/174.37 = 441.59 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 77000/174.37 = 176.64

Eo = 70.73

D1 = 3.83 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{176.64 - 70.73}{(3.83 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 318,048.05 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.23

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 175.54 cm²

PESO = 12.70 kg
DIÁMETRO = 14.95 cm
CARGA MAX. = 77,400 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.79	0.30	0.40	0.35	0.35	0.35
6000	34.18	0.50	0.90	0.70	0.70	0.70
8000	45.57	0.80	1.40	1.10	1.10	1.10
10000	56.97	1.00	1.80	1.40	1.40	1.40
12000	68.36	1.40	2.30	1.85	1.85	1.85
14000	79.75	1.70	2.70	2.20	2.20	2.20
16000	91.15	2.00	3.00	2.50	2.50	2.50
18000	102.54	2.30	3.40	2.85	2.85	2.85
20000	113.93	2.70	3.90	3.30	3.30	3.30
22000	125.33	3.00	4.20	3.60	3.60	3.60
24000	136.72	3.30	4.60	3.95	3.95	3.95
26000	148.11	3.60	5.00	4.30	4.30	4.30
28000	159.51	4.60	5.50	5.05	5.05	5.05
30000	170.90	4.50	6.00	5.25	5.25	5.25
32000	182.29	4.90	6.40	5.65	5.65	5.65
34000	193.69	5.20	6.80	6.00	6.00	6.00
36000	205.08	5.50	7.20	6.35	6.35	6.35
38000	216.47	6.00	7.70	6.85	6.85	6.85
40000	227.87	6.40	8.20	7.30	7.30	7.30
42000	239.26	6.90	8.60	7.75	7.75	7.75
44000	250.66	7.20	9.10	8.15	8.15	8.15
46000	262.05	7.60	10.00	8.80	8.80	8.80
48000	273.44	8.00	10.20	9.10	9.10	9.10
50000	284.84	8.50	10.70	9.60	9.60	9.60
52000	296.23	9.00	11.30	10.15	10.15	10.15
54000	307.62	9.40	11.90	10.65	10.65	10.65
56000	319.02	10.00	12.50	11.25	11.25	11.25
58000	330.41	10.40	13.10	11.75	11.75	11.75
60000	341.80	11.00	13.90	12.45	12.45	12.45
62000	353.20	11.50	14.40	12.95	12.95	12.95
64000	364.59	12.00	15.10	13.55	13.55	13.55
66000	375.98	12.60	15.80	14.20	14.20	14.20
68000	387.38	13.40	16.60	15.00	15.00	15.00
70000	398.77	14.00	17.40	15.70	15.70	15.70
72000	410.16	14.90	18.50	16.70	16.70	16.70
74000	421.56	15.50	19.60	17.55	17.55	17.55
76000	432.95	16.50	20.50	18.50	18.50	18.50

ROTURA = 77400/175.54 = 440.93 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 77400/175.54 = 176.37

Eo = 27.67

D1 = 5.44 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

$$M.E.E. = \frac{176.37 - 27.67}{(5.44 - 0.5) \times 10^{-4}}$$

M.E.E. = 301,012.15 kg/cm²
--

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.24

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.45 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 177.90 cm²

PESO = 13.15 kg
DIÁMETRO = 15.05 cm
CARGA MAX.= 82,100 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	22.48	0.10	0.00	0.05	0.05	0.05
6000	33.73	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
8000	44.97	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
10000	56.21	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
12000	67.45	0.60	0.50	0.55	0.55	0.55
14000	78.70	1.00	0.80	0.90	0.90	0.90
16000	89.94	1.40	1.10	1.25	1.25	1.25
18000	101.18	1.60	1.40	1.50	1.50	1.50
20000	112.42	2.20	1.70	1.95	1.95	1.95
22000	123.66	2.50	2.10	2.30	2.30	2.30
24000	134.91	3.00	2.40	2.70	2.70	2.70
26000	146.15	3.40	2.70	3.05	3.05	3.05
28000	157.39	3.90	3.10	3.50	3.50	3.50
30000	168.63	4.20	3.40	3.80	3.80	3.80
32000	179.88	4.60	3.80	4.20	4.20	4.20
34000	191.12	5.00	4.20	4.60	4.60	4.60
36000	202.36	5.50	4.60	5.05	5.05	5.05
38000	213.60	6.00	4.90	5.45	5.45	5.45
40000	224.85	6.40	5.30	5.85	5.85	5.85
42000	236.09	6.90	5.70	6.30	6.30	6.30
44000	247.33	7.40	6.20	6.80	6.80	6.80
46000	258.57	7.80	6.60	7.20	7.20	7.20
48000	269.81	8.30	7.00	7.65	7.65	7.65
50000	281.06	8.80	7.50	8.15	8.15	8.15
52000	292.30	9.30	7.90	8.60	8.60	8.60
54000	303.54	9.90	8.40	9.15	9.15	9.15
56000	314.78	10.50	8.90	9.70	9.70	9.70
58000	326.03	11.00	9.40	10.20	10.20	10.20
60000	337.27	11.60	9.90	10.75	10.75	10.75
62000	348.51	12.20	10.40	11.30	11.30	11.30
64000	359.75	13.00	10.90	11.95	11.95	11.95
66000	370.99	13.50	11.50	12.50	12.50	12.50
68000	382.24	14.30	12.20	13.25	13.25	13.25
70000	393.48	15.00	12.80	13.90	13.90	13.90
72000	404.72	15.60	13.50	14.55	14.55	14.55
74000	415.96	16.50	14.20	15.35	15.35	15.35
76000	427.21	17.50	14.90	16.20	16.20	16.20
78000	438.45	18.50	15.70	17.10	17.10	17.10
80000	449.69	19.50	16.60	18.05	18.05	18.05
82000	460.93	21.50	17.90	19.70	19.70	19.70

ROTURA = 82100/177.90 = 461.50 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 82100/177.90 = 184.60

Eo = 65.58

D1 = 4.37 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{184.60 - 65.58}{(4.37 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 307,545.22 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I
ADITIVO: EUCCO 37
CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO
SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.26

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 0.00% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 179.08 cm²

PESO = 13.55 kg
DIÁMETRO = 15.10 cm
CARGA MAX. = 87,400 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.17	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
4000	22.34	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6000	33.50	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
8000	44.67	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35
10000	55.84	0.80	0.50	0.65	0.65	0.65
12000	67.01	1.80	0.70	1.25	1.25	1.25
14000	78.18	1.90	1.10	1.50	1.50	1.50
16000	89.35	2.50	1.50	2.00	2.00	2.00
18000	100.51	3.00	1.70	2.35	2.35	2.35
20000	111.68	3.70	2.20	2.95	2.95	2.95
22000	122.85	4.40	2.50	3.45	3.45	3.45
24000	134.02	5.00	2.90	3.95	3.95	3.95
26000	145.19	5.50	3.20	4.35	4.35	4.35
28000	156.35	6.50	3.70	5.10	5.10	5.10
30000	167.52	7.00	4.10	5.55	5.55	5.55
32000	178.69	7.70	4.50	6.10	6.10	6.10
34000	189.86	8.40	4.90	6.65	6.65	6.65
36000	201.03	9.30	5.30	7.30	7.30	7.30
38000	212.20	10.00	5.70	7.85	7.85	7.85
40000	223.36	11.00	6.20	8.60	8.60	8.60
42000	234.53	11.90	6.60	9.25	9.25	9.25
44000	245.70	12.90	7.10	10.00	10.00	10.00
46000	256.87	14.00	7.60	10.80	10.80	10.80
48000	268.04	15.00	8.00	11.50	11.50	11.50
50000	279.20	16.30	8.50	12.40	12.40	12.40
52000	290.37	17.50	9.00	13.25	13.25	13.25
54000	301.54	18.90	9.60	14.25	14.25	14.25
56000	312.71	20.00	10.00	15.00	15.00	15.00
58000	323.88	21.60	10.60	16.10	16.10	16.10
60000	335.05	23.60	11.00	17.30	17.30	17.30
62000	346.21	25.50	11.70	18.60	18.60	18.60
64000	357.38	27.50	12.20	19.85	19.85	19.85
66000	368.55	29.50	12.80	21.15	21.15	21.15

ROTURA = 87400/179.08 = 488.05 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 87400/179.08 = 195.22

Eo = 50.26

D1 = 6.96 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{195.22 - 50.26}{(6.96 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 224,396.28 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.27

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 0.00% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 175.54 cm²

PESO = 12.90 kg
DIÁMETRO = 14.95 cm
CARGA MAX. = 56,700 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.10	0.00	0.05	0.05	0.05
4000	22.79	0.30	0.10	0.20	0.20	0.20
6000	34.18	0.50	0.20	0.35	0.35	0.35
8000	45.57	0.90	0.60	0.75	0.75	0.75
10000	56.97	1.40	0.80	1.10	1.10	1.10
12000	68.36	2.00	1.20	1.60	1.60	1.60
14000	79.75	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
16000	91.15	3.00	1.80	2.40	2.40	2.40
18000	102.54	3.50	2.20	2.85	2.85	2.85
20000	113.93	4.40	2.50	3.45	3.45	3.45
22000	125.33	4.90	2.90	3.90	3.90	3.90
24000	136.72	5.50	3.30	4.40	4.40	4.40
26000	148.11	6.00	3.60	4.80	4.80	4.80
28000	159.51	6.80	4.00	5.40	5.40	5.40
30000	170.90	7.50	4.30	5.90	5.90	5.90
32000	182.29	8.00	4.70	6.35	6.35	6.35
34000	193.69	8.70	5.10	6.90	6.90	6.90
36000	205.08	9.50	5.50	7.50	7.50	7.50
38000	216.47	10.30	5.90	8.10	8.10	8.10
40000	227.87	11.00	6.30	8.65	8.65	8.65
42000	239.26	11.90	6.70	9.30	9.30	9.30
44000	250.66	12.70	7.10	9.90	9.90	9.90
46000	262.05	13.50	7.50	10.50	10.50	10.50
48000	273.44	14.40	7.90	11.15	11.15	11.15
50000	284.84	15.30	8.40	11.85	11.85	11.85
52000	296.23	16.00	8.80	12.40	12.40	12.40
54000	303.54	29.90	14.90	22.40	22.40	22.40

ROTURA = 56700/175.54 = 323.00 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 56700/175.54 = 129.20

Eo = 38.45

D1 = 4.07 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

$$M.E.E. = \frac{129.20 - 38.45}{(4.07 - 0.5) \times 10^{-4}}$$

M.E.E. = 254,201.68 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.28

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 0.75% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 172.03 cm²

PESO = 14.00 kg
DIÁMETRO = 14.80 cm
CARGA MAX. = 69,300 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	23.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	34.88	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	46.50	0.70	0.50	0.60	0.60	0.60
10000	58.13	1.20	0.80	1.00	1.00	1.00
12000	69.76	1.90	1.10	1.50	1.50	1.50
14000	81.38	2.30	1.40	1.85	1.85	1.85
16000	93.01	2.90	1.90	2.40	2.40	2.40
18000	104.63	3.50	2.20	2.85	2.85	2.85
20000	116.26	4.10	2.50	3.30	3.30	3.30
22000	127.88	4.80	3.00	3.90	3.90	3.90
24000	139.51	5.40	3.30	4.35	4.35	4.35
26000	151.14	6.00	3.60	4.80	4.80	4.80
28000	162.76	6.60	4.00	5.30	5.30	5.30
30000	174.39	7.40	4.40	5.90	5.90	5.90
32000	186.01	8.30	5.00	6.65	6.65	6.65
34000	197.64	9.10	5.50	7.30	7.30	7.30
36000	209.27	9.80	5.80	7.80	7.80	7.80
38000	220.89	10.60	6.20	8.40	8.40	8.40
40000	232.52	11.40	6.60	9.00	9.00	9.00
42000	244.14	12.20	7.00	9.60	9.60	9.60
44000	255.77	13.30	7.70	10.50	10.50	10.50
46000	267.40	14.30	8.10	11.20	11.20	11.20
48000	279.02	15.50	8.60	12.05	12.05	12.05
50000	290.65	16.40	9.40	12.90	12.90	12.90
52000	302.27	17.60	10.00	13.80	13.80	13.80
54000	313.90	19.00	10.50	14.75	14.75	14.75
56000	325.52	20.50	11.00	15.75	15.75	15.75
58000	337.15	22.10	12.00	17.05	17.05	17.05
60000	348.78	24.10	12.60	18.35	18.35	18.35
62000	360.40	26.50	13.50	20.00	20.00	20.00
64000	372.03	29.70	14.50	22.10	22.10	22.10

ROTURA = 69300/172.03 = 402.84 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 69300/172.03 = 161.13

Eo = 43.60

D1 = 5.23 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{161.13 - 43.60}{(5.23 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 248,477.80 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.29

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 0.75% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 179.08 cm²

PESO = 13.55 kg
DIÁMETRO = 15.10 cm
CARGA MAX. = 68,600 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.17	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.34	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6000	33.50	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
8000	44.67	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
10000	55.84	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
12000	67.01	0.60	0.50	0.55	0.55	0.55
14000	78.18	1.30	1.00	1.15	1.15	1.15
16000	89.35	1.60	1.40	1.50	1.50	1.50
18000	100.51	2.20	1.80	2.00	2.00	2.00
20000	111.68	2.70	2.20	2.45	2.45	2.45
22000	122.85	3.20	2.50	2.85	2.85	2.85
24000	134.02	3.60	3.00	3.30	3.30	3.30
26000	145.19	4.20	3.40	3.80	3.80	3.80
28000	156.35	4.80	3.90	4.35	4.35	4.35
30000	167.52	5.30	4.30	4.80	4.80	4.80
32000	178.69	5.90	4.60	5.25	5.25	5.25
34000	189.86	6.50	5.20	5.85	5.85	5.85
36000	201.03	7.10	5.50	6.30	6.30	6.30
38000	212.20	7.70	6.10	6.90	6.90	6.90
40000	223.36	8.20	6.60	7.40	7.40	7.40
42000	234.53	8.90	7.20	8.05	8.05	8.05
44000	245.70	9.60	7.70	8.65	8.65	8.65
46000	256.87	10.30	8.40	9.35	9.35	9.35
48000	268.04	11.10	9.00	10.05	10.05	10.05
50000	279.20	11.80	9.50	10.65	10.65	10.65
52000	290.37	12.70	10.00	11.35	11.35	11.35
54000	301.54	13.60	10.90	12.25	12.25	12.25
56000	312.71	14.60	11.60	13.10	13.10	13.10
58000	323.88	15.50	12.40	13.95	13.95	13.95
60000	335.05	16.70	13.30	15.00	15.00	15.00
62000	346.21	18.10	14.50	16.30	16.30	16.30
64000	357.38	19.70	15.70	17.70	17.70	17.70
66000	368.55	20.20	17.50	18.85	18.85	18.85
68000	379.72	25.50	19.90	22.70	22.70	22.70

ROTURA = 68,600/179.08 = 383.07 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 68,600/179.08 = 153.23

Eo = 63.29

D1 = 4.20 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{153.23 - 63.29}{(4.20 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 243,081.08 kg/cm²

TESIS ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO
ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y
PORTLAND TIPO
ADITIVO EUCO
CEMENTO CEMENTO PORTLAND TIPO I
SLUMP 3" -

ANEXO C3.30

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 0.75% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 175.54 cm²

PESO = 12.80 kg
DIÁMETRO = 14.95 cm
CARGA MAX. = 69,700 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (e)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.79	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6000	34.18	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
8000	45.57	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
10000	56.97	0.70	0.90	0.80	0.80	0.80
12000	68.36	1.20	1.40	1.30	1.30	1.30
14000	79.75	1.70	1.90	1.80	1.80	1.80
16000	91.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
18000	102.54	2.40	2.50	2.45	2.45	2.45
20000	113.93	2.80	3.00	2.90	2.90	2.90
22000	125.33	3.20	3.50	3.35	3.35	3.35
24000	136.72	3.60	3.90	3.75	3.75	3.75
26000	148.11	4.10	4.40	4.25	4.25	4.25
28000	159.51	4.50	4.90	4.70	4.70	4.70
30000	170.90	4.90	5.40	5.15	5.15	5.15
32000	182.29	5.40	6.00	5.70	5.70	5.70
34000	193.69	5.90	6.50	6.20	6.20	6.20
36000	205.08	6.30	7.00	6.65	6.65	6.65
38000	216.47	6.70	7.50	7.10	7.10	7.10
40000	227.87	7.30	8.10	7.70	7.70	7.70
42000	239.26	7.70	8.80	8.25	8.25	8.25
44000	250.66	8.40	9.50	8.95	8.95	8.95
46000	262.05	8.90	10.10	9.50	9.50	9.50
48000	273.44	9.50	10.80	10.15	10.15	10.15
50000	284.84	10.10	11.60	10.85	10.85	10.85
52000	296.23	10.80	12.50	11.65	11.65	11.65
54000	307.62	11.50	13.30	12.40	12.40	12.40
56000	319.02	12.30	14.30	13.30	13.30	13.30
58000	330.41	13.20	15.00	14.10	14.10	14.10
60000	341.80	14.10	16.30	15.20	15.20	15.20
62000	353.20	15.20	17.80	16.50	16.50	16.50
64000	364.59	16.80	20.00	18.40	18.40	18.40

ROTURA = 69700/175.54 = 397.06 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 69700/175.54 = 158.82

Eo = 45.57

D1 = 4.67 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{158.82 - 45.57}{(4.67 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 271,582.73 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.31

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 0.93% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 177.90 cm²

PESO = 14.10 kg
DIÁMETRO = 15.05 cm
CARGA MAX. = 96,600 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	22.48	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
6000	33.73	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	44.97	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
10000	56.21	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35
12000	67.45	0.70	0.60	0.65	0.65	0.65
14000	78.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16000	89.94	1.30	1.40	1.35	1.35	1.35
18000	101.18	1.60	1.90	1.75	1.75	1.75
20000	112.42	2.00	2.40	2.20	2.20	2.20
22000	123.66	2.40	2.80	2.60	2.60	2.60
24000	134.91	2.80	3.50	3.15	3.15	3.15
26000	146.15	3.00	3.90	3.45	3.45	3.45
28000	157.39	3.40	4.40	3.90	3.90	3.90
30000	168.63	3.90	5.00	4.45	4.45	4.45
32000	179.88	4.20	5.50	4.85	4.85	4.85
34000	191.12	4.50	6.00	5.25	5.25	5.25
36000	202.36	5.00	6.50	5.75	5.75	5.75
38000	213.60	5.20	7.20	6.20	6.20	6.20
40000	224.85	5.90	8.00	6.95	6.95	6.95
42000	236.09	6.20	8.60	7.40	7.40	7.40
44000	247.33	6.60	9.30	7.95	7.95	7.95
46000	258.57	7.00	9.90	8.45	8.45	8.45
48000	269.81	7.50	10.70	9.10	9.10	9.10
50000	281.06	7.90	11.30	9.60	9.60	9.60
52000	292.30	8.40	12.10	10.25	10.25	10.25
54000	303.54	8.80	12.90	10.85	10.85	10.85
56000	314.78	9.30	13.70	11.50	11.50	11.50
58000	326.03	9.70	14.50	12.10	12.10	12.10
60000	337.27	10.20	15.30	12.75	12.75	12.75
62000	348.51	10.60	16.50	13.55	13.55	13.55
64000	359.75	11.20	17.00	14.10	14.10	14.10
66000	370.99	11.60	17.70	14.65	14.65	14.65
68000	382.24	12.00	18.60	15.30	15.30	15.30
70000	393.48	12.60	19.80	16.20	16.20	16.20
72000	404.72	13.20	20.90	17.05	17.05	17.05
74000	415.96	14.00	22.30	18.15	18.15	18.15
76000	427.21	14.50	23.50	19.00	19.00	19.00
78000	438.45	15.00	24.70	19.85	19.85	19.85
80000	449.69	15.50	25.80	20.65	20.65	20.65
82000	460.93	16.40	27.30	21.85	21.85	21.85
84000	472.18	17.00	28.50	22.75	22.75	22.75
86000	483.42	17.80	29.50	23.65	23.65	23.65

ROTURA = 96600/177.90 = 543.00 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 96600/177.90 = 217.20

M.E.E. = $\frac{217.20 - 61.83}{(6.44 - 0.5) \times 10^{-4}}$

Eo = 61.83

D1 = 6.44 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 261,565.66 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.32

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 0.93% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 13.90 kg
DIÁMETRO = 14.90 cm
CARGA MAX. = 97,100 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.47	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4000	22.94	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6000	34.41	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
8000	45.88	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
10000	57.35	0.30	0.40	0.35	0.35	0.35
12000	68.82	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
14000	80.29	1.00	1.20	1.10	1.10	1.10
16000	91.76	1.40	1.50	1.45	1.45	1.45
18000	103.23	1.50	2.50	2.00	2.00	2.00
20000	114.70	1.90	2.50	2.20	2.20	2.20
22000	126.17	2.30	2.80	2.55	2.55	2.55
24000	137.64	2.50	2.90	2.70	2.70	2.70
26000	149.11	2.80	3.30	3.05	3.05	3.05
28000	160.58	3.00	3.70	3.35	3.35	3.35
30000	172.05	3.50	4.00	3.75	3.75	3.75
32000	183.52	3.90	4.40	4.15	4.15	4.15
34000	194.99	4.10	4.70	4.40	4.40	4.40
36000	206.46	4.40	5.20	4.80	4.80	4.80
38000	217.93	4.70	5.60	5.15	5.15	5.15
40000	229.40	5.30	5.50	5.40	5.40	5.40
42000	240.87	5.50	5.90	5.70	5.70	5.70
44000	252.34	5.90	6.30	6.10	6.10	6.10
46000	263.81	6.20	6.80	6.50	6.50	6.50
48000	275.28	6.50	7.10	6.80	6.80	6.80
50000	286.75	6.90	7.60	7.25	7.25	7.25
52000	298.22	7.00	8.00	7.50	7.50	7.50
54000	309.69	7.50	8.50	8.00	8.00	8.00
56000	321.16	7.90	9.00	8.45	8.45	8.45
58000	332.63	8.40	9.40	8.90	8.90	8.90
60000	344.10	8.80	9.80	9.30	9.30	9.30
62000	355.57	9.10	10.40	9.75	9.75	9.75
64000	367.04	9.50	10.80	10.15	10.15	10.15
66000	378.51	10.00	11.50	10.75	10.75	10.75
68000	389.98	10.50	12.00	11.25	11.25	11.25
70000	401.45	10.90	12.70	11.80	11.80	11.80
72000	412.92	11.50	13.60	12.55	12.55	12.55
74000	424.38	12.00	14.00	13.00	13.00	13.00
76000	435.85	12.40	14.70	13.55	13.55	13.55
78000	447.32	12.90	15.20	14.05	14.05	14.05
80000	458.79	13.40	16.00	14.70	14.70	14.70
82000	470.26	13.90	16.70	15.30	15.30	15.30
84000	481.73	14.60	17.60	16.10	16.10	16.10
86000	493.20	15.30	18.50	16.90	16.90	16.90
88000	504.67	16.00	19.50	17.75	17.75	17.75
90000	516.14	16.80	20.40	18.60	18.60	18.60
92000	527.61	17.40	21.40	19.40	19.40	19.40
94000	539.08	18.00	22.50	20.25	20.25	20.25
96000	550.55	19.00	23.80	21.40	21.40	21.40

ROTURA = 97100/174.37 = 556.86 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 97100/174.37 = 222.74

Eo = 62.27

D1 = 5.25 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{222.74 - 62.27}{(5.25 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 337,831.58 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I
ADITIVO: EUCO 37
CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO
SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.33

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 0.93% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 176.72 cm²

PESO = 13.90 kg
DIÁMETRO = 15.00 cm
CARGA MAX. = 91,800 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.32	0.10	0.00	0.05	0.05	0.05
4000	22.63	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6000	33.95	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
8000	45.27	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
10000	56.59	1.00	0.70	0.85	0.85	0.85
12000	67.90	1.60	1.00	1.30	1.30	1.30
14000	79.22	2.10	1.30	1.70	1.70	1.70
16000	90.54	2.80	1.70	2.25	2.25	2.25
18000	101.86	3.30	2.00	2.65	2.65	2.65
20000	113.17	4.00	2.30	3.15	3.15	3.15
22000	124.49	4.50	2.70	3.60	3.60	3.60
24000	135.81	5.00	3.00	4.00	4.00	4.00
26000	147.13	5.90	3.40	4.65	4.65	4.65
28000	158.44	6.50	3.70	5.10	5.10	5.10
30000	169.76	7.00	4.10	5.55	5.55	5.55
32000	181.08	7.60	4.50	6.05	6.05	6.05
34000	192.39	8.40	4.80	6.60	6.60	6.60
36000	203.71	9.00	5.20	7.10	7.10	7.10
38000	215.03	9.60	5.50	7.55	7.55	7.55
40000	226.35	10.20	5.90	8.05	8.05	8.05
42000	237.66	11.00	6.30	8.65	8.65	8.65
44000	248.98	11.70	6.70	9.20	9.20	9.20
46000	260.30	12.50	7.10	9.80	9.80	9.80
48000	271.62	13.30	7.30	10.30	10.30	10.30
50000	282.93	14.00	8.00	11.00	11.00	11.00
52000	294.25	15.00	8.50	11.75	11.75	11.75
54000	305.57	16.00	8.90	12.45	12.45	12.45
56000	316.89	17.00	9.30	13.15	13.15	13.15
58000	328.20	18.00	9.70	13.85	13.85	13.85
60000	339.52	19.00	10.20	14.60	14.60	14.60
62000	350.84	20.00	10.70	15.35	15.35	15.35
64000	362.15	21.20	10.30	15.75	15.75	15.75
66000	373.47	23.00	11.80	17.40	17.40	17.40
68000	384.79	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
70000	396.11	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
72000	407.42	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
74000	418.74	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
76000	430.06	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
78000	441.38	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
80000	452.69	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
82000	464.01	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
84000	475.33	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
86000	486.65	25.50	12.60	19.05	19.05	19.05
88000	497.96	27.90	13.40	20.65	20.65	20.65
90000	509.28	29.40	14.00	21.70	21.70	21.70

ROTURA = 91800/176.72 = 519.47 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 91800/176.72 = 207.79

$$M.E.E. = \frac{207.79 - 49.99}{(7.26 - 0.5) \times 10^{-4}}$$

Eo = 49.99

D1 = 7.26 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = 233,431.95 kg/cm²
--

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.34

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 175.54 cm²

PESO = 12.60 kg
DIÁMETRO = 14.95 cm
CARGA MAX. = 81,500 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	11.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4000	22.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6000	34.18	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
8000	45.57	0.40	0.60	0.50	0.50	0.50
10000	56.97	0.60	1.00	0.80	0.80	0.80
12000	68.36	0.90	1.30	1.10	1.10	1.10
14000	79.75	1.20	1.70	1.45	1.45	1.45
16000	91.15	1.50	2.00	1.75	1.75	1.75
18000	102.54	1.90	2.40	2.15	2.15	2.15
20000	113.93	2.30	2.80	2.55	2.55	2.55
22000	125.33	2.60	3.10	2.85	2.85	2.85
24000	136.72	3.00	3.50	3.25	3.25	3.25
26000	148.11	3.40	3.80	3.60	3.60	3.60
28000	159.51	3.80	4.20	4.00	4.00	4.00
30000	170.90	4.30	4.60	4.45	4.45	4.45
32000	182.29	4.70	5.00	4.85	4.85	4.85
34000	193.69	5.10	5.40	5.25	5.25	5.25
36000	205.08	5.40	5.90	5.65	5.65	5.65
38000	216.47	6.00	6.20	6.10	6.10	6.10
40000	227.87	6.50	6.70	6.60	6.60	6.60
42000	239.26	7.00	7.10	7.05	7.05	7.05
44000	250.66	7.40	7.60	7.50	7.50	7.50
46000	262.05	8.00	8.10	8.05	8.05	8.05
48000	273.44	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
50000	284.84	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10
52000	296.23	9.70	9.60	9.65	9.65	9.65
54000	307.62	10.20	10.10	10.15	10.15	10.15
56000	319.02	10.90	10.60	10.75	10.75	10.75
58000	330.41	11.60	11.20	11.40	11.40	11.40
60000	341.80	12.20	11.70	11.95	11.95	11.95
62000	353.20	12.90	12.30	12.60	12.60	12.60
64000	364.59	13.60	12.90	13.25	13.25	13.25
66000	375.98	14.60	13.60	14.10	14.10	14.10
68000	387.38	15.30	14.20	14.75	14.75	14.75
70000	398.77	16.10	14.90	15.50	15.50	15.50
72000	410.16	17.10	15.70	16.40	16.40	16.40
74000	421.56	18.10	16.40	17.25	17.25	17.25
76000	432.95	19.30	17.40	18.35	18.35	18.35
78000	444.34	20.70	18.30	19.50	19.50	19.50
80000	455.74	22.40	19.50	20.95	20.95	20.95

ROTURA = 81500/175.54 = 464.28 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 81500/175.54 = 185.71

Eo = 45.57

D1 = 4.97 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{185.71 - 45.57}{(4.97 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 313,512.30 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37
CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO
SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.35

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 179.08 cm²

PESO = 13.20 kg
DIÁMETRO = 15.10 cm
CARGA MAX. = 80,100 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.10	0.00	0.05	0.00	0.00
2000	11.17	0.20	0.00	0.10	0.05	0.05
4000	22.34	0.30	0.10	0.20	0.15	0.15
6000	33.50	0.30	0.20	0.25	0.20	0.20
8000	44.67	0.40	0.20	0.30	0.25	0.25
10000	55.84	0.50	0.30	0.40	0.35	0.35
12000	67.01	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65
14000	78.18	0.90	1.10	1.00	0.95	0.95
16000	89.35	1.20	1.50	1.35	1.30	1.30
18000	100.51	1.50	1.90	1.70	1.65	1.65
20000	111.68	1.80	2.40	2.10	2.05	2.05
22000	122.85	2.10	2.80	2.45	2.40	2.40
24000	134.02	2.40	3.40	2.90	2.85	2.85
26000	145.19	2.70	3.70	3.20	3.15	3.15
28000	156.35	3.10	4.20	3.65	3.60	3.60
30000	167.52	3.40	4.70	4.05	4.00	4.00
32000	178.69	3.70	5.20	4.45	4.40	4.40
34000	189.86	4.00	5.70	4.85	4.80	4.80
36000	201.03	4.40	6.40	5.40	5.35	5.35
38000	212.20	4.70	6.90	5.80	5.75	5.75
40000	223.36	5.00	7.10	6.05	6.00	6.00
42000	234.53	5.40	8.00	6.70	6.65	6.65
44000	245.70	5.70	8.50	7.10	7.05	7.05
46000	256.87	6.10	9.20	7.65	7.60	7.60
48000	268.04	6.80	9.80	8.30	8.25	8.25
50000	279.20	6.90	10.90	8.90	8.85	8.85
52000	290.37	7.20	11.50	9.35	9.30	9.30
54000	301.54	7.70	12.30	10.00	9.95	9.95
56000	312.71	8.00	13.00	10.50	10.45	10.45
58000	323.88	8.40	13.80	11.10	11.05	11.05
60000	335.05	8.70	14.60	11.65	11.60	11.60
62000	346.21	9.30	15.50	12.40	12.35	12.35
64000	357.38	9.90	16.50	13.20	13.15	13.15
66000	368.55	10.30	17.50	13.90	13.85	13.85
68000	379.72	10.70	18.80	14.75	14.70	14.70
70000	390.89	11.20	20.00	15.60	15.55	15.55
72000	402.05	11.80	21.50	16.65	16.60	16.60
74000	413.22	12.30	23.00	17.65	17.60	17.60
76000	424.39	12.80	24.80	18.80	18.75	18.75
78000	435.56	13.30	27.50	20.40	20.35	20.35

ROTURA = 80100/179.08 = 447.29 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 80100/179.08 = 178.91

Eo = 61.43

D1 = 4.41 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

$$M.E.E. = \frac{178.91 - 61.43}{(4.41 - 0.5) \times 10^{-4}}$$

M.E.E. = 300,460.36 kg/cm ²
--

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37

CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO

SLUMP: 3" - 4"

ANEXO C3.36

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DEL CONCRETO

RELAC. A/C = 0.50 + 1.12% ADITIVO
EDAD = 28 días
ÁREA = 174.37 cm²

PESO = 13.65 kg
DIÁMETRO = 14.90 cm
CARGA MAX. = 83,800 kg

CARGA (kg.)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECT. IZQ.	LECT. DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG. (c)	DEFORM. UNITARIA x10 ⁻⁴ cm.
0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00
2000	11.47	0.20	0.10	0.15	0.05	0.05
4000	22.94	0.30	0.20	0.25	0.15	0.15
6000	34.41	0.40	0.20	0.30	0.20	0.20
8000	45.88	0.40	0.30	0.35	0.25	0.25
10000	57.35	0.60	0.40	0.50	0.40	0.40
12000	68.82	1.00	0.80	0.90	0.80	0.80
14000	80.29	1.50	1.10	1.30	1.20	1.20
16000	91.76	1.90	1.50	1.70	1.60	1.60
18000	103.23	2.40	1.80	2.10	2.00	2.00
20000	114.70	2.90	2.20	2.55	2.45	2.45
22000	126.17	3.20	2.50	2.85	2.75	2.75
24000	137.64	3.60	3.00	3.30	3.20	3.20
26000	149.11	4.40	3.30	3.85	3.75	3.75
28000	160.58	4.90	3.70	4.30	4.20	4.20
30000	172.05	5.50	4.10	4.80	4.70	4.70
32000	183.52	5.90	4.50	5.20	5.10	5.10
34000	194.99	6.50	5.00	5.75	5.65	5.65
36000	206.46	7.00	5.40	6.20	6.10	6.10
38000	217.93	7.50	5.80	6.65	6.55	6.55
40000	229.40	8.20	6.30	7.25	7.15	7.15
42000	240.87	9.00	6.90	7.95	7.85	7.85
44000	252.34	9.30	7.30	8.30	8.20	8.20
46000	263.81	10.00	7.80	8.90	8.80	8.80
48000	275.28	10.50	8.40	9.45	9.35	9.35
50000	286.75	11.50	8.90	10.20	10.10	10.10
52000	298.22	12.00	9.40	10.70	10.60	10.60
54000	309.69	13.00	10.10	11.55	11.45	11.45
56000	321.16	13.50	10.70	12.10	12.00	12.00
58000	332.63	14.40	11.30	12.85	12.75	12.75
60000	344.10	15.00	11.90	13.45	13.35	13.35
62000	355.57	15.90	12.60	14.25	14.15	14.15
64000	367.04	16.80	13.30	15.05	14.95	14.95
66000	378.51	17.80	14.10	15.95	15.85	15.85
68000	389.98	18.60	14.90	16.75	16.65	16.65
70000	401.45	19.80	15.20	17.50	17.40	17.40
72000	412.92	20.90	16.60	18.75	18.65	18.65
74000	424.38	22.00	17.50	19.75	19.65	19.65
76000	435.85	23.40	18.50	20.95	20.85	20.85
78000	447.32	24.90	19.90	22.40	22.30	22.30
80000	458.79	26.50	21.30	23.90	23.80	23.80
82000	470.26	28.60	22.50	25.55	25.45	25.45

ROTURA = 83800/174.37 = 480.59 kg/cm²

RESULTADOS :

E1 = 0.4 x 83800/174.37 = 192.23

Eo = 60.22

D1 = 5.52 x 10⁻⁴

Do = 0.5 x 10⁻⁴

M.E.E. = $\frac{192.23 - 60.22}{(5.52 - 0.5) \times 10^{-4}}$

M.E.E. = 262,968.13 kg/cm²

TESIS: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO SUPERPLASTIFICANTE Y CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO: EUCO 37
CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO
SLUMP: 3" - 4"

ANEXO D

ANALISIS DE COSTOS

ANÁLISIS DE COSTOS

El presente anexo tiene por finalidad presentar el Análisis de Costos, para los diversos diseños de concreto realizados. Se consideran únicamente los costos de los materiales y aditivo, sin tomar en cuenta la inversión en elaboración, transporte, colocación, curado u otros gastos que inciden en el costo.

Con la información procedente de los capítulos anteriores, se determina la cantidad de materiales o agregados y aditivo que conforman la unidad cúbica de concreto. Luego asignamos los precios a cada material, para así por sumatoria determinar el costo por metro cúbico de cada diseño de concreto.

COSTO DE LOS DISEÑOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO

CONSIDERACIONES:

- Fecha: Abril del 2,009.
- Precio del Dólar Americano: 2.85 Nuevos Soles.
- Consideramos los precios de los materiales o agregados y aditivo únicamente.
- Cemento: Se considera el precio de la bolsa de cemento Andino Tipo I, distribuido en Lima.
- Agua: Se considera el precio por m³ de agua potable en la ciudad de Lima, fuente SEDAPAL.
- Arena: Se considera el precio por m³ del agregado procedente de la cantera "La Molina", proporcionado por la Empresa "Unión de Concreteras C+H S.A."
- Piedra: Se considera el precio por m³ del agregado de la cantera "Rio Rímac", proporcionado por la Empresa "Unión de Concreteras C+H S.A."
- Aditivo (Euco 37): Se considera el precio de su presentación de 5 galones (18.9 litros).
- Para determinar la cantidad de agregados se utiliza el Peso Unitario Suelto de los mismos.

PRECIOS DE LOS MATERIALES Y ADITIVO

1. Cemento tipo I "Andino" (1 bolsa)	S/. 13.50
2. Agua (1 m ³)	S/. 10.00
3. Arena (1 m ³)	S/. 13.90
4. Piedra (1 m ³)	S/. 30.20
5. Aditivo Euco 37 (5 gal)	S/. 74.10

Notas: El costo del aditivo Euco 37 es de S/. 74.10 en su presentación de 5 galones. De acuerdo con esto 1 litro de aditivo costara S/. 3.92

El precio de los materiales no incluye el IGV

CUADRO D-1

**RELACION DE MATERIALES POR m3 DE CONCRETO
PARA CADA UNO DE LOS DOCE DISEÑOS DE MEZCLA**

RELACION AGUA / CEMENTO			MATERIALES USADOS POR M3 PARA CADA DISEÑO DE MEZCLA					REDUCC. DE AGUA (%)
			Aditivo (Lts.)	Cemento (kg)	Arena (Kg)	Piedra (Kg.)	Agua (Lts.)	
0,40	Patron		-	550,0	734,7	870,0	221,4	-
	Con aditivo	0,75%	3,44	550,0	734,5	870,0	192,5	13
		0,93%	4,30	550,0	734,5	870,0	175,0	21
		1,12%	5,17	550,0	734,5	870,0	174,0	21
0,45	Patron		-	473,3	774,3	916,8	214,5	-
	Con aditivo	0,75%	2,96	473,3	774,3	916,8	177,5	17
		0,93%	3,70	473,3	774,3	916,8	177,5	17
		1,12%	4,45	473,3	774,3	916,8	163,0	24
0,50	Patron		-	418,0	801,5	949,1	210,6	-
	Con aditivo	0,75%	2,61	418,0	801,5	949,1	175,0	17
		0,93%	3,27	418,0	801,5	949,1	175,0	19
		1,12%	3,93	418,0	801,5	949,1	162,5	23

CUADRO D-2

**COSTO POR m3 DE CONCRETO FABRICADO PARA
CADA UNO DE LOS DOCE DISEÑOS DE MEZCLA**

RELACION AGUA / CEMENTO			COSTO (S/.) POR M3 DE CONCRETO FABRICADO					COSTO/m3 S/.
			Aditivo	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
0,40	Patrón		-	174,71	6,22	18,83	2,21	201,96
	Con aditivo	0,75%	13,48	174,71	6,22	18,83	1,93	215,16
		0,93%	16,86	174,71	6,22	18,83	1,75	218,35
		1,12%	20,27	174,71	6,22	18,83	1,74	221,75
0,45	Patron		-	150,34	6,55	19,84	2,15	178,88
	Con aditivo	0,75%	11,60	150,34	6,55	19,84	1,78	190,11
		0,93%	14,50	150,34	6,55	19,84	1,78	193,01
		1,12%	17,44	150,34	6,55	19,84	1,63	195,81
0,50	Patron		-	132,78	6,78	20,54	2,11	162,20
	Con aditivo	0,75%	10,23	132,78	6,78	20,54	1,75	172,08
		0,93%	12,82	132,78	6,78	20,54	1,75	174,66
		1,12%	15,41	132,78	6,78	20,54	1,63	177,13

Del cuadro D-2 se puede determinar la variación porcentual en incremento del precio, respecto al concreto Patrón (sin aditivo) con el concreto con aditivo (ver cuadro D-3), para todas las relaciones de diseño trabajadas en la presente Tesis.

CUADRO D-3

VARIACION PORCENTUAL DEL PRECIO RESPECTO AL CONCRETO PATRON

DISEÑO	RELACION AGUA/CEMENTO		
	0,40	0,45	0,50
PATRON	100%	100%	100%
0,75% de Aditivo	107%	106%	106%
0,93% de aditivo	108%	108%	108%
1,12% de aditivo	110%	109%	109%

Del cuadro D-3 podemos ver que el costo del concreto es menor para las relaciones del concreto Patrón (sin aditivo), pues la inclusión de éste producto origina un incremento de precio, pues se cambia agua por aditivo y como el costo de aditivo es mayor que el agua entonces el precio se incrementa.

Para las proporciones indicadas en el cuadro D-3 determinaremos sus resistencias a los 3, 7, 14 y 28 días, con la finalidad de poder determinar la rentabilidad del aditivo EUCO 37 en las resistencias tempranas y finales.

CUADRO D-4

TABLA DE RESISTENCIAS

DISEÑO			RESISTENCIA (KG/CM ²)				COSTO/m ³ SI.
			3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	
0,40	Patron		339	427	458	514	201,96
	Con aditivo	0,75%	376	425	450	490	215,16
		0,93%	422	460	490	541	218,35
		1,12%	443	495	530	562	221,75
0,45	Patron		289	356	413	442	178,88
	Con aditivo	0,75%	331	403	455	535	190,11
		0,93%	371	420	470	546	193,01
		1,12%	404	445	480	558	195,81
0,50	Patron		226	310	378	403	162,20
	Con aditivo	0,75%	310	335	382	430	172,08
		0,93%	209	329	350	393	174,66
		1,12%	344	376	414	515	177,13

CUADRO D-5

**VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA
RESPECTO AL CONCRETO PATRON**

DISEÑO			RESISTENCIA (KG/CM2)			
			3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
0,40	Patron		100%	100%	100%	100%
	Con aditivo	0,75%	90%	100%	98%	95%
		0,93%	80%	108%	107%	105%
	1,12%	131%	116%	116%	109%	
0,45	Patron		100%	100%	100%	100%
	Con aditivo	0,75%	115%	113%	110%	121%
		0,93%	128%	118%	114%	124%
	1,12%	140%	125%	116%	126%	
0,50	Patron		100%	100%	100%	100%
	Con aditivo	0,75%	137%	108%	101%	107%
		0,93%	92%	106%	93%	98%
	1,12%	152%	121%	110%	128%	

CUADRO D-6

RENTABILIDAD: PRECIO POR UNIDAD DE RESISTENCIA

DISEÑO			PRECIO (s./) /RESISTENCIA (kg/cm2)			
			3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
0,40	Patron		0,60	0,47	0,44	0,39
	Con aditivo	0,75%	0,57	0,51	0,48	0,44
		0,93%	0,52	0,47	0,45	0,40
	1,12%	0,50	0,45	0,42	0,39	
0,45	Patron		0,62	0,50	0,43	0,40
	Con aditivo	0,75%	0,57	0,47	0,42	0,36
		0,93%	0,52	0,46	0,41	0,35
	1,12%	0,48	0,44	0,41	0,35	
0,50	Patron		0,72	0,52	0,43	0,40
	Con aditivo	0,75%	0,56	0,51	0,45	0,40
		0,93%	0,84	0,53	0,50	0,44
	1,12%	0,51	0,47	0,43	0,34	

La rentabilidad, es un término general que se mide la ganancia que se puede obtener en una situación particular.

Del cuadro D-6, la rentabilidad: precio (s./)/resistencia (kg/cm2), vamos a obtenerla del cociente (costo/m3) ver cuadro D-2 y el valor de las resistencias

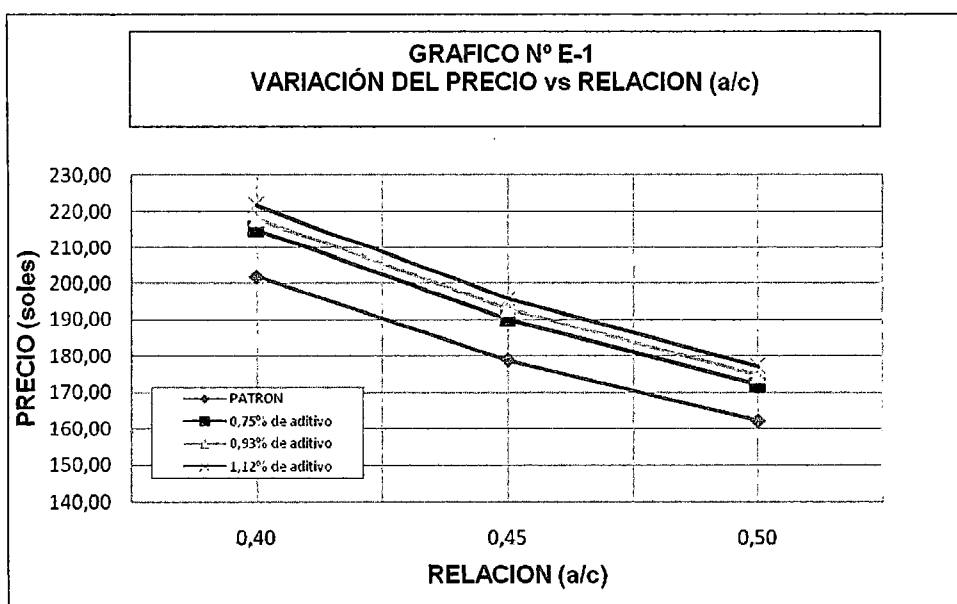
(f'c); ver cuadro D-4 para cada relación a/c considerando los días de ensayos: 3, 7, 14 y 28 días.

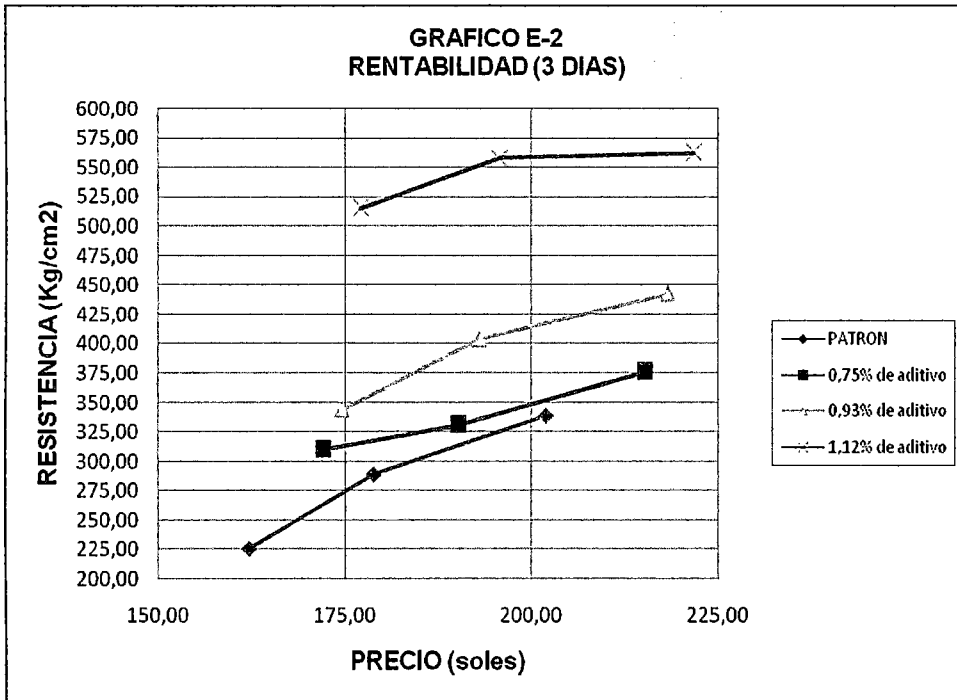
Al analizar el Cuadro D-6, se observa:

Que para las relaciones 0.40, con 0.75% en peso del aditivo a los 7, 14 y 28 días se observa que el concreto es menos rentable, ya que la relación es mayor que la del concreto patrón; pero con 1.12% en peso del aditivo a los 3, 7 y 14 días se observa que la presente relación es menor que la del concreto patrón, siendo más rentable para resistencias finales.

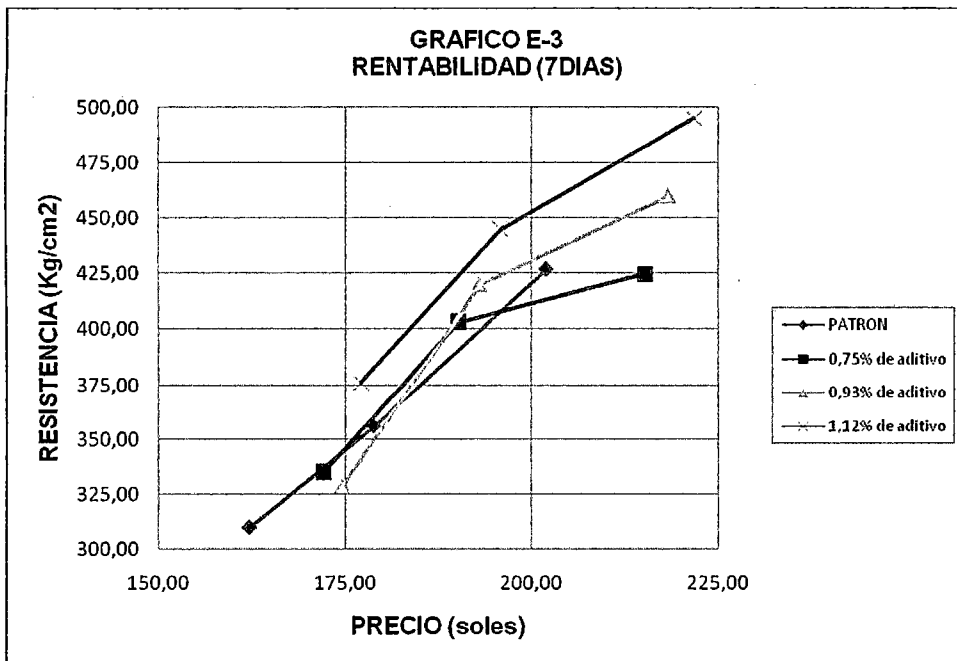
Por consiguiente del cuadro D-6 se observa que el aditivo es más rentable para relaciones 0.40, 0.45 y 0.50 con 1.12% en peso del aditivo para edades de 3, 7, 14 y 28 días.

En el gráfico E-1 se puede apreciar que el diseño patrón es más económico comparado con el diseño utilizando los porcentajes de aditivos (0.75%, 0.93% y 1.12%); para reducciones de la relación "a/c". de 0.50 a 0.40, el precio aumenta debido a que la elaboración del concreto es más elevado respecto al patrón y que obtienen resistencias mayores.

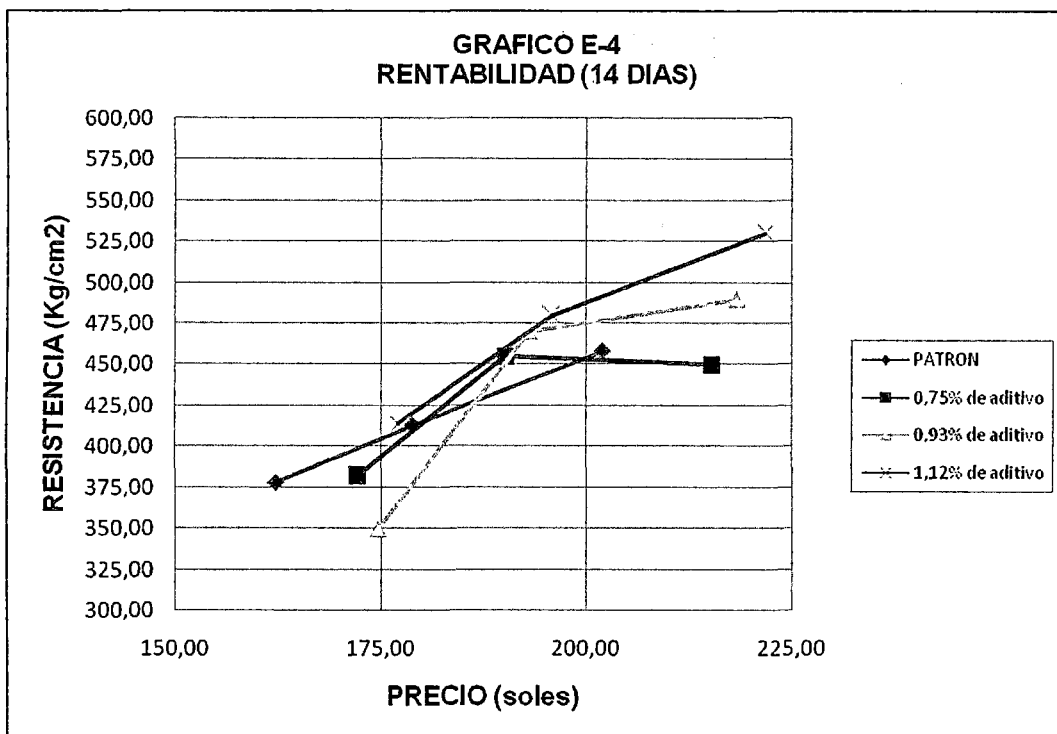




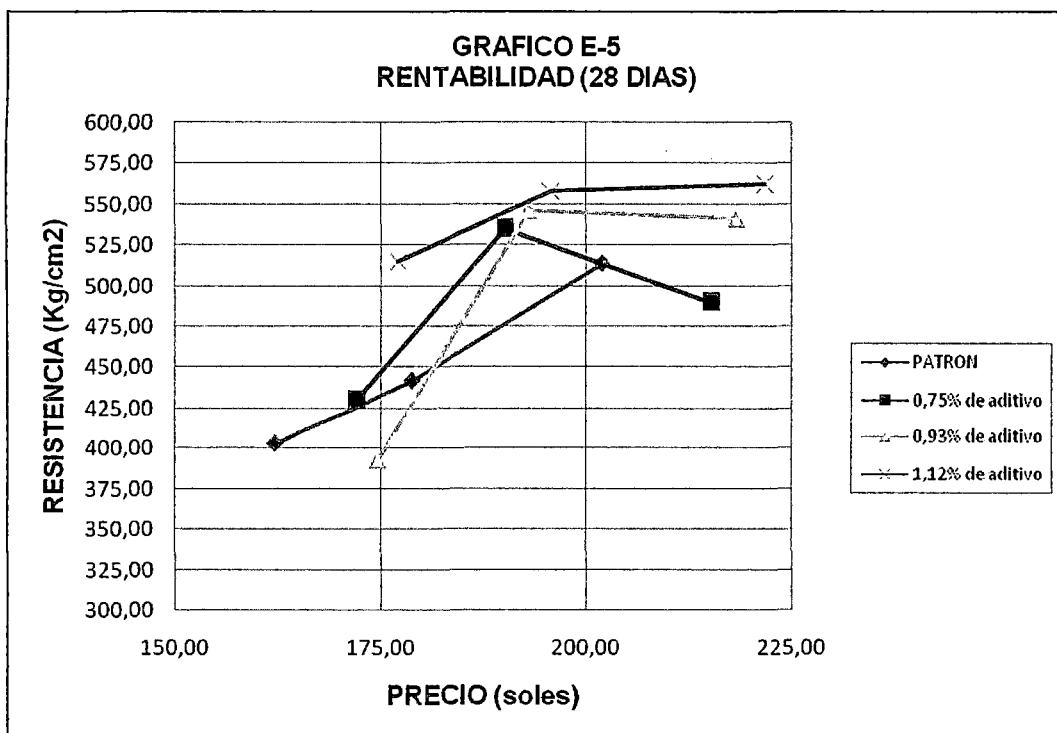
Del gráfico E-2, se observa que el concreto es rentable, respecto al diseño patrón.



Del gráfico E-3, se observa que el concreto es rentable, se obtiene mayores resistencias que el patrón.



En el grafico E-4, se observa que el concreto es rentable para la proporción de 1.12% del peso de aditivo.

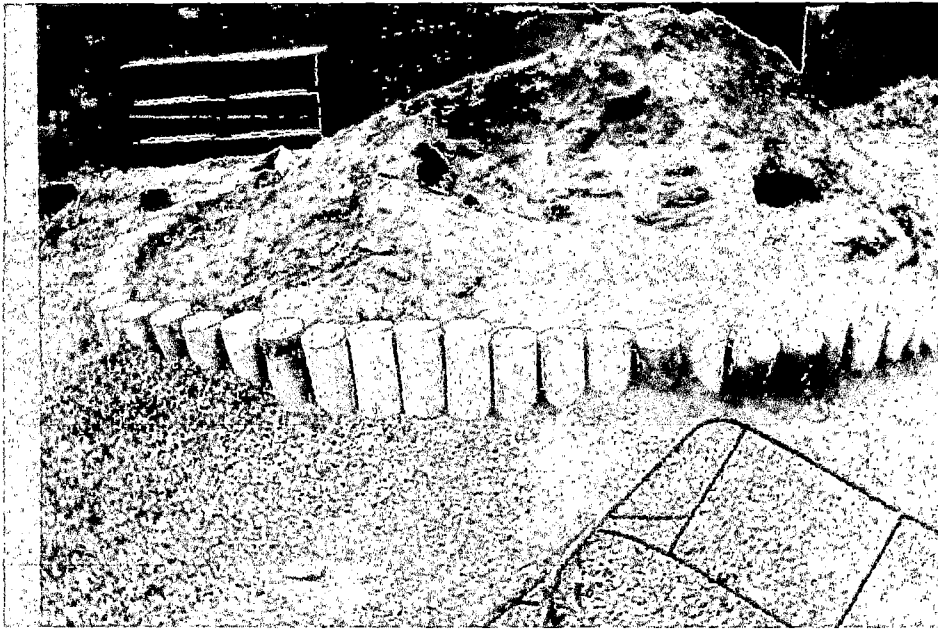


En el gráfico E-5, se observa que el concreto es rentable para los porcentajes de 0.75% y 1.12 % de peso del aditivo.

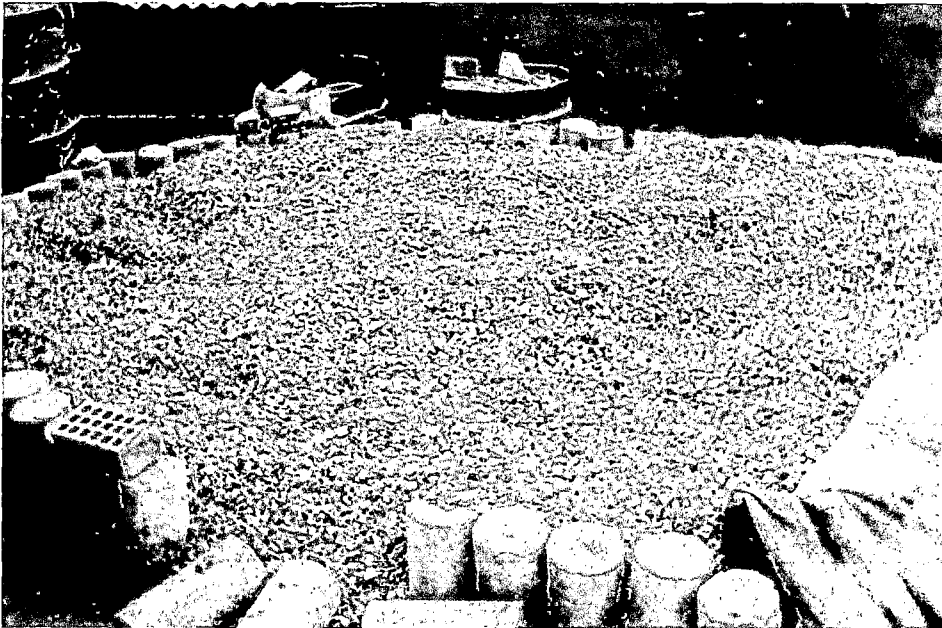
ANEXO E

FOTOGRAFIAS

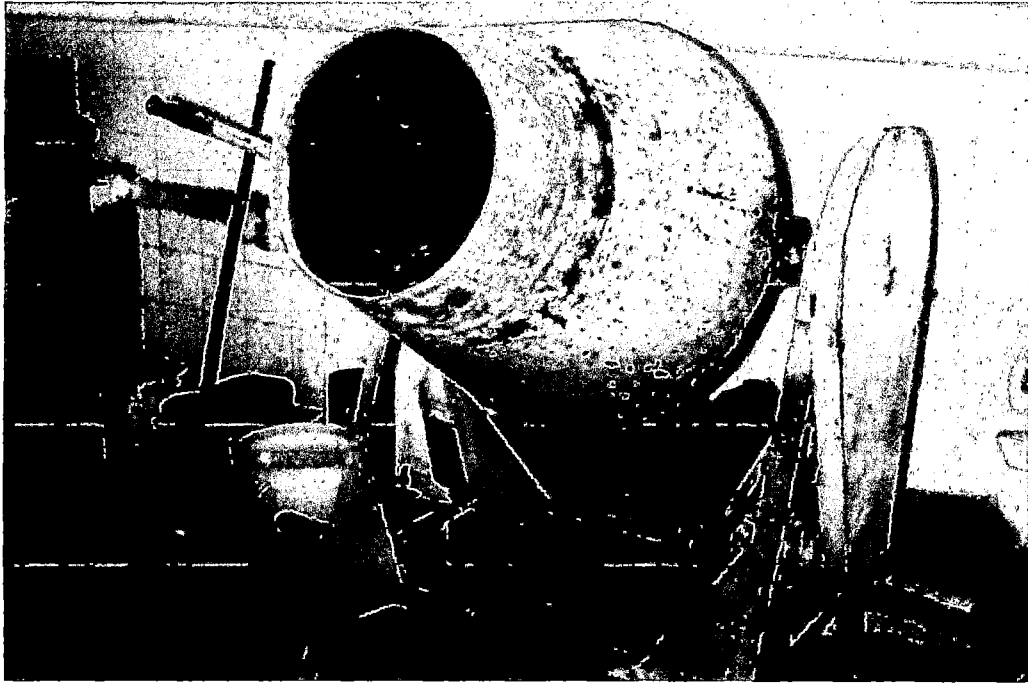
FOTOGRAFIAS



E1 - ARENA FINA CANTERA LA MOLINA



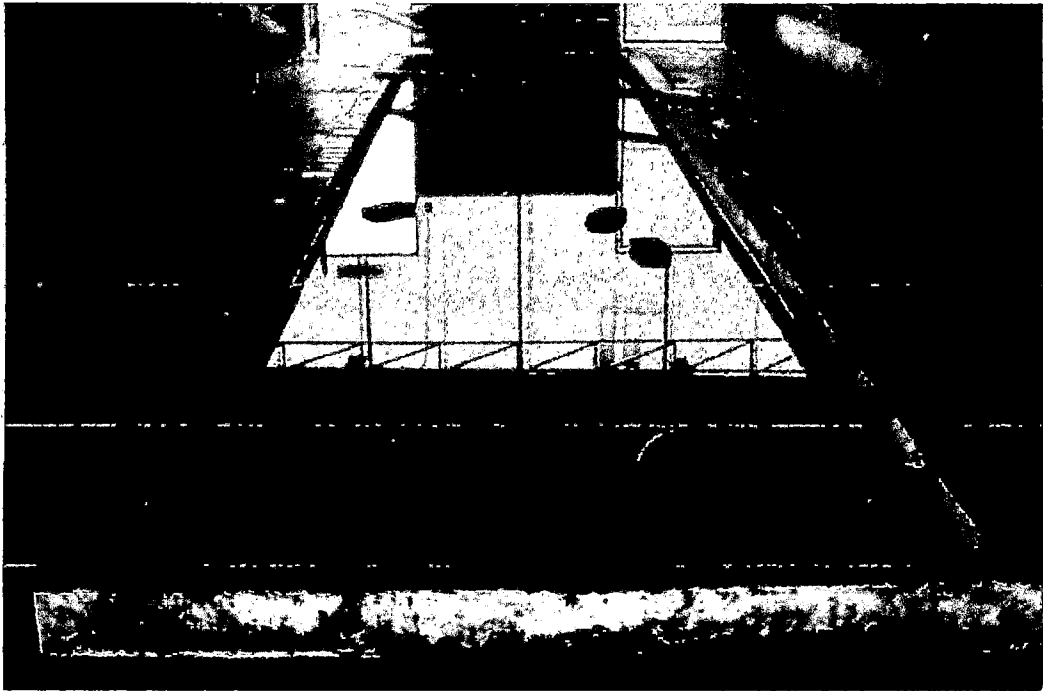
E2 - PIEDRA CHANCADA CANTERA RIO RIMAC



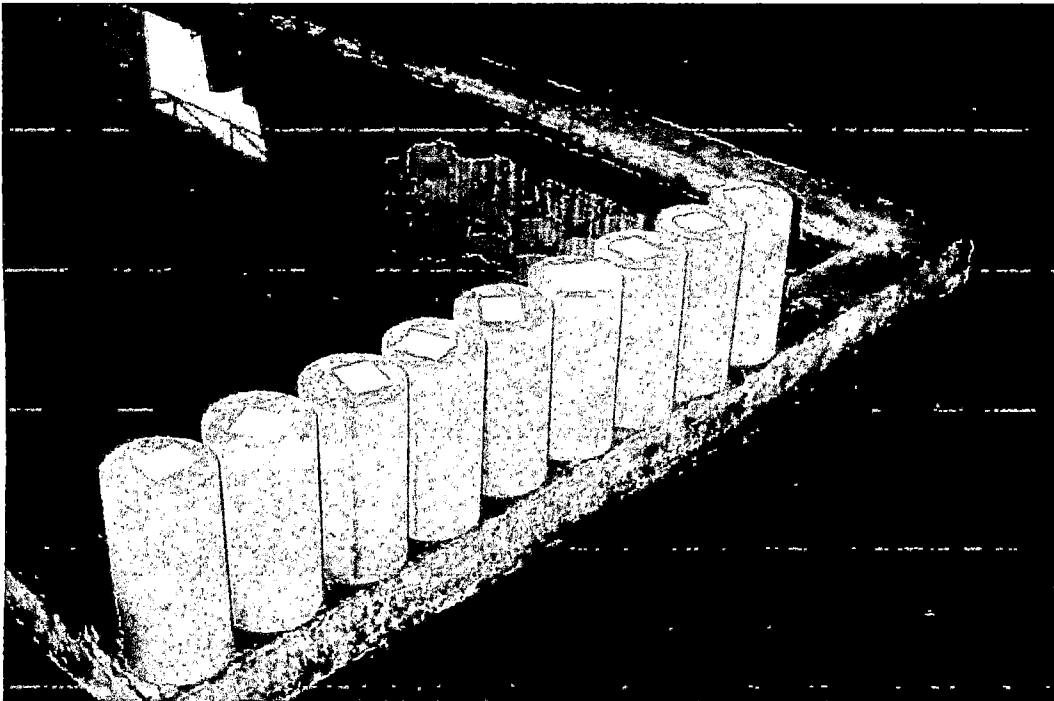
E3 - TROMPITO BASCULANTE DE MEZCLA DE 7PIES3.



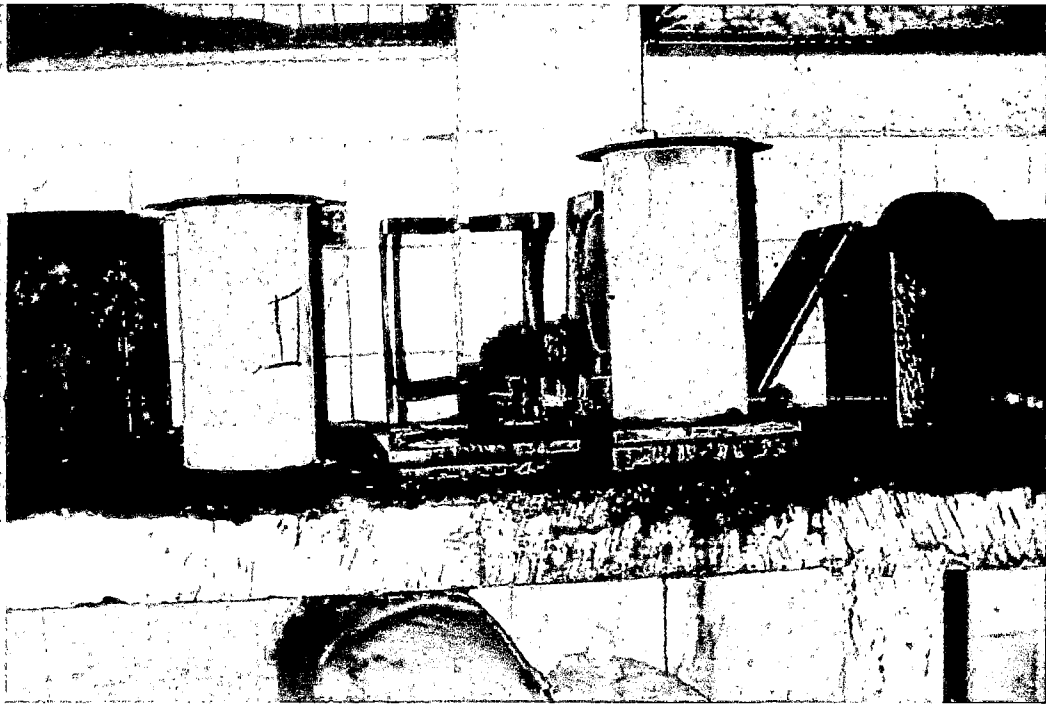
E4 - PROBETAS DEL DISEÑO PATRON



E5 - POZA DE AGUA PARA EL CURADO



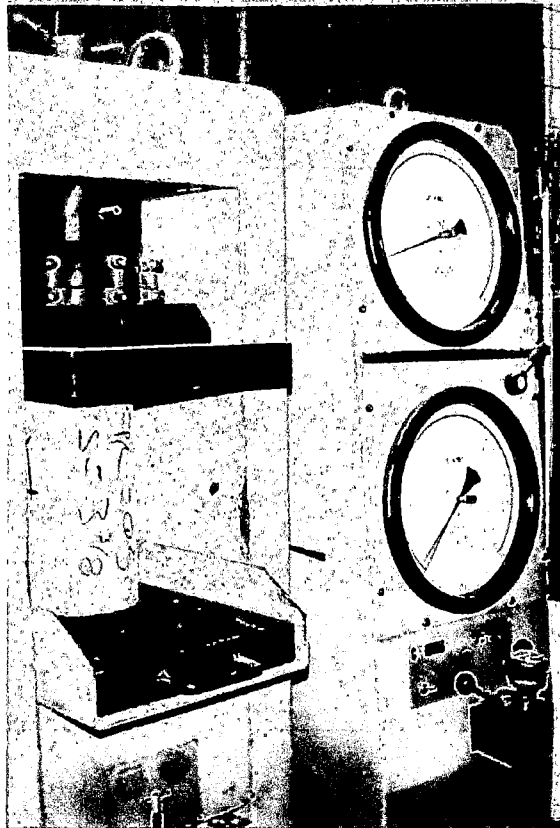
**E6 - PROBETAS EN PROCESO DE SECADO ANTES DE SOMETERLAS AL
ENSAYO DE COMPRESION**



**E7 - PROBETAS CAPEADAS CON AZUFRE Y BENTONITA (CAPPING)
ANTES DEL ENSAYO A LA COMPRESION**



**E8 - MEDICION DEL DIAMETRO DE LA PROBETA CON REGLETA
ESPECIAL DEL LABORATORIO.**



E9 - MAQUINA PARA LA PRUEBA DE COMPRESION



E10 - PRUEBA DEL SLUMP 3.5'



E11 - SLUMP DE 3.5 "

ANEXO F
HOJA TECNICA DEL ADITIVO EUCO 37



THE EUCLID CHEMICAL COMPANY

19218 REDWOOD ROAD • Cleveland, OH 44110
(216) 531-9222 • (800) 321-7628 • FAX (216) 531-9596
www.euclidchemical.com

EUCO 37

REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO - SUPERPLASTIFICANTE

- ◆ TECH.DATA
- ◆ CATALOG INDEX
- ◆ SECTION INDEX
- ◆ PRINT
- ◆ EXIT CATALOG

EUCO 37 es un aditivo reductor de agua de alto rango. Puede ser dosificado al concreto en la obra o en la planta de concreto premezclado. No se utilizan cloruros en su formulación; por lo tanto se recomienda para concreto pretensado. Es también compatible con agentes inclusores de aire, impermeabilizantes, cloruro de calcio y muchos otros aditivos; sin embargo, cada material debe ser agregado al concreto por separado.

APLICACIONES PRINCIPALES

- Concreto de alto comportamiento
- Concreto premezclado en general
- Concreto fuertemente reforzado
- Concreto para losas y concreto en masa
- Concreto con un contenido mínimo de agua
- Concreto con baja relación agua/cemento
- Concreto fluido de alto asentamiento

CARACTERISTICAS/BENEFICIOS

- Produce concreto de bajo contenido de agua y con baja relación agua/cemento, permitiendo lograr resistencias más altas.
- Produce concreto fluido con resistencias más altas que las normales.
- Ayuda a la colocación del concreto y reduce costos de mano de obra.
- Cuando se utiliza en elementos prefabricados, con cemento Tipo I, tendrá como resultado resistencias altas a edades tempranas.

ESPECIFICACIONES/NORMAS

- Cumple por completo con los requerimientos de ASTM C-494, aditivos Tipo A y F.

ENVASE

EUCO 37 se ofrece a granel, en lotes de 1041 litros (275 gal), tambores de 208 litros (55 gal) y cubetas de 18.9 litros (5 gal).

INFORMACION TECNICA

Resultados Típicos de Ingeniería

Los siguientes resultados fueron obtenidos en condiciones de laboratorio.

Resistencia a la compresión, % del Testigo

	Especificación, % del Testigo		Testigo
	Euco 37		
1 día	Min 140	100	169.7
3 días	Min. 125	100	161.4
7 días	Min 115	100	151.8
28 días	Min 110	100	153.8
6 meses	Min 100	100	151.4

Resistencia a la flexión, % del Testigo

3 días	Min. 110	100	144.2
7 días	Min 100	100	126.2
28 días	Min 100	100	117.1

Pérdida de Asentamiento

El concreto tratado con EUCO 37 retiene su consistencia plástica de 30 a 60 minutos después de ser dosificado, dependiendo de los asentamientos iniciales y finales y las dosificaciones. Se puede agregar EUCO 37 en la planta de concreto premezclado o en la obra manualmente o con dosificadores de campo. Utilice EUCO 537 para reemplazar a EUCO 37 cuando coloque concreto en climas cálidos (>32°C).

Pérdida de Asentamiento Típica a 21°C

Asentamiento inicial.....Asent. después de 30 min.	
216 mm.....	178 mm
241 mm.....	203 mm

Apariencia

EUCO 37 es un líquido fluido marrón oscuro, el cual, cuando se agrega al concreto no cambia la apariencia natural del concreto.

DIRECCIONES PARA SU USO

Agregue EUCO 37 a la arena y al agua. No debe entrar en contacto con el cemento seco.

Concreto de Alta Resistencia

Dosificación - Ponga todo el material de concreto en la mezcladora con aproximadamente un 70% de agua de mezclado y mezcle por cinco (5) minutos o 70 revoluciones. Agregue cuidadosamente el agua adicional para obtener el revenimiento necesario y mezcle por otros tres (3) minutos.

Dosifique EUCO 37 a razón de 625-940 mL/100 kg de cemento.

Estas mezclas de baja relación agua/cemento pueden ser colocadas a asentamientos entre 152-229 mm.

Concreto Convencional

Ponga todos los materiales para el concreto en el orden correcto en la mezcladora y mezcle por cinco (5) minutos ó 70 revoluciones para lograr una mezcla de asentamiento típico de 76 mm. Agregue EUCO 37 y mezcle por un (1) minuto adicional.

Dosificación - Utilícelo a razón de 375-500 mL/100 kg de cemento.

El asentamiento inicial generalmente está entre 51-76 mm. Estas mezclas, con una relación agua/cemento de 0.45 - 0.50 con frecuencia se utilizan para pisos y losas, en las que se requiere minimizar el contenido de agua, retracción y agrietamiento.

Concreto Fluido

Ponga todo el material de concreto en el orden correcto en la mezcladora y mezcle por cinco (5) minutos ó 70 revoluciones para lograr una mezcla de asentamiento típico de 76 mm. Agregue EUCO 37 y mezcle por otros tres (3) minutos.

Dosificación - Utilice EUCO 37 a razón de 625-750 mL/100 kg de cemento sobre un concreto de asentamiento convencional (76 mm) para lograr una mezcla fluida. Las proporciones del diseño de mezcla deben basarse en la temperatura, tipo de cemento y la pérdida de asentamiento requerida. La siguiente tabla muestra las cantidades aproximadas que se agregan para lograr un concreto fluido.

Asentamiento Inicial en mm	Dosificación mL/100 kg
102	500-625
76	625-750
64	750-875
51	875-1000
38	1000-1125

Cuando diseñe mezclas para usarlas con EUCO 37 siga las recomendaciones del ACI 211.1 y 211.2. Ajuste la proporción de los agregados para mantener la homogeneidad.

Colocación - El concreto tratado con EUCO 37 puede ser colocado de la misma manera que el concreto convencional.

Cimbras

Los encofrados para las paredes o secciones angostas deben ser a prueba de agua, fuertes y estar bien afianzadas. Durante el "periodo de fluidez", cuando el concreto tiene un revenimiento de 178-229 mm, éste va a ejercer una mayor presión en la base del encofrado que con concreto convencional. Los encofrados para losas son las mismas que para el concreto convencional.

Curado y Sellado - Es muy importante seguir los procedimientos correctos para asegurar la durabilidad y calidad del concreto. Para prevenir fisuras de superficie, cure las losas con un compuesto de altos sólidos.

LIMPIEZA

Limpie con agua las herramientas y el equipo antes de que el material se endurezca.

PRECAUCIONES/RESTRICCIONES

- Se debe proteger el EUCO 37 contra el congelamiento
- Se recomienda hacer diseños de mezcla, mezclas de prueba y losas de prueba dadas las variaciones en el cemento y agregados de cada lugar
- No permita que el concreto se congele hasta que haya alcanzado una resistencia mínima de 70 kg/cm²
- Se utiliza EUCO 37 en muchos y diferentes diseños de mezcla. Se debe consultar con nuestro departamento técnico cada vez que se tengan dudas respecto a su uso o compatibilidad con otros aditivos

WARRANTY: The Euclid Chemical Company ("Euclid") solely and expressly warrants that its products shall be free from defects in materials and workmanship for six (6) months from the date of purchase. Unless authorized in writing by an officer of Euclid, no other representations or statements made by Euclid or its representatives, in writing or orally, shall alter this warranty. EUCLID MAKES NO WARRANTIES, IMPLIED OR OTHERWISE, AS TO THE MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ORDINARY OR PARTICULAR PURPOSES OF ITS PRODUCTS AND EXCLUDES THE SAME. If any Euclid product fails to conform with this warranty, Euclid will replace the product at no cost to Buyer. Replacement of any product shall be the sole and exclusive remedy available and buyer shall have no claim for incidental or consequential damages. Any warranty claim must be made within one (1) year from the date of the claimed breach. Euclid does not authorize anyone on its behalf to make any written or oral statements which in any way alter Euclid's installation information or instructions in its product literature or on its packaging labels. Any installation of Euclid products which fails to conform with such installation information or instructions shall void this warranty. Product demonstrations, if any, are done for illustrative purposes only and do not constitute a warranty or warranty alteration of any kind. Buyer shall be solely responsible for determining the suitability of Euclid's products for the Buyer's intended purposes.