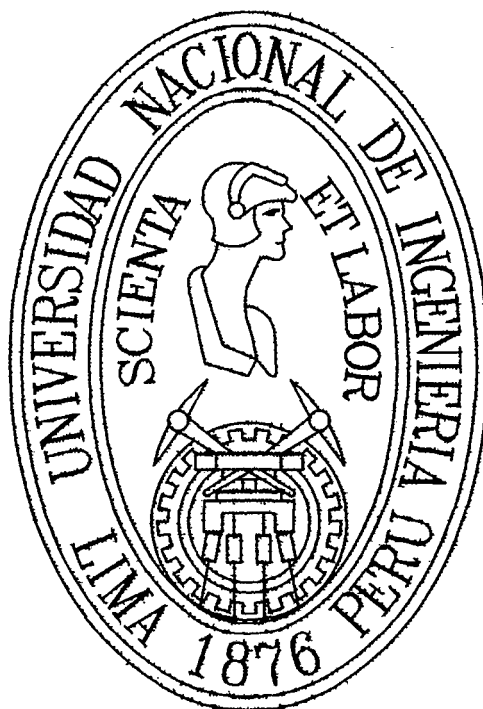


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**"ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA VARIANDO
EL TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO CANTO RODADO DE RIO,
USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE FRAGUADO NORMAL"**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

DAVID ESTEBAN VARGAS ENRIQUEZ

LIMA-PERU

Digitalizado por:

2004

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

A mi madre por su inmenso amor y
abnegación.

A mi padre por sus enseñanzas
y su ejemplo de lucha.

A mi hermana Maria por su
confianza y su constante apoyo.

A mi esposa Vilma, por recorrer conmigo los caminos de esta vida y por ayudarme a resolver los problemas con que nos topamos en nuestro diario trajín.

A mis hijos: Giancarlo, Alejandra y al hijo que estamos esperando, que son mi inspiración y mi esperanza.

A la Familia **Maurtua Otero** mi agradecimiento eterno, en forma muy especial a mi suegra Hortencia y a mi cuñada Milagros por el apoyo constante y desinteresado para la realización de este trabajo y por su interés en el bienestar de mi familia.

A mi asesor:

El ing. Carlos Barsola Gastelú, mi agradecimiento por su apoyo desinteresado en la elaboración de la presente tesis, mi reconocimiento por su calidad humana y su invaluable aporte en la formación de jóvenes ingenieros conscientes de nuestro rol histórico y de nuestra realidad nacional.

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I : CEMENTOS	
1.1 DEFINICIÓN	3
1.1.1. CLINKER	4
1.1.2. TIPOS DE CEMENTO	5
1.2 COMPOSICION QUÍMICA	6
1.3 CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS	8
CAPITULO II : ADITIVOS	
2.1 DEFINICION	15
2.2 CLASIFICACION	15
2.3 ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	18
2.4 ADITIVO EUCO 37 (PROPIEDADES)	19
CAPITULO III : CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS	
3.1 DEFINICIONES	21
3.2 AGREGADOS FINO	22
3.2.1. GRANULAMETRIA Y MODULO DE FINURA	22
3.2.2. SUPERFICIE ESPECIFICA	25
3.2.3. PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	
3.2.3.1. PESO ESPECIFICO	26
3.2.3.2. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	28
3.2.4 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO	30
3.2.5 CONTENIDO DE HUMEDAD	31
3.3 AGREGADO GRUESO	33
3.3.1 GRANULO METRIA Y TAMAÑO MÁXIMO	33
3.3.2 SUPERFICIE ESPECIFICA	35
3.3.3 PESO ESPECIFICO	37
3.3.4 PESO UNITARIO SUELTO Y PESO UNITARIO COMPACTADO	40
3.3.5 CONTENIDO DE HUMEDAD Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	40
3.4 AGREGADO GLOBAL	

3.4.1. GENERALIDADES	46
3.4.2. PESO UNITARIO COMPACTADO	47
CAPITULO IV : DISEÑO DE MEZCLAS	
4.1 CRITERIOS DE DISEÑO	49
4.2 DISEÑO DE MEZCLAS PARA LAS RELACIONES: A/C 0.40, 0.45, 0.50	52
4.3 DOSIFICACION DE MEZCLAS PARA LOS ENSAYOS	57
4.4 PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS	59
CAPITULO V : PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO PARA DIFERENTES TAMAÑOS MAXIMOS DEL AGREGADO GRUESO	
5.1 INTRODUCCION	60
5.2 ENSAYO DE FLUIDEZ	60
5.3 ENSAYO DE EXUDACION	61
5.4 ENSAYO DE PESO UNITARIO	61
5.5 ENSAYO DE ASENTAMIENTO	62
5.6 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO.	63
CAPITULO VI : PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO PARA DIFERENTES TAMAÑOS MAXIMOS DEL AGREGADO GRUESO	
6.1 INTRODUCCION	64
6.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	64
6.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMENTRAL.	65
6.4 ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO	66
CAPITULO VII : CUADROS DE RESULTADOS Y GRAFICOS	
7.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL ESTADO FRESCO	68
7.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL ESTADO ENDURESIDO	70
7.3 GRAFICOS DE LOS ENSAYOS CON CONCRETO FRESCO	88
7.4 GRAFICOS DE LOS ENSAYOS CON CONCRETO ENDURESIDO	76
CAPITULO VIII : COSTOS	
8.1 COSTO DE LOS DISEÑOS POR METRO CUBICO DE CONCRETO	88
8.2 COSTOS Y COMPARACIONES CON OTROS TIPOS DE AGREGADOS	92

CAPITULO IX : ANALISIS DE LOS RESULTADOS

9.0 GENERALIDADES	93
9.1 ANALISIS DEL CONCRETO FRESCO	94
9.2 ANALISIS DEL CONCRETO ENDURESIDO	103

CAPITULO X : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 INTRODUCCION	119
10.2 CONCLUSIONES	120
10.3 RECOMENDACIONES	125

ANEXOS

ANEXO - A :

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS	127
--	-----

ANEXO - B :

DISEÑO DE MEZCLAS	143
-------------------	-----

ANEXO - C:

PROSEDIMIENTOS Y RESULTADO DE LOS ENSAYOS	158
---	-----

ANEXO - D:

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	172
CUADROS DEL CONCRETO FRESCO	173
CUADROS DEL CONCRETO ENDURESIDO	181

FOTOGRAFIAS

221

BIBLIOGRAFIA

224

INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre comenzó a fabricar el concreto, su gran reto es llegar a fabricar un concreto de buena calidad a un costo mínimo y para ello se trata de usar como agregados, a los materiales de mayor abundancia que se encuentran en la misma zona (canteras)

En muchas ciudades de nuestro país, no existen plantas de piedra chancada (chancadoras), y por lo tanto resulta antieconómico hacer llegar de otro lugar la piedra chancada, es por eso que en las construcciones, el concreto se fabrica con un agregado grueso tipo canto rodado que generalmente es extraído de los ríos o también de las playas a lo largo de toda la Costa, que a lo largo de varios años se han formado inmensos bancos de material canto rodado.

Dado que los agregados representan el 60% del volumen de sólidos que componen el concreto, la calidad de los agregados tiene importancia primordial en el producto final.

Debido a las limitaciones y a los factores climáticos de la zona, para poder obtener un concreto requerido, muchas veces es necesario usar aditivos que le dan ciertas propiedades al concreto.

El objetivo de la presente investigación es estudiar el comportamiento del agregado grueso por la importancia que representa en volumen en el concreto y por las propiedades que pueda afectar a esta. Para tal efecto usaremos diferentes tamaños máximos de agregado grueso de tipo canto rodado de río (1", 3/4", 1/2"), al cual añadiremos un aditivo superplastificante de fraguado normal "Euco 37", el cual influye en el concreto como un reductor de agua.

En síntesis, nuestro estudio se centrará en obtener la influencia en la variación del tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, para concretos de mediana a alta resistencia en estado fresco y endurecido.

Para esto se hicieron diseños de mezcla usando T.M.A. = 1" para las variaciones agua sobre cemento (a/c) de: 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55 al cual le añadimos aditivo superplastificante de fraguado normal, luego en cada uno de estos diseños se cambió el tamaño máximo del agregado grueso (1", 3/4" y 1/2"), manteniéndose constante las proporciones en peso de los demás componentes del concreto.

Se consideró al concreto con T.M.A. = 1" como el concreto patrón

Se utilizó cemento Pórtland Tipo I Sol de Cementos Lima

Agregado fino y agregado grueso canto rodado de la cantera Trapiche a orillas del río Chillón en Puente Piedra Lima.

Aditivo Superplastificante "Euco 37" comercializado por la empresa Química Suiza S.A.

Generalmente al momento de dosificar mezclas de concreto nos basamos en las tablas elaboradas por el comité 211.1-91 del A.C.I (American Concrete Institute). Estas tablas proveen un punto de partida conservador y científicamente respaldado, pero no considera las características propias de nuestros agregados, cementos, agua, etc, es por eso que se utilizará estas tablas como primera aproximación del diseño de mezcla y luego se hará uso del concepto del agregado global como combinación de agregados en forma eficiente, proporcionando calidad y economía al concreto.

Capítulo I

CEMENTO

DEFINICION

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer , tanto bajo el agua como en el aire . Quedan excluidas las cales hidráulicas , las cales aéreas y los yesos

CEMENTO PORTLAND

El cemento Portland es un producto artificial, obtenido por la pulverización del clínker, con la adición eventual de 5% en peso del yeso natural (sulfato de calcio). Este material combinado con el agua produce una masa capaz de endurecer en forma similar a la piedra, el fenómeno químico generado es conocido como hidratación cuya velocidad de reacción esta directamente influenciado por la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápido y va disminuyendo paulatinamente con el tiempo, el proceso es exotérmica, pues genera un calor hacia el exterior denominado calor de hidratación.

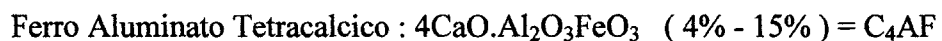
El procedimiento industrial del cemento Portland consiste en moler rocas calcáreas con rocas arcillosas en cierta composición y someter este polvo a temperaturas sobre los 1300° C produciéndose lo que se denomina el clínker, posteriormente se muele y se le adiciona yeso para obtener como producto definitivo un polvo sumamente fino.

1.3.1 CLINKER

Es un producto constituido en su mayor parte por silicatos de calcio, obtenido por la cocción a elevadas temperaturas (1400° - 1450° c) hasta la fusión parcial (clinkerización) de una mezcla convenientemente proporcionada y homogenizada de materiales debidamente seleccionados. Las materias primas más importantes son los materiales calizos y arcillosos; estos pueden encontrarse en estado natural, erosionado y relativamente insoluble tanto el óxido de hierro como el aluminato y silicio. Ahora, si el clinker fuera molido finamente para ser utilizado como cemento, en el momento de su mezcla con el agua, fraguaría casi de inmediato, no permitiendo tanto su manipuleo como su colocación.

Es por esta razón, que en el momento de la molienda se le adiciona sulfato de calcio, con el objeto de retardar el tiempo de fraguado.

El clinker se compone de la siguiente manera:



Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker; para luego pasar conjuntamente a una alta molienda final.

** Desde civilizaciones muy antiguas se ha utilizado cemento en las construcciones, según nos muestra la historia, en Roma, Egipto, etc.*

En 1824, Joseph Aspdin patenta el primer cemento Pórtland; quien lo fabricó con un proceso similar al actual y que por el parecido del color que adquiere con la piedra de la localidad inglesa Pórtland, le puso este nombre. Por esta razón algunos autores consideran a Aspdin como el inventor del cemento que hasta ahora lleva el nombre que él lo aplicara.

Desde aquellas épocas a la actualidad, el cemento ha ido perfeccionando y extendiendo su uso, hasta llegar a ser uno de los materiales de construcción más usados.

1.1.2 TIPOS DE CEMENTOS

Los tipos de cemento que podemos calificar de standard, ya que su fabricación esta normada por requisitos específicos, son:

- Tipo I De uso general donde no se requieren propiedades especiales.
- Tipo II De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.
Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.
- Tipo III Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en climas fríos o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.
- Tipo IV De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo.
- Tipo V Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos.

Cuando a los tres primeros tipos de cemento se les agrega el sufijo A significa que son cementos a los que se les a añadido incorporadores de aire en su composición manteniéndose las propiedades originales.

CEMENTOS PORTLAND ADICIONADOS

- Tipo IS Cemento al que se añadió entre un 25% a 70% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- Tipo ISM Cemento al que se añadió menos del 25% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- Tipo IP Cemento al que se le a añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y 40% del peso total.

Tipo IPM Cemento al que se le a añadido puzolana en un porcentaje menor de 15% del peso total.

En la actualidad se fabrican en nuestro país los siguientes tipos de cementos:

Tipo I, Tipo II, Tipo V, Tipo IP y Tipo IPM.

1.2 COMPOSICION QUÍMICA

Los componentes principales de las materias primas para la fabricación del cemento son los siguientes:

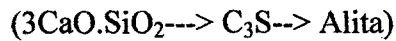
* En un porcentaje de 95% ó menor:

Componente	Procedencia
Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
Oxido de Fierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de hierro, Pirita

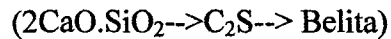
* En un porcentaje de 5% o mayor:

Componente	Procedencia
Oxido de Magnesio, sodio Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo Manganeseo.	Minerales varios.

Luego del proceso de formación del Clinker y molienda final, se obtiene los siguientes compuestos cuyas proporciones definirán el comportamiento del tipo de cemento.

a.- Silicato Tricálcico

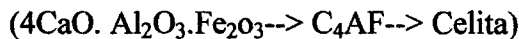
Se le conoce por la abreviatura C3S y define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.

b.- Silicato Dicálcico

Define la resistencia a largo plazo y tiene menor incidencia en el calor de hidratación.

c.- Aluminato Tricálcico

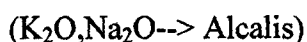
Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3% - 6%) para controlarlo. Es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce Sulfoaluminatos con propiedades expansivas.

d.- Aluminato - Ferrito - Tetracálcico

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundaria en el calor de hidratación.

e.- Óxido de Magnesio (MgO)

Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

f.- Óxidos de Potasio y Sodio

Tiene importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en el agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos.

g.- Óxidos de Manganeso y Titanio

Tesis: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río. usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

(Mn_2O_3 , TiO_2)

El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tiene contenidos mayores del 3%. Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 5% se obtienen disminución de resistencia a largo plazo.

El segundo influye en la resistencia, reduciéndole para contenidos superiores a 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor trascendencia.

- En el presente trabajo utilizaremos el cemento Pórtland tipo I

CEMENTO PORTLAND TIPO I

1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS

Peso específico	3.11 gr/cm ³
Blaine	3477 cm ² /gr
Contenido de aire	9.99%
Exp. Autoclave	0.18%
Fraguado inicial Vicat	1:49 hr.
Fraguado Final Vicat	3:29 hr.
f ^{''} c a los 3 días	254 kg/cm ²
f ^{''} c a los 7 días	301 kg/cm ²
f ^{''} c a los 28 días	357 kg/cm ²
Calor de hidratación a los 7 días	70.60 cal/gr.
Calor de hidratación a los 28 días	84.30 cal/gr.

FUENTE: TESIS "ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO, UTILIZANDO ADITIVO REDUCTOR DE AGUA Y RETARDADOR DE FRAGUADO "

MECANISMO DE HIDRATACIÓN

Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento que llevan con sigo el cambio del estado plástico al endurecido, con

las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de Calcio complejos.

Dependiendo de la temperatura, el tiempo y la relación entre la cantidad del agua y el cemento que reaccionan se pueden definir los siguientes estados:

a.- Plástico

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación agua / cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente.

El primer elemento en reaccionar es el C_3A , y posteriormente los silicatos y el C_4AF , caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se

produce lo que se denomina el periodo latente o de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura de ambiente y el cemento en particular.

b.- Fraguado Inicial

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en la que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el denominado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas mencionadas.

Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratación de Silicatos de Calcio (CHS ó Torbemorita), con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que van rigidizándose cada vez en la medida que se siguen hidratando los silicatos.

Este periodo dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo más estable con el tiempo al gel CHS.

En esta etapa la pasta se puede remezclar sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aun esta en formación.

c.- Fraguado Final

Se obtiene al termino de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel esta constituida por el ensamble definido de sus partículas endurecidas.

d.- Endurecimiento

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en el que se mantiene e incrementa con el tiempo las características resistentes.

La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúan de manera indefinida.

Es el estado final de la pasta, en que se evidencia totalmente las influencias de la composición del cemento.

Durante el proceso de hidratación, el volumen externo de la pasta se mantiene relativamente constante, sin embargo internamente el volumen de sólidos se incrementa constantemente con el tiempo, causando la reducción de porosidades, que esta relacionada de manera inversa con la resistencia de la pasta endurecida y en forma directa con la permeabilidad.

Para que se produzca la hidratación completa se necesita la cantidad suficiente de agua, la temperatura adecuada y el tiempo, y de aquí se desprende el concepto fundamental del curado, que consiste en esencia en procurar estos tres elementos para que el proceso se complete.

Un concepto básico que nos permitirá entender el comportamiento del concreto, reside en el que el volumen de los productos de hidratación siempre es menor que la suma de los volúmenes de agua y cemento que los origina debido a que por combinación química el volumen de agua disminuye en alrededor de un 25%, lo que trae como consecuencia la contracción de la pasta endurecida.

Otro concepto que hay que tomar en cuenta es que está demostrado que la relación agua/cemento mínima para que se produzca hidratación completa del cemento es del orden de 0.35 a 0.40 en peso dependiendo de cada caso particular.

TABLA N° 1 - 1

REQUISITOS QUIMICOS STANDARD DE ASTM C-150 PARA CEMENTOS								
DESCRIPCION	TIPO I	TIPO IA	TIPO II	TIPO IIA	TIPO III	TIPO IIIA	TIPO IV	TIPO V
SiO ₂ % minimo	....	....	20	20	....	....	....	....
Al ₂ O ₃ ,% max.	....	....	6	6	....	....	....	....
Fe ₂ O ₃ ,% max	....	....	6	6	....	....	6.5	....
MgO,% max	6	6	6	6	6	6	6	6
SO ₃ , % max								
Cuando C3A es< o = 8%	3	3	3	3	3.5	3.5	2.3	2.3
Cuando C3A es> 8%	3.5	3.5	N/A	N/A	4.5	4.5	N/A	N/A
Perd. por ignicion % max	3	3	3	3	3	3	2.5	0.75
R. insolubles, % max.	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C3S, % max	....	....	....	....	....	....	0.35	....
C2S, % MAX.	....	....	....	....	....	....	0.4	....
C3A, % MAX.	....	....	8	8	15	15	7	5
(C4AF + 2(C3A)) + (C4AF +C2F)	....	....	....	....	....	....	....	25
REQUISITOS QUIMICOS OPCIONALES								
C3A, % maximo para mediana								
Resistencia a sulfatos	....	....	....	....	8	8	....	....
C3A, % maximo para alta								
Resistencia a sulfatos	....	....	....	....	5	8	....	....
(C3S + C3A), % max.	....	....	58	58	....	....	....	....
Alcalis, (Na ₂ O + 0,658K ₂ O),%max	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

Fuente: Topicos De Tecnologia Del Concreto En El Perú

Autor: Ing. Enrique Pasquel Carvajal

TABLA N° 1 - 2

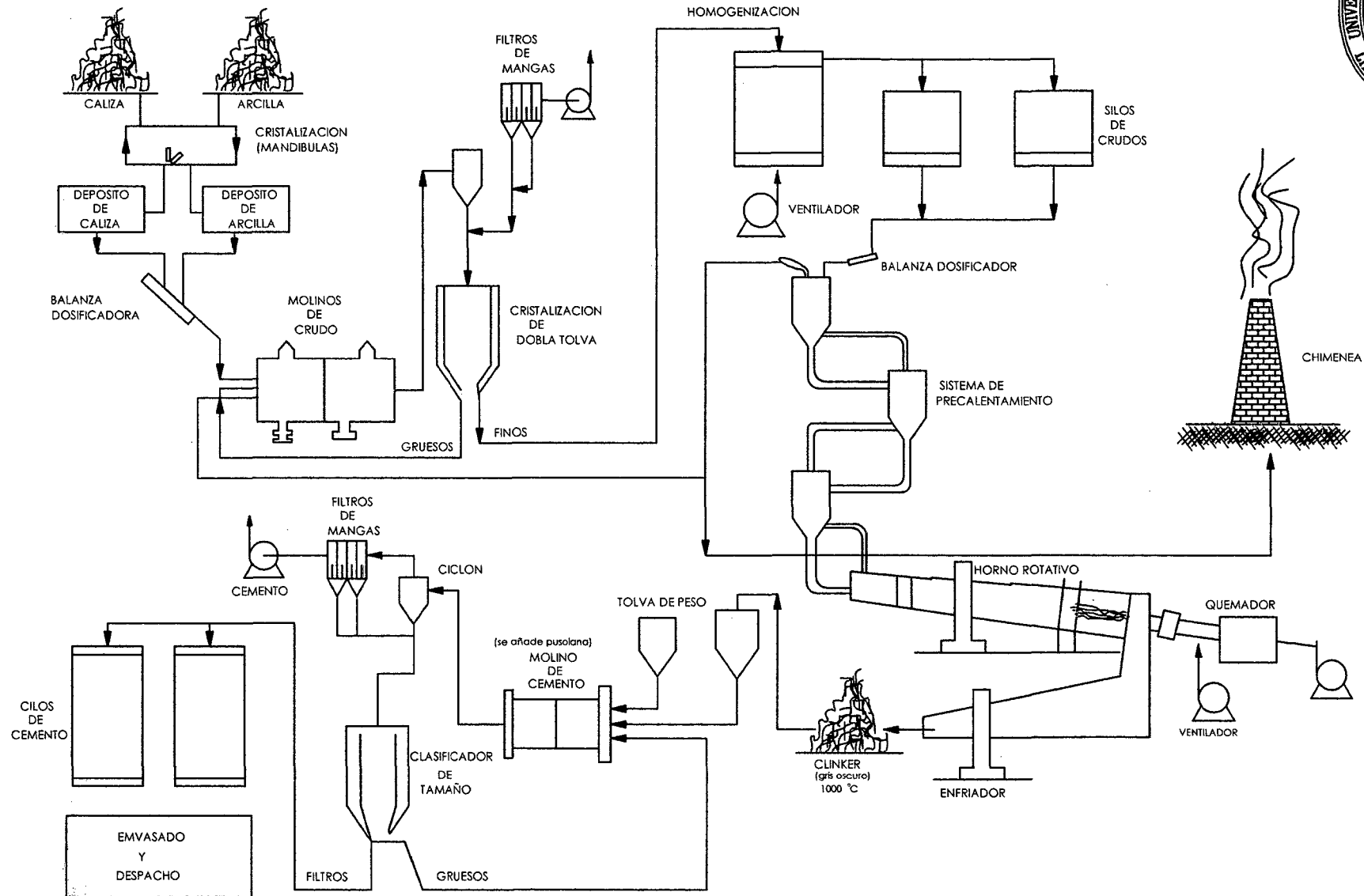
REQUISITOS FISICOS STANDARD ASTM C-150 PARA CEMENTOS								
DESCRIPCION	TIPO I	TIPO IA	TIPO II	TIPO IIA	TIPO III	TIPO IIIA	TIPO IV	TIPO V
Contenido de aire en % (max,min)	(12,N/A)	22.16	12,N/A	22.16	12,N/A	22.16	12,N/A	12,N/A
Fineza con turbidimetro en m ² /kg.min	160	160	160	160			160	160
Fineza por permeabilidad de aire en m ² /kg.min	280	280	280	280			280	280
Expansión en autoclave	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Resistencia en compresion en MPa								
AI día					12.4	10		
A 3 días	12.4	10	10.3	8.3	24.1	19.3		8.3
A 7 días	19.3	15.5	17.2	13.8			6.6	15.2
A 28 días								20.7
Fraguado inicial de (Guillmore) min. minut.	60	60	60	60	60	60	60	60
Fraguado final de (Guillmore) max. minut.	600	600	600	600	600	600	600	600
Fraguado inicial (Vicat) min. minut.	45	45	45	45	45	45	45	45
Fraguado final (Vicat) max. min	375	375	375	375	375	375	375	375
REQUISITOS FISICOS OPCIONALES								
Fraguado falso (penetración final) %min.	50	50	50	50	50	50	50	50
Calor de hidratacion maximo a 7 días cal/gr			70	70			60	
Calor de hidratacion max. a los 28 días cal/gr			58	58			70	
Resistencia en compresión min. a 28 días MPa	27.8	22.1	27.6	22.1				
Expansión con Sulfatos a 14 días, % max.								0.04

Fuente: Topicos De Tecnologia Del Concreto En El Perú

Autor: Ing. Enrique Pasquel Carvajal



DIAGRAMA DE FABRICACION DE CEMENTO PORTLAND METODO VIA SECA



Capítulo II

ADITIVOS

2.1 DEFINICIÓN

Se define como aditivo a la sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto y que modifican algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.

2.2 CLASIFICACIÓN

Los aditivos se clasifican según el ingeniero Enrique Pasquel Carvajal (TECNOLOGIA DEL CONCRETO –1993) en:

a.- Aditivos incorporadores de aire

Afines de los años cuarenta se inventaron los aditivos incorporadores de aire, que originan una estructura adicional de vacíos dentro del concreto que permiten controlar y minimizar los efectos originados por el congelamiento del agua dentro del concreto con el consiguiente aumento de volumen, y el deshielo con la liberación de esfuerzos que ocasionan contracciones.

b.- Aditivos acelerantes

Sustancias que reducen el tiempo normal de endurecimiento de la pasta de cemento y/o acelera el tiempo normal de la resistencia.

En general los acelerantes reducen los tiempos de fraguado inicial y final del concreto medidos con métodos estándar como las agujas proctor definidas en ASTM- C- 403 que permiten cuantificar el endurecimiento en función de la penetración.

c.- Aditivos reductores de agua-plastificantes

Son compuestos orgánicos e inorgánicos que permiten emplear menor agua de la que se usaría en condiciones normales en el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y también de resistencia al reducirse la relación agua / cemento.

Trabajan en base al 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 se mejora el proceso de hidratación.

d.- Aditivos super plastificantes

Son reductores de agua plastificantes especiales en que el efecto aniónico se ha multiplicado notablemente.

A nivel mundial han significado un avance notable en la tecnología del concreto pues han permitido el desarrollo de muy alta resistencia.

e.- Aditivos impermeabilizantes

Esta es una categoría de aditivos que sólo está individualizada nominalmente pues en la práctica, los productos que se usan son normalmente reductores de agua, que propician disminuir la permeabilidad al bajar la relación agua / cemento y disminuir los vacíos capilares.

Su uso está orientado hacia obras hidráulicas donde se requiere optimizar la estanqueidad de las estructuras.

f.- Aditivos plastificantes y retardadores

Que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y retarda el fraguado.

g.- Aditivos plastificantes y aceleradores

Que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y acelera el fraguado.

h.- Aditivos retardadores

Tiene como objetivo incrementar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con miras a disponer de un período de plasticidad mayor que facilite el proceso constructivo.

Según la norma ASTM C-494, los aditivos se clasifican (ver anexo VI) de la siguiente manera:

1. TIPO A Aditivos reductores de agua.
2. TIPO B Aditivos retardadores.
3. TIPO C Aditivos acelerantes.
4. TIPO D Aditivos reductores de agua y retardadores.
5. TIPO E Aditivos reductores de agua y acelerantes.
6. TIPO F Aditivos reductores de agua de alto alcance.
7. TIPO G Aditivos reductores de agua de alto alcance y retardadores.

VENTAJAS DE USAR LOS ADITIVOS

Existen gran variedad de razones para el uso de los aditivos, mencionaremos los principales:

- a. - Aumentar la trabajabilidad, sin modificar la cantidad de agua.
- b. - Desencofrado en menor tiempo del usual.
- c. - Reducción del tiempo de espera necesario para dar acabado superficial.

- d. - Reducción del tiempo de curado.
- e. - Adelanto en la puesta en servicio de las estructuras.
- f. - Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas.
- g. - Reducción de presiones sobre los encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado.
- h. - Contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas en climas frío desarrollando con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia.
- i. - Economía ya que se puede reducir la cantidad de cemento.
- j. - Mejora significativamente de la impermeabilidad.
- k. - Aumenta la durabilidad del concreto.
- l. - Reducir la contracción.
- m. . Disminuye la segregación

2.3 ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

Como su nombre mismo lo indica, plastifica al concreto fresco, el cual le da propiedades adecuadas para su trabajabilidad y lo mas importante es que reduce la cantidad de agua en el diseño del concreto y por ende aumenta su resistencia.

La forma en como influye en el concreto es que consisten en largas cadenas de alto peso molecular (20,000 - 30,000) de surfactantes aniónicos con un largo número de grupos polares en una cadena de hidrocarburos, siendo absorbidos en la superficie de las partículas de cemento, este tipo de surfactante imparte una fuerte carga negativa, la que ayuda a reducir la tensión superficial del agua que rodea las partículas de cemento e incrementa de manera muy marcada la fluidez del sistema. Comparando con los plastificantes, relativamente grandes

concentraciones de superplastificantes pueden ser incorporados al concreto sin causar excesiva segregación ni retardar la fragua, pese a obtener consistencias del orden de 200 a 250 mm de slump. La excelente dispersión de las partículas de cemento parece ser la razón por la que no se produce un retraso en la fragua. Mas bien, la aceleración en los tiempos de fraguado es común en algunos casos. Este último fue un problema común con las primeras generaciones de superplastificantes. Sin embargo, esto se ha corregido incorporado lignosulfatos a los superplastificantes de modo de generar un retardo en la fragua que contrarreste la aceleración generada por excelente dispersión de partículas de cemento.

2.4 ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EUCO 37

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 incorporadores de aire, impermeabilizantes, cloruro de calcio y muchos otros aditivos, sin embargo cada material debe ser agregado al concreto por separado.

El concreto tratado con Euco 37 tiene su consistencia plástica de 30 a 60 minutos después de dosificado, dependiendo de los asentamientos iniciales, finales y las dosificaciones, Euco 37 tiene es un fluido liquido de color marrón oscuro, el cual, al ser agregado al concreto, este no cambia la apariencia natural del concreto.

La dosificación recomendada por el fabricante es de 0.5% a 1.5% sobre el peso del cemento, en nuestra investigación utilizaremos el promedio: 1% del peso del cemento.

APLICACIONES PRINCIPALES

- **Concreto de alto comportamiento**

- Concreto premezclado en general
- Concreto fuertemente reforzado
- Concreto para losas y concreto en masa
- Concreto con contenido mínimo de agua
- Concreto con baja relación agua / cemento
- Concreto fluido de alto asentamiento

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Produce un concreto de baja contenido de agua y con baja relación agua / cemento, permitiendo lograr resistencias altas.
- Produce concreto fluido con resistencias más altas de los normales
- Ayuda en la trabajabilidad (fácil colocación) del concreto y reduce costos de mano de obra
- Cuando se utilizan en elementos prefabricados con cemento tipo I tendrá resistencias altas a edades tempranas.

PRECAUCIONES Y RESTRICCIONES

- El aditivo (Euco 37) debe de protegerse de su congelamiento.
- Se recomienda al hacer diseños de mezcla, hacer 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 agrega a la mezcla independientemente de otros aditivos.

Capítulo III

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

3.1 DEFINICION DE LOS AGREGADOS

Los agregados son elementos inertes del concreto que son aglomeradas por pasta de cemento para formar la estructura resistente.

Estos, como parte constituyente del concreto ocupan del 60% al 80% del volumen. Por eso cumplen una función importante para el logro de ciertas propiedades particulares de calidad, resistencia, economía, etc.

Se clasifican de acuerdo a sus dimensiones y se denominan agregado fino y agregado grueso de acuerdo a su forma, pueden ser redondeados y angulares.

La gran influencia que tienen sobre las propiedades del concreto, depende de su estructura física y química, así como de su granulometría.

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

En general, existen pruebas de ensayo necesarias que se realizan a los agregados unos para establecer su calidad como son Densidad, estabilidad Química, Resistencia a la abrasión, etc. Y otras para determinar características para la dosificación de mezclas como el peso unitario absorción. Humedad Superficial, etc.

3.2 AGREGADO FINO NORMA ITINTEC Nro 400.011.

Se define como agregado fino aquel que proviene de la desintegración natural (arena) o artificial de rocas. Que pasa el tamiz 9.5 mm (malla 3/8) y queda detenido en el tamiz (malla 200).

El agregado fino utilizado en la presente investigación es proveniente de la cantera “Rio Chillón”, localizada a la altura del Km 6.5 de la Av. Trapiche.

3.2.1 GRANULOMETRIA Y MODULO DE FINURA

GRANULOMETRIA NORMA ITINTEC 400.011

La distribución de partículas del agregado tiene una gran importancia en los requerimientos de agua de la mezcla y en consecuencia de la trabajabilidad y acabado del concreto fresco.

El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según las aberturas de los los tamices utilizados.

Para determinar la gradación de los agregados finos son las Nro 3/8”, 8, 16, 30, 50, y 100; que están basadas de acuerdo a sus mallas cuadradas normalizadas y que sus requerimientos se dan en la **tabla Nro 3.2.1**

MODULO DE FINURA NORMA ITINTEC 400.011

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menor que 2.3 ni mayor que 3.1.

Es un factor empírico que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas Nro 4,8,16,30,50 y 100 y dividiendo la suma por 100.

Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para concretos de alta resistencia.

TABLA Nro 3.2.1

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 - mm (3/8 in)	100
4.75 - mm (N° 4)	95 a 100
2.36 - mm (N° 8)	80 a 100
1.18 - mm (N° 16)	50 a 85
600 MICRONES (N° 30)	25 a 60
300 MICRONES (N° 50)	10 a 30
150 MICRONES (N° 100)	2 a 10

A continuación presentamos el análisis granulométrico de un promedio de tres ensayos realizados para el agregado fino.

TESIS: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

Muestra : Arena del río Chillón
 Peso de la muestra : 1000 gr.
 Ensayo : Promedio

TAMIZ Nro.	PESO RET. (grs.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
Nro. 4	34.00	3.40	3.40	96.60
Nro. 8	126.33	12.63	16.03	83.97
Nro. 16	128.40	12.84	28.87	71.13
Nro. 30	175.27	17.53	46.40	53.60
Nro. 50	267.37	26.74	73.14	26.86
Nro. 100	175.60	17.56	90.70	9.30
FONDO	93.03	9.30	100.00	0.00
SUMA:	1000.00			

MODULO DE FINURA:

$$MF = \frac{3''+1.5''+3/4''+3/8''+N^{\circ}4+N^{\circ}8+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50+N^{\circ}100}{100}$$

$$MF = \frac{0+0+0+0+3.40+16.03+28.87+46.40+73.14+90.70+100}{100}$$

$$MF = 2.58$$

3.2.2 SUPERFICIE ESPECIFICA

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que

Son: todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

Muestra : Arena del río Chillón
 Peso de la muestra : 1000 gr.
 Ensayo : Promedio

TAMIZ Nro.	% RETENIDO (A)	DIAMETRO PROMEDIO (B)	(A)/(B)
Nro. 4	3.40	0.714	4.762
Nro. 8	12.63	0.357	35.387
Nro. 16	12.84	0.179	71.732
Nro. 30	17.53	0.089	196.933
Nro. 50	26.74	0.044	607.659
Nro. 100	17.56	0.022	798.182
FONDO	9.30	0.011	845.727
SUMATORIA = 2560.381			

$$Se = \frac{6 \times \text{Sumatoria}}{100 \times Pe}$$

Pe= peso específico = 2.67

$$Se = \frac{6 \times 2560.38}{(100 \times 2.67)} = 57.54$$

$$Se = 57.54 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

3.2.3 PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

3.2.3.1. PESO ESPECIFICO NORMA NTP 400.022

Es la relación entre el peso del material y su volumen; su diferencia con el peso unitario estriba en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponde al material de paso normal.

A continuación se darán las siguientes definiciones.

- A) Peso Especifico de Masa.- relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material).
- B) Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco.-Es la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.
- C) Peso Especifico Aparente.- Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.

Descripción del ensayo:

Se coge aproximadamente 1000 g del agregado fino, obtenido del material que se desea ensayar, por el método del cuarteo y se coloca en un envase adecuado.

Luego se procede ha remojar el material durante 24 hrs. Una vez realizado esto se elimina el agua del recipiente, se extiende el material en una superficie plana y se remueve constantemente hasta garantizar un secado uniforme.

Esta operación se repite hasta que los granos del agregado no se peguen entre sí; una vez hecho esto se introduce en un cono, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente. Si existe humedad libre el cono de agregado se mantendrá uniforme.

TESIS: “Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal”

Se prosigue secando y se repite el procedimiento anterior; el material estará secado superficialmente cuando el cono de agregado se derrumbe al quitar el molde.

Luego se pesa 500 gr. del material saturado seco superficialmente, en un frasco, se llena agua hasta alcanzar casi la marca de 500cm³ a temperatura ambiente de 23°C. Para luego sacar el aire que se encuentra en dicho frasco con agua y agregado.

Se pesa el frasco con agua y agregado y se determina la cantidad exacta de agua que a ingresado en dicho frasco.

Se saca el material y se pone a secar a una temperatura de 100°C a 110°C, se enfría y se procede a su pesado.

$$\text{Peso específico de masa} = \frac{A}{(V - W)}$$

en donde:

A: Es el peso secado al horno del material.

V : Es el volumen del frasco en centímetros cúbicos.

W: Es el peso en gramos o volumen en cm³ del agua añadido al frasco.

3.2.3.2 ABSORCIÓN NORMA NTP 400.022

Es la cantidad de agua que absorbe el material debido a sus características como porosidad, permeabilidad, etc.

La absorción de un agregado está representada por el porcentaje de agua que le es necesario para llegar a la condición de saturado superfinalemente seco (condición de equilibrio).

Para efectos de cálculos se han promediado 3 ensayos que se detallan a continuación:

Descripción del ensayo

Se procede a preparar el agregado lo mismo que para el peso específico y se calcula de la siguiente manera,

$$\text{Absorción} = (500 - W_o) * 100 / W_o \dots\dots (\%)$$

donde:

W_o : Peso del material secado al horno en gramos.

El promedio de tres ensayos se presenta en el siguiente cuadro :

DESCRIPCION	ENSAYO - I	ENSAYO - II	ENSAYO - III
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua (grs.)	1086	1085.4	1086.5
Peso de la arena superficialmente Seca + peso del agua (grs.)	816	815.4	816.5
Peso del agua (grs.) (W)	316	315.4	316.5
Peso del balón (grs.)	270	270	270
Peso de la arena secada al horno (Ps)	492.8	493.3	492.4
Volumen del balón (cc) (V)	500	500	500
* Peso específico de la masa (Ps)/(V-W)	2.678	2.672	2.683
* Peso específico de la masa saturada y superficialmente seco 500/(V-W)	2.717	2.709	2.725
* Peso específico aparente (Ps)/[(V-W)-(500-Ps)]	2.787	2.773	2.799
* Porcentaje de absorción (500-Ps)/Psx100	1.461	1.358	1.543

RESUMEN DE RESULTADOS

DESCRIPCION	PROMEDIO (gr/cm ³)
* PESO ESPECIFICO DE MASA	2.678
* PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.	2.717
* PESO ESPECIFICO APARENTE	2.787
* PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.454%

3.2.4 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

NORMA ITINTEC Nro 400.017

Es el peso del agregado por unidad de volumen. Este peso es variable dependiendo del grado de compacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

- Peso Unitario suelto (P.U.S.).- Es cuando se llena el recipiente dado suavemente sin ninguna presión.
- Peso Unitario Compactado (P.U.C.).- Es cuando se ejerce presión (compactación) al llenar el recipiente en tres (3), capas según norma.

A continuación se dan los resultados obtenidos para dos (2) ensayos, suelto y compactado.

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	ENSAYO I	ENSAYO II
Peso de la muestra suelta mas vasija (kg.)	7.038	7.036
Peso de la vasija (kg)	2.836	2.836
Peso de la muestra suelta	4.202	4.2
Constante $(1/10 \text{ pie}^3)^{-1}$	353.15	353.15
Peso unitario suelto	1483.93	1483.23

Resultado promedio : **P.U.S. = 1483.58 kg/m³**

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCION	ENSAYO I	ENSAYO II
Peso de la muestra compactada mas vasija (kg.)	7.694	7.747
Peso de la vasija (kg)	2.836	2.836
Peso de la muestra compactada	4.858	4.911
Constante $(1/10 \text{ pie}^3)^{-1}$	353.15	353.15
Peso unitario compactada	1715.6	1734.32

Resultado promedio : **P.U.C. = 1724.96 kg/m³**

3.2.5 CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA ITINTEC 400.016

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante por que de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua en el concreto varia.

También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado al horno (24 hr) dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

Descripción del ensayo:

Se toma 1000grs del material libre de impurezas y se pone en un recipiente para luego llevarlo a secarlo al horno a 100 °C a 110°C durante 24 hrs.

Se retira del horno y se deja enfriar por espacio de una a hora y media, luego se pesa.

TESIS: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

Se procede a calcular el contenido de humedad, restando al peso del material natural menos el peso del material secado al horno, todo dividido entre el peso seco al horno y multiplicado por 100.

$$\text{Contenido de Humedad} = (W_n - W_s) * 100 / W_s$$

donde: W_n : Peso natural del agregado

W_s : Peso del agregado secado al horno.

A continuación se dan los resultados de tres ensayos obtenidos en el laboratorio.

DESCRIPCION	ENSAYO I	ENSAYO II	ENSAYO III
Peso de la muestra húmeda (gr) (Pm)	500.00	500.00	500.00
Peso de la muestra seca al horno (gr) (Ps)	496.80	496.20	497.50
Contenido de agua (gr)	3.20	3.80	2.50
Contenido de humedad C.U.=(Pm-Ps)x100/Ps	0.664	0.765	0.95

Resultado promedio : **C.H. = 0.664%**

3.3 AGREGADO GRUESO

Se define como agregado grueso a aquel retenido en el tamiz 476 mm (Nro.4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

Para el presente trabajo el agregado grueso consiste en piedra del tipo canto rodado de la cantera del río Chillón, el cual tubo que ser zarandeado para obtener agregados con tamaño nominal máximo de: 1", 3/4" y 1/2"

3.3.1 GRANULOMETRIA Y TAMAÑO MÁXIMO

GRANULOMETRIA – SU IMPORTANCIA

En el estudio de la granulometría de los agregados ha ocupado un importante lugar dentro de las primeras investigaciones realizadas sobre el concreto. El proporcionamiento de los agregados finos y gruesos para producir mezclas de la más alta compacidad y, por ende, más resistentes y económicas, dio origen a la propuesta de numerosas curvas prototipo o "ideales".

Se ha estimado en el análisis de la compacidad, que los agregados de similar dimensión producen el mayor número de vacíos, mientras que de existir una determinada diferencia entre los tamaños, su acomodación se produce con la máxima compacidad.

Actualmente, existe consenso que las granulometrías ideales no pueden generalizarse, por no asegurar ventajas ciertas en lo que respecta a la trabajabilidad y resistencia del concreto.

Según la norma ITINTEC 400.011, Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados, se designan por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

Para el ensayo granulométrico se utilizo las mallas siguientes: 1", 3/4", 1/2", 3/8" y Nro 4

A continuación se presenta el análisis granulométrico promedio de tres (3) ensayos.

Muestra : piedra canto rodado del río Chillón

Peso de la muestra : 6000 gr.

Ensayo : Promedio

TAMIZ Nro.	PESO RET. (grs.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	1908.33	32.08	32.08	67.92
1/2"	2233.33	37.54	69.62	30.38
3/8"	1197.33	20.13	89.75	10.25
1/4"	562.00	9.45	99.19	0.81
FONDO	48.00	0.81	100.00	0.00

TAMAÑO MAXIMO : **T.M. = 1"**

DIAMETRO NOMINAL MAXIMO : **D.N.M. = 1"**

Módulo de Finura:

$$MF = \frac{3''+1.5''+3/4''+3/8''+N^{\circ}4+N^{\circ}8+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50+N^{\circ}100}{100}$$

$$MF = \frac{0+0+32.08+89.75+99.19+100+4(100)}{100}$$

MF= 7.21

TAMAÑO MÁXIMO NORMA ASTM – 467 – ITINTEC 400.037

El tamaño Máximo se utiliza para seleccionar el agregado según las condiciones de geometría del encofrado y el refuerzo de acero.

Se define como a la malla más pequeña por la que pasa toda la muestra de agregado.

T.M. = 1"

El reglamento Nacional de Construcción prescribe que el tamaño máximo del agregado no debe ser mayor de:

-1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado;

-1/3 del peralte de la losa;

-3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las varillas o alambres individuales de refuerzo, paquetes de varillas, cables o ductos de preesfuerzo.

TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO

Se indica generalmente como referencia de la granulometría y corresponde a la malla más pequeña que produce el primer retenido

T.N.M =1”

3.3.2 SUPERFICIE ESPECIFICA

Siguiendo el mismo proceso y/o definición del acápite 3.2.2 tenemos:

SUPERFICIE ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO

Muestra Piedra canto rodado del río Chillón

Peso de la muestra : 6000 gr.

Ensayo : Promedio

TAMIZ Nro.	% RETENIDO (A)	DIAMETRO PROMEDIO (B)	(A)/(B)
1"	0.00	3.175	0.00
3/4"	32.08	2.220	14.45
1/2"	37.54	1.587	23.65
3/8"	20.13	1.110	18.14
1/4"	9.45	0.792	11.93
FONDO	0.81	0.550	1.47
Sumatoria =			69.64

$$Se = \frac{6 \times \text{Sumatoria}}{100 \times Pe} \quad Pe = \text{peso específico}$$

$$Se = \frac{6 \times 69.64}{(100 \times 2.69)} = 1.55$$

$$Se = 1.55 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

3.3.3 PESO ESPECIFICO NORMA INTINTEC 400.021

Es 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 . Además el peso específico es un indicador de la calidad en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

También se define como el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 Kg/m³.

Descripción del ensayo:

Se selecciona por el método del cuarteo, aproximadamente 5 Kilos del agregado, rechazando todo material que pasa por el tamiz INTINTEC 4.75 mm (Nº4).

Después de eliminado todas las impurezas polvo u otros materiales extraños de la superficie del material se seca el material y se pone a remojar en una vasija con agua por espacio de 24 hrs.

Luego se saca el materia del agua y seca con una franela o se hace rodar el material sobre una superficie grande absorbente hasta percibir que haya desaparecido toda la película de agua visible aunque la superficie de las partículas aun parezcan húmedas. Se debe tener cuidado con la evaporación durante la operación del secado. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con la superficie seca.

Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturado con la superficie seca en la canasta de alambre y se determina su peso en agua.

Luego dicha muestra, una vez pesada en el agua se le pone a secar a la temperatura de 100°C a 110°C durante 24 horas para luego dejarlo enfriar a temperatura ambiente durante (1 hr) y se pesa, (ver cuadro N°3.3.5).

$$\text{Peso específico de masa} = A/(V - W)$$

donde:

A: Peso del material secado al horno en kgrs.

V: Peso del material saturado secado superficialmente en kgrs.

W: Peso del material en el agua , muestra saturada secada superficialmente.

3.3.4 PESO UNITARIO SUELTO Y PESO UNITARIO COMPACTADO

Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen total incluyendo los vacíos. Su valor para agregados normales varia entre 1500 y 1700 Kg/m³.

Descripción del ensayo:

Se procede a tomar una cantidad representativa del agregado a ensayar y se selecciona mediante el cuarteo.

PESO UNITARIO COMPACTADO

Se procede la tercera parte del recipiente (de ½ pie³), y se nivela con la mano la superficie. Se apisona la masa con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las 2 terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Luego se llena la medida hasta rebosar, golpeándola varias veces con la barra, el agregado sobrante se elimina usando la barra como regla.

TESIS: “Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal”

Se recomienda al compactar la primera capa no golpear el fondo del recipiente con fuerza. Al compactar las ultimas capas solo se emplea la fuerza necesaria para que la barra penetre la ultima capa de agregado.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente, luego se obtiene el peso unitario compactado dividiendo el peso neto entre el volumen del recipiente, (ver cuadro N° 3.3.4).

$$\text{Peso Unitario Compactado} = W/V_o \quad (\text{Kg/m}^3)$$

Donde : W : Peso neto del agregado

V_o : Volumen del recipiente.

PESO UNITARIO SUELTO

Se llena el recipiente ($\frac{1}{2}$ pie³), hasta rebosar descargando el agregado desde una altura no mayor de 50mm por encima de la parte superior del recipiente. Se deben tomar precauciones para impedir en lo posible la segregación de las partículas.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente. Luego se obtiene el peso unitario suelto del agregado dividiendo entre el volumen del recipiente, (ver cuadros: N° 3.3.4.1), luego tenemos:

$$\text{Peso Unitario Suelto} = W'/V' \quad (\text{Kg/m}^3)$$

donde:

W' : Peso neto del agregado

V' : Volumen del recipiente.

3.3.5 CONTENIDO DE HUMEDAD Y PORCENTAJE DE ABSORCION

3.3.5.1 CONTENBIDO DE HUMEDAD

Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso. Esta propiedad es importante por que de acuerdo a su valor (en %) la cantidad de agua en el concreto varia.

También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado al horno (24 hr) dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

Descripción del ensayo:

Se toma 5000grs del material libre de impurezas y se pone en un recipiente para luego llevarlo a secarlo al horno a 100 °C a 110°C durante 24 hrs.

Se retira del horno y se deja enfriar por espacio de una hora a hora y media, luego se procede a pesarlo.

Se procede a calcular el contenido de humedad, restando al peso del material natural menos el peso del material secado al horno, todo dividido entre el peso seco al horno y multiplicado por 100, (ver cuadro N° 3.3.5), luego tenemos:

$$\text{Contenido de Humedad} = (W_n - W_s) * 100 / W_s$$

donde: W_n : Peso natural del agregado

W_s : Peso del agregado secado al horno.

3.3.5.2 ABSORCION

Es la capacidad del agregado grueso de absorber el agua en contacto con el. Al igual que el contenido de humedad esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

TESIS: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

También se define como la diferencia en peso del material superficialmente seco y el peso del material secado al horno (24 hr) todo dividido entre el, peso seco y multiplicado por 100.

Descripción del ensayo:

Se procede a preparar el agregado lo mismo que para el peso específico y se calcula de la siguiente manera, (ver cuadro N° 3.3)

$$\text{Absorción} = (V - A) * 100 / A \dots\dots\dots (\%)$$

donde: **V** : Peso de la muestra saturada superficialmente seco.

A : Peso del material o muestra seca al horno.

A continuación se presentan los cuadros de resultados :

CUADRO 3.3

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO**GRUESO**

DESCRIPCION	ENSAYO - I	ENSAYO - II	ENSAYO - III
Peso de la piedra superficialmente seca + peso del balón + peso del agua	1086.2	1085.5	1086.5
Peso de la arena superficialmente Seca + peso del agua (grs.)	816.2	815.5	816.5
Peso del agua (grs.) (W)	316.2	315.4	316.5
Peso del balón (grs.)	270	270	270
Peso de la arena secada al horno (Ps)	494	495	495.1
Volumen del balón (cc) (V)	500	500	500
* Peso específico de la masa (Ps)/(V-W)	2.688	2.681	2.698
* Peso específico de la masa saturada y superficialmente seco 500/(V-W)	2.720	2.709	2.725
* Peso específico aparente (Ps)/[(V-W)-(500-Ps)]	2.778	2.756	2.772
* Porcentaje de absorción (500-Ps)/Psx100	1.215	1.010	0.990

RESUMEN DE RESULTADOS

DESCRIPCION	PROMEDIO (Gr/cm ³)
* PESO ESPECIFICO DE MASA	2.689
* PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.	2.718
* PESO ESPECIFICO APARENTE	2.769
* PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.071

TESIS: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

PESO UNITARIO SUELTO

CUADRO 3.3.4

DESCRIPCION	E-I	E-II
-Peso de la muestra suelta mas vasija (Kg)	7.501	7.541
-Peso de la vasija	2.836	2.836
-Peso de la muestra suelta	4.665	4.705
-Constante $(1/10 \text{ pie}^3)^{-1}$	353.150	353.15
-Peso unitario suelto	1,647.44	1,661.57

Resultado promedio:

P.U.S. = 1,654.50 Kg/m³**PESO UNITARIO COMPACTADO**

CUADRO 3.3.4.1

DESCRIPCION	E-I	E-II
-Peso de la muestra compactada mas vasija (Kg)	7.782	7.780
-Peso de la vasija	2.836	2.836
-Peso de la muestra compactada	4.946	4.944
-Constante $(1/10 \text{ pie}^3)^{-1}$	353.150	353.150
- Peso unitario compactada	1,746.68	1,745.97

Resultado promedio:

P.U.S. = 1,746.33 Kg/m³

3.3.5 CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA ITINTEC 400.016

CUADRO 3.3.5

DESCRIPCION	ENSAYO I	ENSAYOII	ENSAYOIII
Peso de la muestra húmeda (gr) (Pm)	100.00	100.00	100.00
Peso de la muestra seca al horno (gr) (Ps)	995.00	994.40	996.10
Contenido de agua (gr)	5.00	5.60	3.90
Contenido de humedad $C.H.=(Pm-Ps) \times 100/Ps$	0.5025	0.5632	0.3915

Resultado promedio : **C.H. = 0.4857%**

**RESUMEN DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES
FISICAS DE LOS AGREGADOS**

PROPIEDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Peso Específico de masa	2.689 gr/cm ³	2.678 gr/cm ³
Peso Específico de masa y sup. Seco	2.718 gr/cm ³	2.717 gr/cm ³
Peso Específico aparente	2.769 gr/cm ³	2.787 gr/cm ³
Contenido de humedad	0.4857%	0.6640%
Porcentaje de absorción	1.017%	1.454%
Peso unitario suelto	1654.50 kg/m ³	1483.58 kg/m ³
Peso unitario compactado	1746.33 kg/m ³	1724.96 kg/m ³
Superficie específica	1.55 cm ² /gr	57.54 cm ² /gr
Módulo de finura	7.21	2.58
Tamaño máximo	1"	
Tamaño nominal máximo	1"	

3.4 AGREGADO GLOBAL

3.4.1 GENERALIDADES

Es de suma importancia el estudio de los agregados por lo que estos ocupan Aproximadamente las 2/3 partes del volumen total del concreto, que influirán en las propiedades del concreto. En lo que respecta a la granulometría, lo más importante es la gradación total. Los agregados fino y grueso, por separado no necesariamente cumplirán con los usos granulométricos establecidos por las normas ASTM C - 33 (ITINTEC 400 - 0.12) y que sin embargo mezclándolos adecuadamente nos suministren una distribución de partículas eficiente, que para nuestro caso, de ahora en adelante lo denominaremos como agregado global. La misma norma ASTM C - 33, admite esto, ya que nos indica que se podrá emplear agregados que no cumplan los requerimientos, si se demuestra que con ellos se obtiene concretos que satisfacen las especificaciones técnicas del proyecto.

Para la evaluación granulométrica nos remitiremos a los usos DIN 1045 para el agregado global.

TAMIZ	ABERTURA	AGREGADO GLOBAL		
		% QUE PASA ACUMULADO		
		A	B	C
1 1/2"	(32 mm)	100	100	100
3/4"	(16 mm)	62	80	89
1/2"	(8 mm)	38	62	77
Nro. 4	(4 mm)	23	47	65
Nro. 8	(2 mm)	14	37	53
Nro. 16	(1 mm)	8	28	42
Nro. 50	(0.25 mm)	2	8	5

Cuyos resultados se muestran en el ANEXO A.

TESIS: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

Para concreto mas trabajable:

- Concreto de mejor trabajabilidad del huso “ A ” al “ B ”
- Concreto de trabajabilidad aceptable del huso “ B ” a l “ C ”

A mayor calidad de los agregados (dureza, resistencia al desgaste, etc.), nos proporcionara un concreto de mayor calidad. Son útiles los agregados de origen ígneo, para un concreto de alta resistencia a la compresión

3.4.2 PESO UNITARIO COMPACTADO

Para lograr una óptima granulometría del agregado global, para el diseño de un concreto de calidad trabajable y económico, es necesario determinar proporciones de agregado fino y grueso, de manera que nos resulte un agregado global de mayor peso unitario compactado.

Esta combinación de máxima densidad, creara un volumen mínimo de vacíos, necesitando menos cantidad de pasta de cemento (factor económico), cuando forma parte del concreto.

Para ello, se hizo mezclas en diversas proporciones en peso, del agregado fino y grueso determinándose sus respectivos pesos unitarios compactados del agregado global y por ende el máximo.

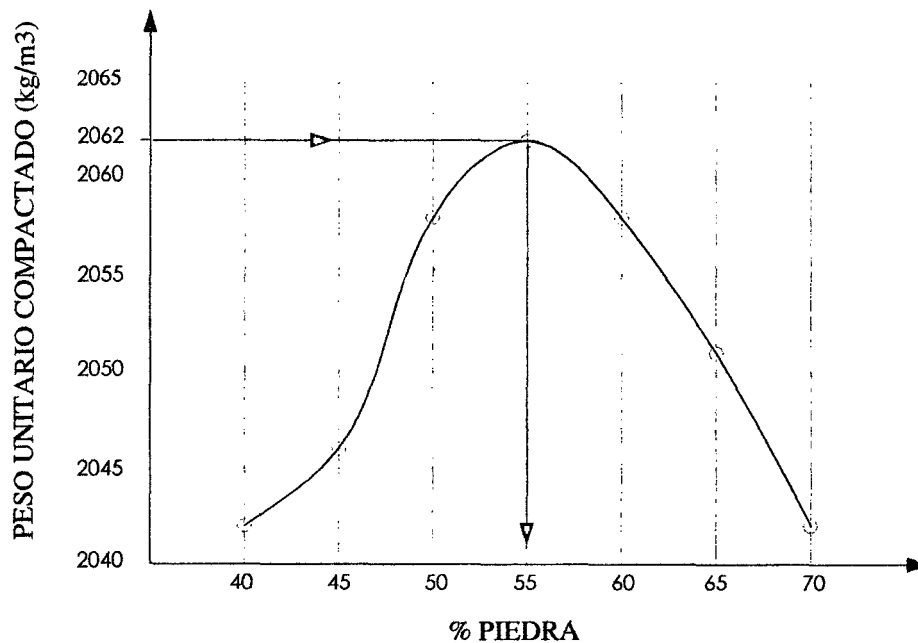
Para calcular el peso unitario compactado del agregado global, se realizó mezclas en peso del agregado fino y el agregado grueso, con las siguientes proporciones:

% DE ARENA	60	55	50	45	40	35	30
% DE PIEDRA	40	45	50	55	60	65	70

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL

CUADRO N° 3.4.2

RELACION: ARENA-PIEDRA		PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/cm ³)			
% DE ARENA	% DE PIEDRA	1er ENSAYO	2do ENSAYO	3er ENSAYO	4to ENSAYO
60	40	2041	2040	2043	2042
55	45	2047	2048	2043	2046
50	50	2057	2058	2059	2058
45	55	2061	2062	2063	2062
40	60	2055	2059	2058	2058
35	65	2052	2051	2050	2051
30	70	2040	2042	2043	2042



Del gráfico se puede observar que para 45% de arena y 55% de piedra se obtiene el mayor peso unitario compactado de la combinación de agregados. Este es el primer indicador de los porcentajes de agregados en la mezcla, pero no el definitivo.

En el capítulo IV, se definirá la combinación de agregados con mayor peso unitario compactado, con la que se trabajará para el diseño de mezcla, con los ajustes respectivos para alcanzar un asentamiento de 3 a 4 pulgadas.

Capítulo IV

DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezclas de concreto, es la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado así como el asentamiento; relaciones agua/cemento a usar referidas a resistencias en compresión determinadas experimentalmente.

4.1 CRITERIO DE DISEÑO

El criterio de diseño se basa en la optimización de los materiales especialmente del cemento, por ser el de mayor costo, de modo que la mezcla ha elaborar sea de menor costo posible. Y para lograr dicho objetivo es indispensable realizar una buena combinación de agregados de tal manera que dada una relación agua/cemento y dado un asentamiento, obtener una mezcla con la mínima dosificación de cemento y/o máxima resistencia a la compresión en el concreto endurecido.

DETERMINACION DE LA OPTIMA RELACION PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Para la determinación de la óptima relación entre el agregado fino y agregado grueso se usó el método de la “Compacidad”.

Como sabemos el método de la compacidad consiste en mezclar los agregados (arena y piedra) en diferentes proporciones de cada agregado. Con esto se busca el mejor acomodo que puedan tener los agregados entre sí, todo esto se expresa mediante el peso unitario compactado de las mezclas secas.

De las diferentes relaciones porcentuales de los agregados se escoge la que tenga mayor peso unitario compactado; la cual nos quiere decir que tiene mejor acomodo entre las partículas.

En el capítulo anterior se dedujo que el mayor peso unitario compactado se da con las relaciones de 45% de arena y 55% de piedra.

Hallado la mayor compacidad se procedió a hacer diseños de mezclas con la relación óptima encontrada y con dos de sus extremos (40%: 60%, 45%: 55%, 50%: 50%) de arena y piedra respectivamente.

En total se prepararon 3 probetas de cada relación arena: piedra, para poder sacar un promedio; se curaron por espacio de 7 días y se procedió a ensayar en la máquina de compresión obteniéndose los resultados mostrados en el cuadro N° 4.1.2

En la figura (N° 4.1.2) observamos que la relación de 45% de arena: 55% de piedra, tiene mejor resistencia que las otras dos.

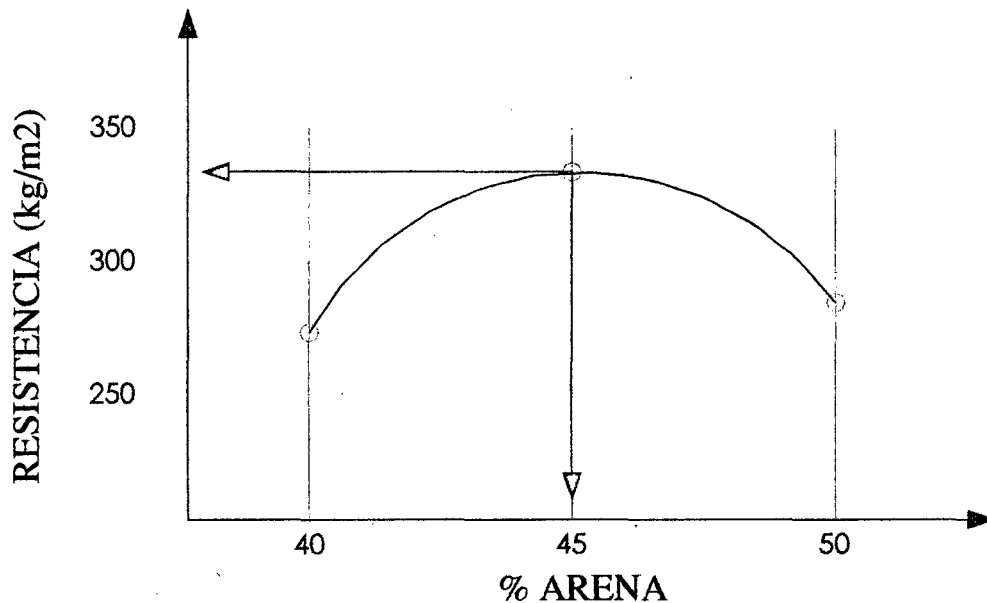
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS

CUADRO N° 4.1.2

ARENA	SLAMP	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	FUERZA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
50.00	3.50"	15.00	176.70	48800.00	276.17
45.00	3.00"	14.80	172.00	58100.00	337.79
40.00	3.00"	15.10	179.00	47600.00	265.92

Hallado la mayor compacidad, se procedió a hacer diseños de mezcla con la relación óptima y con los de sus extremos que son el 40% y 50% de arena.

Luego con estos diseños se fabrico concreto y se le curó por espacio de 7 días para luego ensayarlos.



Del gráfico se puede observar que la mejor relación de agregados, con mayor resistencia a la compresión es con 45% de arena y 55% de piedra en peso, además nos proporciona una mejor trabajabilidad del concreto.

Por lo tanto, esto es la relación óptima que se utilizará para el diseño de mezcla.

4.4 DISEÑO DE MEZCLAS PARA LAS RELACIONES A/C (0.40, 0.45, 0.50 Y 0.55)

RELACION AGUA CEMENTO 0.40

a.- Diseño del Concreto cuyo T.M. del A. Grueso es 1”

Como ya se conoce la optima relación arena piedra para este tipo de agregado global que es de 45% de arena y 55% de piedra, ahora diseñaremos la mezcla del concreto, para la cual tenemos que buscar el agua optima que cumpla con los requerimientos de asentamiento de 3” a 4” . Para todos los diseños se usaremos el método del “Agregado Global”.

Para buscar dicha agua optima se realizo tres diseños de mezcla con diferentes cantidades de agua , que describimos a continuación:

PRIMER DISEÑO DE PRUEBA

Se tomo la cantidad de 195 lt. de agua, luego se realiza el diseño.

Característica de los Agregados:

	ARENA	PIEDRA
Peso especifico (gr/cm ³) :	2.678	2.689
Peso U. Suelto (kg/m ³) :	1483.58	1654.50
Peso U. Comp. (kg/m ³) :	1724.96	1746.33
Cont. Humedad % :	0.664%	0.4857%
% Absorción :	1.454%	1.017%
a / c :	0.40	

Para hallar la cantidad de arena y piedra se halla mediante el volumen absoluto que consiste en dividir los pesos secos del cemento y agua entre su peso especifico respectivo sumarlos incluyendo el porcentaje de aire atrapado (según tabla ACI), para luego este resultado restarle a 1 m³ de concreto. La diferencia que salga se multiplica proporcionalmente a los respectivos porcentajes de arena y piedra hallados anteriormente.

VOLUMEN ABSOLUTO:

$$\text{Cemento: } 487.5/3110 = 0.157$$

$$\text{Agua : } 195/1000 = 0.195$$

$$\% \text{ Aire : } = 0.015$$

$$\text{suma} = 0.367$$

luego: $1 - 0.367 = 0.633$ entonces

$$55\% = 0.348 \text{ (piedra)}$$

$$45\% = 0.285 \text{ (arena)}$$

PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS:

$$\text{Arena : } 0.285 \times 2678 \text{ (p.e)} = 763.23 \text{ Kg}$$

$$\text{Piedra: } 0.348 \times 2689 \text{ (p.e)} = 935.77 \text{ Kg}$$

PESOS HUMEDOS

Aquí se realiza la corrección de agua. Para averiguar si es que los agregados dan o quitan agua se hace el siguiente análisis; también se corregirá el peso de los agregados.

CORRECCION DE AGUA:

$$C.P = P_s * (w - A_b) / 100$$

$$C.A = P_s * (w - A_b) / 100$$

Donde: P_s = Peso seco del agregado

w = Contenido de humedad del agregado

A_b = Porcentaje de absorción del agregado

C.A = Corrección de la arena

C.P = Corrección de la piedra

$$C.P = 935.77 \times (0.4857 - 1.017) / 100$$

$$C.P = -4.97 \text{ lt.}$$

$$C.A = 763.23 \times (0.664 - 1.454) / 100$$

$$C.A = -6.03 \text{ lt.}$$

SUMA= -11 lt.

Como el resultado que obtuvimos anteriormente salió negativo quiere decir que los agregados están quitando agua a la mezcla.

Por lo tanto el agua de mezcla será:

$$am = a \text{ (especifica)} + a \text{ (corrección)}$$

$$am = 195 + 11$$

am =206 lt.

CORRECCION DE LOS PESOS DE ARENA Y PIEDRA

$$P_{cp} = P_{sp} * (1 + w / 100)$$

$$P_{ca} = P_{sa} * (1 + w / 100)$$

Donde: P_{cp} = Peso corregido de la piedra

P_{ca} = Peso corregido de la arena

P_s = Peso seco del agregado

w = Contenido de humedad del agregado.

CORRECCION:

$$P_{cp} = 935.77 \times (1 + 0.4857 / 100)$$

$$P_{cp} = 940.31 \text{ Kgr}$$

$$P_{ca} = 763.23 \times (1 + 0.664 / 100)$$

$$P_{ca} = 768.30 \text{ DGR}$$

Finalmente haciendo todas estas correcciones tenemos los pesos húmedos o diseño en obra que son los siguientes:

$$\text{Cemento} = 487.50 \text{ kg.}$$

$$\text{Agua} = 206 \text{ lt.}$$

$$\text{Arena} = 768.30 \text{ kg.}$$

$$\text{Piedra} = 940.31 \text{ Kg}$$

DISEÑO UNITARIO EN OBRA

El diseño unitario en obra se calcula dividiendo cada componente de la mezcla entre el peso del cemento y se obtienen los siguientes valores:

$$\text{Cemento} = 1$$

$$\text{Agua} = 0.423$$

$$\text{Arena} = 1.576$$

$$\text{Piedra} = 1.93$$

$$\text{suma} = 4.929$$

La suma hallada nos sirve para dividir a la capacidad de mezcla que deseamos fabricar; para este caso es de 50 Kg. La constante "K" hallada nos sirve para multiplicar a los valores del diseño unitario y así finalmente obtener la tanda o pesos de cada componente de la mezcla.

$$K = 50 / 4.929$$

$$K = 10.144$$

TANDAS

Cemento = 10.144 kg.

Agua = 4.30 lt.

Arena = 15.987 kg.

Piedra = 19.578 Kg

Para darle una mayor plasticidad ala mezcla usaremos un aditivo superplastificante, el aditivo a usarse será EUCO 37, cuyos fabricantes recomiendan el uso en una dosis del 1% del peso del cemento por cada tanda, en este caso la dosis será de **0.101 lt .** de aditivo, el cual Reemplazará en su misma proporción al agua, para este caso el agua se reduce a **4.20 lt.**

El asentamiento obtenido es de 3/4”

SEGUNDO DISEÑO DE PRUEBA

En este diseño tomamos la cantidad de 210 litros por metro cúbico de agua. El procedimiento seguido para este diseño es el mismo que el anterior por lo que el resultado lo presentaremos en el cuadro (N° 4.2.1), el asentamiento obtenido es de 3” siendo nuestro parámetro de <3” , 4” > .

TERCER DISEÑO DE PRUEBA

En este diseño tomamos la cantidad de 225 litros por metro cúbico de agua. El procedimiento seguido para este diseño es el mismo que el anterior por lo que el resultado lo presentaremos en el cuadro (4.2.1), el asentamiento obtenido es de 4 1/2” siendo nuestro parámetro de < 3” , 4” > .

Con estas cantidades hacemos una grafica (grafica 4.2.1), para poder hallar la cantidad de agua para un asentamiento de 3. ½”, el cual fue de **215 lt.**

Para las relaciones 0.65,0.70 el procedimiento es el mismo que el anterior por lo tanto solo mostraremos los resultados en los cuadros 4.2.2 y 4.2.3.

4.3 DOSIFICACION DE CONCRETO PARA LOS ENSAYOS

En el cuadro 4.2.2 que se adjunta, se muestra la dosificación para cada una de las relaciones de agua – cemento (0.40, 0.45, 0.50 y 0.55), el cual se diseñó con la combinación del agregado global óptimo encontrado (piedra= 55% y arena= 45%)

Para la determinación de la cantidad de agua necesaria y proceso de ensayo se puede ver en el anexo B.

CUADRO 6.2.2

CUADRO DE RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS FINALES

TIPO DE MEZCLA	MATERIAL	Tanda de 50 Kg (0.20 m ³ de concreto)
A/C=0.40	Cemento (Kg)	10.61
	Agua (lt)	4.39
	Arena (Kg.)	15.68
	Piedra (Kg.)	19.21
	Aditivo (lt)	0.11
	Suma total	50.00
A/C=0.45	Cemento (Kg.)	9.10
	Agua (lt)	4.27
	Arena (Kg.)	16.42
	Piedra (Kg.)	20.12
	Aditivo (lt)	0.09
	Suma total	50.00
A/C=0.50	Cemento (Kg.)	7.93
	Agua (lt)	4.16
	Arena (Kg.)	17.00
	Piedra (Kg.)	20.83
	Aditivo (lt)	0.08
	Suma total	50.00
A/C=0.55	Cemento (Kg.)	7.01
	Agua (lt)	4.07
	Arena (Kg.)	17.46
	Piedra (Kg.)	21.40
	Aditivo (lt)	0.07
	Suma total	50.00

4.4 PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS

En total tenemos 12 tipos de concreto con aditivo con las cuales procederemos a los ensayos con concreto fresco y endurecido.

En los ensayos con concreto fresco analizaremos las propiedades de Consistencia, Fluidéz, Exudación, Peso Unitario y Tiempo de Fraguado, para todos los diseños con cada tipo de agregado grueso (1", 3/4" y 1/2"), para cada relación de agua – cemento (0.40, 0.45, 0.50 y 0.55), para luego analizarlos y ver como varían dichas propiedades, los resultados se verán en el capítulo V.

Para los ensayos de concreto endurecido se diseñó concreto sin aditivo y con aditivo para cada tipo de agregado grueso (1", 3/4" y 1/2"), y para cada relación de agua – cemento (0.40, 0.45, 0.50 y 0.55), mas que todo para el ensayo de Resistencia a la Comprensión porque esta propiedad es la mas importante en el concreto.

En el ensayo de resistencia a la compresión haremos una comparación de concreto con y sin aditivo para ver en que porcentaje aumenta o disminuye al usar dicho aditivo.

Los resultados se verán en el capítulo VI

Capítulo V

PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO PARA DIFERENTES

TAMAÑOS MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO

5.1 INTRODUCCION

El concreto se considera en estado fresco cuando todavía no ha logrado alcanzar su fragua inicial, por ello el concreto fresco al ser eminentemente deformable es necesario que la mezcla presente una consistencia tal que permita transportarse, colocarse con relativa facilidad y sin segregación. Es por ello que en la presente tesis se ha realizado ensayos que permitan determinar dichas propiedades.

5.2 ENSAYO DE FLUIDEZ “NORMA NTP 339.085”

Es la resistencia que opone el concreto a experimentar deformaciones. Depende de la forma, gradación y tamaño máximo del agregado en la mezcla. Asimismo depende mayormente, para un tipo de agregado definido, de la cantidad de agua en el mezclado.

En la presente tesis el método de ensayo usado fue de la mesa de sacudida (NORMA NTP 339.085). Este método se considera aplicable a concretos plásticos que tienen agregados grueso hasta 38mm (1 1/2). Si el agregado grueso es mayor de 38 mm (1 1/2”), (el método es aplicable cuando se realiza sobre la porción de hormigón que pasa el tamiz 38 mm (1 1/2”) después de haber eliminado los agregados mayores de cuerdo como se indica en la Norma ASTM C-172).

Como sabemos la consistencia es el grado de fluidez de una mezcla, determinada de acuerdo a un procedimiento prefijado.

EL procedimiento del ensayo se explica en el anexo C.

5.3 ENSAYO DE EXUDACION “NORMA NTP 339.077”

Es una propiedad del concreto al estado fresco. La exudación es la propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. 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 continua durante una o dos horas.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica.

El fenómeno esta gobernado por las leyes físicas del flujo de un liquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

Esta influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino es la molienda de este y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues retiene el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego la importancia es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

EL procedimiento del ensayo se explica en el anexo C.

5.4 ENSAYO DE PESO UNITARIO “NORMA NTP 339.046”

Este ensayo tiene por objeto determinar el grado de densidad del concreto.

El espacio ocupado por el concreto deberá, tanto como sea posible, llenarse con agregado sólido y gel-cemento libre de panales.

El peso unitario en estado fresco es el peso varillado expresado en Kg./m³ de una muestra representativa de concreto, los determinantes en el valor del peso unitario son los pesos específicos de los agregados pudiéndose clasificar en concretos:

Densos, Normales y Ligeros.

El peso unitario es usado para comprobar el rendimiento de la mezcla, contenido de cemento y contenido de aire.

EL procedimiento del ensayo se explica en el anexo C.

4.5 ENSAYO DE ASENTAMIENTO “NORMA ITINTEC 339.035”

Se determina basándose en el “Slump” o asentamiento. Este ensayo es empleado para obtener características de comportamiento del concreto fresco. El comportamiento del concreto en la prueba indica su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido del agua de la mezcla.

En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento depende de varios factores.

Se requiere mas agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. No debe confundirse el concepto de consistencia con el de trabajabilidad, que es una acepción mas amplia expresa la propiedad del concreto para ser mezclado con facilidad, brindando un material homogéneo, capas de ser transportado y colocado en moldes sin segregar con la mayor compacidad.

No existe actualmente una prueba válida para caracterizar la trabajabilidad, definida con rigor como la cantidad de trabajo interno útil requerido para realizar la completa consolidación del concreto. El ensayo de asiento indica uno de los factores de la trabajabilidad, como es la consistencia.

El ensayo de asiento ha demostrado ser de utilidad para evaluar la aptitud de las mezclas en la consolidación en diferentes tipos de estructuras de concreto.

EL procedimiento del ensayo se explica en el anexo C.

4.6 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO “NORMA ITINTEC 339.0825”

El fraguado es un proceso de endurecimiento del concreto.

El ensayo tiene por objeto encontrar el tiempo que demora en ganar el concreto una determinada resistencia desde el contacto inicial cemento-agua. Para tal efecto, se consideran; la fragua inicial y la fragua final, es decir hasta que el concreto alcance la resistencia de 500lb/cm², equivalente a 35kg/cm² y 4000lb/pulg² que equivale a 250 kg/cm² respectivamente

EL procedimiento del ensayo se explica en el anexo C.

Capítulo VI

PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO PARA DIFERENTES TAMAÑOS

MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO

6.1 INTRODUCCION

Las propiedades mecánicas del concreto endurecido pueden clasificarse como propiedades instantáneas de o de corta duración y propiedades de larga duración. Entre las primeras se encuentra: resistencia a la compresión, tensión y cortante, y entre las segundas, la rigidez, medida por el módulo de elasticidad. Las propiedades de larga duración pueden clasificarse en términos de flujo plástico y contracción.

Las siguientes secciones presentan algunos detalles de las propiedades mencionadas anteriormente.

6.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra a expresar en términos de relación agua/ cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llega a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

EL procedimiento del ensayo se explica en el anexo C.

6.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION

DIAMETRAL

La resistencia a la tracción del concreto es relativamente baja, una buena aproximación es de ($0.10f_c < F_d < 0.20f_c$). Es mas difícil medir la resistencia a la tracción que la resistencia a la compresión debido a los problemas de agarre con las maquinas de pruebas. Existen varios métodos para la prueba de tracción , el método mas utilizado es la prueba de rotura o prueba brasileña.

El principio de este ensayo es determinar en forma indirecta la resistencia a la tracción del concreto por medio de una compresión diametral.

Los aparatos a utilizar son los siguientes:

1. - Maquina de ensayo: Debe tener suficiente capacidad y las condiciones de velocidad de carga.
2. -Platina de Apoyo Suplementario: La platina debe ser de longitud ligeramente mayor que la longitud de la probeta, de lo contrario se tendrá que usar una platina suplementaria de acero maquinado, la platina debe tener una superficie completamente horizontal y lisa. Debe tener un ancho de por lo menos de 50 mm y un espesor considerable. La platina debe colocarse de tal forma que la carga transmitida se aplicada a toda la longitud de la probeta.

3. - Listones de apoyo: Deben de ser dos tiras de cartón o madera, libre de imperfecciones de 3mm de espesor 25mm de ancho aproximado y una longitud igual o ligeramente mayor a la probeta.

EL procedimiento del ensayo se explica en el anexo C.

6.4 ENSAYO DE MODULO ELASTICIDAD ESTATICO

En general es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un “ Modulo de Elasticidad Estático” del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o a una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión ultima.

Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm² y están en relación directa con la resistencia a la compresión del concreto y por ende con la relación agua/cemento . Conceptualmente, las mezclas mas ricas tienen módulo de elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación de las mezclas pobres.

Al someterse una probeta de concreto a una carga que se incrementa constantemente, ocurre una deformación 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 de elasticidad es el 40% de la resistencia a la compresión y la deformación para este punto.

Es importante decir que la deformación del módulo elástico es una aproximación por cualquiera de los métodos que existen; Sencillamente por que el concreto no es perfectamente elástico.

EL procedimiento del ensayo se explica en el anexo C.

Capítulo VII

CUADROS DE RESULTADOS Y GRAFICOS

En el presente capítulo se presentan los cuadros resúmenes y gráficos de todos los ensayos realizados en el laboratorio tanto para el concreto fresco como el endurecido.

7.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL ESTADO FRESCO

Estos ensayos fueron descritos en forma detallada y minuciosa en el capítulo anterior. Todos estos ensayos de laboratorio fueron realizados para los doce diseños de mezcla que se estudian en el presente trabajo de investigación, manteniendo siempre como constante un asentamiento de 3" a 4".

En los diseños que se usó el aditivo **EUCO 37** se redujo la cantidad de agua manteniendo constante el asentamiento en el rango de 3" a 4", cabe recalcar que todos los ensayos se realizaron en las mismas condiciones de temperatura.

RESUMEN DE LOS VALORES DEL % DE FLUIDEZ

CUADRO 5.2

TAMAÑO MAXIMO DEL A.G.	% DE FLUIDEZ			
	RELACION A/C			
	0.4	0.45	0.5	0.55
1"	91.33	103.07	113.33	122.33
3/4"	85.00	98.67	104.33	116.33
1/2"	74.67	95.33	103.33	109.33

RESUMEN DE LOS VALORES DEL % DE EXUDACION

CUADRO 5.3

TAMAÑO MAXIMO DEL A.G.	% DE EXUDACION			
	RELACION A/C			
	0.40	0.45	0.5	0.55
1"	0.87	1.38	1.45	1.77
3/4"	0.73	1.10	1.21	1.47
1/2"	0.63	0.79	0.97	1.24

RESUMEN DE LOS VALORES DEL PESO UNITARIO

CUADRO 5.4

TAMAÑO MAXIMO DEL A.G.	PESO UNITARIO (kg/cm ³)			
	RELACION A/C			
	0.40	0.45	0.5	0.55
1"	2595.65	2560.34	2549.74	2472.05
3/4"	2546.21	2496.77	2486.18	2408.48
1/2"	2468.52	2426.14	2408.48	2330.79

RESUMEN DE LOS VALORES DE ASENTAMIENTO

CUADRO 5.5

TAMAÑO MÁXIMO DEL A.G.	ASENTAMIENTO			
	RELACIÓN A/C			
	0.40	0.45	0.50	0.55
1"	3.80"	3.60"	3.50"	3.40"
3/4"	3.70"	3.40"	3.35"	3.20"
1/2"	3.60"	3.30"	3.30"	3.15"

RESUMEN DE LOS VALORES DE TIEMPO DE FRAGUADO

TAMAÑO MÁXIMO DEL A.G.	TIEMPO DE FRAGUADO (Horas)							
	RELACIÓN A/C							
	0.40		0.45		0.50		0.55	
	FRAGUA INICIAL	FRAGUA FINAL	FRAGUA INICIAL	FRAGUA FINAL	FRAGUA INICIAL	FRAGUA FINAL	FRAGUA INICIAL	FRAGUA FINAL
1"	3:26	4:24	3:12	4:09	3:11	4:25	3:24	4:29
3/4"	3:20	4:19	3:07	4:06	3:05	4:19	3:18	4:22
1/2"	3:17	4:17	3:06	4:04	3:00	4:16	3:15	4:16

7.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL ESTADO ENDURECIDO

Estos ensayos fueron descritos en forma detallada en el capítulo anterior, aquí se muestran los resultados promedios de los ensayos para cada una de las propiedades estudiadas.

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión se muestran en el cuadro N°6.1.2

Los resultados del ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral se muestran en el cuadro N° 6.1.3

Los resultados del ensayo de módulo elástico estático se muestran en el cuadro N° 6.1.4

**RESUMEN DE LOS VALORES OBSERVADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
DEL CONCRETO SIN ADITIVO**

		CUADRO 6.1		
TAMAÑO MAXIMO DEL A. G.	RELACION A/C	RESISTENCIA ALA COMPRESION (f'c en kg/cm ²)		
		EDAD (DIAS)		
		7	14	28
1"	0.40	296.00	324.40	362.80
	0.45	274.40	304.90	343.80
	0.50	242.60	281.20	321.00
	0.55	237.40	269.25	302.30
3/4"	0.40	316.87	354.58	393.71
	0.45	293.17	331.25	369.38
	0.50	260.95	310.01	345.28
	0.55	254.81	292.73	325.94
1/2"	0.40	327.23	365.22	406.09
	0.45	301.55	339.91	379.43
	0.50	267.76	318.35	359.70
	0.55	261.68	301.90	333.30

**RESUMEN DE LOS VALORES OBSERVADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
DEL CONCRETO CON ADITIVO**

		CUADRO 6.1.1		
TAMAÑO MAXIMO DEL A. G.	RELACION A/C	RESISTENCIA ALA COMPRESION ($f'c$ en kg/cm^2)		
		EDAD (DIAS)		
		7	14	28
1"	0.40	340.40	373.06	417.22
	0.45	315.56	350.64	395.37
	0.50	278.99	323.38	369.15
	0.55	273.01	309.60	347.65
3/4"	0.40	371.34	415.53	461.37
	0.45	343.56	388.19	432.88
	0.50	305.81	363.30	404.63
	0.55	298.62	343.05	379.69
1/2"	0.40	385.06	429.78	477.86
	0.45	354.84	399.98	446.50
	0.50	315.09	374.62	417.39
	0.55	307.93	355.26	392.21

**CUADRO COMPARATIVO DE LOS VALORES OBSERVADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
DEL CONCRETO CON ADITIVO Y SIN ADITIVO**

		CUADRO 6.1.2					
TAMAÑO MAXIMO DEL A. G.	RELACION A/C	RESISTENCIA ALA COMPRESION (f'c en kg/cm ²)					
		EDAD (DIAS)					
		7		14		28	
		SIN ADITIVO	CON ADITIVO	SIN ADITIVO	CON ADITIVO	SIN ADITIVO	CON ADITIVO
1"	0.40	296.00	340.40	324.40	373.06	362.80	417.22
	0.45	274.40	315.56	304.90	350.64	343.80	395.37
	0.50	242.60	278.99	281.20	323.38	321.00	369.15
	0.55	237.40	273.01	269.25	309.60	302.30	347.65
3/4"	0.40	316.87	371.34	354.58	415.53	393.71	461.37
	0.45	293.17	343.56	331.25	388.19	369.38	432.88
	0.50	260.95	305.81	310.01	363.30	345.28	404.63
	0.55	254.81	298.62	292.73	343.05	325.94	379.69
1/2"	0.40	327.23	385.06	365.22	429.78	406.09	477.86
	0.45	301.55	354.84	339.91	399.98	379.43	446.50
	0.50	267.76	315.09	318.35	374.62	359.70	417.39
	0.55	261.68	307.93	301.90	355.26	333.30	392.21

**RESUMEN DE LOS VALORES OBSERVADOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION (f_t)
CONCRETO CON ADITIVO**

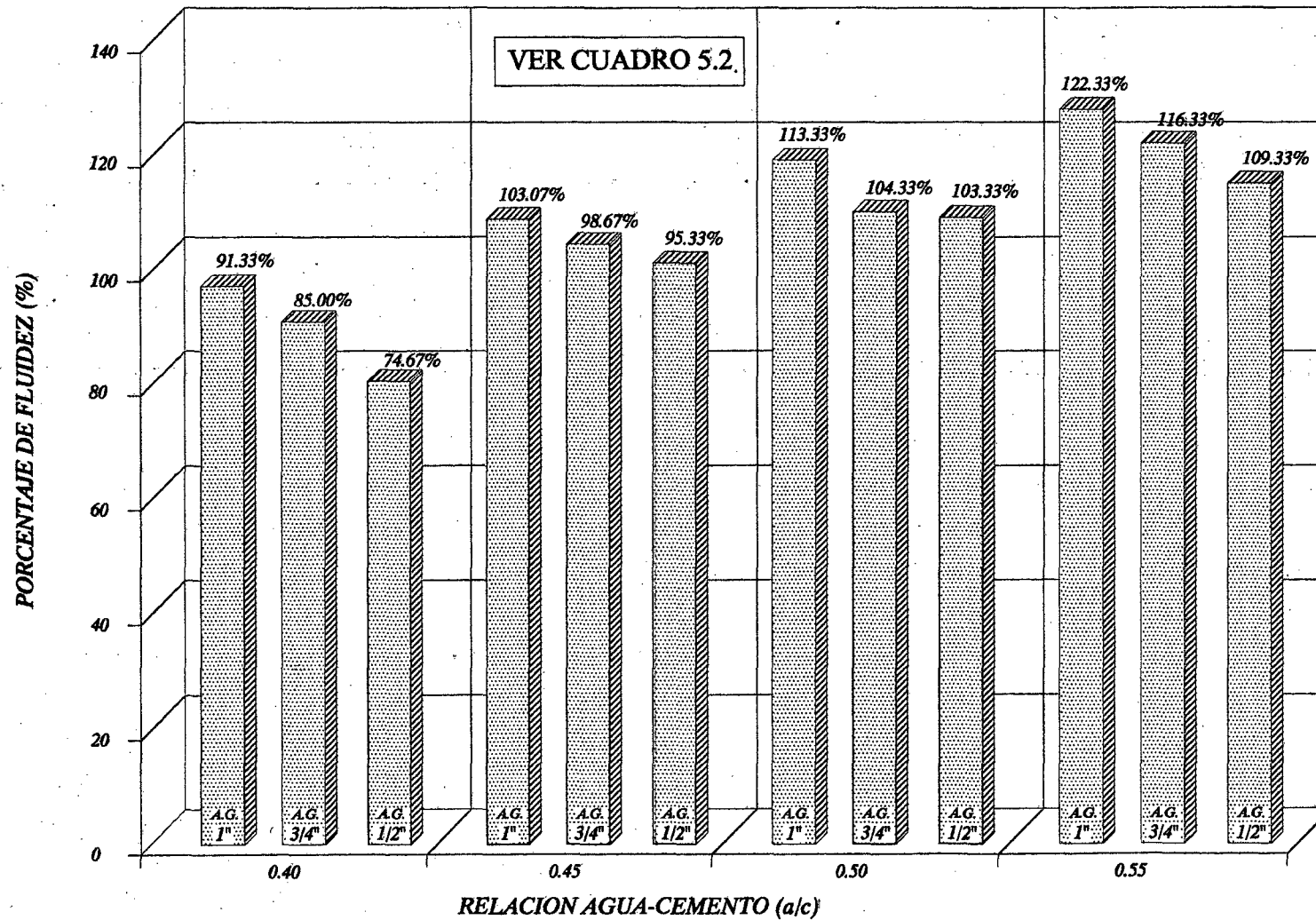
CUADRO 6.1.3				
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	RELACION A/C	RESISTENCIA A LA TRACCION (f _t en kg/cm ²)		
		EDAD (DIAS)		
		7	14	28
1"	0.40	23.20	28.17	34.13
	0.45	21.73	25.87	32.89
	0.50	18.96	22.90	31.50
	0.55	16.81	21.33	28.53
3/4"	0.40	24.61	29.94	37.38
	0.45	22.84	27.53	35.89
	0.50	20.32	24.16	34.28
	0.55	18.40	22.63	31.20
1/2"	0.40	26.28	31.90	39.19
	0.45	24.20	29.51	37.50
	0.50	21.42	25.28	35.61
	0.55	19.73	23.98	32.34

**RESUMEN DE LOS VALORES DE MODULO ELASTICO ESTATICO
DEL CONCRETO CON ADITIVO**

		CUADRO 6.1.4
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	RELACION A/C	MODULO ELASTICO (kg/cm ²)
1"	0.40	250317.94
	0.45	232952.38
	0.50	212745.07
	0.55	210064.40
3/4"	0.40	276815.51
	0.45	247982.84
	0.50	235005.81
	0.55	217009.00
1/2"	0.40	320593.41
	0.45	263210.30
	0.50	244047.86
	0.55	234637.53

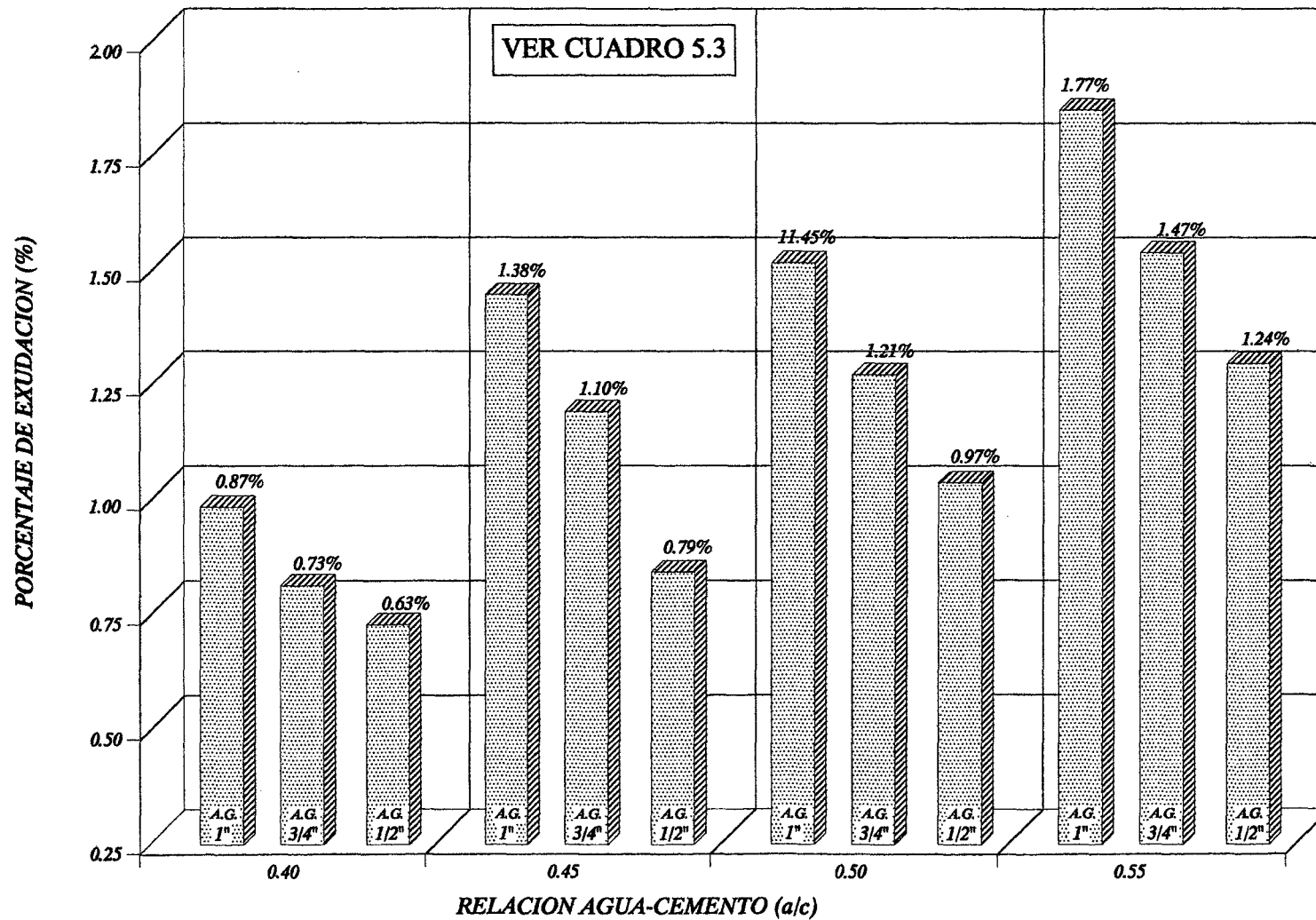
ENSAYO DE FLUIDEZ

GRAFICO V-2



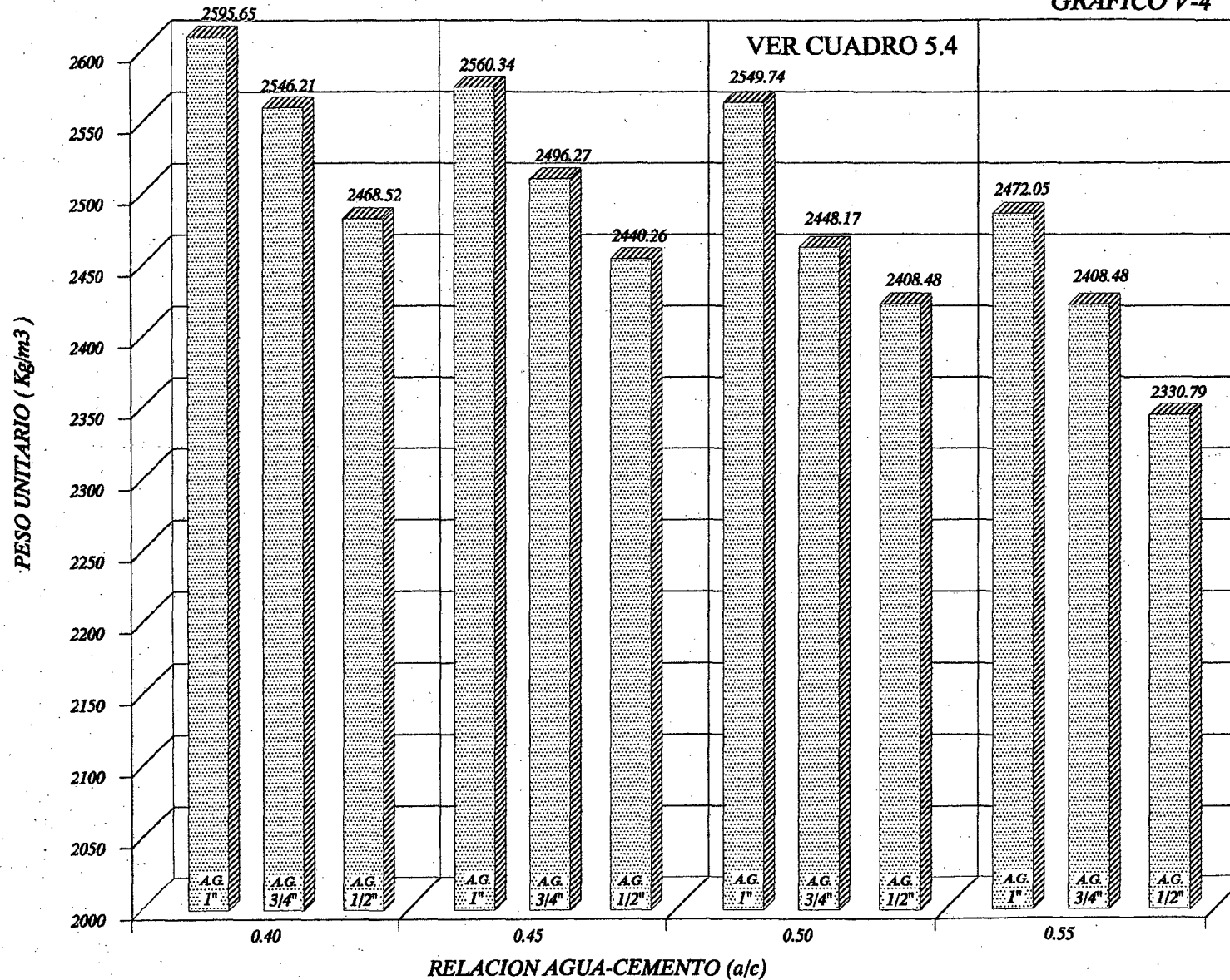
ENSAYO DE EXUDACION

GRAFICO V-3



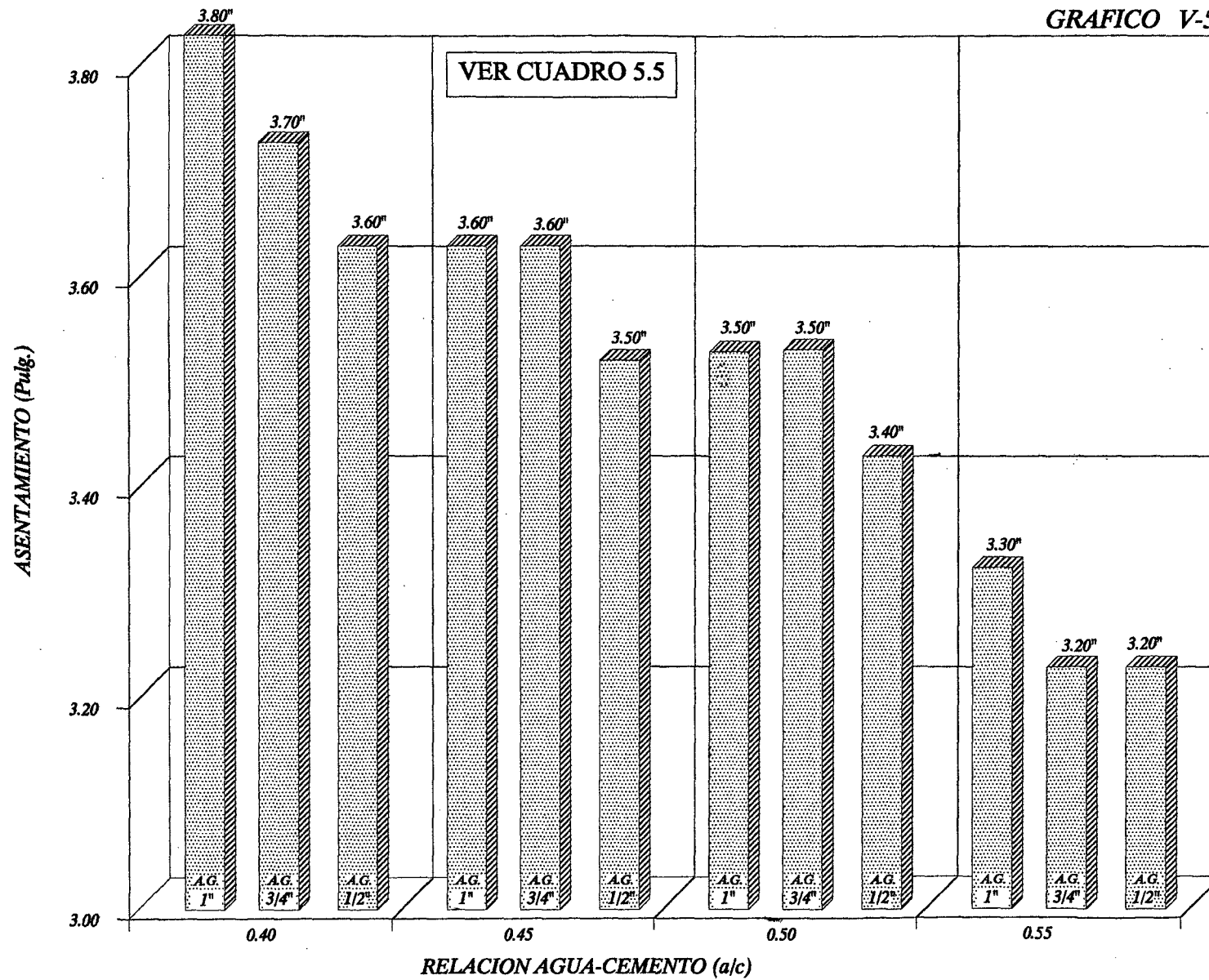
ENSAYO DE PESO UNITARIO

GRAFICO V-4



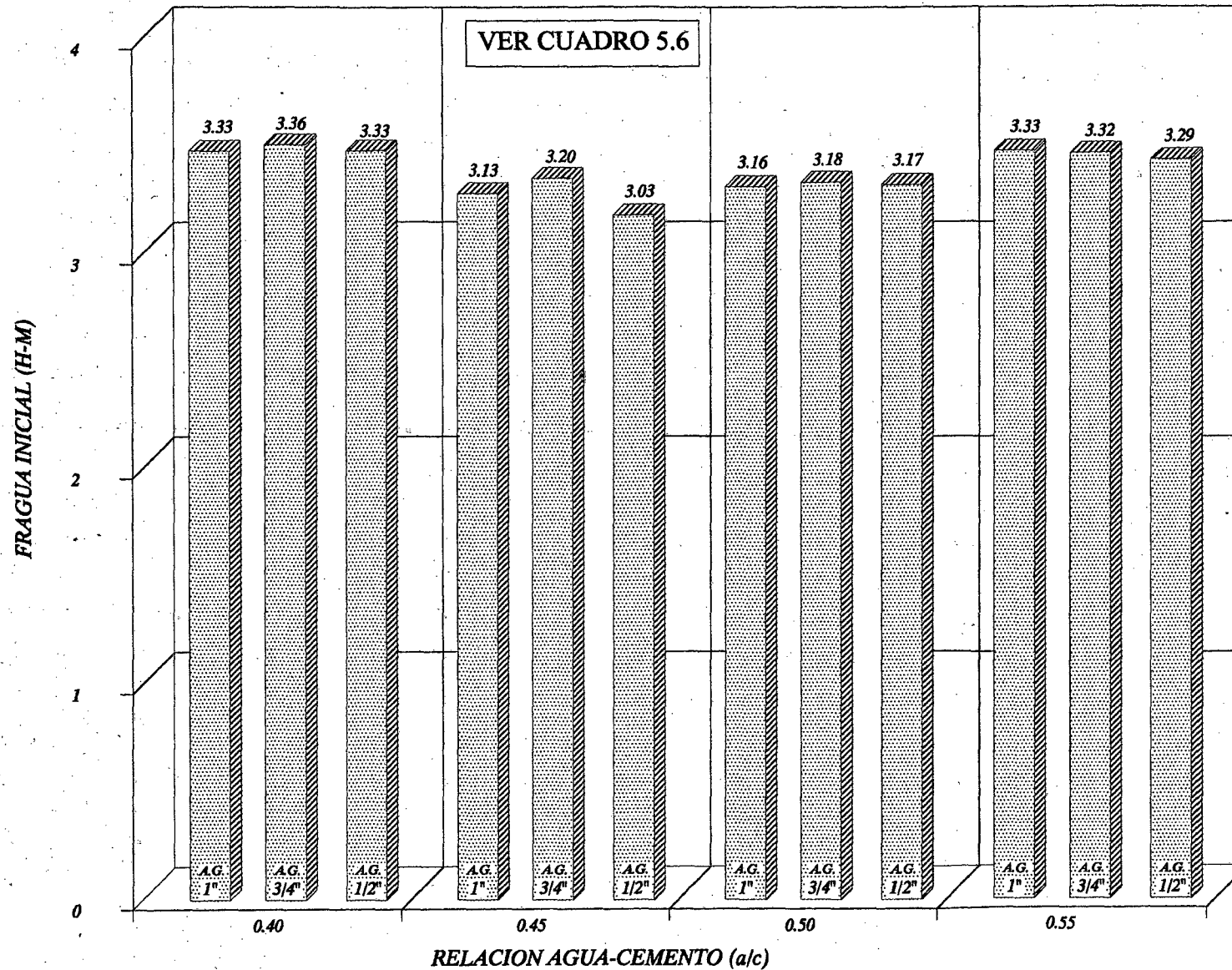
ENSAYO DE ASENTAMIENTO

GRAFICO V-5



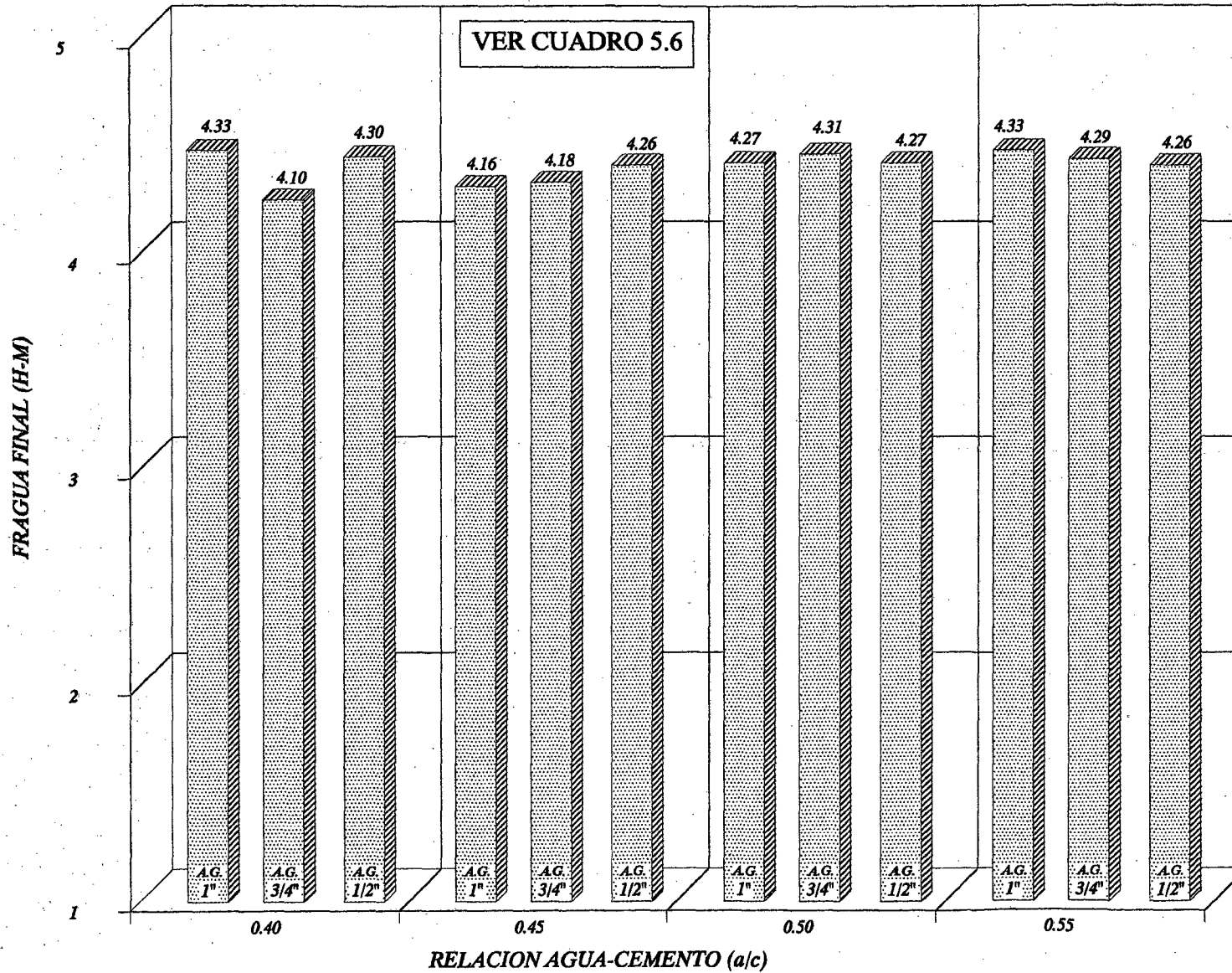
ENSAYO DE FRAGUA INICIAL

GRAFICO V-6.1

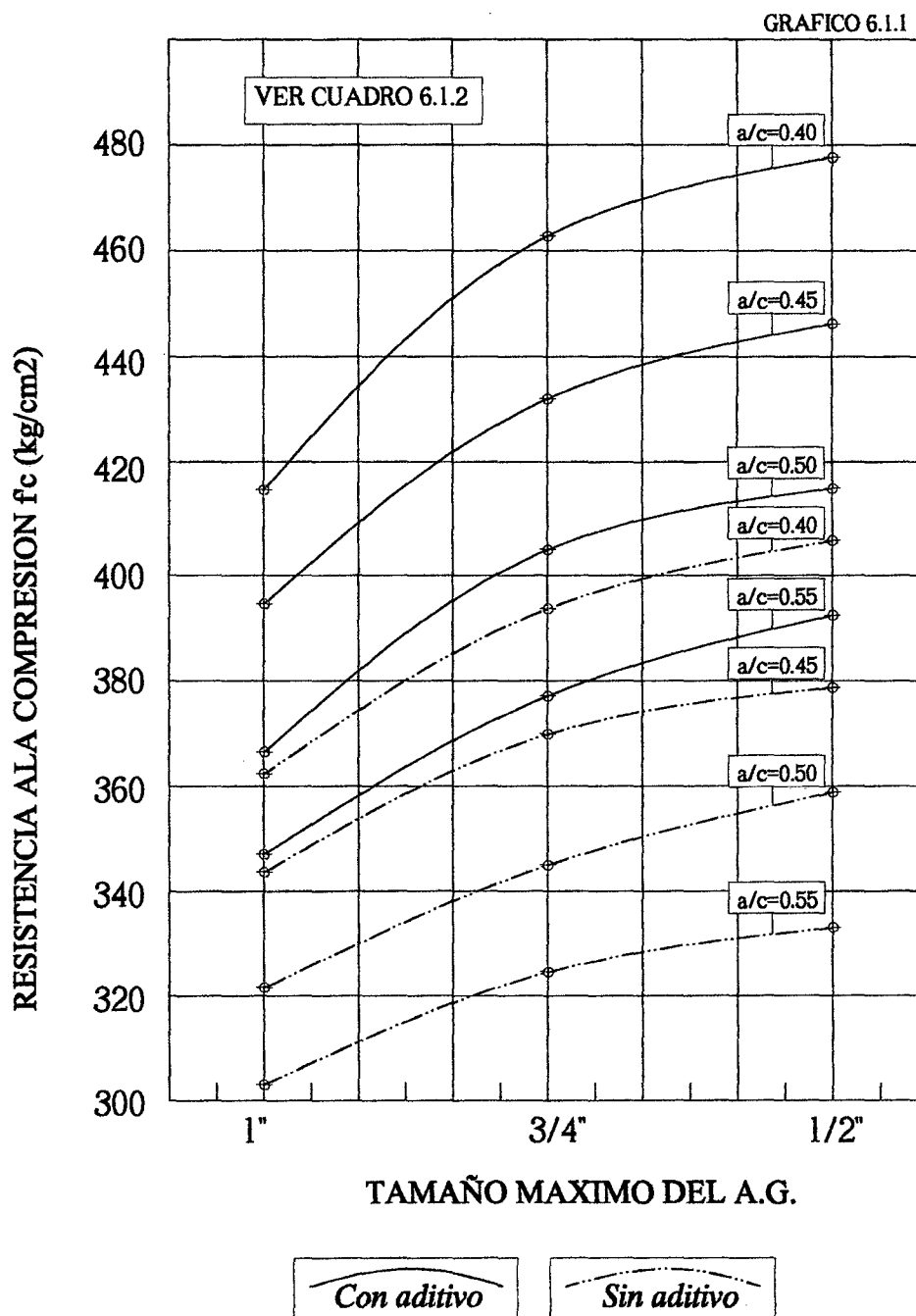


ENSAYO DE FRAGUA FINAL

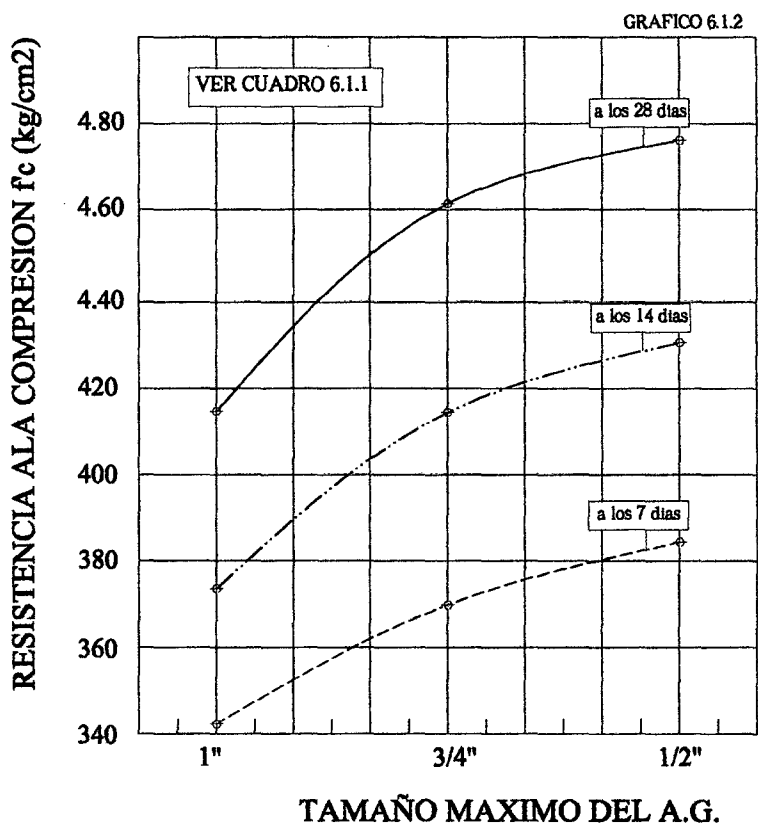
GRAFICO V-6.2



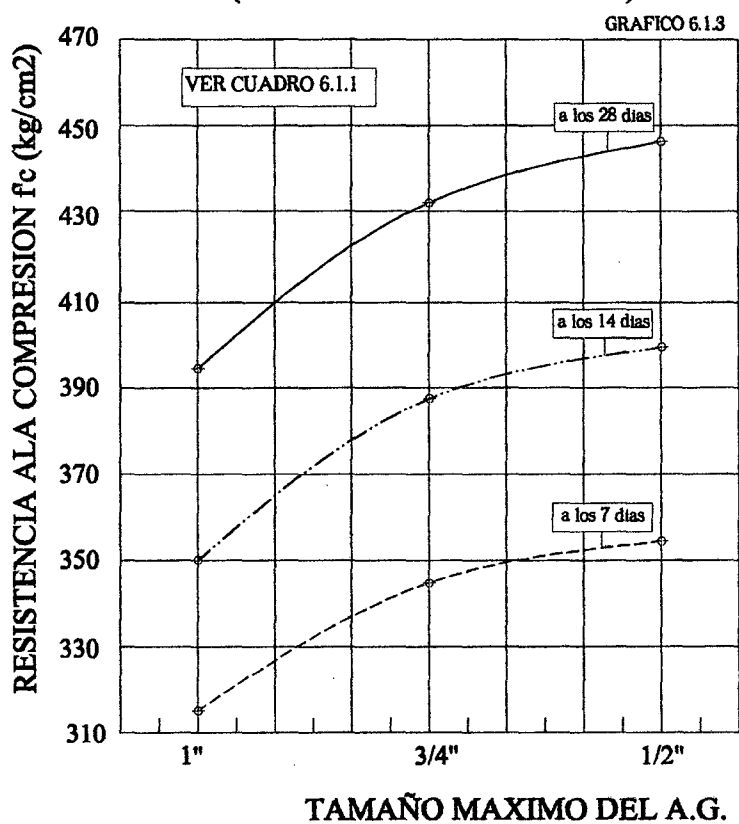
ENSAYO DE COMPRESION vs T.M.A.
(CONCRETO CON ADITIVO Y SIN ADITIVO A LOS 28 DIAS)



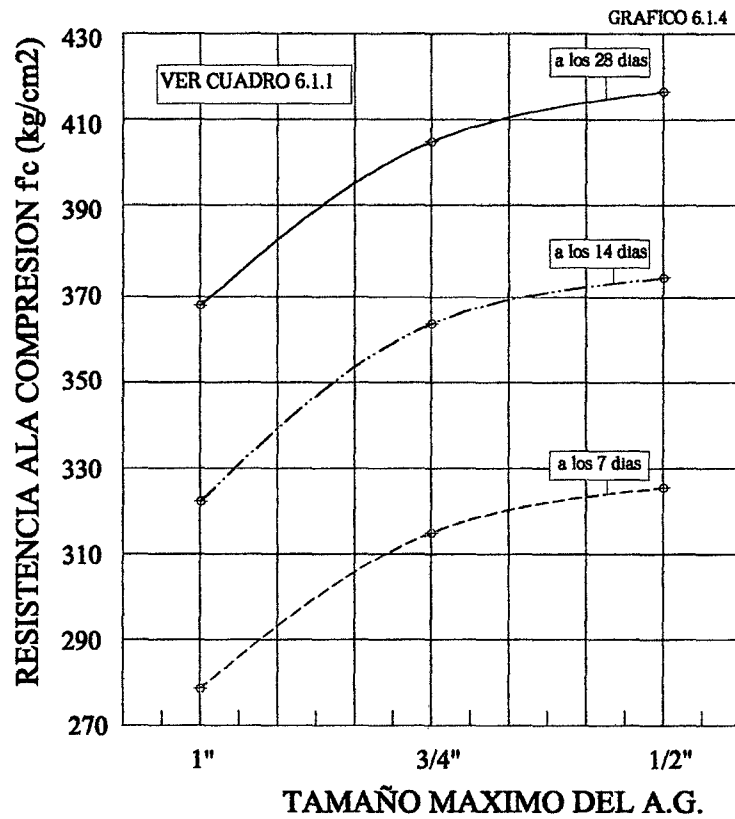
ENSAYO DE COMPRESION vs T.M.A. PARA $a/c = 0.40$
(CONCRETO CON ADITIVO)



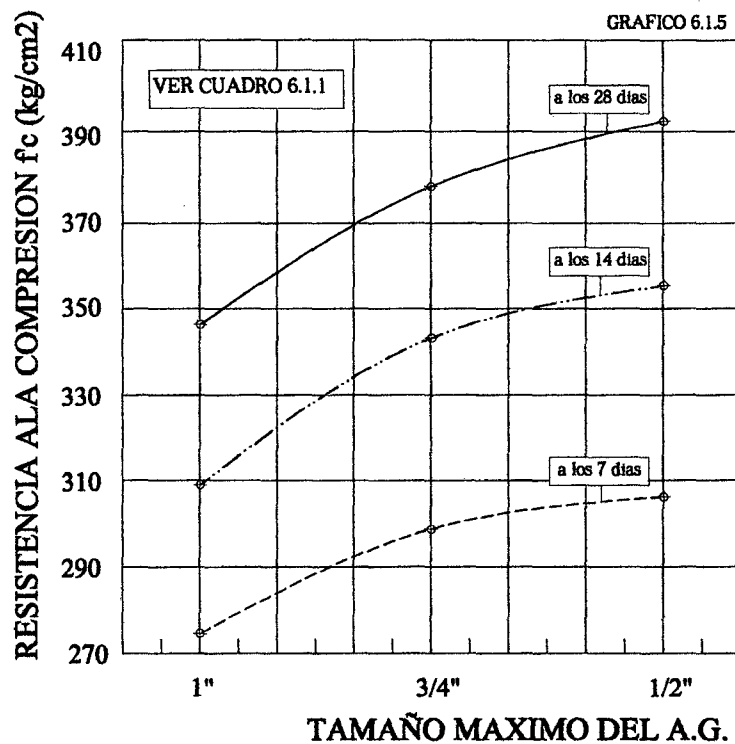
ENSAYO DE COMPRESION vs T.M.A. PARA $a/c = 0.45$
(CONCRETO CON ADITIVO)



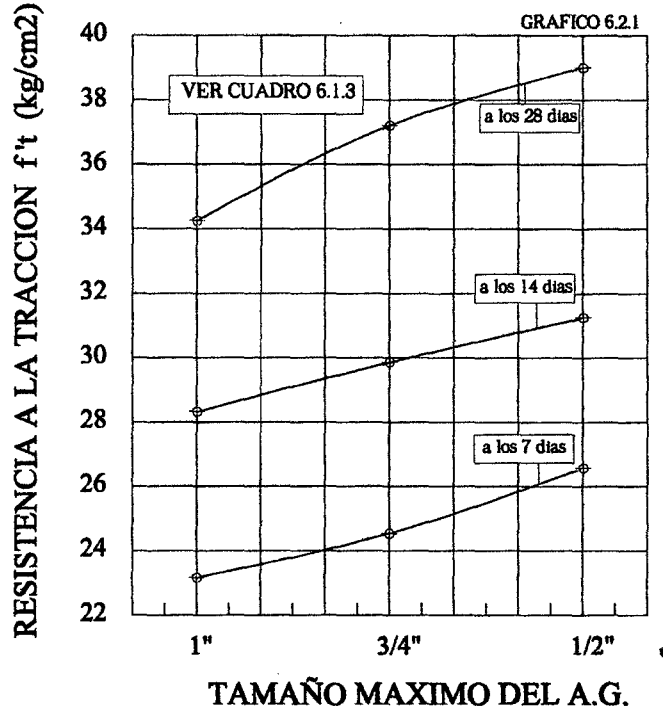
ENSAYO DE COMPRESION vs T.M.A. PARA $a/c=0.50$
(CONCRETO CON ADITIVO)



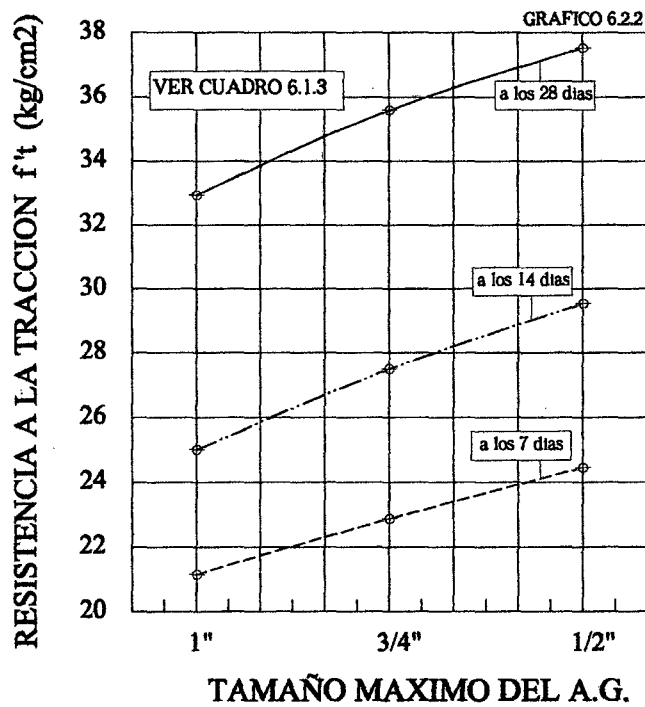
ENSAYO DE COMPRESION vs T.M.A. PARA $a/c=0.55$
(CONCRETO CON ADITIVO)



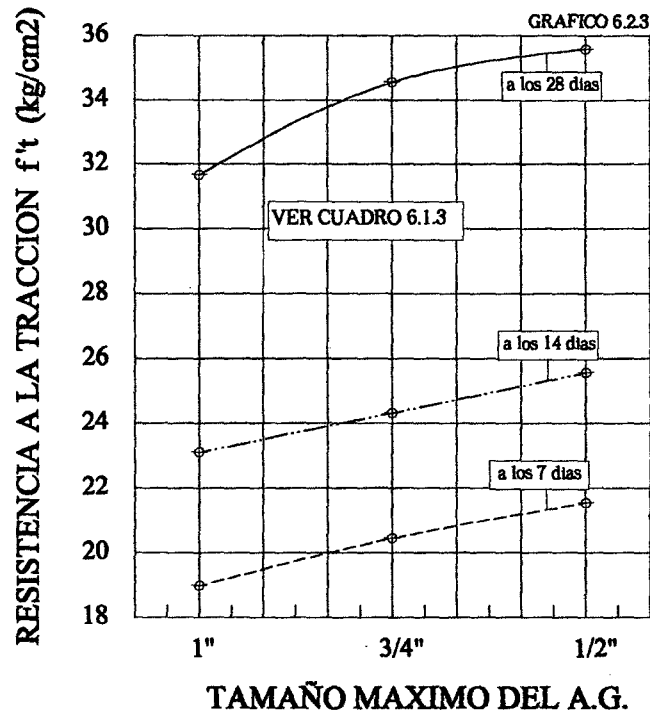
**ENSAYO DE TRACCION vs T.M.A. PARA $a/c= 0.40$
(CONCRETO CON ADITIVO)**



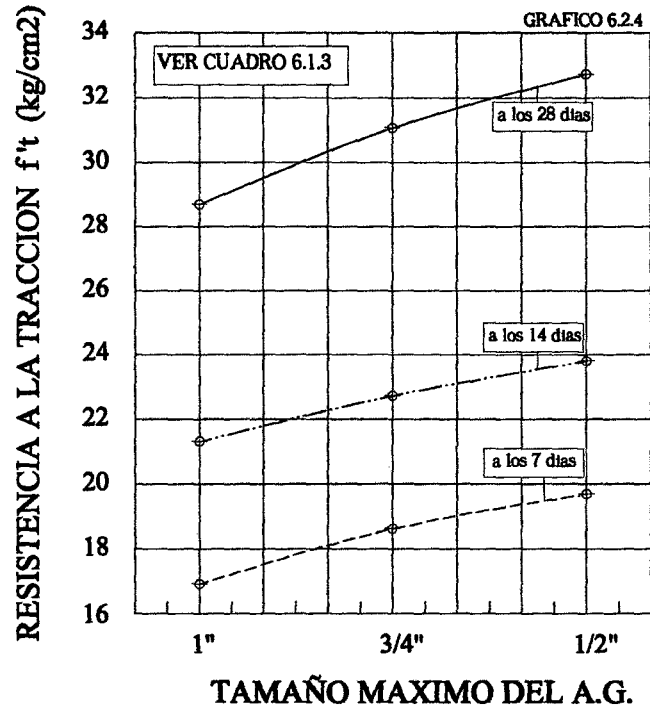
**ENSAYO DE TRACCION vs T.M.A. PARA $a/c= 0.45$
(CONCRETO CON ADITIVO)**



ENSAYO DE TRACCION vs T.M.A. PARA $a/c=0.50$
(CONCRETO CON ADITIVO)

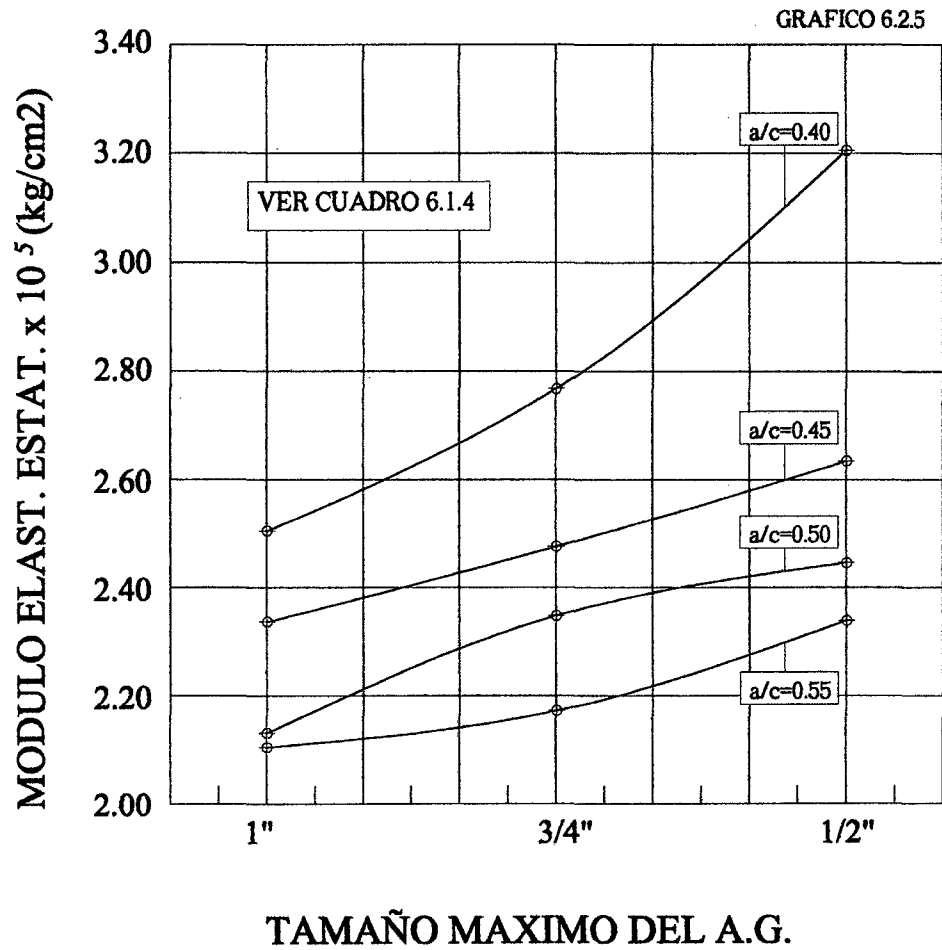


ENSAYO DE TRACCION vs T.M.A. PARA $a/c=0.55$
(CONCRETO CON ADITIVO)



ENSAYO DE MODULO ELASTICO vs T.M.A.

(CONCRETO CON ADITIVO A LOS 28 DIAS)



Capítulo VIII

COSTOS

En este capítulo analizaremos el costo de la fabricación del concreto para los diferentes diseños realizados. En estos análisis se han considerado los costos de los materiales, mano de obra (incluido beneficios laborales) y maquinarias (mezcladora para concreto 9 – 11P3), para un rendimiento de 15 m³/diario, no se ha tomado en cuenta el costo de transporte, colocación y curado del concreto.

Con la información procedente del capítulo IV (Diseño de mezclas), se tiene la cantidad de material o agregados que conforman la unidad cúbica de concreto.

Luego asignamos los precios a cada material, para así al sumarlos nos dé el costo por metro cúbico de cada diseño de concreto.

8.1 COSTO DE LOS DISEÑOS POR METRO CUBICO DE CONCRETO

Consideraciones:

- Fecha: junio 2002 .
- Precio del dólar americano: 3.45 nuevos soles
- En los precios no se considera el I.G.V.
- Para determinar la cantidad de agregados se utiliza el P.U.S. de los mismos
- Cemento: se considera el precio de la bolsa de cemento (SOL TIPO I), distribuido en todo Lima.
- Agua: Se considera el precio por m³ de agua potable en la ciudad de Lima. Dato otorgado por Sedapal.

➤ Arena: se considera el precio por m³ del agregado en cantera.

Fuente: Cantera Trapiche, río Chillón, Puente Piedra

➤ Piedra: se considera el precio por m³ del agregado en cantera.

Fuente: Cantera Trapiche, río Chillón, Puente Piedra

➤ Aditivo: Se considera el precio por galón de aditivo Superplastificante EUCO 37.

Fuente: Química Suiza S.A.

CALCULO DEL COSTO POR M3 DE CONCRETO SIN ADITIVO

RELACIÓN a/c = 0.40				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	12.329	14.41	177.63
AGUA	m ³	0.222	7.63	1.69
ARENA DE RÍO	m ³	0.289	12.71	3.67
PIEDRA CANTO RODADO	m ³	0.353	16.95	5.98
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
Costo total				S/. 235.27

RELACIÓN a/c = 0.45				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	10.386	14.41	149.63
AGUA	m ³	0.211	7.63	1.61
ARENA DE RÍO	m ³	0.298	12.71	3.78
PIEDRA CANTO RODADO	m ³	0.363	16.95	6.15
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
Costo total				S/. 207.48

RELACIÓN a/c = 0.50				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	8.984	14.41	129.43
AGUA	m ³	0.204	7.63	1.56
ARENA DE RÍO	m ³	0.306	12.71	3.89
PIEDRA CANTO RODADO	m ³	0.373	16.95	6.33
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
Costo total				S/. 187.50

RELACIÓN a/c = 0.55				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	7.686	14.41	110.73
AGUA	m ³	0.193	7.63	1.47
ARENA DE RÍO	m ³	0.304	12.71	3.86
PIEDRA CANTO RODADO	m ³	0.371	16.95	6.29
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
Costo total				S/. 168.65

NOTA : COSTO AL 24/06/02 SIN I.G.V. 1\$ < S/. 3.45

**CALCULO DEL COSTO POR M3 DE CONCRETO CON ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE**

RELACIÓN a/c = 0.40				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	12.329	14.41	177.63
AGUA	m ³	0.222	7.63	1.69
ARENA DE RÍO	m ³	0.289	12.71	3.67
PIEDRA CANTO RODADO	m ³	0.353	16.95	5.98
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
ADITIVO (EUCCO 37)	lt	5.240	3.45	18.08
Costo total				S/. 253.35

RELACIÓN a/c = 0.45				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	10.386	14.41	149.63
AGUA	m ³	0.211	7.63	1.61
ARENA DE RÍO	m ³	0.298	12.71	3.78
PIEDRA CANTO RODADO	m ³	0.363	16.95	6.15
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
ADITIVO (EUCCO 37)	lt	4.414	3.45	15.23
Costo total				S/. 222.71

RELACIÓN a/c = 0.50				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	8.984	14.41	129.43
AGUA	m ³	0.204	7.63	1.56
ARENA DE RÍO	m ³	0.306	12.71	3.89
PIEDRA CANTO RODADO	m ³	0.373	16.95	6.33
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
ADITIVO (EUCCO 37)	lt	3.818	3.45	13.17
Costo total				S/. 200.68

RELACIÓN a/c = 0.55				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	7.686	14.41	110.73
AGUA	m ³	0.193	7.63	1.47
ARENA DE RÍO	m ³	0.304	12.71	3.86
PIEDRA CANTO RODADO	m ³	0.371	16.95	6.29
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
ADITIVO (EUCCO 37)	lt	3.267	3.45	11.27
Costo total				S/. 179.92

NOTA : COSTO AL 24/06/02 SIN I.G.V. 1\$ <> S/. 3.45

8.2 COSTO Y COMPARACIONES CON OTROS TIPOS DE AGREGADOS

Tomando como referencia los precios de los agregados de la cantera “ La Molina – Hormec “, las cuales son:

- Piedra chancadaS/ 28.00 (precio en cantera)
- Arena gruesaS/. 8.00 (precio en cantera)

Hallamos los costos para concreto sin aditivo con estos tipos de agregados para todas las relaciones estudiadas

RELACIÓN a/c = 0.40				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	12.329	14.41	177.63
AGUA	m ³	0.222	7.63	1.69
ARENA GRUESA	m ³	0.289	12.71	3.67
PIEDRA CHANCADA	m ³	0.353	33.90	11.96
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
Costo total				S/. 241.25

RELACIÓN a/c = 0.45				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	10.386	14.41	149.63
AGUA	m ³	0.211	7.63	1.61
ARENA GRUESA	m ³	0.298	12.71	3.78
PIEDRA CHANCADA	m ³	0.363	33.90	12.31
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
Costo total				S/. 213.63

RELACIÓN a/c = 0.50				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	8.984	14.41	129.43
AGUA	m ³	0.204	7.63	1.56
ARENA GRUESA	m ³	0.306	12.71	3.89
PIEDRA CHANCADA	m ³	0.373	33.90	12.65
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
Costo total				S/. 193.83

RELACIÓN a/c = 0.55				
MATERIAL POR M³ DE CONCRETO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA (INCL. L.S.)	HH			37.77
CEMENTO TIPO I SOL	bls	7.686	14.41	110.73
AGUA	m ³	0.193	7.63	1.47
ARENA GRUESA	m ³	0.304	12.71	3.86
PIEDRA CHANCADA	m ³	0.371	33.90	12.57
EQUIPO (MEZCL. DE CONCR.)	HM			8.53
Costo total				S/. 174.94

NOTA : COSTO AL 24/06/02 SIN I.G.V. 1\$ > S/. 3.45

Capítulo IX

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

9.0 GENERALIDADES

En este capítulo se analizará los resultados obtenidos en los ensayos realizados en la presente investigación, las cuales se encuentran en el capítulo VII. La razón de ser de la investigación es saber el comportamiento del concreto al ser variado el tamaño máximo del agregado grueso. Para tal efecto usaremos diferentes tamaños máximos de agregado grueso (1", 3/4", 1/2"), de tipo canto rodado de río, en esta investigación, en la dosificación del concreto añadiremos un aditivo superplastificante "Euco 37", el cual influye en el concreto como un reductor de agua.

El análisis se hará para diferentes relaciones agua/cemento (a/c: 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55)

Para el análisis se tomara como referencia los resultados del concreto cuyo tamaño máximo del agregado grueso es de 1", al cual le asignaremos el valor de 100%

En la dosificación del concreto para los ensayos de concreto fresco y endurecido se utilizó aditivo, solamente en el concreto para el ensayo de Resistencia a la Compresión se ensayó concreto sin aditivo y con aditivo por ser esta propiedad la más importante.

En síntesis, nuestro estudio se centrara en obtener la influencia en la variación del tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, para concreto de mediana a alta resistencia, en estado fresco y endurecido.

9.1 ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO

Para el concreto fresco se evalúa el comportamiento mediante un análisis de observación de las características y/o propiedades que adoptan en este estado.

A continuación se encuentran las variaciones de resultados que existen en las propiedades estudiadas en este trabajo, para ello tomaremos como referencia el valor correspondiente a la mezcla cuyo tamaño máximo del agregado grueso es de 1", al cual lo asumimos como el 100% para cada relación agua-cemento (a/c).

9.1.1 Fluidez

Este ensayo es importante porque nos da una idea (básicamente un valor numérico) aproximada, del grado de humedad de la mezcla y depende principalmente de la cantidad de agua usada.

En el cuadro 5.2, se presentan los diseños realizados para diferentes tamaños máximos del agregado grueso (1", 3/4", 1/2"), para diferentes relaciones de agua-cemento (a/c) (0.40, 0.45, 0.50, 0.55), con sus respectivos resultados del ensayo realizado.

En el gráfico V-2 se presentan en forma comparativa los diseños con diferentes relaciones de agua-cemento para cada tamaño máximo de agregado grueso, el cual nos ayudará para analizar los resultados obtenidos.

9.1.1.1 Relación a/c=0.40

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Índice de Fluidez de 91.33% (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: 3/4", el Índice de Fluidez disminuye a 85% (93.07%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a 1/2", el Índice de Fluidez disminuye a 74.67% (81.76%).

9.1.1.2 Relación a/c=0.45

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Índice de Fluidez de 103.07% (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", el Índice de Fluidez disminuye a 98.67% (95.63%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", el Índice de Fluidez disminuye a 95.33% (92.49%).

9.1.1.3 Relación a/c=0.50

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Índice de Fluidez de 113.33% (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", el Índice de Fluidez disminuye a 104.33% (92.06%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", el Índice de Fluidez disminuye a 103.33% (91.18%).

9.1.1.4 Relación a/c=0.55

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Índice de Fluidez de 122.33% (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", el Índice de Fluidez disminuye a 116.33% (95.10%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", el Índice de Fluidez disminuye a 109.33% (89.37%).

9.1.2 Exudación

El concreto fresco tiene la capacidad de retener agua en su amasado, el cual fluirá a la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos en la masa plástica, con este ensayo evaluaremos dicha capacidad.

En el cuadro 5.3, se presentan los diseños realizados para diferentes tamaños máximos del agregado grueso (1", ¾", ½"), para diferentes relaciones de agua-cemento (a/c) (0.40, 0.45, 0.50, 0.55), con sus respectivos resultados del ensayo realizado.

En el gráfico V-3 se presentan en forma comparativa los diseños con diferentes relaciones de agua-cemento para cada tamaño máximo de agregado grueso, el cual nos ayudará para analizar los resultados obtenidos.

9.1.2.1 Relación a/c= 0.40

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un porcentaje de Exudación de 0.87% (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", la Exudación disminuye a 0.73% (83.91%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", la Exudación disminuye a 0.63% (72.41%).

9.1.2.2 Relación a/c= 0.45

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un porcentaje de Exudación de 1.38% (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", la Exudación disminuye a 1.10% (79.71%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", la Exudación disminuye a 0.79% (57.25%).

9.1.2.3 Relación a/c= 0.50

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un porcentaje de Exudación de 1.45% (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", la Exudación disminuye a 1.21% (83.45%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", la Exudación disminuye a 0.97% (66.90%).

9.1.2.4 Relación a/c= 0.55

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un porcentaje de Exudación de 1.77 (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", la Exudación disminuye a 1.47% (83.05%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", la Exudación disminuye a 1.24% (70.06%).

9.1.3 Peso unitario

Con este ensayo se desea conocer el peso compactado del concreto fresco que ocupa un volumen unitario, el cual nos servirá para determinar la cantidad de materiales en la mezcla, el rendimiento de la mezcla, así como también nos dará una idea de la calidad del concreto y su grado de compactación.

En el cuadro 5.4, se presentan los diseños realizados para diferentes tamaños máximos del agregado grueso (1", 3/4", 1/2"), para diferentes relaciones de agua-cemento (a/c) (0.40, 0.45, 0.50, 0.55), con sus respectivos resultados del ensayo realizado.

En el gráfico V-4 se presentan en forma comparativa los diseños con diferentes relaciones de agua-cemento para cada tamaño máximo de agregado grueso, el cual nos ayudará para analizar los resultados obtenidos.

9.1.3.1 Relación a/c= 0.40

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Peso Unitario de 2595.65 (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: 3/4" , el Peso Unitario disminuye a 2546.21 (98.107%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a 1/2", el Peso Unitario disminuye a 2468.52 (95.10%).

9.1.3.2 Relación a/c= 0.45

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Peso Unitario de 2560.34 (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: 3/4" , el Peso Unitario disminuye a 2496.77 (97.54%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a 1/2", el Peso Unitario disminuye a 2426.14 (94.76%).

9.1.3.3 Relación a/c= 0.50

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Peso Unitario de 2549.74 (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ " , el Peso Unitario disminuye a 2486.18 (97.51%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ ", el Peso Unitario disminuye a 2408.48 (94.46%).

9.1.3.4 Relación a/c= 0.55

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Peso Unitario de 2472.05 (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ " , el Peso Unitario disminuye a 2408.48 (97.43%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ ", el Peso Unitario disminuye a 2330.79 (94.28%).

Observamos que cuando disminuimos el tamaño máximo del agregado grueso, también disminuye el peso unitario. Aunque la variación es mínima, cabe destacar que los resultados obtenidos están comprendidos dentro de los parámetros (2300 kg/cm³ a 2600 kg/cm³) de un concreto normal.

9.1.4 Consistencia - Asentamiento

Con este ensayo se comprueba la trabajabilidad de la mezcla de concreto, para el cual iniciamos siempre con un concreto trabajable (asentamientos de 3" a 4") para mezclas con T.M.A. =1".

En el cuadro 5.5, se presentan los diseños realizados para diferentes tamaños máximos del agregado grueso (1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ "), para diferentes relaciones de agua-cemento (a/c) (0.40, 0.45, 0.50, 0.55), con sus respectivos resultados del ensayo realizado. En el gráfico V-5 se presentan en forma comparativa los diseños con diferentes relaciones de agua-cemento para cada tamaño máximo de agregado grueso, el cual nos ayudara para analizar los resultados obtenidos.

9.1.4.1 Relación $a/c= 0.40$

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Asentamiento de 3.80" (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ " , el Asentamiento disminuye a 3.70" (97.37%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ " , el Asentamiento disminuye a 3.60" (94.47%).

9.1.4.2 Relación $a/c= 0.45$

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Asentamiento de 3.60" (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ " , El Asentamiento disminuye a 3.40" (94.44%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ " , el Asentamiento disminuye a 3.30" (91.66%).

9.1.4.3 Relación $a/c= 0.50$

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Asentamiento de 3.50" (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ " , el Asentamiento disminuye a 3.35" (95.71%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ " , el Asentamiento disminuye a 3.30" (94.28%).

9.1.4.4 Relación $a/c= 0.55$

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un Asentamiento de 3.40" (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ " , el Asentamiento disminuye a 3.20" (94.12%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ " , el Asentamiento disminuye a 3.15" (92.65%).

Observamos que cuando disminuimos el tamaño máximo del agregado grueso, el asentamiento va disminuyendo lo cual indica que también disminuye la trabajabilidad del concreto.

9.1.5 Fraguado inicial

Con este ensayo se busca determinar en que tiempo el concreto alcanzaría su fragua inicial, es decir el tiempo en que alcanza una resistencia de 500 lb/pulg², del ensayo efectuado, en consecuencia nos daría un valor de tiempo limite de trabajabilidad.

En el cuadro 5.6, se presentan los diseños realizados para diferentes tamaños máximos del agregado grueso (1", 3/4", 1/2"), para diferentes relaciones de agua-cemento (a/c) (0.40, 0.45, 0.50, 0.55), con sus respectivos resultados del ensayo realizado.

En el gráfico V-6 se presentan en forma comparativa los diseños con diferentes relaciones de agua-cemento para cada tamaño máximo de agregado grueso, el cual nos ayudará para analizar los resultados obtenidos.

9.1.5.1 Relación a/c= 0.40

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un tiempo de fragua inicial de 3hrs:26min. (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: 3/4", el tiempo de fragua inicial disminuye a 3hrs:20min. (98.16%), es decir en un 1.84%. Al variar el tamaño máximo del A.G. a 1/2", el tiempo de fragua inicial disminuye a 3hrs:17min. (97.24%), es decir en un 2.76%.

9.1.5.2 Relación a/c= 0.45

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un tiempo de fragua inicial de 3hrs:12min. (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: 3/4", el tiempo de fragua inicial disminuye a 3hrs:07min. (98.40%), es decir en un 1.60%. Al variar el tamaño máximo del A.G. a 1/2", el tiempo de fragua inicial disminuye a 3hrs:06min. (98.07%), es decir en un 1.93%.

9.1.5.3 Relación a/c= 0.50

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un tiempo de fragua inicial de 3hrs:11min. (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", el tiempo de fragua inicial disminuye a 3hrs:05min. (98.07%), es decir en un 1.93%. Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", el tiempo de fragua inicial disminuye a 3hrs:00min. (96.46%), es decir en un 3.54%.

9.1.5.4 Relación a/c= 0.55

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un tiempo de fragua inicial de 3hrs:24min. (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: ¾", el tiempo de fragua inicial disminuye a 3hrs:18min. (98.15%), es decir en un 1.85%. Al variar el tamaño máximo del A.G. a ½", el tiempo de fragua inicial disminuye a 3hrs:15min. (97.22%), es decir en un 2.78%.

9.1.6 Fraguado final

Con este ensayo se busca determinar en que tiempo el concreto alcanzaría su fragua final, es decir el tiempo en que alcanza una resistencia de 4000 lb/pulg², del ensayo efectuado, es decir a partir de este tiempo el concreto comenzaría a adquirir su resistencia inicial a la compresión.

En el cuadro 5.6, se presentan los diseños realizados para diferentes tamaños máximos del agregado grueso (1", ¾", ½"), para diferentes relaciones de agua-cemento (a/c) (0.40, 0.45, 0.50, 0.55), con sus respectivos resultados del ensayo realizado.

En el gráfico V-7 se presentan en forma comparativa los diseños con diferentes relaciones de agua-cemento para cada tamaño máximo de agregado grueso, el cual nos ayudará para analizar los resultados obtenidos.

9.1.6.1 Relación a/c= 0.40

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un tiempo de fragua final de 4hrs:24min. (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ ", el tiempo de fragua final disminuye a 4hrs:19min. (98.82%), es decir en un 1.88%. Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ ", el tiempo de fragua final disminuye a 4hrs:17min. (98.34%), es decir en un 1.66%.

9.1.6.2 Relación a/c= 0.45

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un tiempo de fragua final de 4hrs:09min. (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ ", el tiempo de fragua final disminuye a 4hrs:06min. (99.26%), es decir en un 0.74%. Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ ", el tiempo de fragua final disminuye a 4hrs:04min. (98.77%), es decir en un 1.33%.

9.1.6.3 Relación a/c= 0.50

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un tiempo de fragua final de 4hrs:25min. (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ ", el tiempo de fragua final disminuye a 4hrs:19min. (98.58%), es decir en un 1.42%. Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ ", el tiempo de fragua final disminuye a 4hrs:16min. (97.88%), es decir en un 2.22%.

9.1.6.4 Relación a/c= 0.55

Observamos que el diseño patrón con tamaño máximo de A.G. 1", tiene un tiempo de fragua final de 4hrs:29min. (100%). Al variar el tamaño máximo del A.G. a: $\frac{3}{4}$ ", el tiempo de fragua final disminuye a 4hrs:22min. (98.36%), es decir en un 1.64%. Al variar el tamaño máximo del A.G. a $\frac{1}{2}$ ", el tiempo de fragua final disminuye a 4hrs:16min. (96.67%), es decir en un 3.33%.

Podemos observar que al disminuir el tamaño máximo del agregado grueso, también disminuye el tiempo de fragua final; esto se debe a que la mezcla se hace más densa, por lo que se acelera se fragua final.

9.2 ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

Para realizar el análisis se tendrá en consideración solamente el promedio de los resultados que se han obtenido en los ensayos con el concreto endurecido, de esta manera estos resultados nos permitirán conocer las propiedades y por ende la calidad del concreto endurecido.

Los ensayos realizados en esta investigación son:

- Resistencia A La Compresión
- Resistencia A La Tracción Indirecta Por Compresión Diametral
- Modulo Elástico Estático.

Para poder comparar los resultados que existen en las propiedades estudiadas en este trabajo, tomaremos como referencia el valor correspondiente a la mezcla cuyo tamaño máximo del agregado grueso es de 1", al cual lo asumimos como el 100% (patrón) para cada relación agua-cemento (a/c).

9.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La propiedad más importante del concreto es su resistencia a la Compresión, el cual depende básicamente de la concentración de la pasta del cemento, que se expresa en función de la relación agua/cemento (*a/c*). Sin embargo las diferentes investigaciones realizadas con el concreto, nos indican que también depende de la relación cemento/agregado, granulometría, perfil, textura, dureza, tamaño máximo del agregado, y también depende mucho de las condiciones con que es fabricado el concreto y por su puesto del curado.

Para este ensayo también se ensayó probetas de concreto sin aditivo y se comparó con los que tenían aditivo.

Los resultados son tomados de los cuadros N° 6.1.1, 6.1.2 y 6.1.3, luego tenemos:

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN RESPECTO AL T. M.A. (CONCRETO SIN ADITVO)

Para $A/C=0.40$

Tamaño Máximo Del A.G.	7 Días		14 Días		28 Días	
	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación porcentual
1" (Patrón)	296.00	100.00%	324.40	100.00%	362.80	100.00%
3/4"	316.87	107.05%	354.58	109.30%	393.71	108.52%
1/2"	327.23	110.55%	365.22	112.58%	406.09	111.93%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 10.55% mas que el concreto con T.M.A.= 1".

Tesis : "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.58% mas que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 11.93% mas que el concreto con T.M.A.= 1".

Para A/C=0.45

Tamaño Máximo Del A.G.	7 Días		14 Días		28 Días	
	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	variación porcentual
1" (Patrón)	274.40	100.00%	304.90	100.00%	343.80	100.00%
3/4"	293.17	106.84%	331.25	108.64%	369.38	107.44%
1/2"	301.55	109.89%	339.91	111.48%	379.43	110.36%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 9.89% mas que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 11.48% mas que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 10.36% mas que el concreto con T.M.A.= 1".

Para A/C=0.50

Tamaño Máximo Del A.G.	7 Días		14 Días		28 Días	
	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	variación porcentual
1" (Patrón)	242.60	100.00%	281.20	100.00%	321.00	100.00%
3/4"	260.95	107.56%	310.01	110.25%	345.28	107.56%
1/2"	267.76	110.37%	318.35	113.21%	359.70	112.06%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 10.379% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 13.218% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.06% más que el concreto con T.M.A.= 1".

Para A/C=0.55

Tamaño Máximo Del A.G.	7 Días		14 Días		28 Días	
	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	variación porcentual
1" (Patrón)	237.40	100.00%	269.25	100.00%	302.30	100.00%
3/4"	254.81	107.33%	292.73	108.72%	325.94	107.82%
1/2"	261.68	110.23%	301.90	112.13%	333.30	110.25%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 10.23% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.13% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 10.25% más que el concreto con T.M.A.= 1".

**VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
RESPECTO AL T.M.A.
CONCRETO CON ADITVO SUPERPLASTIFICANTE**

Para A/C=0.40

Tamaño Máximo Del A.G.	7 Días		14 Días		28 Días	
	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	variación porcentual
1" (Patrón)	340.40	100.00%	373.06	100.00%	417.22	100.00%
3/4"	371.34	109.09%	415.53	111.38%	461.37	110.58%
1/2"	385.06	113.12%	429.78	115.20%	477.86	114.53%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 13.12% más que el concreto con T.M.A.= 1".

- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 15.20% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 14.53% más que el concreto con T.M.A.= 1".

Para A/C=0.45

Tamaño Máximo Del A.G.	7 Días		14 Días		28 Días	
	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	variación porcentual
1" (Patrón)	315.56	100.00%	350.64	100.00%	395.37	100.00%
3/4"	343.56	108.87%	388.19	110.71%	432.88	109.49%
1/2"	354.84	112.45%	399.98	114.07%	446.50	112.93%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.45% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 14.07% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.93% más que el concreto con T.M.A.= 1".

Para a/c=0.50

Tamaño Máximo Del A.G.	7 Días		14 Días		28 Días	
	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual
1" (Patrón)	278.99	100.00%	323.38	100.00%	369.15	100.00%
3/4"	305.81	109.61%	363.30	112.34%	404.63	109.61%
1/2"	315.09	112.94%	374.62	115.85%	417.39	113.07%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.94% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 15.85% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 13.07% más que el concreto con T.M.A.= 1".

Para A/C=0.55

Tamaño Máximo Del A.G.	7 Días		14 Días		28 Días	
	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual	Resistencia Ala Compresión	Variación Porcentual
1" (Patrón)	273.01	100.00%	309.60	100.00%	347.65	100.00%
3/4"	298.62	109.38%	343.05	110.80%	379.69	109.22%
1/2"	307.93	112.79%	355.26	114.75%	392.21	112.82%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.79% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 14.75% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.82% más que el concreto con T.M.A.= 1".

9.2.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN

DIAMETRAL

Se sabe que teóricamente, la resistencia a la tracción está en el orden del 8% al 20% de la resistencia a la compresión, dependiendo de la edad y de la calidad de los elementos constituyentes.

En la presente investigación analizaremos los resultados de los ensayos realizados de acuerdo a la edad del concreto, tomando como base el concreto cuyo T.M.A. es 1", al cual asumiremos como 100%.

Los resultados los encontramos en el cuadro N ° 6.2.

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL CON RESPECTO AL T.M.A. CONCRETO CON ADITVO SUPERPLASTIFICANTE

Para $a/c=0.40$

Tamaño máximo del A.G.	7 días		14 días		28 días	
	resistencia ala tracción	variación porcentual	resistencia ala tracción	variación porcentual	resistencia ala tracción	variación porcentual
1" (Patrón)	23.20	100.00%	28.17	100.00%	34.13	100.00%
3/4"	24.61	106.08%	29.94	106.28%	37.38	109.52%
1/2"	26.28	113.28%	31.90	113.24%	39.19	114.83%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 13.28% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 13.245% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 14.84% más que el concreto con T.M.A.= 1".

Para a/c=0.45

Tamaño máximo del A.G.	7 días		14 días		28 días	
	resistencia ala tracción	variación porcentual	resistencia ala tracción	variación porcentual	resistencia ala tracción	variación porcentual
1" (Patrón)	21.73	100.00%	25.87	100.00%	32.89	100.00%
3/4"	22.84	105.11%	27.53	106.42%	35.89	109.12%
1/2"	24.20	111.37%	29.51	114.07%	37.50	114.02%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 11.37% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 14.07% más que el concreto con T.M.A.= 1".

- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 14.02% más que el concreto con T.M.A.= 1".

Para a/c=0.50

Tamaño máximo del A.G.	7 días		14 días		28 días	
	resistencia ala tracción	variación porcentual	resistencia ala tracción	variación porcentual	resistencia ala tracción	variación porcentual
1" (Patrón)	18.96	100.00%	22.90	100.00%	31.50	100.00%
3/4"	20.32	107.17%	24.16	105.50%	34.28	108.83%
1/2"	21.42	112.97%	25.28	110.39%	35.61	113.05%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.97% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 10.39% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 13.05% más que el concreto con T.M.A.= 1".

Para $a/c=0.55$

Tamaño máximo del A.G.	7 días		14 días		28 días	
	resistencia ala tracción	variación porcentual	resistencia ala tracción	variación porcentual	resistencia ala tracción	variación porcentual
1" (Patrón)	16.81	100.00%	21.33	100.00%	28.53	100.00%
3/4"	18.40	109.46%	22.63	106.09%	31.20	109.36%
1/2"	19.73	117.37%	23.98	112.42%	32.34	113.35%

Observamos que:

- A la edad de 7 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 17.37% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 14 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.42% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- A la edad de 28 días, el mayor incremento de resistencia a la tracción se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 13.35% más que el concreto con T.M.A.= 1".

Observando los resultados podemos decir que la resistencia a la tracción por compresión diametral, aumenta a medida que el tamaño máximo del agregado grueso disminuye.

9.2.3 MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO

Con este ensayo conoceremos la relación esfuerzo – deformación llamado módulo elástico.

Es decir determinaremos la capacidad del concreto de deformarse al estar sometido a cargas sin tener deformación permanente.

El concreto normalmente tiene módulo elástico que oscila entre 250000kg/cm² a 350000 kg/cm².

VARIACION PORCENTUAL DEL MODULO ELÁSTICO

CON RESPECTO AL T.M.A.

CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

(Edad : 28 Días)

Tamaño máximo del A.G.	A/C=0.40		A/C=0.45		A/C=0.50		A/C=0.55	
	M.E.E. (kg/cm ²)	Variación Porcentual	M.E.E. (kg/cm ²)	Variación Porcentual	M.E.E. (kg/cm ²)	Variación Porcentual	M.E.E. (kg/cm ²)	Variación Porcentual
1" (Patrón)	250317.94	100.00%	232952.38	100.00%	212745.07	100.00%	210064.40	100.00%
3/4"	276815.51	110.59%	247982.84	106.45%	235005.81	110.46%	217009.00	103.31%
1/2"	320593.41	128.07%	263210.30	112.99%	244047.86	114.71%	234637.33	111.70%

Se observa que:

- Para la relación a/c=0.40 , el mayor incremento del modulo elástico se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 28.07% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- Para la relación a/c=0.45 , el mayor incremento del modulo elástico se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 12.99% más que el concreto con T.M.A.= 1".

- Para la relación $a/c=0.50$, el mayor incremento del modulo elástico se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 14.71% más que el concreto con T.M.A.= 1".
- Para la relación $a/c=0.55$, el mayor incremento del modulo elástico se obtiene con el concreto con T.M.A.= 1/2" y corresponde a un 11.70% más que el concreto con T.M.A.= 1".

En promedio podemos decir que el módulo elástico aumenta a medida que el tamaño máximo del agregado grueso disminuye.

10.3 ANALISIS DE COSTOS

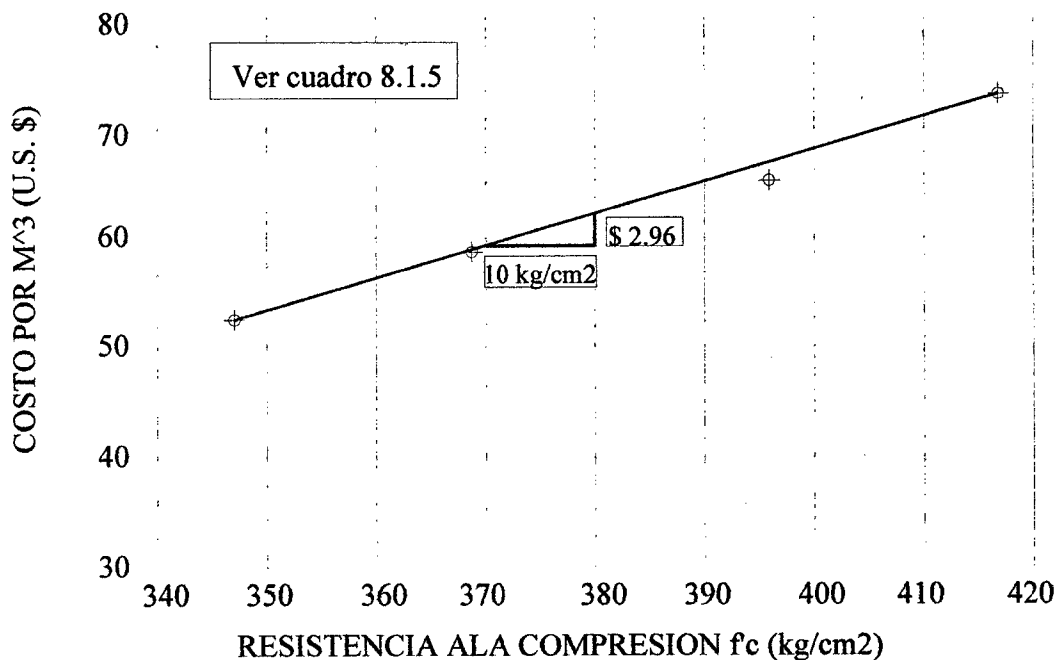
RELACION (a/c)	COSTO POR M3 DE CONCRETO			
	Sin Aditivo S/.	Con Aditivo S/.	Incremento de Costo	
			S/.	%
0.40	235.27	253.35	18.08	7.68
0.45	207.48	222.71	15.23	7.34
0.50	187.50	200.68	13.17	7.03
0.55	168.65	179.92	11.27	6.68

Se observa que el incremento de costos entre los concretos sin aditivo y con aditivo es de un promedio de 7.50%, para cada relación agua-cemento (a/c) estudiada en esta tesis.

VARIACION DE COSTOS A TRAVES DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADITIVO (T.M.A. 1")

Cuadro 8.1.5

RELACION (a/c)	RESISTENCIA f_c (kg/cm ²)	COSTO		VARIACION
		(S/.)	(\$)	PORCENTUAL
0.4	417.22	253.35	73.44	100%
0.45	395.37	222.71	64.55	88%
0.5	369.15	200.68	58.17	79%
0.55	347.65	179.92	52.15	71%



Del gráfico se observa que por cada 10kg/cm² de incremento de resistencia, el costo del concreto por m³ se incrementa en \$ 2.96

VARIACIÓN PORCENTUAL DE LOS PRECIOS

RELACION (a/c)	COSTO POR M3 DE CONCRETO			
	Piedra chancada y arena gruesa S/.	Piedra canto rodado y arena de río S/.	Variación de Costo	
			S/.	%
0.40	241.25	235.27	5.98	2.54
0.45	213.63	207.48	6.15	2.97
0.50	193.83	187.50	6.33	3.37
0.55	174.94	168.65	6.29	3.73

Se observa que el concreto fabricado con agregados de río (canto rodado), es mas barato que con piedra chancada y arena gruesa, en un promedio de 3.15% por metro cúbico de concreto.

Capítulo X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 INTRODUCCION

El motivo del presente trabajo fue estudiar los efectos que sobre las propiedades del concreto, tanto al estado fresco como al estado endurecido, tienen la modificación del tamaño máximo del agregado grueso (1",3/4" y 1/2") para cada relación de agua / cemento (0.40, 0.45, 0.50 y 0.55), manteniendo constante la dosis de aditivo (1% del peso de cemento), así como también los demás componentes.

De acuerdo con el desarrollo de la presente investigación se determinan las conclusiones; considerando que se ha empleado concreto de peso normal elaborado y curado en el laboratorio de Ensayo de Materiales de la facultad de Ingeniería Civil de la UNI, con las siguientes características:

- ✓ Cemento Pórtland Tipo I, marca Sol, de cementos Lima
- ✓ Aditivo superplastificante de fraguado normal, EUCO 37 . en la proporción de 1% del peso del cemento.
- ✓ Agregado fino natural procedente de la cantera "Trapiche" a orillas del río Chillón. Con Módulo de Finura igual a 2.58
- ✓ Agregado grueso natural procedente de la cantera "Trapiche" a orillas del río Chillón. Con tamaño máximo de 1" y Módulo de Finura igual a 7.21.
- ✓ Resultando un agregado global óptimo con una relación en volumen de agregado fino = 45% y agregado grueso = 55% con módulo de finura igual a 5.24.
- ✓ Relaciones agua/cemento (a/c) en peso: 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55

Tesis : "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

10.2 Conclusiones

10.2.1 Concreto en estado fresco

- 1 Se concluye que para mezclas de concreto con aditivo superplastificante, se tiene que al reducir el tamaño máximo del agregado grueso se **reduce** también la **Fluidez**. Esto sucede para todas las relaciones a/c estudiadas en esta tesis.

Tamaño Máximo del A.G.	a/c= 0.40		a/c= 0.45		a/c= 0.50		a/c= 0.55	
	Fluidez (%)	Variación Porcentual	Fluidez (%)	Variación Porcentual	Fluidez (%)	Variación Porcentual	Fluidez (%)	Variación Porcentual
1" (Patrón)	91.33	100.00%	103.07	100.00%	113.33	100.00%	122.33	100.00%
3/4"	85.00	93.07%	98.67	95.73%	104.33	92.06%	116.33	95.10%
1/2"	74.67	81.76%	95.33	92.49%	103.33	91.18%	109.33	89.37%

- 2 Se concluye que para mezclas de concreto con aditivo superplastificante, se tiene que al reducir el tamaño máximo del agregado grueso se **reduce** también la **Exudación**. Esto sucede para todas las relaciones a/c estudiadas en esta tesis.

Tamaño Máximo del A.G.	a/c= 0.40		a/c= 0.45		a/c= 0.50		a/c= 0.55	
	Exudación (%)	Variación Porcentual	Exudación (%)	Variación Porcentual	Exudación (%)	Variación Porcentual	Exudación (%)	Variación Porcentual
1" (Patrón)	0.87	100.00%	1.38	100.00%	1.45	100.00%	1.77	100.00%
3/4"	0.73	83.91%	1.10	79.71%	1.21	83.45%	1.47	83.05%
1/2"	0.63	72.41%	0.79	57.25%	0.97	66.90%	1.24	70.06%

- 3 Se concluye que para mezclas de concreto con aditivo superplastificante, se tiene que al reducir el tamaño máximo del agregado grueso se **reduce** también el **Peso Unitario**.
Esto sucede para todas las relaciones a/c estudiadas en esta tesis.

Tamaño Máximo del A.G.	a/c= 0.40		a/c= 0.45		a/c= 0.50		a/c= 0.55	
	P. Unitario (kg/m ³)	Variación Porcentual	P. Unitario (kg/m ³)	Variación Porcentual	P. Unitario (kg/m ³)	Variación Porcentual	P. Unitario (kg/m ³)	Variación Porcentual
1" (Patrón)	2595.65	100.00%	2560.34	100.00%	2549.74	100.00%	2472.05	100.00%
3/4"	2546.21	98.10%	2496.77	97.52%	2486.18	97.51%	2408.48	97.43%
1/2"	2468.52	95.10%	2426.14	94.76%	2408.48	94.46%	2330.79	94.29%

- 4 Se concluye que para mezclas de concreto con aditivo superplastificante, se tiene que al reducir el tamaño máximo del agregado grueso se **reduce** también el **Asentamiento**.
Esto sucede para todas las relaciones a/c estudiadas en esta tesis.

Tamaño Máximo del A.G.	a/c= 0.40		a/c= 0.45		a/c= 0.50		a/c= 0.55	
	Slump (pulg.)	Variación Porcentual	Slump (pulg.)	Variación Porcentual	Slump (pulg.)	Variación Porcentual	Slump (pulg.)	Variación Porcentual
1" (Patrón)	3.80	100.00%	3.60	100.00%	3.50	100.00%	3.40	100.00%
3/4"	3.70	97.37%	3.40	94.44%	3.35	95.71%	3.20	94.12%
1/2"	3.60	94.74%	3.30	91.67%	3.30	94.29%	3.15	92.65%

- 5 Se concluye que para mezclas de concreto con aditivo superplastificante, se tiene que al reducir el tamaño máximo del agregado grueso se **reducen** también los **tiempos de fraguado inicial y final**. Esto sucede para todas las relaciones a/c estudiadas en esta tesis.

a) T. de fraguado inicial:

Tamaño Máximo del A.G.	a/c= 0.40		a/c= 0.45		a/c= 0.50		a/c= 0.55	
	T. Fragua (horas)	Variación Porcentual	T. Fragua (horas)	Variación Porcentual	T. Fragua (horas)	Variación Porcentual	T. Fragua (horas)	Variación Porcentual
1" (Patrón)	3:26	100.00%	3:12	100.00%	3:11	100.00%	3:24	100.00%
3/4"	3:20	97.09%	3:07	97.40%	3:05	96.86%	3:18	97.06%
1/2"	3:17	95.63%	3:06	96.88%	3:00	94.24%	3:15	95.59%

b) Tiempo de fraguado final:

Tamaño Máximo del A.G.	a/c= 0.40		a/c= 0.45		a/c= 0.50		a/c= 0.55	
	T. Fragua (horas)	Variación Porcentual	T. Fragua (horas)	Variación Porcentual	T. Fragua (horas)	Variación Porcentual	T. Fragua (horas)	Variación Porcentual
1" (Patrón)	4:24	100.00%	4:09	100.00%	4:25	100.00%	4:29	100.00%
3/4"	4:19	98.11%	4:06	98.80%	4:19	97.74%	4:22	97.40%
1/2"	4:17	97.35%	4:04	97.99%	4:16	96.60%	4:16	95.17%

10.2.2 Concreto en estado endurecido

1 Concluimos que en concretos con aditivo superplastificante EUCO -37, en una proporción del 1% del peso del cemento, la resistencia a la compresión a los 7 y 14 días de edad, representan respectivamente el 78% y el 88% de la resistencia a la compresión a los 28 días; en comparación con el concreto sin aditivo que, para estas mismas edades, representan el 75% y el 85% de la resistencia a la compresión a los 28 días.

2 Concluimos que el uso del aditivo superplastificante EUCO – 37, en una proporción de 1% del peso del cemento, reduce el agua de mezcla en un 15%, lo cual aumenta la resistencia a la compresión del concreto en un promedio de 13% a los 28 días de edad.

Tamaño máximo del A.G.	A/C= 0.40		A/C= 0.45		A/C= 0.50		A/C= 0.55	
	Resis. a la Compresión (kg/cm ²)		Resis. a la Compresión (kg/cm ²)		Resis. a la Compresión (kg/cm ²)		Resis. a la Compresión (kg/cm ²)	
	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
1" (Patrón)	362.80	417.22	343.80	395.37	321.00	369.15	302.30	347.65
3/4"	393.71	461.37	369.78	432.88	345.28	404.63	325.94	379.69
1/2"	406.09	477.86	379.43	446.50	359.70	417.39	333.30	392.21

Se concluye que el concreto aumenta su resistencia a la compresión por dos motivos, uno por el uso del aditivo súper plastificante **Euco – 37**, y lo otro por variar el tamaño máximo del agregado grueso.

En el siguiente cuadro describimos el porcentaje del incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo al variar el tamaño máximo del agregado grueso, tomando como referencia el concreto cuyo tamaño máximo del agregado grueso es de 1”.

Tamaño Máximo del A.G.	a/c= 0.40		a/c= 0.45		a/c= 0.50		a/c= 0.55	
	R. a la Compresión	Variación Porcentual	R. a la Compresión	Variación Porcentual	R. a la Compresión	Variación Porcentual	R. a la Compresión	Variación Porcentual
	1" (Patrón)	417.22	100.00%	395.37	100.00%	369.15	100.00%	347.65	100.00%
3/4"	461.37	110.58%	432.88	109.49%	404.63	109.61%	379.69	109.22%
1/2"	477.86	114.53%	446.50	112.93%	417.39	113.07%	392.21	112.82%

- 3 Para concretos con aditivo superplastificante, al reducir el tamaño máximo del agregado grueso, se aumenta la resistencia a la tracción por compresión diametral a los 28 días.

Máximo del A.G.	a/c= 0.40		a/c= 0.45		a/c= 0.50		a/c= 0.55	
	R. a la Tracción	Variación Porcentual	R. a la Tracción	Variación Porcentual	R. a la Tracción	Variación Porcentual	R. a la Tracción	Variación Porcentual
1" (Patrón)	34.13	100.00%	32.89	100.00%	31.50	100.00%	28.53	100.00%
3/4"	37.38	109.52%	35.89	109.12%	34.28	108.83%	31.20	109.36%
1/2"	39.19	114.83%	37.50	114.02%	35.61	113.05%	32.34	113.35%

- 4 Para concretos con aditivo superplastificante, al reducir el tamaño máximo del agregado grueso, se aumenta el módulo de Elasticidad, esto se cumple para todas las relaciones a/c utilizadas en esta investigación.
- 5 Resumiendo, para concretos con aditivo superplastificante, al reducir el tamaño máximo del agregado grueso, también se reducen las características del concreto fresco tales como la fluidez, exudación, peso unitario, asentamiento y tiempo de fraguado. Pero la ventaja es que las características del concreto endurecido tales como resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y módulo de elasticidad estático, aumentan en promedio del 15%.

10.3 COSTOS

- 1 La diferencia de costos entre concreto con aditivo y sin aditivo (7.50%), no es muy importante si requerimos de un concreto de alta resistencia, ya que el solo hecho de usar aditivo (1% del peso del cemento), se incrementa la resistencia a la compresión en un 13%.

- 2 Podemos estimar con bastante aproximación el costo de la fabricación del concreto siempre que necesitemos incrementar la resistencia a la compresión, ya que por cada 10 gk/cm², el costo del concreto por m³ se incrementa en \$ 2.96.

10.4 RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar el aditivo superplastificante EUCO – 37, en la proporción del 1% del peso del cemento, cuando se requiera mejorar la trabajabilidad del concreto e incrementar la resistencia temprana y final del concreto.
- Cuando se requiera elevar ligeramente la resistencia a la compresión del concreto se recomienda reducir el tamaño máximo del agregado grueso.
- Cuando se cuente con una cantera del tipo canto rodado recién por explotar (en provincia), y la obra a realizarse es importante, se recomienda que el zarandeo del agregado grueso sea directo de tal forma que el T.M.A. oscile entre ¾” y ½”, para evitar el doble zarandeo (de lo contrario seria antieconómico).
- La exudación se produce inevitablemente en el concreto ya que es una propiedad inherente a su estructura. Por lo tanto se recomienda evaluarla y controlarla en cuanto a sus efectos negativos y no debe de caerse en el error de considerar la exudación como una propiedad anormal del concreto.
- En nuestro país existe gran variedad de materiales con sus propias características que se pueden usar en la fabricación del concreto. Cuando se recurra al uso de agregado de tamaño diferente al de diseño, se recomienda que se verifique que el agregado cumpla con las especificaciones deseadas.

ANEXOS

ANEXO – A

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE

LOS AGREGADOS

Tesis: “Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal”

ANEXO A-1

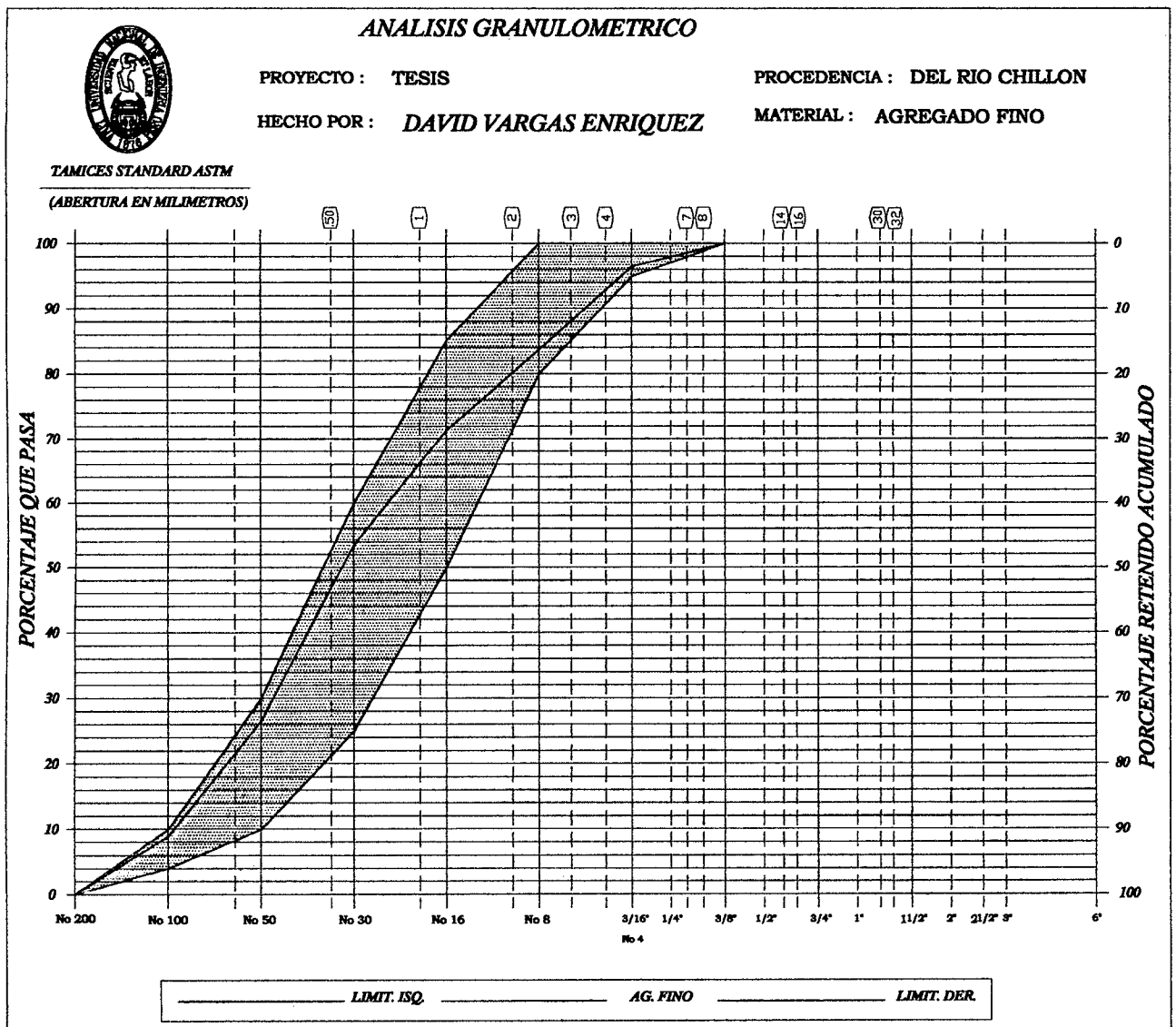
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

Muestra : Arena, cantera Trapiche, orillas del río Chillón
 Peso : 1000 gr.
 Ensayo : N° 1

TAMIZ Nro.	PESO RET. (grs.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
Nro. 4	37.00	3.70	3.70	96.30
Nro. 8	123.60	12.36	16.06	83.94
Nro. 16	126.40	12.64	28.70	71.30
Nro. 30	177.00	17.70	46.40	53.60
Nro. 50	270.30	27.03	73.43	26.57
Nro. 100	175.80	17.58	91.01	8.99
FONDO	89.90	8.99	100.00	0.00
SUMA = 1000				
MODULO DE FINURA = 2.59				

USO ASTM PARA EL AGREGADO FINO DEL TIPO C

GRAFICO A-1



TESIS : ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA VARIANDO EL TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO CANTO RODADO DE RIO, USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE FRAGUADO NORMAL

ANEXO A-3

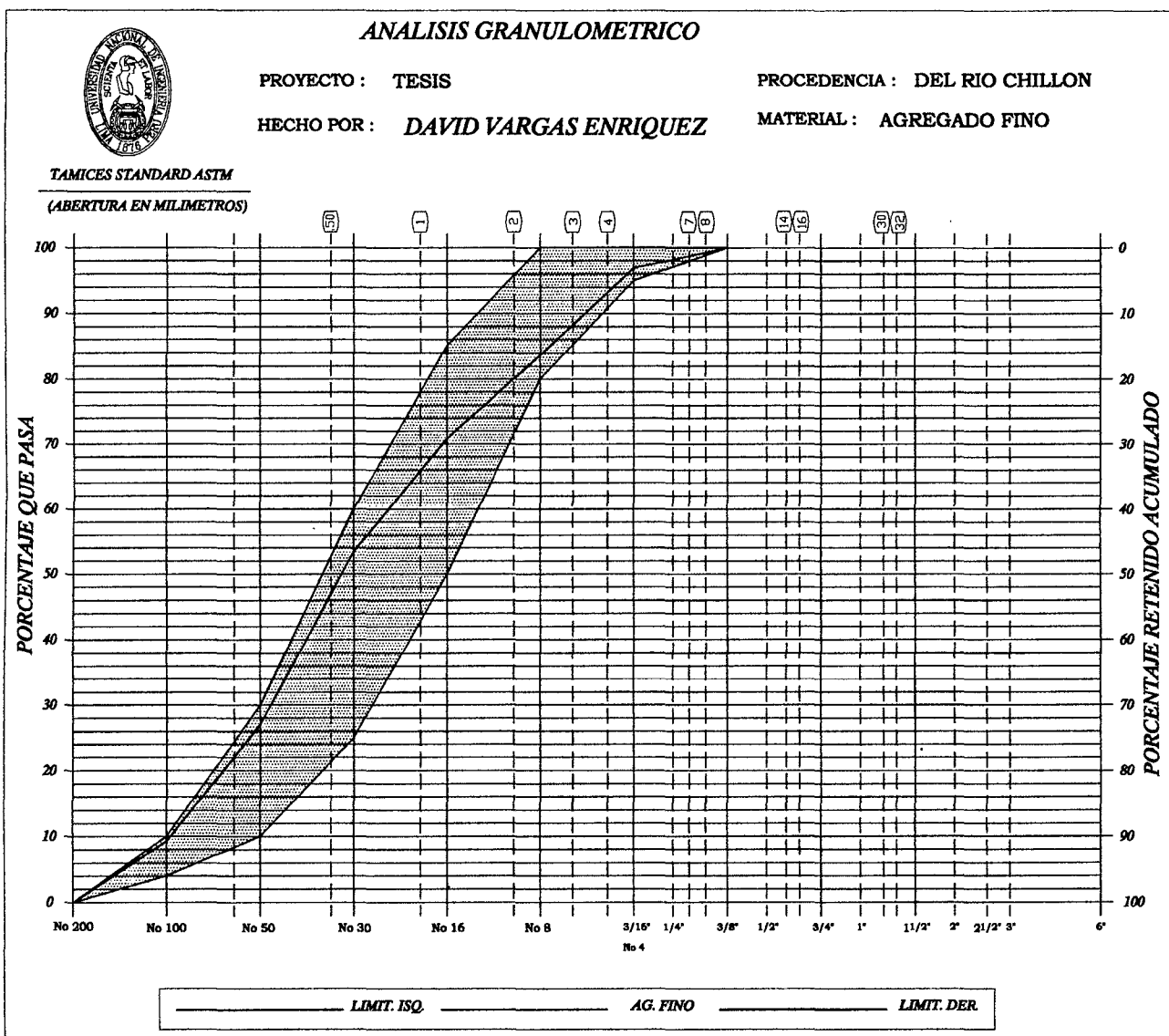
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

Muestra : Arena, cantera Trapiche, orillas del río Chillón
 Peso : 1000 gr.
 Ensayo : N° 3

TAMIZ Nro.	PESO RET. (grs.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
Nro. 4	30.00	3.00	3.00	97.00
Nro. 8	130.50	13.05	16.05	83.95
Nro. 16	128.30	12.83	28.88	71.12
Nro. 30	174.50	17.45	46.33	53.67
Nro. 50	266.50	26.65	72.98	27.02
Nro. 100	173.50	17.35	90.33	9.67
FONDO	96.70	9.67	100.00	0.00
SUMA = 1000				
MODULO DE FINURA = 2.57				

USO ASTM PARA EL AGREGADO FINO DEL TIPO C

GRAFICO A-3



TESIS : ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA VARIANDO EL TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO CANTO RODADO DE RIO, USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE FRAGUADO NORMAL

ANEXO A-5

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO

SEGÚN NORMA ASTM C - 33

TAMIZ		PORCENTAJE DE PESO ACUMULADO QUE PASA			
MALLA	ABERTURA (mm)	LIMITES TOTALES	CURVA C	CURVA M	CURVA F
3/8"	9.510	100	100	100	100
N° 4	4.760	89 - 100	95 - 100	89 - 100	89 - 100
N° 8	2.380	65 - 100	80 - 100	65 - 100	80 - 100
N° 16	1.190	45 - 100	50 - 85	45 - 100	70 - 100
N° 30	0.595	25 - 100	25 - 60	25 - 80	55 - 100
N° 50	0.297	5 - 70	10 - 30	5 - 48	5 - 70
N° 100	0.149	0 - 12	2 - 10*	0 - 12*	1 - 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

ANEXO A-9

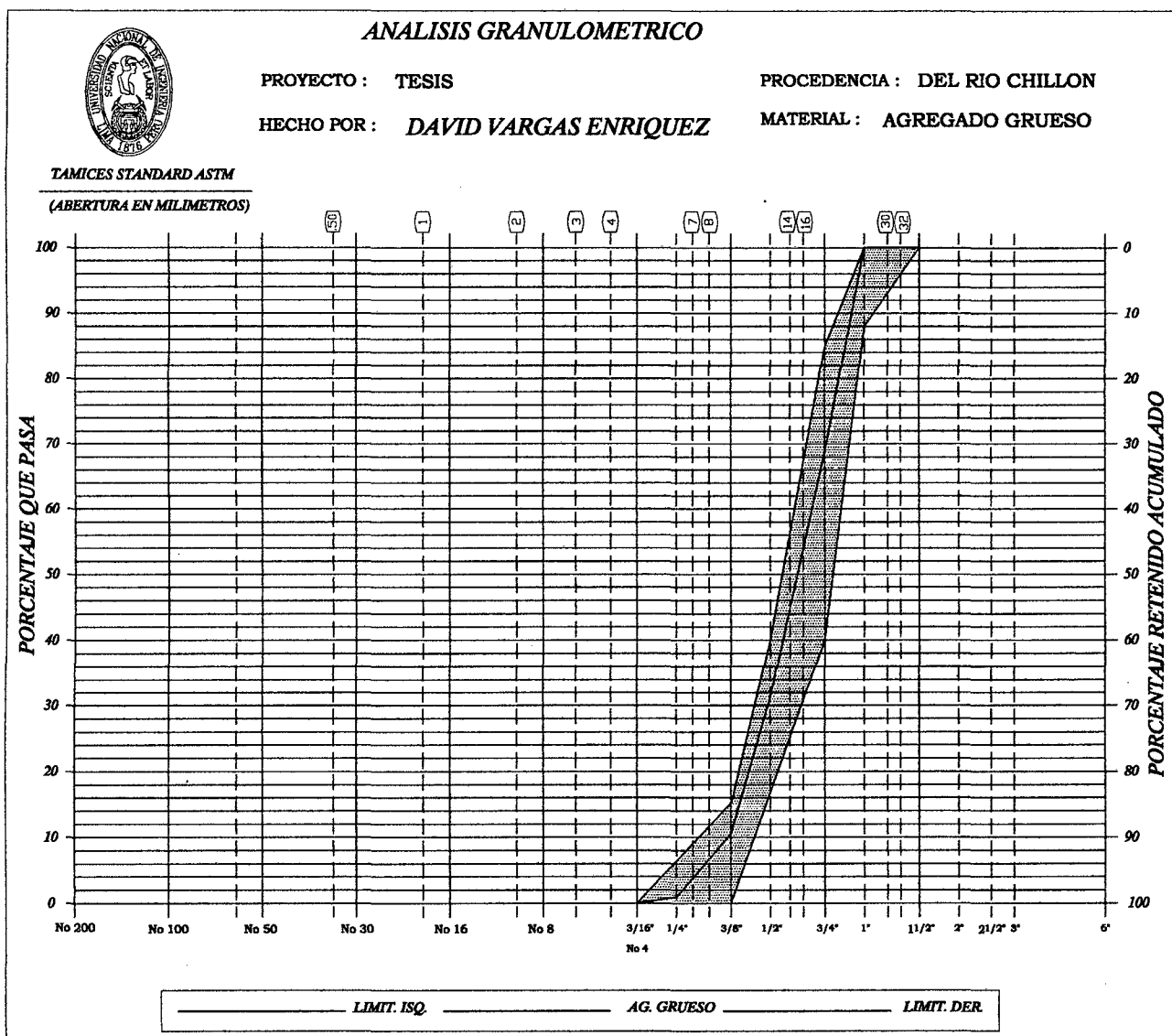
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

Muestra : Piedra, cantera Trapiche, orillas del río Chillón
 Peso : 6000 gr.
 Ensayo PROMEDIO

TAMIZ Nro.	PESO RET. (grs.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	1897.67	31.63	31.63	68.37
1/2"	2204.33	36.74	68.37	31.63
3/8"	1290.67	21.51	89.88	10.12
1/4"	558.00	9.30	99.18	0.82
FONDO	49.33	0.82	100.00	0.00
SUMA = 6000				
MODULO DE FINURA = 7.21				

USO GRANULOMETRICO PARA TAMAÑOS NOMINALES DEL AGREGADO GRUESO DE 1" a 3/8"

GRAFICO A-9



TESIS : ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA VARIANDO EL TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO CANTO RODADO DE RIO, USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE FRAGUADO NORMAL

ANEXO A-10

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO

NORMA ASTM C - 33

TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS										
	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N.4	N.8	N.16
(3 1/2 a 1 1/2")		25 a 60		cero 15		cero a 5					
(2 1/2 a 1 1/2")	100	90 a 100	35 a 70	cero a 15		cero a 5					
(2 a 1")		100	90 a 100	35 a 70	cero a 15		cero a 5				
(2" a N. 4")		100	95 a 100		35 a 70		cero a cero		cero a 5		
(1 1/2 a 3/4")			100	90 a cero	20 a 55	cero a 5		cero a 5			
(1 1/2 a N. 4)			100	95 a 100		35 a 70		diez a 30	cero a 5		
(1 a 1/2")				100	90 a 100	20 a 55	cero a diez	cero a 5			
(1 a 3/8")				100	90 a 100	40 a 85	diez a 40	cero a 15	cero a 5		
(1 a N.4)				100	95 a 100		25 a 60		cero a diez	cero a 5	
(3/4 a 3/8")					100	90 a 100	20 a 55	cero a 15	cero a 5		
(3/4 a N. 4)					100	90 a 100		20 a 55	cero a diez	cero a 5	
(1/2 a N. 4")						100	90 a 100	40 a 70	cero a 15	cero a 5	
(3/8 a N. 8")							100	85 a 100	diez a 30	cero a diez	cero a 5

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

ANEXO A-11

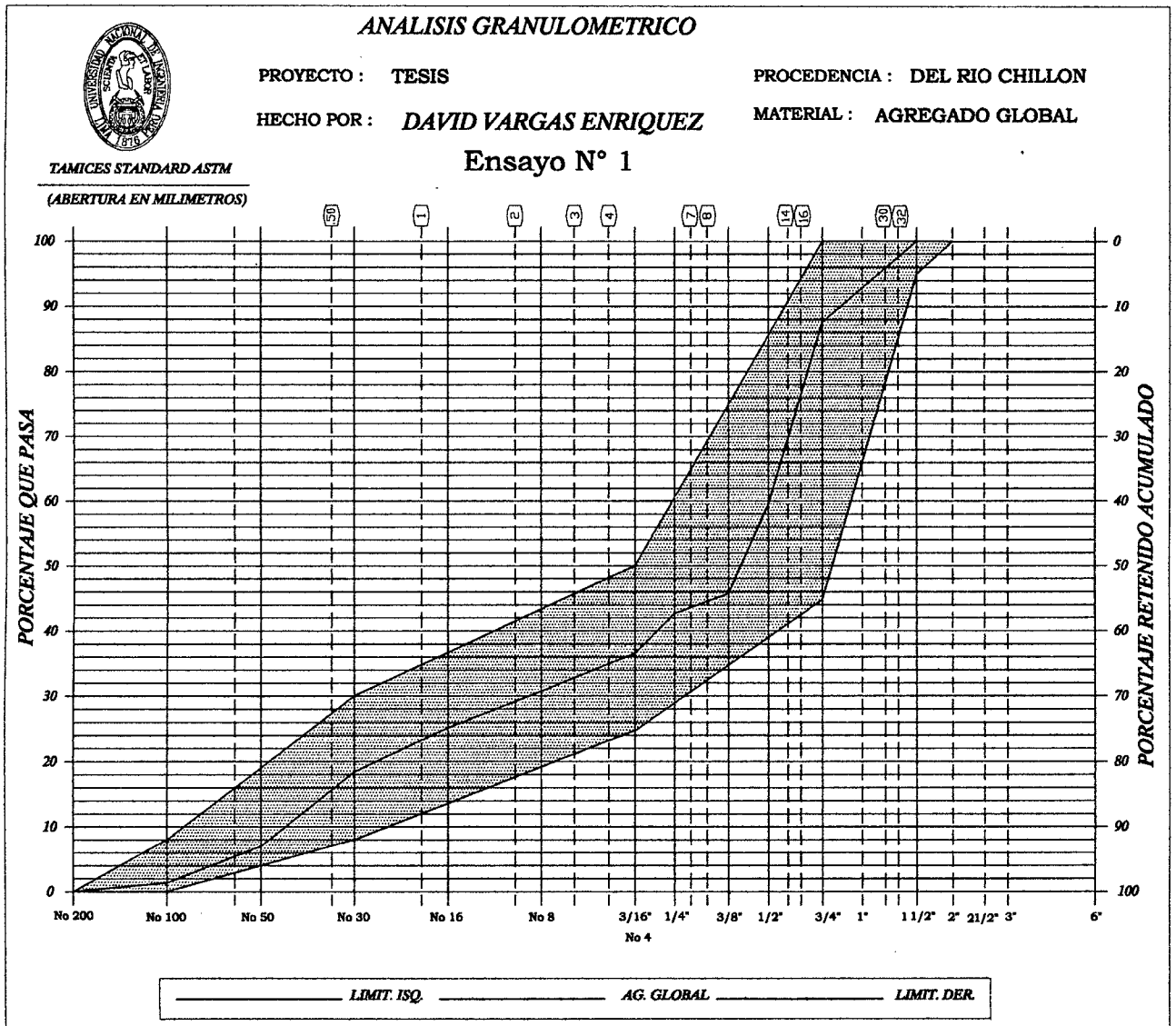
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL

Muestra : Piedra, cantera Trapiche, orillas del río Chillón
 Combinacion : ARENA = 45% y PIEDRA = 55% (28,000 gr.)
 Ensayo : N° 1

TAMIZ Nro.	PESO RET. (grs.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	3391.00	12.11	12.11	87.89
1/2"	7850.00	28.04	40.15	59.85
3/8"	3910.00	13.96	54.11	45.89
1/4"	980.00	3.50	57.61	42.39
N° 4	1580.00	5.64	63.25	36.75
N° 8	1650.00	5.89	69.15	30.85
N°16	1560.00	5.57	74.72	25.28
N° 30	1845.00	6.59	81.31	18.69
N° 50	3250.00	11.61	92.91	7.09
N° 100	1560.00	5.57	98.49	1.51
FONDO	424.00	1.51	100.00	0.00
SUMA = 28000				
MODULO DE FINURA = 5.46				

USO GRANULOMETRICO PARA TAMAÑOS NOMINALES DEL AGREGADO DE 3/4"

GRAFICO A-11



ANEXO A-12

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL

Muestra : Piedra, cantera Trapiche, orillas del río Chillón

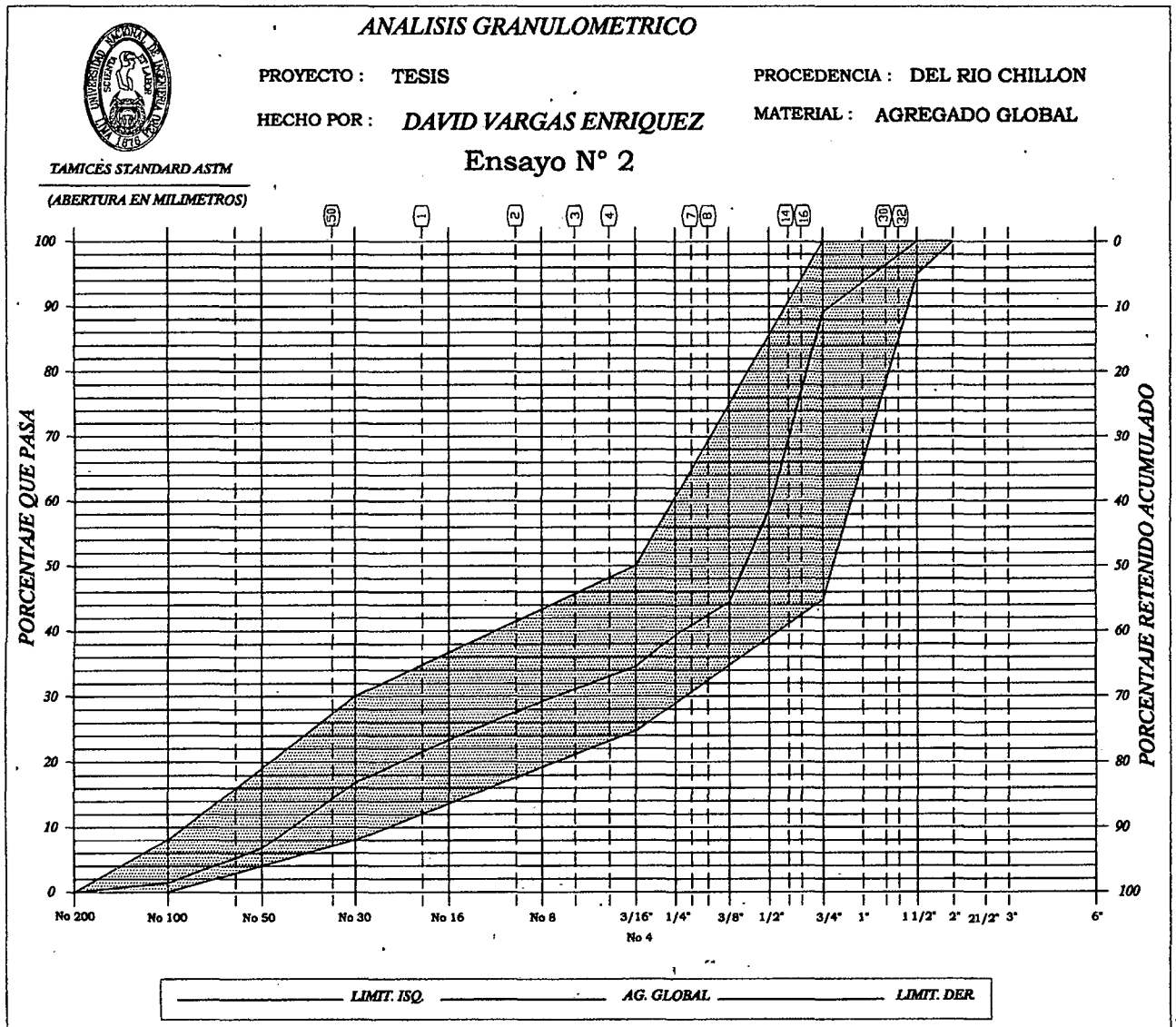
Combinacion : ARENA = 45% y PIEDRA = 55% (28,000 gr.)

Ensayo : N° 2

TAMIZ Nro.	PESO RET. (grs.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	2980.00	10.64	10.64	89.36
1/2"	8650.00	30.89	41.54	58.46
3/8"	3980.00	14.21	55.75	44.25
1/4"	1350.00	4.82	60.57	39.43
N° 4	1360.00	4.86	65.43	34.57
N° 8	1530.00	5.46	70.89	29.11
N° 16	1580.00	5.64	76.54	23.46
N° 30	1860.00	6.64	83.18	16.82
N° 50	2860.00	10.21	93.39	6.61
N° 100	1450.00	5.18	98.57	1.43
FONDO	400.00	1.43	100.00	0.00
SUMA = 28000				
MODULO DE FINURA = 5.54				

USO GRANULOMETRICO PARA TAMAÑOS NOMINALES DEL AGREGADO DE 3/4"

GRAFICO A-12



TESIS : ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA VARIANDO EL TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO CANTO RODADO DE RIO, USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE FRAGUADO NORMAL

ANEXO A-14

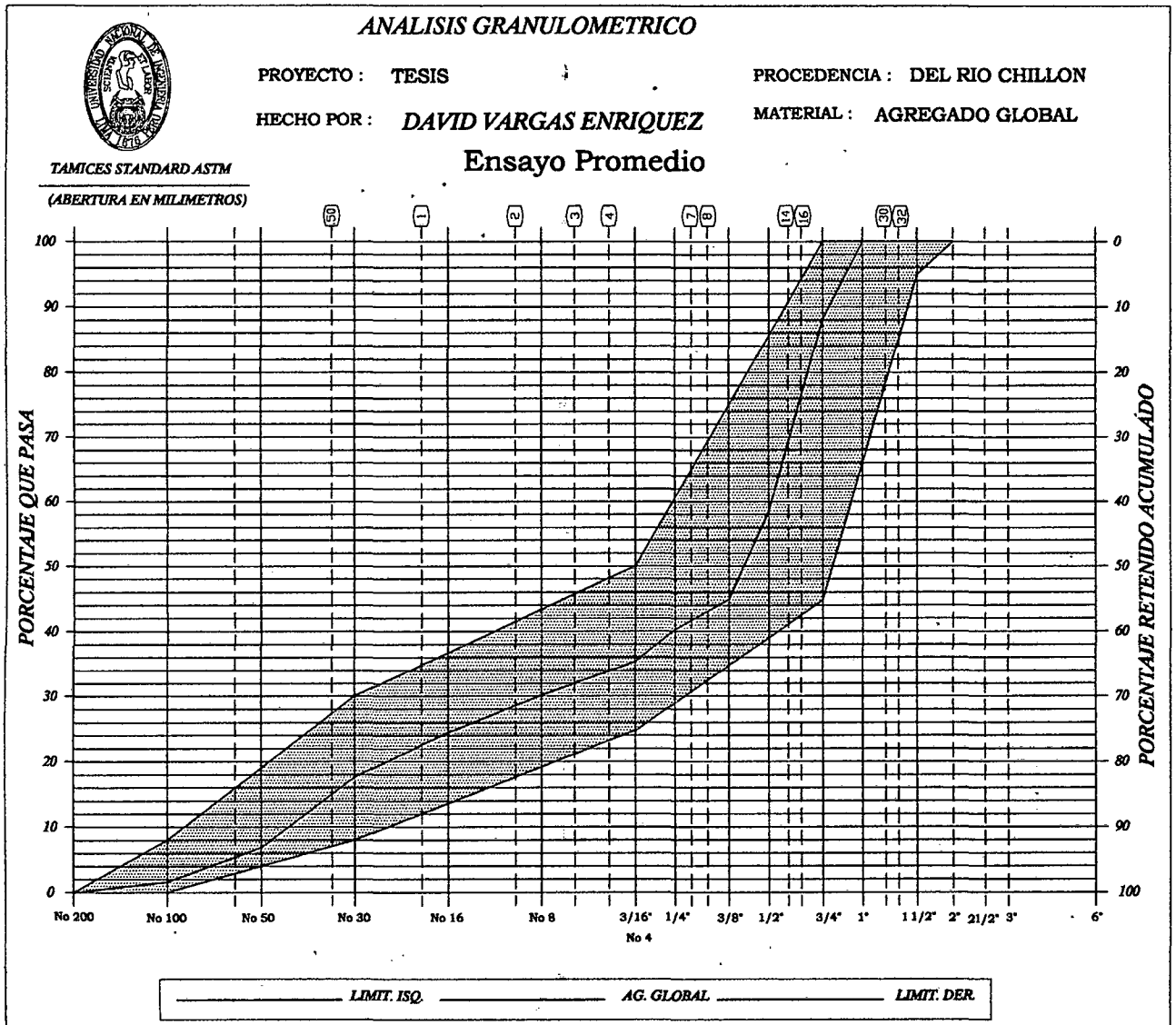
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL

Muestra : Piedra, cantera Trapiche, orillas del río Chillón
 Combinacion : ARENA = 45% y PIEDRA = 55% (28,000 gr.)
 Ensayo : PROMEDIO

TAMIZ Nro.	PESO RET. (grs.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	3340.33	11.93	11.93	88.07
1/2"	8250.00	29.46	41.39	58.61
3/8"	3810.00	13.61	55.00	45.00
1/4"	1306.66	4.67	59.67	40.33
Nº 4	1393.33	4.98	64.64	35.36
Nº 8	1480.00	5.29	69.93	30.07
Nº16	1606.67	5.74	75.67	24.33
Nº 30	1951.67	6.97	82.64	17.36
Nº 50	2956.67	10.56	93.20	6.80
Nº 100	1516.67	5.42	98.61	1.39
FONDO	388.00	1.39	100.00	0.00
SUMA = 28000				
MODULO DE FINURA = 5.51				

USO GRANULOMETRICO PARA TAMAÑOS NOMINALES DEL AGREGADO DE 3/4"

GRAFICO A-14



TESIS : ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA VARIANDO EL TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO CANTO RODADO DE RIO, USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE FRAGUADO NORMAL

ANEXO A-15

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GLOBAL

SEGÚN NORMA ASTM C - 33

TAMIZ		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA		
MALLA	mm	TAMAÑO NOMINAL 37.50 mm (1 1/2")	TAMAÑO NOMINAL 19.00 mm (3/4")**	TAMAÑO NOMINAL 9.50 mm (3/8")
2"	50.800	100		
1 1/2"	38.100	95 a 100	100	
3/4"	19.100	45 a 80	95 a 100	
1/2"	12.700			100
3/8"	9.520			95 a 100
Nº 4	4.760	25 a 50	35 a 55	30 a 65
Nº 8	2.380			20 a 50
Nº 16	1.190			15 a 40
Nº 30	0.593	8 a 30	10 a 35	10 a 30
Nº 50	0.250			5 a 15
Nº 100	0.149	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

* Incrementar a 10% para finos de roca triturada.

** En este estudio la curva promedio está comprendida entre los límites correspondientes al tamaño nominal de 3/4"

ANEXO – B

DISEÑO DE MEZCLAS

Diseños de Mezclas de prueba para calcular la cantidad de agua para un diseño óptimo de cada relación agua-cemento (a/c)

DISEÑO DE MESCLAS DE PRUEBA PARA A/C = 0.40

(CONCRETO SIN ADITIVO)

ANEXO B-1

MEZCLA DE PRUEBA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNLOBR.	DIS.(50Kg.)
Nro. 1	Cemento (kg)	487.5	0.157	1.0000	487.5	1	10.145
	Agua (lt)	195	0.195	0.4000	206.00	0.423	4.287
	Arena (kg)	763.127	0.285	1.5654	768.01	1.575	15.983
	Piedra (kg)	936.542	0.348	1.9211	941.04	1.930	19.584
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	0.75"					
Nro. 2	Cemento (kg)	525	0.169	1.0000	525	1	11.025
	Agua (lt)	210	0.210	0.4000	221.82	0.423	5.031
	Arena (kg)	729.701	0.273	1.3899	734.37	1.399	16.655
	Piedra (kg)	895.524	0.333	1.7058	899.82	1.714	20.407
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	3"					
Nro. 3	Cemento (kg)	562.5	0.181	1.0000	562.5	1	11.917
	Agua (lt)	225	0.225	0.4000	236.30	0.420	6.573
	Arena (kg)	697.130	0.261	1.2393	701.59	1.247	#¡REF!
	Piedra (kg)	855.551	0.319	1.5210	859.66	1.528	#¡REF!
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	4.5"					

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON", tamaño máximo del A.G.=1"

DISEÑO DE MESCLAS DE PRUEBA PARA A/C = 0.45

(CONCRETO SIN ADITIVO)

ANEXO B-2

MEZCLA DE PRUEBA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNI.OBR.	DIS.(54Kg.)
Nro. 1	Cemento (kg)	411.11	0.132	1.0000	411.11	1	9.214
	Agua (lt)	185.00	0.185	0.4500	198.03	0.482	4.438
	Arena (kg)	803.88	0.301	1.9554	809.02	1.968	18.132
	Piedra (kg)	986.56	0.367	2.3997	991.29	2.411	22.217
	% Aire	0.02	0.015				
	Slump	1"					
Nro. 2	Cemento (kg)	455.55	0.146	1.0000	455.55	1	10.333
	Agua (lt)	205.00	0.205	0.4500	217.36	0.477	4.930
	Arena (kg)	762.60	0.285	1.6740	767.48	1.685	17.408
	Piedra (kg)	935.90	0.348	2.0544	940.39	2.064	21.330
	% Aire	0.02	0.015				
	Slump	3.25"					
Nro. 3	Cemento (kg)	488.88	0.157	1.0000	488.88	1	11.190
	Agua (lt)	220.00	0.220	0.4500	231.86	0.474	5.307
	Arena (kg)	731.64	0.274	1.4966	736.33	1.506	16.853
	Piedra (kg)	897.91	0.334	1.8367	902.22	1.845	20.650
	% Aire	0.02	0.015				
	Slump	4.75"					

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON", tamaño máximo del A.G.=1"

DISEÑO DE MESCLAS DE PRUEBA PARA A/C = 0.50

(CONCRETO SIN ADITIVO)

ANEXO B-3

MEZCLA DE PRUEBA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNI.OBR.	DIS.(54Kg.)
Nro. 1	Cemento (kg)	360	0.116	1.0000	360	1	8.061
	Agua (lt)	180	0.180	0.5000	193.44	0.537	4.332
	Arena (kg)	829.678	0.310	2.3047	834.99	2.319	18.697
	Piedra (kg)	1018.221	0.379	2.8284	1023.11	2.842	22.910
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	0.75"					
Nro. 2	Cemento (kg)	400	0.129	1.0000	400	1	9.067
	Agua (lt)	200	0.200	0.5000	212.80	0.532	4.824
	Arena (kg)	790.121	0.295	1.9753	795.18	1.988	18.024
	Piedra (kg)	969.674	0.361	2.4242	974.33	2.436	22.085
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	3.25"					
Nro. 3	Cemento (kg)	430	0.138	1.0000	430	1	9.837
	Agua (lt)	215	0.215	0.5000	227.32	0.529	5.201
	Arena (kg)	760.453	0.284	1.7685	765.32	1.780	17.509
	Piedra (kg)	933.264	0.347	2.1704	937.74	2.181	21.453
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	4.5"					

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON", tamaño máximo del A.G.=1"

DISEÑO DE MESCLAS DE PRUEBA PARA A/C = 0.55
(CONCRETO SIN ADITIVO)

ANEXO B-4

MEZCLA DE PRUEBA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNI.OBR.	DIS.(54Kg.)
Nro. 1	Cemento (kg)	318.18	0.102	1.0000	318.18	1	7.115
	Agua (lt)	175	0.175	0.5500	188.80	0.593	4.222
	Arena (kg)	851.883	0.318	2.6774	857.34	2.694	19.172
	Piedra (kg)	1045.472	0.389	3.2858	1050.49	3.302	23.491
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	0.5"					
Nro. 2	Cemento (kg)	354.54	0.114	1.0000	354.54	1	8.027
	Agua (lt)	195	0.195	0.5500	208.19	0.587	4.713
	Arena (kg)	813.735	0.304	2.2952	818.94	2.310	18.541
	Piedra (kg)	998.655	0.372	2.8168	1003.45	2.830	22.718
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	3.25"					
Nro. 3	Cemento (kg)	381.81	0.123	1.0000	381.81	1	8.726
	Agua (lt)	210	0.210	0.5500	222.72	0.583	5.090
	Arena (kg)	785.124	0.294	2.0563	790.15	2.069	18.058
	Piedra (kg)	963.542	0.359	2.5236	968.17	2.536	22.126
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	4.25"					

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON", tamaño máximo del A.G.=1"

CUADRO DE RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS FINALES (T.M.A.=1")

(CONCRETO SIN ADITIVO)

ANEXO B-5

TIPO DE MEZCLA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNI.OBR.	DIS.(50Kg.)
A/C=0.40	Cemento (kg)	507.5	0.163	1.0000	507.5	1	10.614
	Agua (lt)	203	0.203	0.4000	215.07	0.424	4.498
	Arena (kg)	744.901	0.278	1.4678	749.67	1.477	15.678
	Piedra (kg)	914.178	0.340	1.8013	918.57	1.810	19.210
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	3.6"					
A/C=0.45	Cemento (kg)	435.5	0.140	1.0000	435.5	1	9.097
	Agua (lt)	196	0.196	0.4501	208.66	0.479	4.359
	Arena (kg)	781.195	0.292	1.7938	786.19	1.805	16.422
	Piedra (kg)	958.720	0.357	2.2014	963.32	2.212	20.122
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	3.5"					
A/C=0.50	Cemento (kg)	380	0.122	1.0000	380	1	7.927
	Agua (lt)	190	0.190	0.5000	203.12	0.535	4.237
	Arena (kg)	809.899	0.303	2.1313	815.08	2.145	17.003
	Piedra (kg)	993.947	0.370	2.6157	998.72	2.628	20.833
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	3.4"					
A/C=0.55	Cemento (kg)	336.36	0.108	1.0000	336.36	1	7.008
	Agua (lt)	185	0.185	0.5500	198.50	0.590	4.135
	Arena (kg)	832.809	0.311	2.4759	838.14	2.492	17.461
	Piedra (kg)	1022.064	0.381	3.0386	1026.97	3.053	21.396
	% Aire	1.50%	0.015				
	Slump	3.2"					

DISEÑO DE MESCLAS DE PRUEBA PARA A/C = 0.40

(CONCRETO CON ADITIVO)

ANEXO B-6

MEZCLA DE PRUEBA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNI.OBR.	DIS.(50Kg.)	
Nro. 1	Cemento (kg)	487.5	0.157	1.0000	487.5	1	10.145	
	Agua (lt)	195	0.195	0.4000	206.00	0.423	4.186	
	Arena (kg)	763.127	0.285	1.5654	768.01	1.575	15.983	
	Piedra (kg)	936.542	0.348	1.9211	941.04	1.930	19.584	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.101
	Slump	0.75"						
Nro. 2	Cemento (kg)	525	0.169	1.0000	525	1	11.025	
	Agua (lt)	210	0.210	0.4000	221.82	0.423	4.921	
	Arena (kg)	729.701	0.273	1.3899	734.37	1.399	16.655	
	Piedra (kg)	895.524	0.333	1.7058	899.82	1.714	20.407	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.110
	Slump	3"						
Nro. 3	Cemento (kg)	562.5	0.181	1.0000	562.5	1	11.917	
	Agua (lt)	225	0.225	0.4000	236.30	0.420	6.454	
	Arena (kg)	697.130	0.261	1.2393	701.59	1.247	22.469	
	Piedra (kg)	855.551	0.319	1.5210	859.66	1.528	50.000	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.119
	Slump	4.5"						

LEYENDA:

- Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON", tamaño máximo del A.G.=1"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

DISEÑO DE MESCLAS DE PRUEBA PARA A/C = 0.45

(CONCRETO CON ADITIVO)

ANEXO B-7

MEZCLA DE PRUEBA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNLOBR.	DIS.(54Kg.)	
Nro. 1	Cemento (kg)	411.11	0.132	1.0000	411.11	1	9.214	
	Agua (lt)	185	0.185	0.4500	198.03	0.482	4.346	
	Arena (kg)	803.877	0.301	1.9554	809.02	1.968	18.132	
	Piedra (kg)	986.556	0.367	2.3997	991.29	2.411	22.217	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.092
	Slump	1"						
Nro. 2	Cemento (kg)	455.55	0.146	1.0000	455.55	1	10.333	
	Agua (lt)	205	0.205	0.4500	217.36	0.477	4.827	
	Arena (kg)	762.601	0.285	1.6740	767.48	1.685	17.408	
	Piedra (kg)	935.900	0.348	2.0544	940.39	2.064	21.330	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.103
	Slump	3.25"						
Nro. 3	Cemento (kg)	488.88	0.157	1.0000	488.88	1	11.190	
	Agua (lt)	220	0.220	0.4500	231.86	0.474	5.195	
	Arena (kg)	731.644	0.274	1.4966	736.33	1.506	16.853	
	Piedra (kg)	897.909	0.334	1.8367	902.22	1.845	20.650	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.112
	Slump	4.75"						

LEYENDA:

- Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON", tamaño máximo del A.G.=1"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

DISEÑO DE MESCLAS DE PRUEBA PARA A/C = 0.50

(CONCRETO CON ADITIVO)

ANEXO B-8

MEZCLA DE PRUEBA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNI.OBR.	DIS.(54Kg.)	
Nro. 1	Cemento (kg)	360	0.116	1.0000	360	1	8.061	
	Agua (lt)	180	0.180	0.5000	193.44	0.537	4.251	
	Arena (kg)	829.678	0.310	2.3047	834.99	2.319	18.697	
	Piedra (kg)	1018.221	0.379	2.8284	1023.11	2.842	22.910	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.081
	Slump	0.75"						
Nro. 2	Cemento (kg)	400	0.129	1.0000	400	1	9.067	
	Agua (lt)	200	0.200	0.5000	212.80	0.532	4.733	
	Arena (kg)	790.121	0.295	1.9753	795.18	1.988	18.024	
	Piedra (kg)	969.674	0.361	2.4242	974.33	2.436	22.085	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.091
	Slump	3.25"						
Nro. 3	Cemento (kg)	430	0.138	1.0000	430	1	9.837	
	Agua (lt)	215	0.215	0.5000	227.32	0.529	5.102	
	Arena (kg)	760.453	0.284	1.7685	765.32	1.780	17.509	
	Piedra (kg)	933.264	0.347	2.1704	937.74	2.181	21.453	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.098
	Slump	4.5"						

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON", tamaño máximo del A.G.=1"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

DISEÑO DE MESCLAS DE PRUEBA PARA A/C = 0.55

(CONCRETO CON ADITIVO)

ANEXO B-9

MEZCLA DE PRUEBA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNLOBR.	DIS.(54Kg.)	
Nro. 1	Cemento (kg)	318.18	0.102	1.0000	318.18	1	7.115	
	Agua (lt)	175	0.175	0.5500	188.80	0.593	4.151	
	Arena (kg)	851.883	0.318	2.6774	857.34	2.694	19.172	
	Piedra (kg)	1045.472	0.389	3.2858	1050.49	3.302	23.491	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.071
	Slump	0.5"						
Nro. 2	Cemento (kg)	354.54	0.114	1.0000	354.54	1	8.027	
	Agua (lt)	195	0.195	0.5500	208.19	0.587	4.633	
	Arena (kg)	813.735	0.304	2.2952	818.94	2.310	18.541	
	Piedra (kg)	998.655	0.372	2.8168	1003.45	2.830	22.718	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.080
	Slump	3.25"						
Nro. 3	Cemento (kg)	381.81	0.123	1.0000	381.81	1	8.726	
	Agua (lt)	210	0.210	0.5500	222.72	0.583	5.003	
	Arena (kg)	785.124	0.294	2.0563	790.15	2.069	18.058	
	Piedra (kg)	963.542	0.359	2.5236	968.17	2.536	22.126	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.087
	Slump	4.25"						

LEYENDA:

- Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON", tamaño máximo del A.G.=1"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

CUADRO DE RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS FINALES (T.M.A.=1")
(CONCRETO CON ADITIVO)

ANEXO B-10

TIPO DE MEZCLA	MATERIAL	PESO SECO	V. ABS.	DIS.UNIT.	DIS.OBR.	DIS.UNI.OBR.	DIS.(50Kg.)	
A/C=0.40	Cemento (kg)	507.5	0.163	1.0000	507.5	1	10.614	
	Agua (lt)	203.00	0.203	0.4000	215.07	0.424	4.392	
	Arena (kg)	744.901	0.278	1.4678	749.67	1.477	15.678	
	Piedra (kg)	914.178	0.340	1.8013	918.57	1.810	19.210	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.106
	Slump	3.6"						
A/C=0.45	Cemento (kg)	435.5	0.140	1.0000	435.5	1	9.097	
	Agua (lt)	196	0.196	0.4501	208.66	0.479	4.268	
	Arena (kg)	781.195	0.292	1.7938	786.19	1.805	16.422	
	Piedra (kg)	958.720	0.357	2.2014	963.32	2.212	20.122	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.091
	Slump	3.5"						
A/C=0.50	Cemento (kg)	380	0.122	1.0000	380	1	7.927	
	Agua (lt)	190	0.190	0.5000	203.12	0.535	4.158	
	Arena (kg)	809.899	0.303	2.1313	815.08	2.145	17.003	
	Piedra (kg)	993.947	0.370	2.6157	998.72	2.628	20.833	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.079
	Slump	3.4"						
A/C=0.55	Cemento (kg)	336.36	0.108	1.0000	336.36	1	7.008	
	Agua (lt)	185	0.185	0.5500	198.50	0.590	4.065	
	Arena (kg)	832.809	0.311	2.4759	838.14	2.492	17.461	
	Piedra (kg)	1022.064	0.381	3.0386	1026.97	3.053	21.396	
	% Aire	1.50%	0.015					
	Aditivo (lt)	El 1% del peso del cemento						0.070
	Slump	3.2"						

GRAFICO B-1

DETERMINACION DEL AGUA DE MEZCLA

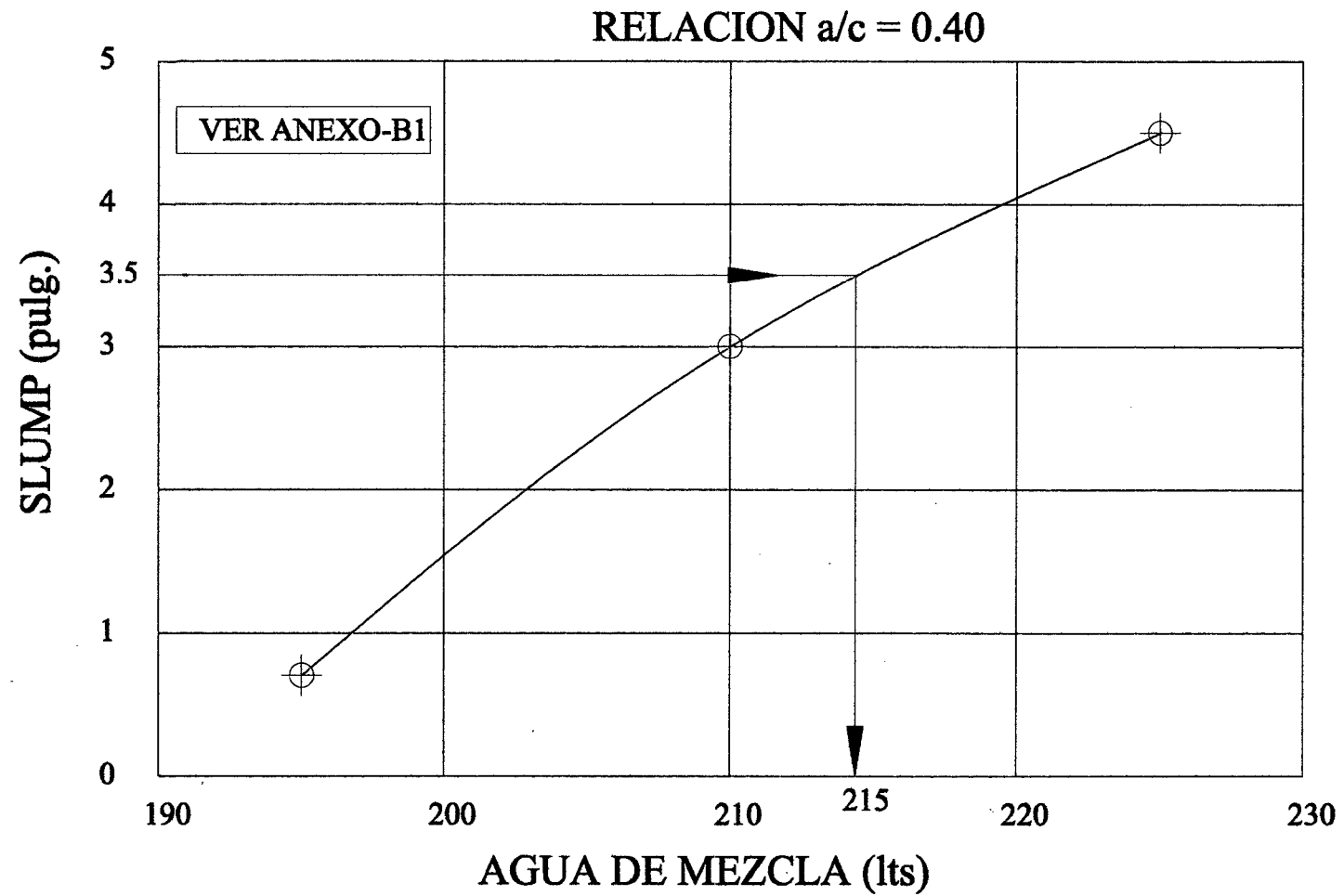


GRAFICO B-2

DETERMINACION DEL AGUA DE MEZCLA

RELACION a/c = 0.45

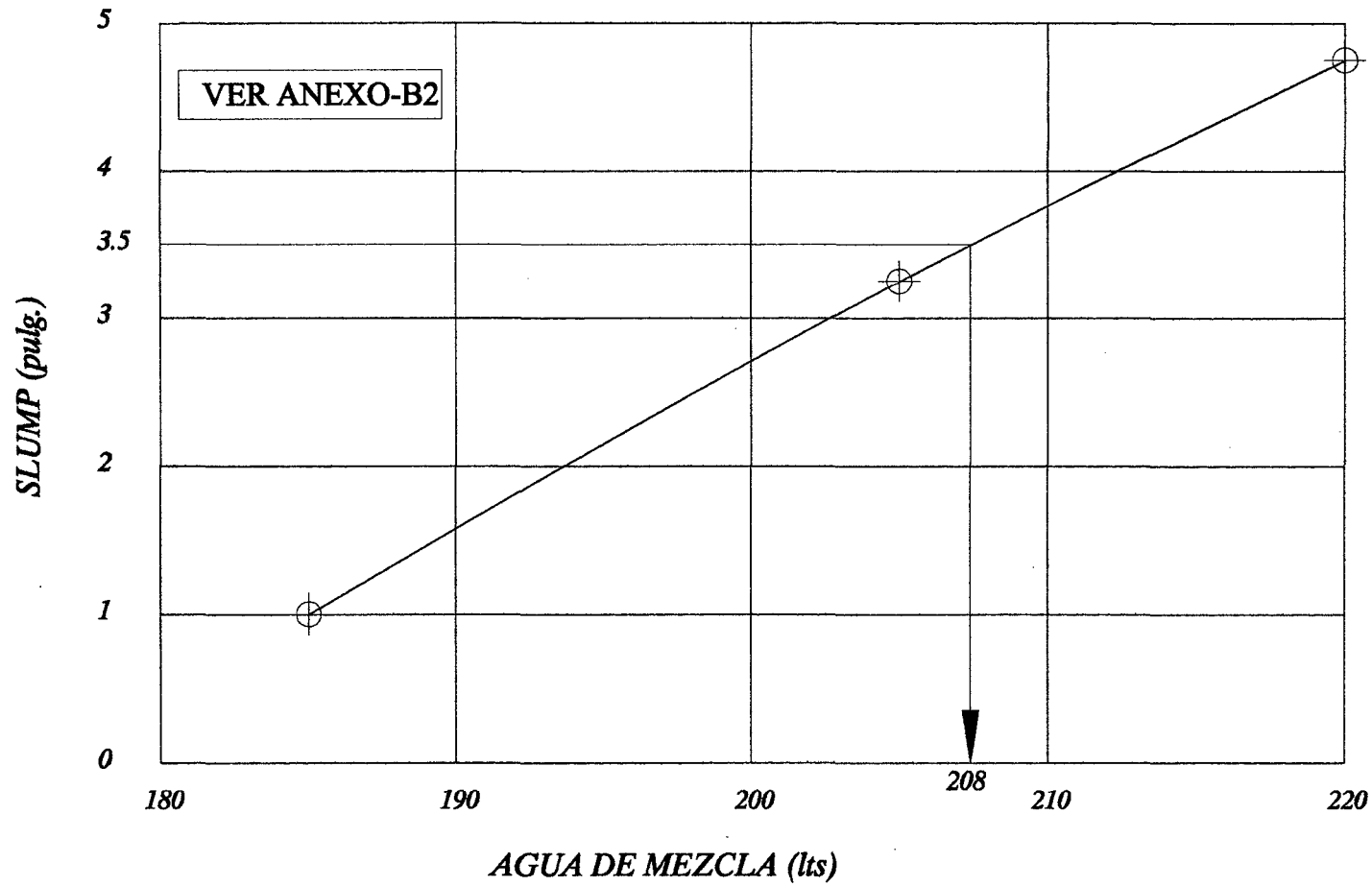


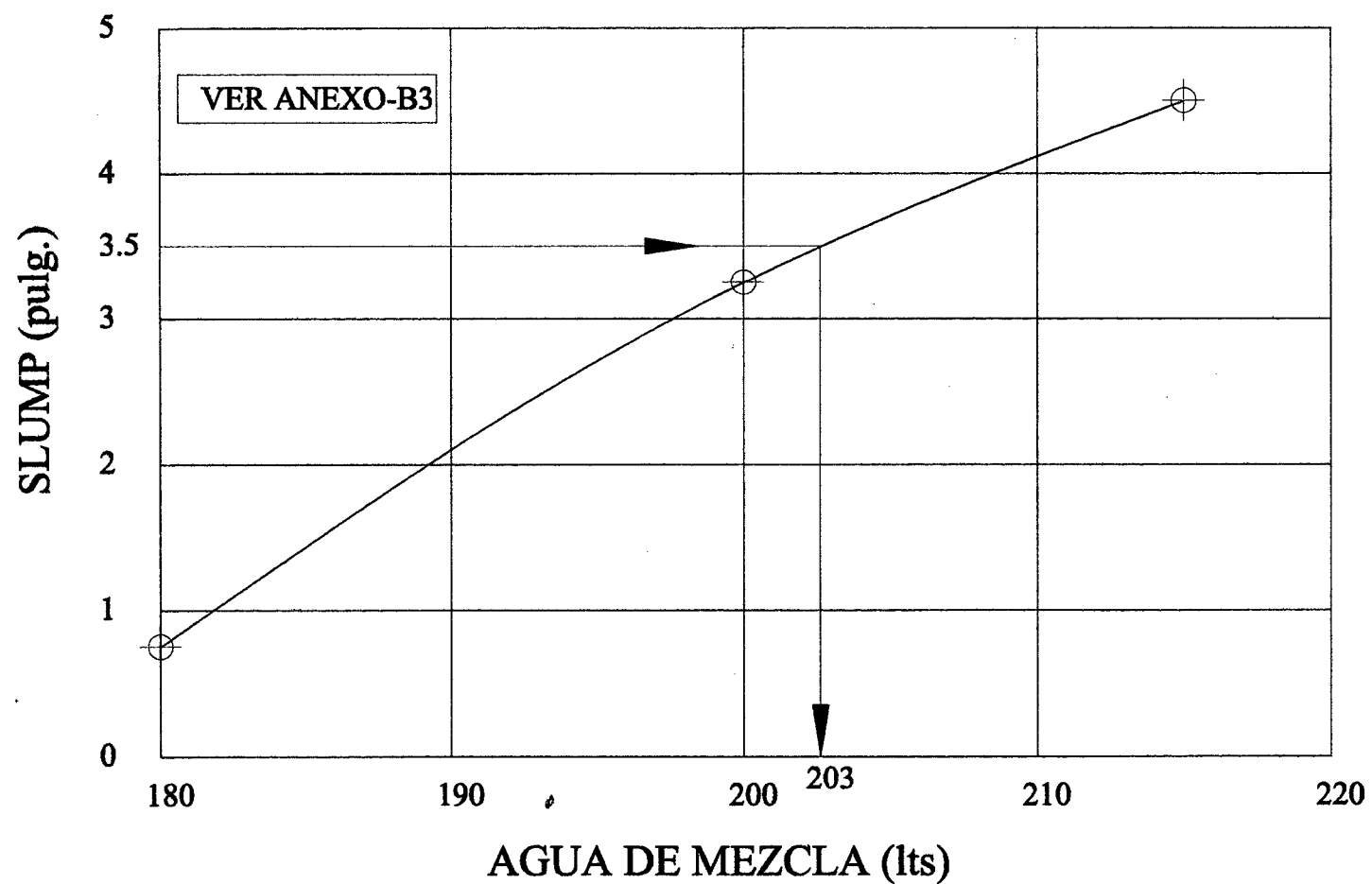
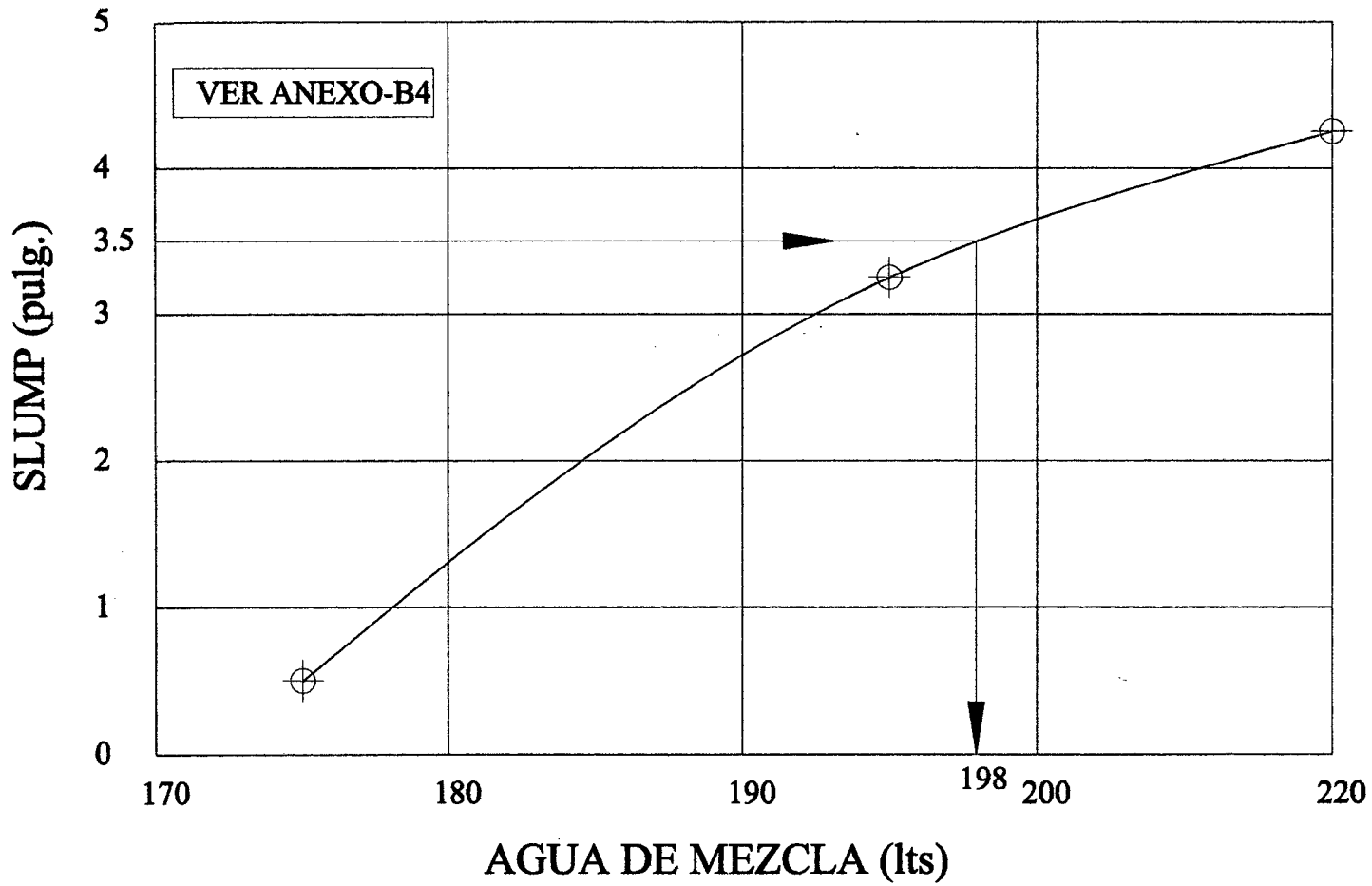
GRAFICO B-3**DETERMINACION DEL AGUA DE MEZCLA****RELACION $a/c = 0.50$** 

GRAFICO B-4

DETERMINACION DEL AGUA DE MEZCLA

RELACION a/c = 0.55



ANEXO – C

PROCEDIMIENTOS Y

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO

ENSAYO DE FLUIDEZ "NORMA NTP 339.085"**PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO**

El ensayo consiste en determinar el aumento del diámetro que experimenta la base inferior de un tronco de cono de masa de concreto fresco, sometido a sacudidas sucesivas.

Se procede a tomar una muestra del concreto fabricado, se limpia y se moja la mesa de sacudidas, quitando el exceso de agua con una esponja. Se centra el molde sobre la mesa, se sujeta firmemente y se hecha una cierta cantidad del material suficiente para llenar la mitad del molde.

Con la barra compactadora se aplican veinticinco golpes distribuidos uniformemente por toda la sección de la masa. Se procede a llenar el molde con exceso y se aplica otros veinticinco golpes con la varilla, procurando hasta que penetre hasta la capa inferior y que la masa rellene todos los huecos.

Se retira el concreto sobrante y se limpia la mesa. Se saca el molde levantándola con cuidado verticalmente, lo más rápido posible.

Luego se eleva y se deja caer durante 15 veces, desde una altura de 12.5 mm en 15 segundos girando la manivela con una velocidad uniforme.

Se determina el índice de consistencia calculando el tanto por ciento del aumento del diámetro, expresado en centímetros, de la base inferior del tronco de cono.

Se toma como diámetro medio del concreto extendido, la media aritmética de seis mediciones del diámetro, distribuidas simétricamente.

$$F = (D - 25) * 100 / 25$$

Donde: **D=** Diámetro promedio **F=** Factor de asentamiento.

ENSAYO DE EXUDACION "NORMA NTP 339.077"**PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO**

Los aparatos a usar son: recipiente cilíndrico de metal de 25cm de diámetro o capacidad de ½ pie cúbico y una pipeta o jeringa para extraer el agua exudada.

La temperatura debe de ser de ambiente entre 18° a 24°C, inmediatamente después de

llenar, nivelar y alisar la superficie del recipiente se anota la hora, peso y su contenido.

Se coloca el recipiente sobre una superficie nivelada o sobre un piso libre de vibraciones y se tapa, manteniendo la misma en su lugar durante el ensayo.

Se extrae el agua que se haya acumulado en la superficie con la pipeta a intervalos de 10s durante los primeros 40 minutos, y a intervalos de 30 minutos de allí en adelante hasta que sece la exudación. Para facilitar la extracción del agua el recipiente se inclina en un taco aproximadamente de 5cm de espesor, dos minutos antes de extraer el agua.

Después de extraer el agua exudada se regresa el recipiente a su posición original para posteriormente proceder a lo anterior explicado.

Se calcula el agua acumulada de exudación, expresada como porcentaje del agua de mezclado contenida en la probeta de ensayo, como sigue:

$$C = w \times S / W$$

$$\text{Exudación (\%)} = D \times 100 / C$$

donde:

C : Masa de agua en la probeta de ensayo, en gramos.

W: Masa total de la mezcla, en kilogramos

w: Masa neta del agua en la mezcla en kilogramos

S: Masa de la muestra en kilogramos

D: Volumen total del agua de exudación extraída de la probeta de ensayo en cm^3 , multiplicado por 1 g/cm^3 o masa del agua de exudación en gramos.

ENSAYO DE PESO UNITARIO "NORMA NTP 339.046"

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

La Norma correspondiente a este ensayo es NTP 339.046; Según el tamaño máximo nominal del agregado grueso del concreto, los recipientes requeridos tendrán capacidades de 14 dm^3 ($1/2 \text{ pie}^3$) 28 dm^3 (1 pie^3).

Como el tamaño nominal máximo de nuestro agregado grueso es de $3/4"$ nos corresponde utilizar el recipiente de $1/2 \text{ pie}^3$. Una vez preparado el concreto se toma una muestra representativa y se llena hasta un tercio de su capacidad del recipiente y la masa del concreto se compacta con 25 golpes en forma de espiral de afuera al centro. De la misma manera se llenan las capas restantes, cuidando que la última capa se llena con un poco de exceso.

Al compactar la primera capa la barra compactadora no debe tocar el fondo del recipiente.

Al compactar la segunda y la tercera capa se aplica la fuerza necesaria para que la barra penetre ligeramente en la superficie de la anterior.

La superficie exterior del recipiente se golpea ligeramente de 10 a 15 veces o hasta que no aparezcan burbujas grandes de aire en la superficie.

La superficie superior se alisa y termina con una plancha, el material adherido en las paredes externas se limpia y se procede a pesar la muestra.

El peso unitario se calcula dividiendo el peso neto del concreto entre el volumen del recipiente.

$$PU = PC / VB$$

Donde:

PU: Peso unitario del concreto

PC: Peso del concreto neto

VB: Volumen del recipiente.

4.5 ENSAYO DE ASENTAMIENTO “NORMA ITINTEC 339.035”

Se determina basándose en el “Slump” o asentamiento. Este ensayo es empleado para obtener características de comportamiento del concreto fresco. El comportamiento del concreto en la prueba indica su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido del agua de la mezcla.

En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento depende de varios factores.

Se requiere mas agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. No debe confundirse el concepto de consistencia con el de trabajabilidad, que es una acepción mas amplia expresa la propiedad del concreto para ser mezclado con facilidad, brindando un material homogéneo, capaz de ser transportado y colocado en moldes sin segregar con la mayor compacidad.

No existe actualmente una prueba válida para caracterizar la trabajabilidad, definida con rigor como la cantidad de trabajo interno útil requerido para realizar la completa

consolidación del concreto. El ensayo de asiento indica uno de los factores de la trabajabilidad, como es la consistencia.

El ensayo de asiento ha demostrado ser de utilidad para evaluar la aptitud de las mezclas en la consolidación en diferentes tipos de estructuras de concreto.

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO "NORMA ITINTEC 339.0825"

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Los recipientes a usarse deben ser de forma cilíndrica de 150 mm de diámetro y 150 mm de altura.

Debe contarse con un aparato hidráulica con capacidad de 60 daN a 100 daN (60 Kg a 100kgf) provisto de un dispositivo medidor de presión y un medidor de carga de escala graduada.

También deben disponerse de agujas cilíndricas cambiables con las siguientes áreas: 645 , 323 , 161, 65 , 32 y 16 mm².

La muestra del mortero que se va a ensayar se obtiene al hacer pasar al concreto preparado por el tamiz 4,76 mm la cual debemos mezclar manualmente y ponerlo en el recipiente.

La muestra del mortero se compacta haciendo penetrar el extremo semiesférico de la varilla dentro del mortero, dando un golpe por cada 650 mm² de superficie en la muestra, se golpean con la varilla los costados ligeramente hasta eliminar el aire que contenga.

Las muestra se almacenan a temperatura ambiente, dichas muestra también deben protegerse del sol para evitar el secado inmediato. Antes del ensayo se retira el agua que haya exudado con una pipeta.

Para muestras normales y temperaturas normales el primer ensayo se debe realizar cuando haya transcurrido de 3h a 4h y los demás ensayos a cada hora.

Según el estado de endurecimiento del mortero se coloca la aguja apropiada y se pone en contacto con el mortero; con una fuerza vertical gradual durante aproximadamente 10 s, hasta que se logre una penetración de por lo menos de 25 mm.

Se registra la fuerza aplicada, el área de la aguja de penetración y la hora del ensayo.

Se calcula la resistencia a la penetración en lb/pulg², como cociente de la fuerza requerida y el área de la aguja utilizada, ver cuadros de calculo del tiempo de fraguado.

$$P = F / A$$

Donde :

P: Resistencia a la penetración en lb/ pulg²

F: Fuerza necesaria para penetrar 25mm

A: Área de contacto de la aguja con el mortero

Los resultados de todos los ensayos realizados con el concreto fresco se muestran en el capítulo VII.

ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

El ensayo consiste en fabricar probetas cilíndricas de 15X30cm previamente capeados los extremos de la probeta.

Antes de capearlos y posteriormente las probetas se retiran de la poza de curado y se dejan secar por espacio de 3hrs. aproximadamente, una vez secado superficialmente se procede al capeado con el CAPIN (confinación de azufre y bentonita), dejar secar por lo menos 10 minutos.

Una vez preparada el testigo se mide el diámetro (promedio de tres medidas) y se procede a ensayarla en la maquina compresora.

Un aspecto fundamental es que uno de los cabezales de aplicación de carga debe ser rotulado, y la probeta tiene que colocarse muy bien centrada para evitar efectos de flexión compuesta.

La aplicación de la velocidad de la carga debe ser constante (20- 50 lb/plg²/seg), por lo menos durante la segunda mitad de la aplicación de la carga de rotura estimada. La aplicación intermitente de la carga producida por el manejo de la maquina, afectan negativamente a los valores de f'c del concreto.

La lectura que se obtiene de la maquina compresora es la carga que soporta dicho testigo y para calcular el f'c del concreto se divide dicha carga obtenida entre el área de aplicación de la fuerza:

$$f' c = \text{fuerza} / \text{área} \dots (\text{kg}/\text{cm}^2)$$

En la presente tesis de investigación se realizaron un total de 162 probetas para el ensayo a la compresión; en el cuadro correspondiente se describe el ensayo realizado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR OMPRESION

DIAMETRAL

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

Primeramente se coloca un listón de apoyo en la placa inferior, enseguida se coloca la probeta; tratando de ponerlo bien centrado. Enseguida se coloca el otro listón de apoyo centrándolo también longitudinalmente.

Se aplica la carga a la probeta con una velocidad en forma continua, evitando el impacto, esto se aplica hasta la rotura.

La velocidad de aplicación de la carga indicada para probetas normales esta comprendida entre 5000 y 10000 da N/min.

El esfuerzo de tracción por compresión diametral se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_d = 2 * P / (\pi * L * d)$$

Donde:

F_d = Esfuerzo de tracción indirecta Kg/cm².

P = Carga máxima indicada por la maquina de ensayo en Kg.

L = Longitud del cilindro en cm.

d = Diámetro del cilindro en cm.

En la presente tesis de investigación se realizaron un total de 54 probetas para el ensayo a la tracción por compresión diametral. En la tabla se muestran los resultados.

ENSAYO DE MODULO ELASTICIDAD ESTATICO

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Como el concreto no es un material linealmente elástico, en ningún momento sigue la ley de Hooke, es decir que el diagrama esfuerzo deformación no presenta ningún tramo recto. De manera que el “seudo Modulo de Elasticidad “, es la pendiente de la secante a la curva s vs e desde el origen a un punto de tensión determinada (generalmente la tensión de trabajo).

Para esfuerzos de trabajo pequeños y alternantes el módulo en el origen puede tomarse como el modulo de elasticidad dinámico.

El modulo de elasticidad del concreto E_c es una función compleja de muchas variables como la tensión de trabajo, forma de sollicitación, duración de las cargas, estado higroscópico, etc.

El ACI sugiere la siguiente expresión para su calculo:

$$E_c = W^{1.5} * 4270 * (f'_c)^{0.5}$$

Donde:

W = Peso especifico del concreto T/m^3 .

f'_c = Resistencia en kg/cm^2 .

Existen varios métodos como el mencionado anteriormente; pero uno de los mas conocidos es el de los Niveles Ópticos, cuyo equipo usado es los Espejos Martens, este método es rápido y no requiere mucha preparación.

Los puntos que definen la cuerda para la determinación del modulo respectivo son:

- a) El punto de curva esfuerzo deformación corresponde a una deformación unitaria de $0.5 * 10^{-4}$ y su esfuerzo correspondiente.

- b) El punto de la curva E- & que corresponde al 40% de la compresión y la deformación, para este punto, determinan el modulo elástico.

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

Donde :

E2 = Esfuerzo de la máxima carga en kg/cm^2 (40%).

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

D2= Deformación unitaria correspondiente a E2.

El ensayo consiste en fabricar probetas cilíndricas de 15X30 cm. de alto que tienen que estar previamente capeados.

Se prepara y se conduce a la maquina de compresión y se aplicara una fuerza constante de 2000 Kg. intervalo a la cual se leerá la deformación unitaria.

EQUIPO USADO PARA DICHO ENSAYO

1.- Extensiómetro:

Dos barras de 15cm. de longitud que se ubican verticalmente en los extremos de la probeta y sujetadas por un marco metálico. Se coloca a 1/3 central de la probeta cada barra tiene en sus extremos unas rueditas que permiten la colocación de ambos, del rombo de varillas que contienen los espejos.

Los extensiómetros se colocan con las vías hacia arriba para poder colocar los espejos.

2.- Espejos:

En cada extensiómetro va una varilla sujeta en su parte central en donde , tiene forma de romboide por las rueditas del extensiómetro. Por el extremo tiene un espejo de 1.5 cm de lado, que al aplicarse la carga puede girar con la varilla respectos a ellos

mismos. La distribución de los espejos es una en la parte posterior y otra delante del espécimen.

3.- Lentes:

Instalados en un trípode de 2 anteojos, para poder ver los espejos correspondientes al lado que están ubicados y a través de los espejos divisar las reglas graduadas en cm, que están ubicados al lado de cada antejo. La ubicación del trípode depende de la distancia entre la regla y el espejo que es generalmente de 1.25 m.

Se ensayaron en total 12 probetas de 15X30cm.

Los resultados de todos los ensayos realizados con el concreto endurecido se muestran en el capítulo VII.

ANEXO – D

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

CUADROS DEL CONCRETO

FRESCO

ENSAYO DE FLUIDEZ

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	RELACIÓN A/C	DIÁMETRO (cms)			PROMEDIO (cms)	%FLUIDEZ=(D-25)*100/25
1"	0.40	48.00	47.00	48.50	47.83	91.33
		48.00	47.50	48.00		
	0.45	51.00	50.50	51.00	50.77	103.07
		50.50	50.10	51.50		
	0.50	53.00	53.50	53.00	53.33	113.33
		54.00	53.50	53.00		
0.55	55.50	55.00	56.00	55.58	122.33	
3/4"	0.40	47.00	46.00	46.50	46.25	85.00
		46.50	45.50	46.00		
	0.45	50.50	49.50	51.00	49.67	98.67
		50.00	49.00	48.00		
	0.50	51.50	52.00	51.00	51.08	104.33
		50.50	51.00	50.50		
0.55	54.00	53.50	54.50	54.08	116.33	
	55.00	54.00	53.50			
1/2"	0.40	45.00	44.50	43.50	43.67	74.67
		43.50	42.50	43.00		
	0.45	50.00	49.50	48.50	48.83	95.33
		49.50	48.00	47.50		
	0.50	50.50	51.00	51.50	50.83	103.33
		50.50	50.50	51.00		
0.55	52.00	52.50	52.50	52.33	109.33	
	52.50	51.50	53.00			

LEYENDA:

Cemento : Pórtland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RÍO CHILLÓN"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RÍO CHILLÓN"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE EXUDACIÓN

TAMAÑO MÁXIMO DEL A.G.	A/C	PESO MAT. (KG)	PESO AGUA (Lt)	PESO DE CONCRETO (KG)	TIEMPO (min)										TIEM ACUM.	% EXUDACIÓN
					10	10	10	10	30	30	30	30	30	30	220 MIN	
					VOLUMEN (ML)										VOL ACUM.	
1"	0.40	50.00	4.498	34.95	0.5	1.5	2.5	4.5	6.5	8.0	4.0	0.0	0.0	0.0	27.50	0.87
	0.45	50.00	4.359	34.35	0.0	0.6	1.8	2.5	4.0	8.0	10.0	9.5	5.0	0.0	41.40	1.38
	0.50	50.00	4.237	34.10	0.5	1.0	2.0	2.5	3.5	7.0	11.0	8.5	5.8	0.0	41.80	1.45
	0.55	50.00	4.135	33.00	1.0	1.0	2.6	5.0	5.8	11.5	9.5	7.5	4.5	0.0	48.40	1.77
1/4"	0.40	50.00	4.473	36.05	0.0	0.5	2.0	2.0	4.0	9.0	5.0	1.0	0.0	0.0	23.50	0.73
	0.45	50.00	4.333	35.35	0.0	0.5	2.0	3.0	5.0	9.0	6.0	5.0	3.2	0.0	33.70	1.10
	0.50	50.00	4.211	35.20	0.2	1.5	2.3	3.2	5.5	8.5	6.5	4.8	3.5	0.0	36.00	1.21
	0.55	50.00	4.109	34.10	0.0	2.0	3.6	3.5	5.5	9.0	8.1	6.3	3.2	0.0	41.20	1.47
1/2"	0.40	50.00	4.462	36.75	0.0	0.5	1.5	1.5	4.0	8.0	5.0	0.0	0.0	0.0	20.50	0.63
	0.45	50.00	4.322	36.25	0.0	1.0	3.6	5.0	7.0	5.0	3.0	0.0	0.0	0.0	24.60	0.79
	0.50	50.00	4.2	36.10	0.0	0.0	0.5	2.0	6.0	5.0	5.0	5.4	5.4	0.0	29.30	0.97
	0.55	50.00	4.098	35.00	0.0	0.0	1.2	2.5	6.0	10.0	7.0	5.0	4.0	0.0	35.70	1.24

$$\text{EXUDACIÓN (\%)} = D \times 100 / C$$

$$C = w \times S / W$$

LEYENDA:

Cemento : Pórtland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RÍO CHILLÓN"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RÍO CHILLÓN"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

DONDE :

C: MASA DE AGUA EN LA PROBETA DE ENSAYO
W: MASA TOTAL DE LA MEZCLA EN Kg
w: MASA DEL AGUA EN LA MEZCLA EN Kg
S: MASA DE LA MUESTRA EN Kg
D: VOLUMEN TOTAL DE EXUDACIÓN

ENSAYO DE PESO UNITARIO

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	RELACIÓN A/C	PESO DEL MOLDE + CONCRETO A (kg)	PESO DEL MOLDE B (kg)	PESO DEL CONCRETO (A-B)	PESO UNITARIO (kg/cm ³)
1"	0.40	46.00	9.25	36.75	2595.65
	0.45	45.50	9.25	36.25	2560.34
	0.50	45.30	9.20	36.10	2549.74
	0.55	44.20	9.20	35.00	2472.05
3/4"	0.40	45.30	9.25	36.05	2546.21
	0.45	44.60	9.25	35.35	2496.77
	0.50	44.40	9.20	35.20	2486.18
	0.55	43.30	9.20	34.10	2408.48
1/2"	0.40	44.20	9.25	34.95	2468.52
	0.45	43.60	9.25	34.35	2426.14
	0.50	43.30	9.20	34.10	2408.48
	0.55	42.20	9.20	33.00	2330.79

LEYENDA:

Cemento : Pórtland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RÍO CHILLÓN"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RÍO CHILLÓN"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE ASENTAMIENTO

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	RELACIÓN A/C	SLUMP	OBSERVACION
1"	0.40	3.60"	Trabajable
	0.45	3.30"	Trabajable
	0.50	3.30"	Trabajable
	0.55	3.15"	Trabajable
3/4"	0.40	3.70"	Trabajable
	0.45	3.40"	Trabajable
	0.50	3.35"	Trabajable
	0.55	3.20"	Trabajable
1/2"	0.40	3.80"	Trabajable
	0.45	3.60"	Trabajable
	0.50	3.50"	Trabajable
	0.55	3.40"	Trabajable

LEYENDA:

Cemento	:	Pórtland tipo I Sol
Arena	:	Cantera "RÍO CHILLÓN"
Piedra	:	Canto rodado - cantera "RÍO CHILLÓN"
Aditivo	:	EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO CON TAMAÑO MÁXIMO DE A.G. 1"

RELACIÓN A/C	DIAM. AGUJA (PULG)	ÁREA (PULG) ^2	FUERZA (LIBR.)		PRESIÓN EN		HORA	TIEMPO TRANSC.	FRAG.INIC. (500 lb/pulg^2) (HORAS)	FRAG.FIN. (4000 lb/pulg^2) (HORAS)
			F1	F2	lb/pulg^2	kg/cm^2				
0.40	1 1/8"	0.9940	138	130	134.81	9.48	12.50	2.30	3.404 3:26	4.403 4:24
	1 3/16"	0.5190	112	110	213.87	15.04	1.20	3.00		
	9/16"	0.2480	98	96	391.13	27.50	1.50	3.30		
	5/16"	0.0767	50	50	651.89	45.83	2.15	3.55		
	4/16"	0.0490	100	100	2040.82	143.49	2.35	4.15		
	3/16"	0.0275	120	120	4363.64	306.81	2.55	4.45		
0.45	1 1/8"	0.9940	126	124	125.75	8.84	2.00	2.30	3.204 3:12	4.157 4:09
	1 3/16"	0.5190	150	160	298.65	21.00	2.30	3.10		
	9/16"	0.2480	170	170	685.48	48.20	3.00	3.30		
	5/16"	0.0767	106	118	1460.23	102.67	3.20	3.50		
	4/16"	0.0490	146	144	2959.18	208.06	4.00	4.10		
	3/16"	0.0275	182	182	6618.18	465.32	4.55	4.30		
0.50	1 1/8"	0.9940	130	130	130.78	9.20	12.45	2.30	3.184 3:11	4.419 4:25
	1 3/16"	0.5190	132	122	244.70	17.20	1.15	3.10		
	9/16"	0.2480	130	142	548.39	38.56	1.35	3.20		
	5/16"	0.0767	132	128	1694.92	119.17	2.05	3.50		
	4/16"	0.0490	106	120	2306.12	162.14	2.25	4.30		
	3/16"	0.0275	142	142	5163.64	363.06	2.45	4.50		
0.55	1 1/8"	0.9940	128	126	127.77	8.98	12.00	2.30	3.403 3:24	4.482 4:29
	1 3/16"	0.5190	110	110	211.95	14.90	12.30	3.00		
	9/16"	0.2480	122	108	463.71	32.60	1.00	3.40		
	5/16"	0.0767	132	130	1707.95	120.09	1.20	3.50		
	4/16"	0.0490	122	118	2448.98	172.19	1.40	4.10		
	3/16"	0.0275	112	112	4072.73	286.35	2.00	4.50		

LEYENDA:

Cemento : Pórtland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RÍO CHILLÓN"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RÍO CHILLÓN", tamaño máximo del A.G.=1"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO CON TAMAÑO MÁXIMO DE A.G. 3/4"

RELACIÓN A/C	DIAM. AGUJA (PULG)	ÁREA (PULG) ^2	FUERZA (LIBR.)		PRESIÓN EN		HORA	TIEMPO TRANSC.	FRAG.INIC. (500 lb/pulg^2) (HORAS)	FRAG.FIN. (4000 lb/pulg^2) (HORAS)
			F1	F2	lb/pulg^2	kg/cm^2				
0.40	1 1/8"	0.9940	140	132	136.82	9.62	12.50	2.30	3.334 3:20	4.321 4:19
	1 3/16"	0.5190	114	112	217.73	15.31	1.20	3.00		
	9/16"	0.2480	98	98	395.16	27.78	1.50	3.30		
	5/16"	0.0767	92	88	1173.40	82.50	2.15	3.55		
	4/16"	0.0490	124	120	2489.80	175.06	2.35	4.15		
	3/16"	0.0275	142	141	5145.45	361.78	2.55	4.45		
0.45	1 1/8"	0.9940	129	125	127.77	8.98	2.00	2.30	3.125 3:07	4.105 4:06
	1 3/16"	0.5190	184	183	353.56	24.86	2.30	3.00		
	9/16"	0.2480	174	175	703.63	49.47	3.00	3.30		
	5/16"	0.0767	108	121	1492.83	104.96	3.20	3.50		
	4/16"	0.0490	145	147	2979.59	209.49	4.00	4.05		
	3/16"	0.0275	184	185	6709.09	471.72	4.55	4.25		
0.50	1 1/8"	0.9940	129	132	131.29	9.23	12.45	2.30	3.087 3:05	4.314 4:19
	1 3/16"	0.5190	130	128	248.55	17.48	1.15	2.50		
	9/16"	0.2480	132	140	548.39	38.56	1.35	3.20		
	5/16"	0.0767	134	129	1714.47	120.54	2.05	3.50		
	4/16"	0.0490	108	122	2346.94	165.01	2.25	4.20		
	3/16"	0.0275	145	143	5236.36	368.17	2.45	4.40		
0.55	1 1/8"	0.9940	129	127	128.77	9.05	12.00	2.30	3.303 3:18	4.366 4:22
	1 3/16"	0.5190	112	111	214.84	15.11	12.30	3.00		
	9/16"	0.2480	122	118	483.87	34.02	1.00	3.30		
	5/16"	0.0767	134	132	1734.03	121.92	1.20	3.50		
	4/16"	0.0490	124	128	2571.43	180.80	1.40	4.10		
	3/16"	0.0275	114	116	4181.82	294.02	2.00	4.40		

LEYENDA:

Cemento : Pórtland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RÍO CHILLÓN"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RÍO CHILLÓN", tamaño máximo del A.G.=3/4"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO CON TAMAÑO MÁXIMO DE A.G. 1/2"

RELACIÓN A/C	DIAM. AGUJA (PULG)	ÁREA (PULG) ²	FUERZA (LIBR.)		PRESIÓN EN :		HORA	TIEMPO TRANSC.	FRAG.INIC. (500 lb/pulg ²) (HORAS)	FRAG.FIN. (4000 lb/pulg ²) (HORAS)
			F1	F2	lb/pulg ²	kg/cm ²				
0.40	1 1/8"	0.9940	143	142	143.36	10.08	12.50	2.30	3.291 3:17	4.280 4:17
	1 3/16"	0.5190	118	117	226.40	15.92	1.20	3.00		
	9/16"	0.2480	80	80	322.58	22.68	1.50	3.25		
	5/16"	0.0767	126	124	1629.73	114.59	2.15	3.55		
	4/16"	0.0490	127	128	2602.04	182.95	2.35	4.15		
	3/16"	0.0275	146	145	5290.91	372.00	2.55	4.40		
0.45	1 1/8"	0.9940	132	130	131.79	9.27	2.00	2.30	3.101 3:06	4.061 4:04
	1 3/16"	0.5190	188	186	360.31	25.33	2.30	3.00		
	9/16"	0.2480	174	176	705.65	49.61	3.00	3.25		
	5/16"	0.0767	114	115	1492.83	104.96	3.20	3.50		
	4/16"	0.0490	152	148	3061.22	215.23	4.00	4.00		
	3/16"	0.0275	190	189	6890.91	484.50	4.55	4.25		
0.50	1 1/8"	0.9940	136	138	137.83	9.69	12.45	2.30	3.001 3:00	4.272 4:16
	1 3/16"	0.5190	134	130	254.34	17.88	1.15	2.50		
	9/16"	0.2480	134	138	548.39	38.56	1.35	3.10		
	5/16"	0.0767	138	132	1760.10	123.75	2.05	3.50		
	4/16"	0.0490	110	114	2285.71	160.71	2.25	4.10		
	3/16"	0.0275	146	144	5272.73	370.73	2.45	4.40		
0.55	1 1/8"	0.9940	134	132	133.80	9.41	12.00	2.30	3.246 3:15	4.261 4:16
	1 3/16"	0.5190	116	118	225.43	15.85	12.30	3.00		
	9/16"	0.2480	126	124	504.03	35.44	1.00	3.25		
	5/16"	0.0767	140	134	1786.18	125.59	1.20	3.50		
	4/16"	0.0490	130	128	2632.65	185.10	1.40	4.10		
	3/16"	0.0275	120	118	4327.27	304.25	2.00	4.30		

LEYENDA:

Cemento : Pórtland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RÍO CHILLÓN"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RÍO CHILLÓN", tamaño máximo del A.G.=1/2"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

CUADROS DEL CONCRETO

ENDURESIDO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"****CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.40)**

EDAD (DIAS)	DIMENSIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.20	15.00	177	61525	348.16	340.40
	30.20	15.10	179	60950	340.35	
	30.30	15.10	179	59570	332.65	
14	30.10	15.20	181	66815	368.21	373.06
	30.20	15.00	177	66240	374.84	
	30.30	15.00	177	66470	376.14	
28	3.20	15.10	179	74520	416.13	417.22
	3.20	15.20	181	74865	412.57	
	30.20	15.20	181	75095	413.84	
	30.30	15.00	177	74520	421.70	
	30.10	15.20	181	74980	413.21	
	30.30	15.10	179	75900	423.84	
	30.20	15.20	181	76015	418.91	
	30.20	15.20	181	75670	417.01	
	30.30	15.20	181	75900	418.28	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"****CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.45)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f'c (kg/cm ²)	f'c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.10	15.10	179	58190	324.94	315.56
	30.20	15.10	179	56120	313.38	
	30.10	15.10	179	55200	308.24	
14	30.10	15.20	181	63365	349.20	350.64
	30.20	15.20	181	62445	344.13	
	30.30	15.00	177	63365	358.57	
28	3.20	15.10	179	70150	391.73	395.37
	30.10	15.10	179	70265	392.37	
	30.20	15.20	181	69920	385.32	
	30.30	15.00	177	71300	403.47	
	30.10	15.20	181	71070	391.66	
	30.20	15.10	179	70725	394.94	
	30.20	15.20	181	71300	392.93	
	30.20	15.20	181	70265	387.22	
	30.30	15.20	181	75900	418.28	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"****CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.50)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	50485	285.69	278.99
	30.10	15.20	181	50025	275.68	
	30.10	15.10	179	49335	275.49	
14	30.20	15.00	177	57040	322.78	323.38
	30.20	15.20	181	58650	323.21	
	30.30	15.00	177	57270	324.08	
28	3.20	15.00	177	64860	367.03	369.15
	30.00	15.10	179	67160	375.03	
	30.20	15.20	181	65435	360.61	
	30.30	15.00	177	66470	376.14	
	30.20	15.20	181	65665	361.87	
	30.20	15.10	179	66815	373.10	
	30.10	15.20	181	67045	369.48	
	30.20	15.20	181	66470	366.31	
	30.20	15.10	179	66815	373.10	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"****CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.55)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	48415	273.97	273.01
	30.10	15.10	179	48415	270.36	
	30.10	15.10	179	49220	274.85	
14	30.20	15.00	177	54625	309.11	309.60
	30.20	15.20	181	55430	305.47	
	30.10	15.00	177	55545	314.32	
28	3.20	15.00	177	63250	357.92	347.65
	30.00	15.10	179	61410	342.92	
	30.20	15.00	177	61755	349.46	
	30.20	15.00	177	62330	352.71	
	30.20	15.20	181	61525	339.06	
	30.20	15.10	179	62330	348.06	
	30.10	15.00	177	61410	347.51	
	30.20	15.20	181	63020	347.30	
	30.10	15.10	179	61640	344.21	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"

CONCRETO CON ADITIVO ($a/c = 0.40$)

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm ²)	f_c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	66816.15	378.10	371.34
	30.10	15.10	179	66693.1	372.42	
	30.10	15.10	179	65093.45	363.49	
14	30.20	15.00	177	73953.05	418.49	415.53
	30.20	15.20	181	74076.1	408.23	
	30.10	15.00	177	74199.15	419.88	
28	3.20	15.00	177	82566.55	467.23	461.37
	30.00	15.10	179	81336.05	454.19	
	30.20	15.00	177	82443.5	466.53	
	30.20	15.00	177	82197.4	465.14	
	30.20	15.20	181	82812.65	456.37	
	30.20	15.10	179	81828.25	456.94	
	30.10	15.00	177	82935.7	469.32	
	30.20	15.20	181	82197.4	452.98	
	30.10	15.10	179	83058.75	463.81	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"

CONCRETO CON ADITIVO ($a/c = 0.45$)

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA	CARGA MAXIMA	f_c	f_c
	Long.	Diam.	CARGA (cm ²)	(KG)	(kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7	30.10	15.10	179	61648.05	344.25	343.56
	30.20	15.10	179	61278.9	342.19	
	30.10	15.10	179	61648.05	344.25	
14	30.10	15.20	181	69892.4	385.17	388.19
	30.20	15.20	181	69031.05	380.42	
	30.30	15.00	177	70507.65	398.99	
28	3.20	15.10	179	78013.7	435.64	432.88
	30.10	15.10	179	76660.15	428.08	
	30.20	15.20	181	77521.5	427.21	
	30.30	15.00	177	77767.6	440.07	
	30.10	15.20	181	78259.8	431.28	
	30.20	15.10	179	78875.05	440.45	
	30.20	15.20	181	77644.55	427.89	
	30.20	15.20	181	78875.05	434.67	
	30.30	15.20	181	78136.75	430.60	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"****CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.50)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	55249.45	312.65	305.81
	30.10	15.20	181	54880.3	302.44	
	30.10	15.10	179	54142	302.34	
14	30.20	15.00	177	63862.95	361.39	363.30
	30.20	15.20	181	64724.3	356.69	
	30.30	15.00	177	65708.7	371.83	
28	3.20	15.00	177	71738.15	405.95	404.63
	30.00	15.10	179	73337.8	409.53	
	30.20	15.20	181	72107.3	397.38	
	30.30	15.00	177	72968.65	412.92	
	30.20	15.20	181	71738.15	395.34	
	30.20	15.10	179	72968.65	407.47	
	30.10	15.20	181	73091.7	402.80	
	30.20	15.20	181	72476.45	399.41	
	30.20	15.10	179	73583.9	410.90	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"

CONCRETO CON ADITIVO ($a/c = 0.55$)

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm ²)	f_c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	53034.55	300.11	298.62
	30.10	15.10	179	53157.6	296.84	
	30.10	15.10	179	53526.75	298.90	
14	30.20	15.00	177	61525	348.16	343.05
	30.20	15.20	181	61278.9	337.70	
	30.10	15.00	177	60663.65	343.29	
28	3.20	15.00	177	68908	389.94	379.69
	30.00	15.10	179	68661.9	383.42	
	30.20	15.00	177	66816.15	378.10	
	30.20	15.00	177	67923.6	384.37	
	30.20	15.20	181	66816.15	368.22	
	30.20	15.10	179	68046.65	379.98	
	30.10	15.00	177	68415.8	387.15	
	30.20	15.20	181	68538.85	377.71	
	30.10	15.10	179	65954.8	368.30	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"****CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.40)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	69322	392.28	385.06
	30.10	15.10	179	68943	384.98	
	30.10	15.10	179	67678	377.92	
14	30.20	15.00	177	76533	433.08	429.78
	30.20	15.20	181	76786	423.16	
	30.10	15.00	177	76533	433.08	
28	3.20	15.00	177	85388	483.19	477.86
	30.00	15.10	179	85008	474.70	
	30.20	15.00	177	84502	478.18	
	30.20	15.00	177	85135	481.76	
	30.20	15.20	181	85767	472.65	
	30.20	15.10	179	85388	476.81	
	30.10	15.00	177	85894	486.06	
	30.20	15.20	181	85008	468.47	
	30.10	15.10	179	85767	478.93	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.45)

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.10	15.10	179	63630	355.32	354.84
	30.20	15.10	179	63377	353.90	
	30.10	15.10	179	63630	355.32	
14	30.10	15.20	181	71979	396.67	399.98
	30.20	15.20	181	71852	395.97	
	30.30	15.00	177	71979	407.31	
28	3.20	15.10	179	80328	448.56	446.50
	30.10	15.10	179	79695	445.03	
	30.20	15.20	181	79948	440.58	
	30.30	15.00	177	80075	453.13	
	30.10	15.20	181	80581	444.07	
	30.20	15.10	179	81213	453.50	
	30.20	15.20	181	80075	441.28	
	30.20	15.20	181	81213	447.56	
	30.30	15.20	181	80707	444.77	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"****CONCRETO CON ADITIVO ($a/c = 0.50$)**

EDAD (DIAS)	DIMENSIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm ²)	f_c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	56925	322.13	315.09
	30.10	15.20	181	56545.5	311.62	
	30.10	15.10	179	55786.5	311.52	
14	30.20	15.00	177	66286	375.10	374.62
	30.20	15.20	181	67804	373.66	
	30.30	15.00	177	66286	375.10	
28	3.20	15.00	177	74635	422.35	417.39
	30.00	15.10	179	75394	421.01	
	30.20	15.20	181	74508.5	410.61	
	30.30	15.00	177	75014.5	424.49	
	30.20	15.20	181	74508.5	410.61	
	30.20	15.10	179	75014.5	418.89	
	30.10	15.20	181	75141	414.09	
	30.20	15.20	181	74761.5	412.00	
	30.20	15.10	179	75647	422.42	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"****CONCRETO CON ADITIVO ($a/c = 0.55$)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm ²)	f_c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	54648	309.24	307.93
	30.10	15.10	179	55028	307.28	
	30.10	15.10	179	55028	307.28	
14	30.20	15.00	177	62997	356.49	355.26
	30.20	15.20	181	63630	350.66	
	30.10	15.00	177	63377	358.64	
28	3.20	15.00	177	71346	403.73	392.21
	30.00	15.10	179	70587	394.17	
	30.20	15.00	177	69322	392.28	
	30.20	15.00	177	69828	395.14	
	30.20	15.20	181	70081	386.21	
	30.20	15.10	179	69955	390.63	
	30.10	15.00	177	70334	398.01	
	30.20	15.20	181	70461	388.30	
	30.10	15.10	179	68310	381.45	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"****CONCRETO SIN ADITIVO (a/c = 0.40)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.20	15.00	177	53500	302.75	296.00
	30.20	15.10	179	53000	295.96	
	30.30	15.10	179	51800	289.26	
14	30.10	15.20	181	58100	320.18	324.40
	30.20	15.00	177	57600	325.95	
	30.30	15.00	177	57800	327.08	
28	3.20	15.10	179	64800	361.85	362.80
	3.20	15.20	181	65100	358.76	
	30.20	15.20	181	65300	359.86	
	30.30	15.00	177	64800	366.69	
	30.10	15.20	181	65200	359.31	
	30.30	15.10	179	66000	368.55	
	30.20	15.20	181	66100	364.27	
	30.20	15.20	181	65800	362.62	
	30.30	15.20	181	66000	363.72	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"****CONCRETO SIN ADITIVO ($a/c = 0.45$)**

EDAD (DIAS)	DIMENSIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm ²)	f_c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.10	15.10	179	50600	282.56	274.40
	30.20	15.10	179	48800	272.51	
	30.10	15.10	179	48000	268.04	
14	30.10	15.20	181	55100	303.65	304.90
	30.20	15.20	181	54300	299.24	
	30.30	15.00	177	55100	311.80	
28	3.20	15.10	179	61000	340.63	343.80
	30.10	15.10	179	61100	341.19	
	30.20	15.20	181	60800	335.06	
	30.30	15.00	177	62000	350.85	
	30.10	15.20	181	61800	340.57	
	30.20	15.10	179	61500	343.42	
	30.20	15.20	181	62000	341.68	
	30.20	15.20	181	61100	336.72	
	30.30	15.20	181	66000	363.72	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1

CONCRETO SIN ADITIVO ($a/c = 0.50$)

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm ²)	f_c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	43900	248.42	242.60
	30.10	15.20	181	43500	239.72	
	30.10	15.10	179	42900	239.56	
14	30.20	15.00	177	49600	280.68	281.20
	30.20	15.20	181	51000	281.06	
	30.30	15.00	177	49800	281.81	
28	30.20	15.00	177	56400	319.16	321.00
	30.00	15.10	179	58400	326.11	
	30.20	15.20	181	56900	313.57	
	30.30	15.00	177	57800	327.08	
	30.20	15.20	181	57100	314.67	
	30.20	15.10	179	58100	324.44	
	30.10	15.20	181	58300	321.29	
	30.20	15.20	181	57800	318.53	
	30.20	15.10	179	58100	324.44	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"****CONCRETO SIN ADITIVO (a/c = 0.55)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA	CARGA MAXIMA	f _c	f _c PROMEDIO
	Long.	Diam.	CARGA (cm ²)	(KG)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
7	30.00	15.00	177	42100	238.24	237.40
	30.10	15.10	179	42100	235.09	
	30.10	15.10	179	42800	239.00	
14	30.20	15.00	177	47500	268.79	269.25
	30.20	15.20	181	48200	265.63	
	30.10	15.00	177	48300	273.32	
28	3.20	15.00	177	55000	311.24	302.30
	30.00	15.10	179	53400	298.19	
	30.20	15.00	177	53700	303.88	
	30.20	15.00	177	54200	306.71	
	30.20	15.20	181	53500	294.83	
	30.20	15.10	179	54200	302.66	
	30.10	15.00	177	53400	302.18	
	30.20	15.20	181	54800	302.00	
	30.10	15.10	179	53600	299.31	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"****CONCRETO SIN ADITIVO (a/c = 0.40)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA	CARGA MAXIMA	f _c	f _c PROMEDIO
	Long.	Diam.	CARGA (cm ²)	(KG)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
7	30.00	15.00	177	57015	322.64	316.87
	30.10	15.10	179	56910	317.79	
	30.10	15.10	179	55545	310.17	
14	30.20	15.00	177	63105	357.10	354.58
	30.20	15.20	181	63210	348.34	
	30.10	15.00	177	63315	358.29	
28	3.20	15.00	177	70455	398.69	393.71
	30.00	15.10	179	69405	387.57	
	30.20	15.00	177	70350	398.10	
	30.20	15.00	177	70140	396.91	
	30.20	15.20	181	70665	389.43	
	30.20	15.10	179	69825	389.91	
	30.10	15.00	177	70770	400.48	
	30.20	15.20	181	70140	386.53	
	30.10	15.10	179	70875	395.77	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"****CONCRETO SIN ADITIVO (a/c = 0.45)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA	CARGA MAXIMA	f'c	f'c
	Long.	Diam.	CARGA (cm ²)	(KG)	(kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7	30.10	15.10	179	52605	293.75	293.17
	30.20	15.10	179	52290	291.99	
	30.10	15.10	179	52605	293.75	
14	30.10	15.20	181	59640	328.67	331.25
	30.20	15.20	181	58905	324.62	
	30.30	15.00	177	60165	340.46	
28	3.20	15.10	179	66570	371.74	369.38
	30.10	15.10	179	65415	365.29	
	30.20	15.20	181	66150	364.55	
	30.30	15.00	177	66360	375.52	
	30.10	15.20	181	66780	368.02	
	30.20	15.10	179	67305	375.84	
	30.20	15.20	181	66255	365.12	
	30.20	15.20	181	67305	370.91	
	30.30	15.20	181	66675	367.44	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"****CONCRETO SIN ADITIVO (a/c = 0.50)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	47145	266.79	260.95
	30.10	15.20	181	46830	258.08	
	30.10	15.10	179	46200	257.99	
14	30.20	15.00	177	54495	308.38	310.01
	30.20	15.20	181	55230	304.37	
	30.30	15.00	177	56070	317.29	
28	3.20	15.00	177	61215	346.41	345.28
	30.00	15.10	179	62580	349.45	
	30.20	15.20	181	61530	339.09	
	30.30	15.00	177	62265	352.35	
	30.20	15.20	181	61215	337.35	
	30.20	15.10	179	62265	347.70	
	30.10	15.20	181	62370	343.71	
	30.20	15.20	181	61845	340.82	
	30.20	15.10	179	62790	350.63	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"****CONCRETO SIN ADITIVO (a/c = 0.55)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f _c (kg/cm ²)	f _c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	45255	256.09	254.81
	30.10	15.10	179	45360	253.30	
	30.10	15.10	179	45675	255.05	
14	30.20	15.00	177	52500	297.09	292.73
	30.20	15.20	181	52290	288.16	
	30.10	15.00	177	51765	292.93	
28	3.20	15.00	177	58800	332.74	325.94
	30.00	15.10	179	58590	327.17	
	30.20	15.00	177	57015	322.64	
	30.20	15.00	177	57960	327.99	
	30.20	15.20	181	57015	314.20	
	30.20	15.10	179	58065	324.24	
	30.10	15.00	177	58380	330.36	
	30.20	15.20	181	58485	322.30	
	30.10	15.10	179	56280	314.27	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"****CONCRETO SIN ADITIVO ($a/c = 0.40$)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm ²)	f_c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
	7	30.00					15.00	177	58910	333.36	327.23
	30.10	15.10	179	58588	327.16	
	30.10	15.10	179	57513	321.16	
14	30.20	15.00	177	65038	368.04	365.22
	30.20	15.20	181	65253	359.60	
	30.10	15.00	177	65038	368.04	
28	3.20	15.00	177	72563	410.62	406.09
	30.00	15.10	179	72240	403.40	
	30.20	15.00	177	71810	406.36	
	30.20	15.00	177	72348	409.40	
	30.20	15.20	181	72885	401.66	
	30.20	15.10	179	72563	405.20	
	30.10	15.00	177	72993	413.05	
	30.20	15.20	181	72240	398.11	
	30.10	15.10	179	72885	407.00	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"****CONCRETO SIN ADITIVO (a/c = 0.45)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f'c (kg/cm ²)	f'c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.10	15.10	179	54073	301.95	301.55
	30.20	15.10	179	53858	300.75	
	30.10	15.10	179	54073	301.95	
14	30.10	15.20	181	61168	337.09	339.91
	30.20	15.20	181	61060	336.50	
	30.30	15.00	177	61168	346.14	
28	3.20	15.10	179	68263	381.19	379.43
	30.10	15.10	179	67725	378.18	
	30.20	15.20	181	67940	374.41	
	30.30	15.00	177	68048	385.07	
	30.10	15.20	181	68478	377.37	
	30.20	15.10	179	69015	385.39	
	30.20	15.20	181	68048	375.00	
	30.20	15.20	181	69015	380.33	
	30.30	15.20	181	68585	377.96	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"****CONCRETO SIN ADITIVO ($a/c = 0.50$)**

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm²)	f_c PROMEDIO (kg/cm²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	48375	273.75	267.76
	30.10	15.20	181	48053	264.81	
	30.10	15.10	179	47408	264.73	
14	30.20	15.00	177	56330	318.76	318.35
	30.20	15.20	181	57620	317.54	
	30.30	15.00	177	56330	318.76	
28	3.20	15.00	177	63425	358.91	359.70
	30.00	15.10	179	64070	357.77	
	30.20	15.20	181	63318	348.94	
	30.30	15.00	177	63748	360.74	
	30.20	15.20	181	63318	348.94	
	30.20	15.10	179	63748	355.97	
	30.10	15.20	181	63855	351.90	
	30.20	15.20	181	63533	350.12	
	30.20	15.10	179	64285	358.98	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol

Arena : Cantera "RIO CHILON"

Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c)
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"
CONCRETO SIN ADITIVO ($a/c = 0.55$)

EDAD (DIAS)	DIMENCIONES (cm)		SECCION NORMAL A LA CARGA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	f_c (kg/cm ²)	f_c PROMEDIO (kg/cm ²)
	Long.	Diam.				
7	30.00	15.00	177	46440	262.80	261.68
	30.10	15.10	179	46762.5	261.13	
	30.10	15.10	179	46762.5	261.13	
14	30.20	15.00	177	53535	302.95	301.90
	30.20	15.20	181	54072.5	297.99	
	30.10	15.00	177	53857.5	304.77	
28	3.20	15.00	177	60630	343.09	333.30
	30.00	15.10	179	59985	334.96	
	30.20	15.00	177	58910	333.36	
	30.20	15.00	177	59340	335.79	
	30.20	15.20	181	59555	328.20	
	30.20	15.10	179	59447.5	331.96	
	30.10	15.00	177	59770	338.23	
	30.20	15.20	181	59877.5	329.98	
	30.10	15.10	179	58050	324.16	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Arena : Cantera "RIO CHILON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL (ft)
CONCRETO CON ADITIVO (EDAD : 28 DIAS)**

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	RELACION (A/C)	DIMENCIONES (cm)		CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA (ft) $R=2P/(Pi*D*L)$ (kg/cm ²)	ft PROMEDIO (kg/cm ²)
		Long.	Diam.			
1"	0.40	30.20	15.10	24434.3	34.11	34.13
		30.30	15.10	24541	34.15	
	0.45	30.20	15.00	23260.6	32.69	32.89
		30.10	15.00	23474	33.10	
	0.50	30.10	15.20	22940.5	31.92	31.50
		30.20	15.20	22407	31.08	
0.55	30.30	15.00	20913.2	29.29	28.53	
	30.10	15.20	19952.9	27.76		
3/4"	0.40	30.20	15.20	26565	36.84	37.38
		30.30	15.10	27258	37.93	
	0.45	30.20	15.00	25526	35.87	35.89
		30.30	15.00	25641	35.92	
	0.50	30.20	15.20	24833	34.44	34.28
		30.20	15.20	24602	34.12	
0.55	30.30	15.00	22869	32.03	31.20	
	30.10	15.20	21830	30.37		
1/2"	0.40	30.20	15.20	28155.6	39.05	39.19
		30.30	15.10	28274.4	39.34	
	0.45	30.20	15.00	26611.2	37.40	37.50
		30.30	15.00	26848.8	37.61	
	0.50	30.30	15.20	25542	35.31	35.61
		30.20	15.20	25898.4	35.92	
0.55	30.30	15.00	23522.4	32.95	32.34	
	30.10	15.20	22809.6	31.74		

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Piedra : Cantera "RIO CHILLON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL (f't)
CONCRETO CON ADITIVO (EDAD : 14 DIAS)**

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	RELACION (A/C)	DIMENCIONES (cm)		CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA (f't) R=2P/(Pi*D*L) (kg/cm^2)	f't PROMEDIO (kg/cm^2)
		Long.	Diam.			
1"	0.40	30.20	15.10	20160	28.14	28.17
		30.30	15.10	20265	28.20	
	0.45	30.20	15.00	18375	25.82	25.87
		30.10	15.00	18375	25.91	
	0.50	30.10	15.20	16380	22.79	22.90
		30.20	15.20	16590	23.01	
	0.55	30.30	15.00	15225	21.33	21.33
		30.10	15.20	15330	21.33	
3/4"	0.40	30.20	15.20	21499	29.82	29.94
		30.30	15.10	21609	30.07	
	0.45	30.20	15.00	19404	27.27	27.53
		30.30	15.00	19845	27.80	
	0.50	30.20	15.20	17309	24.01	24.16
		30.20	15.20	17530	24.31	
	0.55	30.30	15.00	16097	22.55	22.63
		30.10	15.20	16317	22.70	
1/2"	0.40	30.20	15.20	23247	32.24	31.90
		30.30	15.10	22680	31.56	
	0.45	30.20	15.00	20979	29.48	29.51
		30.30	15.00	21092	29.54	
	0.50	30.30	15.20	18144	25.08	25.28
		30.20	15.20	18371	25.48	
	0.55	30.30	15.00	17010	23.83	23.98
		30.10	15.20	17350	24.14	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Piedra : Cantera "RIO CHILLON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCCO-37 (1% de peso del cemento)

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL (ft)
CONCRETO CON ADITIVO (EDAD : 7 DIAS)**

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	RELACION (A/C)	DIMENCIONES (cm)		CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA (ft) $R=2P/(Pi*D*L)$ (kg/cm ²)	ft PROMEDIO (kg/cm ²)
		Long.	Diam.			
1"	0.40	30.10	15.10	16800	23.53	23.20
		30.20	15.10	16380	22.87	
	0.45	30.20	15.00	15330	21.54	21.73
		30.10	15.00	15540	21.91	
	0.50	30.10	15.20	13860	19.29	18.96
		30.20	15.20	13440	18.64	
	0.55	30.20	15.00	12180	17.12	16.81
		30.10	15.20	11865	16.51	
3/4"	0.40	30.20	15.20	17737	24.60	24.61
		30.00	15.10	17520	24.62	
	0.45	30.10	15.00	16223	22.87	22.84
		30.20	15.00	16223	22.80	
	0.50	30.20	15.20	14600	20.25	20.32
		30.20	15.20	14708	20.40	
	0.55	30.10	15.00	12978	18.30	18.40
		30.10	15.20	13302	18.51	
1/2"	0.40	30.20	15.20	18698.4	25.93	26.28
		30.30	15.10	19143.6	26.64	
	0.45	30.20	15.00	17140.2	24.09	24.20
		30.30	15.00	17362.8	24.32	
	0.50	30.30	15.20	15359.4	21.23	21.42
		30.20	15.20	15582	21.61	
	0.55	30.30	15.00	13689.9	19.18	19.73
		30.10	15.20	14580.3	20.29	

LEYENDA:

Cemento : Portland tipo I Sol
 Piedra : Cantera "RIO CHILLON"
 Piedra : Canto rodado - cantera "RIO CHILLON"
 Aditivo : EUCO-37 (1% de peso del cemento)

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.40)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 174 cm ²			CARGA MAXIMA : 72000 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0	0.20	0.40	0.30	0.00	0.00	0.00
2000	11.494	0.60	1.00	0.80	0.50	1.00	0.50
4000	22.989	0.90	1.20	1.05	0.75	1.50	0.75
6000	34.483	1.50	1.60	1.55	1.25	2.50	1.25
8000	45.977	2.00	2.00	2.00	1.70	3.40	1.70
10000	57.471	2.60	2.40	2.50	2.20	4.40	2.20
12000	68.966	3.80	3.10	3.45	3.15	6.30	3.15
14000	80.460	4.60	3.90	4.25	3.95	7.90	3.95
16000	91.954	5.10	4.30	4.70	4.40	8.80	4.40
18000	103.448	5.70	4.80	5.25	4.95	9.90	4.95
20000	114.943	6.50	5.30	5.90	5.60	11.20	5.60
22000	126.437	7.00	5.90	6.45	6.15	12.30	6.15
24000	137.931	7.10	6.20	6.65	6.35	12.70	6.35
26000	149.425	7.20	6.30	6.75	6.45	12.90	6.45
28000	160.920	7.30	6.40	6.85	6.55	13.10	6.55
30000	172.414	7.80	6.50	7.15	6.85	13.70	6.85
32000	183.908	8.50	8.40	8.45	8.15	16.30	8.15
34000	195.402	9.60	9.00	9.30	9.00	18.00	9.00
36000	206.897	11.00	10.50	10.75	10.45	20.90	10.45
38000	218.391	13.70	11.90	12.80	12.50	25.00	12.50
40000	229.885	14.60	12.20	13.40	13.10	26.20	13.10
42000	241.379	15.10	12.30	13.70	13.40	26.80	13.40
44000	252.874	15.90	12.90	14.40	14.10	28.20	14.10
46000	264.368	16.80	13.30	15.05	14.75	29.50	14.75
48000	275.862	18.00	14.10	16.05	15.75	31.50	15.75
50000	287.356	19.20	15.00	17.10	16.80	33.60	16.80
52000	298.851	20.50	16.10	18.30	18.00	36.00	18.00
54000	310.345	22.00	17.10	19.55	19.25	38.50	19.25
56000	321.839	23.60	18.50	21.05	20.75	41.50	20.75
58000	333.333	25.00	19.00	22.00	21.70	43.40	21.70

$$\text{ROTURA} = 72000/174 = 413.79 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 72000 / 174 = 165.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 11.50$$

$$D1 = 6.65 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 250,317.94 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.45)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 177 cm ²			CARGA MAXIMA : 69,900 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0.00	0.40	0.20	0.30	0.00	0.00	0.00
2000	11.30	1.10	0.60	0.85	0.55	1.10	0.55
4000	22.60	1.90	1.40	1.65	1.35	2.70	1.35
6000	33.90	2.20	2.00	2.10	1.80	3.60	1.80
8000	45.20	2.80	2.50	2.65	2.35	4.70	2.35
10000	56.50	3.10	3.10	3.10	2.80	5.60	2.80
12000	67.80	3.90	3.90	3.90	3.60	7.20	3.60
14000	79.10	4.40	4.50	4.45	4.15	8.30	4.15
16000	90.40	4.60	5.30	4.95	4.65	9.30	4.65
18000	101.69	4.80	6.00	5.40	5.10	10.20	5.10
20000	112.99	5.20	6.20	5.70	5.40	10.80	5.40
22000	124.29	5.40	6.40	5.90	5.60	11.20	5.60
24000	135.59	5.60	6.90	6.25	5.95	11.90	5.95
26000	146.89	5.80	7.20	6.50	6.20	12.40	6.20
28000	158.19	6.60	7.40	7.00	6.70	13.40	6.70
30000	169.49	7.90	8.90	8.40	8.10	16.20	8.10
32000	180.79	8.50	10.20	9.35	9.05	18.10	9.05
34000	192.09	10.60	13.10	11.85	11.55	23.10	11.55
36000	203.39	12.20	14.10	13.15	12.85	25.70	12.85
38000	214.69	13.00	15.20	14.10	13.80	27.60	13.80
40000	225.99	13.90	16.40	15.15	14.85	29.70	14.85
42000	237.29	14.70	17.60	16.15	15.85	31.70	15.85
44000	248.59	15.70	19.00	17.35	17.05	34.10	17.05
46000	259.89	16.60	20.30	18.45	18.15	36.30	18.15
48000	271.19	17.50	21.70	19.60	19.30	38.60	19.30
50000	282.49	18.60	23.00	20.80	20.50	41.00	20.50
52000	293.79	19.70	24.50	22.10	21.80	43.60	21.80
54000	305.08	20.60	25.70	23.15	22.85	45.70	22.85
56000	316.38	21.80	26.90	24.35	24.05	48.10	24.05
58000	327.68	22.10	27.80	24.95	24.65	49.30	24.65

$$\text{ROTURA} = 69,900/177 = 394.92 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 69,900 / 177 = 157.97 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 10.272$$

$$D1 = 6.86 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 232,952.38 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.50)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 174 cm ²			CARGA MAXIMA : 64,000 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0	0.30	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00
2000	11.494	0.90	0.30	0.60	0.40	0.80	0.40
4000	22.989	1.10	0.50	0.80	0.60	1.20	0.60
6000	34.483	1.70	1.00	1.35	1.15	2.30	1.15
8000	45.977	2.30	1.50	1.90	1.70	3.40	1.70
10000	57.471	3.00	2.10	2.55	2.35	4.70	2.35
12000	68.966	3.70	2.70	3.20	3.00	6.00	3.00
14000	80.460	4.30	3.10	3.70	3.50	7.00	3.50
16000	91.954	4.90	3.60	4.25	4.05	8.10	4.05
18000	103.448	5.50	4.10	4.80	4.60	9.20	4.60
20000	114.943	5.70	4.70	5.20	5.00	10.00	5.00
22000	126.437	6.10	5.40	5.75	5.55	11.10	5.55
24000	137.931	6.30	6.00	6.15	5.95	11.90	5.95
26000	149.425	7.00	6.80	6.90	6.70	13.40	6.70
28000	160.920	7.90	7.60	7.75	7.55	15.10	7.55
30000	172.414	8.60	8.10	8.35	8.15	16.30	8.15
32000	183.908	10.90	8.90	9.90	9.70	19.40	9.70
34000	195.402	11.70	9.60	10.65	10.45	20.90	10.45
36000	206.897	12.50	10.20	11.35	11.15	22.30	11.15
38000	218.391	13.50	11.10	12.30	12.10	24.20	12.10
40000	229.885	14.50	12.10	13.30	13.10	26.20	13.10
42000	241.379	15.50	13.20	14.35	14.15	28.30	14.15
44000	252.874	16.50	14.10	15.30	15.10	30.20	15.10
46000	264.368	17.50	15.20	16.35	16.15	32.30	16.15
48000	275.862	18.50	16.30	17.40	17.20	34.40	17.20
50000	287.356	19.90	17.90	18.90	18.70	37.40	18.70
52000	298.851	21.20	19.40	20.30	20.10	40.20	20.10
54000	310.345	23.30	21.50	22.40	22.20	44.40	22.20
56000	321.839	23.90	22.10	23.00	22.80	45.60	22.80
58000	333.333	24.80	23.00	23.90	23.70	47.40	23.70

$$\text{ROTURA} = 64,000/174 = 367.82 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 64,000 / 174 = 147.13 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 17.23$$

$$D1 = 6.61 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 212,745.07 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.55)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 174 cm ²			CARGA MAXIMA : 60,500 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00
2000	11.494	0.50	0.70	0.60	0.50	1.00	0.50
4000	22.989	1.50	1.10	1.30	1.20	2.40	1.20
6000	34.483	2.20	1.60	1.90	1.80	3.60	1.80
8000	45.977	3.40	2.10	2.75	2.65	5.30	2.65
10000	57.471	4.00	2.60	3.30	3.20	6.40	3.20
12000	68.966	4.70	3.20	3.95	3.85	7.70	3.85
14000	80.460	5.50	3.70	4.60	4.50	9.00	4.50
16000	91.954	5.80	4.50	5.15	5.05	10.10	5.05
18000	103.448	6.20	4.90	5.55	5.45	10.90	5.45
20000	114.943	6.40	5.20	5.80	5.70	11.40	5.70
22000	126.437	6.70	6.20	6.45	6.35	12.70	6.35
24000	137.931	6.90	6.00	6.45	6.35	12.70	6.35
26000	149.425	9.40	6.50	7.10	7.00	14.00	7.00
28000	160.920	10.20	7.80	9.00	8.90	17.80	8.90
30000	172.414	11.00	8.40	9.70	9.60	19.20	9.60
32000	183.908	12.00	9.10	10.55	10.45	20.90	10.45
34000	195.402	12.90	9.80	11.35	11.25	22.50	11.25
36000	206.897	13.80	10.60	12.20	12.10	24.20	12.10
38000	218.391	15.10	11.30	13.20	13.10	26.20	13.10
40000	229.885	15.90	12.30	14.10	14.00	28.00	14.00
42000	241.379	16.40	12.60	14.50	14.40	28.80	14.40
44000	252.874	18.00	13.00	15.50	15.40	30.80	15.40
46000	264.368	19.00	14.00	16.50	16.40	32.80	16.40
48000	275.862	20.50	15.60	18.05	17.95	35.90	17.95
50000	287.356	21.10	16.80	18.95	18.85	37.70	18.85
52000	298.851	21.90	18.00	19.95	19.85	39.70	19.85
54000	310.345	22.00	19.10	20.55	20.45	40.90	20.45
56000	321.839	23.50	20.60	22.05	21.95	43.90	21.95
58000	333.333	25.00	19.80	22.40	22.30	44.60	22.30

$$\text{ROTURA} = 60,500/174 = 347.70 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 60,500/174 = 139.08 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 11.49$$

$$D1 = 6.575 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 210,064.40 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.40)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 174 cm ²			CARGA MAXIMA : 80,300 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0	0.10	0.20	0.15	0.00	0.00	0.00
2000	11.494	0.60	0.30	0.45	0.30	0.60	0.30
4000	22.989	0.80	0.80	0.80	0.65	1.30	0.65
6000	34.483	1.10	1.30	1.20	1.05	2.10	1.05
8000	45.977	1.50	1.60	1.55	1.40	2.80	1.40
10000	57.471	1.90	1.90	1.90	1.75	3.50	1.75
12000	68.966	2.20	2.20	2.20	2.05	4.10	2.05
14000	80.460	2.50	2.60	2.55	2.40	4.80	2.40
16000	91.954	3.10	3.00	3.05	2.90	5.80	2.90
18000	103.448	3.60	3.50	3.55	3.40	6.80	3.40
20000	114.943	4.20	3.90	4.05	3.90	7.80	3.90
22000	126.437	4.50	4.60	4.55	4.40	8.80	4.40
24000	137.931	5.10	5.10	5.10	4.95	9.90	4.95
26000	149.425	5.60	5.60	5.60	5.45	10.90	5.45
28000	160.920	6.10	5.90	6.00	5.85	11.70	5.85
30000	172.414	6.20	6.10	6.15	6.00	12.00	6.00
32000	183.908	6.50	6.70	6.60	6.45	12.90	6.45
34000	195.402	7.20	10.50	8.85	8.70	17.40	8.70
36000	206.897	8.80	11.30	10.05	9.90	19.80	9.90
38000	218.391	9.80	12.30	11.05	10.90	21.80	10.90
40000	229.885	11.20	13.20	12.20	12.05	24.10	12.05
42000	241.379	14.80	14.50	14.65	14.50	29.00	14.50
44000	252.874	16.10	15.90	16.00	15.85	31.70	15.85
46000	264.368	17.20	16.70	16.95	16.80	33.60	16.80
48000	275.862	18.30	17.80	18.05	17.90	35.80	17.90
50000	287.356	19.40	18.80	19.10	18.95	37.90	18.95
52000	298.851	20.30	19.90	20.10	19.95	39.90	19.95
54000	310.345	21.40	20.80	21.10	20.95	41.90	20.95
56000	321.839	22.30	21.70	22.00	21.85	43.70	21.85
58000	333.333	23.50	22.80	23.15	23.00	46.00	23.00

$$\text{ROTURA} = 80,300/174 = 461.49 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 80,300/174 = 184.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 16.08$$

$$D1 = 6.59 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0)/(D1 - D0)$$

$$M.E. = 276,815.51 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.45)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 174 cm ²			CARGA MAXIMA : 75,500 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0.000	0.80	0.80	0.8	0.00	0.00	0.00
2000	11.173	1.20	1.10	1.15	0.35	0.70	0.35
4000	22.346	1.70	1.50	1.6	0.80	1.60	0.80
6000	33.520	2.20	2.00	2.1	1.30	2.60	1.30
8000	44.693	2.90	2.60	2.75	1.95	3.90	1.95
10000	55.866	3.30	3.00	3.15	2.35	4.70	2.35
12000	67.039	3.90	3.50	3.7	2.90	5.80	2.90
14000	78.212	4.50	4.10	4.3	3.50	7.00	3.50
16000	89.385	5.00	4.60	4.8	4.00	8.00	4.00
18000	100.559	5.20	5.20	5.2	4.40	8.80	4.40
20000	111.732	5.60	5.70	5.65	4.85	9.70	4.85
22000	122.905	5.90	6.30	6.1	5.30	10.60	5.30
24000	134.078	6.10	6.60	6.35	5.55	11.10	5.55
26000	145.251	6.30	6.90	6.6	5.80	11.60	5.80
28000	156.425	6.40	7.10	6.75	5.95	11.90	5.95
30000	167.598	6.90	7.60	7.25	6.45	12.90	6.45
32000	178.771	7.50	8.30	7.9	7.10	14.20	7.10
34000	189.944	8.90	10.30	9.6	8.80	17.60	8.80
36000	201.117	10.00	11.20	10.6	9.80	19.60	9.80
38000	212.291	12.80	11.90	12.35	11.55	23.10	11.55
40000	223.464	13.80	13.90	13.85	13.05	26.10	13.05
42000	234.637	14.80	13.80	14.3	13.50	27.00	13.50
44000	245.810	16.10	14.70	15.4	14.60	29.20	14.60
46000	256.983	17.20	15.40	16.3	15.50	31.00	15.50
48000	268.156	18.30	16.00	17.15	16.35	32.70	16.35
50000	279.330	19.40	16.70	18.05	17.25	34.50	17.25
52000	290.503	20.30	17.60	18.95	18.15	36.30	18.15
54000	301.676	21.40	16.80	19.1	18.30	36.60	18.30
56000	312.849	22.30	17.40	19.85	19.05	38.10	19.05
58000	324.022	23.50	18.60	21.05	20.25	40.50	20.25

$$\text{ROTURA} = 75,500/174 = 433.91 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 75,500/174 = 173.56 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 16.759$$

$$D1 = 6.825 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 247,982.84 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.50)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 174 cm ²			CARGA MAXIMA : 75,000 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0.000	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
2000	11.173	1.20	1.10	1.15	0.35	0.70	0.35
4000	22.346	1.70	1.50	1.60	0.80	1.60	0.80
6000	33.520	2.20	2.00	2.10	1.30	2.60	1.30
8000	44.693	2.90	2.60	2.75	1.95	3.90	1.95
10000	55.866	3.30	3.00	3.15	2.35	4.70	2.35
12000	67.039	3.90	3.50	3.70	2.90	5.80	2.90
14000	78.212	4.50	4.10	4.30	3.50	7.00	3.50
16000	89.385	5.00	4.60	4.80	4.00	8.00	4.00
18000	100.559	5.20	5.20	5.20	4.40	8.80	4.40
20000	111.732	5.60	5.70	5.65	4.85	9.70	4.85
22000	122.905	5.90	6.30	6.10	5.30	10.60	5.30
24000	134.078	6.10	6.60	6.35	5.55	11.10	5.55
26000	145.251	6.30	6.90	6.60	5.80	11.60	5.80
28000	156.425	6.80	7.10	6.95	6.15	12.30	6.15
30000	167.598	7.20	7.60	7.40	6.60	13.20	6.60
32000	178.771	7.80	8.30	8.05	7.25	14.50	7.25
34000	189.944	8.90	10.30	9.60	8.80	17.60	8.80
36000	201.117	10.00	11.20	10.60	9.80	19.60	9.80
38000	212.291	12.80	11.90	12.35	11.55	23.10	11.55
40000	223.464	13.80	13.90	13.85	13.05	26.10	13.05
42000	234.637	14.80	13.80	14.30	13.50	27.00	13.50
44000	245.810	16.10	14.70	15.40	14.60	29.20	14.60
46000	256.983	17.20	15.40	16.30	15.50	31.00	15.50
48000	268.156	18.30	16.00	17.15	16.35	32.70	16.35
50000	279.330	19.40	16.70	18.05	17.25	34.50	17.25
52000	290.503	20.30	17.60	18.95	18.15	36.30	18.15
54000	301.676	21.40	16.80	19.10	18.30	36.60	18.30
56000	312.849	22.30	17.40	19.85	19.05	38.10	19.05
58000	324.022	23.50	18.60	21.05	20.25	40.50	20.25

$$\text{ROTURA} = 75,000/174 = 431.03 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 75,000 / 174 = 172.41 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 16.759$$

$$D1 = 7.12 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 235,005.81 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.55)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 174 cm ²			CARGA MAXIMA : 70,000 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0.000	0.50	0.40	0.45	0.00	0.00	0.00
2000	11.299	0.90	0.80	0.85	0.40	0.80	0.40
4000	22.599	1.40	1.30	1.35	0.90	1.80	0.90
6000	33.898	1.60	1.90	1.75	1.30	2.60	1.30
8000	45.198	2.20	2.40	2.30	1.85	3.70	1.85
10000	56.497	2.70	2.90	2.80	2.35	4.70	2.35
12000	67.797	3.50	3.10	3.30	2.85	5.70	2.85
14000	79.096	4.40	4.00	4.20	3.75	7.50	3.75
16000	90.395	5.10	4.50	4.80	4.35	8.70	4.35
18000	101.695	5.90	5.10	5.50	5.05	10.10	5.05
20000	112.994	6.10	5.70	5.90	5.45	10.90	5.45
22000	124.294	6.30	6.40	6.35	5.90	11.80	5.90
24000	135.593	6.70	7.00	6.85	6.40	12.80	6.40
26000	146.893	7.30	7.20	7.25	6.80	13.60	6.80
28000	158.192	7.60	7.50	7.55	7.10	14.20	7.10
30000	169.492	8.10	8.20	8.15	7.70	15.40	7.70
32000	180.791	8.90	10.90	9.90	9.45	18.90	9.45
34000	192.090	11.20	11.30	11.25	10.80	21.60	10.80
36000	203.390	14.30	11.90	13.10	12.65	25.30	12.65
38000	214.689	15.50	12.70	14.10	13.65	27.30	13.65
40000	225.989	16.50	13.50	15.00	14.55	29.10	14.55
42000	237.288	18.00	14.30	16.15	15.70	31.40	15.70
44000	248.588	19.00	15.00	17.00	16.55	33.10	16.55
46000	259.887	20.50	16.00	18.25	17.80	35.60	17.80
48000	271.186	22.50	17.30	19.90	19.45	38.90	19.45
50000	282.486	24.30	18.40	21.35	20.90	41.80	20.90
52000	293.785	25.90	19.40	22.65	22.20	44.40	22.20
54000	305.085	26.00	19.80	22.90	22.45	44.90	22.45
56000	316.384	26.80	20.20	23.50	23.05	46.10	23.05
58000	327.684	27.50	21.30	24.40	23.95	47.90	23.95

$$\text{ROTURA} = 70,000/174 = 359.887 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 63700 / 177 = 160.924 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 13.559$$

$$D1 = 7.29 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 217,009.00 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.40)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 177 cm ²			CARGA MAXIMA : 84,800 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0.000	0.30	0.20	0.25	0.00	0.00	0.00
2000	11.299	0.50	0.50	0.50	0.25	0.50	0.25
4000	22.599	0.60	0.90	0.75	0.50	1.00	0.50
6000	33.898	0.80	1.20	1.00	0.75	1.50	0.75
8000	45.198	1.00	1.40	1.20	0.95	1.90	0.95
10000	56.497	1.20	1.70	1.45	1.20	2.40	1.20
12000	67.797	1.40	2.00	1.70	1.45	2.90	1.45
14000	79.096	1.80	2.40	2.10	1.85	3.70	1.85
16000	90.395	2.20	2.80	2.50	2.25	4.50	2.25
18000	101.695	2.40	3.10	2.75	2.50	5.00	2.50
20000	112.994	2.90	3.50	3.20	2.95	5.90	2.95
22000	124.294	3.30	3.90	3.60	3.35	6.70	3.35
24000	135.593	3.50	4.40	3.95	3.70	7.40	3.70
26000	146.893	3.80	5.00	4.40	4.15	8.30	4.15
28000	158.192	4.50	5.60	5.05	4.80	9.60	4.80
30000	169.492	4.90	6.20	5.55	5.30	10.60	5.30
32000	180.791	5.10	6.60	5.85	5.60	11.20	5.60
34000	192.090	5.40	6.90	6.15	5.90	11.80	5.90
36000	203.390	5.80	7.40	6.60	6.35	12.70	6.35
38000	214.689	7.50	7.80	7.65	7.40	14.80	7.40
40000	225.989	9.10	8.30	8.70	8.45	16.90	8.45
42000	237.288	12.60	8.70	10.65	10.40	20.80	10.40
44000	248.588	14.80	9.10	11.95	11.70	23.40	11.70
46000	259.887	17.60	9.80	13.70	13.45	26.90	13.45
48000	271.186	19.60	10.70	15.15	14.90	29.80	14.90
50000	282.486	22.60	12.20	17.40	17.15	34.30	17.15
52000	293.785	24.10	13.70	18.90	18.65	37.30	18.65
54000	305.085	25.60	15.10	20.35	20.10	40.20	20.10
56000	316.384	25.90	16.10	21.00	20.75	41.50	20.75
58000	327.684	26.20	17.50	21.85	21.60	43.20	21.60

$$\text{ROTURA} = 75,000/174 = 431.03 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 74,800 / 177 = 172.41 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_0 = 16.759$$

$$D1 = 7.12 \times 10^{-4}$$

$$D_0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E_0) / (D1 - D_0)$$

$$M.E. = 320,593.41 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.45)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 174 cm ²			CARGA MAXIMA :77,800 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0	0.10	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00
2000	11.494	0.50	0.90	0.70	0.50	1.00	0.50
4000	22.989	0.80	1.00	0.90	0.70	1.40	0.70
6000	34.483	1.10	1.10	1.10	0.90	1.80	0.90
8000	45.977	1.60	1.40	1.50	1.30	2.60	1.30
10000	57.471	2.10	1.80	1.95	1.75	3.50	1.75
12000	68.966	2.60	2.20	2.40	2.20	4.40	2.20
14000	80.460	2.90	2.60	2.75	2.55	5.10	2.55
16000	91.954	3.50	3.10	3.30	3.10	6.20	3.10
18000	103.448	4.00	3.70	3.85	3.65	7.30	3.65
20000	114.943	4.20	4.20	4.20	4.00	8.00	4.00
22000	126.437	4.60	4.80	4.70	4.50	9.00	4.50
24000	137.931	4.90	5.50	5.20	5.00	10.00	5.00
26000	149.425	5.10	6.10	5.60	5.40	10.80	5.40
28000	160.920	5.90	6.80	6.35	6.15	12.30	6.15
30000	172.414	6.20	7.40	6.80	6.60	13.20	6.60
32000	183.908	7.90	8.20	8.05	7.85	15.70	7.85
34000	195.402	9.20	9.10	9.15	8.95	17.90	8.95
36000	206.897	12.20	9.80	11.00	10.80	21.60	10.80
38000	218.391	14.60	11.00	12.80	12.60	25.20	12.60
40000	229.885	16.90	12.10	14.50	14.30	28.60	14.30
42000	241.379	18.60	13.00	15.80	15.60	31.20	15.60
44000	252.874	20.80	1.50	11.15	10.95	21.90	10.95
46000	264.368	22.70	15.80	19.25	19.05	38.10	19.05
48000	275.862	25.50	16.30	20.90	20.70	41.40	20.70
50000	287.356	26.40	17.90	22.15	21.95	43.90	21.95
52000	298.851	27.00	19.40	23.20	23.00	46.00	23.00
54000	310.345	27.30	21.50	24.40	24.20	48.40	24.20

$$\text{ROTURA} = 77,800/174 = 447.13 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 77,800/174 = 178.85 \text{ kg/cm}^2$$

$$Eo = 11.494$$

$$D1 = 6.86 \times 10^{-4}$$

$$Do = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - Eo)/(D1 - Do)$$

$$M.E. = 263,210.30 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.50)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 177 cm ²			CARGA MAXIMA :73,800 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0.000	0.00	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00
2000	11.299	0.20	0.50	0.35	0.30	0.60	0.30
4000	22.599	0.30	1.20	0.75	0.70	1.40	0.70
6000	33.898	0.60	1.90	1.25	1.20	2.40	1.20
8000	45.198	0.90	2.60	1.75	1.70	3.40	1.70
10000	56.497	1.30	3.40	2.35	2.30	4.60	2.30
12000	67.797	1.90	3.60	2.75	2.70	5.40	2.70
14000	79.096	2.50	4.10	3.30	3.25	6.50	3.25
16000	90.395	2.80	4.60	3.70	3.65	7.30	3.65
18000	101.695	3.20	5.20	4.20	4.15	8.30	4.15
20000	112.994	3.70	5.90	4.80	4.75	9.50	4.75
22000	124.294	4.20	6.30	5.25	5.20	10.40	5.20
24000	135.593	4.60	6.50	5.55	5.50	11.00	5.50
26000	146.893	4.90	6.80	5.85	5.80	11.60	5.80
28000	158.192	5.30	7.10	6.20	6.15	12.30	6.15
30000	169.492	6.50	7.30	6.90	6.85	13.70	6.85
32000	180.791	7.30	8.60	7.95	7.90	15.80	7.90
34000	192.090	8.60	10.20	9.40	9.35	18.70	9.35
36000	203.390	10.20	12.90	11.55	11.50	23.00	11.50
38000	214.689	11.30	14.90	13.10	13.05	26.10	13.05
40000	225.989	13.40	16.80	15.10	15.05	30.10	15.05
42000	237.288	14.70	19.50	17.10	17.05	34.10	17.05
44000	248.588	15.80	22.80	19.30	19.25	38.50	19.25
46000	259.887	16.90	26.40	21.65	21.60	43.20	21.60
48000	271.186	17.70	28.30	23.00	22.95	45.90	22.95
50000	282.486	19.40	29.00	24.20	24.15	48.30	24.15
52000	293.785	20.30	29.20	24.75	24.70	49.40	24.70

$$\text{ROTURA} = 73,800/177 = 416.95 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 73,800 / 177 = 166.78 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 14.775$$

$$D1 = 6.73 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 244,047.86 \text{ kg/cm}^2$$

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"
CONCRETO CON ADITIVO (a/c = 0.55)

EDAD : 28 DIAS		SECCION NORMAL A LA CARGA : 177 cm ²			CARGA MAXIMA : 69,000 kg		
CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	LECTURA IZQ.	LECTURA DER.	PROM. LECT.	LECT. CORREG.	DEFORM. (x10 ⁻³)cm	DEF.UNIT. (x10 ⁻⁴)cm
0.00	0.00	0.40	0.20	0.30	0.00	0.00	0.00
2000	11.30	1.10	0.60	0.85	0.55	1.10	0.55
4000	22.60	1.90	1.40	1.65	1.35	2.70	1.35
6000	33.90	2.20	2.00	2.10	1.80	3.60	1.80
8000	45.20	2.80	2.50	2.65	2.35	4.70	2.35
10000	56.50	3.10	3.10	3.10	2.80	5.60	2.80
12000	67.80	3.90	3.90	3.90	3.60	7.20	3.60
14000	79.10	4.40	4.50	4.45	4.15	8.30	4.15
16000	90.40	4.60	5.30	4.95	4.65	9.30	4.65
18000	101.69	4.80	6.00	5.40	5.10	10.20	5.10
20000	112.99	5.20	6.20	5.70	5.40	10.80	5.40
22000	124.29	5.40	6.40	5.90	5.60	11.20	5.60
24000	135.59	5.60	6.80	6.20	5.90	11.80	5.90
26000	146.89	5.80	7.20	6.50	6.20	12.40	6.20
28000	158.19	6.60	7.50	7.05	6.75	13.50	6.75
30000	169.49	7.90	8.90	8.40	8.10	16.20	8.10
32000	180.79	8.50	10.20	9.35	9.05	18.10	9.05
34000	192.09	10.60	13.10	11.85	11.55	23.10	11.55
36000	203.39	12.20	14.10	13.15	12.85	25.70	12.85
38000	214.69	13.00	15.20	14.10	13.80	27.60	13.80
40000	225.99	13.90	16.40	15.15	14.85	29.70	14.85
42000	237.29	14.70	17.60	16.15	15.85	31.70	15.85
44000	248.59	15.70	19.00	17.35	17.05	34.10	17.05
46000	259.89	16.60	20.30	18.45	18.15	36.30	18.15
48000	271.19	17.50	21.70	19.60	19.30	38.60	19.30
50000	282.49	18.60	23.00	20.80	20.50	41.00	20.50
52000	293.79	19.70	24.50	22.10	21.80	43.60	21.80
54000	305.08	20.60	25.70	23.15	22.85	45.70	22.85
56000	316.38	21.80	26.90	24.35	24.05	48.10	24.05
58000	327.68	22.10	27.80	24.95	24.65	49.30	24.65

$$\text{ROTURA} = 69,000/177 = 389.83 \text{ kg/cm}^2$$

RESULTADOS:

$$E1 = 0.4 \times 69,000 / 177 = 155.93 \text{ kg/cm}^2$$

$$E0 = 10.272$$

$$D1 = 6.71 \times 10^{-4}$$

$$D0 = 0.5 \times 10^{-4}$$

$$M.E. = (E1 - E0) / (D1 - D0)$$

$$M.E. = 234,637.53 \text{ kg/cm}^2$$

PANEL FOTOGRAFICO

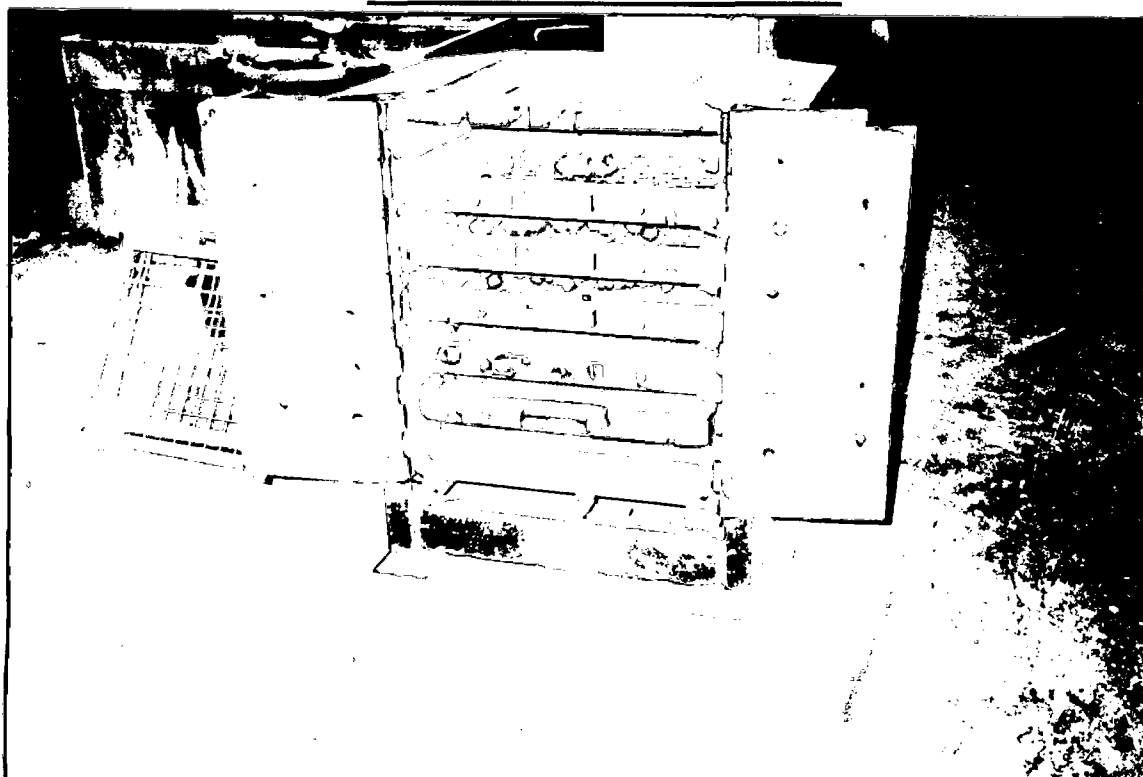


FOTO N° 1.- SE APRECIAN LAS MALLAS UTILIZADAS PARA EL ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO.

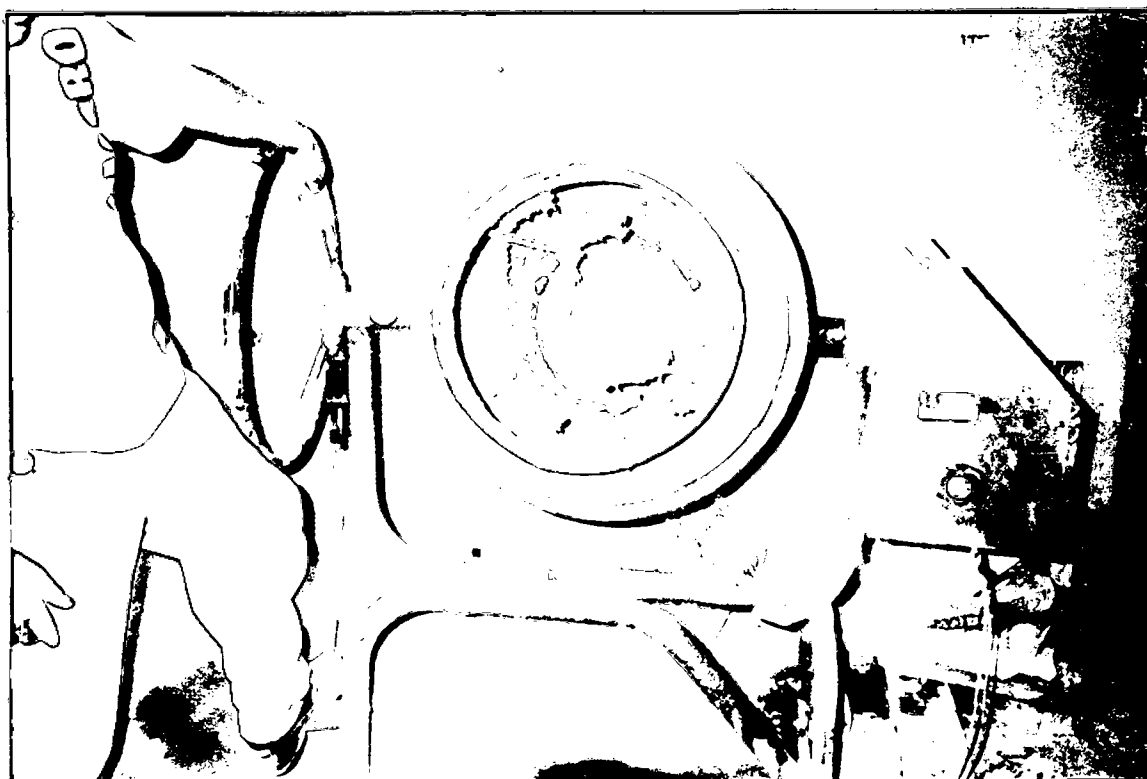


FOTO N° 2.- SE APRECIA LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO EN LA MEZCLADORA PORTÁTIL DEL LABORATORIO.

Tesis: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"



FOTO N° 5.- SE APRECIA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO.

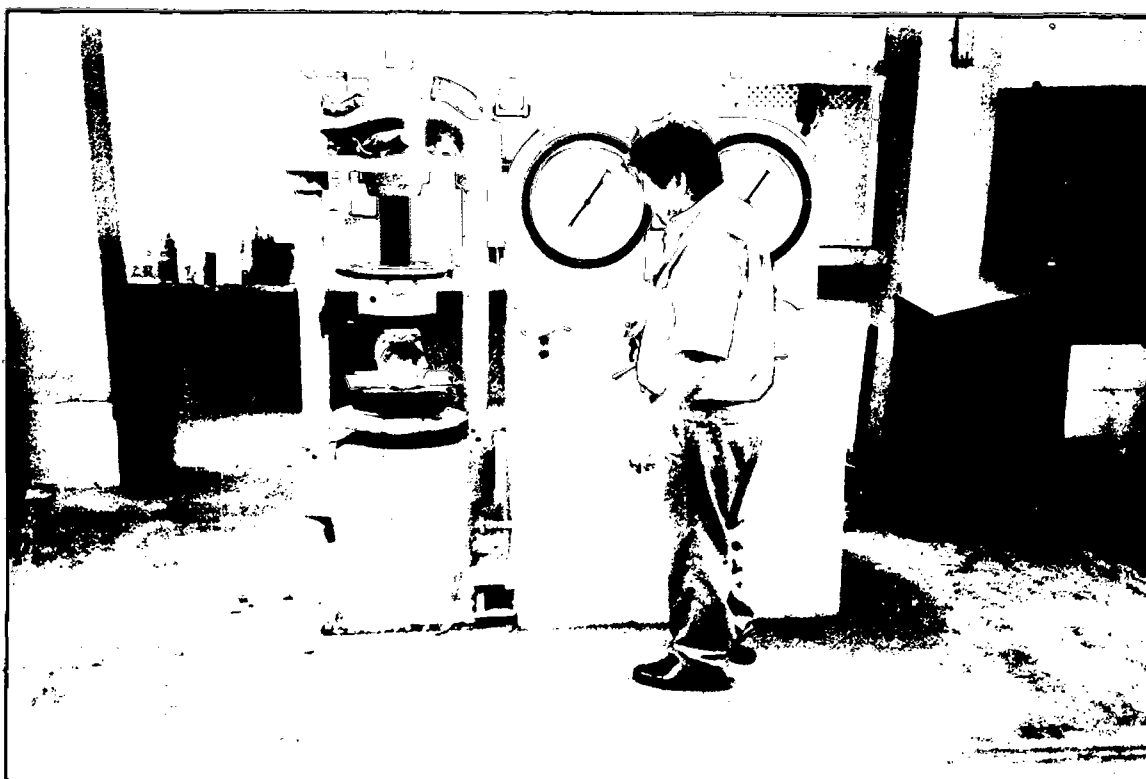


FOTO N° 6.- SE APRECIA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DEL CONCRETO ENDURECIDO.

Tesis: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"



FOTO N° 3.- SE APRECIA LA MEDICION DEL "SLUMP" DEL CONCRETO FRESCO PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO.

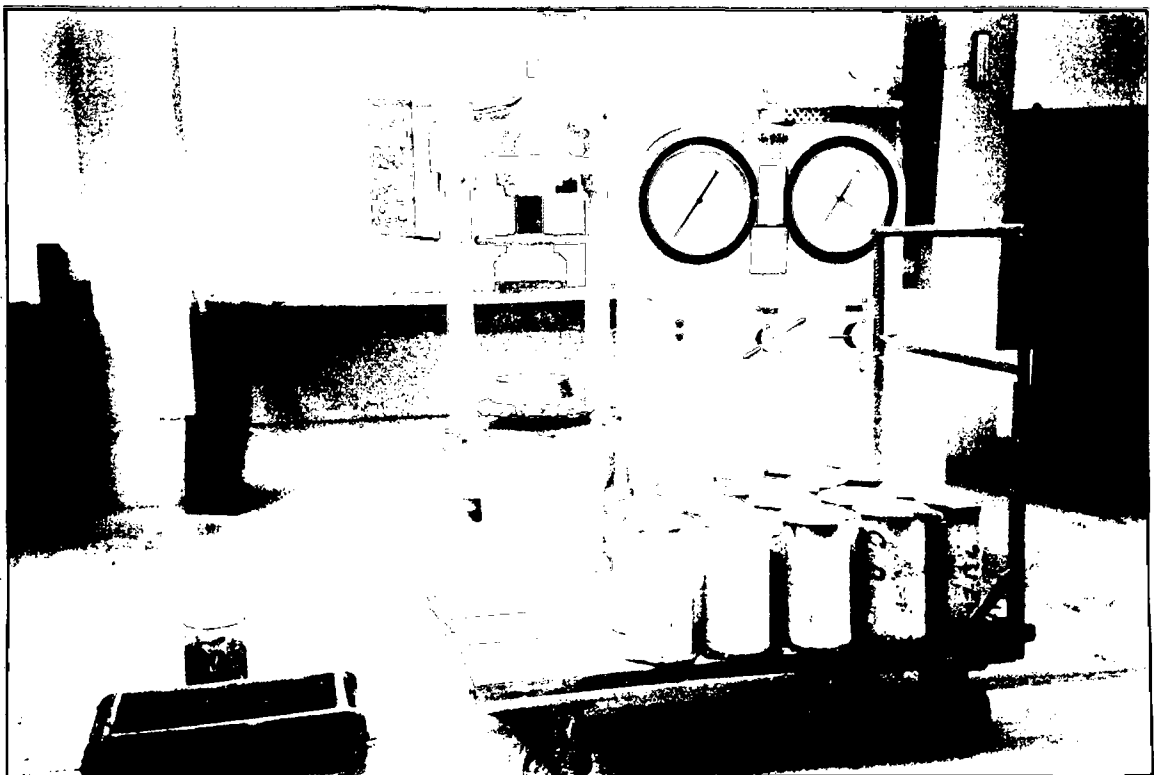


FOTO N° 4.- SE APRECIAN LAS PROBETAS DE CONCRETO ENDURECIDO LISTOS PARA SER ENSAYADOS.

Tesis: "Estudio del concreto de mediana a alta resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río, usando aditivo superplastificante de fraguado normal"

BIBLIOGRAFIA

- TITULO : DISEÑO DE MEZCLAS**
- AUTOR : ING- ENRIQUE RIVVA LOPEZ**
- EDICIÓN : 1992**
- TEMA : PASOS EN EL DISEÑO DE MEZCLAS**
- BIBLIOTECA : PERSONAL**
-
- TITULO : TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**
- AUTOR : ING- ENRIQUE RIVVA LOPEZ**
- EDICIÓN : 1981**
- TEMA : CRITERIO EN LA SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES**
- BIBLIOTECA : PERSONAL**
-
- TITULO : RECOMENDACIONES PARA EL PROCESO DE PUESTA EN OBRA
DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**
- AUTOR : ING- ENRIQUE RIVVA LOPEZ**
- EDICIÓN : 1988**
- TEMA : CRITERIO EN LA SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES**
- BIBLIOTECA : UNI-FIC**
-
- TITULO : PROBLEMAS EN EL CONCRETO**
- AUTOR : INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO**
- EDICIÓN : 1990**
- TEMA : MATERIALES PARA EL CONCRETO**
- BIBLIOTECA : UNI-FIC**

TITULO : **HORMIGÓN ARMADO**
AUTOR : **JIMÉNEZ MONTOYA P.**
EDICIÓN : 1993
TEMA : **ARIDOS - DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN**
BIBLIOTECA : **UNI-FIC**

TITULO : **CONCRETO - DISEÑO DE MEZCLAS**
AUTOR : **PÓRTLAND CEMENT ASOCIATION**
EDICION : **1º EDICION, MEXICO - EDITORIAL LIMUSA, 1977**
TEMA : **CONCRETO**
BIBLIOTECA : **UNI-FIC**

TITULO : **TOPICO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO EN EL PERU**
AUTOR : **ING. ENRIQUE PASQUEL CARVAJAL**
EDITORIAL : **CAPITULO DE INGENIERIA CIVIL - CONSEJO DEPARTAMENTAL
DE LIMA**
TEMA : **EL CEMENTO PÓRTLAND**
BIBLIOTECA : **UNI-FIC**

TITULO : **DISEÑO DE MEZCLAS, MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL Y
MODULO DE FINURA PARA CONCRETOS DE MEDIANA A
ALTA RESISTENCIA.**
AUTOR : **ING. RAFAEL CACHAY HUAMAN**
EDITORIAL : **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, LIMA - PERU**
BIBLIOTECA : **PERSONAL**

TITULO : TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
AUTOR : Ing. FLAVIO ABANTO CASTILLO
EDICION : 1998
TEMA : TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BIBLIOTECA : PERSONAL

TITULO : BOLETINES TÉCNICOS DEL CEMENTO
AUTOR : ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CEMENTO
EDICION : 1993
TEMA : GENERALIDADES DE LOS AGREGADOS, CEMENTO Y AGUA
BIBLIOTECA : UNI-FIC

**TESIS : “ CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO DE ALTA
RESISTENCIA CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y
CEMENTO PRTLAND TIPO I ”**
AUTOR : YUBAL MOREYRA VIZCARRRA
EDICION : 2000
TEMA : ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
BIBLIOTECA : UNI-FIC

TESIS : “ESTUDIO DE LAS CANTERAS DE LIMA METROPOLITANA”
AUTOR : ALEX FIGUEROA
EDICION : 1996
TEMA : AGREGADO GRUESO
BIBLIOTECA : UNI-FIC

TITULO : NORMAS TÉCNICAS PERUENAS
AUTOR : ITINTEC
EDICION : 1979
TEMA : NORMAS DE ENSAYO PARA MATERIALES
BIBLIOTECA : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES UNI-FIC

**TITULO : BOLETÍN TÉCNICO EUCO PRODUCTOS PARA LA
CONSTRUCCION**
AUTOR : EUCO
EDICION : 2000
TEMA : ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EUCO 37
BIBLIOTECA : PERSONAL