

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



**“EVALUACIÓN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO  
UTILIZANDO ALMOHADILLAS DE FABRICACIÓN  
NACIONAL”**

**TESIS:**  
**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**  
**JORGE LUIS HUARCAYA OLARTE**

**LIMA – PERU**

**2006**

***Dedicatoria:***

*Dedico esta presente investigación, a mis Padres Lorenzo y Victoria, por todo el amor y cariño que siempre me brindan, el apoyo sincero e indesmallable, y la gratitua por todo eso a ellos. ¡Los amo Padres!*

*A mi hermana Carmen, siempre diciendo ¿ya vas a acabar? deseándole suerte en todo lo que realice.*

***Agradecimiento:***

*Doy gracias al Ing. Carlos A. Barzola Gastelú, por su apoyo en la elaboración de la presente investigación, y el aporte que brinda en el desarrollo de la tecnología del concreto en el país.*

***A Dios:***

*Doy gracias al Señor, por el camino de luz que me guía y a los amigos que me otorga, por la Fe y Esperanza que llevamos dentro de nosotros. Y al Padre Nicolás por las enseñanzas que nos brinda.*



***A mis amigos:***

***Quiero agradecer especialmente al Ing. Julio Silva Manky, (Gerente Técnico de Emape S.A.), por el apoyo y empuje para la elaboración de la presente investigación, amigo y consejero.***

*Al Ing. Humberto Guzmán Quispe, (Gerente Técnico de Emape S.A.), por todo el apoyo y confianza brindada.*

*Al Ing. Daniel Figueroa Camacho, (Jefe de Departamento de Mantenimiento Vial Emape S.A.), por las enseñanzas y la confianza brindada.*

*Al Ing. José Justiniano Martínez, (Jefe de Departamento de Ingeniería Emape S.A.), por todo el apoyo y confianza brindada.*

*Al Ing. Juan José Bernaola Cabezudo, Gerente General de Transportes Bernaola y Servicios Asociados S.R.L., por el apoyo para la finalización de la presente investigación, y amigo mío.*

*Al Sr. Jorge R. Moro Khan,  
Gerente General de Moro S.R.L.,  
por el apoyo profesional y  
gratitud hacia mi persona.*

*Al Ing. Eulogio Enrique Peña  
Neves, (Asesor Técnico  
Emape S.A.), por las pautas  
técnicas en la vida profesional, y  
amigo.*

*Al Sr. Robert Jesús Vargas  
Velezmoro, Gerente General de  
A.B.A. Corporación Andina S.R.L.,  
por el apoyo y gratitud hacia mi  
persona.*

*Al Sr. Bach. Ing. Raúl Alonso  
Chácara Sánchez, por el apoyo y  
amistad brindada.*

*Un agradecimiento a todos mis  
amigos, discúlpenme, si me he  
olvidado de algunos de Uds.*



## INDICE

### SUMARIO

### INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I: ESTUDIO DE LOS MATERIALES

#### 1.1 Agregado Fino.

1.1.1 Definición.....	14
-----------------------	----

#### 1.2 Agregado Grueso.

1.2.1 Definición.....	15
-----------------------	----

#### 1.3 Agregado Global.

1.3.1 Generalidades.....	17
1.3.2 Análisis granulométrico.....	17
1.3.3 Módulo de finura.....	18
1.3.4 Peso unitario compactado.....	19

#### 1.4 Cemento Portland Tipo I.

1.4.1 Definición.....	20
-----------------------	----

#### 1.5 Almohadillas de Caucho.

1.5.1 Generalidades.....	23
1.5.2 Caucho natural.....	24
1.5.3 Almohadillas de caucho (Neopreno).....	26



## **1.6 Agua**

1.6.1 Generalidades.....	27
1.6.2 Requisitos.....	29
1.6.3 Muestra para su utilización.....	31

## **CAPITULO II: DISEÑO DE MEZCLAS**

<b>2.1 Generalidades.....</b>	<b>34</b>
-------------------------------	-----------

### **2.2 Diseño de mezcla.**

2.2.1 Diseño preliminar.....	36
2.2.2 Ensayo preliminar de compresión para a/c 0.60 y cálculo de la curva optima de agregados según $f_c$ .....	40
2.2.3 Diseño de mezcla final.....	41
2.2.4 Diseño de mezcla relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70.....	42

## **CAPITULO III: PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO**

<b>3.1 Generalidades.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Consistencia.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3 Peso unitario.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4 Porcentaje de fluidez.....</b>	<b>47</b>
<b>3.5 Contenido de aire.....</b>	<b>48</b>
<b>3.6 Tiempo de fraguado.....</b>	<b>50</b>
<b>3.7 Exudación.....</b>	<b>52</b>



## **CAPITULO IV: PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON CAPEADO CONVENCIONAL Y ALMOHADILLAS DE CAUCHO.**

### **4.1 Generalidades..... 56**

### **4.2 Resistencia a la compresión a los 07, 14, 28 días**

4.2.1 Resistencia a la compresión utilizando recubrimiento de  
azufre y bentonita..... 57

4.2.2 Resistencia a la compresión utilizando recubrimiento de  
almohadillas de caucho nacional..... 59

### **4.3 Módulo de Elasticidad Estático del concreto a los 28 días utilizando recubrimiento con (azufre y bentonita) y almohadillas de compresión.**

4.3.1 Módulo de elasticidad estática utilizando recubrimiento de  
azufre y bentonita..... 64

4.3.2 Módulo de elasticidad estática utilizando almohadillas de  
compresión..... 66

### **4.4 Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral..... 67**

## **CAPITULO V : CUADROS DE RESULTADOS Y GRÁFICOS**



## **CAPITULO VI: ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

<b>6.1 Generalidades</b> .....	85
<b>6.2 Análisis de regresión</b> .....	85
<b>6.3 Análisis de correlación</b> .....	86
<b>6.4 Recta de regresión de mínimos cuadrados</b> .....	87
<b>6.5 Regresión logarítmica de Y sobre X</b> .....	87
<b>6.6 Error típico de la estimación de Y sobre X</b> .....	88
<b>6.7 Desviación típica de Y</b> .....	88
<b>6.8 Coeficiente de correlación de Y sobre X(<math>r_{y,x}</math>)</b> .....	88
<b>6.9 Evaluación del grado de control</b> .....	89

## **CAPITULO VII: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS**

<b>7.1 Generalidades</b> .....	104
--------------------------------	-----

### **7.2 Análisis comparativo al estado endurecido**

<b>7.2.1 Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas de concreto</b> .....	105
<b>7.2.2 Análisis comparativo con muestra al 95.45% <math>\mu \pm 2S</math></b> .....	110
<b>7.2.3 Análisis comparativo de acuerdo a la norma ASTM C-1231</b> .....	118
<b>7.2.4 Comparación de resultados con almohadillas de caucho e importado</b> .....	122
<b>7.2.5 Ensayo del modulo elástico estático (MEE)</b> .....	125



**7.3 Análisis comparativo de tiempo y costos**

7.3.1 Análisis de tiempo.....	127
7.3.2 Número de usos de las almohadillas de caucho neopreno de procedencia nacional.....	135
7.3.2 Análisis de costos.....	136

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

**PANEL FOTOGRÁFICO**





## SUMARIO

### **El capítulo I.**

Da a conocer las características de los agregados empleados en la presente investigación para el diseño del concreto y las normas que las rigen; describe también la aplicación del agregado global en el diseño de mezclas; la descripción del Cemento Pórtland, detalles de la producción del caucho y de las almohadillas de neopreno de producción nacional y un breve detalle de los tipos de agua que se utilizan en la fabricación del concreto.

### **El capítulo II.**

Presenta el diseño de mezclas, los criterios básicos a tener en cuenta y se detalla un procedimiento para el diseño, teniendo como base el método del ACI.

### **El capítulo III.**

Describe las propiedades del concreto al estado fresco, detalla los factores que influyen sobre estas propiedades, también los aspectos perjudiciales que pueden presentarse durante la colocación del concreto en obra.

### **El capítulo IV.**

Se ocupa de las propiedades del concreto al estado endurecido, del ensayo de resistencia a compresión utilizando dos sistemas de recubrimiento, el primero, lo convencional que se viene utilizando en todas las entidades que realizan este ensayo, el recubrimiento de azufre y bentonita; el segundo, el sistema planteado por la Norma ASTM C 1231, con almohadillas de neopreno, pero con la variante que el neopreno es de producción nacional.



## **El capítulo V.**

En este capítulo se presentan todos los cuadros y gráficos obtenidos en los ensayos realizados, con la finalidad de demostrar la factibilidad de las almohadillas de caucho de producción nacional.

## **El capítulo VI.**

Propone ecuaciones en base al análisis de regresión y correlación de las variables consideradas en la presente investigación; resistencia a la compresión, relación agua cemento y edad del concreto.

## **El capítulo VII.**

Establece el análisis comparativo económico y de tiempo, de los sistemas de recubrimientos planteados, de acuerdo a los resultados obtenidos, cuantitativos y cualitativos



## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la norma **ASTM C-39** y la **NTP 339.034** (Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto), se establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas. En la actualidad se efectúa el procedimiento, utilizando una capa de recubrimiento de mezcla de azufre y bentonita (**denominado capping**), para eliminar las irregularidades que se presentan en las caras de compresión superior e inferior de las probetas, logrando así su paralelismo.

Sin embargo existen otras técnicas para ensayar probetas y obtener la resistencia a la compresión, sin generar un impacto ambiental, debido a que el método mencionado produce gases por el quemado del azufre.

La presente investigación realiza el análisis comparativo de los resultados de los ensayos a la compresión de las probetas de concreto con el capeado convencional y con uso de almohadillas de caucho de fabricación nacional; asimismo determina el número de usos sin que pierda sus propiedades físicas y mecánicas; con la finalidad de reemplazar al tradicional capeado (azufre y bentonita), por las almohadillas de compresión, en el mencionado ensayo.

Los ensayos realizados se basaron en las normas **ASTM C-1231** (Práctica usual para el uso de capas de neopreno en la determinación de la fuerza compresiva de cilindros de concretos endurecidos) y **AASHTO T-22** (Fuerza compresiva de especímenes de concreto cilíndricos), donde se especifica el uso de almohadillas de caucho neopreno como recubrimiento para obtener la resistencia a la compresión del concreto.



La utilización de las almohadillas de caucho de fabricación nacional (no existe normalización), radica principalmente en su facilidad de uso, sus efectos no contaminantes y no dañinos a la salud (que si se da en el empleo del azufre y la bentonita), distribuyendo de manera correcta las fuerzas que actúa sobre las probetas de concreto (obteniendo, mayores valores de resistencia a la compresión y un rango promedio de usos [300; 850], dependiendo de la dureza de las almohadillas); invirtiendo menos tiempo para la ruptura y sus ventajas económicas.

Se ha desarrollado todos los ensayos necesarios para conocer las características de los agregados utilizados para la elaboración del concreto de la presente investigación, un control riguroso de pesos, de los componentes del concreto, de acuerdo a los diseños de mezcla, de manera de obtener resultados que no tengan muchas variaciones (mayor resistencia a la compresión y menor desviación estándar), permitiendo el desarrollo correcto de la tesis, a fin de lograr su objetivo.

El trabajo se inicio con el estudio de los agregados a fin de diseñar el concreto, mediante el método del agregado global, basado en la resistencia a compresión del concreto, buscando la menor desviación estándar.

Para el concreto fresco se realizaron las pruebas de consistencia, flujo, peso unitario, exudación, tiempo de fraguado y contenido de aire.

Los resultados al estado endurecido de los 07, 14 y 28 días comparados para cada sistema, se obtuvo mayor resistencia, menor desviación estándar, bajo costo y mayor rendimiento para el sistema de almohadillas de caucho de fabricación nacional, que con el sistema de capeado convencional, logrando el objetivo de la presente investigación.



# ***CAPÍTULO I***

## ***ESTUDIO DE LOS MATERIALES***



## CAPÍTULO I ESTUDIO DE LOS MATERIALES

Los agregados para concreto son aquellos materiales inertes que son aglomerados o acumulados por la pasta del cemento, para formar una determinada estructura resistente.

De acuerdo con la Norma **NTP 400.011** (Agregados, definición y clasificación de agregados para uso de morteros y concretos), define como Agregado: Al conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta Norma. Se les denomina también áridos.

Los agregados ocupan generalmente del 60 al 80 % del volumen del concreto. Por tanto, sus características influyen en las propiedades del mismo, en las proporciones de la mezcla y en la economía.

Deben satisfacer ciertos requisitos establecidos en la **NTP 400.037** (Agregados, requisitos).

Todos los agregados, de los cuales no se tengan registros sobre su buen comportamiento, deberán probarse para ver si cumplen con los requisitos mínimos establecidos en las Normas para ser aceptados.

Los agregados comúnmente usados como la arena, grava, piedra triturada producen concretos de peso normal, es decir, concreto que pesa entre  $2100 \text{ kg/m}^3$  y  $2500 \text{ kg/m}^3$ .



## 1.1 AGREGADO FINO.

### 1.1.1 DEFINICIÓN.

Según la norma **NTP 400.011**, se define como agregado fino, a aquel que pasa el tamiz 9,51 mm. (malla 3/8”) y queda retenido en el tamiz 74  $\mu$ .m (malla N°200), proveniente de la desintegración natural o artificial de rocas. El agregado puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes.

El agregado fino utilizado en la presente investigación proviene de la cantera “La Gloria” (**Firth Industries Perú S.A.**) ubicada en el Km. 14.0 – Z.I. Industrial – Ate Vitarte. A continuación se describe las características del agregado fino, los valores obtenidos en el programa de ensayos efectuados en LEM – UNI:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO (ARENA)
Peso Específico de Masa Seco	2.583 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico de Masa Superficialmente Seco	2.623 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente	2.70 gr/cm <sup>3</sup>
Peso aparente o Unitario Suelto	1.619 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1.947 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	1.59 %
Contenido de Humedad	1.56 %
Superficie Específica	50.32 cm <sup>2</sup> /gr
Módulo de Finura	3.01
Material que pasa la Malla N° 200	9.30 %



- De la **gráfica A-01** (ver Anexo), se observa que la curva granulométrica se encuentra dentro de los límites determinados por la norma NTP 400.012. Asimismo podemos notar que la curva tiende a pegarse hacia la derecha de los límites del Huso.
- El modulo de finura tiene un valor de **3.01**, verificando con el rango recomendable [2.8 – 3.2], se encuentra en el promedio casi ideal para el diseño.
- El porcentaje de fino que pasa la malla N° 200, es igual a 4.77%; de acuerdo a la Norma, si el concreto está sujeto a abrasión 4% máximo permisible y 5% en caso contrario; la arena usada para el presente estudio es adecuada para estructuras de concreto que no estén sometidas a abrasión.
- con respecto al peso específico y al porcentaje de absorción, el agregado fino no es compacto y es poroso.

## 1.2 AGREGADO GRUESO.

### 1.2.1 DEFINICIÓN.

Según la norma **NTP 400.011**, Se define como agregado grueso aquel retenido en el tamiz 4.76mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca.

El agregado grueso utilizado en la presente investigación proviene de la cantera “La Gloria” (**Firth Industries Perú S.A.**) ubicada en el Km. 14.0 – Z.I. Industrial – Ate Vitarte.





A continuación se describe las características del agregado grueso, los valores obtenidos en el programa de ensayos efectuados en LEM – UNI:

PROPIEDADES	AGREGADO GRUESO (PIEDRA)
Peso Específico de Masa Seco	2.784 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico de Masa Superficialmente Seco	2.797 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente	2.823 gr/cm <sup>3</sup>
Peso aparente o Unitario Suelto	1.378 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1.593 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	0.47 %
Contenido de Humedad	0.20 %
Superficie Específica	1.10 cm <sup>2</sup> /gr
Módulo de Finura	7.68
Tamaño Máximo	1 ½"
Tamaño Máximo Nominal	1"

- De la **gráfica A-02** (ver Anexo), curva granulométrica se encuentra dentro del huso seleccionado de acuerdo al tamaño máximo nominal es de 1".
- El modulo de finura tiene un valor de 7.68.
- Podemos notar de acuerdo al peso específico y al porcentaje de absorción, el agregado es compacto y tiene poca permeabilidad, es un buen agregado.



## 1.3 AGREGADO GLOBAL

### 1.3.1 GENERALIDADES

Los agregados tienen directa influencia sobre el concreto, pues ocupan aproximadamente las dos terceras ( $2/3$ ) partes del volumen del concreto.

Muchas veces se observará que la granulometría de cada agregado (fino o grueso) no se ajustará a los husos establecidos por las Normas ASTM C-33, DIN (1045) (ver Anexo).

La elección de una serie granulométrica debe efectuarse de acuerdo con el tamaño máximo del agregado, asegurando una adecuada trabajabilidad, de manera que el concreto pueda ser consolidado sin exigir demasiado trabajo mecánico.

Pero debemos mezclarlos buscando una distribución de partículas eficiente en cuanto a la gradación. A esta mezcla de agregados en forma eficiente la conoceremos como Agregado Global. Y esta aceptado por la norma anteriormente mencionada.

### 1.3.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

El estudio de las combinaciones realizadas en porcentajes del agregado fino y grueso nos ha permitido hallar la proporción óptima, realizando el análisis granulométrico del agregado global y conociendo la distribución de las partículas que lo componen.



Con respecto a la granulometría, los agregados finos y gruesos, por separado no necesariamente cumplirán los husos granulométricos establecidos por las normas **ASTM C-33** y **NTP 400.037**; sin embargo mezclándolos adecuadamente nos suministrarán una adecuada distribución de partículas eficientes, denominándose como Agregado Global.

De acuerdo a los datos tomados de los cuadros **N° AF-05** y **N° AG-05** (ver Anexo), y a la proporción tomada se tiene el cuadro **N° A.GL-01** y la gráfica **N° A-03** (ver Anexo), del análisis granulométrico promedio para el agregado Global.

### 1.3.3 MÓDULO DE FINURA.

Norma **NTP 400.011**, El módulo de finura es un índice de la finura del agregado entre mayor sea, mas grueso será el agregado. Este valor nos permitirá estimar las proporciones de los agregados (fino y grueso) para el diseño de la mezcla.

Hacemos el cálculo del Módulo de Finura del agregado global, tomando los datos del cuadro **N° A.GL-01** y se obtiene el cuadro **N° A.GL-02** (ver Anexo), y:

◆ **Módulo de Finura (M.F.) = 5.44**

El valor de módulo de finura total, nos permite realizar concreto premezclado, por estar en el rango de  $\langle 5.2, 5.4 \rangle$ , según apuntes de clase del Ing. Carlos Barzola.



### 1.3.4 PESO UNITARIO COMPACTADO.

Buscaremos el mayor Peso Unitario Compactado, porque esta combinación de máxima densidad creará un volumen con mínimos vacíos, necesitando menor cantidad de pasta de cemento cuando forme parte del concreto; el cual es un factor de economía a tener en cuenta, así se obtendrá un concreto de mayor resistencia a la compresión, y es la propiedad más buscada del concreto, también es un índice de la calidad del mismo.

El ensayo consiste en llenar el recipiente en tres capas, cada una de estas estará apisonada con 25 golpes de una varilla lisa de 2 pies de longitud y de  $\varnothing 5/8$ " de diámetro, con punta roma; pero no se trata de solo llenar un recipiente con la mezcla de los agregados sino determinar la máxima compactación hasta obtener la combinación de mayor Peso Unitario Compactado. Finalmente se empareja la superficie del agregado global con esta varilla, así el peso dentro del recipiente representará el Peso Unitario del agregado mezclado con cierto grado de compactación. Finalmente se empareja la superficie del agregado global.

En la presente investigación se determinó el Peso Unitario Compactado del agregado global, para esto se ha realizado la mezcla en peso del agregado fino y agregado grueso en los siguientes porcentajes:

<b>Agregado Fino (%)</b>	<b>Agregado Grueso (%)</b>
40	60
45	55
50	50
55	45
60	40



Se realizó las combinaciones de los agregados (fino y grueso) y tomando los datos se origina el **cuadro N° PUCG-01**, y la **gráfica A-04 (ver Anexo)**, del análisis se concluyó con la elección del agregado global en:

- **Agregado Fino : 48%**
- **Agregado Grueso : 52%**

## 1.4 CEMENTO PORTLAND TIPO I

### 1.4.1 DEFINICIÓN

El “**Cemento Pórtland**” se define en la norma **ASTM C-150, NTP 334.009:1997**, como el producto obtenido por la pulverización del “**Clinker Pórtland**” con la adición eventual de sulfato de calcio. Admitiéndose la adición de otros productos que no exceden del 1% en peso del total, siempre que la Norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

Se denomina “**Clinker Pórtland**” al producto constituido en su mayor parte por silicatos de calcio, obtenido por la cocción hasta fusión parcial (clinkerización) de una mezcla convenientemente proporcionada y homogeneizada de materiales debidamente seleccionados.



El tipo de cemento empleado en la presente tesis es el “**Cemento Pórtland Tipo I, Andino**”, procedente de la fábrica ubicada en Codorcancha, distrito de La Unión, provincia de Tarma, departamento de Junín.

### PROPIEDADES QUIMICAS DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO”

PROPIEDADES QUIMICAS	COMPOSICIÓN (%)	LIMITES ASTM C-150
CaO	63.36 - 65.23	
SiO <sub>2</sub>	20.97 - 22.06	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.79 - 5.42	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.21 - 3.32	
Cal libre	0.90 - 1.25	
MgO	1.40 - 2.21	Máx. 6.00
SO <sub>3</sub>	2.28 - 2.33	Máx. 3.00
Pérdida por ignición	0.81 - 1.29	Máx. 3.00
Residuo Insoluble	0.57 - 0.74	Máx. 0.75
<b>Compuestos de Bogue</b>		
C <sub>3</sub> S	54.3 - 54.57	
C <sub>2</sub> S	19.16 - 20.15	
C <sub>3</sub> A	7.09 - 8.01	
C <sub>4</sub> AF	9.75 - 10.10	
<b>Contenido de Álcalis</b>		
Na <sub>2</sub> O	0.10 - 0.13	
K <sub>2</sub> O	0.65 - 0.68	

*Datos del productor, CEMENTO ANDINO S.A.*



## PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I "ANDINO"

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDAD	VALOR DE ENSAYO	LIMITES ASTM C 150
Peso Específico	gr/cm <sup>3</sup>	3.11	
Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /gr	3210 - 3340	Mín. 2800
Consistencia Normal	%	22.15	
Fragua Inicial	h:m	1:58 - 2:24	Mín. 02:45
Fragua Final	h:m	3:08 - 3:45	Máx. 06:45
Contenido de Aire	%	5.52 - 7.70	
Calor de Hidratación:			
07 días	cal/gr	64.93	
Resistencia a la compresión:			
03 días	kg/cm <sup>2</sup>	195 - 200	Mín. 122
07 días	kg/cm <sup>2</sup>	250 - 270	Mín. 194
28 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mín. 280
Estabilidad de Volumen	%	0.00 - 0.07	

*Datos del productor, CEMENTO ANDINO S.A.*



## 1.5 ALMOHADILLAS DE CAUCHO.

### 1.5.1 GENERALIDADES

La necesidad de optimizar costos y buscando resultados similares a la norma ASTM C-1231, la presente investigación realiza la variación del tipo de material para las almohadillas de compresión, utilizando caucho de procedencia nacional de la Empresa ELASTÓMEROS Y DERIVADOS S.A.

**Descripción de las almohadillas de caucho neopreno, usados para la presente investigación (Datos del Productor, ver anexo):**

- Dureza de 60, 80 y 85 Shore.
- Espesor 13 mm., y diámetro de 150 mm.
- Temperatura de trabajo de  $-10^{\circ}$  a  $100^{\circ}$ .





## 1.5.2 CAUCHO NATURAL

Este se obtiene a partir de un fluido lácteo llamado látex, hallado en muchas especies vegetales típicas de regiones tropicales.

En la fabricación moderna de artículos de caucho natural, el caucho crudo se trata con varios compuestos mezclándolos en máquinas. La mezcla se aplica entonces mecánicamente a una base o molde, y el objeto revestido o formado de la mezcla se pone en moldes y se vulcaniza.

Las principales fuentes de caucho crudo son las planchas, porciones, o las tortas producidas en plantaciones de caucho desde el látex de árboles de Hevea, en operaciones seguras de fabricación. El caucho crudo se usa como embarcado; los grados secundarios se lavan para quitar arena, la corteza, u otros materiales extraños, y se tratan para quitar excesiva resina.

Para la mayoría de aplicaciones, el caucho crudo se mezcla con una variedad de ingredientes para modificar sus características.

Los fillers que endurecen el caucho en el producto final, pero que no aumentan su fortaleza, como pescadillas, o carbonato de calcio, y bario, o sulfato de bario.

Los fillers que se agregan para otorgar fortaleza al producto acabado; tales como, el negro de carbón, óxido de zinc, carbonato de magnesio, y diversas arcillas. Los pigmentos incluyen óxido de zinc, y un número de tinturas orgánicas.

Los suavizadores, que son necesarios cuando la mezcla es demasiado yerta, para la incorporación apropiada de los diversos ingredientes, consisten comúnmente en derivados del petróleo, tales como los mismos petróleos, ceras, brea, o ácidos pingües.

### PROCESO DE OBTENCIÓN DEL CAUCHO NATURAL

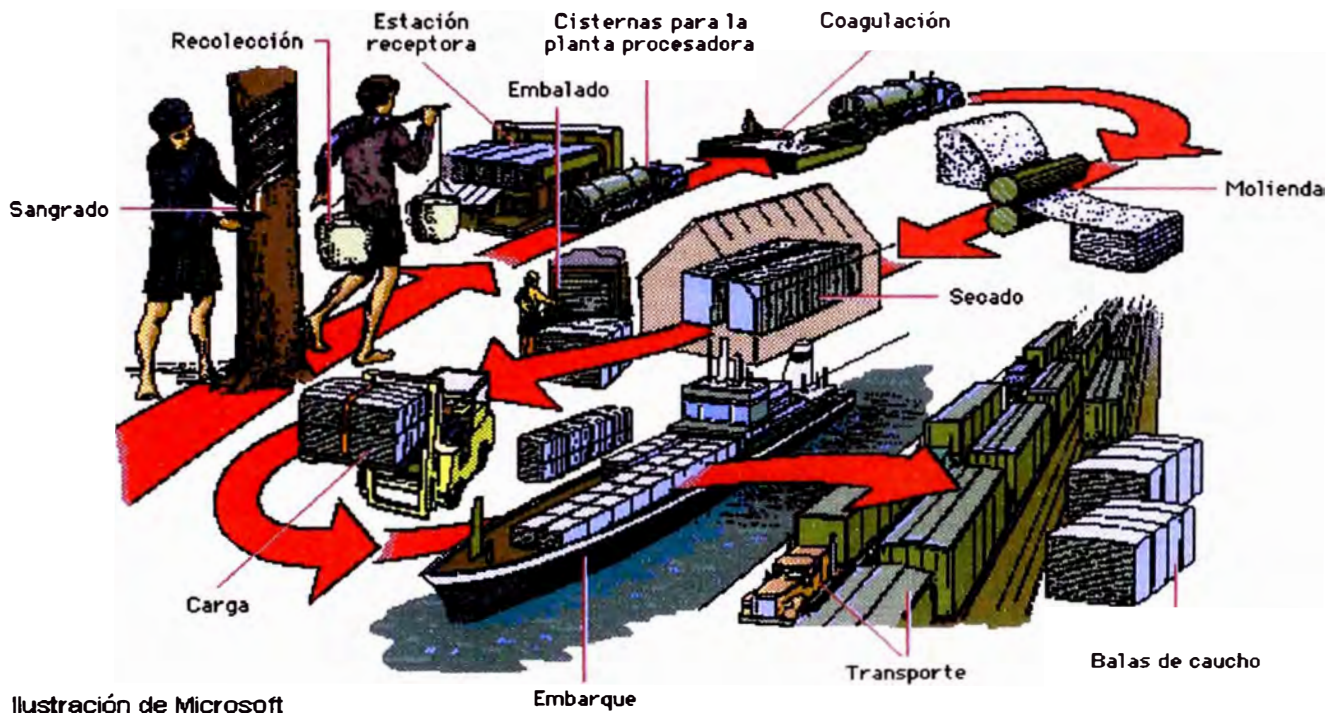


Ilustración de Microsoft



### 1.5.3 ALMOHADILLAS DE CAUCHO (NEOPRENO)

El neopreno es uno de los primeros cauchos sintéticos y esta compuesto por el polímero del monómero cloropreno, de fórmula química  $\text{CH}_2\text{-C}(\text{Cl})\text{CH}=\text{CH}_2$ . Las materias primas del cloropreno son el etino y el ácido clorhídrico.

El neopreno fue desarrollado en 1931 y es resistente al calor y a productos químicos como aceites y petróleo.

En el país las empresas que producen productos de caucho son los siguientes:

- **Elastomeros Y Derivados S.A.**  
Dirección, Guillermo Dansey 1369 - Cercado, Lima.  
Telf. 3326197
- **Indelat SAC**  
Dirección, Jr. Pablo Olavide 440 Z.i. Pan Nor Lima  
Independencia.  
Telf, 4855775
- **Industrial El Sol S.A.C.**  
Dirección, Av. Mcal. Orbegoso 250-264, Urb. El Pino -  
San Luis, Lima.  
Telf, 3261777
- **Moldeos Plasticos S.a.**  
Dirección, Jr. El Neón 5554-5558, Urb. Infantas - Los Olivos,  
Lima.  
Telf, 5283070



## 1.6 AGUA

### 1.6.1 GENERALIDADES

Se sabe que el agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto éste elemento debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, las cuales son las siguientes:

- 1.- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- 2.- Actuar como lubricante para contribuir con la trabajabilidad del conjunto.

Por lo tanto la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de lo necesario para la hidratación del cemento.

En relación con su empleo en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de las mezclas y como medio de curado de las estructuras recién construidas.

En el primer caso, es como el agua de mezclado, y en el segundo se emplea exteriormente cuando el concreto se cura con agua. Aunque en estas aplicaciones las características del agua tienen efectos de diferente importancia sobre el concreto, es usual que se recomiende emplear igual de una sola calidad en ambos casos.



Como componente del concreto convencional, el agua suele representar aproximadamente entre 10 y 25 por ciento del volumen del concreto recién mezclado, dependiendo del tamaño máximo de agregado que se utilice y del recubrimiento que se requiera.

Esto le concede una influencia importante a la calidad del agua de mezclado en el comportamiento y las propiedades del concreto, pues cualquier sustancia dañina que contenga, aún en proporciones reducidas, puede tener efectos adversos significativos en el concreto.

Una práctica bastante común consiste, es utilizar el agua potable para fabricar concreto sin ninguna verificación previa, suponiendo que toda agua que es potable también es apropiada para elaborar concreto; sin embargo, hay ocasiones en que esta presunción no se cumple, porque hay aguas potables aderezadas con citratos o con pequeñas cantidades de azúcares, que no afectan su potabilidad pero pueden hacerlas inadecuadas para la fabricación de concreto.

En todo caso, la consideración contraria pudiera ser más conveniente, es decir, que el agua para la elaboración del concreto no necesariamente requiere ser potable, aunque sí debe satisfacer determinados requisitos mínimos de calidad.



## 1.6.2 REQUISITOS

El agua que se utiliza para fabricar concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma **NTP 339.088** que establece como requisitos para agua de mezcla y curado:

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
PH	Mayor de 7
Sólido en Suspensión	5000 ppm máximo
Materia Orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y Bicarbonatos Alcalinos (Alcalinidad total expresada en $\text{NaHCO}_3$ )	1000 ppm máximo
Sulfatos (Ión $\text{SO}_4$ )	600 ppm máximo
Cloruros (Ión $\text{CL}$ )	1000 ppm máximo

*Norma Técnica Peruana, NTP 339.088.*

Los requisitos de calidad del agua de mezclado para concreto no tienen ninguna relación obligada con el aspecto bacteriológico (como es el caso del agua potable), sino que básicamente se refieren a sus características físico-químicas y a sus efectos sobre el comportamiento y las propiedades del concreto.





Refiriéndose a las características físico-químicas del agua para concreto, no parece haber consenso general en cuanto a las limitaciones que deben imponerse a las sustancias e impurezas cuya presencia es relativamente frecuente, como puede ser el caso de algunas sales inorgánicas (cloruros, sulfatos), sólidos en suspensión, materia orgánica, dióxido de carbono disuelto, etc.

Sin embargo, en lo que sí parece haber acuerdo es que no debe tolerarse la presencia de sustancias que son francamente dañinas, como grasas, aceites, azúcares y ácidos, por ejemplo. La presencia de alguna de estas sustancias, que por lo demás no es común, debe tomarse como un síntoma de contaminación que requiere eliminarse antes de considerar la posibilidad de emplear el agua.

Cuando el agua de uso previsto es potable, cabe suponer en principio que sus características físico-químicas son adecuadas para hacer concreto, excepto por la posibilidad de que contenga alguna sustancia saborizante, lo cual puede detectarse fácilmente al probarla. Así, por ejemplo, que si el agua es clara, y no tiene sabor dulce, amargo o salobre, puede ser usada como agua de mezclado o de curado para concreto, sin necesidad de mayores pruebas.

Si el agua no procede de una fuente de suministro de agua potable, se puede juzgar su aptitud como agua para concreto mediante los requisitos físico-químicos contenidos en la norma, recomendados especialmente para aguas que no son potables. Para el caso específico de la fabricación de elementos de concreto pre-esforzado, hay algunos requisitos que son más estrictos en cuanto al límite tolerable de ciertas sales que pueden afectar al concreto y al acero de preesfuerzo.



### 1.6.3 MUESTRA PARA SU UTILIZACIÓN

El agua utilizada en la presente Tesis de Investigación, para todas las mezclas realizadas es el agua potable, por lo tanto cumple con los requisitos establecidos en la Norma **NTP 339.088**. El problema principal del agua reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

La verificación de la calidad del agua de uso previsto para elaborar el concreto, debe ser una práctica obligatoria antes de iniciar la construcción de obras importantes, como es el caso de las centrales para generar energía eléctrica. Sin embargo, puede permitirse que esta verificación se omita en las siguientes condiciones:

El agua utilizada para la presente investigación, procede de la red local de suministro, que esta destinada para uso doméstico y no se le aprecia olor, color ni sabor; y tiene antecedentes de su uso en la fabricación de concreto.





## ***CAPÍTULO II***

# ***DISEÑO DE MEZCLAS***



## CAPÍTULO II DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezclas para concreto es la determinación de la combinación más adecuada en forma técnica, práctica y económica de los ingredientes en el concreto; esta mezcla debe ser manejable en su estado plástico y además debe desarrollar las propiedades requeridas cuando endurezca. Estas condiciones deben ser cumplidas, sin importar el método empleado para el diseño.

Como la mayor parte de las propiedades que se desean para el concreto endurecido, depende de la calidad de la pasta del cemento, el primer paso en la dosificación de una mezcla para concreto, es la selección de la relación agua/cemento convenientemente.

Los tipos de agregados influyen en la calidad de concreto, por lo tanto se deben buscar agregados de buena y calidad, y la proporción adecuada a fin de obtener el máximo peso unitario compactado.



## 2.1 GENERALIDADES

En la presente investigación se busco optimizar los agregados, pero especialmente el cemento por ser el que incrementa los costos.

Se consigue esto buscando la combinación de agregados que proporcionen la mayor densidad al momento de mezclarlos. Una vez obtenido esto, se determina una relación agua/cemento, con un revenimiento o asentamiento requerido; y sobre la base de las tablas del ACI, se busca la cantidad de agua de amasado que nos asegurara una cantidad mínima de cemento. Hay que tener en cuenta que éste cálculo es una primera aproximación.

Para los efectos de estimar las relaciones agua/cemento y ampliando el concepto, estimar cantidades de agua de amasado, contenidos de aire atrapado, asentamientos recomendados; nos remitimos a las tablas elaboradas por el comité **ACI – 211-1-91**, aunque pese a no ser aplicables a nuestra realidad, nos dan un punto de partida conservador y científicamente respaldado, luego perfeccionaremos este parámetro sobre la base de las mezclas de prueba y los resultados prácticos.

Debemos tener en cuenta al momento de dosificar cualquier mezcla de concreto, las propiedades físicas de los materiales; así como la combinación de agregados con mayor Peso Unitario Compactado que nos asegure la mayor densidad de la mezcla o una mínima proporción de vacíos.



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

PROPIEDADES	(ARENA) LA GLORIA	(PIEDRA) LA GLORIA
Peso Específico de Masa Seco	2.583 gr/cm <sup>3</sup>	2.784 gr/cm <sup>3</sup>
Peso aparente o Unitario Suelto	1.619 gr/cm <sup>3</sup>	1.378 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1.947 gr/cm <sup>3</sup>	1.593 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	1.59 %	0.47 %
Contenido de Humedad	1.56 %	0.20 %
Módulo de Finura	3.01	7.68
Tamaño Máximo Nominal	-----	1"
Peso Específico del Cemento	3.11 gr/cm <sup>3</sup>	



## 2.2 DISEÑO DE MEZCLA

### 2.2.1 DISEÑO PRELIMINAR

En el presente trabajo el diseño de mezclas se basa en el criterio de optimización de los materiales, especialmente del cemento, por ser el de mayor costo, de modo que la mezcla ha elaborarse sea económica. Y para conseguirlo es indispensable realizar una buena combinación de los agregados de tal manera que dada una relación agua/cemento encontremos un asentamiento adecuado, obteniendo mediante dicha combinación una mezcla de concreto con la mínima dosificación de cemento y/o máxima resistencia a la compresión en el concreto endurecido.

#### PROCEDIMIENTO (Método del ACI)

A continuación se presenta la secuencia seguida en el diseño de mezcla.

- a).- Determinación de las propiedades físicas de los materiales a emplear.
- b).- Elección de la relación agua/cemento en peso. Si estuviéramos en obra se elegiría la relación agua/cemento sobre la base de la resistencia a la compresión requerida o en condiciones de durabilidad.
- c).- Elección del revenimiento o asentamiento según la consistencia requerida o las condiciones de trabajabilidad.
- d).- Se considera el tamaño nominal máximo del agregado grueso.



e).- Se determina si la mezcla tendrá o no aire incorporado. Se estima el porcentaje de aire por metro cúbico y el volumen absoluto que atraparé el concreto en función del Tamaño Nominal Máximo del agregado grueso.

f).- Se establece la cantidad de agua por metro cúbico en función del Tamaño Nominal Máximo del agregado, del asentamiento y considerando si la mezcla tiene aire atrapado o incorporado. Esto se establece de las tablas del ACI.

g).- se calcula la cantidad de cemento en peso, basándose en la relación agua/cemento y la cantidad de agua a emplear por metro cúbico de concreto.

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

h).- Cálculo de los volúmenes absolutos del agua y cemento:

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

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

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



$$\text{Volumen Abs. Agregado (m}^3\text{)} = 1 - (\text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Aire Atrapado})$$

j).- Ahora se calcula el volumen de los agregados fino (vf) y grueso (vg) sabiendo que:

$$V_f + V_g = \text{Vol. Abs. Agregados} \dots\dots\dots \text{I}$$

$$\% \text{ Ag. fino} = \frac{\text{P.E. (Fino)} \times V_f}{\text{P.E. (Fino)} \times V_f + \text{P.E. (Grueso)} \times V_g}$$

.....II

Resolviendo I y II se hallan los volúmenes del agregado fino (Vf) y grueso (Vg).

k).- Luego se calcula los pesos secos de los agregados:

- $\text{Peso Seco Arena (Kg.)} = \text{Vol. Ag. Fino (m}^3\text{)} \times \text{P.E. de la Arena (Kg/m}^3\text{)}$
- $\text{Peso Seco Piedra (Kg.)} = \text{Vol. Ag. Grueso (m}^3\text{)} \times \text{P.E. de la Piedra (Kg/m}^3\text{)}$

l).- Se continúa calculando el aporte de agua de los agregados:

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

m).- Corrección de la cantidad de agua:

- $\text{Agua de Mezcla} = \text{Agua Inicial} - (\text{Agua de la Arena} + \text{Agua de la Piedra}).$



n).- Cálculo del Peso Húmedo de los Agregados:

- Peso Húmedo de la Arena =  $\text{Peso Seco Arena} \times (1 + \% \text{ Cont. Humedad})$
- Peso Húmedo de la Piedra =  $\text{Peso Seco Piedra} \times (1 + \% \text{ Cont. Humedad})$

o).- Finalmente tendremos el diseño de mezcla para un metro cúbico de concreto:

- Cemento (Kg.);
- Agua (Lts.);
- Peso Húmedo de la Piedra (Kg.);
- Peso Húmedo de la Arena (Kg.).

De acuerdo con todos estos pasos se logra la dosificación para un metro cúbico de concreto; para el diseño de la mezcla de la presente investigación se ha utilizado una mezcladora de 0.021 m<sup>3</sup>.





## 2.2.2 ENSAYO PRELIMINAR DE COMPRESIÓN PARA $a/c = 0.65$ Y CÁLCULO DE LA CURVA OPTIMA DE AGREGADOS SEGÚN $f_c$ .

Del gráfico Peso Unitario Compactado del Agregado Global vs. % Arena, se observara que el máximo valor que alcance la curva, mostrará la mejor combinación de agregados (fino y grueso) que garantice la máxima densidad y en consecuencia la mínima cantidad de vacíos.

Como se observa del **gráfico A-04 (ver Anexo)**, la tendencia más próxima a la combinación es de 48% de Agregado Fino y 52% de Agregado Grueso, con la cual se hará el diseño, se realizará los ajustes respectivos y alcanzar un asentamiento de 3" a 4".

Con estas combinaciones, y con una relación  $a/c = 0.65$ , como parte intermedia, se realizó el diseño de mezcla y se fabricaron nueve probetas por cada combinación, ensayándose a compresión a los siete días, y analizar que combinación nos otorga la mayor resistencia.

En los **cuadros CR-01, CR-02, CR-03, CR-04 (ver Anexo)**, se presenta los resúmenes de las Mezclas de Prueba; y en el cuadro **CR-05 (ver Anexo)**, se muestra el diseño de prueba definitiva del concreto para una relación  $a/c = 0.65$ .

En las **gráficas A-05, A-06, A-07, A-08 (ver Anexo)**, se determina las cantidades de agua para los diseños de mezcla de prueba.

Del **gráfico A-09 (ver Anexo)**, Resistencia a Compresión vs. % Areria, se observa que se obtiene una mayor resistencia a la compresión con la combinación de:

- **48% de Arena**
- **52% de Piedra**



### 2.2.3 DISEÑO DE MEZCLA FINAL

En la presente investigación se toma tres relaciones agua/cemento: **0.60, 0.65 y 0.70.**

Ahora que se conoce la combinación de los agregados (48% de Fino y 52% de Grueso) que proporcionara la mayor densidad de la mezcla, adecuada trabajabilidad, máxima resistencia a la compresión y economía; se mantendrá constante esta proporción de los agregados por el resto de la Investigación.

Para cada relación agua/cemento se parte con el método del diseño del ACI; luego mediante mezclas de prueba se van ajustando los diseños hasta conseguir la mezcla con la trabajabilidad y asentamiento requerido, que para la presente tesis se requiere un asentamiento de 3" a 4". Se elige estos asentamientos por ser los más usados en las obras de Ingeniería Civil y otros.



## 2.2.4 DISEÑO DE MEZCLA RELACIÓN a/c= 0.60, 0.65 y 0.70.

En el cuadro N° DM-01 se muestra las dosificaciones de mezclas para una tanda de 0.021 m<sup>3</sup> y con una proporción de agregados óptima (48% de Fino y 52% de Grueso). Los cálculos de diseño de mezcla patrón se muestra en los cuadros CR-08, CR-10, CR-02, CR-11, CR-09, CR-12, y la gráfica A-10, A-06, A-11, para los diseños mencionados respectivamente (ver Anexo).

Cuadro N° DM-01

Relación a/c	Material	Tanda (Kg) para 0.021 m <sup>3</sup>
A/C= 0.60	Cemento	8.22
	Agua	5.02
	Arena	17.11
	Piedra	19.65
A/C= 0.65	Cemento	7.56
	Agua	4.99
	Arena	17.40
	Piedra	20.05
A/C= 0.70	Cemento	7.01
	Agua	4.98
	Arena	17.67
	Piedra	20.34

El cuadro resumen de los diseños definitivos se muestran en el cuadro CR-13 (ver Anexo).



# ***CAPÍTULO III***

## ***PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO***



## CAPÍTULO III

### PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

Los ensayos realizados en el concreto al estado fresco nos permiten tener un control adecuado en el diseño de la mezcla para un determinado concreto, realizando correcciones en el diseño hasta obtener el concreto deseado.

Los diseños de mezclas se hicieron en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería con una mezcladora tipo tambor Basculante o eje inclinado.

#### 3.1 GENERALIDADES

El tiempo de mezclado que se ha utilizado ha sido de 05 minutos en promedio, para cada diseño de mezcla. La duración de mezclado se considera a partir del instante en que los componentes del concreto son vertidos hasta el instante en que se descargue.

Una vez pesado la arena, la piedra, el cemento y medido el agua según el diseño de mezcla, se sigue el siguiente procedimiento de mezclado:

- 1.- Se humedece la mezcladora con agua.
- 2.- Se echa los materiales en el siguiente orden, piedra, la mitad del agua para el diseño, arena y encendemos la mezcladora durante 01 minutos.
- 3.- El paso siguiente agregamos el cemento y la totalidad del agua, dejamos batir en la mezcladora por 02 minutos.



4.- Durante 01 minuto despegamos de la mezcla pegada en el interior de la mezcladora con una varilla de acero y el martillo de jebe.

5.- Después dejamos batir por 01 minuto, luego vaciamos el concreto en la carretilla.

6.- Para el proceso de elaboración y curado de las probetas de concreto, seguiremos el procedimiento de la **NTP 339.033:1999**

### 3.2 CONSISTENCIA

#### **Método del Cono de Abrams: NTP 339.035: 1999**

Es la propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma, es decir cuanto más húmeda sea la mezcla, mayor será la facilidad con la que fluya durante su colocación.

Las mezclas bien dosificadas asientan lentamente sin perder su homogeneidad, revelando buena consistencia; por el contrario las mezclas defectuosas se disgregan y caen por separado.

Para la presente Tesis se consideró para el diseño de mezcla una consistencia plástica, que corresponde a un asentamiento entre 3" a 4" como se observa en el **cuadro CF-01 (ver Anexo)** obtenidos de los diseños de prueba de la mezcla de concreto (**revisar capítulo anterior**), que son los que contienen el agua necesaria para dar a la masa una consistencia pastosa.

Seguidamente se presenta los datos y se obtiene:

- ◆ **Asentamiento  $a/c = 0.60$ : 3 ½"**
- ◆ **Asentamiento  $a/c = 0.65$ : 3 ½"**
- ◆ **Asentamiento  $a/c = 0.70$ : 3 ½"**



### 3.3 PESO UNITARIO

**Norma: NTP 339.046:1979**

El peso unitario se refiere a la mezcla de concreto en las cuales aun no ha comenzado la reacción entre el cemento y el agua o que habiendo comenzado es todavía insignificante.

Seguidamente en el **cuadro N° CF-02 (ver Anexo)**, se presenta los datos y se obtiene:

- ◆ **Peso Unitario a/c= 0.60: 2,362.55 kg/m<sup>3</sup>**
- ◆ **Peso Unitario a/c= 0.65: 2,350.19 kg/m<sup>3</sup>**
- ◆ **Peso Unitario a/c= 0.70: 2,341.36 kg/m<sup>3</sup>**

Para la relación de a/c= 0.60 se consigue un mayor peso unitario, con respecto a las otras dosificaciones, debido que para un mismo volumen tiene un mayor peso.



### 3.4 PORCENTAJE DE FLUIDEZ

**Norma: NTP 339.085:1981**

Este método es aplicable en laboratorios y tiene por objeto determinar la fluidez del concreto.

Para el cálculo del índice de fluidez tenemos:

$$F = \frac{(D - 25)}{25} \times 100$$

**Donde:** F = Porcentaje de fluidez

D = Diámetro promedio en cm.

Seguidamente en el **cuadro N° CF-03 (ver Anexo)**, se presenta los datos y se obtiene:

- ◆ **Porcentaje de Fluidez a/c= 0.60: 92.50%**
- ◆ **Porcentaje de Fluidez a/c= 0.65: 118.50%**
- ◆ **Porcentaje de Fluidez a/c= 0.70: 101.40%**

De acuerdo a los datos obtenidos para las dosificaciones presentadas, se tiene una mayor trabajabilidad y desplazamiento, para la relación a/c=0.65.





### 3.5 CONTENIDO DE AIRE

**Norma: NTP 339.080:1981**

Todo concreto contiene algo de aire, generalmente menos del 2% del volumen, no obstante de tener una apariencia completamente sólida.

Cuando la consistencia y la graduación de los agregados se mantienen constantes, el contenido de aire aumenta si se disminuye la cantidad de cemento y de agregado fino que forman la mezcla.

El ensayo tiene por objetivo determinar el contenido de aire en la mezcla de concreto con cualquier tipo de agregado. La importancia de este ensayo se debe a que el contenido de aire da un índice de la calidad del concreto. Para el presente trabajo de investigación se empleó el método Gravimétrico para determinar el contenido de aire.

#### MÉTODO GRAVIMÉTRICO

Para emplear este método previamente se tendrá que calcular el Peso Unitario del concreto fresco. Luego lo comparamos con el valor del Peso Unitario que resulta de sumar la columna del peso de obra del cuadro de diseño de mezcla correspondiente, en el cual se considera el peso de los materiales en un metro cúbico de concreto, el cual no está incluido el aire.



El contenido de Aire lo expresamos en porcentaje y lo calcularemos de la siguiente manera:

$$A = (1 - P_o/P_u) \times 100$$

**Donde:**

$P_o$  = Sumatoria del Peso de Obra por metro cúbico.

$P_u$  = Peso Unitario del concreto Fresco.

$A$  = Contenido de Aire en porcentaje.

Seguidamente en el **cuadro N° CF-04 (ver Anexo)**, se presenta los datos y se obtiene:

- ◆ **Contenido de Aire a/c= 0.60: 1.44%**
- ◆ **Contenido de Aire a/c= 0.65: 1.01%**
- ◆ **Contenido de Aire a/c= 0.70: 0.77%**

De acuerdo al diseño de mezcla, se considero 1.5% de contenido de aire, y comparando con los resultados, existe una variación aproximada del 50%, con respecto a la relación a/c= 0.70, y mínima diferencia respecto a la relación a/c= 0.60.



### 3.6 TIEMPO DE FRAGUADO

**Norma: NTP 339.082:2001**

El tiempo de fraguado es el proceso de endurecimiento del concreto, arbitrariamente se ha dividido el fraguado en dos periodos:

- 1.- Fraguado Inicial
- 2.- Fraguado Final

#### **EI FRAGUADO INICIAL**

Se caracteriza por el aumento de la viscosidad en la temperatura de la mezcla. Se considera cuando la resistencia a la penetración es de 500 Lb./Pulg<sup>2</sup>.

#### **EL FRAGUADO FINAL**

Se caracteriza por un endurecimiento de la mezcla cronológicamente, consecuencia del aumento de su resistencia, se considera cuando se alcanza una resistencia a la penetración de 4000 Lb./Pulg<sup>2</sup>.

El principio del método consiste en determinar la velocidad de endurecimiento de una muestra de concreto.



El tiempo de fraguado de una mezcla de concreto es afectada por los siguientes factores, que debemos tener en cuenta:

- 1.- Variación en la dosificación del concreto.
- 2.- Temperatura ambiente.
- 3.- Temperatura de la mezcla.
- 4.- Contenido de cemento en la mezcla.
- 5.- Dimensiones de los elementos de concreto.
- 6.- Consistencia y relación agua/cemento.
- 7.- Características de exudación.
- 8.- Características de los aditivos.

Los cálculos del ensayo del tiempo de fraguado se presentan en los **cuadros TF-01, TF-02 y TF-03 y las gráficas TF-01, TF-02, TF-03 (ver Anexo)**, se emplearon para determinar el tiempo de fragua Inicial y final.

#### **TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL**

- ◆ **a/c= 0.60: 4.15 Horas.**
- ◆ **a/c= 0.65: 4.50 Horas.**
- ◆ **a/c= 0.70: 5.10 Horas.**

#### **TIEMPO DE FRAGUADO FINAL**

- ◆ **a/c= 0.60: 5.45 Horas.**
- ◆ **a/c= 0.65: 6.40 Horas.**
- ◆ **a/c= 0.70: 6.90 Horas.**

De los datos obtenidos, para la relación a/c= 0.70, presenta el mayor tiempo de fraguado inicial y final, debido a la menor cantidad de cemento en su composición.



### 3.7 EXUDACIÓN

**Norma: NTP 339.077: 1981**

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla.

La exudación del concreto está influenciada por los siguientes factores:

- 1.- Proporción de la Mezcla
- 2.- Contenido de Agua en el concreto.
- 3.- Temperatura y humedad relativa.
- 4.- Altura del encofrado
- 5.- Características de los agregados.
- 6.- Características de los aditivos.

La exudación se calculará de la siguiente manera:

$$E = \frac{A_t \times P_o}{A_o \times P_t} \times 100$$

**Donde:**

$A_t$  = Volumen total de agua acumulada en lt.

$P_t$  = Peso del Concreto en el balde.

$A_o$  = Volumen de agua en la tanda de obra.

$P_o$  = Peso de la tanda.



Los cálculos del ensayo de Exudación se presentan en los cuadros **EC-01, EC-02 y EC-03** y las gráficas **EC-01, EC-02, EC-03 (ver Anexo)**, que se emplearon para determinar de la exudación del concreto y se tiene:

## EXUDACIÓN

- ◆ **a/c= 0.60: 4.33%.**
- ◆ **a/c= 0.65: 4.93%.**
- ◆ **a/c= 0.70: 5.25%.**

para la relación  $a/c= 0.60$ , el cual presenta menor porcentaje de exudación, debido a que presenta mayor cantidad de finos, (cemento y material fino de la arena), que es caso contrario con la relación  $a/c= 0.70$ .



# **CAPÍTULO IV**

## **PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON CAPEADO CONVENCIONAL Y ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL.**



## CAPÍTULO IV

### PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON CAPEADO CONVENCIONAL Y ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL.

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto sometida a carga axial. Según la norma se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ) a una edad de 28 días, se le designa con el símbolo  $f'_c$ , permitiéndonos determinar las propiedades y la calidad del concreto endurecido, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Para determinar la resistencia a la compresión, realiza estos los ensayos en los especímenes de concreto; efectuándose sobre cilindros que miden 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura.

La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de puentes, de edificios y otras estructuras. El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 y 350  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Un concreto de alta resistencia tiene una resistencia a la compresión de cuando menos de 420  $\text{kg}/\text{cm}^2$  a 1,400  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .





## 4.1 GENERALIDADES

El presente trabajo de investigación que viene a ser el complemento de 02 trabajos anteriores realizados, tomando como objetivo, realizar el análisis de comparación de la resistencia del concreto al estado endurecido, reemplazando el recubrimiento de azufre y bentonita, por almohadillas de caucho de procedencia nacional, en concretos de baja resistencia, y permitiendo realizar una innovación tecnológica para el país.

Los ensayos que se realizaron en la presente, utilizando recubrimiento de azufre y bentonita y almohadillas de caucho de procedencia nacional son:

- 1.- Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días (18 probetas), 14 días (18 probetas) y a los 28 días (150 probetas).
- 2.- Módulo Elástico Estático, Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral, a los 28 días (24 probetas).



## 4.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO A LOS 07, 14 Y 28 DIAS.

### 4.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA.

**Norma: NTP 339.034: 1999**

La resistencia mecánica del concreto normalmente se identifica con la resistencia a la compresión, ya que ésta simboliza la condición de carga en el que el concreto presenta mayor capacidad para resistir esfuerzos, por lo que los elementos estructurales se diseñan utilizando esta propiedad del concreto.

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula mediante la siguiente formula:

$$f'c = 4G / ( \pi \times d^2 )$$

**Donde:**

f'c: Resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos por cm<sup>2</sup>.

G: Carga máxima de rotura, en kilogramos.

d: Diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetro.



## PROCEDIMIENTO

El diámetro de las probetas se determinará, como el promedio de dos ortogonales, medidos en su zona central, con aproximación hasta el milímetro más cercano. Las irregularidades de las caras de compresión deberán ser acabadas con una mezcla de azufre y bentonita, 2:1, con un espesor de  $6\text{mm} \pm 2\text{mm}$ . dispuesto en forma tal que tienda a lograr el paralelismo entre las caras a comprimir, siguiendo el procedimiento de la **NTP 339.037:2003** (Refrentado de testigos cilíndricos de concreto)

Las probetas serán colocadas en la maquina de ensayo, centradas y comprimidas a una velocidad de  $3 \pm 1 \text{ kg/cm}^2/\text{seg}$ .

### Equipo y material utilizado

- 1.- Olla de Camping, marca SOILTEST
- 2.- Guiador con plato para colocar Camping, marca SOILTEST
- 3.- Extractor de aire
- 4.- Azufre
- 5.- Bentonita
- 6.- Aceite

Los cálculos del ensayo de la resistencia a la compresión de las probetas, utilizando recubrimiento de azufre y bentonita se presentan en los siguientes **cuadros RA-01, RA-02 y RA-03 (ver Anexo)**.

Los cálculos de la resistencia media ( $f'_{cp}$ ), desviación estándar (S), y coeficiente de variación (C.V.) se presentan en los **cuadros RA1-01, RA1-02 y RA1-03 (ver Anexo)**.

De los cuadros se obtienen las **gráficas RA-01, RA-02, RA-03, RA1-01, RA1-02 y RA1-03 (Ver Anexo)**.



## 4.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UTILIZANDO ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL.

**Norma: ASTM C 1231; C 1231 M: 2003**

### **Párrafo 06 (ASTM C 1231).- (Almohadillas)**

Las almohadillas serán  $1/2 \pm 1/16$  in de espesor, con un diámetro no mayor de  $1/16$  in del diámetro de las probetas de concreto. Las almohadillas deberán ser de neopreno, de dureza de 50, 60 o 70, de acuerdo al cuadro siguiente que especifica el rango aplicable de esfuerzo a la compresión del concreto, la dureza, las pruebas de calificación, el máximo número de usos de las almohadillas de compresión:

<b>Esfuerzo de Compresión Cilíndrica Mpa. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Dureza</b>	<b>Pruebas de Calificación Requerida</b>	<b>Máximo Número de Usos</b>
10 a 40 (102 a 408)	50	ninguno	100
17 a 50 (173.4 a 510)	60	ninguno	100
28 a 50 (285.6 a 510)	70	ninguno	100
50 a 80 (510 a 816)	70	Requerido	50
Mayor que 80 (816)		No permitido	

Para la presente investigación, se ha considerado continuar con el neopreno de dureza 80 de procedencia nacional, utilizado en dos tesis, para la obtención de la resistencia del concreto mediante el uso de almohadillas de neopreno.



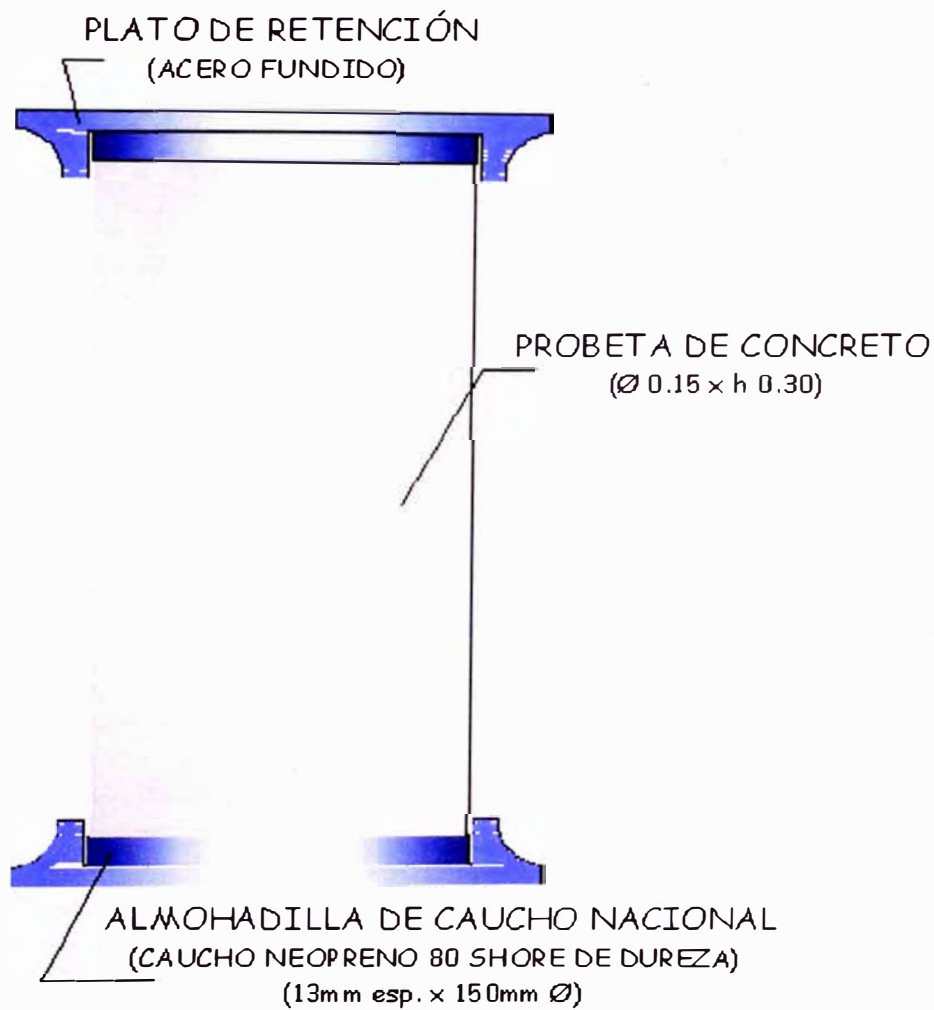
## PROCEDIMIENTO

Párrafo 11, 12, 13, 14, 15.-

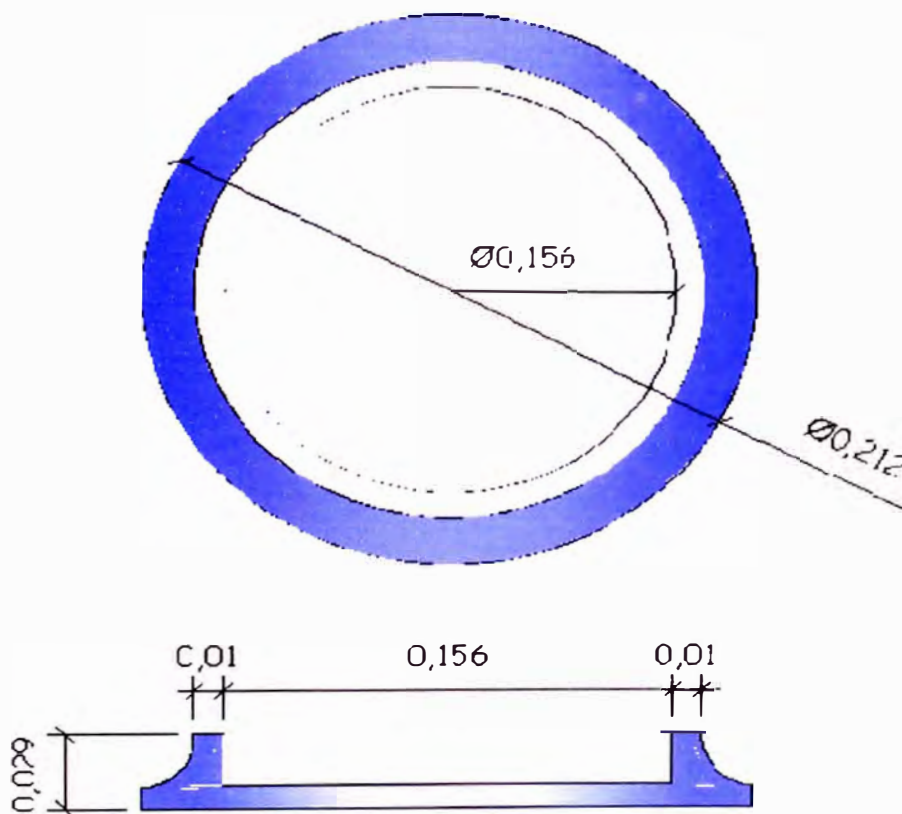
- 1.- Reemplace las almohadillas que tienen fisuras o rajaduras en exceso.
- 2.- Coloque las almohadillas de compresión sobre el plato de retención, para luego colocarlo sobre la base inferior de la maquina de ensayo.
- 3.- Luego colocar la probeta cilíndrica de concreto, de tal manera que quede centrado.
- 4.- Cuidadosamente se alinea el eje del cilindro con el centro de empuje de la maquina de ensayo, para luego colocar y centrar sobre la parte superior del cilindro el plato de retención con su respectiva almohadilla.
- 5.- Luego se aplica la carga hasta completar en ensayo.

## EQUIPO Y MATERIAL UTILIZADO

- 1.- Almohadillas de compresión de Caucho Neopreno de 80 Shore de dureza de 13mm. esp. x 150mm.  $\emptyset$  de procedencia nacional.



- 2.- Platos de retención de 156mm. de diámetro interior, diámetro de la base de 220mm., espesor de la base de 10mm., 0.76 veces el espesor de la almohadilla y la altura del anillo de 29mm., de procedencia nacional.



PLATO DE RETENCIÓN  
(DETALLE)



Los cálculos del ensayo de la resistencia a la compresión de las probetas, utilizando almohadillas de compresión, se presentan en los cuadros, **RC-01, RC-02 y RC-03 (ver Anexo)**.

Los cálculos de la resistencia media ( $f'_{cp}$ ), desviación estándar ( $S$ ), y coeficiente de variación (C.V.) se presentan en los cuadros **RC1-01, RC1-02 y RC1-03 (ver Anexo)**.

De los cuadros se obtienen las **gráficas RC-01, RC-02, RC-03, RC1-01, RC1-02 y RC1-03 (ver Anexo)**.





### **4.3 MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICA DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO CON (AZUFRE, BENTONITA) Y ALMOHADILLAS DE COMPRESIÓN.**

#### **4.3.1 MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICA UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA.**

**Norma: ASTM C 469: 1983**

El módulo elástico en el concreto, es la capacidad de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

Al someterse una probeta de concreto a carga que se incrementa constantemente, ocurre una deformación parte de ella es consecuencia de la deformación elástica y otra parte como resultado de la deformación plástica.

Para este ensayo se ha considerado el método cuerda o secante por ser el más representativo.



## PROCEDIMIENTO

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM C – 496, Compresómetro – Extensómetro CT – 167.

El cálculo de módulo de elasticidad estático se determina como sigue:

$$E = (E_2 - E_1) / (D_2 - 0.50 \times 10^{-4})$$

**Donde:**

E<sub>2</sub>: Esfuerzo a la máxima carga en kg/cm<sup>2</sup> (40 % f'c)

E<sub>1</sub>: Esfuerzo cuando la deformación es de 0.5x10<sup>-4</sup>

D<sub>2</sub>: Deformación Unitaria correspondiente al esfuerzo E<sub>2</sub>

Los cálculos del ensayo se presentan en los cuadros **MEA-01, MEA-02, MEA-03, MEA-04, MEA-05 y MEA-06 (ver Anexo)**.

Los gráficos **MEA-01, MEA-02, MEA-03, MEA-04, MEA-05 y MEA-06 (ver Anexo)**, obtenidos de los cuadros mencionados.

Los gráficos resumen **MEA-01, MEA-02, MEA-03 (ver Anexo)**.



#### 4.3.2 MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICA UTILIZANDO ALMOHADILLAS DE COMPRESIÓN.

El ensayo del módulo de elasticidad estática utilizando almohadillas de compresión, se utilizó la **Norma: ASTM C 469: 1983** siguiendo el mismo procedimiento, la diferencia es el recubrimiento.

Los cálculos del ensayo del módulo elástico estático, utilizando almohadillas de compresión, en los cuadros **MEC-01, MEC-02, MEC-03, MEC-04, MEC-05 y MEC-06 (ver Anexo)**.

Los **gráficos MEC-01, MEC-02, MEC-03, MEC-04, MEC-05 y MEC-06 (ver Anexo)**, obtenidos de los cuadros mencionados.

Los **gráficos resumen MEC-01, MEC-02, MEC-03 (ver Anexo)**.



#### 4.4 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.

**Norma: NTP C 339.084: 1981**

La resistencia a la tracción del concreto se determina en forma indirecta y está dado por la siguiente formula:

$$T = (2 \times P) / (\pi \times L \times D)$$

**Donde:**

T =	Resistencia a la Tracción	(kg/cm <sup>2</sup> )
P =	Carga de Rotura	(Kg.)
L =	Longitud del cilindro	(cm.)
D =	Diámetro del cilindro	(cm.)

Los cálculos del ensayo de la resistencia a la tracción, se presenta en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° TD-01**

Probetas	a/c	Dimensiones (cm.)		Carga Máxima P(kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	ft Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
		Longitud	Diámetro			
1	0.60	29.90	15.00	19,450.00	27.61	26.57
2		30.20	15.00	18,150.00	25.51	
3		30.10	15.00	18,850.00	26.58	
4	0.65	30.00	15.10	17,500.00	24.59	24.57
5		30.20	15.10	17,300.00	24.15	
6		30.10	15.00	17,700.00	24.96	
7	0.7	30.20	15.10	16,100.00	22.48	22.65
8		30.00	15.10	16,050.00	22.56	
9		30.00	15.00	16,200.00	22.92	



# CAPÍTULO V

## CUADROS DE RESULTADOS Y GRÁFICOS



**CUADRO N° R-01**  
**CARACTERISTICAS DE LAS ALMOHADILLAS DE CAUCHO**  
**NACIONAL.**

CARACTERISTICAS	CAUCHO		
	60 Shore	80 Shore	85 Shore
Grado de Dureza	60 Shore	80 Shore	85 Shore
Espesor	13 mm.	13 mm.	13 mm.
Diámetro	150 mm.	150 mm.	150 mm.
Gravedad Especifica	1.20 gr/cm <sup>3</sup>	1.27 gr/cm <sup>3</sup>	1.28 gr/cm <sup>3</sup>
T° de trabajo	-10° a 100°	-10° a 100°	-10° a 100°
N° de usos, promedio	300 - 350	500 - 550	800 - 850
Procedencia	Nacional	Nacional	Nacional

(Ver Cap. I)



**CUADRO N° R-02**  
**CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO  $f'_c$ (kg/cm<sup>2</sup>)**  
**RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA**

Relación a/c	Descripción	Edad (días)		
		7	14	28
0.60	f'c promedio	247.89	284.47	311.91
	Desviación Estandar	4.97	11.50	15.96
	Coefficiente de Variación	2.01	4.04	5.12
0.65	f'c promedio	194.97	228.02	261.34
	Desviación Estandar	3.83	2.66	18.96
	Coefficiente de Variación	1.96	1.17	7.26
0.70	f'c promedio	171.77	218.04	246.41
	Desviación Estandar	5.64	1.53	30.15
	Coefficiente de Variación	3.28	0.70	12.24

(Ver Anexo)

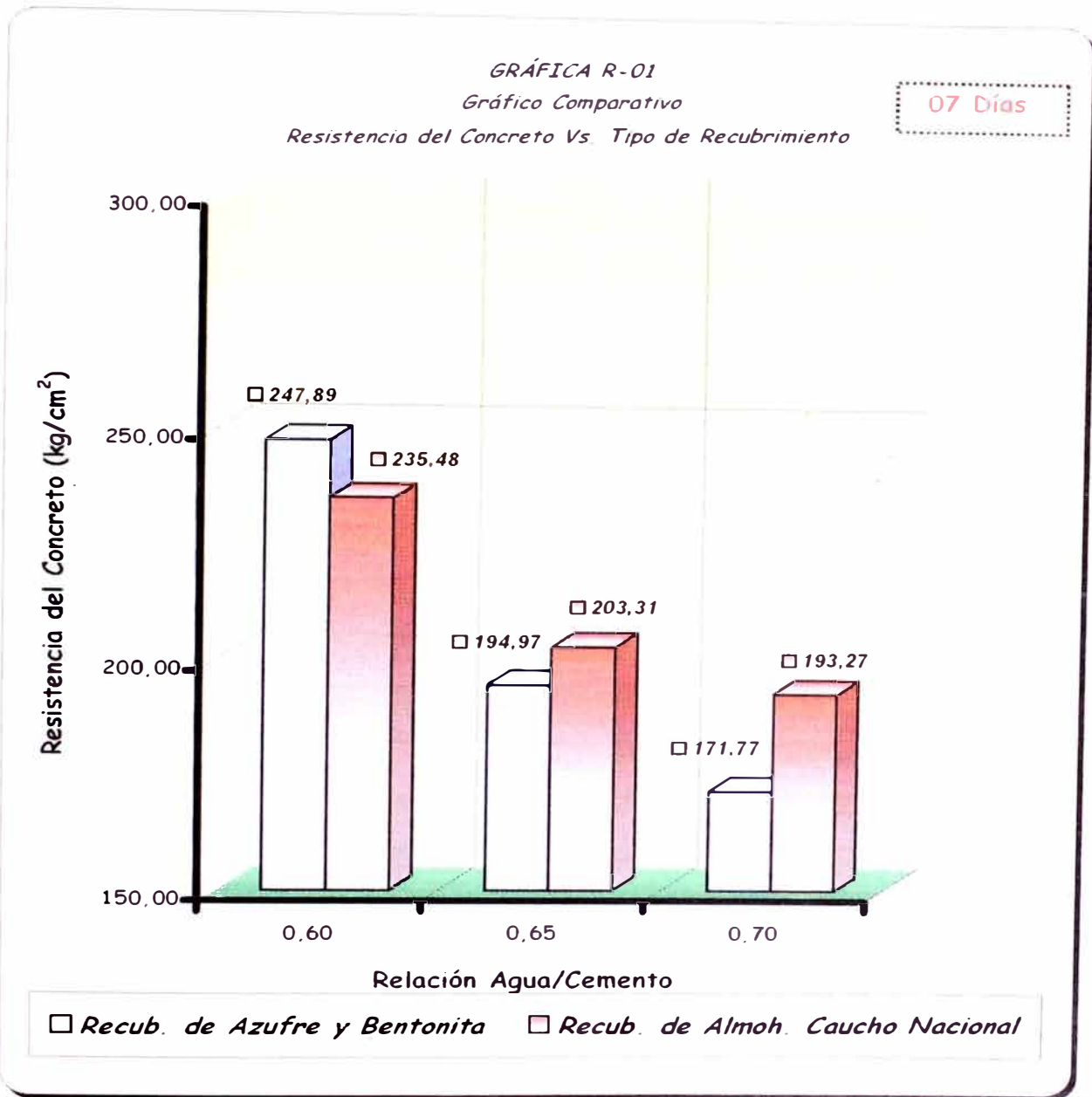


**CUADRO N° R-03**  
**CARACTERISTICAS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO  $f'c$ (kg/cm<sup>2</sup>)**  
**RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL**

Relación a/c	Descripción	Edad (días)		
		7	14	28
0.60	f'c promedio	235.48	290.85	337.75
	Desviación Estandar	12.56	2.27	22.33
	Coefficiente de Variación	5.33	0.78	6.61
0.65	f'c promedio	203.31	243.33	288.47
	Desviación Estandar	1.30	4.47	25.29
	Coefficiente de Variación	0.64	1.84	8.77
0.70	f'c promedio	193.12	236.36	264.19
	Desviación Estandar	1.15	4.54	25.46
	Coefficiente de Variación	0.60	1.92	9.64

(Ver Anexo)





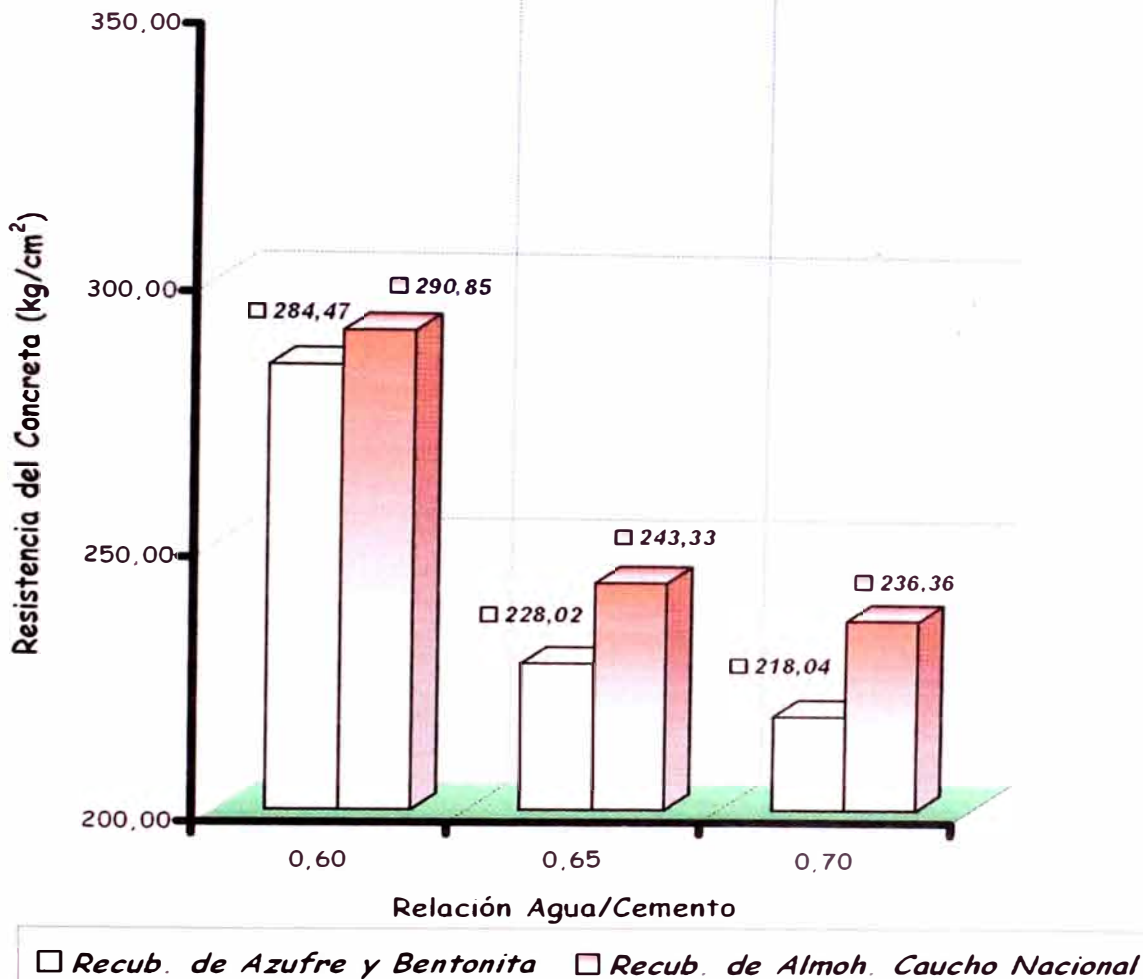
Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO		
	f'cp,ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C V (%)	f'cp,ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C V (%)
0,60	247,89	4,97	2,01	235,48	12,56	5,33
0,65	194,97	3,83	1,96	203,31	1,30	0,64
0,70	171,77	5,64	3,28	193,27	1,15	0,60

Los resultados se aprecian favorables al recubrimiento de caucho.



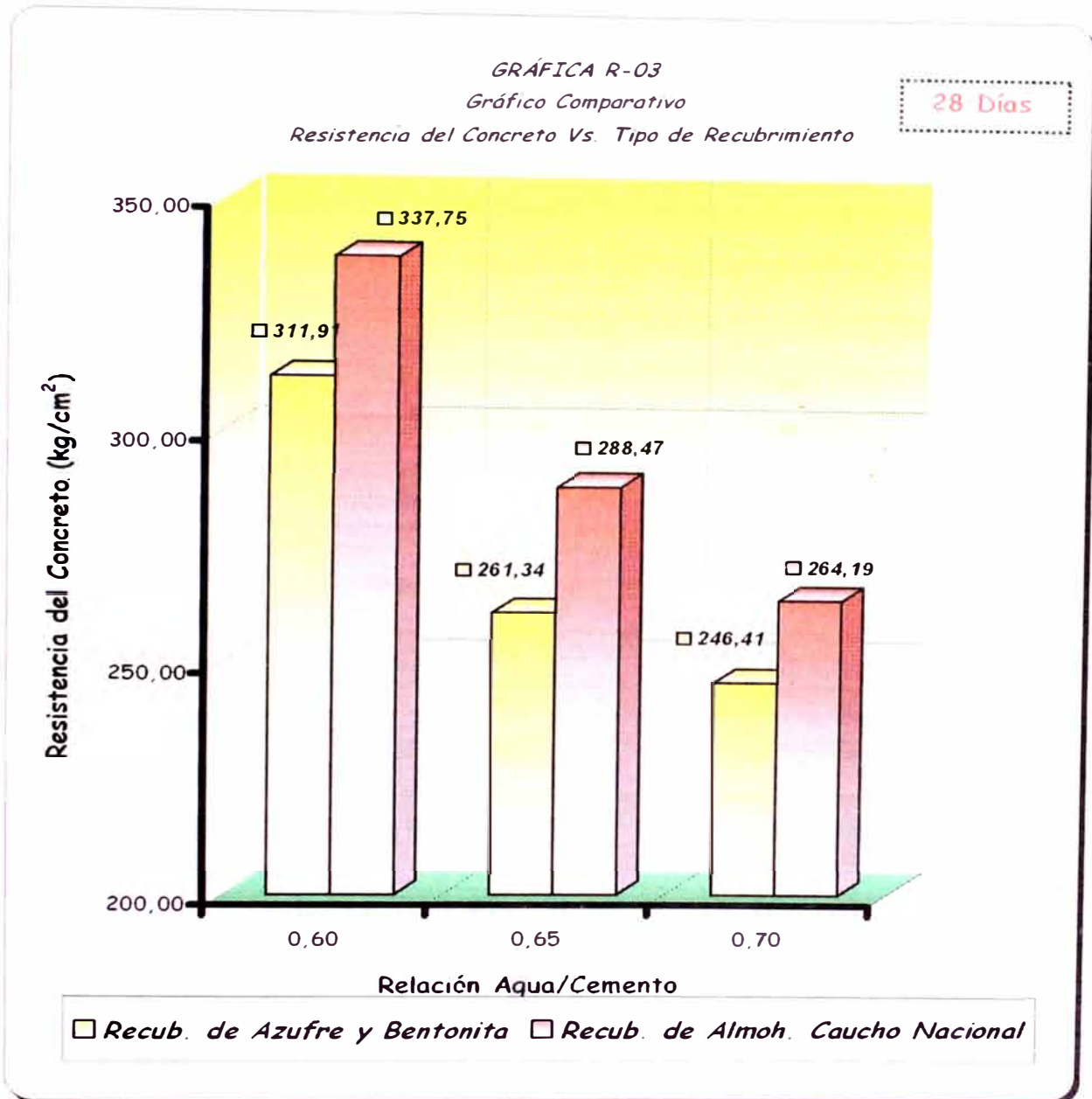
GRÁFICA R-02  
Gráfico Comparativo  
Resistencia del Concreto Vs. Tipo de Recubrimiento

14 Días



Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO		
	f' cp, ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C. V. (%)	f' cp, ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C. V. (%)
0,60	284,47	11,50	4,04	290,85	2,27	0,78
0,65	228,02	2,66	1,17	243,33	4,47	1,84
0,70	218,04	1,53	0,70	236,36	4,54	1,92

A los 14 días los resultados se van alejando respecto del recubrimiento de azufre y bentonita.



Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO		
	f'cp,ab (kg/cm2)	S (kg/cm2)	C.V. (%)	f'cp,ac (kg/cm2)	S (kg/cm2)	C.V. (%)
0,60	311,91	15,96	5,12	337,75	22,33	6,61
0,65	261,34	18,96	7,26	288,47	25,29	8,77
0,70	246,41	30,15	12,24	264,19	25,46	9,64

Los resultados a los 28 días se muestran ya favorables al 100% respecto a las almohadillas de caucho neopreno.



### CUADRO N° R-04

**CARACTERISTICAS DE LA ALMOHADILLA DE CAUCHO IMPORTADO.**  
(DATOS DE LA TESIS, ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESIÓN EN LAS PROBETAS, DEL ING. YNGAROCA JIMENEZ.)

CARACTERISTICAS	CAUCHO
Grado de Dureza	80 Shore
Espesor	14 mm.
Diámetro	160 mm.
Gravedad Especifica	1.27 gr/cm <sup>3</sup>
T° de trabajo	-10° a 100°
Procedencia	U.S.A.



CUADRO N° R-04

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO  $f'c$ (kg/cm<sup>2</sup>)

RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA

(DATOS DE LA TESIS, ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESIÓN EN LAS PROBETAS, DEL ING. YNGAROCA JIMENEZ.)

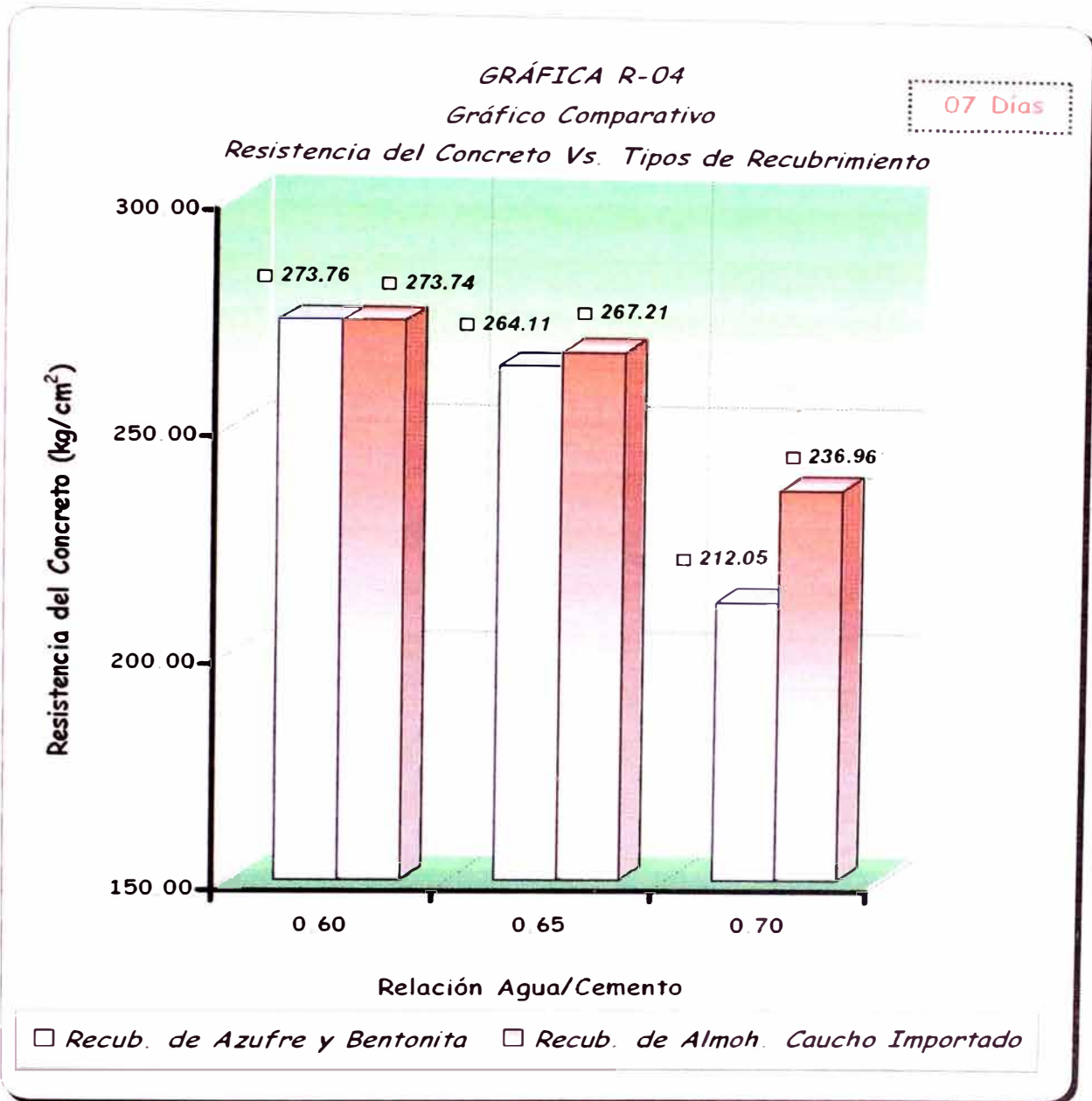
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA				
Relación a/c	Descripción	Edad (días)		
		7	14	36
0.60	f'c promedio	273.76	286.33	317.89
	Desviación Estandar	12.04	7.83	14.24
	Coficiente de Variación	4.40	2.74	4.48
0.65	f'c promedio	264.11	264.90	287.39
	Desviación Estandar	0.77	18.78	14.66
	Coficiente de Variación	0.29	7.10	5.10
0.70	f'c promedio	212.05	260.19	283.52
	Desviación Estandar	8.04	19.13	12.33
	Coficiente de Variación	3.79	7.35	4.35





**CUADRO N° R-05**  
**CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO  $f'c$ (kg/cm<sup>2</sup>)**  
**RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO IMPORTADO**  
**(DATOS DE LA TESIS, ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA**  
**DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO**  
**RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESIÓN EN**  
**LAS PROBETAS, DEL ING. YNGAROCA JIMENEZ.)**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO IMPORTADO				
Relación a/c	Descripción	Edad (días)		
		7	14	36
0.60	f'c promedio	273.74	314.15	341.29
	Desviación Estandar	3.59	8.39	8.70
	Coficiente de Variación	1.31	2.67	2.55
0.65	f'c promedio	267.21	289.52	316.94
	Desviación Estandar	4.69	5.58	8.38
	Coficiente de Variación	1.75	1.93	2.65
0.70	f'c promedio	236.96	264.22	300.21
	Desviación Estandar	6.07	6.02	11.26
	Coficiente de Variación	2.56	2.28	3.75

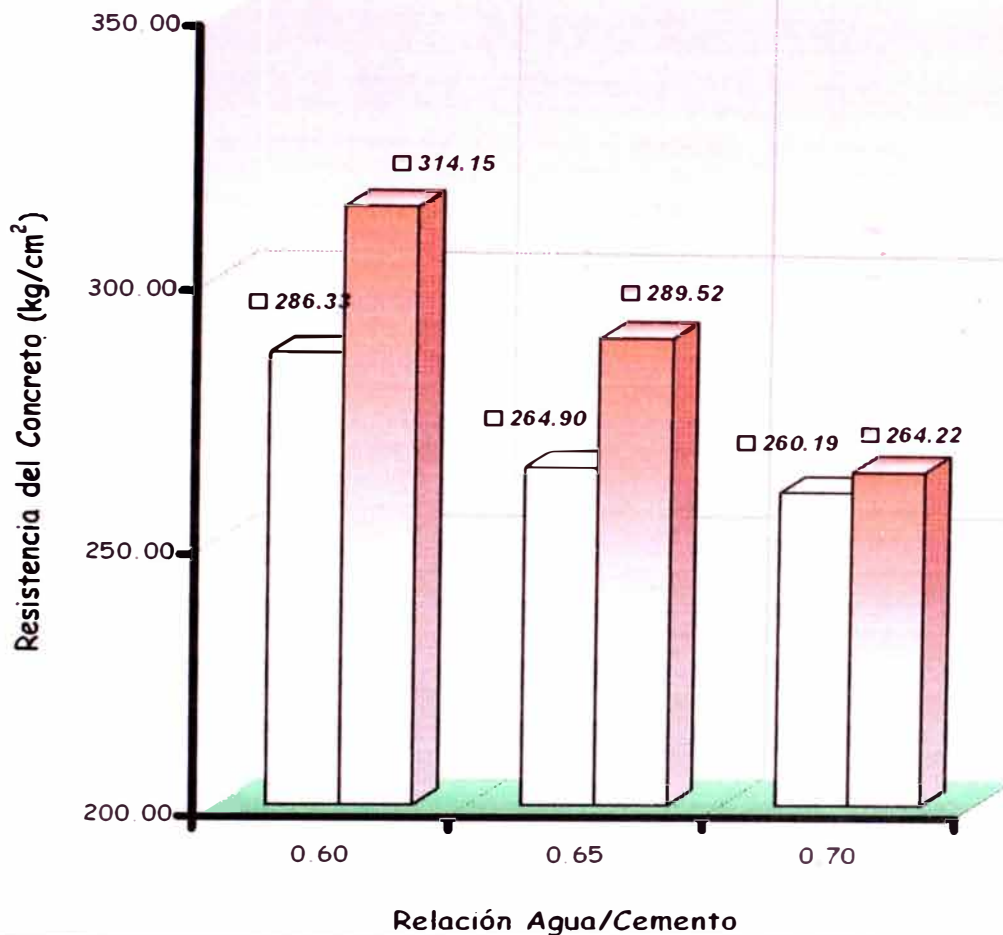


Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO		
	f'cp,ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	f'cp,ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)
0.60	273.76	12.04	4.40	273.74	3.59	1.31
0.65	264.11	0.77	0.29	267.21	4.69	1.75
0.70	212.05	8.04	3.79	236.96	6.07	2.56



GRÁFICA R-05  
Gráfico Comparativo  
Resistencia del Concreto Vs. Tipos de Recubrimiento

14 Días



□ Recub. de Azufre y Bentonita    □ Recub. de Almohad. Caucho Importado

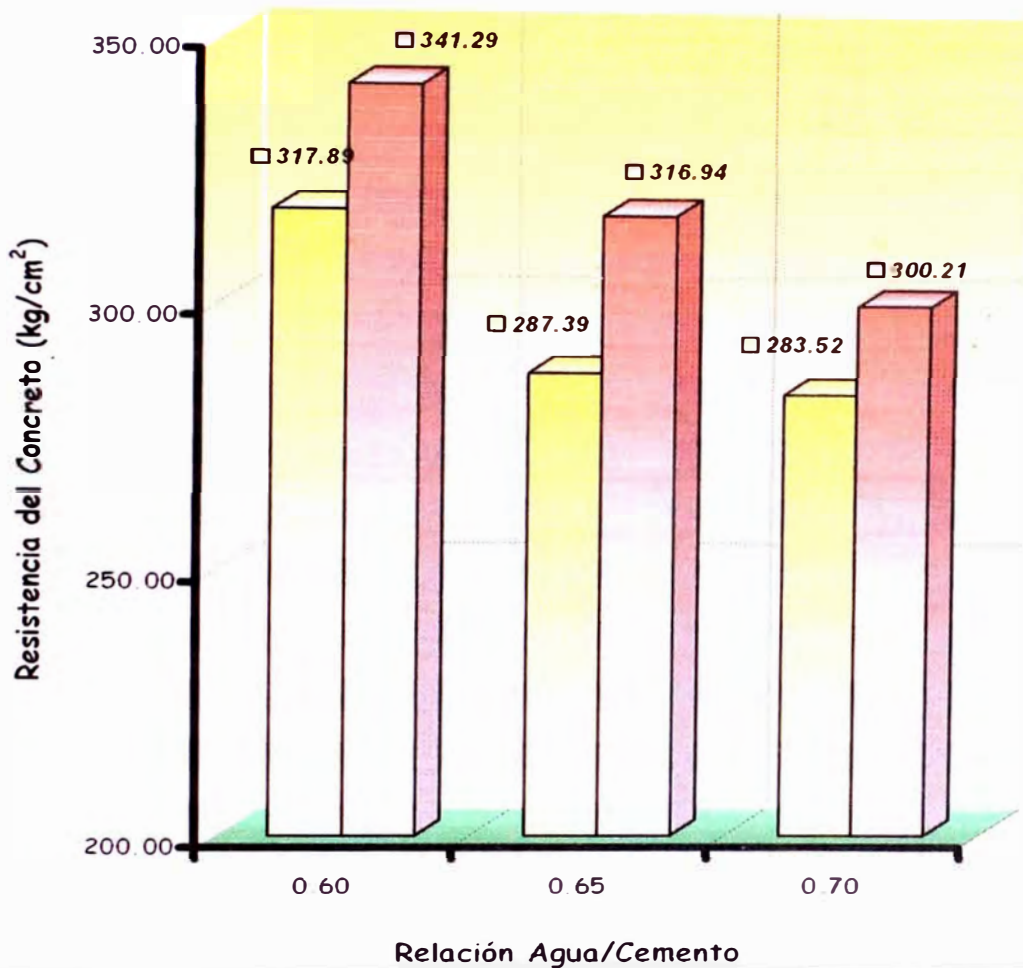
Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO		
	f'cp,ab (kg/cm2)	S (kg/cm2)	C V. (%)	f'cp,ac (kg/cm2)	S (kg/cm2)	C V. (%)
0.60	286.33	7.83	2.74	314.15	8.39	2.67
0.65	264.90	18.78	7.10	289.52	5.58	1.93
0.70	260.19	19.13	7.35	264.22	6.02	2.28





GRÁFICA R-06  
Gráfico Comparativo  
Resistencia del Concreto Vs. Tipos de Recubrimiento

36 Días



□ Recub. de Azufre y Bentonita    □ Recub. de Almohadillas de Caucho Importado

Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO		
	f'cp,ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V (%)	f'cp,ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V (%)
0.60	317.89	14.24	4.48	341.29	8.70	2.55
0.65	287.39	14.66	5.10	316.94	8.38	2.65
0.70	283.52	12.33	4.35	300.21	11.26	3.75



CUADRO N° R-06

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO  
MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)  
RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA

Relación a/c	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	MEEp (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)
0.60	226,396.12	225,814.91	821.95	0.36
	225,233.71			
0.65	214,019.90	215,326.39	1,847.65	0.86
	216,632.88			
0.70	213,906.51	211,597.17	3,265.90	1.54
	209,287.83			

(Ver Cap. IV)



CUADRO N° R-07  
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO  
MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)  
RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL

Relación a/c	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	MEEp (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)
0.60	230,541.38	232,249.54	2,415.70	1.04
	233,957.69			
0.65	229,999.54	227,434.40	3,627.66	1.60
	224,869.25			
0.70	218,055.02	219,900.32	2,609.66	1.19
	221,745.63			

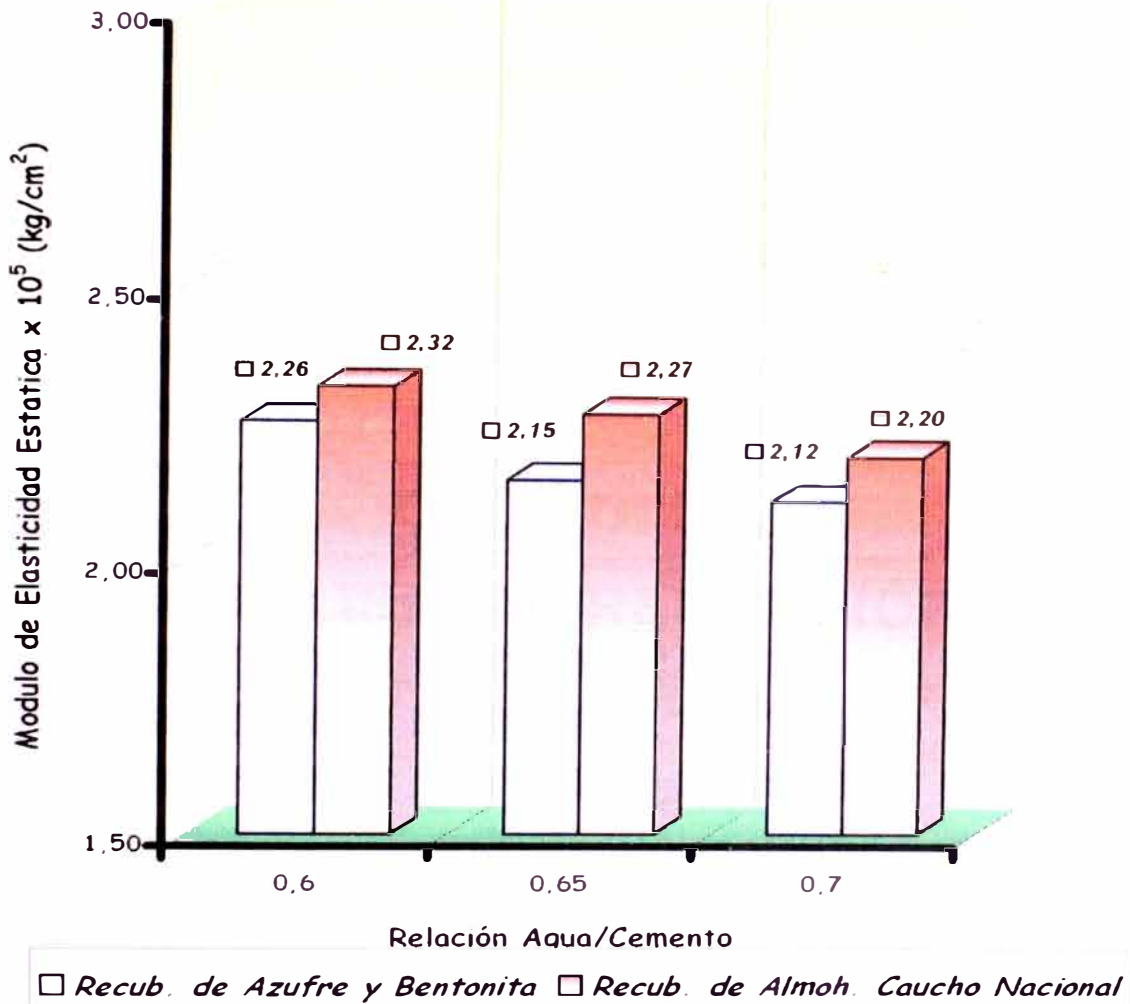
(Ver Cap. IV)

GRÁFICA R-11

Gráfico Comparativo

Módulo de Elasticidad Estática Vs. Tipo de Recubrimiento

28 Días





# **CAPITULO VI**

## **ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y**

### **CORRELACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **DE LOS ENSAYOS**



## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

#### 6.1 GENERALIDADES

Consideremos que los siguientes puntos  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  son los resultados de la medición en el laboratorio. Estos valores corresponden a los resultados obtenidos del concreto endurecido de la presente investigación.

Se buscará establecer relaciones sobre la base de lo matemático, estadístico y lo observado que nos faciliten el diseño de mezclas creando cuadros y gráficos, a continuación presentaremos formulas estadísticas y matemáticas que se usaran en el presente capítulo.

#### 6.2 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Se entiende por análisis de regresión, desarrollar una ecuación de estimación o en forma práctica al encontrar una formula matemática que relacione variables desconocidas con variables conocidas. Para validez estadística del Análisis de Regresión es necesaria que ciertas condiciones sean satisfechas.



- 1.- En primer lugar, la variable  $X$ , llamada variable independiente, de cuyos valores se harán predicciones, tienen valores fijos y conocidos. En cambio  $Y$ , denominada variable dependiente, es una variable aleatoria.
- 2.- Todos los arreglos de  $Y$  tienen variancia común.
- 3.- Para cada valor fijo de  $X$  existe un conjunto de valores de  $Y$  que constituyen un arreglo que se distribuye normalmente.
- 4.- La relación existente entre  $X$  e  $Y$  establece una dependencia del tipo  $Y=F(x)$ .

### 6.3 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

El coeficiente de correlación de la muestra, simbolizado por " $r$ " es un estadístico que mide el grado de asociación entre dos variables.

El coeficiente de correlación es una medida relativa y no está dado en las unidades de medida de  $X$  o de  $Y$ . puede ser positivo o negativo. Numéricamente, su valor tiene un intervalo que va desde  $-1$  hasta  $+1$ , pasando por cero. Cuando " $r$ " es igual a  $+1$ , indica una perfecta asociación positiva aumentando  $Y$  al aumentar  $X$ . cuando " $r$ " es igual  $-1$ , indica una perfecta asociación negativa, aumentando  $Y$  al disminuir  $X$  o viceversa, disminuyendo  $Y$  al aumentar  $X$ . cuando " $r$ " es igual a cero, indica que no hay asociación; es decir que existe independencia entre las dos variables.



## 6.4 RECTA DE REGRESIÓN DE MÍNIMOS CUADRADOS

Se representan las ecuaciones:

$$Y = A + B \cdot X \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$A = \frac{(\sum X^2)(\sum Y) - (\sum X)(\sum XY)}{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$B = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

## 6.5 REGRESIÓN LOGARÍTMICA DE Y SOBRE X

Se presentan las ecuaciones:

$$Y = A + B \cdot \ln X \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$A = \frac{\sum Y - B \sum \ln X}{N} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$B = \frac{N \sum Y \cdot \ln X - \sum \ln X \cdot \sum Y}{N \sum (\ln X)^2 - (\sum \ln X)^2} \quad \dots\dots\dots(6)$$





### 6.6 ERROR TÍPICO DE LA ESTIMACIÓN DE Y SOBRE X

$$S^2_{y,x} = \frac{\sum(Y - Y_{est})^2}{N} \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

Y : Indica los valores encontrados en el laboratorio.

Y<sub>est.</sub> : Indica los valores estimados con la ecuación de regresión.

### 6.7 DESVIACIÓN TÍPICA DE Y

$$S^2_y = \frac{\sum(Y - Y_{prom})^2}{N} \dots\dots\dots(8)$$

### 6.8 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE Y SOBRE X(r<sub>y,x</sub>)

Esta dado por la raíz cuadrada entre la variación explicada y la variación total.

$$r^2_{y,x} = \frac{\sum(Y_{est} - Y)^2}{\sum(Y - Y_{est})^2} \dots\dots\dots(9)$$

$$r^2_{y,x} = 1 - \frac{S^2_{y,x}}{S^2_y} \dots\dots\dots(10)$$



### 6.8.1 CASO DE REGRESIÓN LOGARÍTMICA

$$r^2_{y,x} = \frac{(N\sum \text{Ln}X \cdot Y - \sum \text{Ln}X \sum Y)^2}{[N\sum (\text{Ln}X)^2 - (\sum \text{Ln}X)^2] [N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]} \dots\dots\dots(11)$$

**Nota:**

Las ecuaciones (13), (17), (18), (19), son validas para cualquier ecuación de regresión, así sean lineales o no.

### 6.9 EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL

Cuando se trabaja en el laboratorio o en obra, siempre es necesario tener un grado de control sobre las probetas que se están fabricando, pues ellas representan la calidad del concreto que se esta vaciando; el control se fija en términos de un Coeficiente de Variación, que es un indice de nivel técnico con el cual se esta trabajando. Su cálculo depende de la Desviación Estándar y de las resistencias promedio de las muestras.

De los estudios estadísticos y de la experiencia se ha determinado ciertos valores para el Coeficiente de Variación que indica el tipo de control que se tiene.

Coeficiente de Variación (%)	Calificación
0 - 5	Excelente
5 - 7	Bueno
7 - 10	Regular
Más de 10	Mal



Para evaluar el Coeficiente de Variación se tiene:

$$V = ( S / X_{prom} ) * 100 \dots\dots\dots(12)$$

- Donde:**
- S = Desviación Estándar.
  - V = Coeficiente de Variación expresado en porcentaje.
  - X<sub>prom</sub> = Valor Promedio de las Muestras.

La Desviación Estándar se calcula por la siguiente expresión:

Para n mayor o igual a 30:

$$S^2 = \frac{\sum(X - X_{prom})^2}{n} \dots\dots\dots(13)$$

Para n menor 30:

$$S^2 = \frac{\sum(X - X_{prom})^2}{n - 1} \dots\dots\dots(14)$$

El valor promedio de las muestras se calcula con la siguiente expresión:

$$X_{prom} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots\dots\dots + X_n}{n} \dots\dots\dots(15)$$

En las ecuaciones (13), (14), (15):

- S = Desviación Estándar.
- X<sub>prom</sub> = Valor Promedio de las Muestras.
- X<sub>n</sub> = Valor de cada muestra.
- N = Número de muestras.



**Nota:**

Los cuadros que continúan, muestran los valores (resistencia de compresión, relación a/c, edad del concreto) necesarios para la aplicación de las formulas expuestas.

**CUADRO N° ARC-01**

**CUADRO RESUMEN**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA				
Relación a/c	Descripción	Edad (días)		
		7	14	28
0.60	f' c promedio	247.89	284.47	311.91
	Desviación Estándar	4.97	11.50	15.96
	Coefficiente de Variación	2.01	4.04	5.12
0.65	f' c promedio	194.97	228.02	261.34
	Desviación Estándar	3.83	2.66	18.96
	Coefficiente de Variación	1.96	1.17	7.26
0.70	f' c promedio	171.77	218.04	246.41
	Desviación Estándar	5.64	1.53	30.15
	Coefficiente de Variación	3.28	0.70	12.24



## CUADRO N° ARC-02

### CUADRO RESUMEN

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL				
Relación a/c	Descripción	Edad (días)		
		7	14	28
0.60	$f'c$ promedio	235.48	290.85	337.75
	Desviación Estándar	12.56	2.27	22.33
	Coficiente de Variación	5.33	0.78	6.61
0.65	$f'c$ promedio	203.31	243.33	288.47
	Desviación Estándar	1.30	4.47	25.29
	Coficiente de Variación	0.64	1.84	8.77
0.70	$f'c$ promedio	193.27	236.36	264.19
	Desviación Estándar	136.66	4.54	25.46
	Coficiente de Variación	70.71	1.92	9.64

**Nota:**

Los resultados presentados en estos cuadros, son los resultados de Resistencia a la Compresión del Concreto Promedio, con recubrimiento de Azufre y Bentonita y con Caucho de Fabricación Nacional, obtenidos en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil.

A continuación se detalla las ecuaciones de regresión (logarítmica) y sus respectivas correlaciones.



### CUADRO N° ARC-03

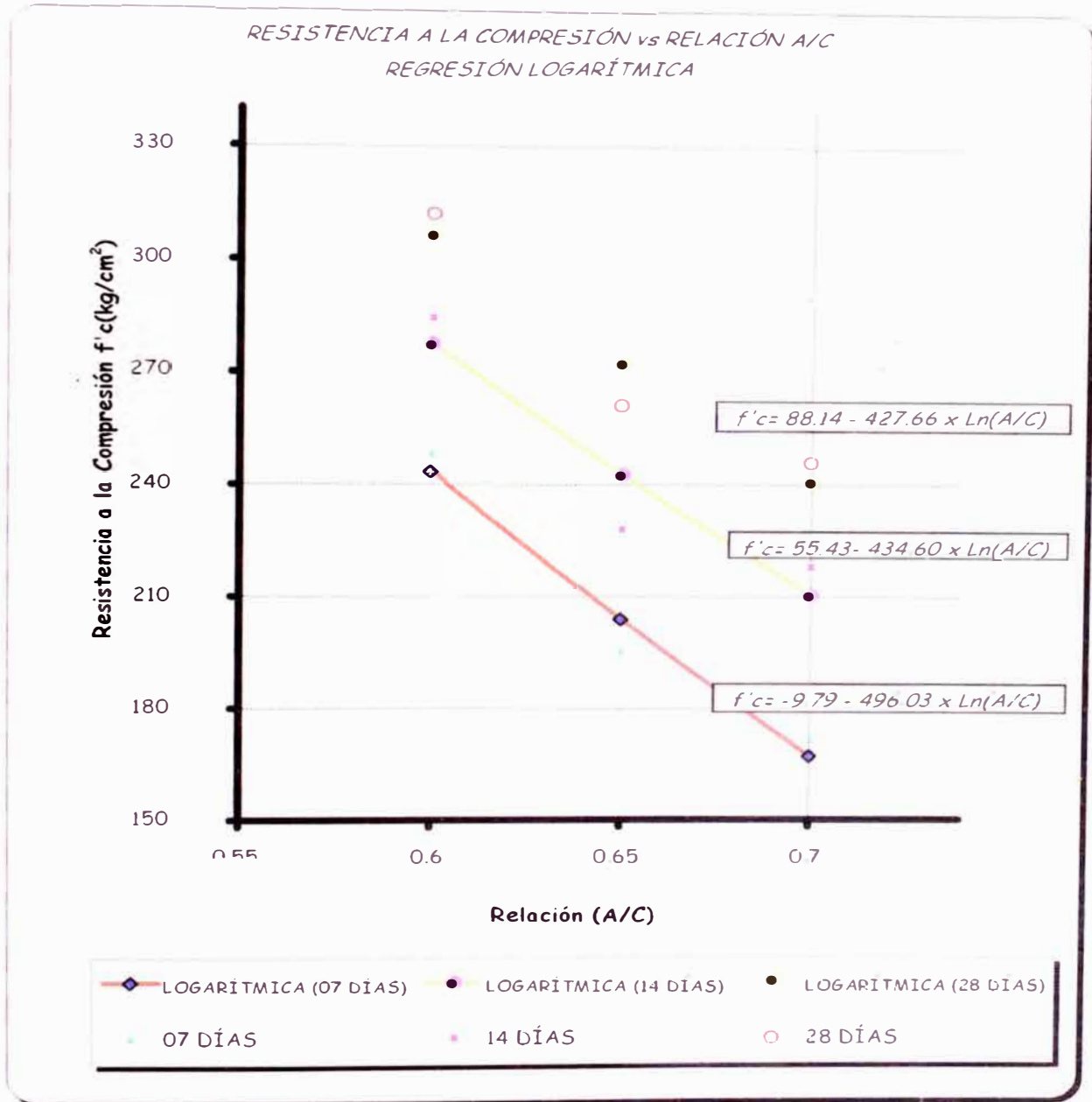
RESUMEN DE ACUACIONES DE REGRESIÓN (LOGARÍTMICA) Y SU RESPECTIVA CORRELACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN AGUA/CEMENTO (RECUBRIMIENTO AZUFRE, BENTONITA)

EDAD (días)	ECUACIONES DE REGRESIÓN		CORRELACIÓN
	TIPO	ECUACIONES	
7	Logarítmica	$f'c = -9.79 - 496.03 \times \ln(A/C)$	$r = -0.980$
14	Logarítmica	$f'c = 55.43 - 434.60 \times \ln(A/C)$	$r = -0.935$
28	Logarítmica	$f'c = 88.14 - 427.66 \times \ln(A/C)$	$r = -0.960$

De acuerdo al **cuadro ARC-03** se analiza la correlación y la respectiva tendencia de las curvas, para determinar las respectivas Curvas de Regresión que mejor nos interpreten la relación entre las variables consideradas (Resistencia a la Compresión, Relación A/C), con el recubrimiento de azufre y bentonita, se muestra a continuación.



### GRÁFICA N° ARC-01





### CUADRO N° ARC-04

RESUMEN DE ACUACIONES DE REGRESIÓN (LOGARITMICA) Y SU RESPECTIVA CORRELACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO (RECUBRIMIENTO AZUFRE, BENTONITA)

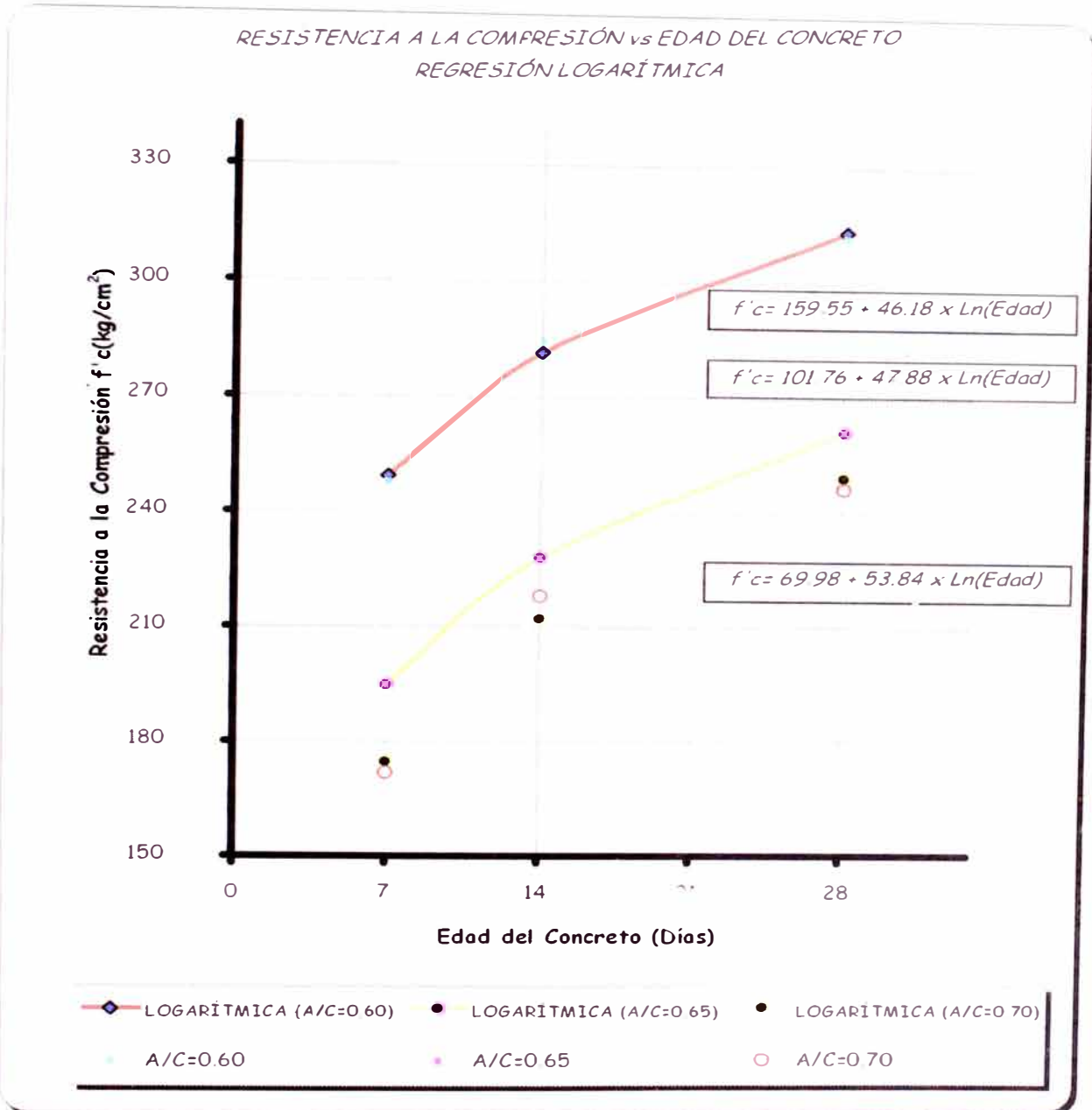
RELACION (A/C)	ECUACIONES DE REGRESIÓN		CORRELACIÓN
	TIPO	ECUACIONES	
0.60	Logarítmica	$f'c = 159.55 + 46.18 \times \ln(\text{Edad})$	r= 0.997
0.65	Logarítmica	$f'c = 101.76 + 47.88 \times \ln(\text{Edad})$	r= 1.000
0.70	Logarítmica	$f'c = 69.98 + 53.84 \times \ln(\text{Edad})$	r= 0.991

De acuerdo al **cuadro ARC-04** se analiza la correlación y la respectiva tendencia de las curvas, para determinar las respectivas Curvas de Regresión que mejor nos interpreten la relación entre las variables consideradas (Resistencia a la Compresión, Edad del Concreto), con recubrimiento de azufre y bentonita, se muestra a continuación.





### GRÁFICA N° ARC-02





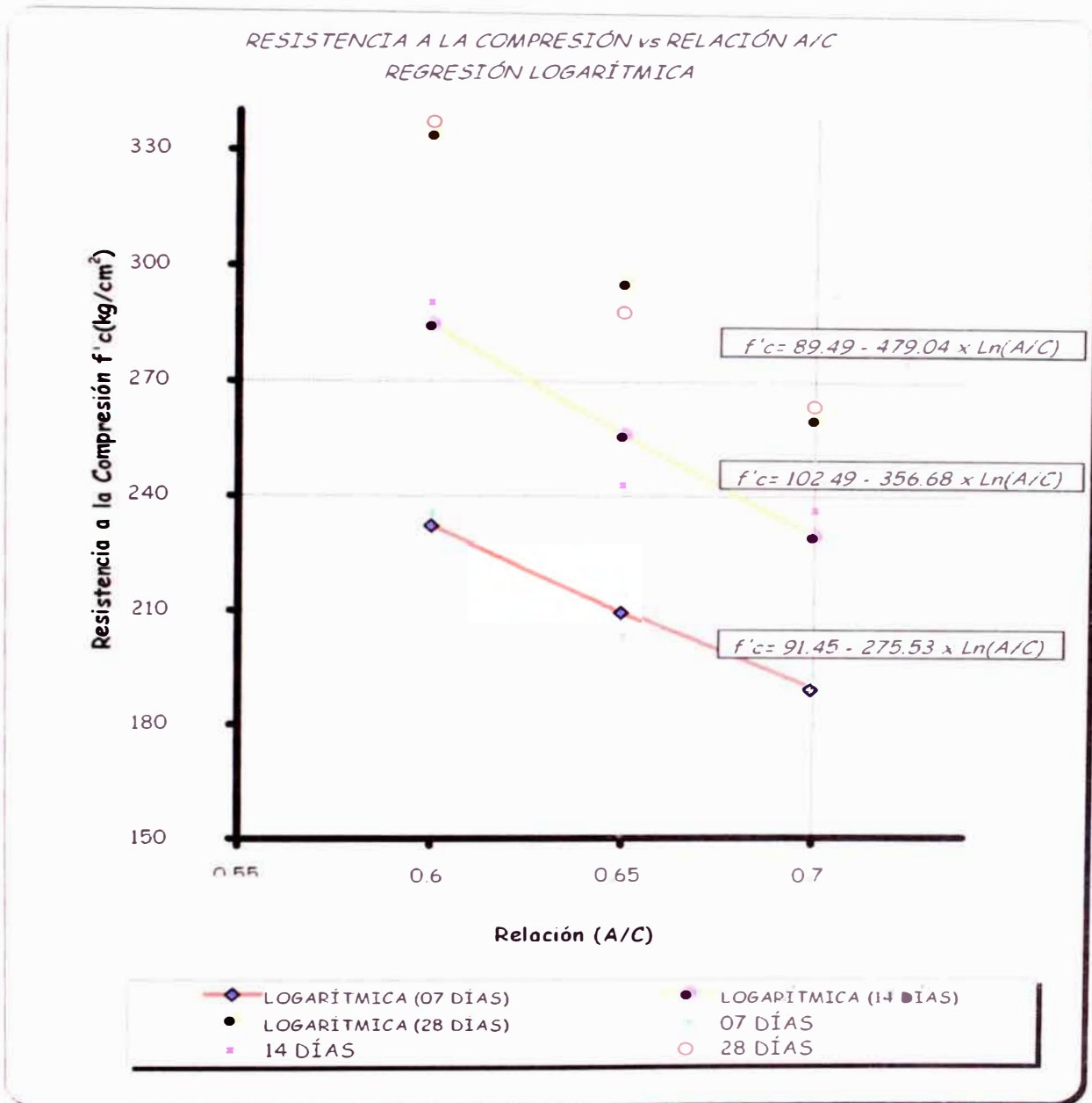
### CUADRO N° ARC-05

RESUMEN DE ACUACIONES DE REGRESIÓN (LOGARITMICA) Y SU RESPECTIVA CORRELACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN AGUA/CEMENTO (RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL)

EDAD (días)	ECUACIONES DE REGRESIÓN		CORRELACIÓN
	TIPO	ECUACIONES	
7	Logarítmica	$f'c = 91.45 - 275.53 \times \ln(A/C)$	$r = -0.963$
14	Logarítmica	$f'c = 102.49 - 356.68 \times \ln(A/C)$	$r = -0.927$
28	Logarítmica	$f'c = 89.49 - 479.04 \times \ln(A/C)$	$r = -0.985$

De acuerdo al **cuadro ARC-05** se analiza la correlación y la respectiva tendencia de las curvas, para determinar las respectivas Curvas de Regresión que mejor nos interpreten la relación entre las variables consideradas (Resistencia a la Compresión, Relación A/C), con el recubrimiento de caucho de procedencia nacional, se muestra a continuación.

### GRÁFICA N° ARC-03





### CUADRO N° ARC-06

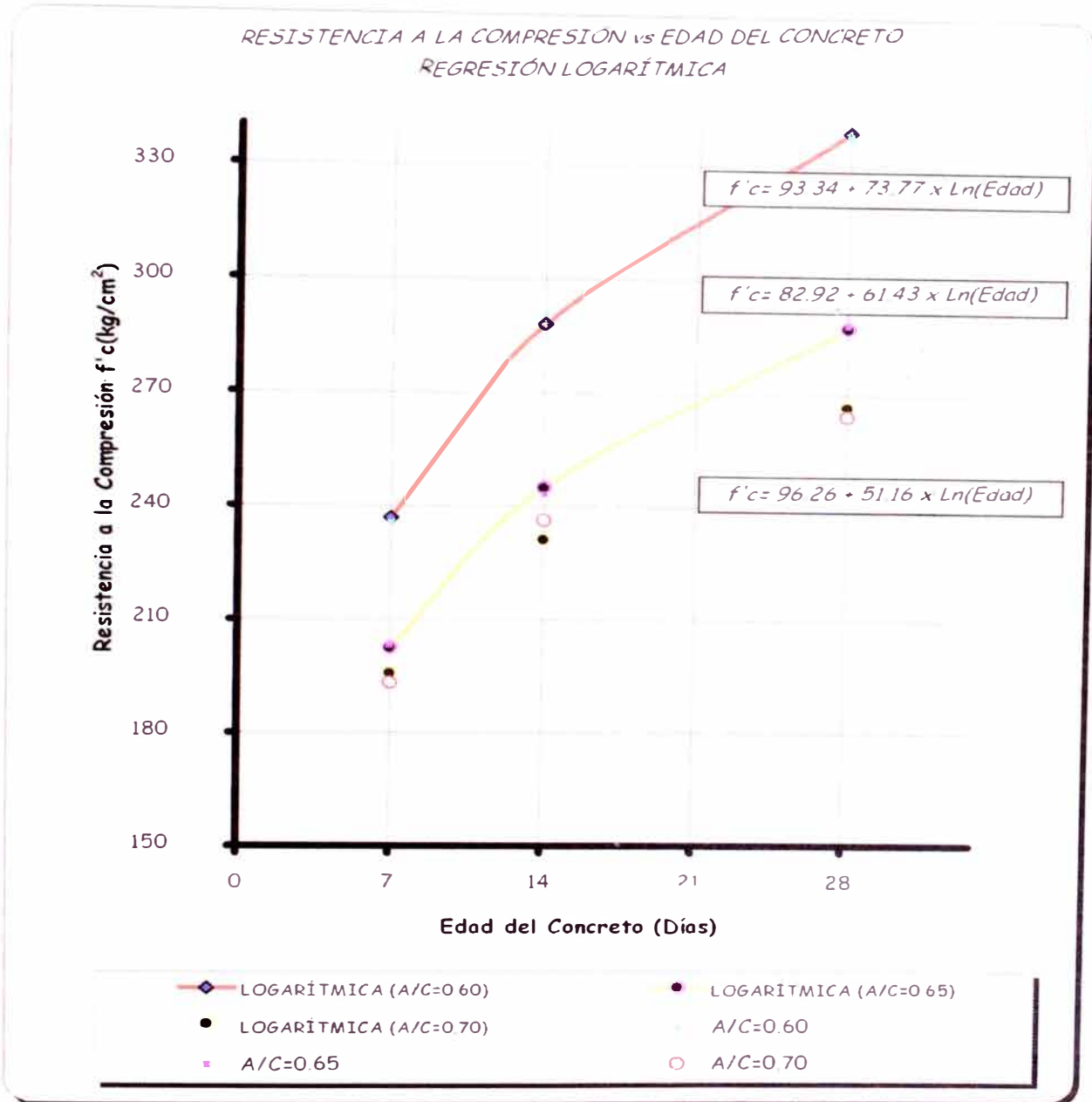
RESUMEN DE ACUACIONES DE REGRESIÓN (LOGARITMICA) Y SU RESPECTIVA CORRELACIÓN  
PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO  
(RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL)

RELACION (AJC)	ECUACIONES DE REGRESIÓN		CORRELACIÓN
	TIPO	ECUACIONES	
7	Logarítmica	$f_c = 93.34 + 73.77 \times \ln(\text{Edad})$	r= 0.999
14	Logarítmica	$f_c = 82.92 + 61.43 \times \ln(\text{Edad})$	r= 0.999
28	Logarítmica	$f_c = 96.26 + 51.16 \times \ln(\text{Edad})$	r= 0.992

De acuerdo al **cuadro ARC-06** se analiza la correlación y la respectiva tendencia de las curvas, para determinar las respectivas Curvas de Regresión que mejor nos interpreten la relación entre las variables consideradas (Resistencia a la Compresión, Edad del Concreto), con recubrimiento de caucho nacional, se muestra a continuación.



### GRÁFICA N° ARC-04



De acuerdo a los cuadros, los valores de f'c (Promedio) corresponden a los resultados obtenidos en el laboratorio, se calcula la Desviación Estándar y su respectivo Coeficiente de Variación, como se puede observar en los cuadros de cálculo (**ver Anexo**), el Error Típico es menor que la Desviación Estándar, lo que quiere decir que los valores calculados de f'c por las curvas de regresión formuladas son aceptables.



En la presente investigación se ha realizado el análisis de regresión y correlación con la finalidad de poder hallar las formulas matemáticas, que nos asocien la resistencia del concreto, con la relación de agua cemento y versus la edad de concreto, a la vez comprobar estadísticamente los resultados obtenidos en la comparación de los dos métodos para el recubrimiento de la probeta, en el ensayo de resistencia a la compresión.

De acuerdo a las formulas y gráficas halladas verificamos la mejor tendencia por parte del recubrimiento de almohadillas de caucho nacional, debido a la menor dispersión que presenta, comparado con el método convencional.



# **CAPITULO VII**

# **ANALISIS COMPARATIVO DE LOS**

# **RESULTADOS**



## CAPÍTULO VII

### ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo de la tesis de investigación "**Evaluación del Ensayo de Resistencia a Compresión de Probetas de Concreto Utilizando Almohadillas de Fabricación Nacional**", analizaremos todos los resultados obtenidos en los cuadros y gráficos obtenidos.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación, es continuar con la investigación que se viene realizando de la resistencia del concreto, al estado endurecido, reemplazando el recubrimiento de azufre y bentonita por almohadillas de caucho de procedencia nacional.





## 7.1 GENERALIDADES

En cada relación agua/cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 se han elaborado para el ensayo de Resistencia a la compresión del concreto:

- A los 7 días (18 probetas),
- Para los 14 días (18 probetas)
- Para los 28 días (150 probetas),
- Para el ensayo de Módulo Elástico Estático, a los 28 días (12 probetas).
- Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral, a los 28 días (12 probetas).

En total la cantidad de probetas que se han ensayado para la presente investigación es de 282 probetas, de las cuales 177 probetas se ensayaron utilizando recubrimiento de azufre y bentonita y 105 probetas ensayadas con recubrimiento de caucho nacional; todas las probetas de concreto se realizaron y se ensayaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.



## 7.2 ANÁLISIS COMPARATIVO AL ESTADO ENDURECIDO

### 7.2.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

A continuación se presentan los cuadros comparativos resumen de la resistencia del concreto al estado endurecido, utilizando recubrimiento de azufre y bentonita vs. Almohadillas de Compresión de Procedencia Nacional, en las probetas de concreto.

#### CUADRO AC-01

##### A los 07 días

Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO			Comparación (%)
	f'cp,ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	f'cp,ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	$\frac{f'cp,ac}{f'cp,ab} \times 100$
0.60	247.89	4.97	2.01	235.48	12.56	5.33	<b>95.0</b>
0.65	194.97	3.83	1.96	203.31	1.30	0.64	<b>104.3</b>
0.70	171.77	5.64	3.28	193.27	1.15	0.60	<b>112.5</b>

Del cuadro se aprecia que para las relaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70, la resistencia a la compresión del concreto a los 07 días, utilizando caucho de fabricación nacional con respecto al recubrimiento de azufre y bentonita alcanza el 95%, 104.3% y 112.5% respectivamente.



### CUADRO AC-02

#### A los 14 días

Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO			Comparación (%) $\frac{f'_{cp,ac}}{f'_{cp,ab}} \times 100$
	f'cp.ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	f'cp.ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	
0.60	284.47	11.50	4.04	290.85	2.27	0.78	102.2
0.65	228.02	2.66	1.17	243.33	4.47	1.84	106.7
0.70	218.04	1.53	0.70	236.36	4.54	1.92	108.4

Del cuadro se aprecia que para las relaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70, la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días, utilizando caucho nacional con respecto al recubrimiento de azufre y bentonita alcanza el 102.2%, 106.7% y 108.4% respectivamente.

### CUADRO AC-03

#### A los 28 días

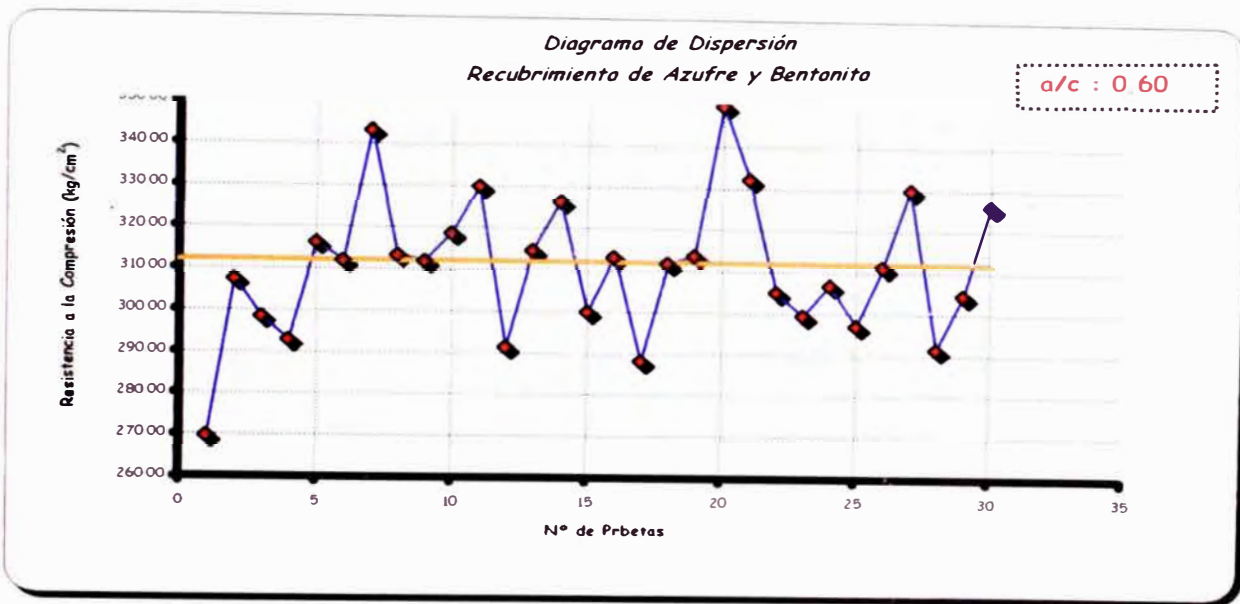
Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOHADILLAS DE CAUCHO			Comparación (%) $\frac{f'_{cp,ac}}{f'_{cp,ab}} \times 100$
	f'cp.ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	f'cp.ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	
0.60	311.91	15.96	5.12	337.75	22.33	6.61	108.3
0.65	261.34	18.96	7.26	288.47	25.29	8.77	110.4
0.70	246.41	30.15	12.24	264.19	25.46	9.64	107.2

Del cuadro se observa que para las relaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70, la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, utilizando caucho nacional con respecto al recubrimiento de azufre y bentonita alcanza el 108.3%, 110.4% y 107.2% respectivamente.

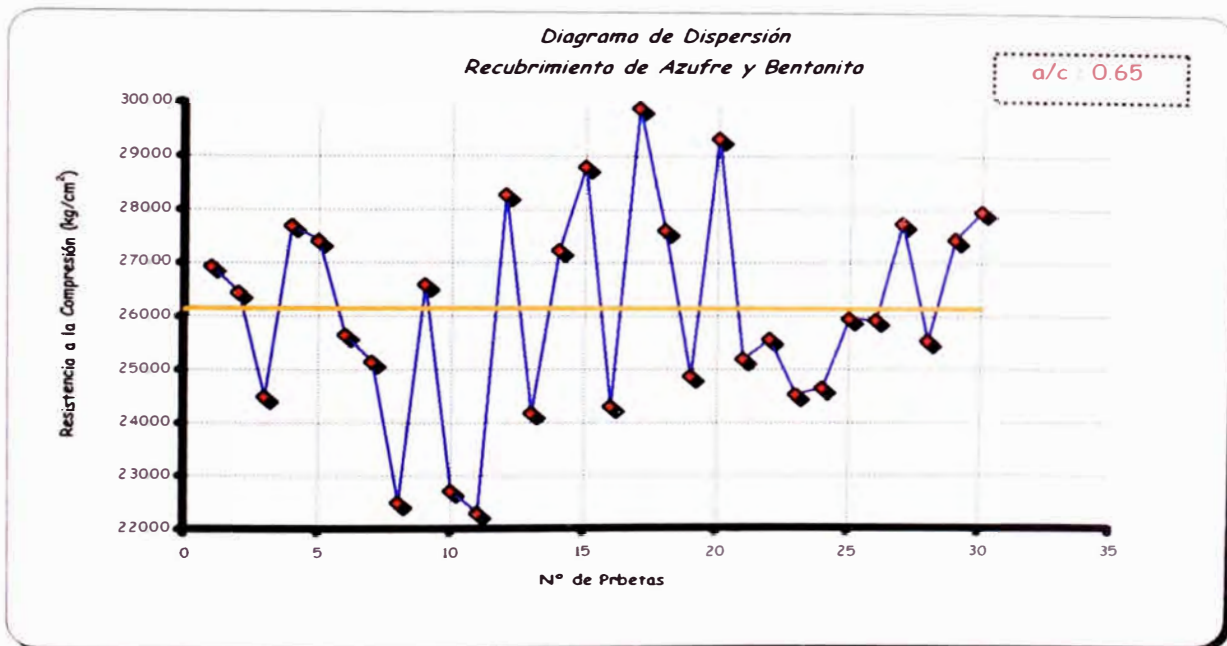
En forma general, de los cuadros, para cada relación agua cemento, notamos una marcada diferencia de la resistencia a compresión, entre el recubrimiento de azufre y bentonita con respecto al caucho de fabricación nacional, favorable al segundo, tanto en resistencia promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

De acuerdo a los gráficos obtenidos se observa que la disminución de los coeficientes de variación en las gráficas de dispersión AC-01, AC-02 y AC-03, comparándolo con las gráficas AC-04, AC-05 y AC-06 respectivamente y son:

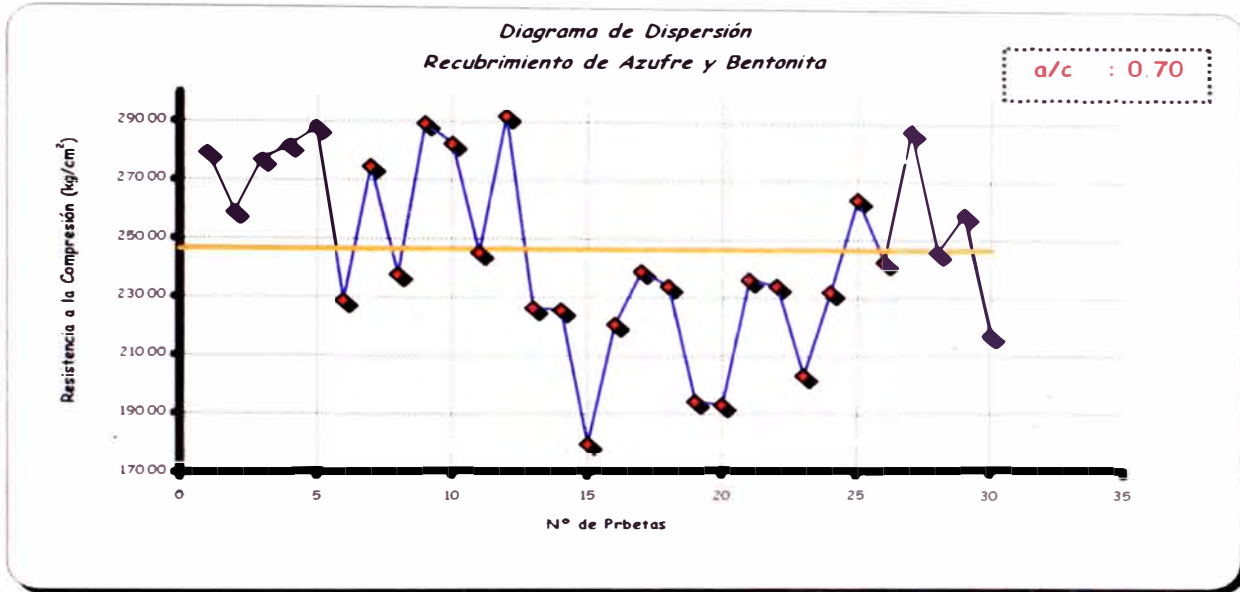
### GRÁFICA AC-01



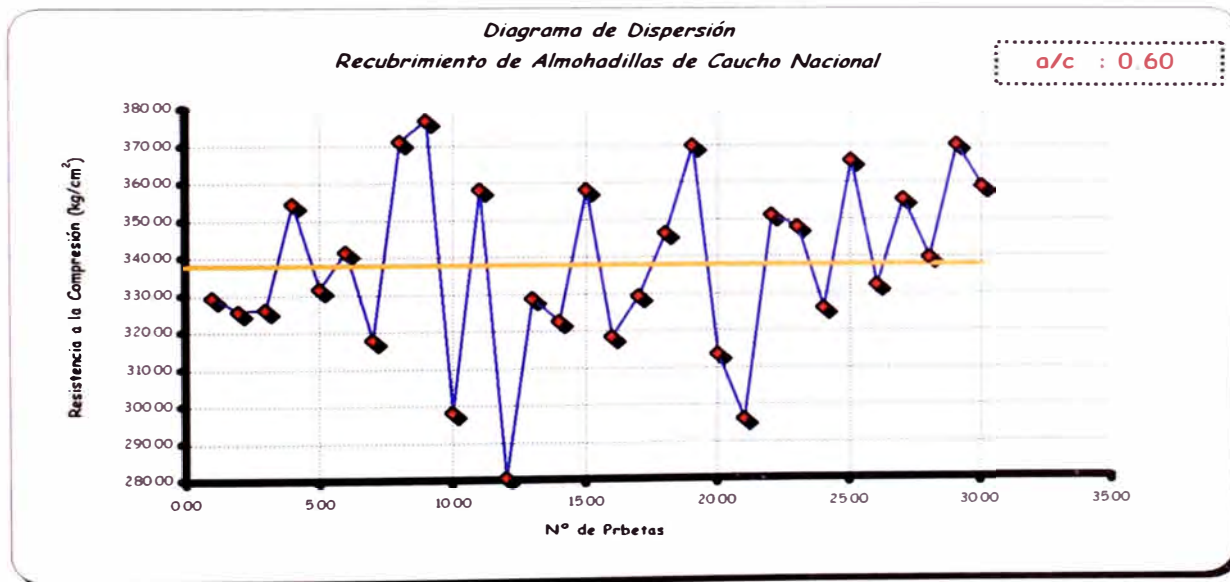
### GRÁFICA AC-02



### GRÁFICA AC-03



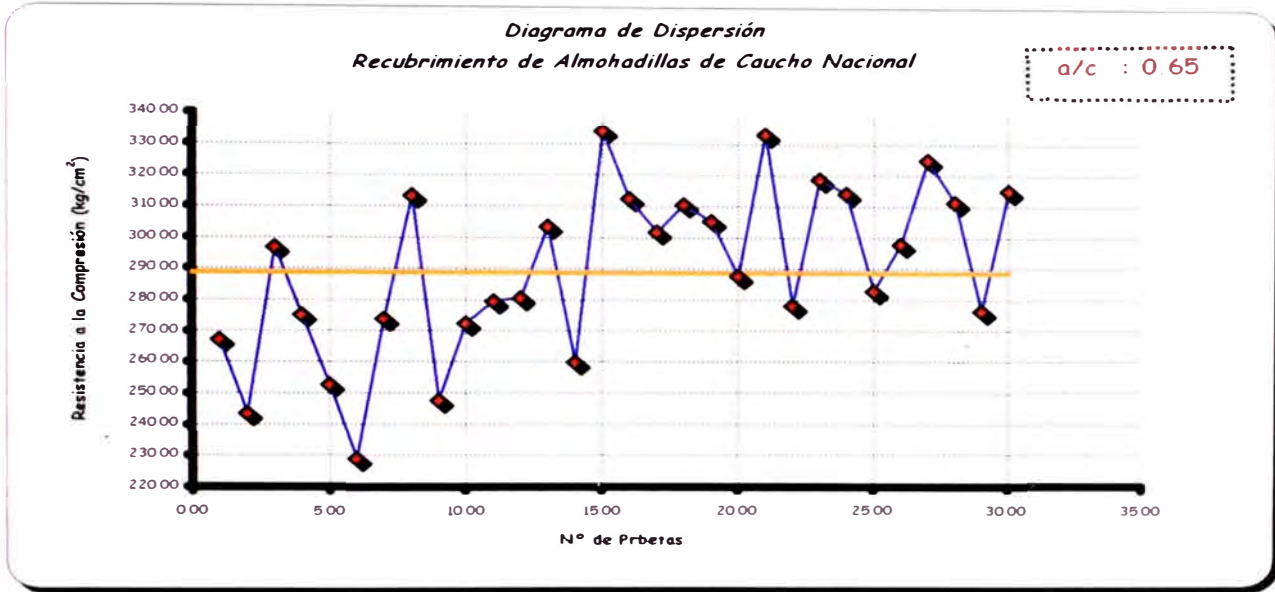
### GRÁFICA AC-04



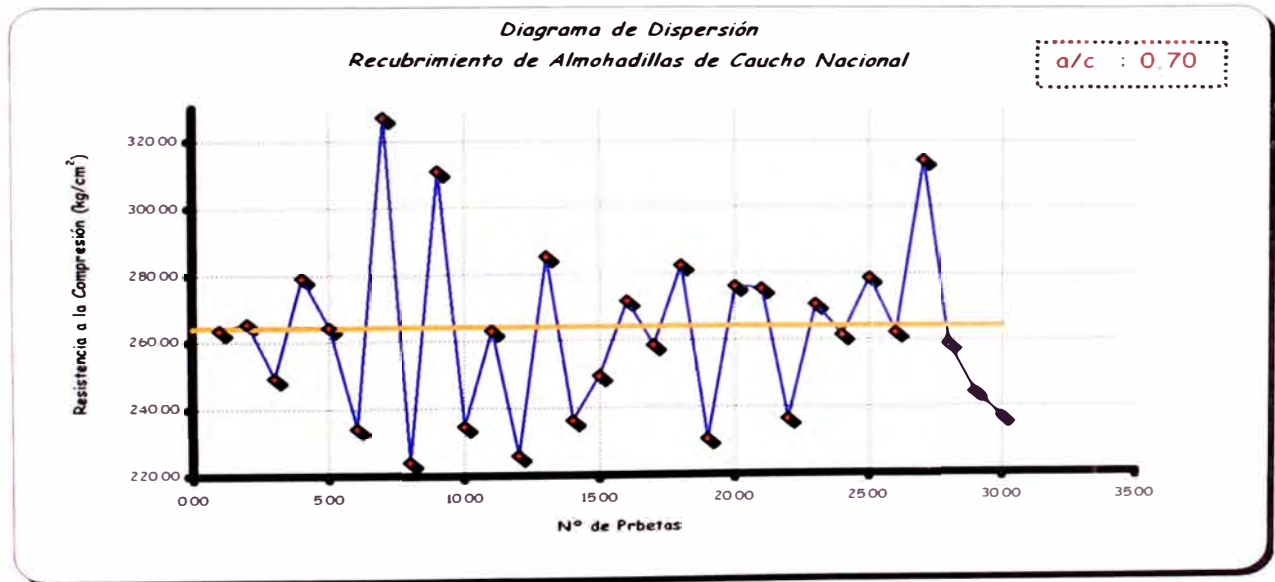




### GRÁFICA AC-05



### GRÁFICA AC-06



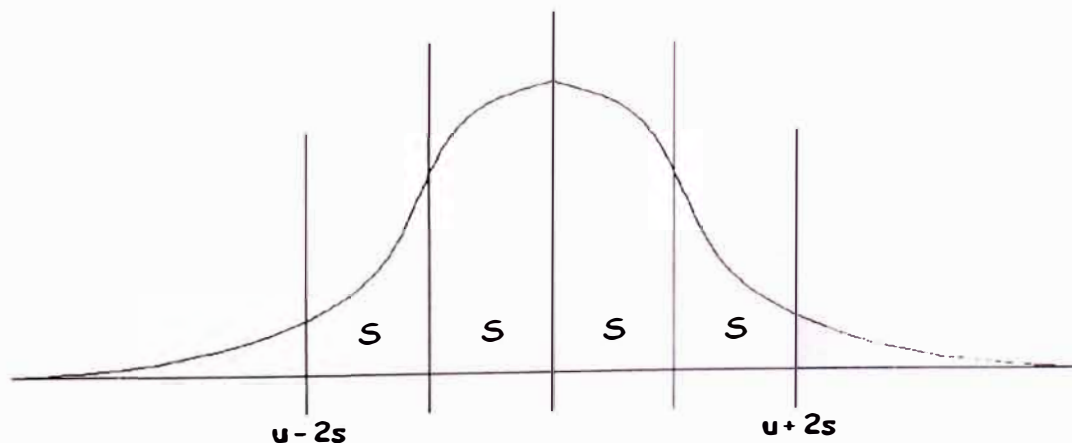
### 7.2.2 ANÁLISIS COMPARATIVO CON MUESTRA AL 95.45% $\mu \pm 2S$ .

En lo relativo a la resistencia del concreto, el promedio de los resultados no es estadísticamente importante sino está asociado a la dispersión entre los valores y la evaluación de aquellos que están por debajo de la resistencia del concreto de diseño especificado.

La definición de los porcentajes de prueba que pueden admitirse por debajo de la resistencia del concreto de diseño y el valor absoluto de estos resultados, son atributos de los Reglamentos de diseño y en última instancia de los diseñadores, en función del conocimiento de las hipótesis de cálculo y los factores de seguridad empleados.

A continuación presentaremos las gráficas de los valores con el 95.45% de probabilidad de ocurrencia que los ensayos que caen dentro del intervalo  $\mu \pm 2S$ , eliminando los valores muy altos y bajos, de los ensayos realizados, teniendo así un número de ensayos representativos para cada relación agua cemento.

De los datos tomados en cuenta, estarán en un intervalo que variara desde, dos veces menos la desviación estándar del promedio de los resultados ( $\mu - 2S$ ), y dos veces mayor dicha desviación ( $\mu + 2S$ ).





## DETALLES DE LOS GRÁFICOS

- Las diferencias que se presentan en los resultados obtenidos en el ensayo de la resistencia a la compresión para cada relación agua cemento, uno de los factores es la deficiente colocación del concreto en las probetas.
- Para el muestreo de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión se ha realizado la comparación con el promedio de 3 valores consecutivos.
- El rango de variación de las gráficas para el ensayo de compresión con recubrimiento de azufre y bentonita está en 40 a 80 kg/cm<sup>2</sup> y respecto al recubrimiento de almohadillas de caucho nacional varía de 30 a 40 kg/cm<sup>2</sup>.

### CUADRO AC-04

La media, y la Desviación Estándar al 95.45% de la muestra.

Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA		ALMOHADILLAS DE CAUCHO	
	f'cp (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cp (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	311.61	9.62	339.53	9.12
0.65	260.07	11.71	290.54	11.65
0.70	245.23	24.35	263.68	9.61

- De los valores obtenidos **Cuadro AC-04** la media es superior de 7 a 12% para las almohadillas de caucho nacional con respecto al método tradicional.





- Del **Cuadro AC-04**, la diferencia entre la desviación estándar en relaciones de agua cemento de 0.60 y 0.65 son cercanos, pero para a/c 0.70 es casi el doble para el recubrimiento de azufre y bentonita.

### CUADRO AC-05

#### Tabla de Valores de Dispersión en el Control del Concreto

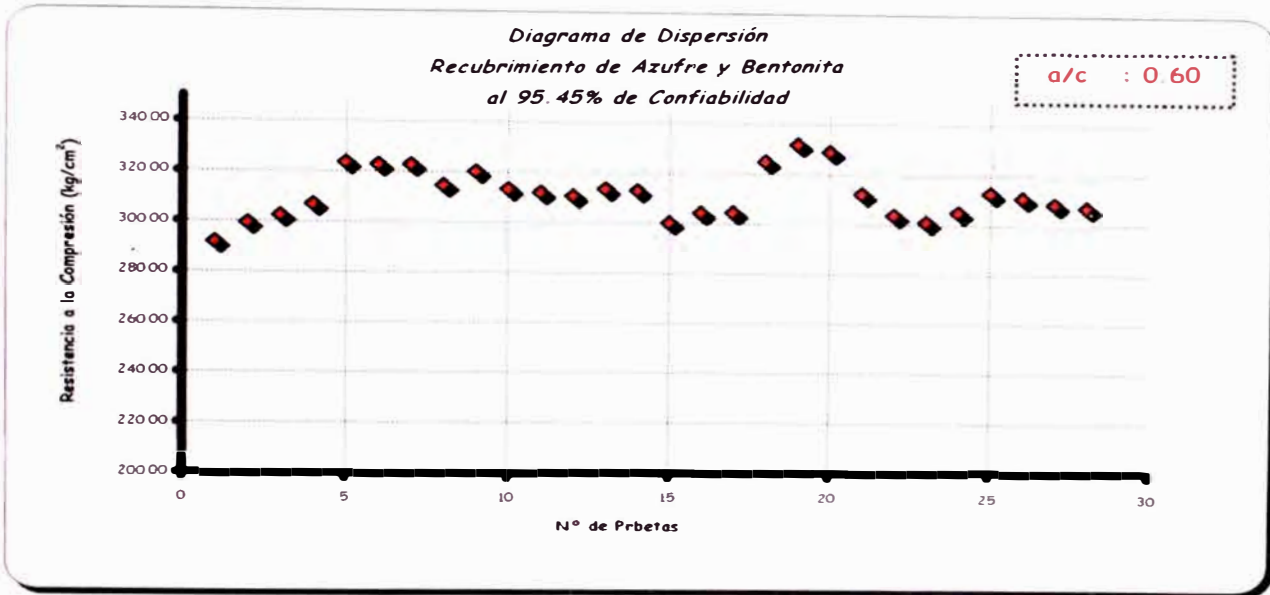
(Tabla 3.5 del ACI 214-77)

Clases de Operación	Desviación Estándar para Diferentes Grados de Control (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6

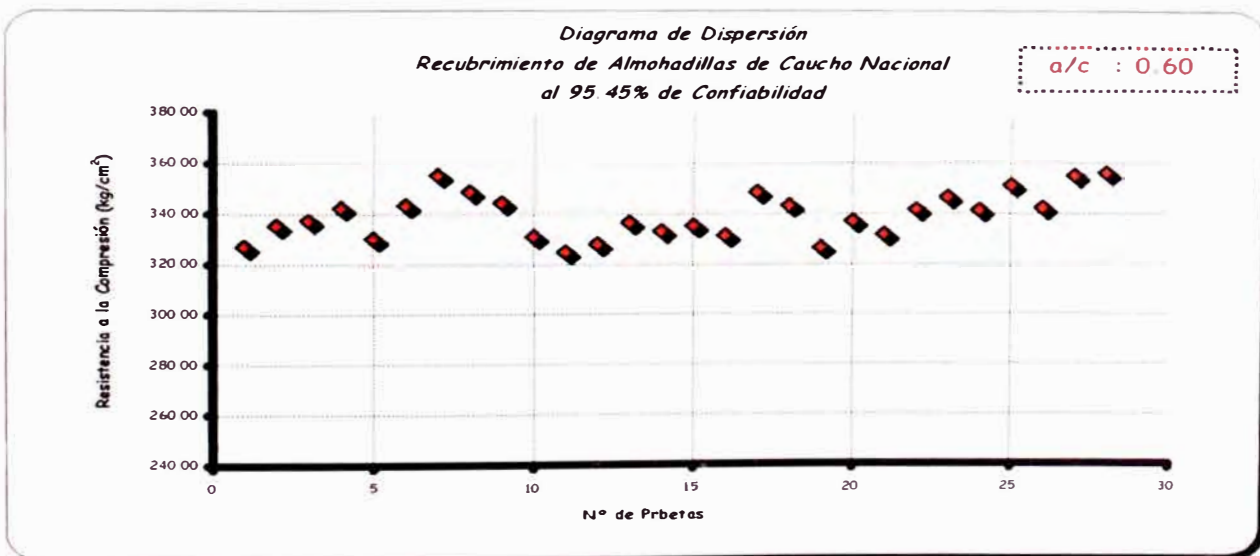
- Del **Cuadro AC-05**, para los concreto realizados con relaciones de a/c 0.60 y 0.65 el valor de la desviación estándar es Excelente, y a/c 0.70 es Deficiente, con respecto al recubrimiento de azufre y bentonita.
- Según el **Cuadro AC-05**, para las tres relaciones de a/c, es calificado como Excelente, para el caso del recubrimiento de las almohadillas de caucho nacional.
- De los resultados obtenidos podemos decir que la resistencia a la compresión por el método de recubrimiento de almohadillas de caucho nacional es mayor y presenta menor desviación estándar, respecto al recubrimiento tradicional.

## GRÁFICOS COMPARATIVOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA CON ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL AL 95.45% DE CONFIABILIDAD.

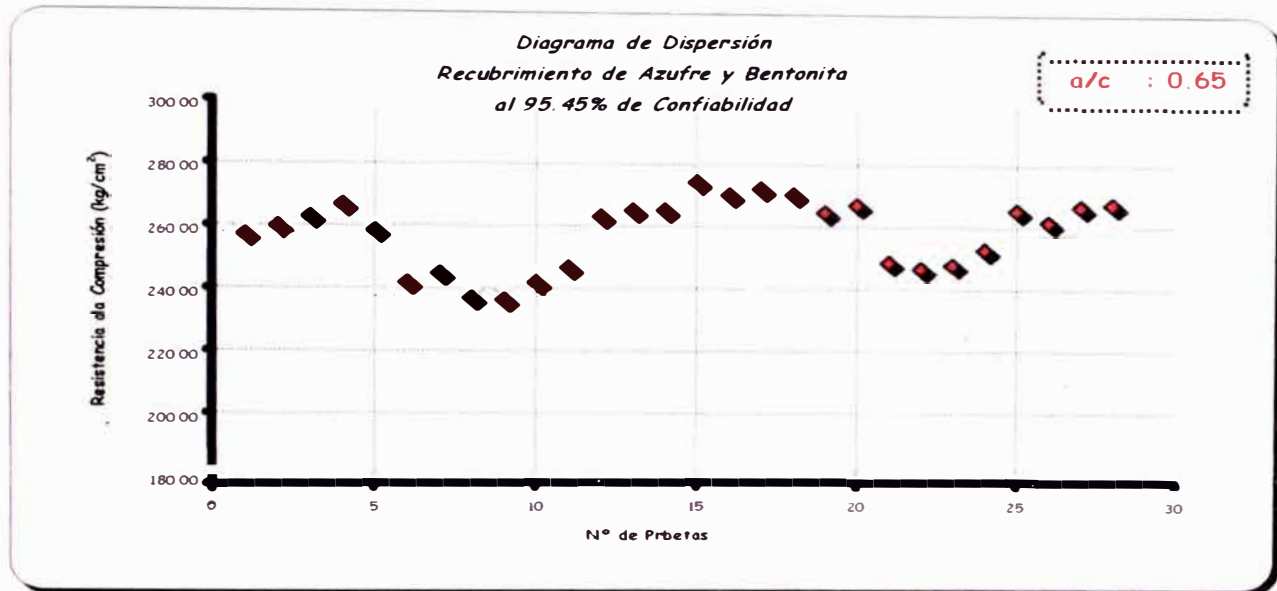
### GRÁFICA AC-07



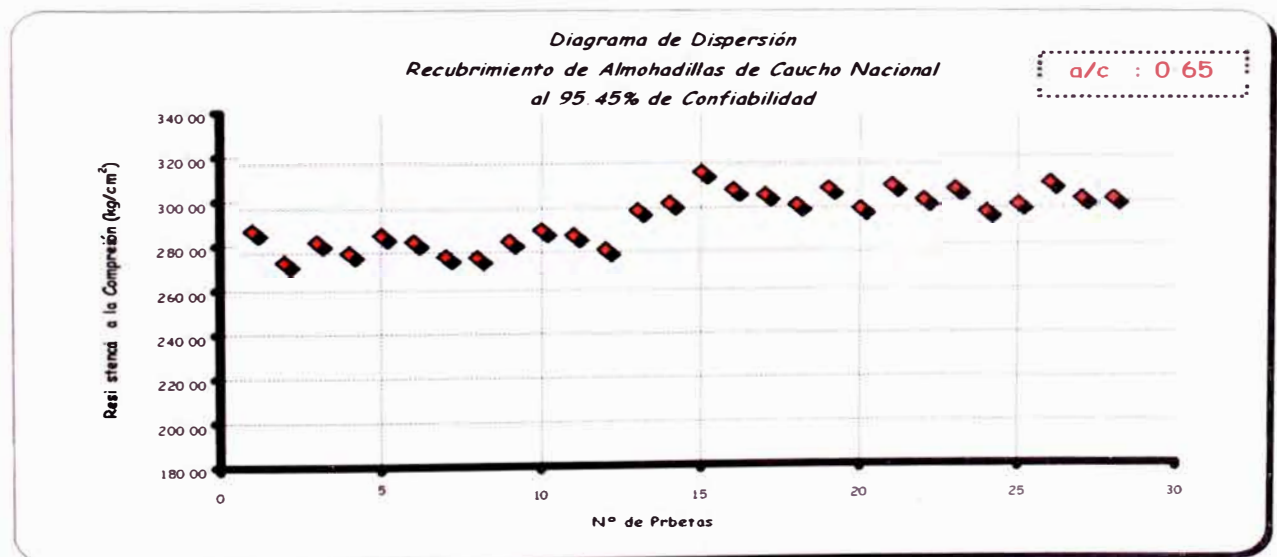
### GRÁFICA AC-08



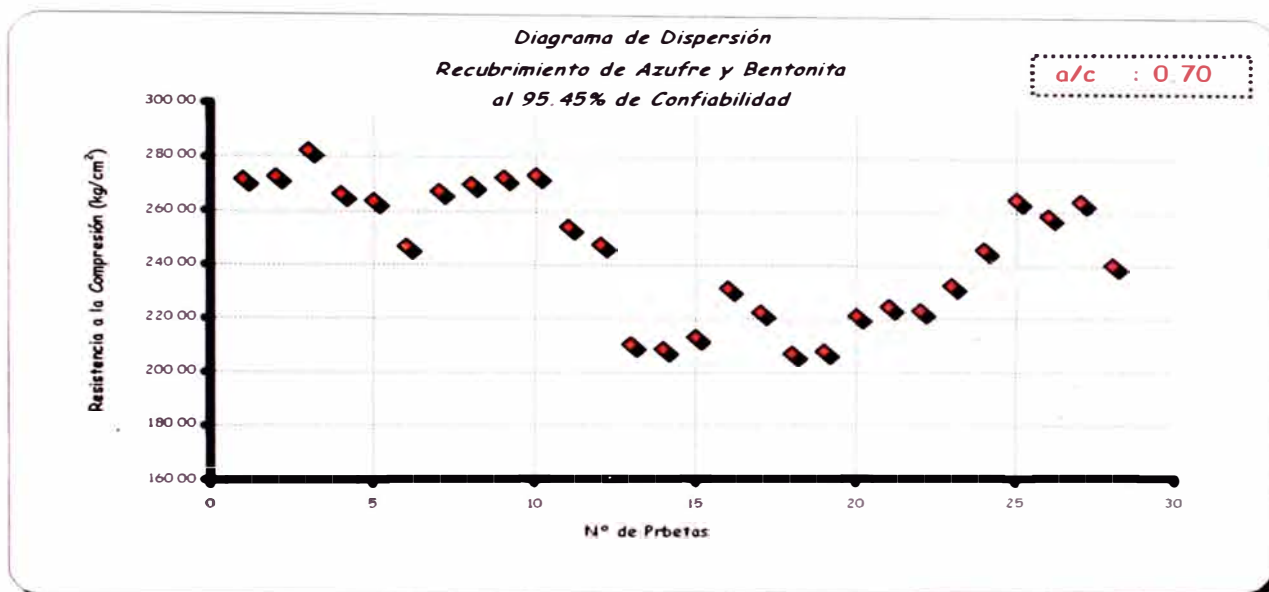
### GRÁFICA AC-09



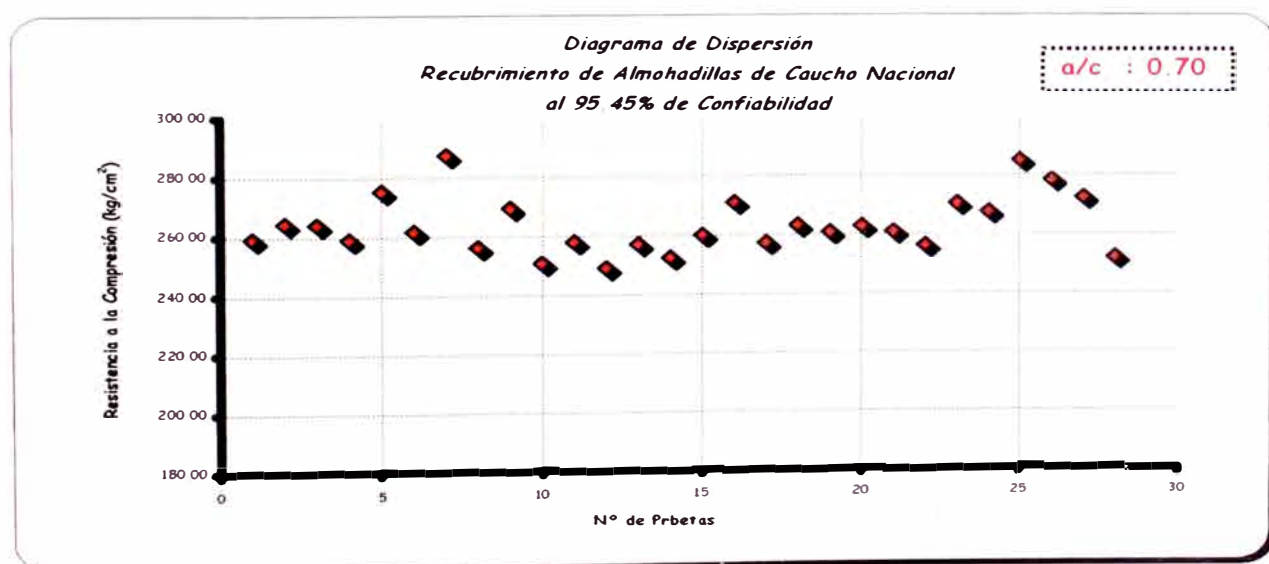
### GRÁFICA AC-10



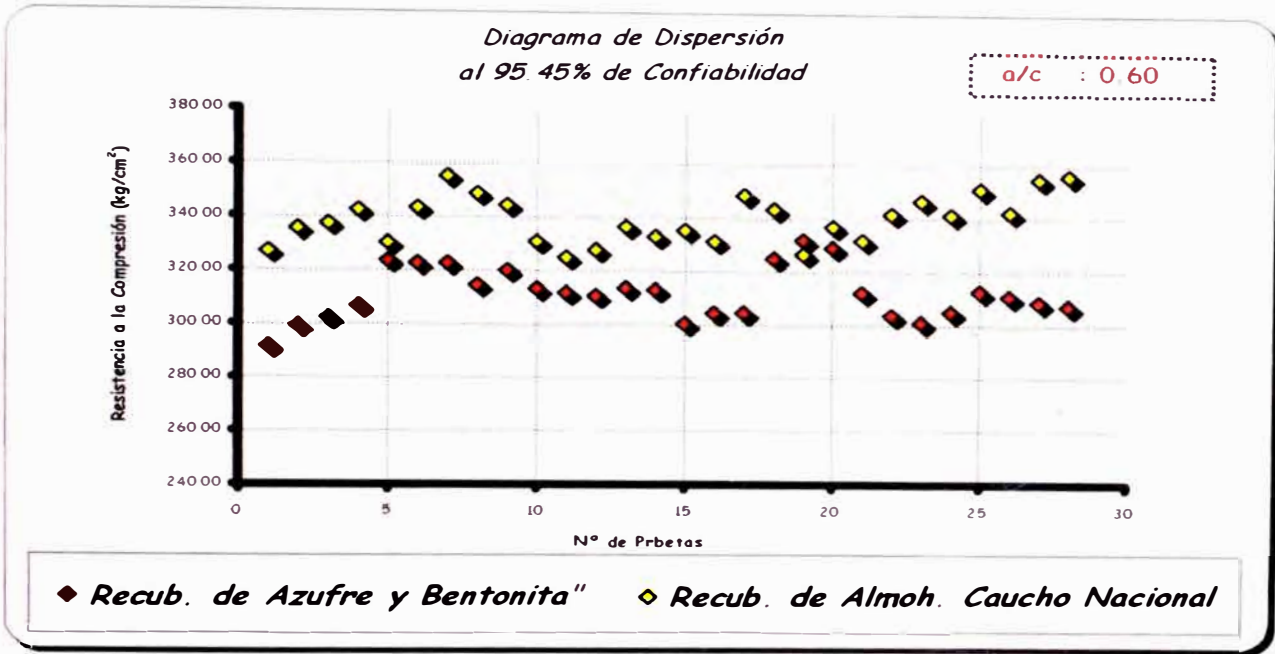
### GRÁFICA AC-11



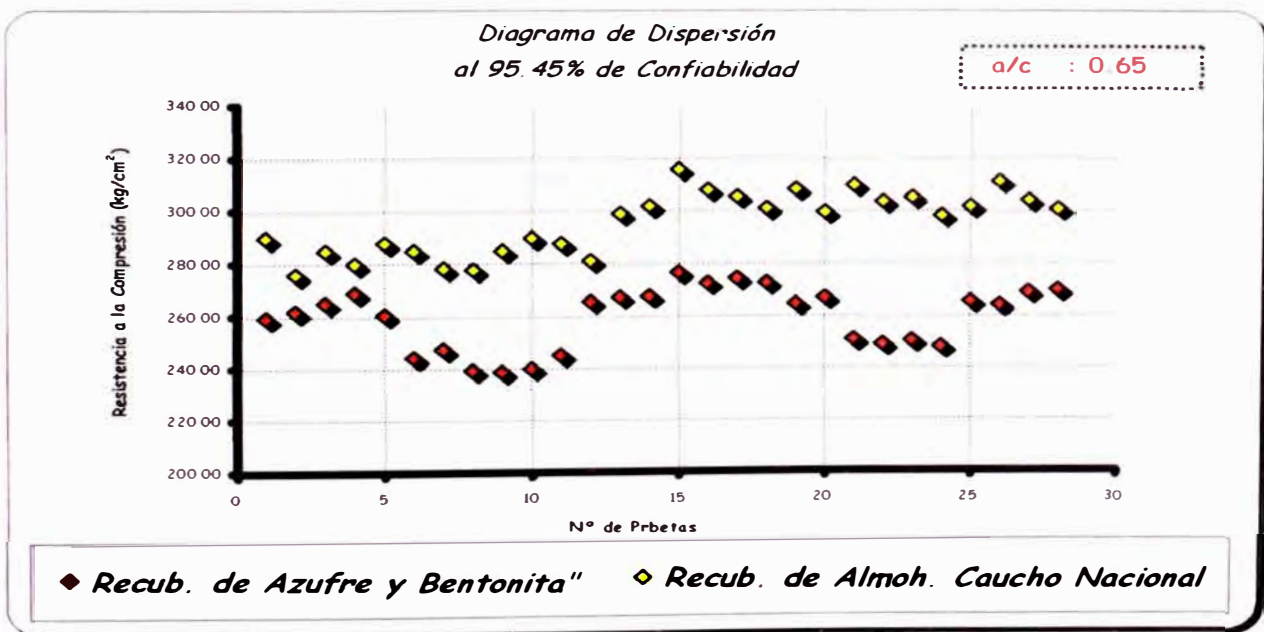
### GRÁFICA AC-12



### GRÁFICA AC-13

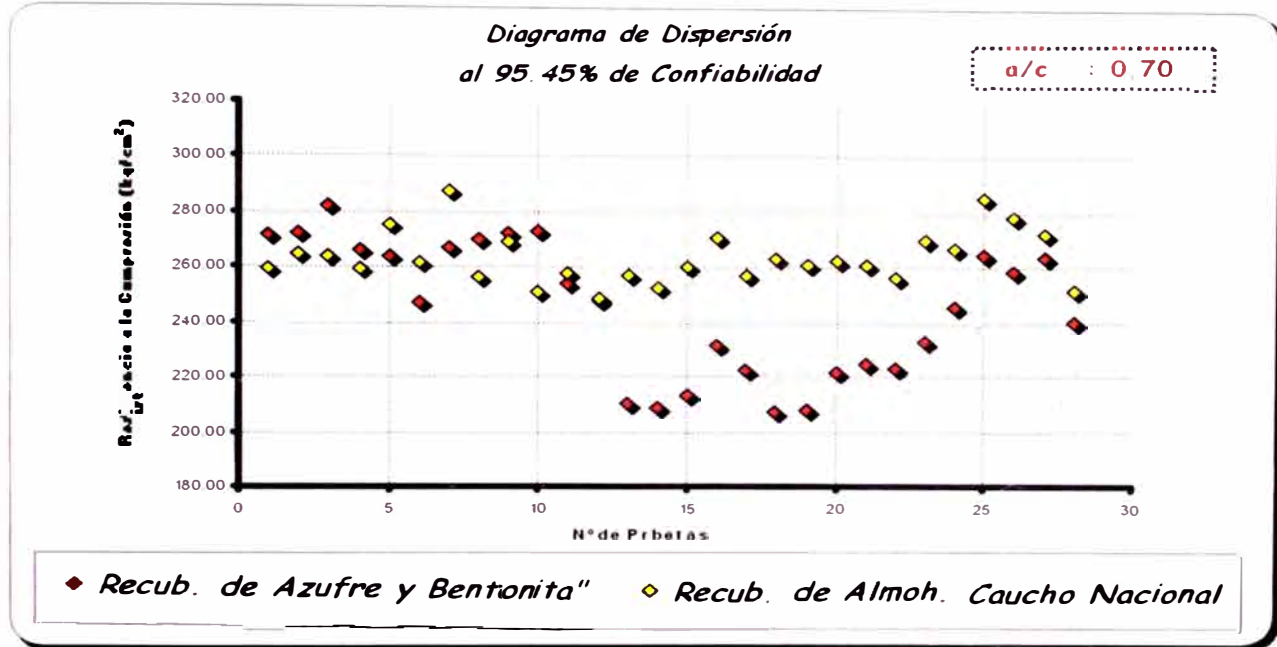


### GRÁFICA AC-14





### GRÁFICA AC-14







### 7.2.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM C-1231.

Cálculo de factibilidad según Norma ASTM C-1231 (Versión traducida).

## 10. Cálculos

10.1 Para cada nivel de esfuerzos, se calcula la diferencia de esfuerzos para cada par de probetas y el esfuerzo promedio de las probetas tanto para el sistema convencional y el sistema planteado por almohadillas de compresión, con las formulas siguientes:

$$\begin{aligned}d_i &= X_{pi} - X_{si} \\X_s &= (X_{s1} + X_{s2} + X_{s3} + \dots + X_{sn})/n \\X_p &= (X_{p1} + X_{p2} + X_{p3} + \dots + X_{pn})/n\end{aligned}$$

Donde:

$d_i$ : Diferencia de esfuerzos de un par de probetas calculados como la diferencia del esfuerzo de la probeta con almohadillas menos el esfuerzo de la probeta con el sistema convencional (pudiendo ser positivo o negativo).

$X_{pi}$ : Esfuerzo de la probeta usando almohadillas de compresión.

$X_{si}$ : Esfuerzo de la probeta usando el método convencional.

$n$ : Número pares de probetas utilizadas.

$X_s$ : promedio de los esfuerzo de la probeta usando el método convencional.

$X_p$ : Promedio de los esfuerzo de la probeta usando almohadillas de compresión.



10.2 Cálculo de la diferencia promedio  $D$  y la desviación estándar de la diferencia,  $S_d$ , para cada nivel de esfuerzos, calculados como sigue:

$$D = (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n)/n$$
$$S_d = [ \sum (d_i - D)^2 / (n-1) ]^{1/2}$$

10.3 Para completar esta práctica se debe satisfacer la siguiente relación:

$$x_p \geq 0.98 x_s + (t S_d) / (n)^{1/2}$$

Donde  $t$  es el valor de la "t" Students para  $(n-1)$  pares a  $\alpha = 0.05$  de siguiente tabla:

$(n-1)$	$\alpha = 0.05$
9	1,833
14	1,761
19	1,729
29	1,699
100	1,662





De acuerdo a la norma ASTM C-1231 se tiene lo siguiente:

- Relación a/c 0.60.

Del cuadro N° CFAC-01 se tiene:

Datos:

<b>xs</b>	=	<b>310.87</b>
<b>xp</b>	=	<b>338.07</b>
<b>sd</b>	=	<b>30.83</b>
<b>n</b>	=	<b>30</b>
<b>t</b>	=	<b>1.699</b>

Cálculo:

$$338.07 \geq (0.98)(310.87) + (1.699)(30.83)/(30)^{1/2}$$

$$338.07 > 308.14 \text{ (Cumple para esta relación por el método ASTM).}$$

(Ver Anexo)

- Relación a/c 0.65.

Del cuadro N° CFAC-02 se tiene:

Datos:

<b>xs</b>	=	<b>260.92</b>
<b>xp</b>	=	<b>289.89</b>
<b>sd</b>	=	<b>34.23</b>
<b>n</b>	=	<b>30</b>
<b>t</b>	=	<b>1.699</b>

Cálculo:

$$289.89 \geq (0.98)(260.92) + (1.699)(34.23)/(30)^{1/2}$$

$$289.89 > 259.57 \text{ (Cumple para esta relación por el método ASTM).}$$

(Ver Anexo)



- Relación a/c 0.70.

Del cuadro N° CFAC-03 se tiene:

Datos:

<b>x<sub>s</sub></b>	=	<b>245.67</b>
<b>x<sub>p</sub></b>	=	<b>262.38</b>
<b>sd</b>	=	<b>34.56</b>
<b>n</b>	=	<b>30</b>
<b>t</b>	=	<b>1.699</b>

Cálculo:

$$262.38 \geq (0.98)(245.67) + (1.699)(34.56)/(30)^{1/2}$$

$$262.38 > 244.67 \text{ (Cumple para esta relación por el método ASTM).}$$

**(Ver Anexo)**

De acuerdo a los resultados, para las tres relaciones de a/c, cumplen satisfactoriamente el método de refrentado de probetas de concreto con caucho nacional, siguiendo el procedimiento de la norma ASTM C 1231.



### 7.2.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL E IMPORTADO.

Los resultados comparativos respecto a los tipos de recubrimiento utilizados en la presente investigación, para realizar el ensayo de compresión de las probetas de concreto, resultando favorable el recubrimiento de caucho neopreno de procedencia nacional, a continuación realizaremos un análisis comparativo entre la presente investigación (**Evaluación del ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto utilizando almohadillas de fabricación nacional**), y con respecto a la investigación realizada por el Ing. Yngaroca Jiménez (**Estudio comparativo de la resistencia del concreto de mediana a baja resistencia, utilizando recubrimiento de azufre y almohadillas de compresión en las probetas**).

**CUADRO AC-06**  
**A los 07 días**

Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOH. DE CAUCHO IMPORTADO			Comparación (%) $\frac{f'_{cp,ac}}{f'_{cp,ab}} \times$
	f'cp,ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	f'cp,ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	
0.60	273.76	12.04	4.40	273.74	3.59	1.31	100.0
0.65	264.11	0.77	0.29	267.21	4.69	1.75	101.2
0.70	212.05	8.04	3.79	236.96	6.07	2.56	111.7

Los resultados obtenidos a los 07 días para las relaciones a/c= 0.60, 0.65, 0.70 respectivamente son de 100%, 101.2% y 111.7%, obteniendo un porcentaje mayor con respecto al recubrimiento de azufre y bentonita, por parte de las almohadillas de caucho neopreno importado.

### CUADRO AC-07

#### A los 14 días

Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOH. DE CAUCHO IMPORTADO			Comparación (%) $\frac{f'_{cp,ac}}{f'_{cp,ab}} \times 100$
	f'cp,ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	f'cp,ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	
0.60	286.33	7.83	2.74	314.15	8.39	2.67	109.7
0.65	264.90	18.78	7.10	289.52	5.58	1.93	109.3
0.70	260.19	19.13	7.35	264.22	6.02	2.28	101.5

Para los 14 días los resultados obtenidos para las relaciones a/c= 0.60, 0.65, 0.70 respectivamente son de 109.7%, 109.3% y 101.5%, de igual manera obteniendo un porcentaje mayor con respecto al recubrimiento de azufre y bentonita, por parte de las almohadillas de caucho neopreno importado.

### CUADRO AC-08

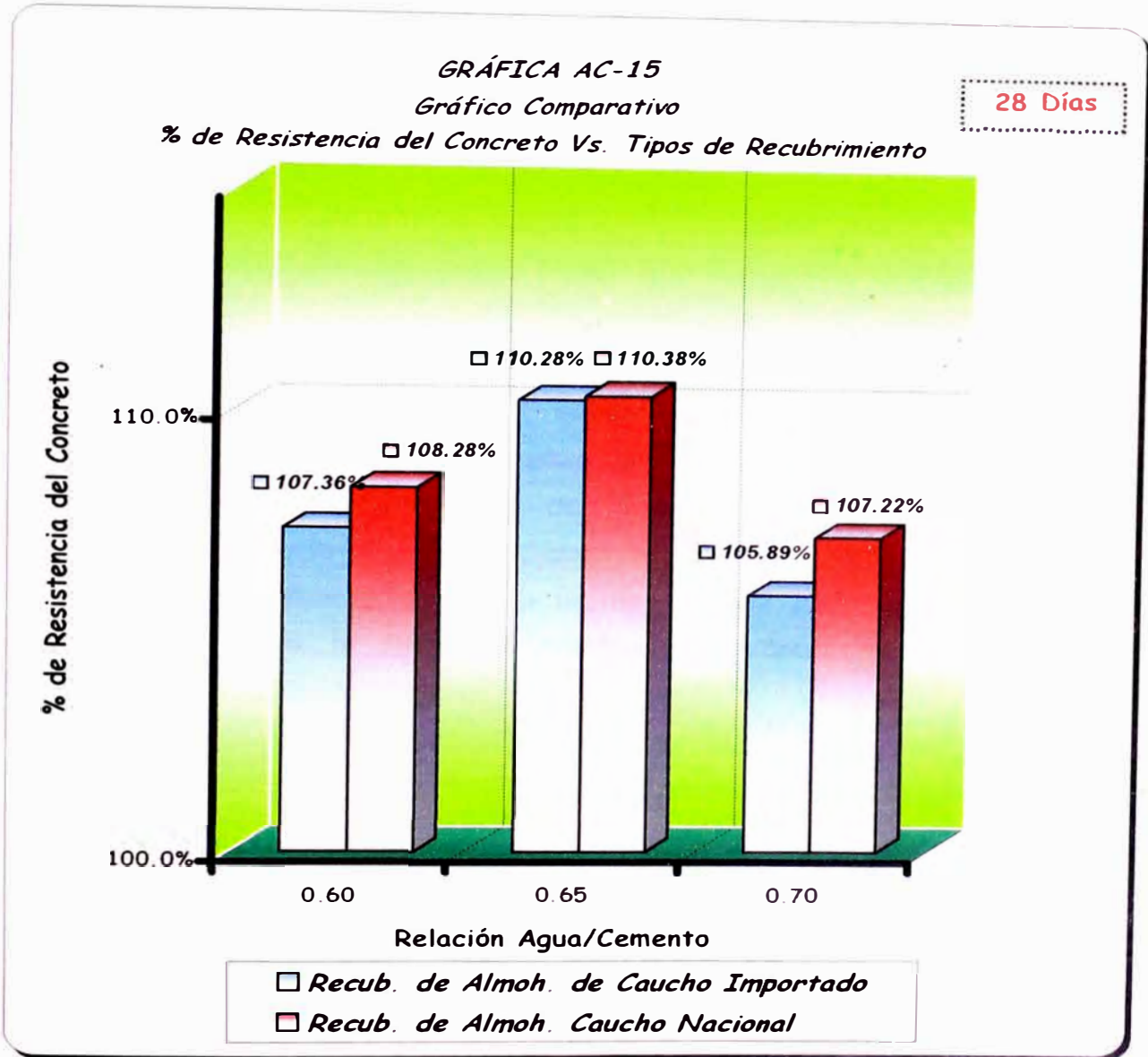
#### A los 36 días

Relación a/c	AZUFRE Y BENTONITA			ALMOH. DE CAUCHO IMPORTADO			Comparación (%) $\frac{f'_{cp,ac}}{f'_{cp,ab}} \times 100$
	f'cp,ab (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	f'cp,ac (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	
0.60	317.89	14.24	4.48	341.29	8.70	2.55	107.4
0.65	287.39	14.66	5.10	316.94	8.38	2.65	110.3
0.70	283.52	12.33	4.35	300.21	11.26	3.75	105.9

La investigación realizada por el Ing. Yngaroca Jiménez, realizó el ensayo a compresión de las probetas a los 36 días, dando los resultados para las relaciones de a/c= 0.60, 0.65 y 0.70, de 107.36%, 110.3% y 105.9%, respectivamente.

A continuación se tiene el cuadro comparativo de porcentajes adicionales que se generan utilizando recubrimiento de caucho, para el ensayo de compresión de las probetas de concreto, la diferencia que se presenta debido a que los datos obtenidos a los 36 días con el caucho neopreno importado, para ser analizados a los 28 días es

mínimo, por lo tanto se realizará la comparación con los resultados a los 28 días de recubrimiento de caucho neopreno nacional.



Relación a/c	TIPO DE RECUBRIMIENTO	
	CAUCHO IMPORTADO	CAUCHO NACIONAL
0.60	107.36%	108.28%
0.65	110.28%	110.38%
0.70	105.89%	107.22%



Del cuadro y la gráfica apreciamos una diferencia mínima por los tipos de caucho neopreno utilizado en las dos investigaciones, pero si una marcada diferencia con respecto al recubrimiento de azufre y bentonita, por lo tanto de esta comparación, el caucho neopreno nacional, cumple con la norma ASTM C 1231, mostrando resultados similares y satisfactorios respecto al caucho neopreno importado.

### 7.2.5 ENSAYO DEL MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO (MEE).

- El ensayo de módulo elástico estático de acuerdo a los tipos de recubrimiento usados en la presente investigación, y con respecto a los resultados obtenidos para cada relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70 supera el recubrimiento de Caucho Nacional con respecto al recubrimiento de Azufre y Bentonita en 102.85%, 105.62% y 103.92% respectivamente, debido a la mejor distribución de carga sobre la probeta, a la hora de efectuar el ensayo y permitiendo una deformación del concreto uniformemente.

**CUADRO AC-09**  
**MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO RESULTADOS**

Relación a/c	REC. DE AZUFRE Y BENTONITA				REC. DE CAUCHO NACIONAL			
	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	MEEp (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	MEEp (kg/cm <sup>2</sup> )	S (kg/cm <sup>2</sup> )	C.V. (%)
0.60	226,396.12	225,814.91	821.95	0.36	230,541.38	232,249.54	2,415.70	1.04
	225,233.71				233,957.69			
0.65	214,019.90	215,326.39	1,847.65	0.86	229,999.54	227,434.40	3,627.66	1.60
	216,632.88				224,869.25			
0.70	213,906.51	211,597.17	3,265.90	1.54	218,055.02	219,900.32	2,609.66	1.19
	209,287.83				221,745.63			

**Nota:**

MEEp = Módulo elástico promedio del concreto (02 probetas).

S = Desviación estándar del MEE (02 probetas).

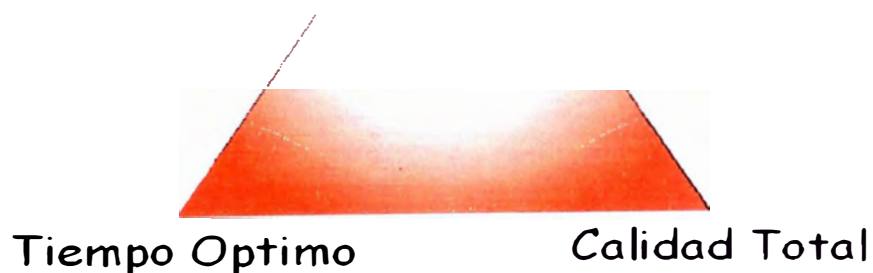
C.V. = Coeficiente de Variación MEE (02 probetas).



### 7.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIEMPO Y COSTOS.

Para realizar los cuadros comparativos y que nos permitan conocer las ventajas y desventajas de los recubrimientos utilizados en la presente investigación, que están directamente relacionadas con el factor tiempo, fijaremos tiempos de inicios y términos de las diferentes actividades para realizar el ensayo de compresión de probetas de concreto, y conoceremos la ejecución mental y anticipada de las actividades de este ensayo, buscando los “cuellos de botella” y los problemas dominantes a fin de comparar y utilizar el método más óptimo de la alternativa que se plantea en el estudio, de manera de realizarlo con un costo mínimo y obteniendo siempre la calidad total.

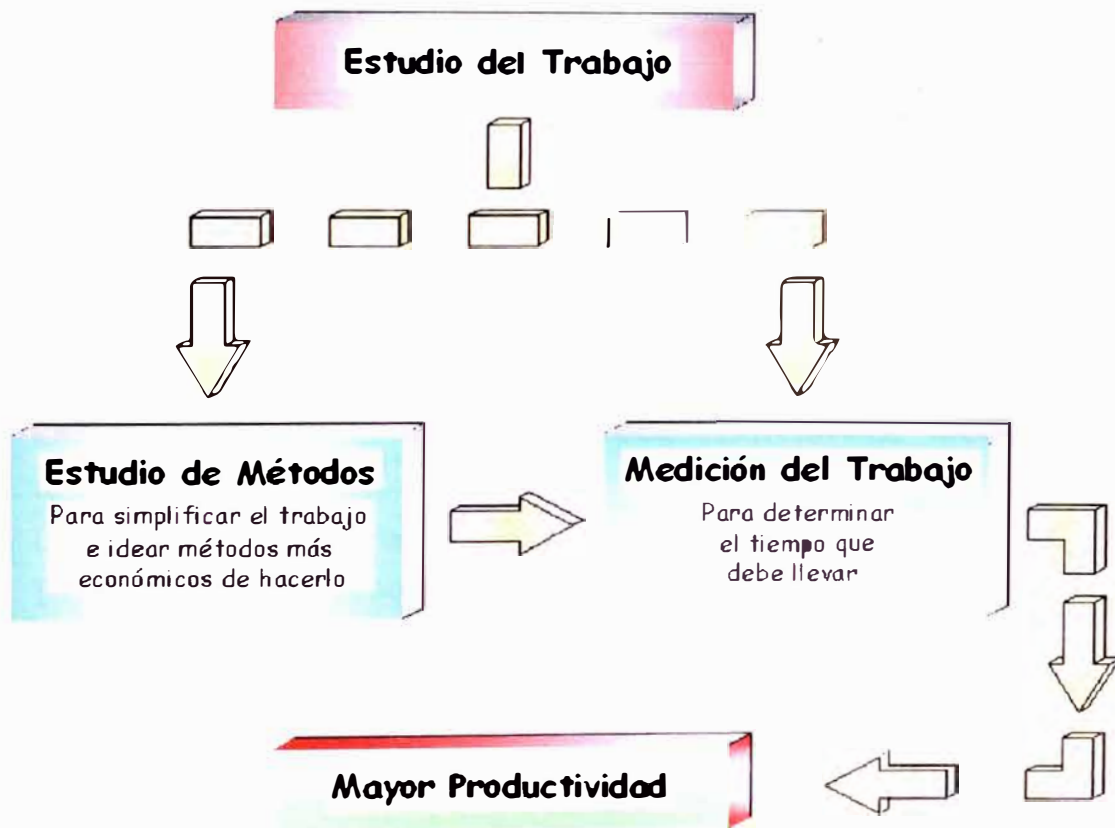
#### Costo Mínimo



De acuerdo al presente estudio, se realiza el análisis de costos y tiempo comparativos, teniendo en cuenta que los materiales a utilizar se encuentran en la ciudad de Lima.

### 7.3.1 ANÁLISIS DE TIEMPO

La técnica que mejores resultados proporcionan en el mejoramiento de la productividad, es el Estudio del Trabajo que consiste en una serie de técnicas del estudio de métodos y de medición del trabajo, con la finalidad de reducir los tiempos ociosos y muertos en cada actividad productiva.







### 7.3.1.1 ESTUDIO DE MÉTODOS

Consiste en el registro, análisis y examen crítico sistemático de los modos existentes y propuestos de llevar a cabo un trabajo y el desarrollo y aplicación de métodos más sencillos y eficaces.

### 7.3.1.2 MEDICIÓN DEL TRABAJO

Es la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierta en llevar a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Las técnicas de medición del trabajo son:

- Las especificaciones de los tiempos transcurridos mediante el reporte diario.
- La técnica de cronometraje.
- El método de observación instantánea o de muestreo del trabajo.

El estudio del trabajo tiene por finalidad:

- Reducir el contenido del trabajo del producto.
- Reducir el contenido del trabajo del proceso.
- Reducir el tiempo improductivo.
- El empleo de controles a través del estudio del trabajo no es caro u oneroso.



### **Procedimiento para el estudio del trabajo:**

1. Seleccionar la actividad (trabajo) o proceso a estudiar.
2. Registrar por observación directa utilizando formatos preestablecidos.
3. Registrar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, el lugar donde se lleva a cabo, el orden o secuencia en que se ejecuta, quienes lo ejecutan, métodos empleados, si las distancias horizontales y verticales son apropiadas.
4. Idear el método más económico tomando en cuenta todas las condiciones y restricciones.
5. Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo que lleva hacerlo.
6. Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente para que pueda ser identificado en cualquier momento.
7. Implantar el nuevo método como práctica general aceptada con el tiempo fijado.
8. Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control ordenados.

En base a esta teoría realizaremos nuestro cursograma analítico, que es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos, que en nuestro caso será la probeta de concreto.



**CUADRO AC-07**  
**ANÁLISIS TIEMPO Y TRAYECTORIA DEL PRODUCTO**  
**RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA**

Cursograma Análítico		Material							
Diagrama N° 01		Elaborado por: Bach. Ing. Jorge Luis Huarcaya Olarte							
Objeto: Probeta de concreto de DØ.15m x hØ.30m		Fecha: 06/12/2005		Resumen					
Actividad:		ACTIVIDAD		Actual					
Ensayo a compresión de probetas de concreto, utilizando recubrimiento de azufre y bentonita, recepción, capeado, traslado, rotura y almacenado.		OPERACIÓN	●	4					
		TRANSPORTE	➡	4					
		ESPERA	➡	1					
		INSPECCIÓN	■	1					
		ALMACENAMIENTO	▼	1					
Operario(s): Vease columna de observaciones		Distancia (metros):		70					
		Tiempo (horas):		2.87					
Descripción	Cantidad Probetas	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbolo					Observaciones
				●	➡	➡	■	▼	
Sacar del camion y colocado en mesa de recepción	20	5	10						Ayudante
Recepción	20	---	5						Operario
Llenado de ficha técnica	20	---	5						Usuario
Preparación del capping (azufre + bentonita)	20	---	45						Operario
Capeado de probetas	20	---	25						Operario
Traslado de probetas a maquina de ensayo	20	20	7						Ayudante
Medición e inspección de probetas	20	---	5						Operario + Ayudante
Rotura de probetas	20	---	50						Operario + Ayudante
Traslado de información a oficina		20	5						Operario
Traslado de probetas ensayados	20	25							Ayudante
Descarga y almacenamiento		---							Ayudante
Elaboración del informe técnico		---	15						Ing. Responsable
<b>Total</b>		70	172	4	4	1	1	1	



**DIAGRAMA DE FLUJO DF-01**  
**RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA**





**CUADRO AC-08**  
**ANÁLISIS TIEMPO Y TRAYECTORIA DEL PRODUCTO**  
**RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL**

Cursograma Análítico		Material							
Diagrama N° 02		Elaborado por: Bach. Ing. Jorge Luis Huarcaya Olarte							
Objeto: Probeta de concreto de D0.15m x h0.30m		Fecha: 09/12/2005		Resumen					
Actividad: Ensayo a compresión de probetas de concreto, utilizando recubrimiento Almohadillas de Caucho Nacional, recepción, capeado, traslado, rotura y almacenado.		ACTIVIDAD	Actual						
		OPERACIÓN	3						
		TRANSPORTE	4						
		ESPERA	0						
		INSPECCIÓN	1						
		ALMACENAMIENTO	1						
Operario(s): Vease columna de observaciones		Distancia (metros): 70		Tiempo (horas): 1.87					
Descripción	Cantidad Probetas	Distancia (m.)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones
				●	→	▸	■	▼	
Sacar del camion y colocado en mesa de recepción	20	5	10						Ayudante
Recepción	20	---	5						Operario
Llenado de ficha técnica	20	---	5						Usuario
Traslado de probetas a maquina de ensayo	20	20	7						Ayudante
Medición e inspección de probetas	20	---	5						Operario + Ayudante
Ratura de probetas	20	---	60						Operario + Ayudante
Traslado de información a oficina		20	5						Operario
Traslado de probetas ensayados	20	25							Ayudante
Descarga y almacenamiento		---							Ayudante
Elaboración del informe técnico		---	15						Ing. Responsable
<b>Total.....</b>		<b>70</b>	<b>112</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	





## DIAGRAMA DE FLUJO DF-02

### RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO DE FABRICACIÓN NACIONAL



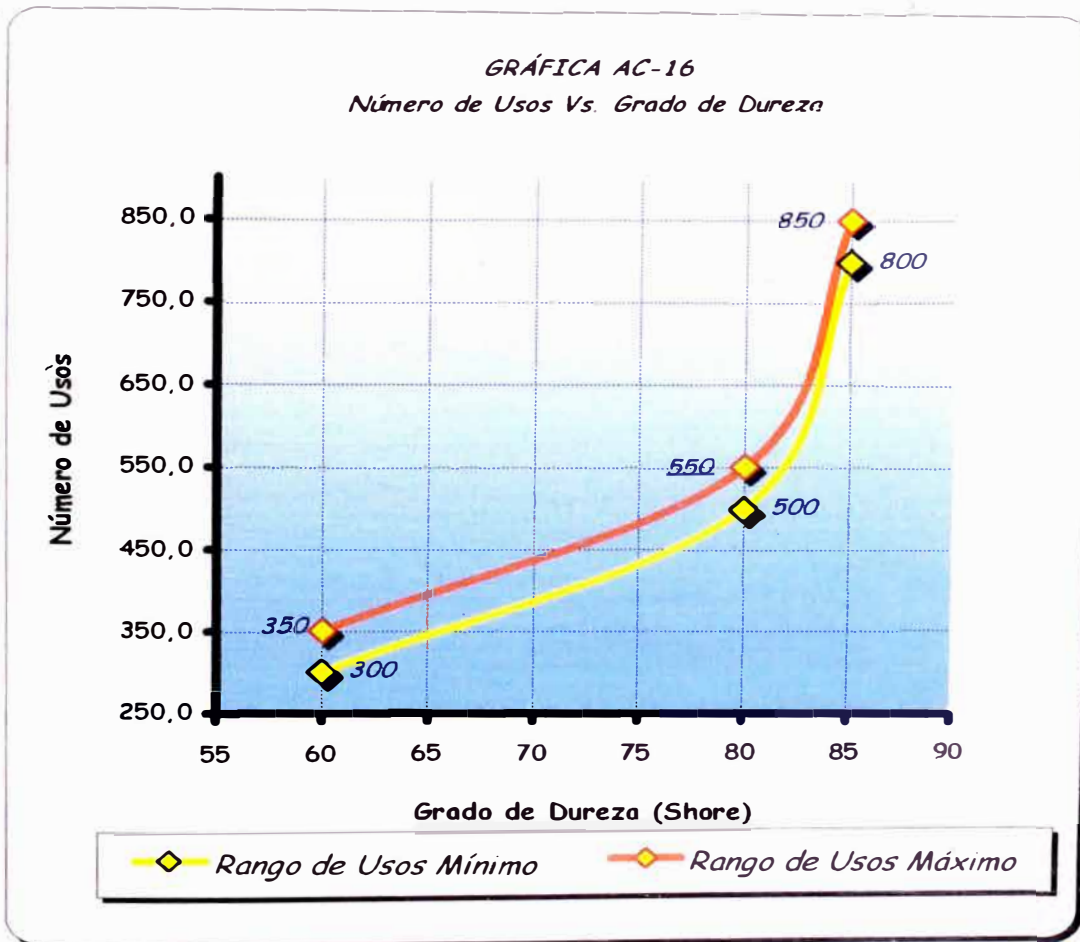


En base de los cursogramas analíticos **Cuadro AC-07** y **AC-08**, se concluye:

- El sistema convencional de recubrimiento de azufre y bentonita realiza 11 operaciones en un tiempo de 2.87 horas, para el ensayo de 20 probetas, por lo que se concluye en un horario de 08 horas tenemos un rendimiento de 56 probetas diarias.
- El sistema de la presente investigación, recubrimiento mediante almohadillas de caucho nacional, realiza 09 operaciones cronometrado en 1.87 horas, y en este caso tenemos un rendimiento de 86 probetas diarias.

### 7.3.2 NÚMERO DE USOS DE LAS ALMOHADILLAS DE CAUCHO NEOPRENO DE PROCEDENCIA NACIONAL

El número de usos de las almohadillas de caucho, depende básicamente de la dureza de estos, asimismo la presente investigación en base de los ensayos realizados, muestra el número de usos para ciertos grados de dureza, a continuación se presenta la gráfica siguiente:



Grado de Dureza (Shore)	RANGO	
	N° USO MÍNIMO	N° USO MÁXIMO
60	300	350
80	500	550
85	800	850





### 7.3.3 ANÁLISIS DE COSTOS

#### 7.3.3.1 ANÁLISIS DE COSTO DEL CAPING DE AZUFRE Y BENTONITA

Para el análisis de este sistema no consideraremos el costo de los equipos para obtener el capping, ya que es despreciable por el número de usos y otros elementos que no inciden en el precio.

Analizaremos el recubrimiento de azufre y bentonita (capping):

- La relación en peso de azufre y bentonita de 2 a 1.
- Azufre 4.50 soles el kilogramo.
- Bentonita 1.17 soles el kilogramo.
- En base a la proporción tenemos que la mezcla de azufre y bentonita tiene un precio de 3.39 soles el kilogramo.
- De acuerdo a la inspección realizada, se concluye que para cada kilogramo de mezcla de azufre y bentonita tiene un promedio de número de usos, para el recubrimiento de 07 probetas en ambas caras (superior e inferior).
- El costo del capping para el recubrimiento de una probeta de concreto es de 0.48 soles.



**CUADRO AC-09**

**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

Partida ENSAYO DE RESISTENCIA DE CONCRETO . C/RECUBRIMIENTO CONVENCIONAL (AZUFRE Y BENTONITA)

Código : 1.00

Unidad UND

Rendim. : 56 UNID/DIA

Fecha 01/12/2006

Ind	PARTIDA	Cantidad	Unidad	Metrado	P. Unitario	Parcial	TOTAL
47	<b>MANO DE OBRA</b>						
	Técnico	1,00	hh	0,1429	10,14	1,45	2,63
	Ayudante	1,00	hh	0,1429	8,25	1,18	
	<b>MATERIALES Y OTROS</b>						
	Mezcla de Azufre y Bentonita		und	1,0000	0,48	0,48	0,48
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
37	Herramientas e instrumentos y otros	4,00	%	0,0500	2,63	0,13	0,13
<b>TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO</b>						<b>S/.</b>	<b>3,24</b>

**Costo de la resistencia a la compresión con recubrimiento de azufre y bentonita es de 3.24 soles.**



### 7.3.3.2 ANÁLISIS DE COSTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL

Según la norma ASTM C 1231, las almohadillas de caucho tienen un número de usos de 100, el cual dependerá de la calidad de concreto que se ensaya, el número de usos promedio que consideraremos de acuerdo a la **Gráfica AC-16**, será para caucho neopreno de dureza 85 SHORE de 800 usos, de acuerdo a los ensayos realizados, para concretos que oscilan en un rango de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a  $350 \text{ kg/cm}^2$ , cumpliendo sin ningún problema.

El sistema de almohadillas de compresión que cuenta con bases de metal, debido al número de usos con respecto de las almohadillas es mayor, no se considerará como parte del análisis de costos.

- 02 piezas de Caucho Neopreno, con un costo de 33.32 dólares.
- Número de usos por almohadillas 800.
- Costo por uso  $33.32 \text{ dólares} / 800 \text{ usos} = 0.042 \text{ dólares por uso}$ .
- Tipo de cambio al 01/12/2006, 3.20.
- Costo de almohadillas de caucho nacional, 0 13 soles por uso.



## CUADRO AC-10

### ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Partida ENSAYO DE RESISTENCIA DE CONCRETO C/RECUBRIMIENTO ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL

Código : 2.00

Unidad UND

Rendim. : 86 UNID/DIA

Fecha 01/12/2006

Ind	PARTIDA	Cantidad	Unidad	Metrado	P. Unitario	Parcial	TOTAL
	<b>MANO DE OBRA</b>						
	Técnico	1.00	hh	0.0930	10.14	0.94	
	Ayudante	1.00	hh	0.0930	8.25	0.77	1.71
	<b>ELIM. DE MATERIAL EXCEDENTE</b>						
	Probeta de Concreto		und	1.0000	0.17	0.17	0.17
	<b>MATERIALES Y OTROS</b>						
	02 Piezas de Almohadillas de Caucho		und	1.0000	0.13	0.13	0.13
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
	Herramientas e instrumentos y otros	3.00	%	0.0300	1.71	0.05	0.05
	<b>TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO</b>					S/.	2.06

**Costo de la resistencia a la compresión con recubrimiento de almohadillas de caucho nacional 2.06 soles.**



### 7.3.3.3 RESUMEN COMPARATIVO

- Costo del recubrimiento de azufre y bentonita (caping), 3.24 soles/probeta.
- Costo del recubrimiento de almohadillas de caucho nacional, 2.06 soles/probeta.
- La diferencia es del 36.4% de acuerdo al análisis realizado.



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### GENERALIDADES

El presente estudio tiene como objetivo realizar el análisis comparativo de la resistencia del concreto de mediana a baja resistencia al estado endurecido, reemplazando el recubrimiento tradicional de azufre y bentonita por almohadillas de caucho de fabricación nacional, de dureza de 80 Shore, las relaciones de agua cemento ensayados fueron: 0.60, 0.65 y 0.70; los agregados utilizados son procedentes de la "Cantera La Gloria", se usó Cemento Pórtland Tipo I (Andino).

### CONCLUSIONES

1. Según el estudio estadístico realizado con los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto, usando el sistema de almohadillas de caucho de fabricación nacional es de 7 a 12% mayor que al sistema tradicional de azufre y bentonita, debido a la mejor distribución de fuerzas en las caras de la probeta de concreto.
2. Las desviaciones estándar obtenidas para las relaciones de  $a/c$  0.60, 0.65, 0.70, es de 9.12, 11.65, 9.61 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con el sistema de almohadillas de compresión de fabricación nacional, que tiene de carácter excelente según la tabla de valores de dispersión en el control de concreto del ACI 217-77.
3. Las desviaciones estándar obtenidas para las relaciones de  $a/c$  0.60, 0.65, es de 9.62 y 11.71 kg/cm<sup>2</sup> con el sistema tradicional, que tiene de carácter excelente y para la relación  $a/c$  0.70 la desviación estándar es de 24.35 kg/cm<sup>2</sup>, de deficiente según la tabla de valores de dispersión en el control de concreto del ACI 217-77.



4. El número de usos de las almohadillas de caucho neopreno de dureza de 60, 80 y 85 Shore, varían en los rangos siguientes [300; 350], [500; 550] y [800; 850] respectivamente, de acuerdo a la investigación realizada.
5. La productividad en el número de ensayos se incrementa en 54% con las almohadillas de caucho de fabricación nacional, debido a que elimina el tiempo del capeado de las probetas.
6. Con respecto al costo, la diferencia es de 36.4% menor para el recubrimiento de las almohadillas de caucho de fabricación nacional, con respecto al costo del sistema tradicional de recubrimiento de azufre y bentonita, y para el caucho neopreno importado, la diferencia es 35% menor.
7. La presente investigación establece la factibilidad de uso de las almohadillas de caucho neopreno de fabricación nacional, de dureza de 80, y que cumplen con la norma ASTM C 1231 y otorga un margen de seguridad al usuario y con respecto a las almohadillas de caucho neopreno de procedencia U.S.A. presenta resultados similares y superiores.
8. La desventaja que presenta las almohadillas de caucho neopreno con respecto al recubrimiento de azufre y bentonita, las probetas no se pueden reciclar y ser utilizadas, debido que la acumulación de energía en las almohadillas, hace que fracturen toda la probeta de concreto.





## RECOMENDACIONES

1. Recomendamos patentar las almohadillas de caucho de fabricación nacional y normalizar su uso, en base a las investigaciones realizadas, debido a lo siguiente:
  - La No contaminación del ambiente
  - Economía
  - Presenta menor variación en los resultados
  - Otorga resultados superiores al sistema convencional
  - Facilidad de uso
  - Cumple con la norma Internacional AS M C 1231
2. Se recomienda continuar la investigación de las almohadillas de caucho de fabricación nacional, de manera de averiguar, si modificando las propiedades de las almohadillas podemos obtener, mayor número de usos, con diferentes resistencias de concreto que tenemos en el mercado nacional.
3. Recomendamos y recalcamos la capacitación los ingenieros, técnicos y personas que manipulen las probetas, sobre la importancia del mantenimiento del buen estado y operación de éstas, a fin de lograr un resultado fidedigno en los ensayos.
4. Se recomienda, que el diámetro de la almohadilla de compresión de fabricación nacional con respecto al diámetro del plato de retención mantenga una holgura, entre 2 a 3 mm., con la finalidad que la almohadilla se deforme y se confine con las paredes del plato de retención, cuando se aplica la carga a la probeta.



5. Continuar el estudio del sistema de almohadillas de compresión de fabricación nacional para poder optimizar el número de usos, puesto que la norma contempla solo 100 usos como condición básica, el presente estudio comprueba, que las almohadillas de 80 Shore de dureza para concretos de relación 0.60, 0.65 y 0.70 llegan de 500 a 550 usos, para almohadillas de 60 y 85, se obtuvo el número de usos máximo de 350 y 850 respectivamente, siendo rentable este último; necesitamos promover el uso de estas almohadillas en todo los laboratorios de concreto de nuestro país, debido a que nos otorga beneficios ambientales y económicos.



# BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

- *Titulo:* *Manual de Riegel de Química Industrial*  
*Autor:* *James A. Kent*  
*Biblioteca:* *Facultad de Ingeniería Química y Manufacturera, Año 1984*  
*Contenido:* *Descripción actualizada de los numerosos aspectos de las industrias químicas de proceso (Caucho R.L. Bebb.)*
  
- *Titulo:* *Naturaleza y materiales del concreto*  
*Autor:* *American Concrete Institute A.C.I.*  
*Biblioteca:* *Personal Año 2000.*  
*Contenido:* *Consideraciones generales, Naturaleza del concreto, Cemento, Agregados, Efectos del Agregado sobre el concreto, Agua, Aditivos.*
  
- *Titulo:* *Diseño de mezclas*  
*Autor:* *Riva López, Enrique.*  
*Biblioteca:* *Personal. Lima 1994.*  
*Contenido:* *Diseño de mezclas para concretos.*
  
- *Titulo:* *Tópicos de tecnología del concreto*  
*Autor:* *Ing. Pasquel Carvajal, Enrique.*  
*Biblioteca:* *Personal. Lima 1998, 2da Edición.*  
*Contenido:* *Conceptos generales sobre el concreto y los materiales para su elaboración, propiedades del concreto, diseño de mezclas, concretos especiales.*



- **Titulo:** *Técnicas modernas en el planeamiento, programación y control de obras*  
**Autor:** *Ing. Rodríguez Castillejo, Walter.*  
**Biblioteca:** *Personal. Lima 1999.*  
**Contenido:** *Inicio de las técnicas del planeamiento, programación y control, desarrolla el planeamiento funcional (EDT), analiza el método de precedencias, etc.*
  
- **Titulo:** *Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM 2000)*  
**Autor:** *Ministerio de Transportes y Comunicaciones.*  
**Biblioteca:** *Personal, Lima Agosto 2003.*  
**Contenido:** *Manual de ensayos de suelos, agregados, bitúmenes, emulsiones, mezclas bituminosas, cemento y aglomerados, concreto y etc.*
  
- **Titulo:** *Tecnología del Concreto*  
**Autor:** *American Concrete Institute A.C.I.*  
**Biblioteca:** *Personal Año 1998*  
**Contenido:** *Concretos Especiales, Control de calidad del concreto.*
  
- **Titulo:** *Boletín Técnico del N° 01 – 28 de la Asociación de Productores de Cemento ASOCEM*  
**Autor:** *ASOCEM*  
**Biblioteca:** *Personal Año 1997*  
**Contenido:** *Estudio del cemento, Probetas de Concreto.*



- **Titulo:** *Normas de Ensayos*  
**Autor:** *Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)*  
**Biblioteca:** *INDECOPI Años 1987 - 1989*  
**Contenido:** *Normas de ensayos para agregados, cementos y concretos.*
- **Titulo:** *Manual de Tecnología del Concreto.*  
**Autor:** *Instituto de Ingeniería, UNAM*  
**Biblioteca:** *Personal Año 1994*  
**Contenido:** *Definición y requisitos de los componentes del concreto. Concreto fresco y en curso de endurecimiento.*
- **Titulo:** *Normas ASTM.*  
**Autor:** *ASTM*  
**Biblioteca:** *Laboratorio de Ensayos de Materiales, (UNI – FIC)*  
**Contenido:** *Normas de Ensayos.*
- **Titulo:** *Normas Peruanas de Estructuras.*  
**Autor:** *American Concrete Institute A.C.I.*  
**Biblioteca:** *Laboratorio de Ensayos de Materiales, (UNI – FIC)*  
**Contenido:** *Normas y requisitos de materiales.*
- **Titulo:** *Normas A.C.I.*  
**Autor:** *American Concrete Institute A.C.I.*  
**Biblioteca:** *Laboratorio de Ensayos de Materiales, (UNI – FIC)*  
**Contenido:** *Normas sobre concretos.*



# ANEXOS



**CUADRO N° AF- 01**

DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua (gr)	974.50	975.00	974.50	974.67
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón (gr)	665.00	665.00	665.00	665.00
Peso del agua: <b>W</b> (gr)	309.50	310.00	309.50	309.67
Peso de la arena secada al horno + peso del balón (gr)	657.00	657.5	657.00	657.17
Peso del balón (gr)	165.00	165.00	165.00	165.00
Peso de la arena secada al horno: <b>A</b> (gr)	492.00	492.50	492.00	492.17
Volumen de la vasija: <b>V</b> (cm <sup>3</sup> )	500.00	500.00	500.00	500.00

NOTA: Para los cálculos 1gr ↔ 1 cm<sup>3</sup>

**CUADRO N° AF - 02**

CÁLCULO Y RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso Especifico de Masa: $A/(V-W)$	2.58	2.59	2.58	2.583
Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seca: $V/(V-W)$	2.62	2.63	2.62	2.623
Peso Especifico Aparente: $A/[V-(V-W)-(V-A)]$	2.70	2.70	2.70	2.70





### CUADRO N° AF- 03

CÁLCULO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de vasija + muestra: A (gr)	7,317.00	7,350.00	7,405.00	7,357.33
Peso de vasija: B (gr)	2,772.00	2,772.00	2,772.00	2,772.00
Peso de la muestra: A-B (gr)	4,545.00	4,578.00	4,633.00	4,585.33
Constante (1/10 pie <sup>3</sup> ): C ( cm <sup>3</sup> )	2,831.70	2,831.70	2,831.70	2,831.70
Peso Unitario Suelto: (A-B)/C ( gr/cm <sup>3</sup> )	1.605	1.617	1.636	1.619

### CUADRO N° AF- 04

CÁLCULO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de vasija + muestra: A (gr)	8,230.50	8,277.00	8,347.50	8,285.00
Peso de vasija: B (gr)	2,772.00	2,772.00	2,772.00	2,772.00
Peso de la muestra: A-B (gr)	5,458.50	5,505.00	5,575.50	5,513.00
Constante (1/10 pie <sup>3</sup> ): C ( cm <sup>3</sup> )	2,831.70	2,831.70	2,831.70	2,831.70
Peso Unitario Suelto: (A-B)/C ( gr/cm <sup>3</sup> )	1.928	1.944	1.969	1.947



**CUADRO N° AF - 05**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**

MUESTRA : Arena de cantera" La Gloria"  
PESO : 500 gr.  
ENSAYO : Promedio

MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO %	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
TAMIZ N°	mm.				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	13.00	2.60	2.60	97.40
N° 8	2.380	108.50	21.70	24.30	75.70
N° 16	1.190	105.00	21.00	45.30	54.70
N° 30	0.595	76.50	15.30	60.60	39.40
N° 50	0.297	86.50	17.30	77.90	22.10
N° 100	0.149	64.00	12.80	90.70	9.30
FONDO	0.074	46.50	9.30	100.00	0.00
<b>SUMA</b>		<b>500.00</b>			



**CUADRO N° AF - 06**

DATOS Y CÁLCULOS DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de la arena secada al horno: <b>A (gr)</b>	492.00	492.5	492.00	492.17
Peso de la arena superficialmente seca: <b>V (gr)</b>	500.0	500.0	500.0	500.00
Porcentaje de Absorción: <b>(V-A)/A*100 (%)</b>	1.63	1.52	1.63	<b>1.59</b>

**CUADRO N° AF - 07**

DATOS Y CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de la muestra húmeda: <b>A (gr)</b>	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso de muestra seca: <b>B (gr)</b>	492.00	493.00	492.00	492.33
Contenido de Humedad: <b>(A-B)/B*100 (%)</b>	1.63	1.42	1.63	<b>1.56</b>



### CUADRO N° AF - 08

DATOS PARA DETERMINAR LA SUPERFICIE ESPECÍFICA DEL AGREGADO FINO

MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO % (1)	DIAMETRO PROMEDIO (2)	(1) / (2)
TAMIZ N°	cm.				
N° 4	0.4760	13.00	2.60	0.556	4.68
N° 8	0.2380	108.50	21.70	0.357	60.78
N° 16	0.1190	105.00	21.00	0.179	117.32
N° 30	0.0595	76.50	15.30	0.089	171.91
N° 50	0.0297	86.50	17.30	0.045	384.44
N° 100	0.0149	64.00	12.80	0.022	581.82
FONDO	0.0074	46.50	9.30	0.011	845.45
SUMA		500.00			2,166.40

Se calculará la superficie Específica (Se) como sigue:

$$Se = \frac{6 * (\Sigma)}{100 * Pe} = \frac{6 * 2166.40}{100 * 2.583}$$

Donde: Se = Superficie Específica.

$\Sigma$  = Sumatoria de los Cocientes de los Porcentajes Retenidos entre el Diámetro Promedio.

Pe = Peso Específico.

Luego: Se = 50.32cm<sup>2</sup>/gr



CUADRO N° AF - 09

DATOS PARA DETERMINAR EL MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO

MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO %	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO
TAMIZ N°	mm.			
N° 4	4.760	13.00	2.60	2.60
N° 8	2.380	108.50	21.70	24.30
N° 16	1.190	105.00	21.00	45.30
N° 30	0.595	76.50	15.30	60.60
N° 50	0.297	86.50	17.30	77.90
N° 100	0.149	64.00	12.80	90.70
<b>SUMA</b>		<b>500.00</b>		<b>301.4</b>

Se calculará el Modulo de Finura (MF) como sigue:

$$MF = \frac{\sum}{100} = \frac{301.4}{100}$$

Donde: MF = Modulo de Finura.

$\Sigma$  = Sumatoria de los Porcentajes Retenidos Acumulados de los tamices N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

Luego: **MF = 3.01**



**CUADRO N° AF - 10**

DATOS PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DEL MATERIAL FINO QUE PASA LA  
MALLA N° 200

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de la arena seca: <b>A (gr)</b>	500.0	500.0	500.0	500.00
Peso de la arena lavada seca: <b>B (gr)</b>	476.5	473.4	478.5	476.13
Porcentaje del Material Fino que Pasa el Tamiz N° 200, por Lavado : <b>(A-B)/A*100 (%)</b>	4.70	5.32	4.30	4.77



**CUADRO N° AG- 01**

DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de la muestra secada al horno: <b>A (gr.)</b>	2,985.50	2,987.00	2,986.00	2,986.17
Peso de la muestra saturada superficialmente seca: <b>B (gr.)</b>	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
Peso de la muestra saturada sumergida en agua + peso de la canastilla (gr.)	3,815.50	3,821.00	3,815.00	3,817.17
Peso de la canastilla (gr)	1,890.00	1,890.00	1,890.00	1,890.00
Peso de la muestra saturada sumergida en agua: <b>C (gr.)</b>	1,925.50	1,931.00	1,926.00	1,927.50

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

**CUADRO N° AG-02**

CÁLCULO Y RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso Especifico de Masa: <b>A/(B-C)</b>	2.78	2.79	2.78	<b>2.784</b>
Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seca: <b>B/(B-C)</b>	2.79	2.81	2.79	<b>2.797</b>
Peso Especifico Aparente: <b>A/ (A-C)</b>	2.82	2.83	2.82	<b>2.823</b>





### CUADRO N° AG- 03

CÁLCULO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de vasija + muestra: A (gr)	31,650.00	31,550.00	31,500.00	31,566.67
Peso de vasija: B (gr)	12,050.00	12,050.00	12,050.00	12,050.00
Peso de la muestra: A-B (gr)	19,600.00	19,500.00	19,450.00	19,516.67
Constante (1/2 pie <sup>3</sup> ): C ( cm <sup>3</sup> )	14,158.00	14,158.00	14,158.00	14,158.00
Peso Unitario Suelto: (A-B)/C ( gr/cm <sup>3</sup> )	1.384	1.377	1.374	<b>1.378</b>

### CUADRO N° AG- 04

CÁLCULO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de vasija + muestra: A (gr)	34550.00	34750.00	34500.00	34600.00
Peso de vasija: B (gr)	12050.00	12050.00	12050.00	12050.00
Peso de la muestra: A-B (gr)	22500.00	22700.00	22450.00	22550.00
Constante (1/2 pie <sup>3</sup> ): C ( cm <sup>3</sup> )	14158.00	14158.00	14158.00	14158.00
Peso Unitario Suelto: (A-B)/C ( gr/cm <sup>3</sup> )	1.589	1.603	1.586	<b>1.593</b>





### CUADRO N° AG-05

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO.

MUESTRA : Piedra de Cantera" La Gloria"

PESO : 8000 gr.

ENSAYO : Promedio

MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO %	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
TAMIZ N°	mm.				
1"	25.40	329.5	4.10	4.10	95.90
3/4"	19.00	5087.5	63.60	67.70	32.30
1/2"	12.70	2389.5	29.90	97.60	2.40
3/8"	9.53	177.5	2.20	99.80	0.20
1/4"	6.35	13.0	0.20	100.00	0.00
FONDO		2.8	0.00	100.00	0.00
SUMA		8000.00			



### CUADRO N° AG - 06

DATOS Y CÁLCULOS DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de la muestra secada al horno: <b>A</b> (gr)	2985.50	2987.00	2986.00	2986.17
Peso de la muestra saturada con superficie seca: <b>B</b> (gr)	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
Porcentaje de Absorción: <b>(B-A)/A*100 (%)</b>	0.49	0.44	0.47	<b>0.47</b>

### CUADRO N° AG - 07

DATOS Y CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	E - 1	E - 2	E - 3	
Peso de la muestra húmeda: <b>A</b> (gr)	1000.5	1000.0	1000.5	1000.33
Peso de muestra seca: <b>B</b> (gr)	998.5	998.0	998.5	998.33
Contenido de Humedad: <b>(A-B)/B*100 (%)</b>	0.20	0.20	0.20	<b>0.20</b>



### CUADRO N° AG - 08

DATOS PARA DETERMINAR LA SUPERFICIE ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO

MALLAS		PORCENTAJE	DIAMETRO	(1) / (2)
TAMIZ N°	cm	RETENIDO % (1)	PROMEDIO (2)	
1"	25.40	4.10	3.175	1.29
3/4"	19.00	63.60	2.223	28.61
1/2"	12.70	29.90	1.588	18.83
3/8"	9.53	2.20	1.112	1.98
N° 4	6.35	0.20	0.794	0.25
FONDO		0.00	0.00	0.07
SUMA				50.96

Se calculará la superficie Específica ( $Se$ ) como sigue:

$$Se = \frac{6 * (\Sigma)}{100 * Pe} = \frac{6 * 50.96}{100 * 2.784}$$

Donde:  $Se$  = Superficie Específica.

$\Sigma$  = Sumatoria de los Cocientes de los Porcentajes Retenidos entre el Diámetro Promedio.

$Pe$  = Peso Específico.

Luego:  $Se = 1.10 \text{ cm}^2/\text{gr}$



### CUADRO N° AG-09

DATOS PARA DETERMINAR EL MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO

MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO %	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO
TAMIZ N°	mm.			
3/4"	19.00	5087.5	63.60	67.70
3/8"	9.53	177.5	2.20	99.80
N° 4	4.760	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.380	0.00	0.00	100.00
N° 16	1.190	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.595	0.00	0.00	100.00
N° 50	0.297	0.00	0.00	100.00
N° 100	0.149	0.00	0.00	100.00
<b>SUMA</b>				<b>767.50</b>

Se calculará el Modulo de Finura (MF) como sigue:

$$MF = \frac{\Sigma}{100} = \frac{767.50}{100}$$

Donde: MF = Modulo de Finura.

$\Sigma$  = Sumatoria de los Porcentajes Retenidos Acumulados de los tamices N° 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

Luego: MF = 7.68

## CUADRO N° A.GL-01

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL.

MUESTRA : Arena y Piedra de Cantera. " La Gloria"

COMBINACIÓN : Arena = 52%, Piedra = 48%.

ENSAYO : Promedio

TAMIZ		% PESO RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO Q` PASA
( Pulg )	( mm )			
2 1/2"	63			
2"	50	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0
1"	25	2.1	2.1	97.9
3/4"	19	33.1	35.2	64.8
1/2"	12.5	15.5	50.7	49.3
3/8"	9.5	1.2	51.9	48.1
N°4	4.75	1.4	53.2	46.8
N°8	2.38	10.4	63.7	36.3
N°16	1.19	10.1	73.7	26.3
N°30	0.60	7.3	81.1	18.9
N°50	0.30	8.3	89.4	10.6
N°100	0.15	6.1	95.5	4.5
FONDO	0.075	4.5	100.0	0.0

## CUADRO N° A.GL-02

DATOS PARA DETERMINAR EL MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GLOBAL

TAMIZ		% PESO RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
( Pulg )	( mm )		
3/4"	19	33.1	35.2
3/8"	9.5	1.2	51.9
N°4	4.75	1.4	53.2
N°8	2.38	10.4	63.7
N°16	1.19	10.1	73.7
N°30	0.60	7.3	81.1
N°50	0.30	8.3	89.4
N°100	0.15	6.1	95.5
<b>Suma</b>			<b>543.7</b>

Se calculará el Modulo de Finura (MF) como sigue:

$$MF = \frac{\sum}{100} = \frac{543.70}{100}$$

Donde: MF = Modulo de Finura.

$\Sigma$  = Sumatoria de los Porcentajes Retenidos Acumulados de los tamices N° 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

Luego: **MF = 5.44**



### CUADRO N° PUCG-01

#### PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL

Comb.	% Agregado		W Arena Kg	W Piedra Kg	W(vasija+ material) Promedio	W material Kg.	P.U. Compactado Kg/m3.
	Arena	Piedra					
1	40	60	16	24	42.55	30.80	2,184.00
2	45	55	18	22	41.35	29.60	2,099.00
3	50	50	20	20	42.60	30.85	2,188.00
4	55	45	22	18	40.10	28.35	2,011.00
5	60	40	24	16	41.00	29.25	2,074.00

Datos:

W vasija = 11.75 Kg.

Vol. Vasija =  $\frac{1}{2}$  pie<sup>3</sup> = 0.01415 m<sup>3</sup>

W total (Ar + Pd) = 40 Kg.





**GRAFICA A-01**  
**NORMA NTP 400.012**

DEL : Laboratorio N° 1 : Ensayo de Materiales  
A : Tesista: Jorge Luis Huarcaya Olarte  
OBRA : Tesis: "Evaluación del Ensayo de Resistencia a Compresión de Probetas de Concreto Utilizando Almohadillas de Fabricación Nacional"  
ASUNTO : Diseño de Mezcla para Relaciones a/c= 0.60, 0.65 y 0.70

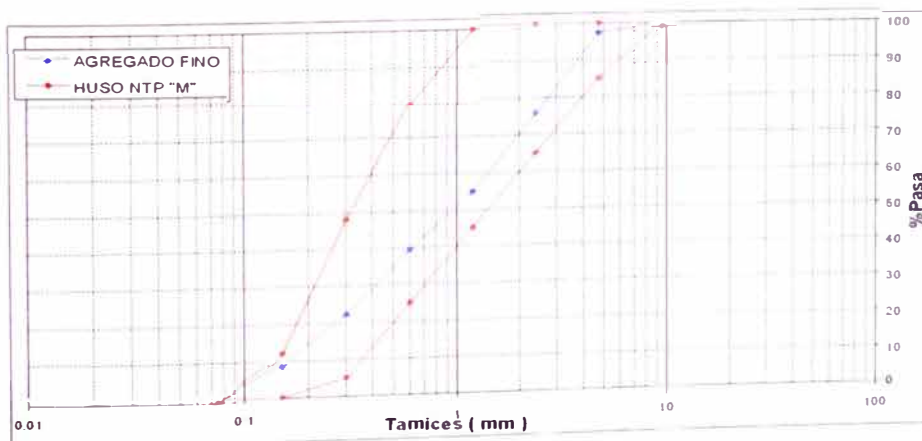
**CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO :**

ARENA GRUESA procedente de la cantera GLORIA

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO**

TAMIZ		% RET. RET.	% RET. ACUM.	% PASA PASA	% PASA HUSO NTP "M"
( Pulg )	( mm )				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0	100 - 100
N°4	4.75	2.6	2.6	97.4	85 - 100
N°8	2.38	21.7	24.3	75.7	65 - 100
N°16	1.19	21.0	45.3	54.7	45 - 100
N°30	0.6	15.3	60.6	39.4	25 - 80
N°50	0.3	17.3	77.9	22.1	5 - 48
N°100	0.15	12.8	90.7	9.3	0 - 12
FONDO		9.3	100.0	0.0	0 - 0

**B) CURVA DE GRANULOMETRIA**



**C) PROPIEDAS FISICAS**

Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.583
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.619
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.947
Porcentaje de Absorción ( % )	1.59
Contenido de Humedad ( % )	1.56
Superficie Especifica (cm <sup>2</sup> /gr)	50.32
Módulo de Fineza	3.01

Hecho por : Bach. Ing. Jorge Luis Huarcaya Olarte





**GRAFICA A-02**  
**NORMA NTP 400.012**

DEL : Laboratorio N° 1 : Ensayo de Materiales  
A Tesista: Jorge Luis Huarcaya Olarte  
OBRA Tesis: "Evaluación del Ensayo de Resistencia a Compresión de Probetas de Concreto Utilizando Almohadillas de Fabricación Nacional"  
ASUNTO : Diseño de Mezcla para Relaciones de a/c= 0.60, 0.65 y 0.70

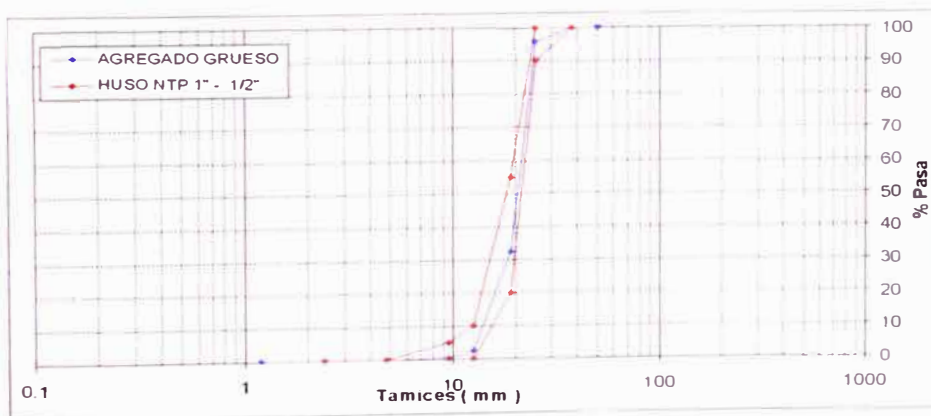
**CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO :**

PIEDRA CHANCADA 1/2" procedente de la cantera GLORIA

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO NTP 1" - 1/2"
( Pulg )	( mm )				
2 1/2"	63	-			-
2"	50	0.0	0.0	100.0	-
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0	100 - 100
1"	25	4.1	4.1	95.9	90 - 100
3/4"	19	63.6	67.7	32.3	20 - 55
1/2"	12.5	29.9	97.6	2.4	0 - 10
3/8"	9.5	2.2	99.8	0.2	0 - 5
N°4	4.75	0.2	100.0	0.0	-
N°8	2.38	0.0	100.0	0.0	-
N°16	1.19	0.0	100.0	0.0	-
FONDO		0.0	100.0	0.0	-

**B) CURVA DE GRANULOMETRIA**



**C) PROPIEDAS FISICAS**

Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.784
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.378
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.593
Porcentaje de Absorción ( % )	0.47
Contenido de Humedad ( % )	0.20
Superficie Especifica (cm <sup>2</sup> /gr)	1.10
Módulo de Fineza	7.68
Tamaño Nominal Máximo	1"

Hecho por : Bach. Ing. Jorge Luis Huarcaya Olarte



**GRAFICA A-03**  
**HUSO DIN 1045**

DEL	: Laboratorio N° 1 : Ensayo de Materiales
A	Tesista: Jorge Luis Huarcaya Olarte
OBRA	Tesis: "Evaluación del Ensayo de Resistencia a Compresión de Probetas de Concreto Utilizando Almohadillas de Fabricación Nacional"
ASUNTO	: Diseño de Mezcla para Relaciones de a/c= 0.60, 0.65 y 0.70

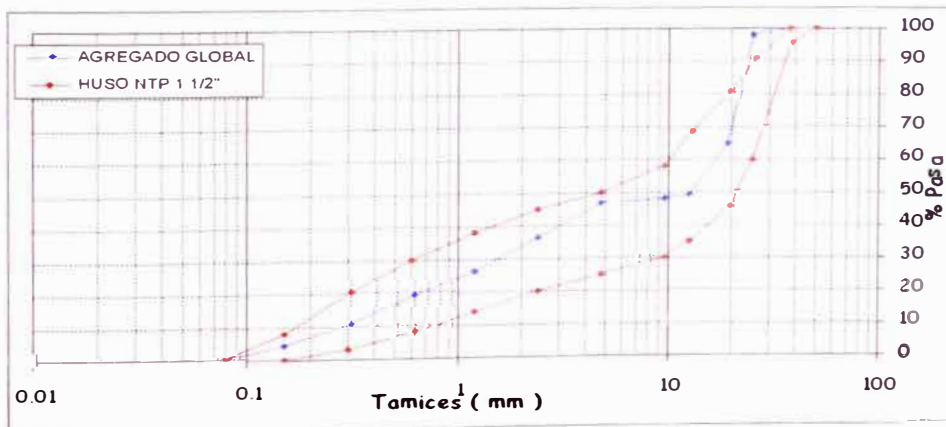
**CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :**

Combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera GLORIA  
y PIEDRA CHANCADA 1/2" procedente de la cantera GLORIA

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO**

TAMIZ		%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1 1/2"
2 1/2"	63				-
2"	50	0.0	0.0	100.0	100 - 100
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0	95 - 100
1"	25	2.1	2.1	97.9	60 - 90
3/4"	19	33.1	35.2	64.8	45 - 80
1/2"	12.5	15.5	50.7	49.3	35 - 68
3/8"	9.5	1.2	51.9	48.1	30 - 58
N°4	4.75	1.4	53.2	46.8	25 - 50
N°8	2.38	10.4	63.7	36.3	20 - 45
N°16	1.19	10.1	73.7	26.3	14 - 38
N°30	0.60	7.3	81.1	18.9	8 - 30
N°50	0.30	8.3	89.4	10.6	3 - 20
N°100	0.15	6.1	95.5	4.5	0 - 8
FONDO	0.075	4.5	100.0	0.0	0 - 0

**B) CURVA DE GRANULOMETRIA**

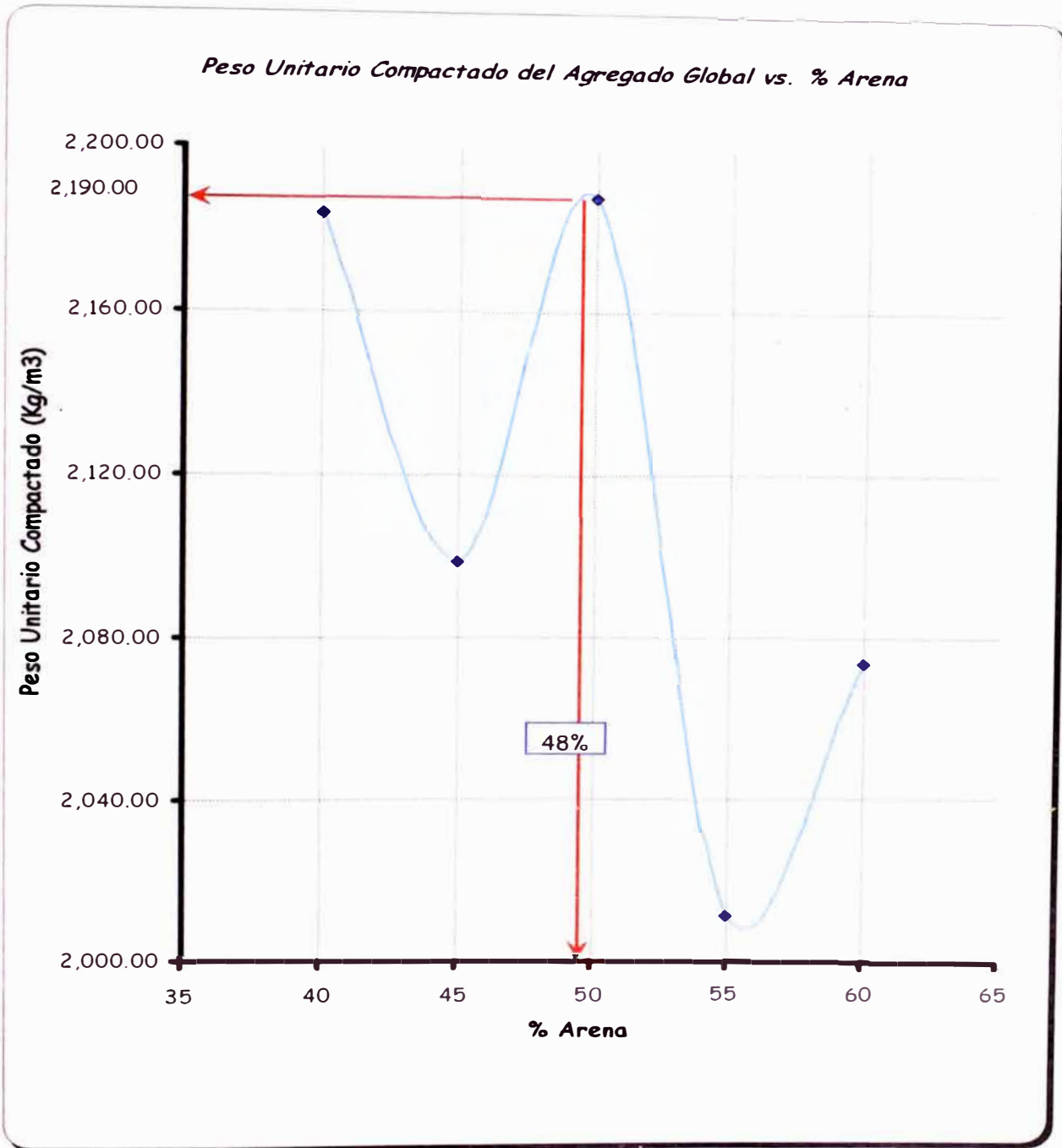


**C) PROPIEDAS FISICAS**

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	5.44
% Agregado grueso	52%
% Agregado fino	48%

Hecho por : Bach. Ing. Jorge Luis Huarcaya Olarte

GRÁFICA N° A-04



De la gráfica que representa la curva Peso Unitario Compactado del Agregado Global vs. % Arena. El máximo valor que alcanzó la curva y se tiene:

**Agregado Fino : 48%**

**Agregado Grueso : 52%**



CUADRO Nº CR-01

MEZCLA DE PRUEBA

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
PE	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 45% AG= 55%	Cemento	347.69	0.1120	1.00	347.69	1.00	7.44
	Agua	226.00	0.2260	0.65	228.90	0.66	4.91
	Arena	752.04	0.2912	2.16	763.77	2.20	16.37
	Piedra	990.69	0.3559	2.85	992.67	2.86	21.28
Asest. = 2 3/4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2316.42	1.00	6.66	2333.03	6.72	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50kg
A/C= 0.65 AF= 45% AG= 55%	Cemento	350.77	0.1130	1.00	350.77	1.00	7.52
	Agua	228.00	0.2280	0.65	230.89	0.66	4.96
	Arena	748.55	0.2898	2.13	760.23	2.17	16.32
	Piedra	986.09	0.3542	2.81	988.06	2.82	21.20
Asest. = 3 3/8"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2313.41	1.00	6.59	2329.95	6.65	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50kg
A/C= 0.65 AF= 45% AG= 55%	Cemento	353.85	0.1140	1.00	353.85	1.00	7.60
	Agua	230.00	0.2300	0.65	232.87	0.66	5.02
	Arena	745.07	0.2885	2.11	756.69	2.14	16.26
	Piedra	981.50	0.3526	2.77	983.46	2.78	21.12
Asest. = 3 3/4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2310.42	1.00	6.53	2326.87	6.58	50.00





CUADRO N° CR-02

MEZCLA DE PRUEBA

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 48% AG= 52%	Cemento	349.23	0.1120	1.00	349.23	1.00	7.50
	Agua	227.00	0.2270	0.65	229.77	0.66	4.95
	Arena	800.94	0.3101	2.29	813.43	2.33	17.47
	Piedra	935.20	0.3359	2.68	937.07	2.68	20.09
Asent. = 3"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2312.37	1.00	6.62	2329.50	6.67	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 48% AG= 52%	Cemento	352.31	0.1130	1.00	352.31	1.00	7.56
	Agua	229.00	0.2290	0.65	231.75	0.66	4.99
	Arena	797.22	0.3086	2.26	809.66	2.30	17.40
	Piedra	930.86	0.3344	2.64	932.72	2.65	20.05
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2309.39	1.00	6.55	2326.44	6.61	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 48% AG= 52%	Cemento	355.38	0.1140	1.00	355.38	1.00	7.65
	Agua	231.00	0.2310	0.65	233.74	0.66	5.05
	Arena	793.50	0.3072	2.23	805.88	2.27	17.35
	Piedra	926.52	0.3328	2.61	928.37	2.61	19.95
Asent. = 4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2306.40	1.00	6.49	2323.37	6.54	50.00



CUADRO N° CR-03

MEZCLA DE PRUEBA

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material		Dosificación por m <sup>3</sup> de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. Abs. (m <sup>3</sup> )	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 50% AG= 50%	Cemento	350.77	0.1130	1.00	350.77	1.00	7.54
	Agua	228.00	0.2280	0.65	230.67	0.66	4.98
	Arena	831.73	0.3220	2.37	844.70	2.41	18.17
	Piedra	896.45	0.3220	2.56	898.24	2.56	19.31
Asent. = 3"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2306.95	1.00	6.58	2324.38	6.63	50.00

Material		Dosificación por m <sup>3</sup> de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. Abs. (m <sup>3</sup> )	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 50% AG= 50%	Cemento	353.85	0.1140	1.00	353.85	1.00	7.61
	Agua	230.00	0.2300	0.65	232.66	0.66	5.02
	Arena	827.85	0.3205	2.34	840.76	2.38	18.11
	Piedra	892.27	0.3205	2.52	894.05	2.53	19.25
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2303.97	1.00	6.51	2321.32	6.57	50.00

Material		Dosificación por m <sup>3</sup> de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. Abs. (m <sup>3</sup> )	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 50% AG= 50%	Cemento	356.92	0.1150	1.00	356.92	1.00	7.70
	Agua	232.00	0.2320	0.65	234.65	0.66	5.08
	Arena	823.98	0.3190	2.31	836.83	2.34	18.03
	Piedra	888.10	0.3190	2.49	889.88	2.49	19.18
Asent. = 3 3/4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2301.00	1.00	6.45	2318.28	6.49	50.00



CUADRO N° CR-04

MEZCLA DE PRUEBA

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 52% AG= 48%	Cemento	352.31	0.1130	1.00	352.31	1.00	7.59
	Agua	229.00	0.2290	0.65	231.58	0.66	5.01
	Arena	863.65	0.3344	2.45	877.12	2.49	18.89
	Piedra	859.25	0.3086	2.44	860.97	2.44	18.51
Asent. = 2 3/4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2304.21	1.00	6.54	2321.98	6.59	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 52% AG= 48%	Cemento	355.38	0.1140	1.00	355.38	1.00	7.66
	Agua	231.00	0.2310	0.65	233.57	0.66	5.05
	Arena	859.62	0.3328	2.42	873.03	2.46	18.84
	Piedra	855.24	0.3072	2.41	856.95	2.41	18.45
Asent. = 3 3/4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2301.24	1.00	6.48	2318.93	6.53	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 52% AG= 48%	Cemento	358.46	0.1150	1.00	358.46	1.00	7.74
	Agua	233.00	0.2330	0.65	235.56	0.66	5.11
	Arena	855.59	0.3312	2.39	868.94	2.42	18.73
	Piedra	851.24	0.3058	2.37	852.94	2.38	18.42
Asent. = 4 1/4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2298.29	1.00	6.41	2315.90	6.46	50.00





**CUADRO N° CR-05**

MEZCLA DE PRUEBA DEFINITIVA DEL CONCRETO

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tondo 50KG
A/C= 0.65 AF= 45% AG= 55%	Cemento	351.54	0.1130	1.00	351.54	1.00	7.54
	Agua	228.50	0.2285	0.65	231.38	0.66	4.98
	Arena	747.97	0.2896	2.13	759.64	2.16	16.29
	Piedra	985.33	0.3539	2.80	987.30	2.81	21.19
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2313.34	1.00	6.58	2329.86	6.63	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tondo 50KG
A/C= 0.65 AF= 48% AG= 52%	Cemento	352.31	0.1130	1.00	352.31	1.00	7.56
	Agua	229.00	0.2290	0.65	231.75	0.66	4.99
	Arena	797.22	0.3086	2.26	809.66	2.30	17.40
	Piedra	930.86	0.3344	2.64	932.72	2.65	20.05
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2309.39	1.00	6.55	2326.44	6.61	50.00

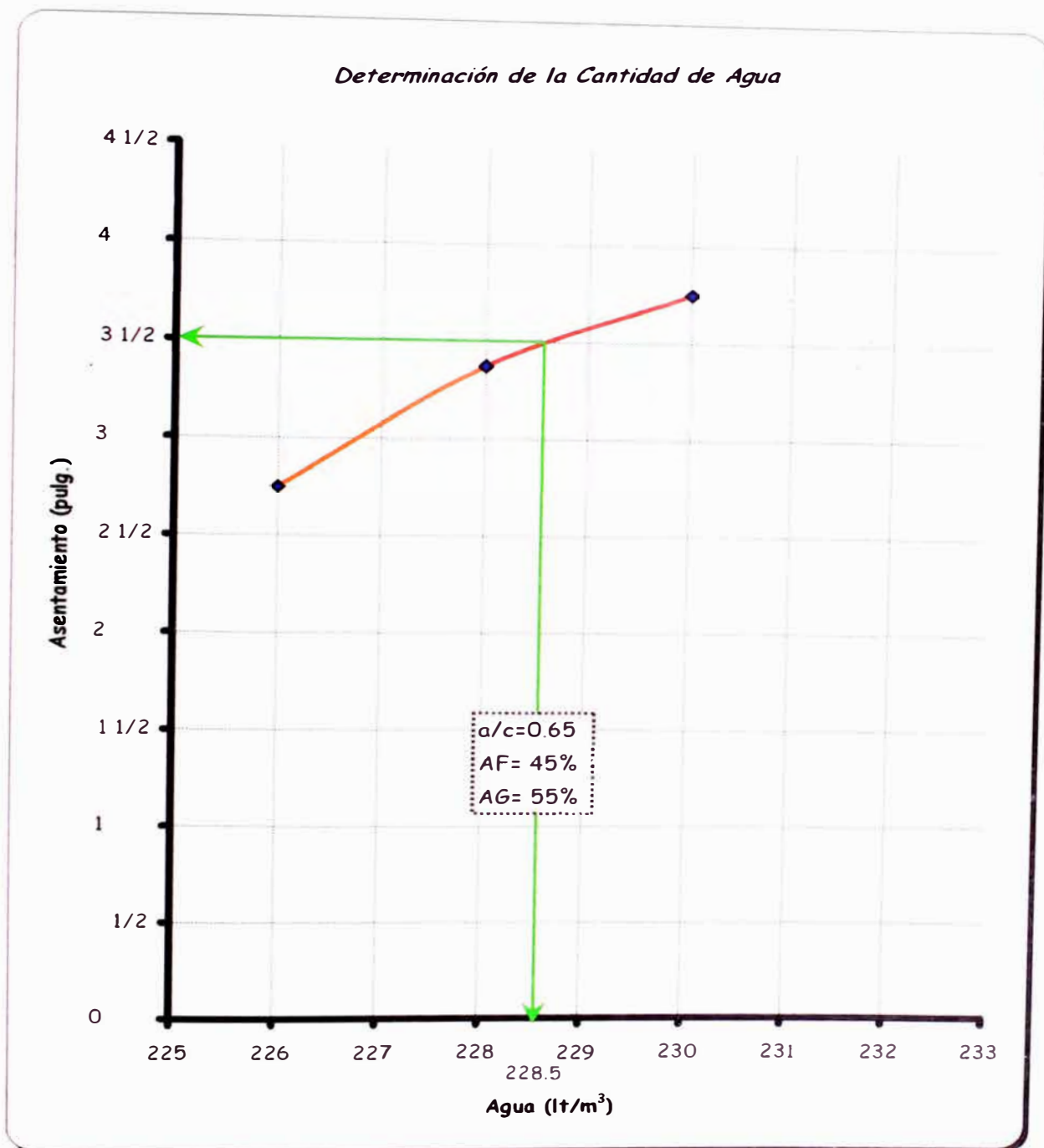
Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tondo 50KG
A/C= 0.65 AF= 50% AG= 50%	Cemento	353.85	0.1140	1.00	353.85	1.00	7.61
	Agua	230.00	0.2300	0.65	232.66	0.66	5.02
	Arena	827.85	0.3205	2.34	840.76	2.38	18.11
	Piedra	892.27	0.3205	2.52	894.05	2.53	19.25
Asent. = 3 3/4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2303.97	1.00	6.51	2321.32	6.57	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tonda 50KG
A/C= 0.65 AF= 52% AG= 48%	Cemento	354.62	0.1140	1.00	354.62	1.00	7.65
	Agua	230.50	0.2305	0.65	233.07	0.66	5.05
	Arena	860.29	0.3331	2.43	873.71	2.46	18.81
	Piedra	855.91	0.3074	2.41	857.62	2.42	18.50
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2301.32	1.00	6.49	2319.02	6.54	50.00



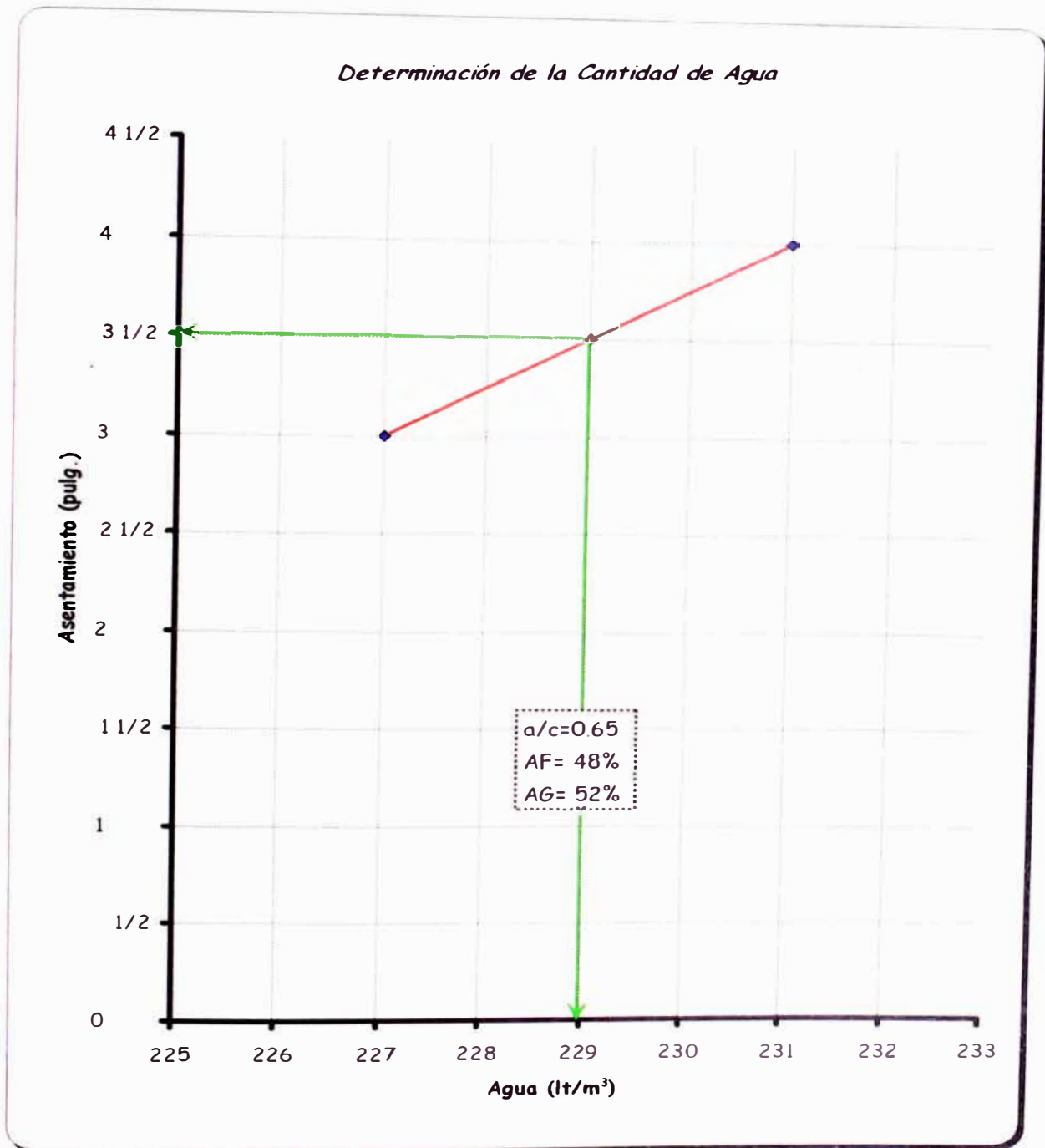


GRÁFICA N° A-05

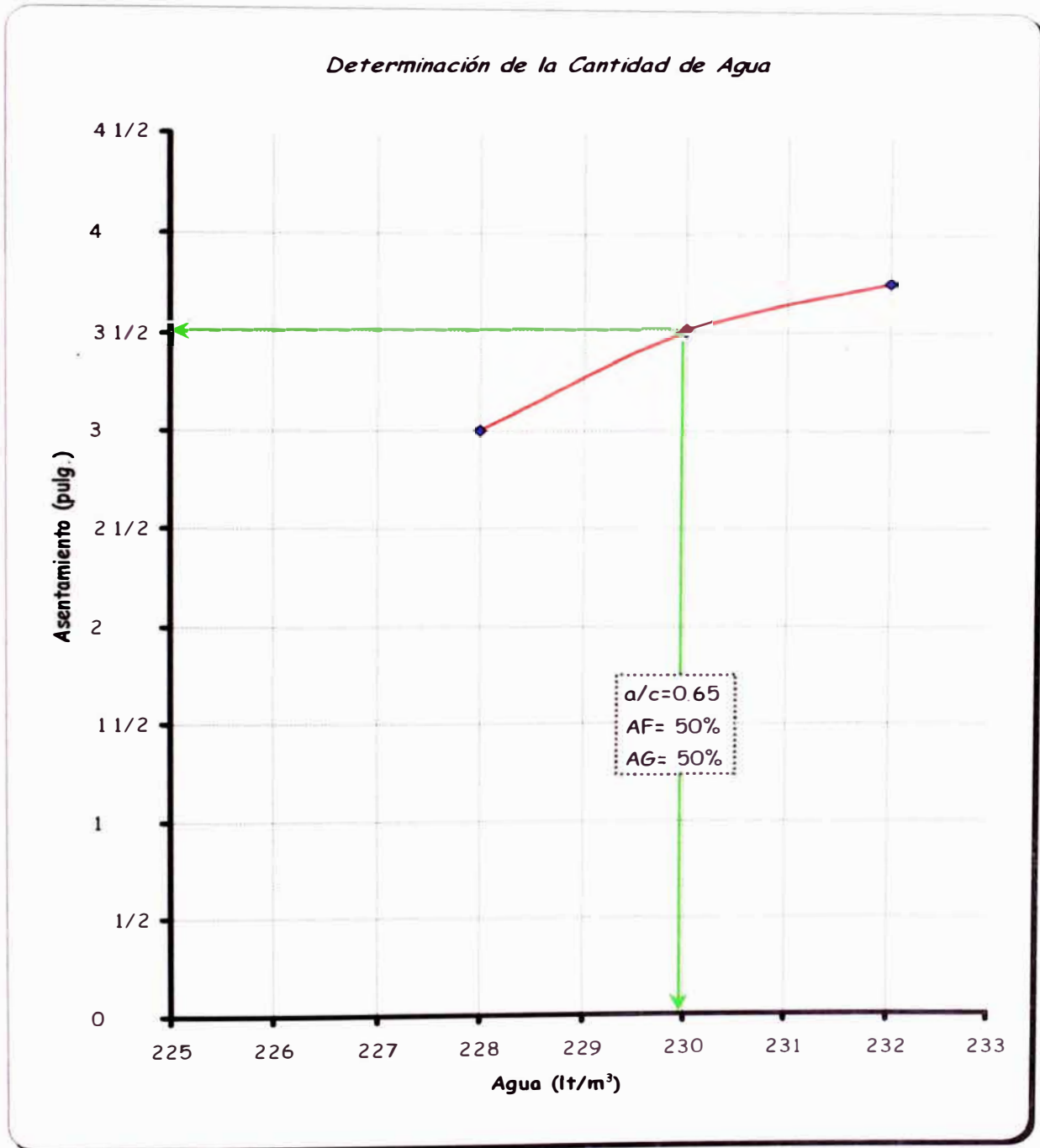




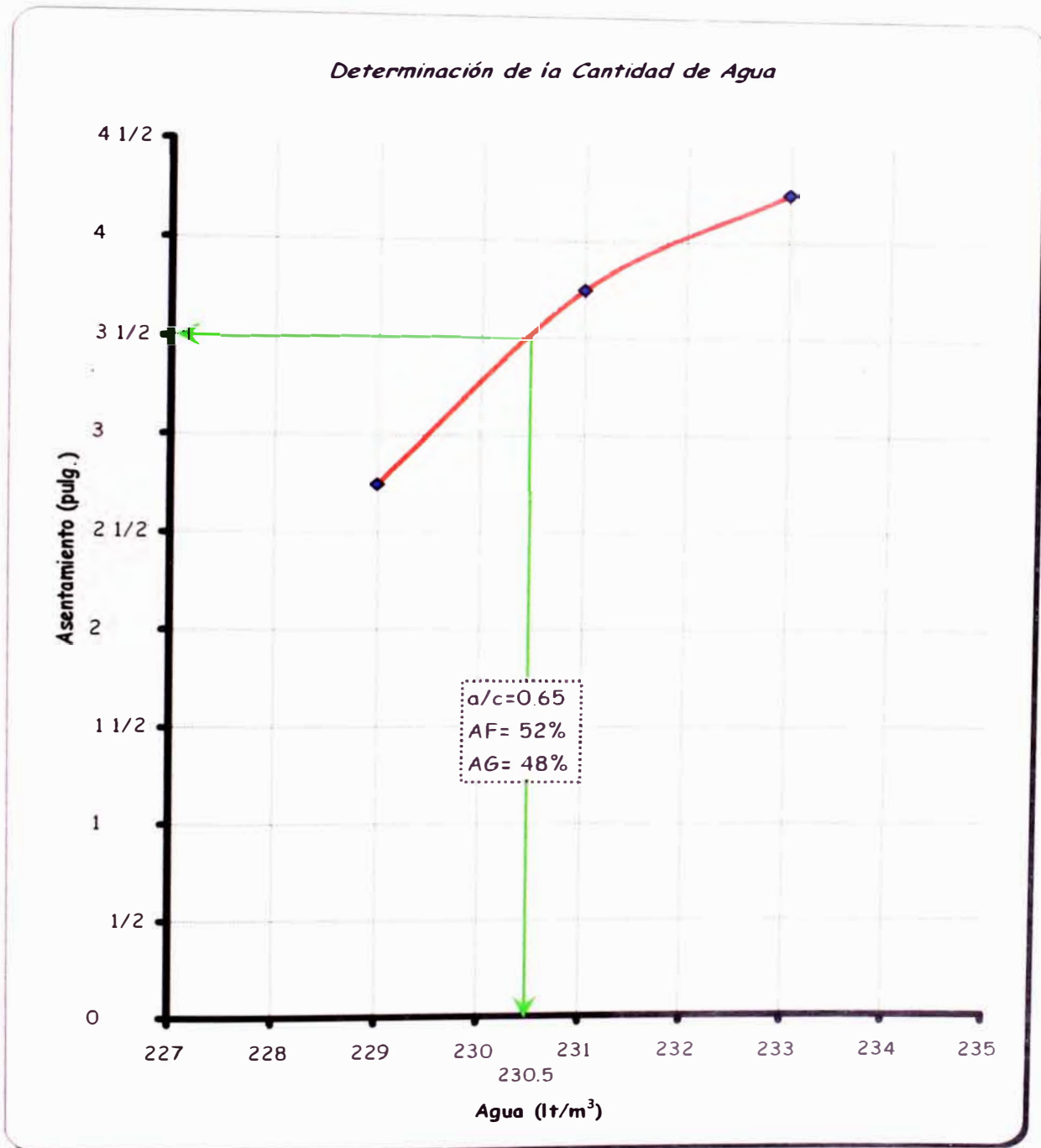
GRÁFICA N° A-06



GRÁFICA N° A-07



GRÁFICA N° A-08





**CUADRO N° CR-06**

**ENSAYO DE COMPRESION**

(Mezcla de Prueba)

Norma: NTP 339.034 : 1999

Tipo de Cemento : Portland Tipo I, Andino      Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)  
Relación A/C : 0.65      Asentamiento : 3 1/2"  
% Arena : 45%      % Piedra : 55%

Fecha: Obtención Rotura	Edad (Días)	N° Probetas	Diámetro (cm)	Carga de Rotura (kg)	Sección Normal a la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cp (kg/cm <sup>2</sup> )
12/10/05 19/10/05	7	1	15.00	31,400.00	177.00	177.40	172.94
		2.0	15.10	32,500.00	179.00	181.56	
		3.0	14.90	30,700.00	174.00	176.44	
		4.0	14.95	31,200.00	176.00	177.27	
		5.0	15.10	30,800.00	179.00	172.07	
		6.0	15.00	28,900.00	177.00	163.28	
		7.0	14.95	29,600.00	176.00	168.18	
		8.0	15.00	30,100.00	177.00	170.06	
		9.0	15.05	30,300.00	178.00	170.22	

Tipo de Cemento : Portland Tipo I, Andino      Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)  
Relación A/C : 0.65      Asentamiento : 3 1/2"  
% Arena : 48%      % Piedra : 52%

Fecha: Obtención Rotura	Edad (Días)	N° Probetas	Diámetro (cm)	Carga de Rotura (kg)	Sección Normal a la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cp (kg/cm <sup>2</sup> )
12/10/05 19/10/05	7	1	15.10	33,700.00	179.00	188.27	187.73
		2.0	14.80	32,900.00	172.00	191.28	
		3.0	14.95	33,200.00	176.00	188.64	
		4.0	14.95	33,500.00	176.00	190.34	
		5.0	15.00	33,900.00	177.00	191.53	
		6.0	14.90	32,700.00	174.00	187.93	
		7.0	14.95	31,600.00	176.00	179.55	
		8.0	15.10	32,100.00	179.00	179.33	
		9.0	15.00	34,100.00	177.00	192.66	



### CUADRO N° CR-07

#### ENSAYO DE COMPRESION

(Mezcla de Prueba)

Norma: NTP 339.034 : 1999

Tipo de Cemento : Portland Tipo I, Andino      Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)  
Relación A/C : 0.65      Asentamiento : 3 1/2"  
% Arena : 50%      % Piedra : 50%

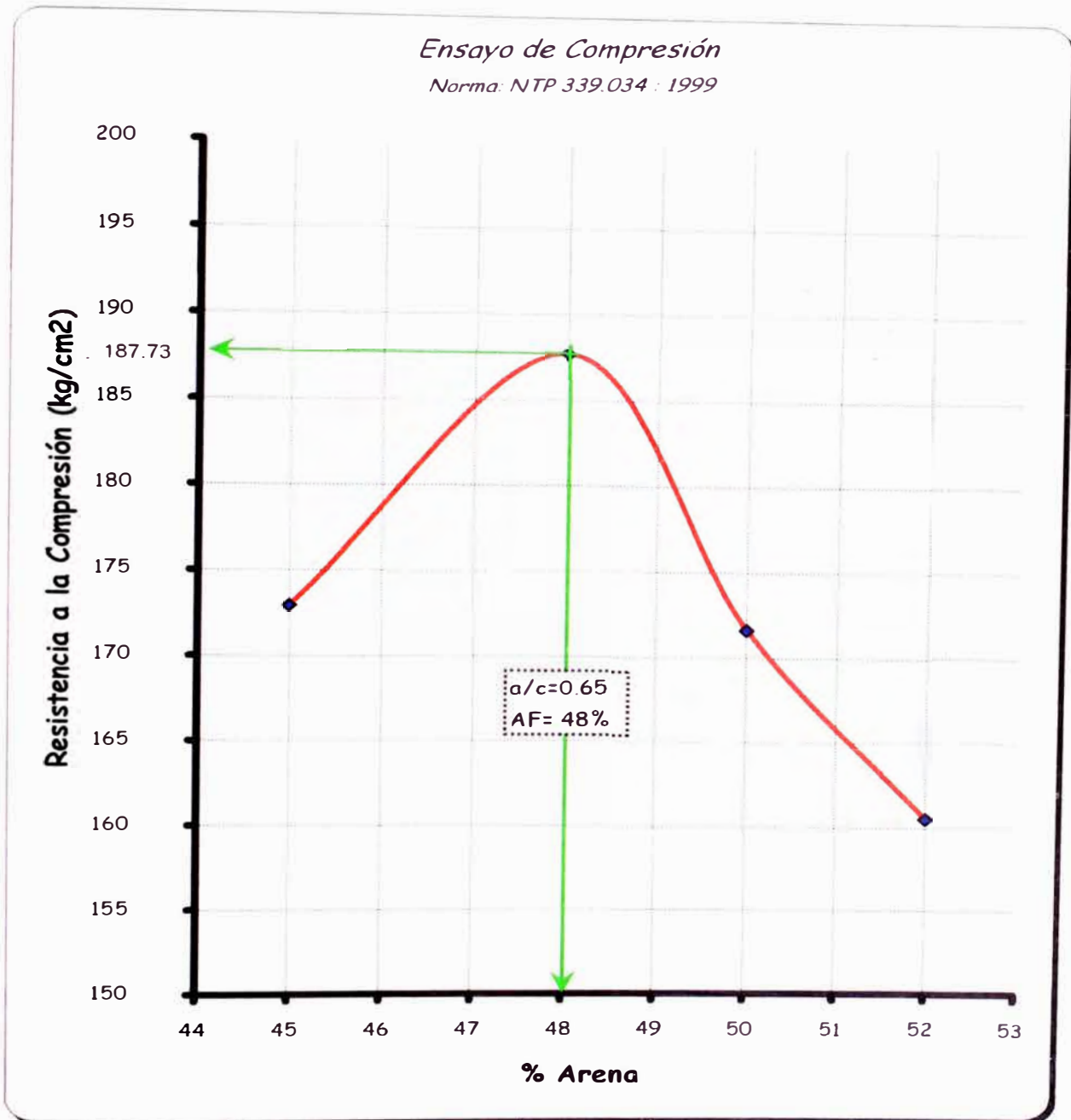
Fecha: Obtención Rotura	Edad (Días)	N° Probetas	Diámetro (cm)	Carga de Rotura (kg)	Sección Normal a la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cp (kg/cm <sup>2</sup> )
13/10/05 20/10/05	7	1	15.00	31,200.00	177.00	176.27	171.60
		2.0	14.90	29,900.00	174.00	171.84	
		3.0	15.00	30,200.00	177.00	170.62	
		4.0	14.95	31,000.00	176.00	176.14	
		5.0	15.00	29,500.00	177.00	166.67	
		6.0	15.00	29,700.00	177.00	167.80	
		7.0	15.10	29,600.00	179.00	165.36	
		8.0	15.10	30,800.00	179.00	172.07	
		9.0	14.90	30,900.00	174.00	177.59	

Tipo de Cemento : Portland Tipo I, Andino      Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)  
Relación A/C : 0.65      Asentamiento : 3 1/2"  
% Arena : 52%      % Piedra : 48%

Fecha: Obtención Rotura	Edad (Días)	N° Probetas	Diámetro (cm)	Carga de Rotura (kg)	Sección Normal a la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cp (kg/cm <sup>2</sup> )
13/10/05 20/10/05	7	1	14.90	29,900.00	174.00	171.84	160.52
		2.0	15.00	27,800.00	177.00	157.06	
		3.0	15.10	28,500.00	179.00	159.22	
		4.0	15.00	26,200.00	177.00	148.02	
		5.0	15.00	28,800.00	177.00	162.71	
		6.0	15.00	26,500.00	177.00	149.72	
		7.0	14.90	29,300.00	174.00	168.39	
		8.0	15.00	28,900.00	177.00	163.28	
		9.0	15.00	29,100.00	177.00	164.41	



### GRÁFICA N° A-09







### CUADRO N° CR-08

MEZCLA DE PRUEBA DE CONCRETO

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.60 AF= 48% AG= 52%	Cemento	380.00	0.1220	1.00	380.00	1.00	8.16
	Agua	228.00	0.2280	0.60	230.72	0.61	4.98
	Arena	787.30	0.3048	2.07	799.58	2.10	17.13
	Piedra	919.28	0.3302	2.42	921.12	2.42	19.74
Asent. = 3 1/8"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2314.58	1.00	6.09	2331.42	6.13	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.60 AF= 48% AG= 52%	Cemento	383.33	0.1230	1.00	383.33	1.00	8.22
	Agua	230.00	0.2300	0.60	232.71	0.61	5.02
	Arena	783.58	0.3034	2.04	795.80	2.08	17.11
	Piedra	914.93	0.3286	2.39	916.76	2.39	19.65
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2311.84	1.00	6.03	2328.60	6.08	50.00

Material		Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m3)	Vol Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.60 AF= 48% AG= 52%	Cemento	386.67	0.1240	1.00	386.67	1.00	8.31
	Agua	232.00	0.2320	0.60	234.69	0.61	5.07
	Arena	779.86	0.3019	2.02	792.03	2.05	17.03
	Piedra	910.59	0.3271	2.35	912.41	2.36	19.60
Asent. = 3 3/4"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2309.12	1.00	5.97	2325.80	6.02	50.00



### CUADRO N° CR-09

MEZCLA DE PRUEBA DE CONCRETO

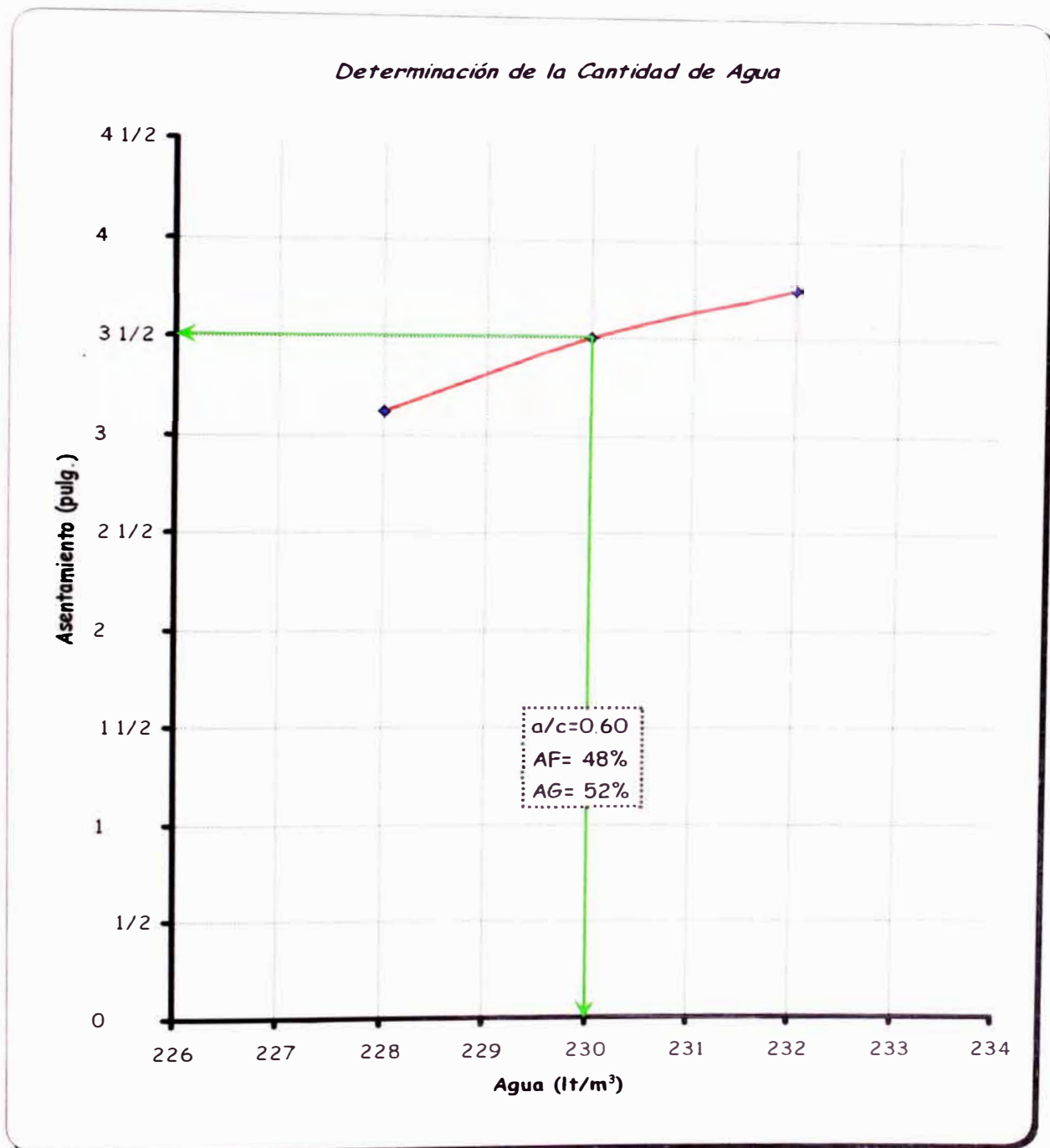
	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material	Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento			
	Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG	
A/C= 0.70 AF= 48% AG= 52% Asent. = 2 3/4"	Cemento	322.86	0.1040	1.00	322.86	1.00	6.94
	Agua	226.00	0.2260	0.70	228.80	0.71	4.93
	Arena	812.10	0.3144	2.52	824.77	2.55	17.71
	Piedra	948.23	0.3406	2.94	950.13	2.94	20.42
	Aire		0.0150				
	Suma Total	2309.19	1.00	7.16	2326.56	7.20	50.00

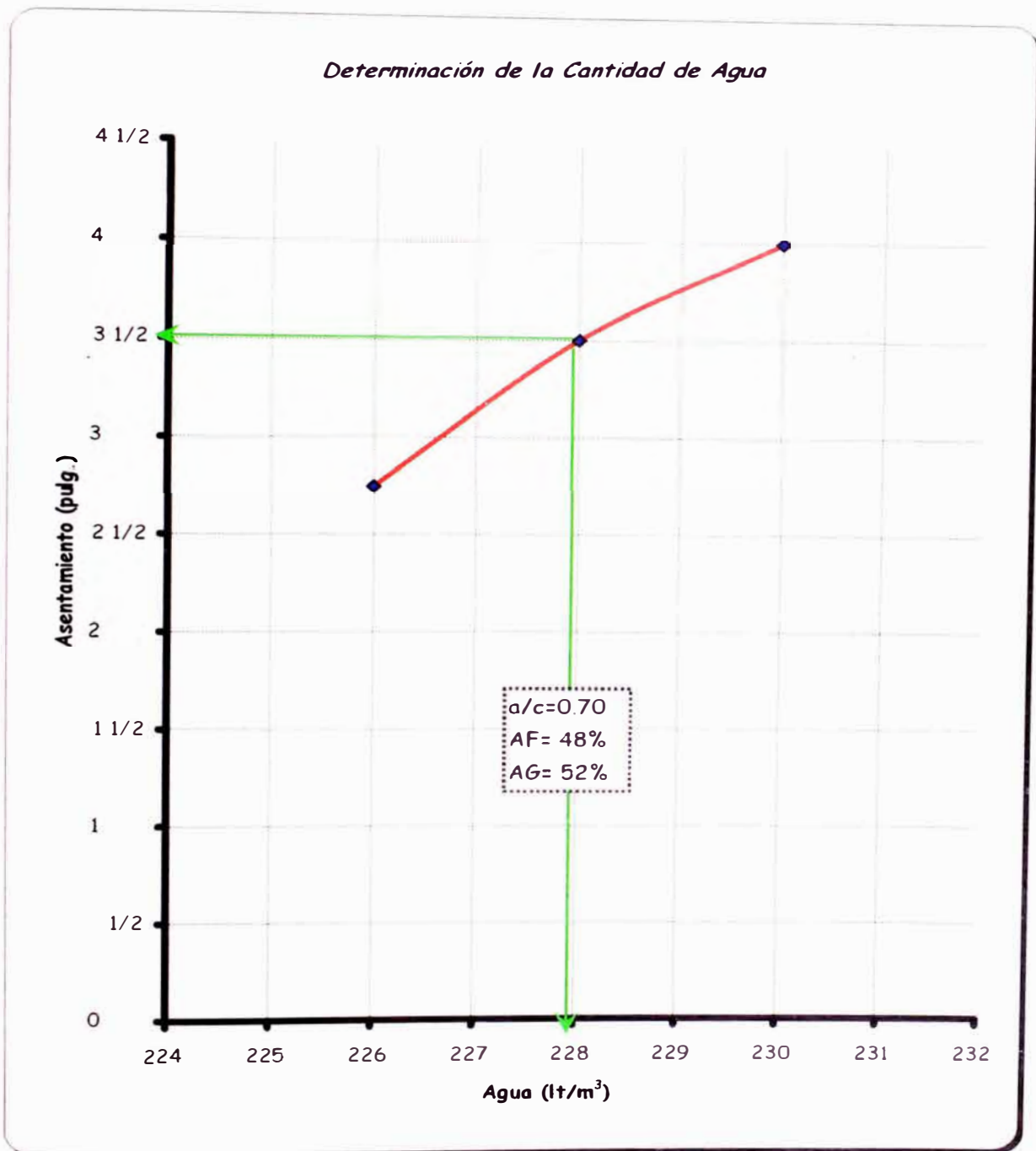
Material	Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento			
	Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG	
A/C= 0.70 AF= 48% AG= 52% Asent. = 3 1/2"	Cemento	325.71	0.1050	1.00	325.71	1.00	7.01
	Agua	228.00	0.2280	0.70	230.79	0.71	4.98
	Arena	808.38	0.3130	2.48	820.99	2.52	17.67
	Piedra	943.89	0.3390	2.90	945.78	2.90	20.34
	Aire		0.0150				
	Suma Total	2305.98	1.00	7.08	2323.27	7.13	50.00

Material	Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento			
	Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG	
A/C= 0.70 AF= 48% AG= 52% Asent. = 4"	Cemento	328.57	0.1060	1.00	328.57	1.00	7.07
	Agua	230.00	0.2300	0.70	232.78	0.71	5.02
	Arena	804.66	0.3115	2.45	817.21	2.49	17.61
	Piedra	939.54	0.3375	2.86	941.42	2.87	20.30
	Aire		0.0150				
	Suma Total	2302.77	1.00	7.01	2319.98	7.07	50.00

GRÁFICA N° A-10



### GRÁFICA N° A-11





### CUADRO Nº CR-10

#### DISEÑO DE MEZCLA PATRON A/C 0.60

Diseño 01	
%arena	48%
a/c	0.60
Asent	3" - 4"
T. N. MAX.	1"
Agua	230.00
% Aire	1.50%

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material	Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento			
	Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs. (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG	
A/C= 0.60	Cemento	383.33	0.1230	1.00	383.33	1.00	8.22
	Agua	230.00	0.2300	0.60	232.71	0.61	5.02
AF= 48%	Arena	783.58	0.3034	2.04	795.80	2.08	17.11
AG= 52%	Piedra	914.93	0.3286	2.39	916.76	2.39	19.65
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2311.84	1.00	6.03	2328.60	6.08	50.00

#### a) Diseño Seco

Peso Cemento(kg)= Peso de Agua(kg) / (A/C)=	383.33
Vol. Abs. Cemento (m3)= Peso Cemento (kg) / P. E. Cemento (kg/m3)=	0.123
Vol. Abs. Agua (m3)= Peso Agua (kg) / P. E. Agua (kg/m3)=	0.230
Vol. Abs. Agregados (m3)=	0.632

#### Entonces:

Vol. Arena (m3)=	0.3034
Vol. Piedra (m3)=	0.3286
Peso Arena (s) (kg)=	783.58
Peso Piedra (s) (kg)=	914.93

#### a) Diseño Húmedo

##### Corrección por Humedad de los Agregados:

Peso Arena (o) (kg)= Peso Arena (s) (kg) (1 + W(arena) (%) ) =	795.80
Peso Piedra (o) (kg)= Peso Piedra (s) (kg) (1 + W(piedra) (%) ) =	916.76

##### Corrección de Agua:

Corr. Agua Arena= Peso Arena (s) (kg) (W(arena) (%) - % Abs. ) =	-0.24
Corr. Agua Piedra= Peso Piedra (s) (kg) (W(piedra) (%) - % Abs. ) =	-2.47
Corección (Lts) =	-2.71
Agua Corregida (Lts) =	232.71





### CUADRO N° CR-11

#### DISEÑO DE MEZCLA PATRON A/C 0.65

Diseño 02	
%arena	48%
a/c	0.65
Asent	3" - 4"
T. N. MAX.	1"
Agua	229
% Aire	1.50%

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material	Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento			
	Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs (m3)	DUS	DO	DUD	Tanda 50KG	
A/C= 0.65	Cemento	352.31	0.1130	1.00	352.31	1.00	7.56
	Agua	229.00	0.2290	0.65	231.75	0.66	4.99
AF= 48%	Arena	797.22	0.3086	2.26	809.66	2.30	17.40
AG= 52%	Piedra	930.86	0.3344	2.64	932.72	2.65	20.05
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2309.39	1.00	6.55	2326.44	6.61	50.00

#### a) Diseño Seco

Peso Cemento(kg)= Peso de Agua(kg) / (A/C)=	352.31
Vol. Abs. Cemento (m3)= Peso Cemento (kg) / P. E. Cemento (kg/m3)=	0.113
Vol. Abs. Agua (m3)= Peso Agua (kg) / P. E. Agua (kg/m3)=	0.229
Vol. Abs. Agregados (m3)=	0.643

#### Entonces:

Vol. Arena (m3)=	0.3086
Vol. Piedra (m3)=	0.3344
Peso Arena (s) (kg)=	797.22
Peso Piedra (s) (kg)=	930.86

#### a) Diseño Húmedo

##### Corrección por Humedad de los Agregados:

Peso Arena (o) (kg)= Peso Arena (s) (kg) (1 + W(arena) (%)) =	809.65
Peso Piedra (o) (kg)= Peso Piedra (s) (kg) (1 + W(piedra) (%)) =	932.72

##### Corrección de Agua:

Corr. Agua Arena= Peso Arena (s) (kg) (W(arena) (%) - % Abs. ) =	-0.24
Corr. Agua Piedra= Peso Piedra (s) (kg) (W(piedra) (%) - % Abs. ) =	-2.51
Corección (Lts) =	-2.75
Agua Corregida (Lts) =	231.75



### CUADRO N° CR-12

#### DISEÑO DE MEZCLA PATRON A/C 0.70

Diseño 03	
%arena :	48%
a/c :	0.70
Asent :	3" - 4"
T. N. MAX. :	1"
Agua :	228
% Aire :	1.50%

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material	Dosificación por m3 de Concreto			Proporcionamiento		
	Peso Seco (kg/m3)	Vol. Abs (m3)	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.70	Cemento	325.71	0.1050	1.00	325.71	7.01
	Agua	228.00	0.2280	0.70	230.79	4.98
AF= 48%	Arena	808.38	0.3130	2.48	820.99	17.67
AG= 52%	Piedra	943.89	0.3390	2.90	945.78	20.34
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150			
	Suma Total	2305.98	1.00	7.08	2323.27	50.00

#### a) Diseño Seco

Peso Cemento(kg)= Peso de Agua(kg) / (A/C)=	325.71
Vol. Abs. Cemento (m3)= Peso Cemento (kg) / P. E. Cemento (kg/m3)=	0.105
Vol. Abs. Agua (m3)= Peso Agua (kg) / P. E. Agua (kg/m3)=	0.228
Vol. Abs. Agregados (m3)=	0.652

#### Entonces:

Vol. Arena (m3)=	0.3130
Vol. Piedra (m3)=	0.3390
Peso Arena (s) (kg)=	808.38
Peso Piedra (s) (kg)=	943.89

#### a) Diseño Húmedo

##### Corrección por Humedad de los Agregados:

Peso Arena (o) (kg)= Peso Arena (s) (kg) (1 + W(arena) (%)) =	820.99
Peso Piedra (o) (kg)= Peso Piedra (s) (kg) (1 + W(piedra) (%)) =	945.78

##### Corrección de Agua:

Corr. Agua Arena= Peso Arena (s) (kg) (W(arena) (%) - % Abs. ) =	-0.24
Corr. Agua Piedra= Peso Piedra (s) (kg) (W(piedra) (%) - % Abs. ) =	-2.55
Corección (Lts) =	-2.79
Agua Corregida (Lts) =	230.79





CUADRO N° CR-13

DISEÑO DEFINITIVO DE MEZCLA DE PRUEBA

	Cemento	Arena	Piedra
Cantera		La Gloria	La Gloria
P.E	3.11	2.583	2.784
% Abs.		1.59	0.47
W (%)		1.56	0.20

Material		Dosificación por m <sup>3</sup> de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m <sup>3</sup> )	Vol Abs. (m <sup>3</sup> )	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.60 AF= 48% AG= 52%	Cemento	383.33	0.1230	1.00	383.33	1.00	8.22
	Agua	230.00	0.2300	0.60	232.71	0.61	5.02
	Arena	783.58	0.3034	2.04	795.80	2.08	17.11
	Piedra	914.93	0.3286	2.39	916.76	2.39	19.65
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2311.84	1.00	6.03	2328.60	6.08	50.00

Material		Dosificación por m <sup>3</sup> de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m <sup>3</sup> )	Vol Abs. (m <sup>3</sup> )	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.65 AF= 48% AG= 52%	Cemento	352.31	0.1130	1.00	352.31	1.00	7.56
	Agua	229.00	0.2290	0.65	231.75	0.66	4.99
	Arena	797.22	0.3086	2.26	809.66	2.30	17.40
	Piedra	930.86	0.3344	2.64	932.72	2.65	20.05
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2309.39	1.00	6.55	2326.44	6.61	50.00

Material		Dosificación por m <sup>3</sup> de Concreto			Proporcionamiento		
		Peso Seco (kg/m <sup>3</sup> )	Vol Abs. (m <sup>3</sup> )	DUS	DO	DUO	Tanda 50KG
A/C= 0.70 AF= 48% AG= 52%	Cemento	325.71	0.1050	1.00	325.71	1.00	7.01
	Agua	228.00	0.2280	0.70	230.79	0.71	4.98
	Arena	808.38	0.3130	2.48	820.99	2.52	17.67
	Piedra	943.89	0.3390	2.90	945.78	2.90	20.34
Asent. = 3 1/2"	Aire		0.0150				
	Suma Total	2305.98	1.00	7.08	2323.27	7.13	50.00



### CUADRO N° CF-01

#### Consistencia

Relación	Tanda 1		Tanda 2		Tanda 3	
	Agua ( lt. )	Slump ( pulg. )	Agua ( lt. )	Slump ( pulg. )	Agua ( lt. )	Slump ( pulg. )
a/c						
0.60	228.0	3 1/8"	230.0	3 1/2"	232.0	3 3/4"
0.65	227.0	3"	229.0	3 1/2"	231.0	4"
0.70	226.0	2 3/4"	228.0	3 1/2"	230.0	4"



CUADRO N° CF-02

**Peso Unitario**  
**a/c= 0.60**

	Descripción	Und.	M1	M2	M3	Promedio
A	Pmuestra + Pbalde (1/3 p3)	kg	29.10	29.20	29.15	29.15
B	Pbalde (1/3 p3)	kg	6.85	6.85	6.85	6.85
C	Pmuestra (A-B)	kg	22.25	22.35	22.30	22.30
D	Volumen Balde (1/3 p3)	m3	0.00944	0.00944	0.00944	0.00944
	Peso Unitario C/D	kg/m3	2,357.25	2,367.85	2,362.55	<b>2,362.55</b>

**Peso Unitario**  
**a/c= 0.65**

	Descripción	Und.	M1	M2	M3	Promedio
A	Pmuestra + Pbalde (1/3 p3)	kg	29.00	29.05	29.05	29.03
B	Pbalde (1/3 p3)	kg	6.85	6.85	6.85	6.85
C	Pmuestra (A-B)	kg	22.15	22.20	22.20	22.18
D	Volumen Balde (1/3 p3)	m3	0.00944	0.00944	0.00944	0.00944
	Peso Unitario C/D	kg/m3	2,346.66	2,351.96	2,351.96	<b>2,350.19</b>

**Peso Unitario**  
**a/c= 0.70**

	Descripción	Und.	M1	M2	M3	Promedio
A	Pmuestra + Pbalde (1/3 p3)	kg	28.95	28.90	29.00	28.95
B	Pbalde (1/3 p3)	kg	6.85	6.85	6.85	6.85
C	Pmuestra (A-B)	kg	22.10	22.05	22.15	22.10
D	Volumen Balde (1/3 p3)	m3	0.00944	0.00944	0.00944	0.00944
	Peso Unitario C/D	kg/m3	2,341.36	2,336.07	2,346.66	<b>2,341.36</b>



### CUADRO N° CF-03

#### CALCULO DEL PORCENTAJE DE FLUIDEZ

a/c	Diámetro (cm.)					DP (cm.)	Fluidez (%)
	D1	D2	D3	D4	D5		
0.60	50.0	47.0	47.0	49.0	47.0	48.12	92.5
0.65	56.0	55.0	54.0	54.0	53.5	54.63	118.5
0.70	50.0	51.0	50.0	50.0	50.0	50.34	101.4

### CUADRO N° CF-04

#### CALCULO DEL PORCENTAJE DE CONTENIDO DE AIRE

a/c	Po (kg/m <sup>3</sup> )	Pu (kg/m <sup>3</sup> )	A = $(1 - Po/Pu) \times 100$ (%)
0.60	2328.6	2362.55	1.44
0.65	2326.4	2350.19	1.01
0.70	2323.3	2341.36	0.77

**Nota:**

"Po" representa el peso unitario de obra o peso húmedo por metro cúbico.



### CUADRO N° TF-01

#### ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO

Norma: NTP 339.082: 2001

Diseño 01	
%arena	48%
Cemento	Portland Tipo I, Andino
a/c	0.60
Asent	3" - 4"
Cantera	La Gloria
T. Inicial	20 °C
T. Final	21 °C
Hora de Inicio	10:00 a.m.

Hora H : M	Tiempo Transcurrido H : M	Diámetro de Aguja Pulg.	M1	M2	Fuerza Promedio (Lb.)	Área (Pulg. <sup>2</sup> )	Presión (Lb/Pulg. <sup>2</sup> )
10:00 am.	00:00	-----	-----	-----	-----	-----	-----
13:30 p.m.	03:30	1	180.00	150.00	165.00	0.7854	210.08
14:00 p.m.	04:00	3/4	190.00	150.00	170.00	0.4418	384.80
14:30 p.m.	04:30	1/2	210.00	170.00	190.00	0.1963	967.66
15:00 p.m.	05:00	3/8	190.00	200.00	195.00	0.1104	1765.56
15:30 p.m.	05:30	1/4	230.00	205.00	217.50	0.0491	4430.87
16:00 p.m.	06:00	3/16	220.00	215.00	217.50	0.0276	7877.11



### CUADRO N° TF-02

#### ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO

Norma: NTP 339.082: 2001

Diseño 02	
%arena :	48%
Cemento :	Portland Tipo I, Andino
a/c :	0.65
Asent :	3" - 4"
Cantera :	La Gloria
T. Inicial :	21 °C
T. Final :	21 °C
Hora de Inicio :	09:30 a.m.

Hora H : M	Tiempo Transcurrido H : M	Diámetro de Aguja Pulg.	M1	M2	Fuerza Promedio (Lb.)	Área (Pulg. <sup>2</sup> )	Presión (Lb/Pulg. <sup>2</sup> )
09:30 am.	00:00						
13:30 p.m.	04:00	1	240.00	190.00	215.00	0.7854	273.75
14:00 p.m.	04:30	3/4	215.00	190.00	202.50	0.4418	458.37
14:30 p.m.	05:00	1/2	220.00	230.00	225.00	0.1963	1145.92
15:00 p.m.	05:30	3/8	170.00	160.00	165.00	0.1104	1493.93
15:30 p.m.	06:00	1/4	165.00	180.00	172.50	0.0491	3514.14
16:00 p.m.	06:30	1/4	210.00	210.00	210.00	0.0491	4278.08
16:30 p.m.	07:00	3/16	240.00	230.00	235.00	0.0276	8510.90





### CUADRO N° TF-03

#### ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO

Norma: NTP 339.082: 2001

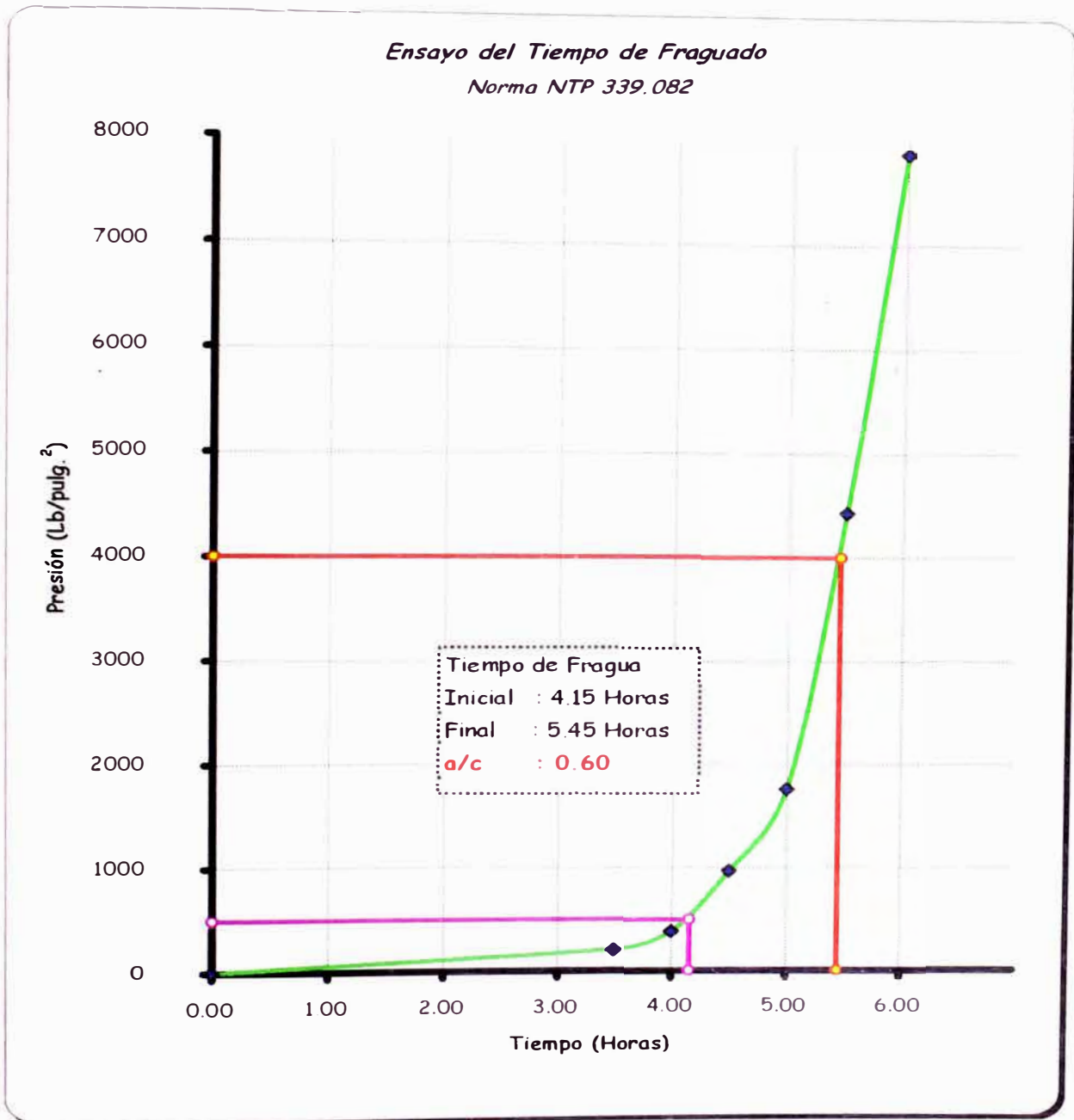
Diseño 03	
%arena :	48%
Cemento :	Portland Tipo I, And
a/c :	0.70
Asent :	3" - 4"
Cantera :	La Gloria
T. Inicial :	20 °C
T. Final :	210 °C
Hora de Inicio :	09:30 a.m.

Hora H : M	Tiempo Transcurrido H : M	Diámetro de Aguja Pulg.	M1	M2	Fuerza Promedio (Lb.)	Área (Pulg. <sup>2</sup> )	Presión (Lb/Pulg. <sup>2</sup> )
09:30 am.	00:00						
13:30 p.m.	04:00	1	110.00	130.00	120.00	0.7854	152.79
14:00 p.m.	04:30	3/4	100.00	100.00	100.00	0.4418	226.35
14:30 p.m.	05:00	3/4	200.00	190.00	195.00	0.4418	441.39
15:00 p.m.	05:30	1/2	200.00	190.00	195.00	0.1963	993.13
15:30 p.m.	06:00	3/8	165.00	140.00	152.50	0.1104	1380.76
16:00 p.m.	06:30	3/8	220.00	230.00	225.00	0.1104	2037.18
16:30 p.m.	07:00	1/4	215.00	230.00	222.50	0.0491	4532.73
17:00 p.m.	07:30	3/16	200.00	180.00	190.00	0.0276	6881.15

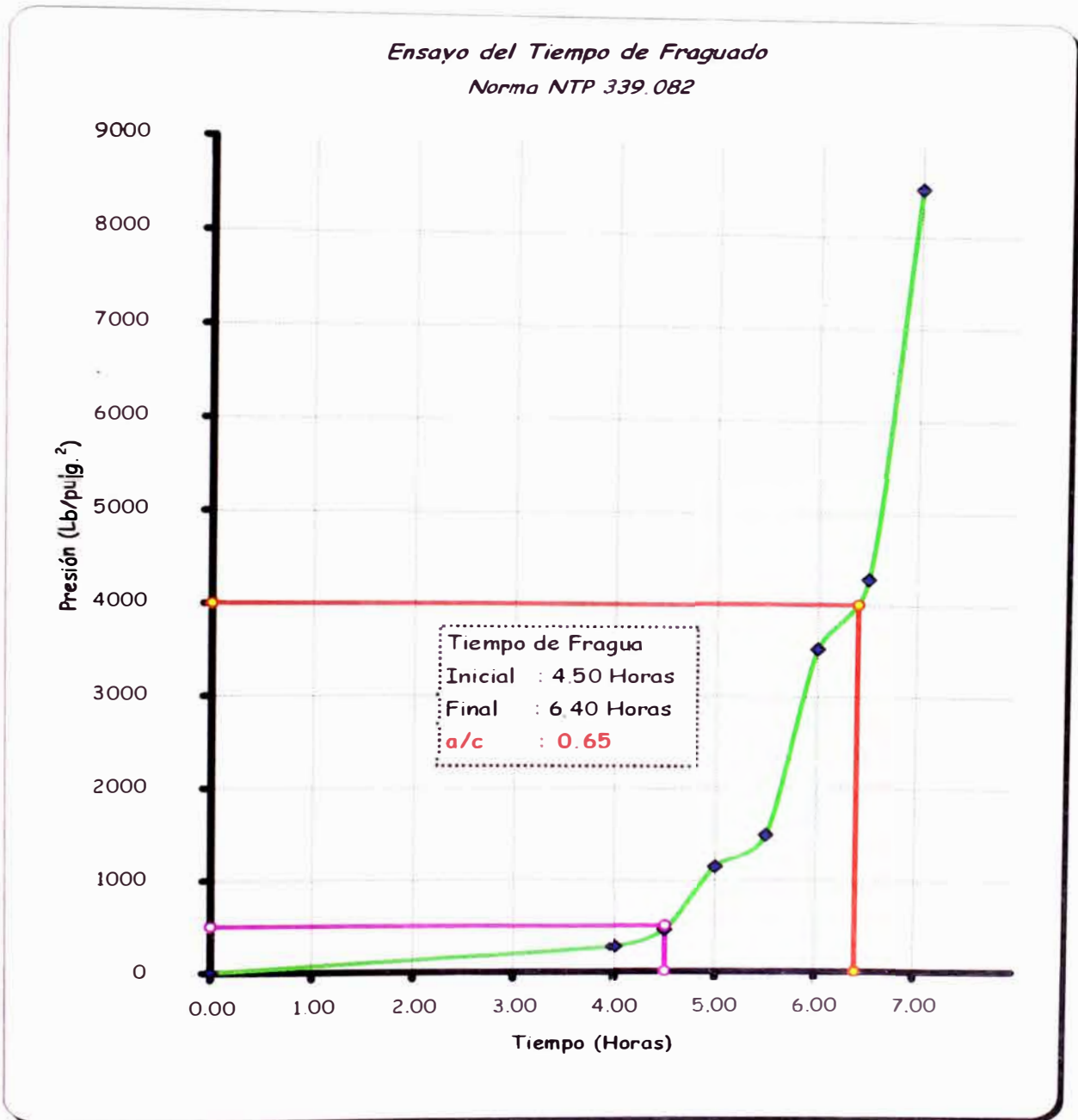




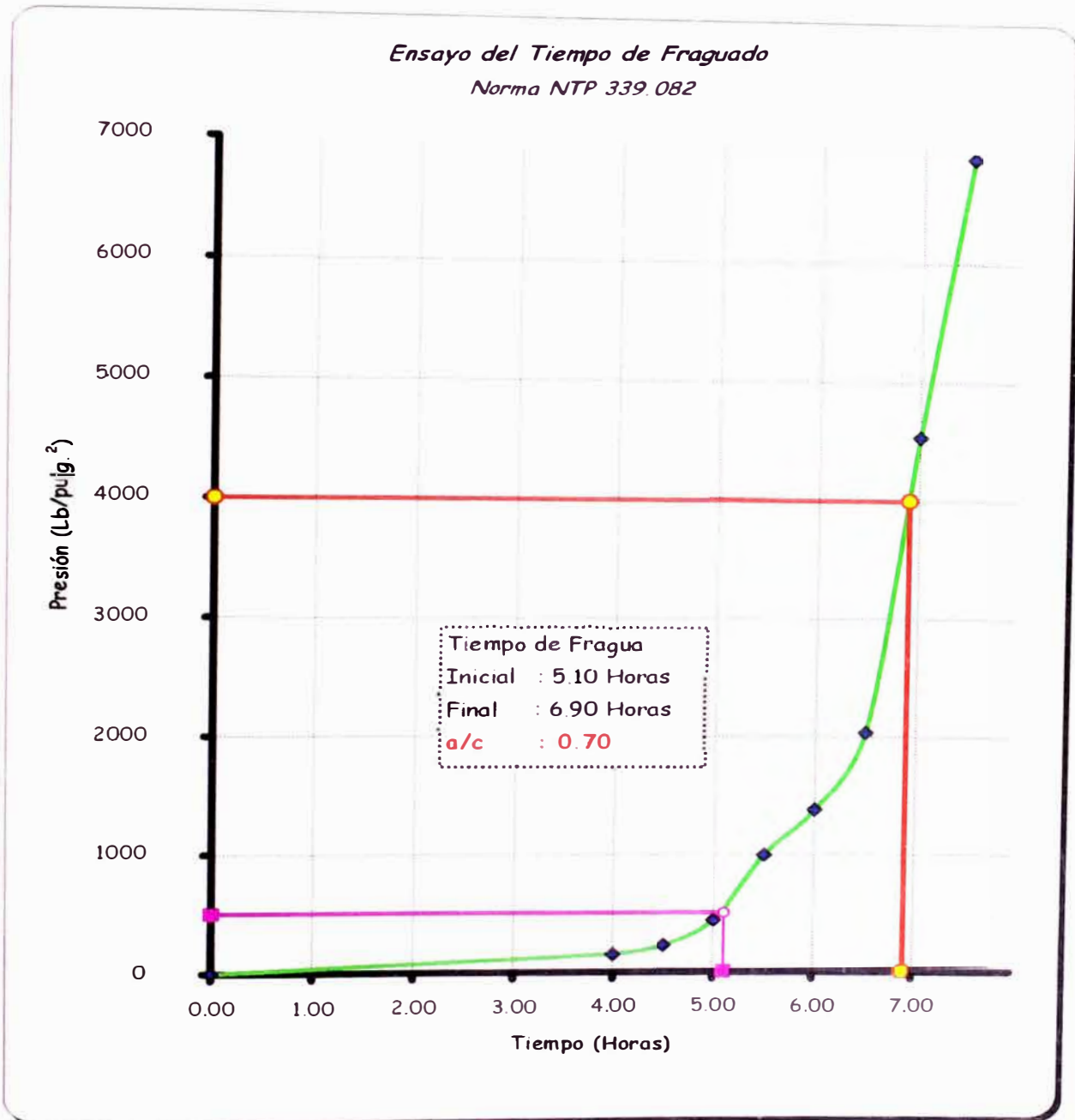
### GRÁFICA N° TF-01



### GRÁFICA N° TF-02



### GRÁFICA N° TF-03





CUADRO Nº EC-01

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

Norma: NTP 339.077: 1981

Diseño 01	
%arena	: 48%
Cemento	: Portland Tipo I, Andino
a/c	: 0.60
Asent	: 3" - 4"
Cantera	: La Gloria
T. Inicial	: 20 °C
T. Final	: 20 °C
Hora de Inicio	: 09:10:00 a.m.

Hora de Ensayo H : M	Tiempo Acumulado ( Min.)	Tiempo Parcial (Min.)	M1	M2	Volumen Promedio Parcial (ml.)	Volumen de Agua Acumulada (ml.)	Agua de Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )	Velocidad de Exudación (ml/cm <sup>2</sup> /min)
09:10	00:00	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
09:20	10:00	10:00	1.20	1.20	1.20	1.20	0.0042	0.00042
09:30	20:00	10:00	4.10	3.80	3.95	5.15	0.0182	0.00182
09:40	30:00	10:00	3.80	3.90	3.85	9.00	0.0317	0.00317
09:50	40:00	10:00	3.50	3.10	3.30	12.30	0.0434	0.00434
10:00	70:00	30:00	9.90	9.90	9.90	22.20	0.0783	0.00261
10:30	100:00	30:00	8.50	8.80	8.65	30.85	0.1088	0.00363
11:00	130:00	30:00	6.00	6.10	6.05	36.90	0.1301	0.00434
11:30	160:00	30:00	3.90	4.80	4.35	41.25	0.1455	0.00485
12:00	190:00	30:00	1.00	2.50	1.75	43.00	0.1517	0.00506
13:00	220:00	60:00	0.10	0.50	0.30	43.30	0.1527	0.00255

Peso de Tanda (P <sub>o</sub> )	: 50.00 kg
Peso del Concreto en el Balde (P <sub>t</sub> )	: 9.96 kg
Volumen de Agua en la Tanda (A <sub>o</sub> )	: 5.02 Lt.
Volumen de Agua Acumulada (A <sub>t</sub> )	: 0.0433 Lt.
Área del Recipiente	: 283.53 cm <sup>2</sup>
$E(\%) = \frac{A_t \times P_o \times 100}{P_t \times A_o}$	
Exudación	: 4.33 %



### CUADRO N° EC-02

#### ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

Norma: NTP 339.077: 1981

Diseño 02	
%arena	48%
Cemento	Portland Tipo I, Andino
a/c	0.65
Asent	3" - 4"
Cantera	La Gloria
T. Inicial	20 °C
T. Final	19 °C
Hora de Inicio	09:00:00 a.m.

Hora de Ensayo H : M	Tiempo Acumulado ( Min.)	Tiempo Parcial (Min.)	M1	M2	Volumen Promedio Parcial (ml.)	Volumen de Agua Acumulada (ml.)	Agua de Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )	Velocidad de Exudación (ml/cm <sup>2</sup> /mim)
09:00	00:00	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
09:10	10:00	10:00	4.00	3.80	3.90	3.90	0.0138	0.00138
09:20	20:00	10:00	7.50	6.80	7.15	11.05	0.0390	0.00390
09:30	30:00	10:00	6.10	5.80	5.95	17.00	0.0600	0.00600
09:40	40:00	10:00	5.50	5.50	5.50	22.50	0.0794	0.00794
10:10	70:00	30:00	11.90	15.00	13.45	35.95	0.1268	0.00423
10:40	100:00	30:00	5.10	7.80	6.45	42.40	0.1495	0.00498
11:10	130:00	30:00	2.10	4.00	3.05	45.45	0.1603	0.00534
11:40	160:00	30:00	0.20	0.20	0.20	45.65	0.1610	0.00537
12:10	190:00	30:00	1.00	2.10	1.55	47.20	0.1665	0.00555
13:10	220:00	60:00	0.10	0.80	0.45	47.65	0.1681	0.00280

Peso de Tanda (P <sub>o</sub> )	50.00 kg
Peso del Concreto en el Balde (P <sub>t</sub> )	9.68 kg
Volumen de Agua en la Tanda (A <sub>o</sub> )	4.99 Lt.
Volumen de Agua Acumulada (A <sub>t</sub> )	0.0477 Lt.
Área del Recipiente	283.53 cm <sup>2</sup>
$E(\%) = \frac{A_t \times P_o \times 100}{P_t \times A_o}$	
Exudación	4.93 %



### CUADRO N° EC-03

#### ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

Norma: NTP 339.077: 1981

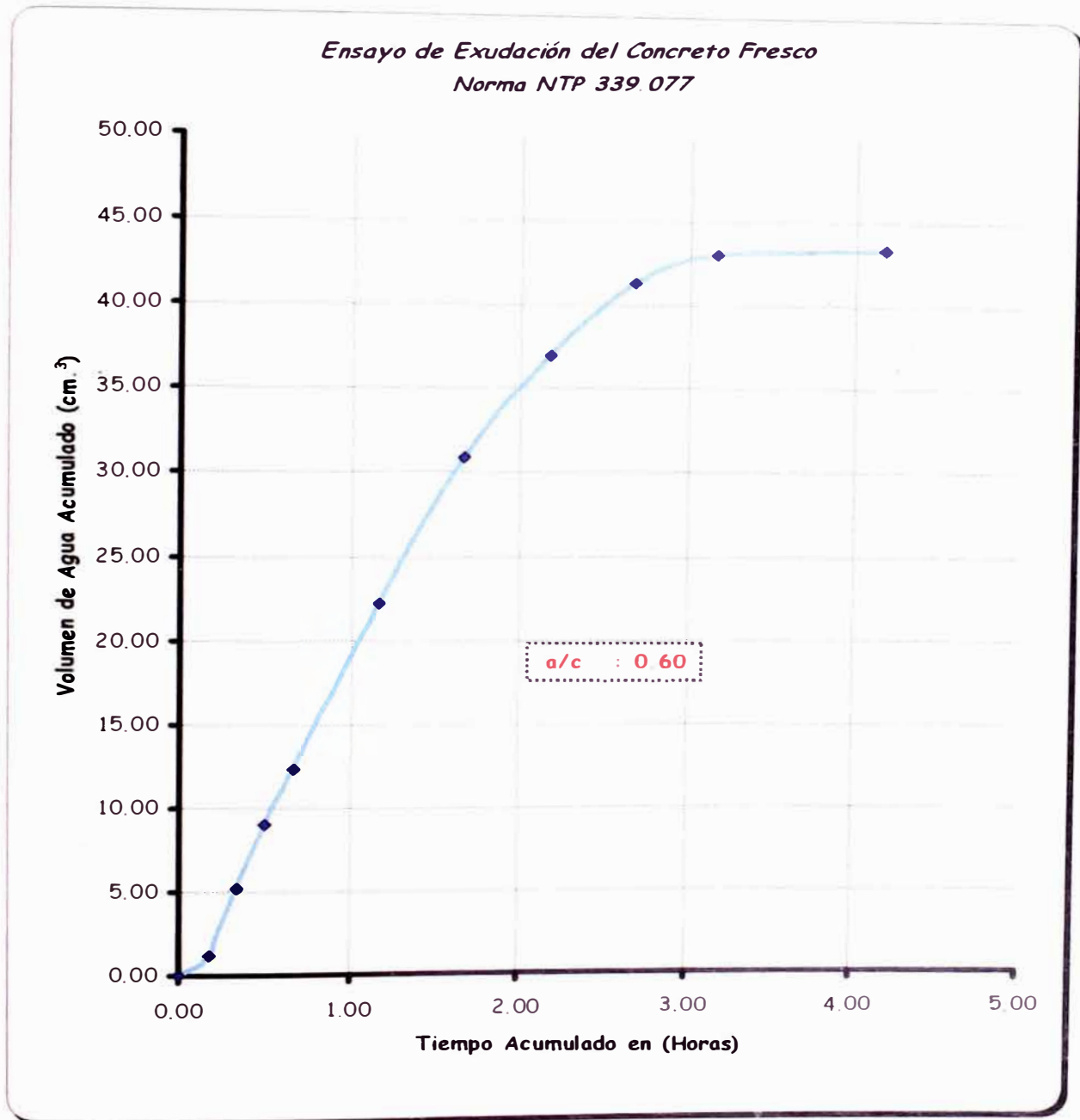
Diseño 03	
%arena	48%
Cemento	Portland Tipo I, Andino
a/c	0.70
Asent	3" - 4"
Cantera	La Gloria
T. Inicial	21 °C
T. Final	19 °C
Hora de Inicio	09:20:00 a.m.

Hora de Ensayo H : M	Tiempo Acumulado ( Min.)	Tiempo Parcial (Min.)	M1	M2	Volumen Promedio Parcial (ml.)	Volumen de Agua Acumulada (ml.)	Agua de Exudación (ml/cm <sup>2</sup> )	Velocidad de Exudación (ml/cm <sup>2</sup> /min)
09:20	00:00	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
09:30	10:00	10:00	3.50	2.80	3.15	3.15	0.0111	0.00111
09:40	20:00	10:00	5.10	5.00	5.05	8.20	0.0289	0.00289
09:50	30:00	10:00	5.10	6.10	5.60	13.80	0.0487	0.00487
10:00	40:00	10:00	5.50	6.60	6.05	19.85	0.0700	0.00700
10:30	70:00	30:00	11.90	12.80	12.35	32.20	0.1136	0.00379
11:00	100:00	30:00	8.50	9.05	8.78	40.98	0.1445	0.00482
11:30	130:00	30:00	5.70	6.80	6.25	47.23	0.1666	0.00555
12:00	160:00	30:00	2.00	3.20	2.60	49.83	0.1757	0.00586
12:30	190:00	30:00	2.00	1.50	1.75	51.58	0.1819	0.00606
13:30	220:00	60:00	0.50	0.50	0.50	52.08	0.1837	0.00306

Peso de Tanda (P <sub>o</sub> )	50.00 kg
Peso del Concreto en el Balde (P <sub>1</sub> )	9.96 kg
Volumen de Agua en la Tanda (A <sub>o</sub> )	4.98 Lt.
Volumen de Agua Acumulada (A <sub>1</sub> )	0.0521 Lt.
Área del Recipiente	283.53 cm <sup>2</sup>
$E(\%) = \frac{A_1 \times P_o \times 100}{P_1 \times A_o}$	
Exudación	5.25 %



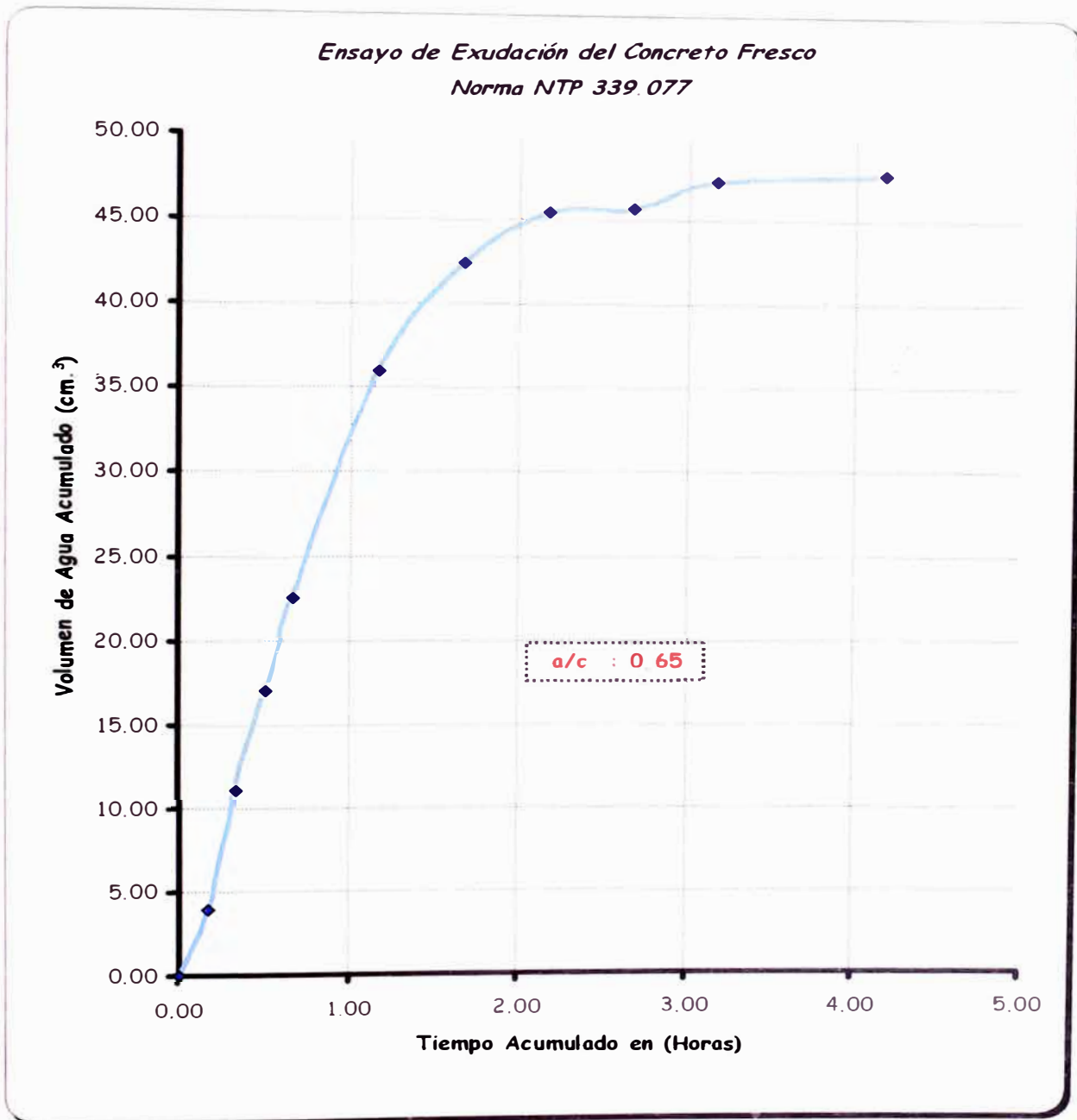
### GRÁFICA N° EC-01





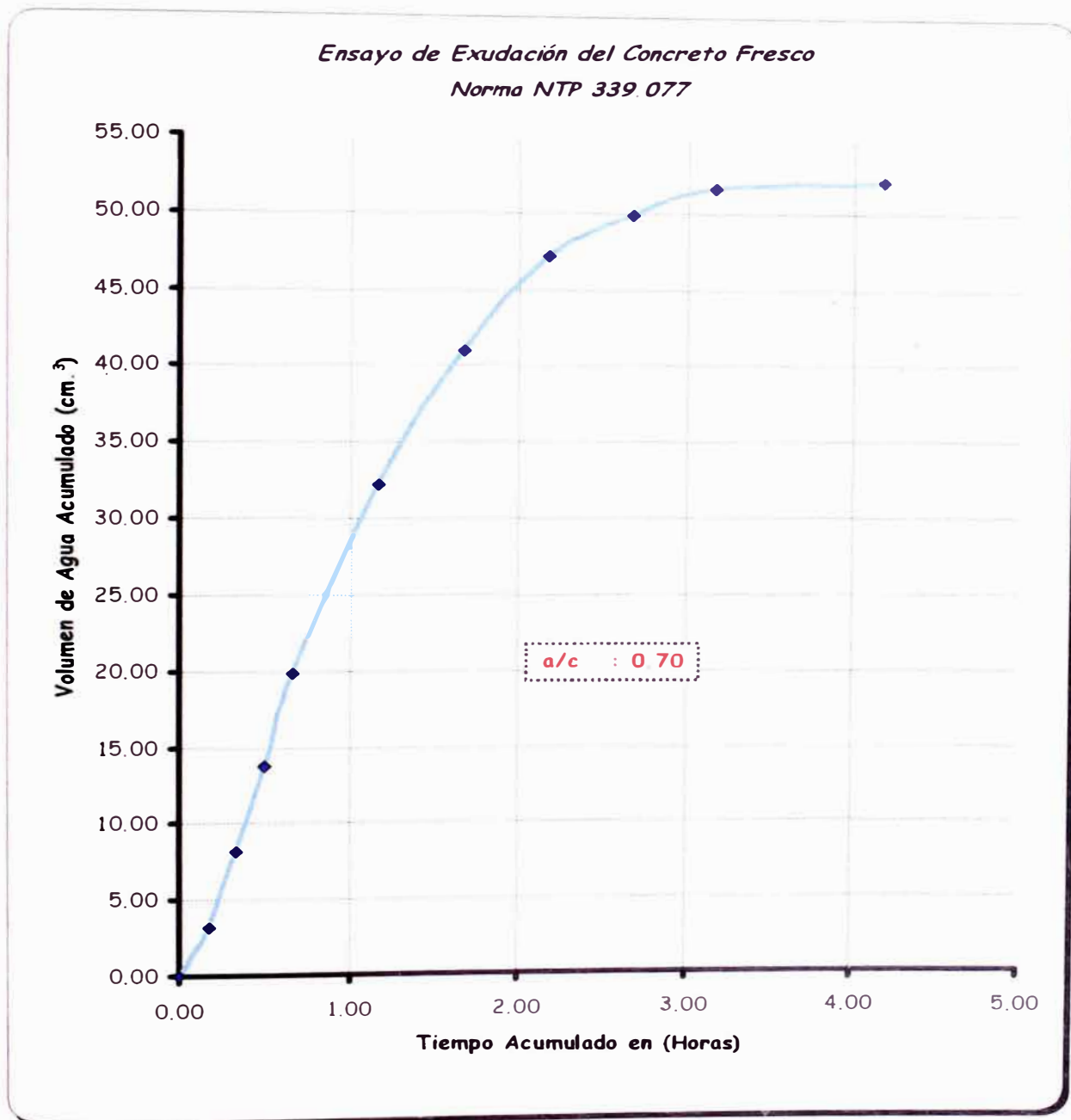


GRÁFICA N° EC-02





### GRÁFICA N° EC-03





### CUADRO N° RA-01

#### ENSAYO DE COMPRESIÓN

Norma: NTP 339.034: 1999

Cemento : Portland Tipo I, Andino  
 a/c : 0.60  
 %arena : 48%  
 Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)  
 Asent : 3" - 4"  
 %piedra : 52%

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA							
Fecha: Obtención Rotura	Edad (días)	N° Probetas	Diámetro (cm.)	Carga Máxima (kg.)	Sección Norma la la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c S C.V.
27/10/05 03/11/05	7	1	15.10	45.600	179.00	254.75	247.89
		2	15.10	41.700	179.00	232.96	4.97
		3	14.90	43.200	174.00	248.28	2.01
27/10/05 10/11/05	14	1	15.00	43.700	177.00	246.89	284.47
		2	15.00	51.200	177.00	289.27	11.50
		3	15.00	52.400	177.00	296.05	4.04
05/11/05 03/12/05	28	1	15.05	48.000	178.00	269.66	311.91 15.96 5.12
		2	15.00	54.400	177.00	307.34	
		3	15.10	53.400	179.00	298.32	
		4	15.20	53.000	181.00	292.82	
		5	15.10	56.600	179.00	316.20	
		6	15.00	55.200	177.00	311.86	
		7	14.90	59.700	174.00	343.10	
08/11/05 06/12/05	28	8	15.10	56.100	179.00	313.41	311.91 15.96 5.12
		9	15.00	55.200	177.00	311.86	
		10	15.00	56.400	177.00	318.64	
		11	15.00	58.400	177.00	329.94	
		12	14.90	50.700	174.00	291.38	
		13	15.05	56.000	178.00	314.61	
		14	14.90	56.800	174.00	326.44	
		15	15.05	53.400	178.00	300.00	
		16	14.90	54.500	174.00	313.22	
		17	15.05	51.300	178.00	288.20	
		18	15.05	55.500	178.00	311.80	
09/11/05 07/12/05	28	19	14.95	55.200	176.00	313.64	311.91 15.96 5.12
		20	15.10	62.600	179.00	349.72	
		21	15.00	58.800	177.00	332.20	
		22	15.10	54.600	179.00	305.03	
		23	15.00	53.000	177.00	299.44	
		24	15.00	54.300	177.00	306.78	
		25	14.90	51.700	174.00	297.13	
		26	15.00	55.100	177.00	311.30	
		27	15.00	58.400	177.00	329.94	
		28	14.95	51.300	176.00	291.48	
		29	14.90	53.000	174.00	304.60	
		30	15.00	57.700	177.00	325.99	

**Nota:**

f'cp : Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)  
 S : Desviación Estandar (kg/cm<sup>2</sup>)  
 C.V. : Coeficiente de Variación



**CUADRO Nº RA-02**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

Norma: NTP 339.034: 1999

Cemento : Portland Tipo I, Andino                      Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)  
a/c : 0.65    Asent : 3" - 4"  
%arena : 48%    %piedra : 52%

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA							
Fecha: Obtención Rotura	Edad (días)	Nº Probetas	Diámetro (cm.)	Carga Máxima (kg.)	Sección Normal a la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c S                  C.V.
21/11/05 28/11/05	7	1	15.00	33.200	177.00	187.57	194.97
		2	15.00	36.200	177.00	204.52	3.83
		3	15.10	34.200	179.00	191.06	1.96
27/10/05 10/11/05	14	1	15.00	41.700	177.00	235.59	228.02
		2	15.10	40.200	179.00	224.58	2.66
		3	15.00	39.500	177.00	223.16	1.17
10/11/05 09/12/05	28	1	15.10	48.200	179.00	269.27	261.34 18.96 7.26
		2	14.90	46.000	174.00	264.37	
		3	14.90	42.600	174.00	244.83	
		4	15.00	49.000	177.00	276.84	
		5	15.20	49.600	181.00	274.03	
		6	15.00	45.400	177.00	256.50	
		7	15.10	45.000	179.00	251.40	
		8	15.00	39.800	177.00	224.86	
		9	15.10	47.600	179.00	265.92	
		10	15.00	40.200	177.00	227.12	
		11	14.90	38.800	174.00	222.99	
		12	14.90	49.200	174.00	282.76	
15/11/05 13/12/05	28	13	15.00	42.800	177.00	241.81	261.34 18.96 7.26
		14	15.00	48.200	177.00	272.32	
		15	14.90	50.100	174.00	287.93	
		16	15.10	43.500	179.00	243.02	
		17	14.90	52.000	174.00	298.85	
		18	15.10	49.400	179.00	275.98	
		19	15.00	44.000	177.00	248.59	
		20	15.10	52.500	179.00	293.30	
		21	15.10	45.100	179.00	251.96	
		22	15.05	45.500	178.00	255.62	
		23	15.00	43.400	177.00	245.20	
		24	15.10	44.100	179.00	246.37	
18/11/05 16/12/05	28	25	15.05	46.200	178.00	259.55	261.34 18.96 7.26
		26	15.00	45.900	177.00	259.32	
		27	15.00	49.100	177.00	277.40	
		28	15.00	45.200	177.00	255.37	
		29	14.95	48.300	176.00	274.43	
		30	14.95	49.200	176.00	279.55	

**Nota:**  
f'cp : Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)  
S : Desviación Estandar (kg/cm<sup>2</sup>)  
C.V. : Coeficiente de Variación







### CUADRO N° RC-01

#### ENSAYO DE COMPRESIÓN

Norma: ASTM C-1231

Cemento : Portland Tipo I, Andino

Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)

a/c : 0.60

Asent : 3" - 4"

%arena : 48%

%piedra : 52%

#### DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL

Fecha: Obtención Rotura	Edad (días)	N° Probetas	Diámetro (cm.)	Carga Máxima (kg.)	Sección Normal a la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c S C.V.
21/11/05 28/11/05	7	1	15.00	39.100	177.00	220.90	235.48
		2	14.90	46.600	174.00	267.82	12.56
		3	15.10	38.400	179.00	214.53	5.33
27/10/05 11/11/05	14	1	15.10	52.800	179.00	294.97	290.85
		2	15.00	51.200	177.00	289.27	2.27
		3	14.90	50.000	174.00	287.36	0.78
05/11/05 03/12/05		1	15.00	58.300	177.00	329.38	337.75 22.33 6.61
		2	15.10	58.300	179.00	325.70	
		3	15.10	58.400	179.00	326.26	
		4	14.90	61.700	174.00	354.60	
		5	14.90	57.700	174.00	331.61	
		6	15.05	60.800	178.00	341.57	
		7	14.90	55.300	174.00	317.82	
		8	15.00	65.700	177.00	371.19	
		9	15.00	66.700	177.00	376.84	
08/11/05 06/12/05	28	10	15.00	52.800	177.00	298.31	337.75 22.33 6.61
		11	15.00	63.400	177.00	358.19	
		12	14.90	48.800	174.00	280.46	
		13	15.00	58.200	177.00	328.81	
		14	14.95	56.800	176.00	322.73	
		15	14.90	62.300	174.00	358.05	
		16	15.10	57.000	179.00	318.44	
		17	15.00	58.300	177.00	329.38	
		18	15.00	61.300	177.00	346.33	
		19	15.10	66.200	179.00	369.83	
		20	15.00	55.500	177.00	313.56	
09/11/05 07/12/05		21	15.00	52.400	177.00	296.05	337.75 22.33 6.61
		22	14.90	61.100	174.00	351.15	
		23	15.00	61.600	177.00	348.02	
		24	15.00	57.700	177.00	325.99	
		25	15.10	65.500	179.00	365.92	
		26	15.00	58.800	177.00	332.20	
		27	15.10	63.600	179.00	355.31	
		28	14.90	59.100	174.00	339.66	
		29	15.00	65.500	177.00	370.06	
		30	15.00	63.492	177.00	358.71	

**Nota:**

f'cp : Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)  
S : Desviación Estandar (kg/cm<sup>2</sup>)  
C.V. : Coeficiente de Variación



### CUADRO N° RC-02

#### ENSAYO DE COMPRESIÓN

Norma: ASTM C-1231

Cemento : Portland Tipo I, Andino

Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)

a/c : 0.65

Asent : 3" - 4"

%arena : 48%

%piedra : 52%

#### DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL

Fecha: Obtención Rotura	Edad (días)	N° Probetas	Diámetro (cm.)	Carga Máxima (kg.)	Sección Normal a la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c S C.V.
21/11/05 28/11/05	7	1	14.90	35.700	174.00	205.17	203.31
		2	15.10	36.500	179.00	203.91	1.30
		3	15.10	35.400	179.00	197.77	0.64
28/10/05 12/11/05	14	1	15.00	42.500	177.00	240.11	243.33
		2	14.90	44.000	174.00	252.87	4.47
		3	14.90	40.700	174.00	233.91	1.84
10/11/05 09/12/05	28	1	14.90	46.500	174.00	267.24	288.47 25.29 8.77
		2	15.10	43.600	179.00	243.58	
		3	15.10	53.100	179.00	296.65	
		4	14.95	48.400	176.00	275.00	
		5	14.90	44.000	174.00	252.87	
		6	15.10	41.000	179.00	229.05	
		7	15.10	49.000	179.00	273.74	
		8	14.90	54.500	174.00	313.22	
		9	14.90	43.100	174.00	247.70	
		10	15.00	48.200	177.00	272.32	
		11	15.10	50.000	179.00	279.33	
		12	15.10	50.200	179.00	280.45	
		13	15.10	54.300	179.00	303.35	
		14	15.10	46.500	179.00	259.78	
15/11/05 13/12/05	28	15	14.90	58.100	174.00	333.91	288.47 25.29 8.77
		16	15.00	55.300	177.00	312.43	
		17	15.00	53.400	177.00	301.69	
		18	14.90	54.000	174.00	310.34	
		19	15.00	54.000	177.00	305.08	
		20	15.00	50.900	177.00	287.57	
		21	15.10	59.600	179.00	332.96	
		22	15.00	49.200	177.00	277.97	
		23	15.00	56.400	177.00	318.64	
		24	15.00	55.600	177.00	314.12	
		25	15.10	50.600	179.00	282.68	
		26	15.00	52.700	177.00	297.74	
18/11/05 16/12/05	28	27	14.90	56.500	174.00	324.71	288.47 25.29 8.77
		28	15.00	55.100	177.00	311.30	
		29	15.00	48.900	177.00	276.27	
		30	14.90	54.800	174.00	314.94	

Nota:

- f'cp : Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)
- S : Desviación Estandar (kg/cm<sup>2</sup>)
- C.V. : Coeficiente de Variación





### CUADRO N° RC-03

#### ENSAYO DE COMPRESIÓN

Norma: ASTM C-1231

Cemento : Portland Tipo I, Andino

Cantera : Arena y Piedra (La Gloria)

a/c : 0 70

Asent : 3" - 4"

%arena : 48%

%piedra : 52%

#### DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL

Fecha: Obtención Rotura	Edad (días)	N° Probetas	Diámetro (cm.)	Carga Máxima (kg.)	Sección Normal a la Carga (cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c S C.V.
02/11/05 09/11/05	7	1	15 10	34 500	179 00	192 74	193 12
		2	15 00	34 200	177 00	193 22	1 15
		3	14 80	33 300	172 00	193 60	0.60
22/11/05 06/12/05	14	1	15 00	40 300	177 00	227 68	236 36
		2	15 10	44 200	179 00	246 93	4.54
		3	15 00	41 100	177 00	232 20	1.92
02/11/05 30/11/05	28	1	15 10	47 200	179 00	263 69	264.19 25.46 9.64
		2	14 90	46 200	174 00	265 52	
		3	14 90	43 400	174 00	249 43	
		4	15 00	49 400	177 00	279 10	
		5	15 00	46 800	177 00	264 41	
		6	14 80	40 300	172 00	234 30	
		7	15 00	57 900	177 00	327 12	
		8	14 90	39 000	174 00	224 14	
		9	15 05	55 300	178 00	310 67	
		10	14 95	41 300	176 00	234 66	
		11	14 90	45 800	174 00	263 22	
		12	15 00	40 000	177 00	225 99	
04/11/05 02/12/05	28	13	14 95	50 200	176 00	285 23	264.19 25.46 9.64
		14	15 10	42 300	179 00	236 31	
		15	15 00	44 200	177 00	249 72	
		16	15 05	48 400	178 00	271 91	
		17	15 00	45 800	177 00	258 76	
		18	14 95	49 700	176 00	282 39	
		19	15 00	40 800	177 00	230 51	
		20	15 00	48 900	177 00	276 27	
		21	15 10	49 300	179 00	275 42	
		22	15 05	42 100	178 00	236 52	
		23	15 00	47 900	177 00	270 62	
		22/11/05 20/12/05	28	24	14 90	45 500	
25	15 00			49 300	177 00	278 53	
26	15 00			46 400	177 00	262 15	
27	14 90			54 600	174 00	313 79	
28	15 00			45 800	177 00	258 76	
29	15 10			43 700	179 00	244 13	
		30	15 00	41 900	177 00	236 72	

Nota:

f'cp : Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)  
S : Desviación Estandar (kg/cm<sup>2</sup>)  
C.V. : Coeficiente de Variación



**CUADRO N° RA1-01**

**CÁLCULO DE MEDIA, DESVIACIÓN ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN**

a/c : 0.60

Asent : 3" - 4"

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA					
N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	269.66	11	305.03	21	314.61
2	288.20	12	306.78	22	316.20
3	291.48	13	307.34	23	318.64
4	291.38	14	311.30	24	325.99
5	292.82	15	311.86	25	326.44
6	297.13	16	311.86	26	329.94
7	298.32	17	311.80	27	329.94
8	299.44	18	313.22	28	332.20
9	300.00	19	313.41	29	343.10
10	304.60	20	313.64	30	349.72

**Cálculos:**

K= 6  
R= 80.06  
C= 13.34

Intervalo		Frecuencia Absoluta f <sub>i</sub>	Marca de Clase m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> (m <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
Límite Inferior l <sub>i</sub>	Límite Superior l <sub>i+1</sub>				
269.66	283.00	1	276.33	276.33	76,358.27
283.00	296.35	4	289.67	1,158.68	335,634.84
296.35	309.69	8	303.02	2,424.16	734,568.96
309.69	323.03	10	316.36	3,163.60	1,000,836.50
323.03	336.38	5	329.70	1,648.50	543,510.45
336.38	349.72	2	343.05	686.10	235,366.61
Σ		30		9357.37	2,926,275.62

$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n_i, (i=1...n)$        $f'_{cp} = 311.91 \text{ kg/cm}^2$

$S = \sqrt{\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2}, (i=1...n)$        $S = 15.96 \text{ kg/cm}^2$

$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$        $C.V. = 5.12$

$R = f'_{c_{máx}} - f'_{c_{mín}}$

$C = R / K$

$C.V. = S / f'_{cp}$

**Donde:**

- |        |                              |        |                         |
|--------|------------------------------|--------|-------------------------|
| f'cp : | Resistencia Compresión Prom. | R :    | Rango o Amplitud        |
| f'c :  | Resistencia a la Compresión  | C :    | Amplitud de Clase       |
| S :    | Desviación Estandar          | C.V. : | Coficiente de Variación |
| K :    | Número de Intervalos         | n :    | Número de Probetas      |



**CUADRO N° RA1-02**

**CÁLCULO DE MEDIA, DESVIACIÓN ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN**

a/c : 0.65

Asent : 3" - 4"

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA					
N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	222.99	11	251.96	21	274.03
2	224.86	12	255.37	22	274.43
3	227.12	13	255.62	23	275.98
4	241.81	14	256.50	24	276.84
5	243.02	15	259.32	25	277.40
6	244.83	16	259.55	26	279.55
7	245.20	17	264.37	27	282.76
8	246.37	18	265.92	28	287.93
9	248.59	19	269.27	29	293.30
10	251.40	20	272.32	30	298.85

**Cálculos:**

K= 6  
R= 75.86  
C= 12.64

Intervalo		Frecuencia Absoluta f <sub>i</sub>	Marca de Clase m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> (m <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
Límite Inferior l <sub>i</sub>	Límite Superior l <sub>i+1</sub>				
222.99	235.63	3	229.31	687.93	157,749.23
235.63	248.28	5	241.95	1,209.75	292,699.01
248.28	260.92	8	254.60	2,036.80	518,569.28
260.92	273.56	4	267.24	1,068.96	285,668.87
273.56	286.21	7	279.88	1,959.16	548,329.70
286.21	298.85	3	292.53	877.59	256,721.40
Σ		30		7,840.19	2,059,737.49

$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n_i, (i=1 \dots n)$        $f'_{cp} = 261.34 \text{ kg/cm}^2$

$S = \sqrt{\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2}, (i=1 \dots n)$        $S = 18.96 \text{ kg/cm}^2$

$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$        $C.V. = 7.26$

$R = f'_{c_{\text{máx}}} - f'_{c_{\text{mín}}}$

$C = R / K$

$C.V. = S / f'_{cp}$

**Donde:**

- |      |                                |      |                            |
|------|--------------------------------|------|----------------------------|
| f'cp | : Resistencia Compresión Prom. | R    | : Rango o Amplitud         |
| f'c  | : Resistencia a la Compresión  | C    | : Amplitud de Clase        |
| S    | : Desviación Estandar          | C.V. | : Coeficiente de Variación |
| K    | : Número de Intervalos         | n    | : Número de Probetas       |



## CUADRO N° RA1-03

## CÁLCULO DE MEDIA, DESVIACIÓN ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN

a/c : 0.70

Asent : 3" - 4"

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA					
N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	179.66	11	233.90	21	263.79
2	193.30	12	234.08	22	274.71
3	194.35	13	236.36	23	276.97
4	203.39	14	237.85	24	279.31
5	217.24	15	239.08	25	281.92
6	220.90	16	242.53	26	282.58
7	225.58	17	245.25	27	287.36
8	226.26	18	245.81	28	288.14
9	228.81	19	258.76	29	289.33
10	232.02	20	258.99	30	291.95

## Cálculos:

K= 6  
R= 112.29  
C= 18.72

Intervalo		Frecuencia Absoluta f <sub>i</sub>	Marca de Clase m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> (m <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
Límite Inferior l <sub>i</sub>	Límite Superior l <sub>i+1</sub>				
179.66	198.38	3	189.02	567.06	107,185.68
198.38	217.09	1	207.73	207.73	43,151.75
217.09	235.81	8	226.45	1,811.60	410,236.82
235.81	254.52	6	245.16	1,470.96	360,620.55
254.52	273.24	3	263.88	791.64	208,897.96
273.24	291.95	9	282.59	2,543.31	718,713.97
Σ		30		7,392.30	1,848,806.74

$$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n_i, (i=1 \dots n)$$

$$f'_{cp} = 246.41 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2}, (i=1 \dots n)$$

$$S = 30.15 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$$

$$C.V. = 12.24$$

$$R = f'_{c_{\text{máx}}} - f'_{c_{\text{mín}}}$$

$$C = R / K$$

$$C.V. = S / f'_{cp}$$

## Donde:

f'cp : Resistencia Compresión Prom.  
f'c : Resistencia a la Compresión  
S : Desviación Estandar  
K : Número de Intervalos

R : Rango o Amplitud  
C : Amplitud de Clase  
C.V. : Coeficiente de Variación  
n : Número de Probetas



**CUADRO N° RC1-01**

**CÁLCULO DE MEDIA, DESVIACIÓN ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN**

a/c : 0.60

Asent : 3" - 4"

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL					
N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	280.46	11	328.81	21	354.60
2	296.05	12	329.38	22	355.31
3	298.31	13	329.38	23	358.05
4	313.56	14	331.61	24	358.19
5	317.82	15	332.20	25	358.71
6	318.44	16	339.66	26	365.92
7	322.73	17	341.57	27	369.83
8	325.70	18	346.33	28	370.06
9	325.99	19	348.02	29	371.19
10	326.26	20	351.15	30	376.84

Cálculos:

K= 6  
R= 96.38  
C= 16.06

Intervalo		Frecuencia Absoluta f <sub>i</sub>	Marca de Clase m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> (m <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
Límite Inferior l <sub>i</sub>	Límite Superior l <sub>i+1</sub>				
280.46	296.52	2	288.49	576.98	166,452.96
296.52	312.59	1	304.55	304.55	92,750.70
312.59	328.65	8	320.62	2,564.96	822,377.48
328.65	344.71	6	336.68	2,020.08	680,120.53
344.71	360.78	8	352.74	2,821.92	995,404.06
360.78	376.84	5	368.81	1,844.05	680,104.08
Σ		30		10,132.54	3,437,209.81

$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n_i, (i=1 \dots n)$        $f'_{cp} = 337.75 \text{ kg/cm}^2$

$S = \sqrt{(\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2), (i=1 \dots n)}$        $S = 22.33 \text{ kg/cm}^2$

$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$        $C.V. = 6.61$

$R = f'_{c_{máx}} - f'_{c_{mín}}$

$C = R / K$

$C.V. = S / f'_{cp}$

Donde:

- |        |                              |        |                         |
|--------|------------------------------|--------|-------------------------|
| f'cp : | Resistencia Compresión Prom. | R :    | Rango o Amplitud        |
| f'c :  | Resistencia a la Compresión  | C :    | Amplitud de Clase       |
| S :    | Desviación Estandar          | C.V. : | Coficiente de Variación |
| K :    | Número de Intervalos         | n :    | Número de Probetas      |



**CUADRO N° RC1-02**

**CÁLCULO DE MEDIA, DESVIACIÓN ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN**

a/c : 0.65

Asent : 3" - 4"

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL					
N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	229.05	11	277.97	21	310.34
2	243.58	12	279.33	22	311.30
3	247.70	13	280.45	23	312.43
4	252.87	14	282.68	24	313.22
5	259.78	15	287.57	25	314.12
6	267.24	16	296.65	26	314.94
7	272.32	17	297.74	27	318.64
8	273.74	18	301.69	28	324.71
9	275.00	19	303.35	29	332.96
10	276.27	20	305.08	30	333.91

Cálculos:

K= 6  
R= 104.86  
C= 17.48

Intervalo		Frecuencia Absoluta f <sub>i</sub>	Marca de Clase m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> (m <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
Límite Inferior l <sub>i</sub>	Límite Superior l <sub>i+1</sub>				
229.05	246.53	2	237.79	475.58	113088.17
246.53	264.00	3	255.27	765.81	195488.32
264.00	281.48	8	272.74	2,181.92	595096.86
281.48	298.96	4	290.22	1,160.88	336910.59
298.96	316.43	9	307.70	2,769.30	852113.61
316.43	333.91	4	325.17	1,300.68	422942.12
Σ		30		8654.17	2515639.667

$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n_i, (i=1 \dots n)$        $f'_{cp} = 288.47 \text{ kg/cm}^2$

$S = \sqrt{(\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}^2), (i=1 \dots n)}$        $S = 25.29 \text{ kg/cm}^2$

$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$        $C.V. = 8.77$

$R = f'_{c_{máx}} - f'_{c_{mín}}$

$C = R / K$

$C.V. = S / f'_{cp}$

Donde:

- f'cp : Resistencia Compresión Prom.      R : Rango o Amplitud
- f'c : Resistencia a la Compresión      C : Amplitud de Clase
- S : Desviación Estandar      C.V. : Coeficiente de Variación
- K : Número de Intervalos      n : Número de Probetas





**CUADRO N° RC1-03**

**CÁLCULO DE MEDIA, DESVIACIÓN ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN**

a/c : 0.70

Asent : 3" - 4"

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL					
N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Probetas	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	224.14	11	249.72	21	271.91
2	225.99	12	258.76	22	275.42
3	230.51	13	258.76	23	276.27
4	234.30	14	261.49	24	278.53
5	234.66	15	262.15	25	279.10
6	236.31	16	263.22	26	282.39
7	236.72	17	264.41	27	285.23
8	236.52	18	265.52	28	310.67
9	244.13	19	263.69	29	313.79
10	249.43	20	270.62	30	327.12

**Cálculos:**

K= 6  
R= 102.98  
C= 17.16

Intervalo		Frecuencia Absoluta	Marca de Clase	f <sub>i</sub> m <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> (m <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
Límite Inferior	Límite Superior	f <sub>i</sub>	m <sub>i</sub>		
<i>l<sub>i</sub></i>	<i>l<sub>i+1</sub></i>				
224.14	241.30	8	232.72	1861.76	433268.79
241.30	258.47	3	249.88	749.64	187320.04
258.47	275.63	11	267.05	2937.55	784472.73
275.63	292.79	5	284.21	1421.05	403876.62
292.79	309.96	0	301.37	0.00	0.00
309.96	327.12	3	318.54	955.62	304403.19
	Σ	30		7925.62	2113341.373

$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n_i, (i=1 \dots n)$        $f'_{cp} = 264.19 \text{ kg/cm}^2$

$S = \sqrt{\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2}, (i=1 \dots n)$        $S = 25.46 \text{ kg/cm}^2$

$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$        $C.V. = 9.64$

$R = f'_{c_{máx}} - f'_{c_{mín}}$

$C = R / K$

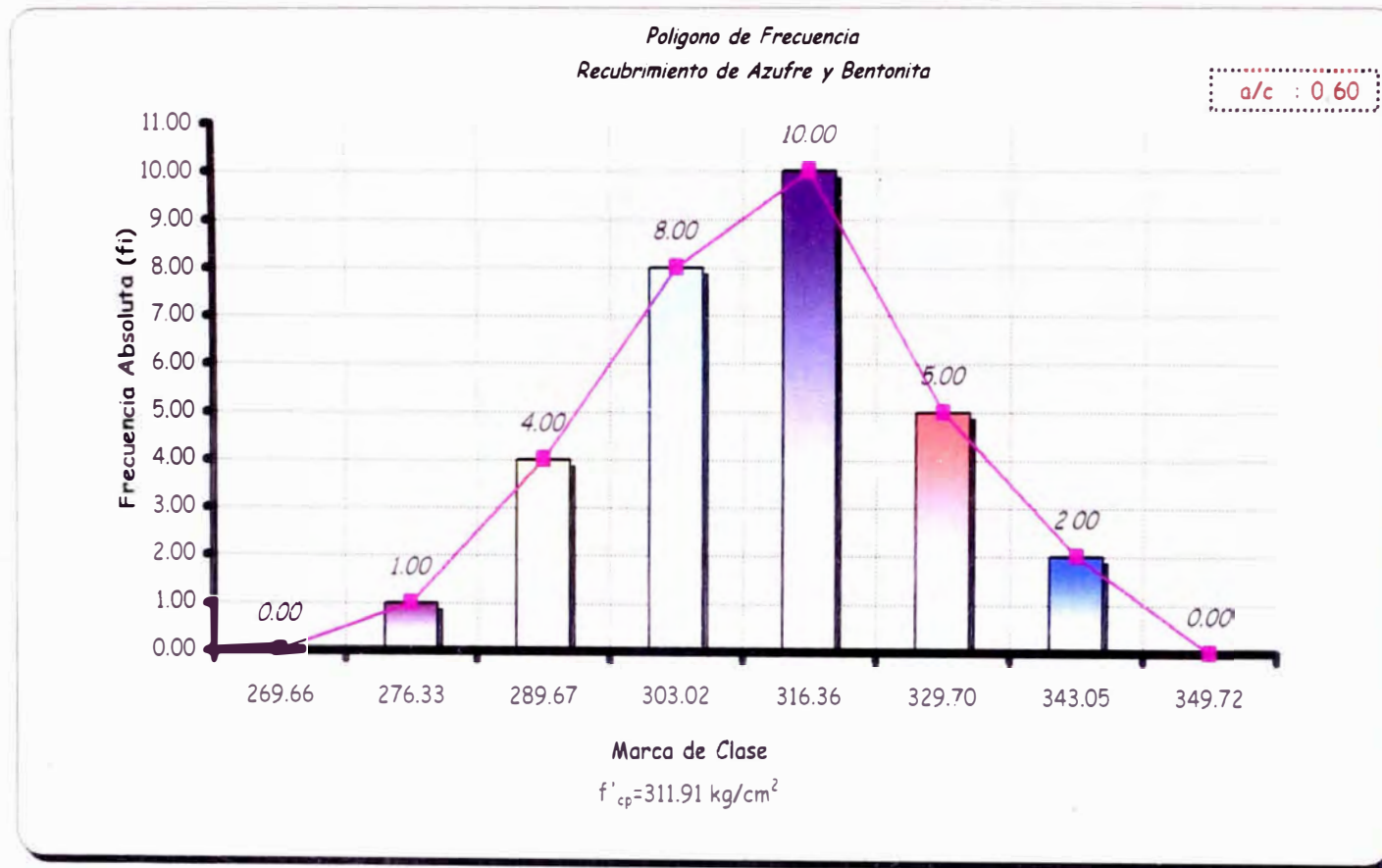
$C.V. = S / f'_{cp}$

**Donde:**

- |        |                              |        |                         |
|--------|------------------------------|--------|-------------------------|
| f'cp : | Resistencia Compresión Prom. | R :    | Rango o Amplitud        |
| f'c :  | Resistencia a la Compresión  | C :    | Amplitud de Clase       |
| S :    | Desviación Estandar          | C.V. : | Coficiente de Variación |
| K :    | Número de Intervalos         | n :    | Número de Probetas      |

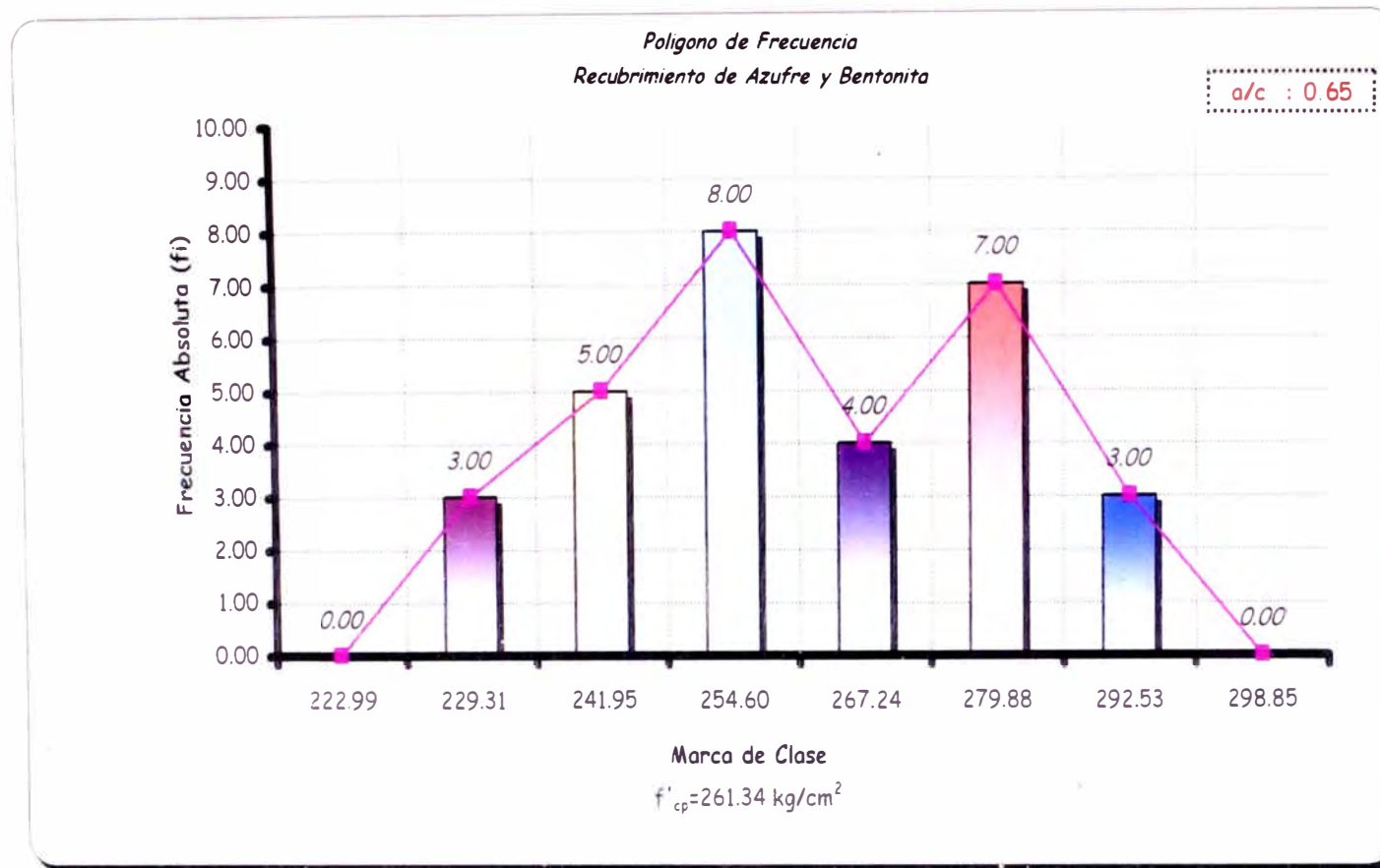


GRÁFICA N° RA-01



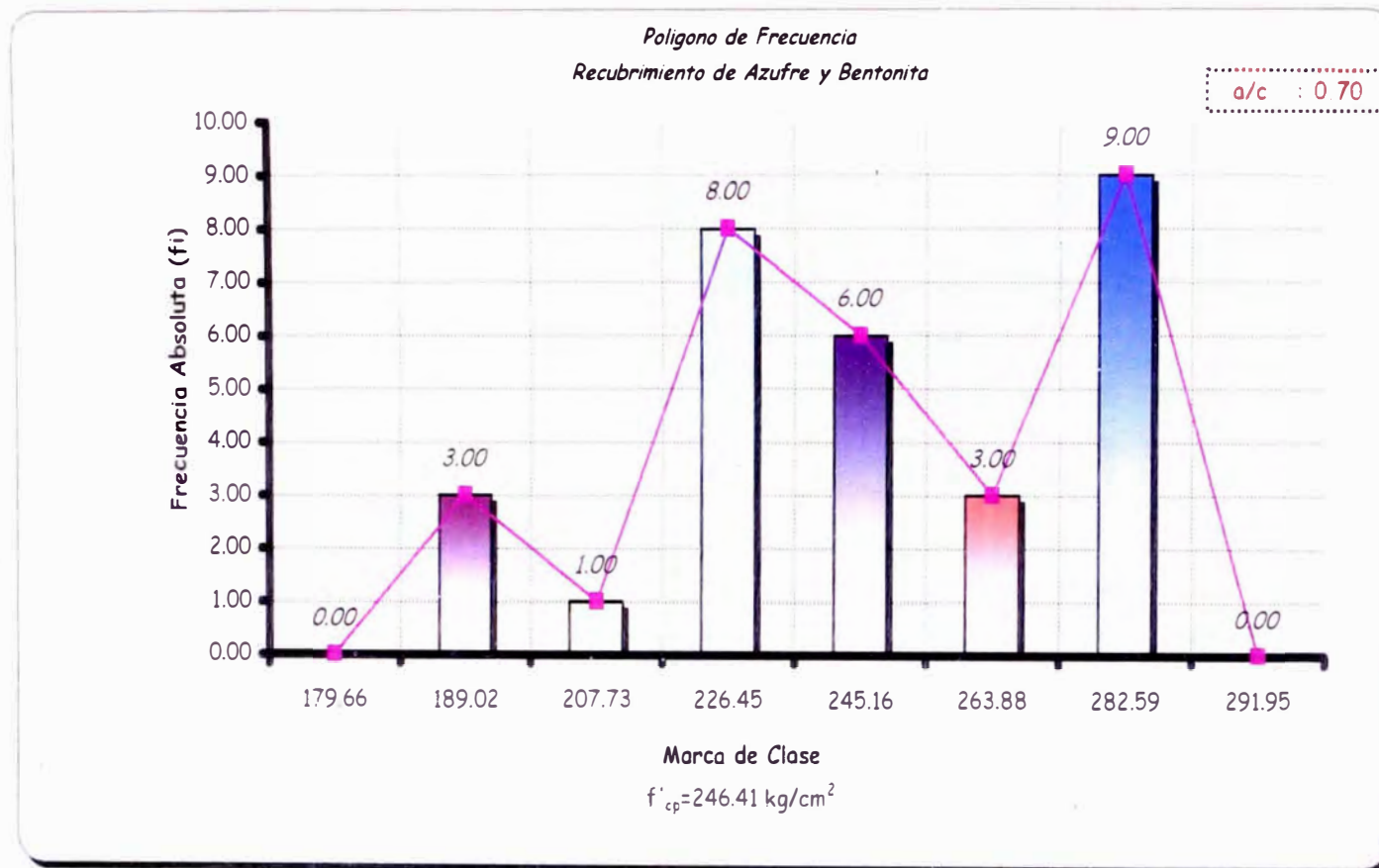


GRÁFICA N° RA-02

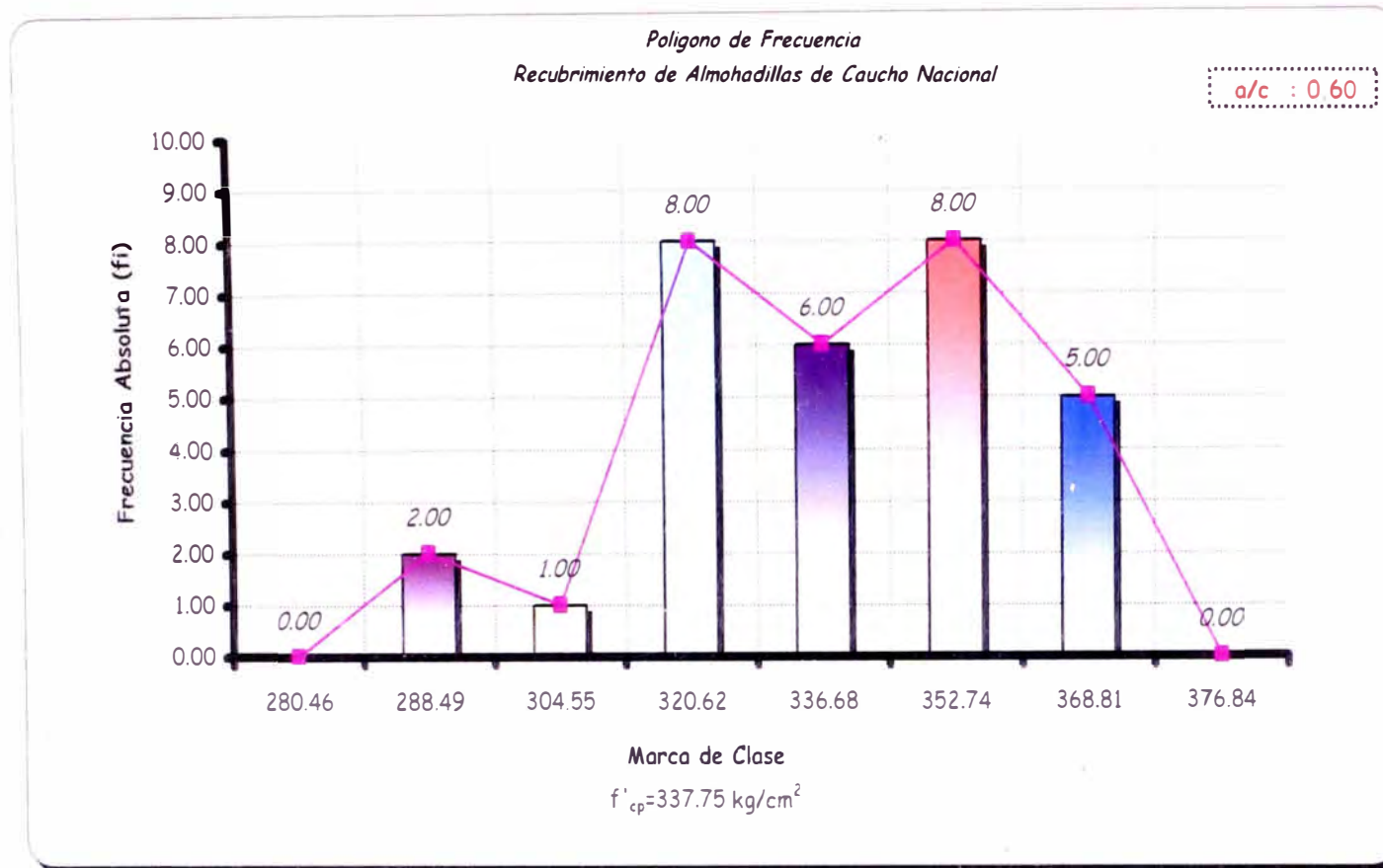




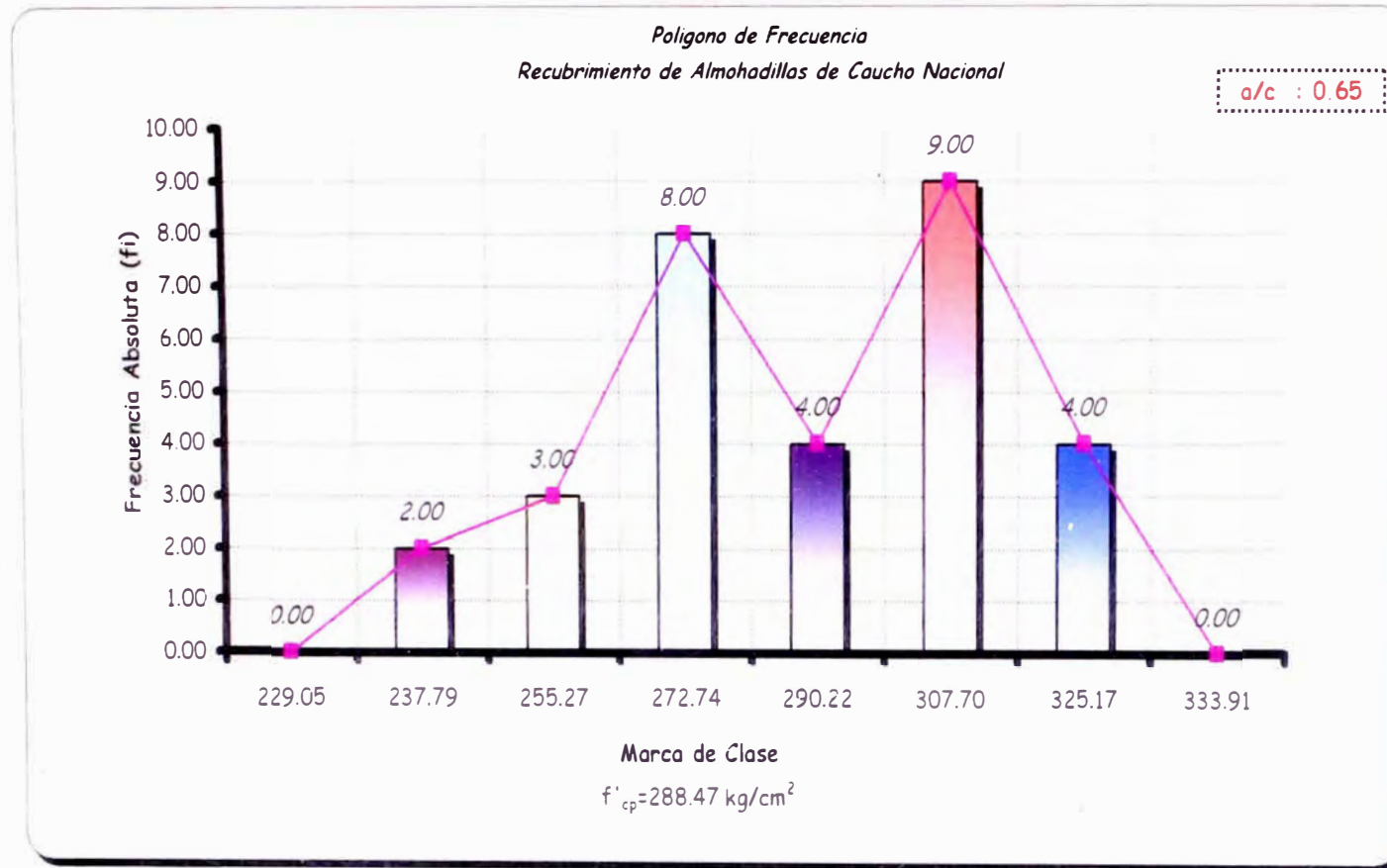
GRÁFICA N° RA-03



GRÁFICA N° RC-01

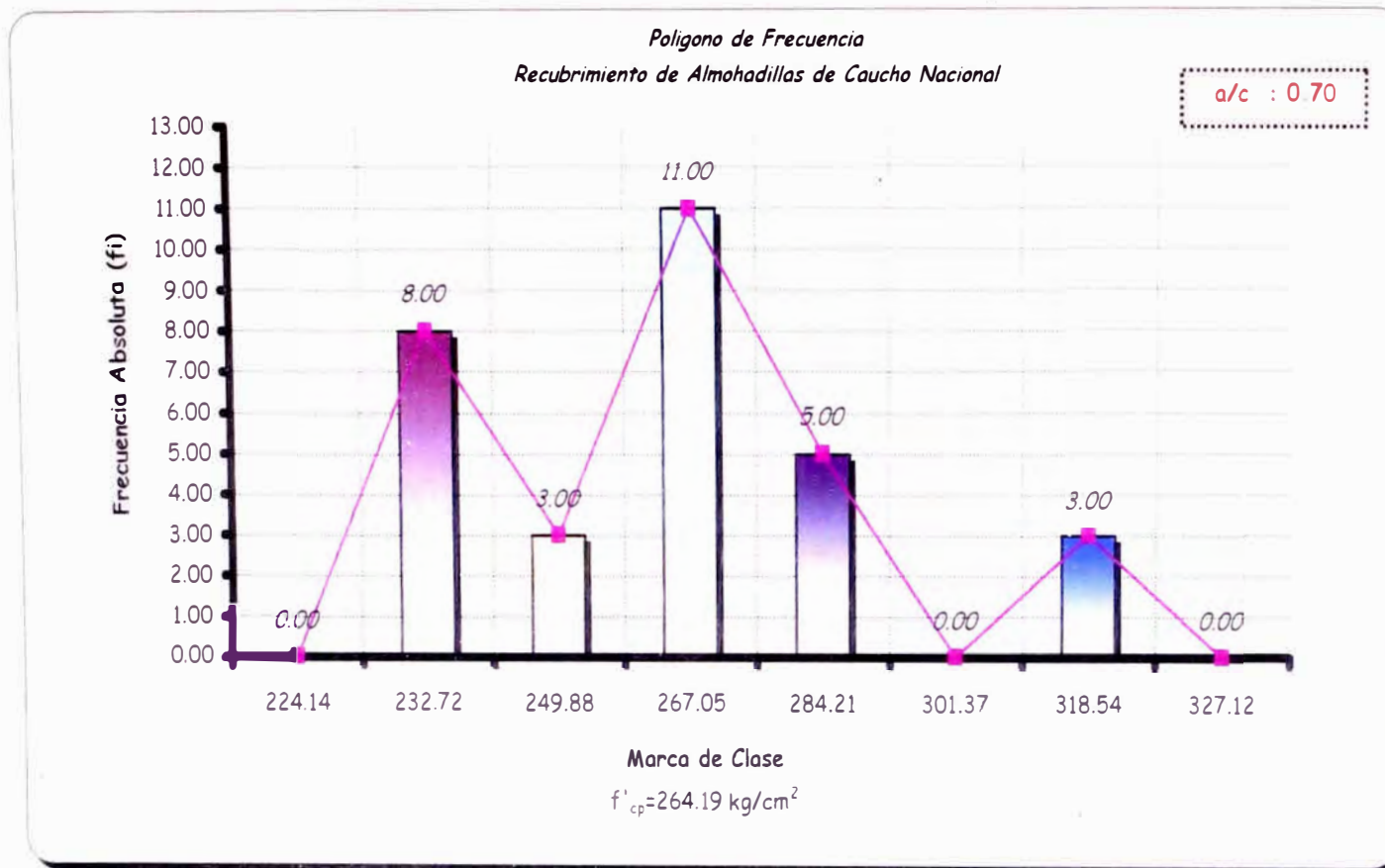


GRÁFICA N° RC-02





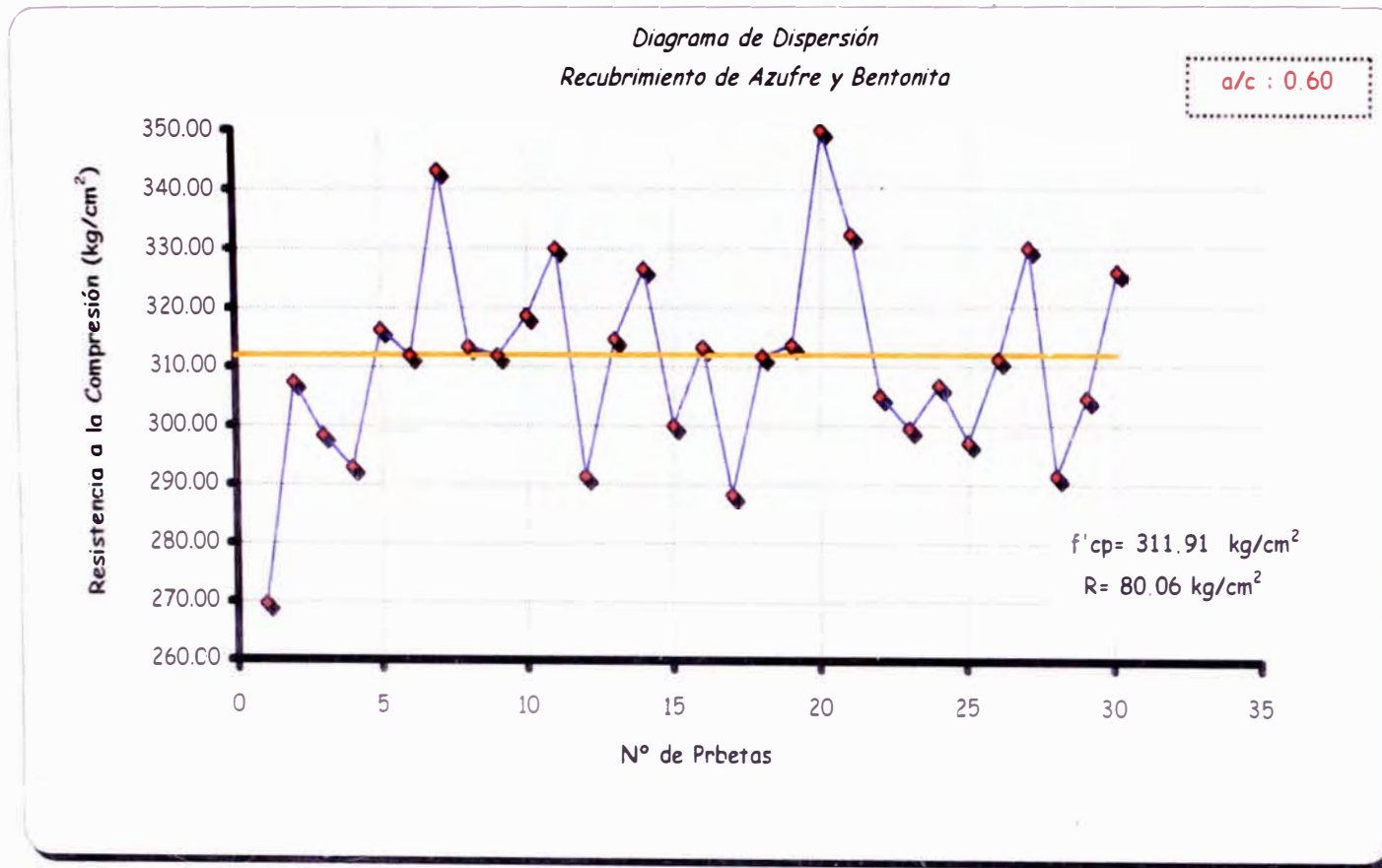
### GRÁFICA N° RC-03





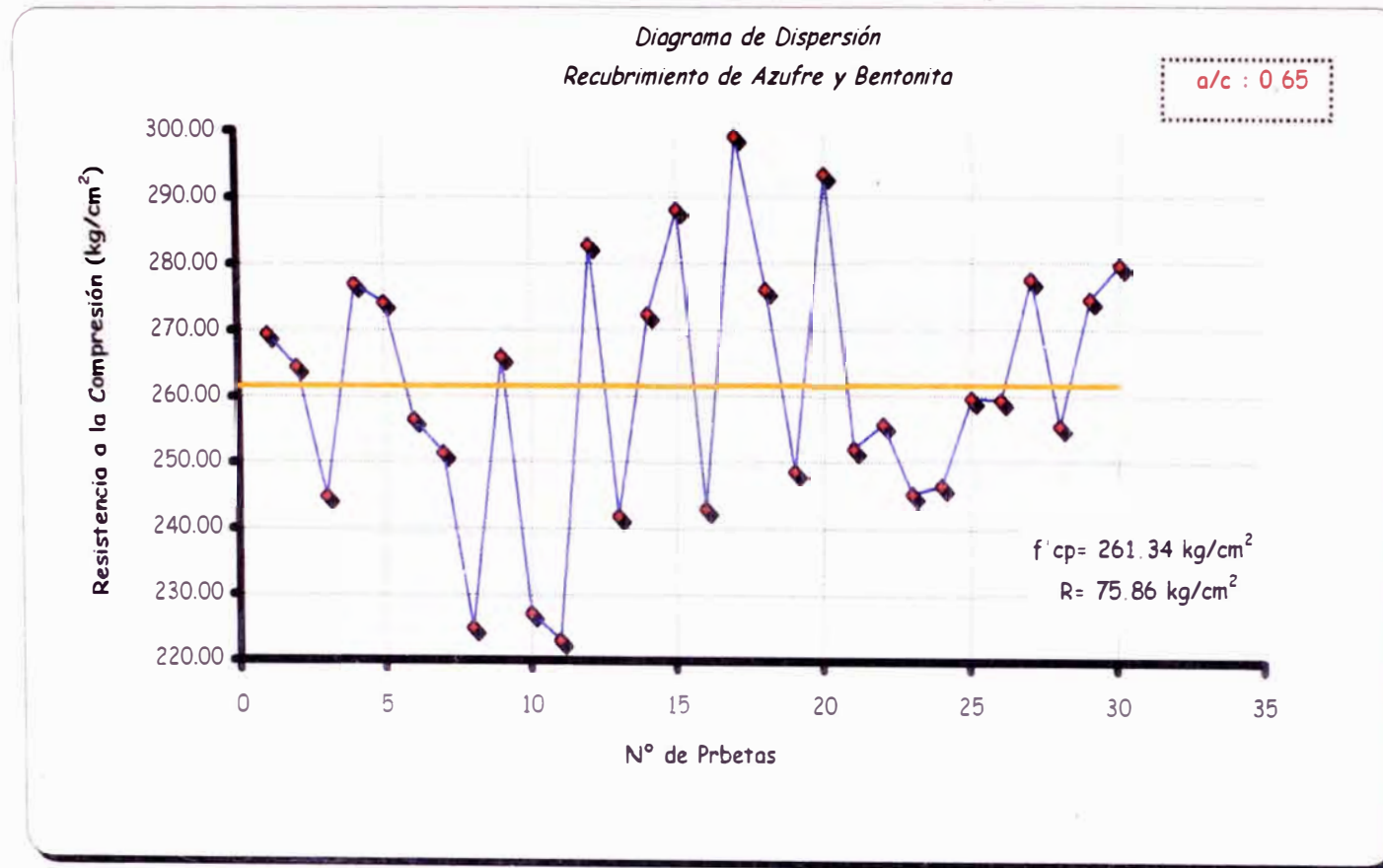


GRÁFICA N° RA1-01

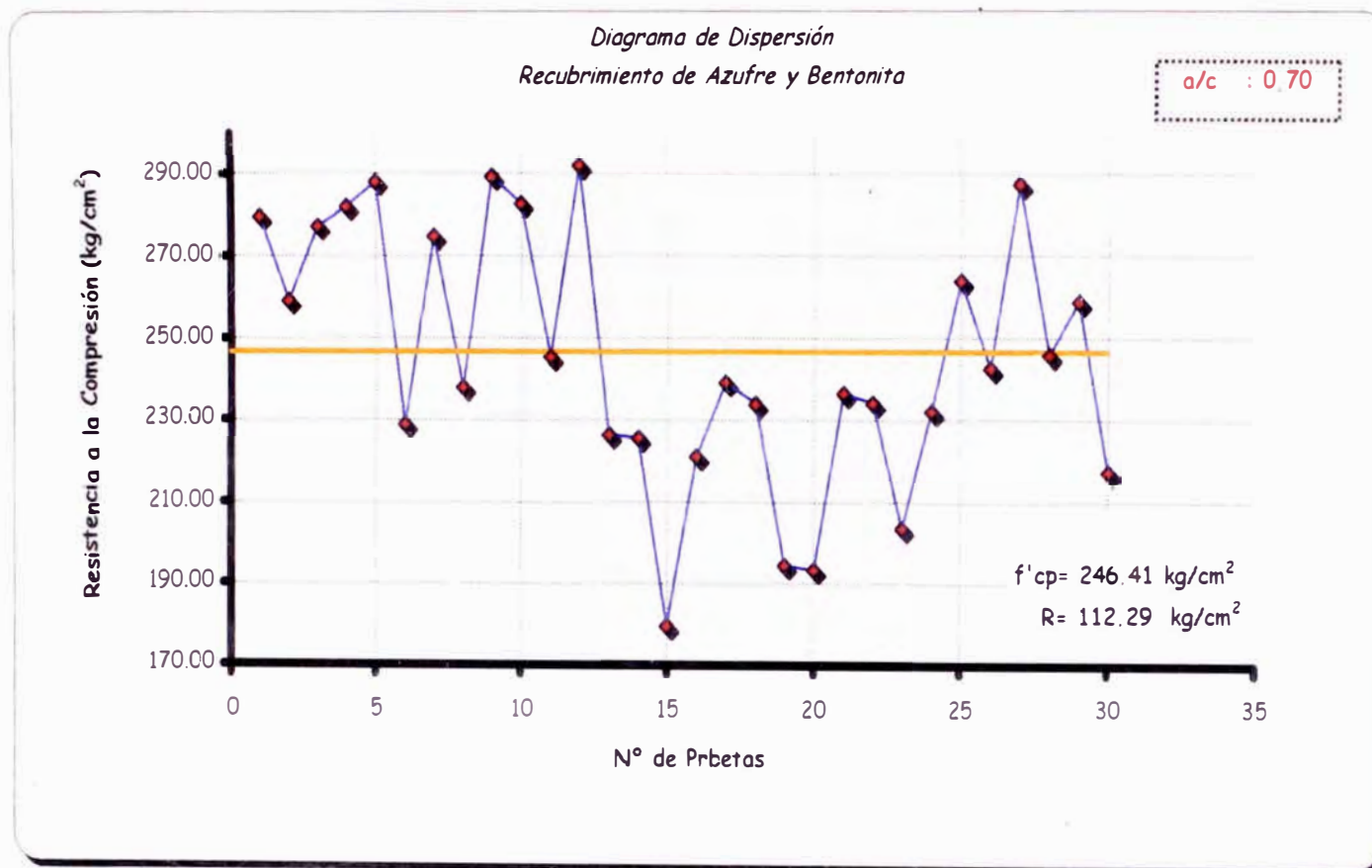




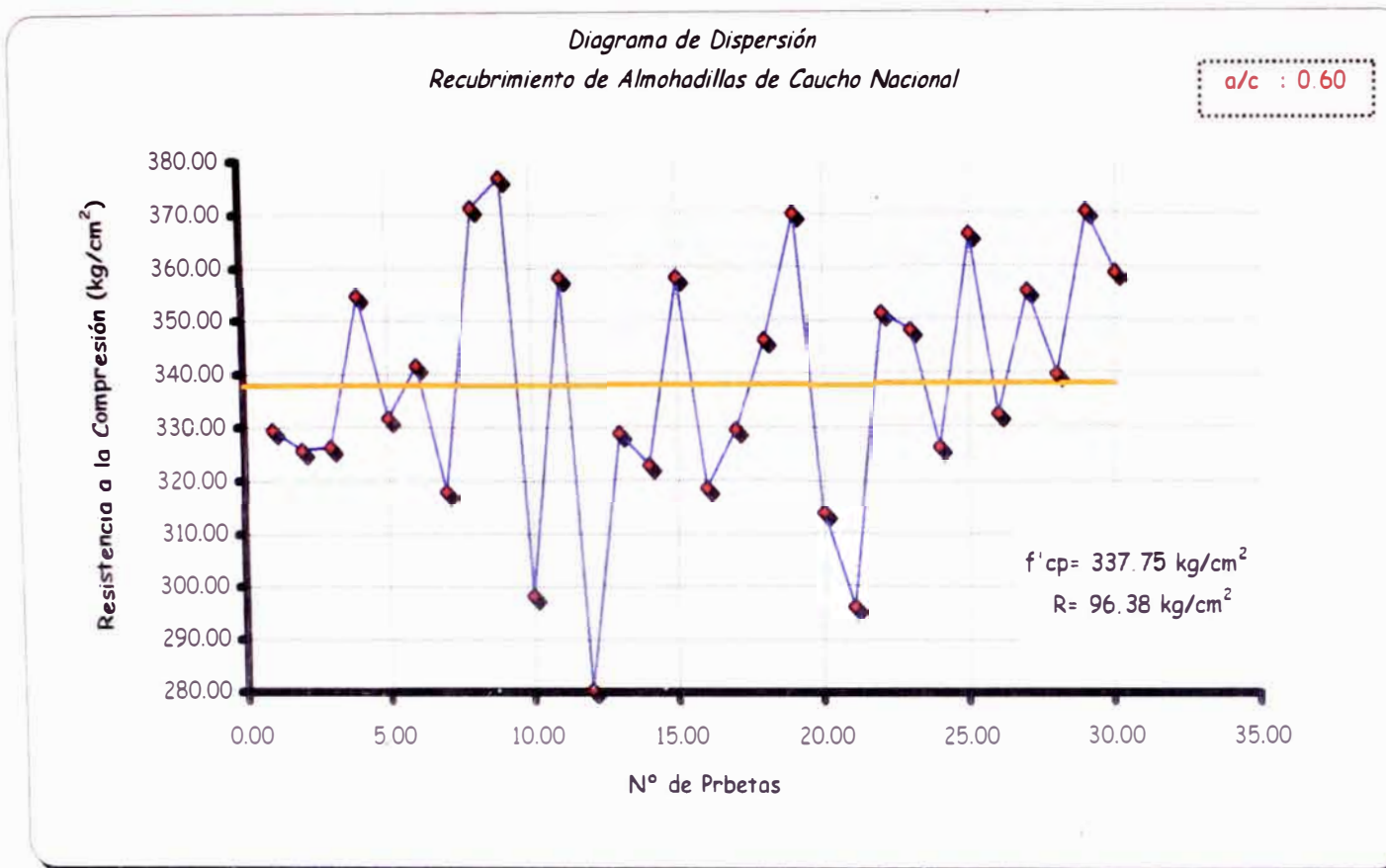
GRÁFICA N° RA1-02



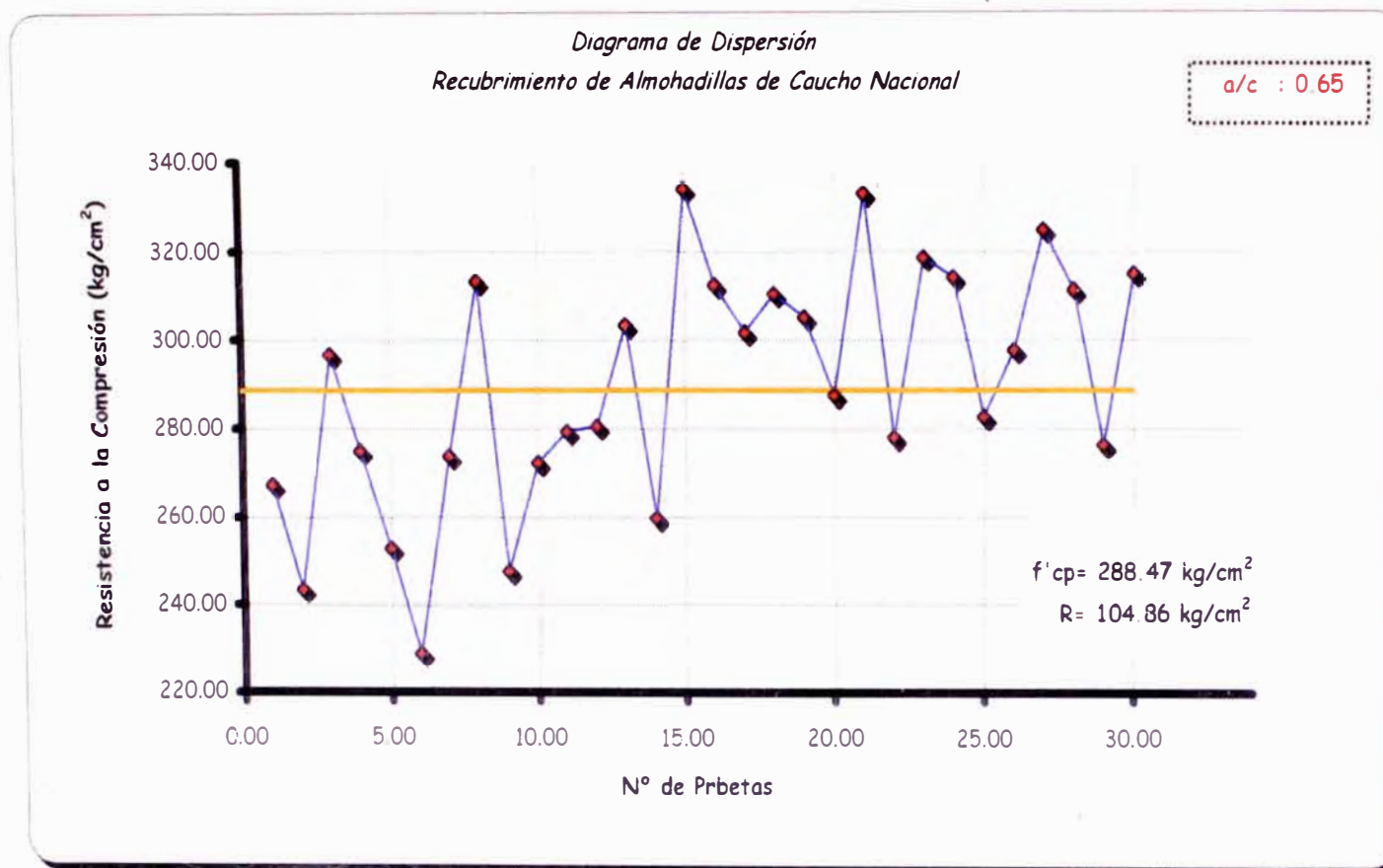
GRÁFICA N° RA1-03



GRÁFICA N° RC1-01

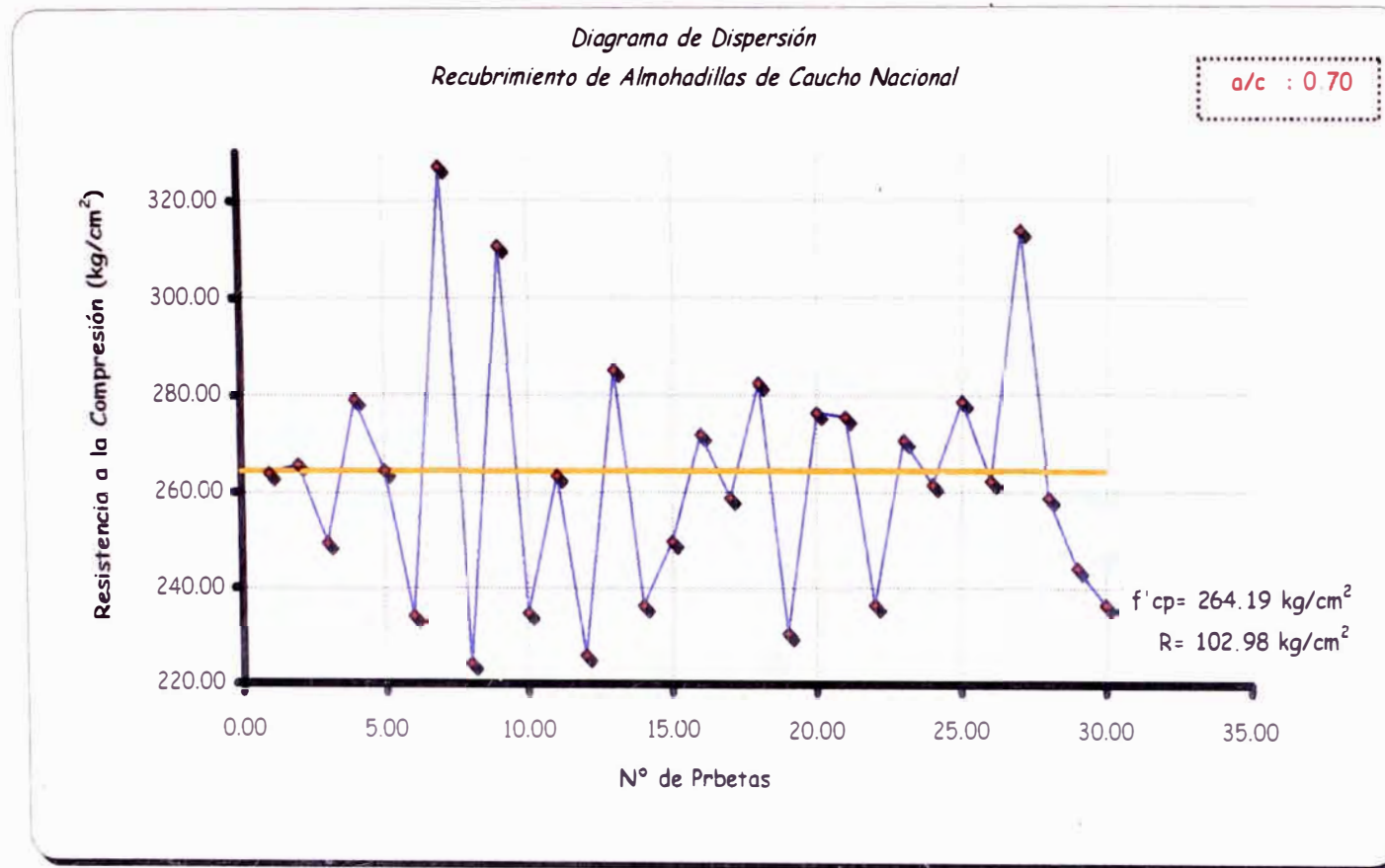


### GRÁFICA N° RC1-02





### GRÁFICA N° RC1-03







### CUADRO MEA-01

#### ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	298.31	D <sub>1</sub>	5.00E-05
Díámetro (cm)	15.00	E2=0.40xf'c (kg/cm <sup>2</sup> )	119.32	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	226.396.12
Área (cm <sup>2</sup> )	177	D <sub>2</sub>	5.04E-04	a/c	0.60
Carga máx (kg)	52.800	E1 (kg/cm <sup>2</sup> )	16.55		

RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.30	0.13	0.000013	0.000033	0.000033	0.000033
4000	22.60	0.32	0.000032	0.000081	0.000081	0.000081
6000	33.90	0.55	0.000055	0.000140	0.000140	0.000140
8000	45.20	0.65	0.000065	0.000165	0.000165	0.000165
10000	56.50	0.85	0.000085	0.000216	0.000216	0.000216
12000	67.80	1.05	0.000105	0.000267	0.000267	0.000267
14000	79.10	1.30	0.000130	0.000330	0.000330	0.000330
16000	90.40	1.50	0.000150	0.000381	0.000381	0.000381
18000	101.69	1.74	0.000174	0.000442	0.000442	0.000442
20000	112.99	1.90	0.000190	0.000483	0.000483	0.000483
22000	124.29	2.05	0.000205	0.000521	0.000521	0.000521
24000	135.59	2.20	0.000220	0.000559	0.000559	0.000559
26000	146.89	2.60	0.000260	0.000660	0.000660	0.000660
28000	158.19	2.80	0.000280	0.000711	0.000711	0.000711
30000	169.49	3.10	0.000310	0.000787	0.000787	0.000787
32000	180.79	3.50	0.000350	0.000889	0.000889	0.000889
34000	192.09	3.80	0.000380	0.000965	0.000965	0.000965
36000	203.39	4.15	0.000415	0.001054	0.001054	0.001054
38000	214.69	4.50	0.000450	0.001143	0.001143	0.001143
40000	225.99	4.70	0.000470	0.001194	0.001194	0.001194
42000	237.29	4.90	0.000490	0.001245	0.001245	0.001245
44000	248.59	5.35	0.000535	0.001359	0.001359	0.001359
46000	259.89	5.65	0.000565	0.001435	0.001435	0.001435
48000	271.19	5.85	0.000585	0.001486	0.001486	0.001486
50000	282.49	6.35	0.000635	0.001613	0.001613	0.001613
52000	293.79	6.60	0.000660	0.001676	0.001676	0.001676

## CUADRO N° MEA-03

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	263.22	D <sub>1</sub>	5.00E-05
Díametro (cm)	14.90	E2=0.40x $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	105.29	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	214,019.90
Área (cm <sup>2</sup> )	174	D <sub>2</sub>	4.65E-04	a/c	0.65
Carga máx (kg)	45,800	E1 (kg/cm <sup>2</sup> )	16.40		

## RECUBRIMIENTO DE ZUFRE Y BENTONITA

Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformimetro	Lectura		Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
			(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.49	0.12	0.000012	0.000030	0.000030	0.000030
4000	22.99	0.30	0.000030	0.000076	0.000076	0.000076
6000	34.48	0.55	0.000055	0.000140	0.000140	0.000140
8000	45.98	0.75	0.000075	0.000191	0.000191	0.000191
10000	57.47	0.95	0.000095	0.000241	0.000241	0.000241
12000	68.97	1.10	0.000110	0.000279	0.000279	0.000279
14000	80.46	1.35	0.000135	0.000343	0.000343	0.000343
16000	91.95	1.60	0.000160	0.000406	0.000406	0.000406
18000	103.45	1.80	0.000180	0.000457	0.000457	0.000457
20000	114.94	2.00	0.000200	0.000508	0.000508	0.000508
22000	126.44	2.10	0.000210	0.000533	0.000533	0.000533
24000	137.93	2.30	0.000230	0.000584	0.000584	0.000584
26000	149.43	2.50	0.000250	0.000635	0.000635	0.000635
28000	160.92	2.75	0.000275	0.000699	0.000699	0.000699
30000	172.41	3.00	0.000300	0.000762	0.000762	0.000762
32000	183.91	3.20	0.000320	0.000813	0.000813	0.000813
34000	195.40	3.40	0.000340	0.000864	0.000864	0.000864
36000	206.90	3.75	0.000375	0.000953	0.000953	0.000953
38000	218.39	4.00	0.000400	0.001016	0.001016	0.001016
40000	229.89	4.35	0.000435	0.001105	0.001105	0.001105
42000	241.38	4.65	0.000465	0.001181	0.001181	0.001181
44000	252.87	5.20	0.000520	0.001321	0.001321	0.001321





### CUADRO N° MEA-04

#### ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	253.67	$D_1$	5.00E-05
Díametro (cm)	15.00	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	101.47	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	216,632.88
Área (cm <sup>2</sup> )	177	$D_2$	4.56E-04	a/c	0.65
Carga máx (kg)	44,900	E1 (kg/cm <sup>2</sup> )	13.42		

RECUBRIMIENTO DE ZUFRE Y BENTONITA						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.30	0.15	0.000015	0.000038	0.000038	0.000038
4000	22.60	0.40	0.000040	0.000102	0.000102	0.000102
6000	33.90	0.55	0.000055	0.000140	0.000140	0.000140
8000	45.20	0.80	0.000080	0.000203	0.000203	0.000203
10000	56.50	0.95	0.000095	0.000241	0.000241	0.000241
12000	67.80	1.20	0.000120	0.000305	0.000305	0.000305
14000	79.10	1.40	0.000140	0.000356	0.000356	0.000356
16000	90.40	1.65	0.000165	0.000419	0.000419	0.000419
18000	101.69	1.80	0.000180	0.000457	0.000457	0.000457
20000	112.99	2.00	0.000200	0.000508	0.000508	0.000508
22000	124.29	2.20	0.000220	0.000559	0.000559	0.000559
24000	135.59	2.40	0.000240	0.000610	0.000610	0.000610
26000	146.89	2.65	0.000265	0.000673	0.000673	0.000673
28000	158.19	3.00	0.000300	0.000762	0.000762	0.000762
30000	169.49	3.30	0.000330	0.000838	0.000838	0.000838
32000	180.79	3.50	0.000350	0.000889	0.000889	0.000889
34000	192.09	3.70	0.000370	0.000940	0.000940	0.000940
36000	203.39	4.00	0.000400	0.001016	0.001016	0.001016
38000	214.69	4.30	0.000430	0.001092	0.001092	0.001092
40000	225.99	4.65	0.000465	0.001181	0.001181	0.001181
42000	237.29	5.00	0.000500	0.001270	0.001270	0.001270
44000	248.59	5.50	0.000550	0.001397	0.001397	0.001397



### CUADRO N° MEA-05

#### ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	248.88	$D_1$	5.00E-05
Dímetro (cm)	15.05	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	99.55	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	213.906.51
Área (cm <sup>2</sup> )	178	$D_2$	4.12E-04	a/c	0.70
Carga máx (kg)	44,300	$E1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	22.12		

RECUBRIMIENTO DE ZUFRE Y BENTONITA						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.24	0.10	0.000010	0.000025	0.000025	0.000025
4000	22.47	0.20	0.000020	0.000051	0.000051	0.000051
6000	33.71	0.40	0.000040	0.000102	0.000102	0.000102
8000	44.94	0.55	0.000055	0.000140	0.000140	0.000140
10000	56.18	0.70	0.000070	0.000178	0.000178	0.000178
12000	67.42	1.00	0.000100	0.000254	0.000254	0.000254
14000	78.65	1.20	0.000120	0.000305	0.000305	0.000305
16000	89.89	1.45	0.000145	0.000368	0.000368	0.000368
18000	101.12	1.65	0.000165	0.000419	0.000419	0.000419
20000	112.36	1.80	0.000180	0.000457	0.000457	0.000457
22000	123.60	2.00	0.000200	0.000508	0.000508	0.000508
24000	134.83	2.25	0.000225	0.000572	0.000572	0.000572
26000	146.07	2.40	0.000240	0.000610	0.000610	0.000610
28000	157.30	2.60	0.000260	0.000660	0.000660	0.000660
30000	168.54	2.95	0.000295	0.000749	0.000749	0.000749
32000	179.78	3.15	0.000315	0.000800	0.000800	0.000800
34000	191.01	3.50	0.000350	0.000889	0.000889	0.000889
36000	202.25	3.75	0.000375	0.000953	0.000953	0.000953
38000	213.48	4.00	0.000400	0.001016	0.001016	0.001016
40000	224.72	4.30	0.000430	0.001092	0.001092	0.001092
42000	235.96	4.75	0.000475	0.001207	0.001207	0.001207
44000	247.19	5.25	0.000525	0.001334	0.001334	0.001334



### CUADRO N° MEA-06

#### ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	246.89	D <sub>1</sub>	5.00E-05
Díámetro (cm)	15.00	E2=0.40xf'c (kg/cm <sup>2</sup> )	98.76	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	209,287.83
Área (cm <sup>2</sup> )	177	D <sub>2</sub>	4.15E-04	a/c	0.70
Carga máx (kg)	43,700	E1 (kg/cm <sup>2</sup> )	22.30		

RECUBRIMIENTO DE ZUFRE Y BENTONITA						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.30	0.08	0.000008	0.000020	0.000020	0.000020
4000	22.60	0.20	0.000020	0.000051	0.000051	0.000051
6000	33.90	0.35	0.000035	0.000089	0.000089	0.000089
8000	45.20	0.55	0.000055	0.000140	0.000140	0.000140
10000	56.50	0.85	0.000085	0.000216	0.000216	0.000216
12000	67.80	1.05	0.000105	0.000267	0.000267	0.000267
14000	79.10	1.20	0.000120	0.000305	0.000305	0.000305
16000	90.40	1.45	0.000145	0.000368	0.000368	0.000368
18000	101.69	1.70	0.000170	0.000432	0.000432	0.000432
20000	112.99	1.90	0.000190	0.000483	0.000483	0.000483
22000	124.29	2.05	0.000205	0.000521	0.000521	0.000521
24000	135.59	2.20	0.000220	0.000559	0.000559	0.000559
26000	146.89	2.45	0.000245	0.000622	0.000622	0.000622
28000	158.19	2.65	0.000265	0.000673	0.000673	0.000673
30000	169.49	3.00	0.000300	0.000762	0.000762	0.000762
32000	180.79	3.15	0.000315	0.000800	0.000800	0.000800
34000	192.09	3.45	0.000345	0.000876	0.000876	0.000876
36000	203.39	3.70	0.000370	0.000940	0.000940	0.000940
38000	214.69	3.95	0.000395	0.001003	0.001003	0.001003
40000	225.99	4.40	0.000440	0.001118	0.001118	0.001118
42000	237.29	5.10	0.000510	0.001295	0.001295	0.001295





### CUADRO N° MEC-01

#### ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	334.27	$D_1$	5.00E-05
Díametro (cm)	15.05	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	133.71	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	230,541.38
Área (cm <sup>2</sup> )	178	$D_2$	5.56E-04	a/c	0.60
Carga máx (kg)	59,500	$E1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	16.99		

RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.24	0.12	0.000012	0.000030	0.000030	0.000030
4000	22.47	0.27	0.000027	0.000069	0.000069	0.000069
6000	33.71	0.45	0.000045	0.000114	0.000114	0.000114
8000	44.94	0.60	0.000060	0.000152	0.000152	0.000152
10000	56.18	0.75	0.000075	0.000191	0.000191	0.000191
12000	67.42	0.95	0.000095	0.000241	0.000241	0.000241
14000	78.65	1.15	0.000115	0.000292	0.000292	0.000292
16000	89.89	1.40	0.000140	0.000356	0.000356	0.000356
18000	101.12	1.65	0.000165	0.000419	0.000419	0.000419
20000	112.36	1.85	0.000185	0.000470	0.000470	0.000470
22000	123.60	2.10	0.000210	0.000533	0.000533	0.000533
24000	134.83	2.20	0.000220	0.000559	0.000559	0.000559
26000	146.07	2.40	0.000240	0.000610	0.000610	0.000610
28000	157.30	2.75	0.000275	0.000699	0.000699	0.000699
30000	168.54	3.05	0.000305	0.000775	0.000775	0.000775
32000	179.78	3.25	0.000325	0.000826	0.000826	0.000826
34000	191.01	3.50	0.000350	0.000889	0.000889	0.000889
36000	202.25	3.80	0.000380	0.000965	0.000965	0.000965
38000	213.48	4.10	0.000410	0.001041	0.001041	0.001041
40000	224.72	4.40	0.000440	0.001118	0.001118	0.001118
42000	235.96	4.70	0.000470	0.001194	0.001194	0.001194
44000	247.19	5.05	0.000505	0.001283	0.001283	0.001283
46000	258.43	5.45	0.000545	0.001384	0.001384	0.001384
48000	269.66	5.85	0.000585	0.001486	0.001486	0.001486
50000	280.90	6.30	0.000630	0.001600	0.001600	0.001600
52000	292.13	6.60	0.000660	0.001676	0.001676	0.001676
54000	303.37	7.10	0.000710	0.001803	0.001803	0.001803
56000	314.61	8.20	0.000820	0.002083	0.002083	0.002083
58000	325.84	9.15	0.000915	0.002324	0.002324	0.002324



### CUADRO N° MEC-02

#### ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	333.52	D <sub>1</sub>	5.00E-05
Díámetro (cm)	14.95	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	133.41	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	233,957.69
Área (cm <sup>2</sup> )	176	D <sub>2</sub>	5.49E-04	a/c	0.60
Carga máx (kg)	58,700	E1 (kg/cm <sup>2</sup> )	16.69		

RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.36	0.15	0.000015	0.000038	0.000038	0.000038
4000	22.73	0.25	0.000025	0.000064	0.000064	0.000064
6000	34.09	0.35	0.000035	0.000089	0.000089	0.000089
8000	45.45	0.50	0.000050	0.000127	0.000127	0.000127
10000	56.82	0.80	0.000080	0.000203	0.000203	0.000203
12000	68.18	1.00	0.000100	0.000254	0.000254	0.000254
14000	79.55	1.20	0.000120	0.000305	0.000305	0.000305
16000	90.91	1.35	0.000135	0.000343	0.000343	0.000343
18000	102.27	1.65	0.000165	0.000419	0.000419	0.000419
20000	113.64	1.80	0.000180	0.000457	0.000457	0.000457
22000	125.00	2.05	0.000205	0.000521	0.000521	0.000521
24000	136.36	2.20	0.000220	0.000559	0.000559	0.000559
26000	147.73	2.45	0.000245	0.000622	0.000622	0.000622
28000	159.09	2.70	0.000270	0.000686	0.000686	0.000686
30000	170.45	2.90	0.000290	0.000737	0.000737	0.000737
32000	181.82	3.15	0.000315	0.000800	0.000800	0.000800
34000	193.18	3.40	0.000340	0.000864	0.000864	0.000864
36000	204.55	3.70	0.000370	0.000940	0.000940	0.000940
38000	215.91	4.05	0.000405	0.001029	0.001029	0.001029
40000	227.27	4.35	0.000435	0.001105	0.001105	0.001105
42000	238.64	4.65	0.000465	0.001181	0.001181	0.001181
44000	250.00	5.00	0.000500	0.001270	0.001270	0.001270
46000	261.36	5.35	0.000535	0.001359	0.001359	0.001359
48000	272.73	5.85	0.000585	0.001486	0.001486	0.001486
50000	284.09	6.20	0.000620	0.001575	0.001575	0.001575
52000	295.45	6.75	0.000675	0.001715	0.001715	0.001715
54000	306.82	7.10	0.000710	0.001803	0.001803	0.001803
56000	318.18	7.60	0.000760	0.001930	0.001930	0.001930
58000	329.55	8.50	0.000850	0.002159	0.002159	0.002159



CUADRO N° MEC-03

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	281.36	D <sub>1</sub>	5.00E-05
Díametro (cm)	15.00	E <sub>2</sub> =0.40x $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	112.54	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	229,999.54
Área (cm <sup>2</sup> )	177	D <sub>2</sub>	4.55E-04	a/c	0.65
Carga máx (kg)	49.800	E <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	19.35		

RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.30	0.09	0.000009	0.000023	0.000023	0.000023
4000	22.60	0.24	0.000024	0.000061	0.000061	0.000061
6000	33.90	0.45	0.000045	0.000114	0.000114	0.000114
8000	45.20	0.60	0.000060	0.000152	0.000152	0.000152
10000	56.50	0.80	0.000080	0.000203	0.000203	0.000203
12000	67.80	1.00	0.000100	0.000254	0.000254	0.000254
14000	79.10	1.25	0.000125	0.000318	0.000318	0.000318
16000	90.40	1.40	0.000140	0.000356	0.000356	0.000356
18000	101.69	1.60	0.000160	0.000406	0.000406	0.000406
20000	112.99	1.80	0.000180	0.000457	0.000457	0.000457
22000	124.29	2.05	0.000205	0.000521	0.000521	0.000521
24000	135.59	2.30	0.000230	0.000584	0.000584	0.000584
26000	146.89	2.45	0.000245	0.000622	0.000622	0.000622
28000	158.19	2.70	0.000270	0.000686	0.000686	0.000686
30000	169.49	2.95	0.000295	0.000749	0.000749	0.000749
32000	180.79	3.20	0.000320	0.000813	0.000813	0.000813
34000	192.09	3.45	0.000345	0.000876	0.000876	0.000876
36000	203.39	3.70	0.000370	0.000940	0.000940	0.000940
38000	214.69	4.00	0.000400	0.001016	0.001016	0.001016
40000	225.99	4.30	0.000430	0.001092	0.001092	0.001092
42000	237.29	4.60	0.000460	0.001168	0.001168	0.001168
44000	248.59	5.00	0.000500	0.001270	0.001270	0.001270
46000	259.89	5.30	0.000530	0.001346	0.001346	0.001346
48000	271.19	5.80	0.000580	0.001473	0.001473	0.001473





### CUADRO N° MEC-04

#### ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	275.14	$D_1$	5.00E-05
Díametro (cm)	15.00	$E2=0.40xf'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	110.06	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	224,869.25
Área (cm <sup>2</sup> )	177	$D_2$	4.69E-04	a/c	0.65
Carga máx (kg)	48.700	$E1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	15.74		

RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.30	0.13	0.000013	0.000033	0.000033	0.000033
4000	22.60	0.30	0.000030	0.000076	0.000076	0.000076
6000	33.90	0.50	0.000050	0.000127	0.000127	0.000127
8000	45.20	0.60	0.000060	0.000152	0.000152	0.000152
10000	56.50	0.85	0.000085	0.000216	0.000216	0.000216
12000	67.80	1.00	0.000100	0.000254	0.000254	0.000254
14000	79.10	1.25	0.000125	0.000318	0.000318	0.000318
16000	90.40	1.45	0.000145	0.000368	0.000368	0.000368
18000	101.69	1.70	0.000170	0.000432	0.000432	0.000432
20000	112.99	1.90	0.000190	0.000483	0.000483	0.000483
22000	124.29	2.05	0.000205	0.000521	0.000521	0.000521
24000	135.59	2.30	0.000230	0.000584	0.000584	0.000584
26000	146.89	2.50	0.000250	0.000635	0.000635	0.000635
28000	158.19	2.75	0.000275	0.000699	0.000699	0.000699
30000	169.49	3.00	0.000300	0.000762	0.000762	0.000762
32000	180.79	3.25	0.000325	0.000826	0.000826	0.000826
34000	192.09	3.50	0.000350	0.000889	0.000889	0.000889
36000	203.39	3.80	0.000380	0.000965	0.000965	0.000965
38000	214.69	4.10	0.000410	0.001041	0.001041	0.001041
40000	225.99	4.35	0.000435	0.001105	0.001105	0.001105
42000	237.29	4.70	0.000470	0.001194	0.001194	0.001194
44000	248.59	5.00	0.000500	0.001270	0.001270	0.001270
46000	259.89	5.40	0.000540	0.001372	0.001372	0.001372
48000	271.19	5.90	0.000590	0.001499	0.001499	0.001499





**CUADRO N° MEC-05**

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO**

Norma: ASTM C-469 : 1983

Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	263.28	$D_1$	5.00E-05
Díametro (cm)	15.00	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	105.31	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>218.055.02</b>
Área (cm <sup>2</sup> )	177	$D_2$	4.19E-04	a/c	0.70
Carga máx (kg)	46,600	$E1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	24.93		

RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitaria
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.30	0.06	0.000006	0.000015	0.000015	0.000015
4000	22.60	0.17	0.000017	0.000043	0.000043	0.000043
6000	33.90	0.30	0.000030	0.000076	0.000076	0.000076
8000	45.20	0.55	0.000055	0.000140	0.000140	0.000140
10000	56.50	0.80	0.000080	0.000203	0.000203	0.000203
12000	67.80	0.95	0.000095	0.000241	0.000241	0.000241
14000	79.10	1.20	0.000120	0.000305	0.000305	0.000305
16000	90.40	1.35	0.000135	0.000343	0.000343	0.000343
18000	101.69	1.60	0.000160	0.000406	0.000406	0.000406
20000	112.99	1.75	0.000175	0.000445	0.000445	0.000445
22000	124.29	2.00	0.000200	0.000508	0.000508	0.000508
24000	135.59	2.20	0.000220	0.000559	0.000559	0.000559
26000	146.89	2.40	0.000240	0.000610	0.000610	0.000610
28000	158.19	2.70	0.000270	0.000686	0.000686	0.000686
30000	169.49	2.95	0.000295	0.000749	0.000749	0.000749
32000	180.79	3.20	0.000320	0.000813	0.000813	0.000813
34000	192.09	3.45	0.000345	0.000876	0.000876	0.000876
36000	203.39	3.75	0.000375	0.000953	0.000953	0.000953
38000	214.69	4.10	0.000410	0.001041	0.001041	0.001041
40000	225.99	4.35	0.000435	0.001105	0.001105	0.001105
42000	237.29	4.70	0.000470	0.001194	0.001194	0.001194
44000	248.59	5.40	0.000540	0.001372	0.001372	0.001372



### CUADRO N° MEC-06

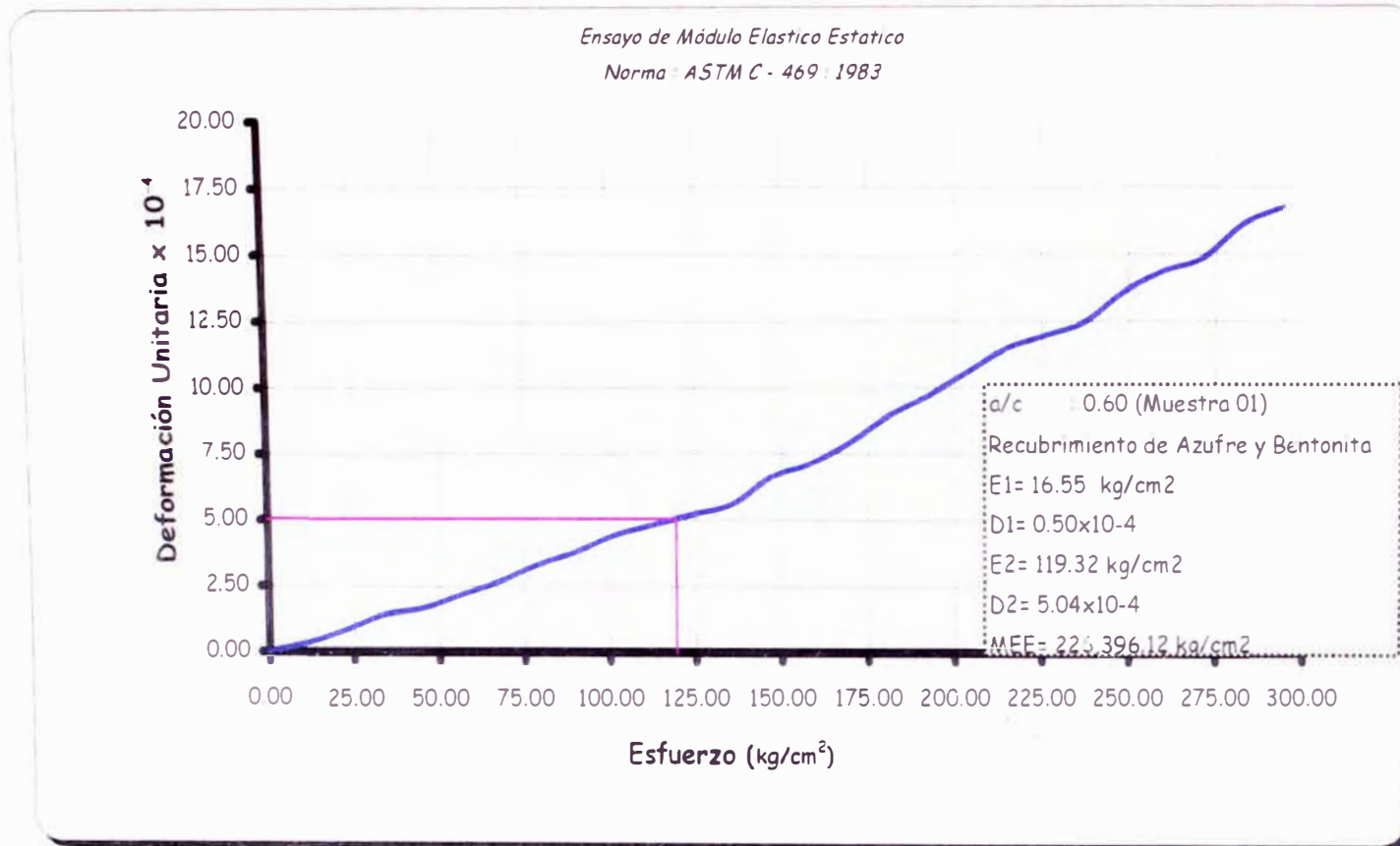
#### ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

Norma: ASTM C-469 : 1983

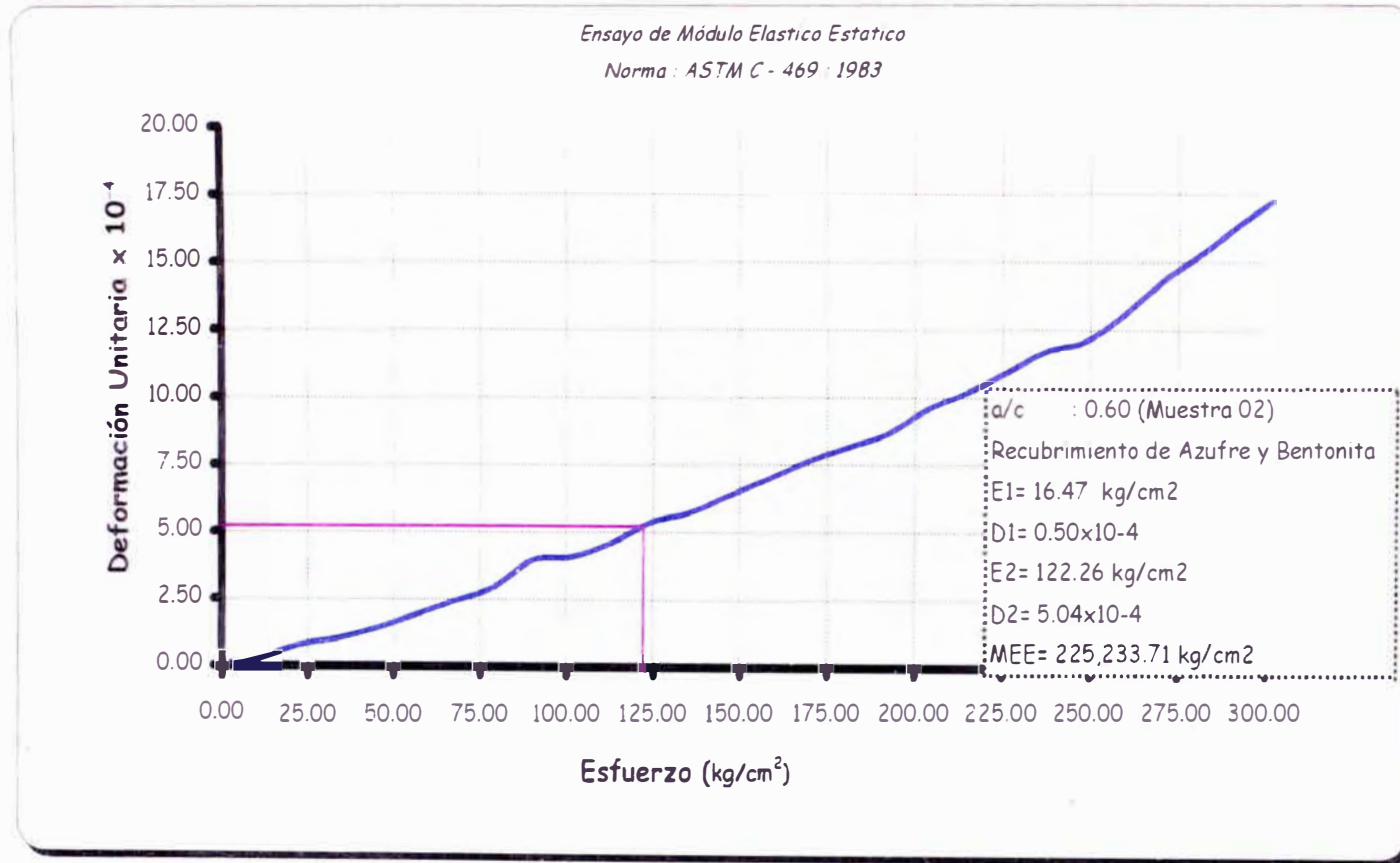
Edad (Días)	28	Rotura $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	253.93	D <sub>1</sub>	5.00E-05
Díametro (cm)	15.05	E2=0.40xf'c (kg/cm <sup>2</sup> )	101.57	MEE (kg/cm <sup>2</sup> )	221,745.63
Área (cm <sup>2</sup> )	178	D <sub>2</sub>	3.96E-04	a/c	0.70
Carga máx (kg)	45,200	E1 (kg/cm <sup>2</sup> )	24.79		

RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL						
Carga (Kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Lectura			Lectura Corregida (cm.)	Deformación Unitario
		Deformimetro	(pulg.)	(cm.)		
0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2000	11.24	0.06	0.000006	0.000015	0.000015	0.000015
4000	22.47	0.17	0.000017	0.000043	0.000043	0.000043
6000	33.71	0.30	0.000030	0.000076	0.000076	0.000076
8000	44.94	0.60	0.000060	0.000152	0.000152	0.000152
10000	56.18	0.80	0.000080	0.000203	0.000203	0.000203
12000	67.42	1.00	0.000100	0.000254	0.000254	0.000254
14000	78.65	1.15	0.000115	0.000292	0.000292	0.000292
16000	89.89	1.35	0.000135	0.000343	0.000343	0.000343
18000	101.12	1.55	0.000155	0.000394	0.000394	0.000394
20000	112.36	1.80	0.000180	0.000457	0.000457	0.000457
22000	123.60	2.05	0.000205	0.000521	0.000521	0.000521
24000	134.83	2.20	0.000220	0.000559	0.000559	0.000559
26000	146.07	2.45	0.000245	0.000622	0.000622	0.000622
28000	157.30	2.70	0.000270	0.000686	0.000686	0.000686
30000	168.54	2.95	0.000295	0.000749	0.000749	0.000749
32000	179.78	3.15	0.000315	0.000800	0.000800	0.000800
34000	191.01	3.45	0.000345	0.000876	0.000876	0.000876
36000	202.25	3.70	0.000370	0.000940	0.000940	0.000940
38000	213.48	4.00	0.000400	0.001016	0.001016	0.001016
40000	224.72	4.40	0.000440	0.001118	0.001118	0.001118
42000	235.96	4.85	0.000485	0.001232	0.001232	0.001232
44000	247.19	5.80	0.000580	0.001473	0.001473	0.001473

GRÁFICA N° MEA-01

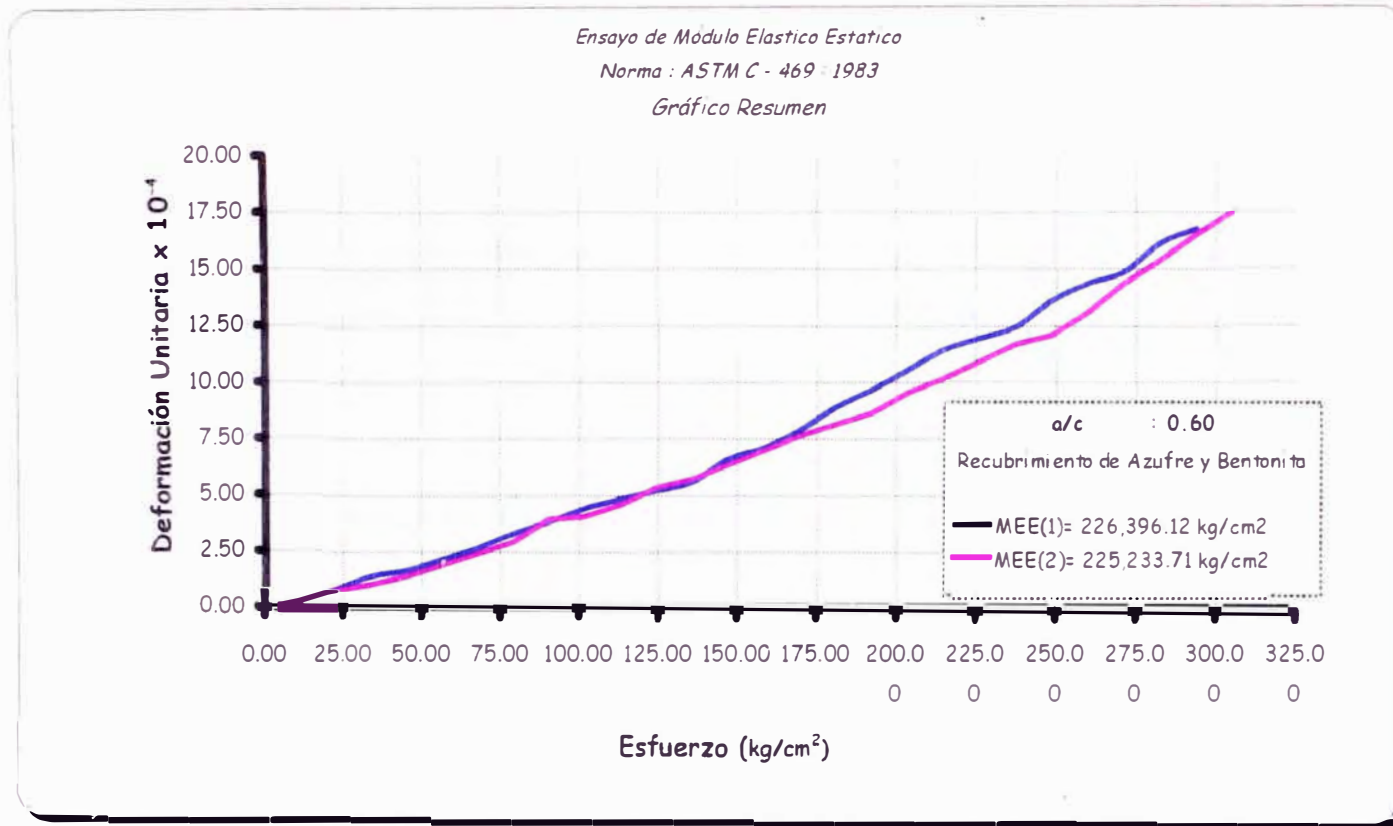


### GRÁFICA N° MEA-02





### GRÁFICA RESUMEN N° MEA-01







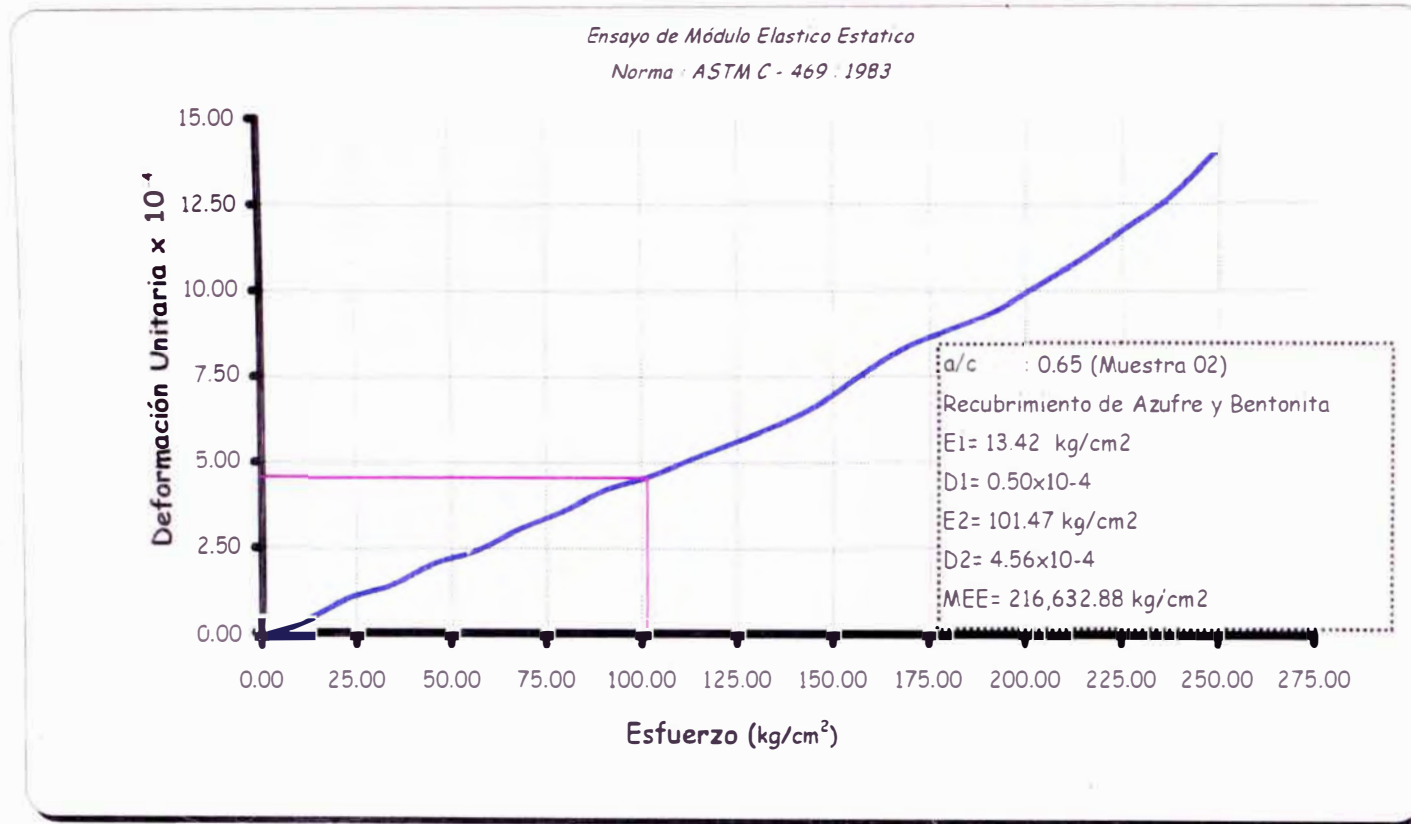
### GRÁFICA N° MEA-03



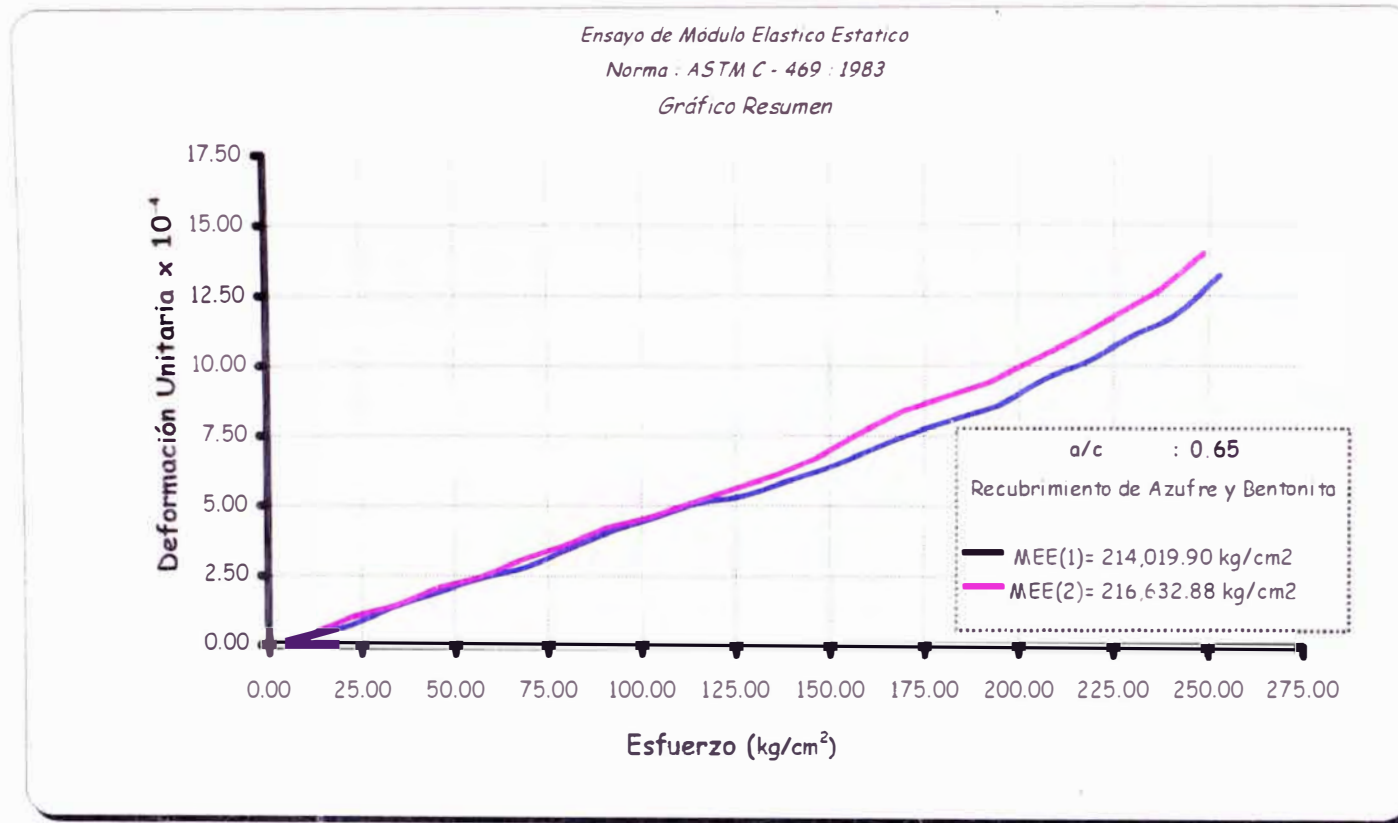




### GRÁFICA N° MEA-04

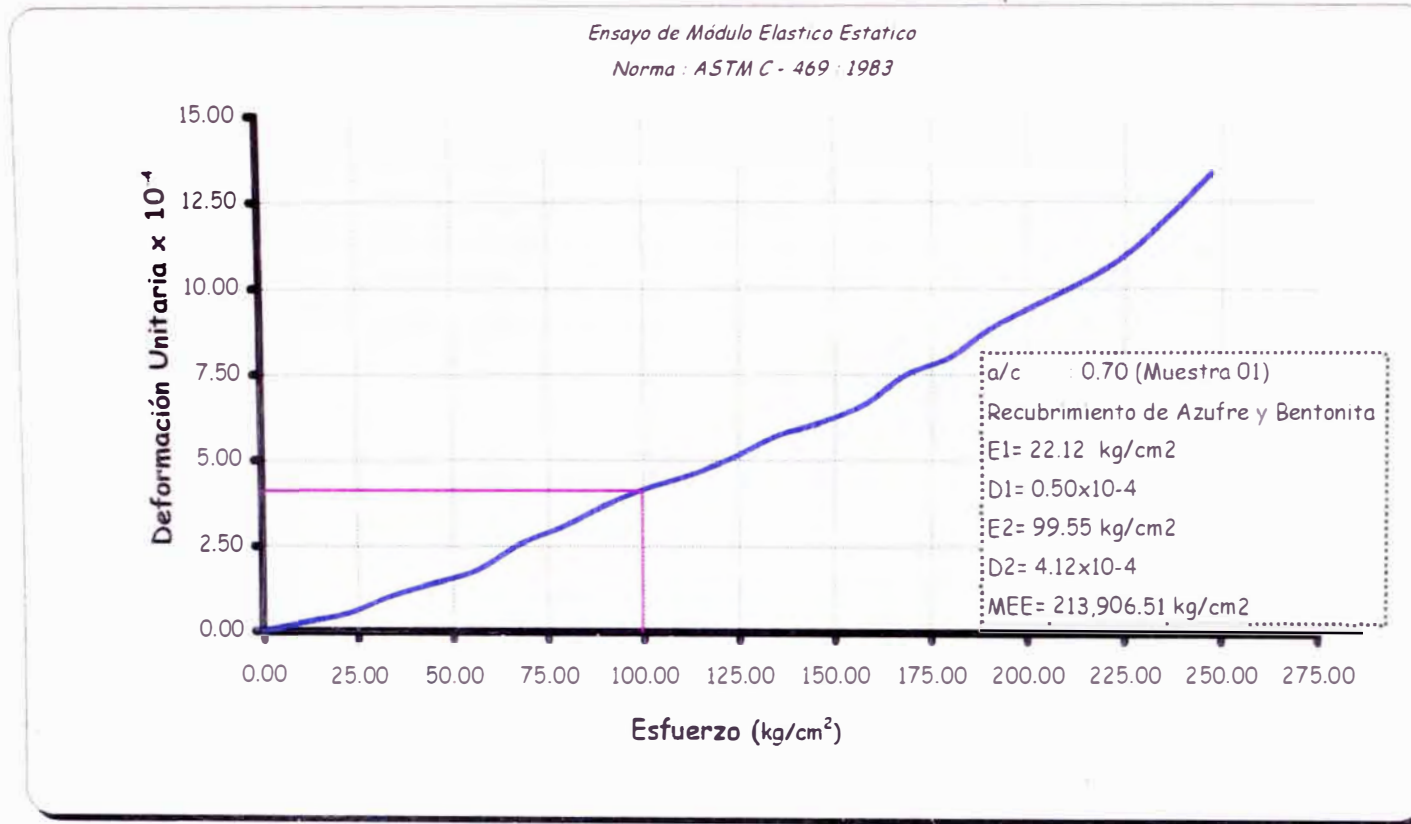


### GRÁFICA RESUMEN N° MEA-02



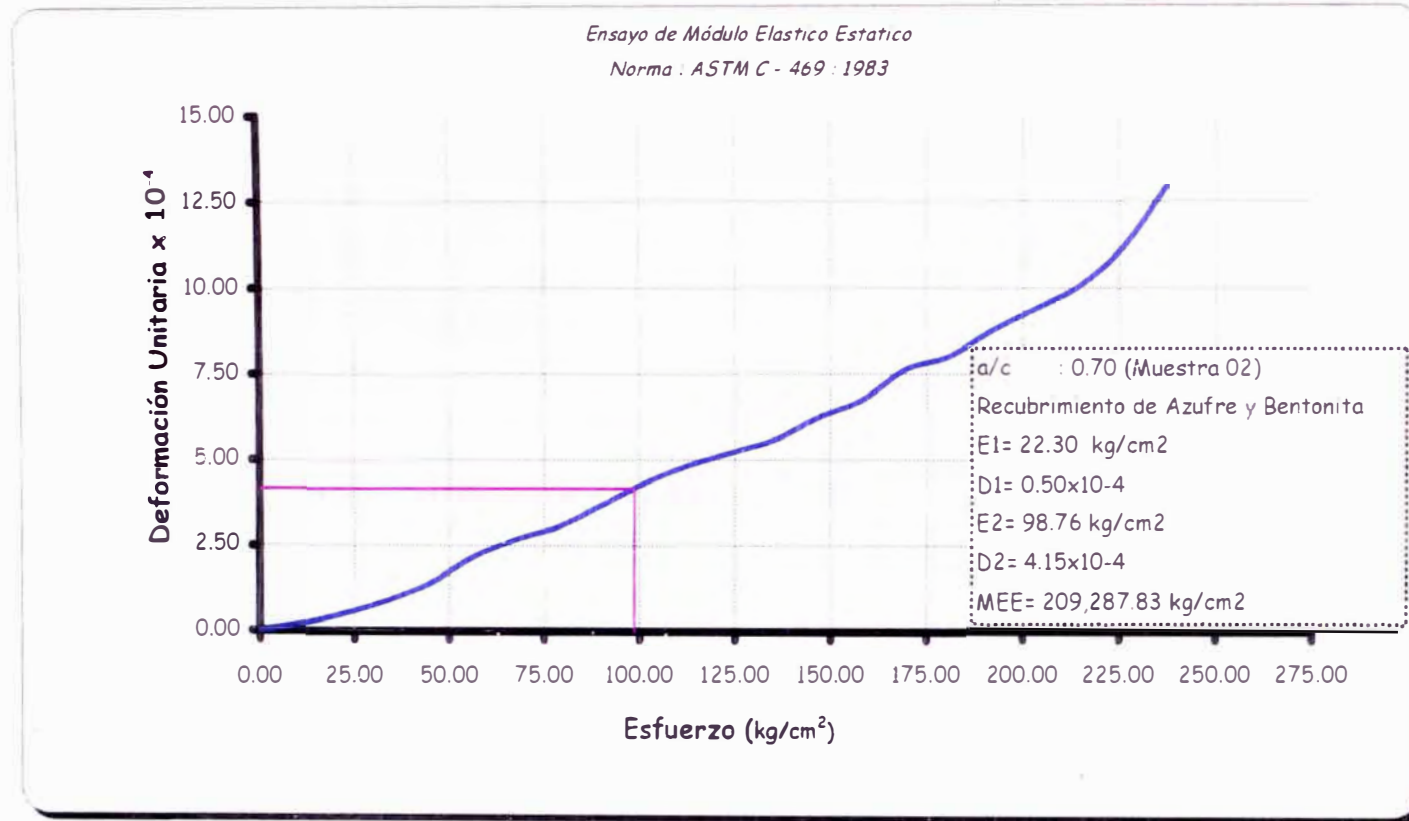


### GRÁFICA N° MEA-05



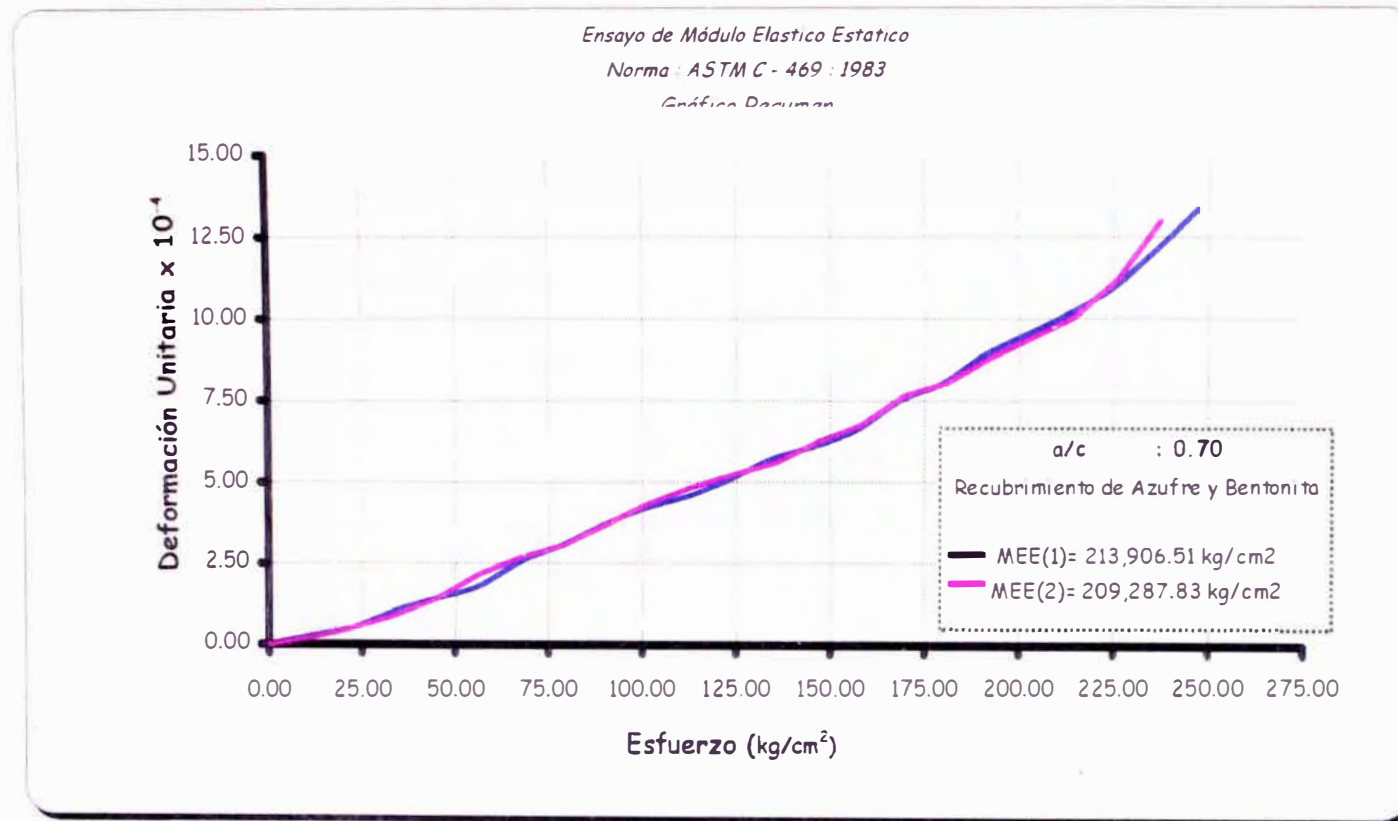


GRÁFICA N° MEA-06



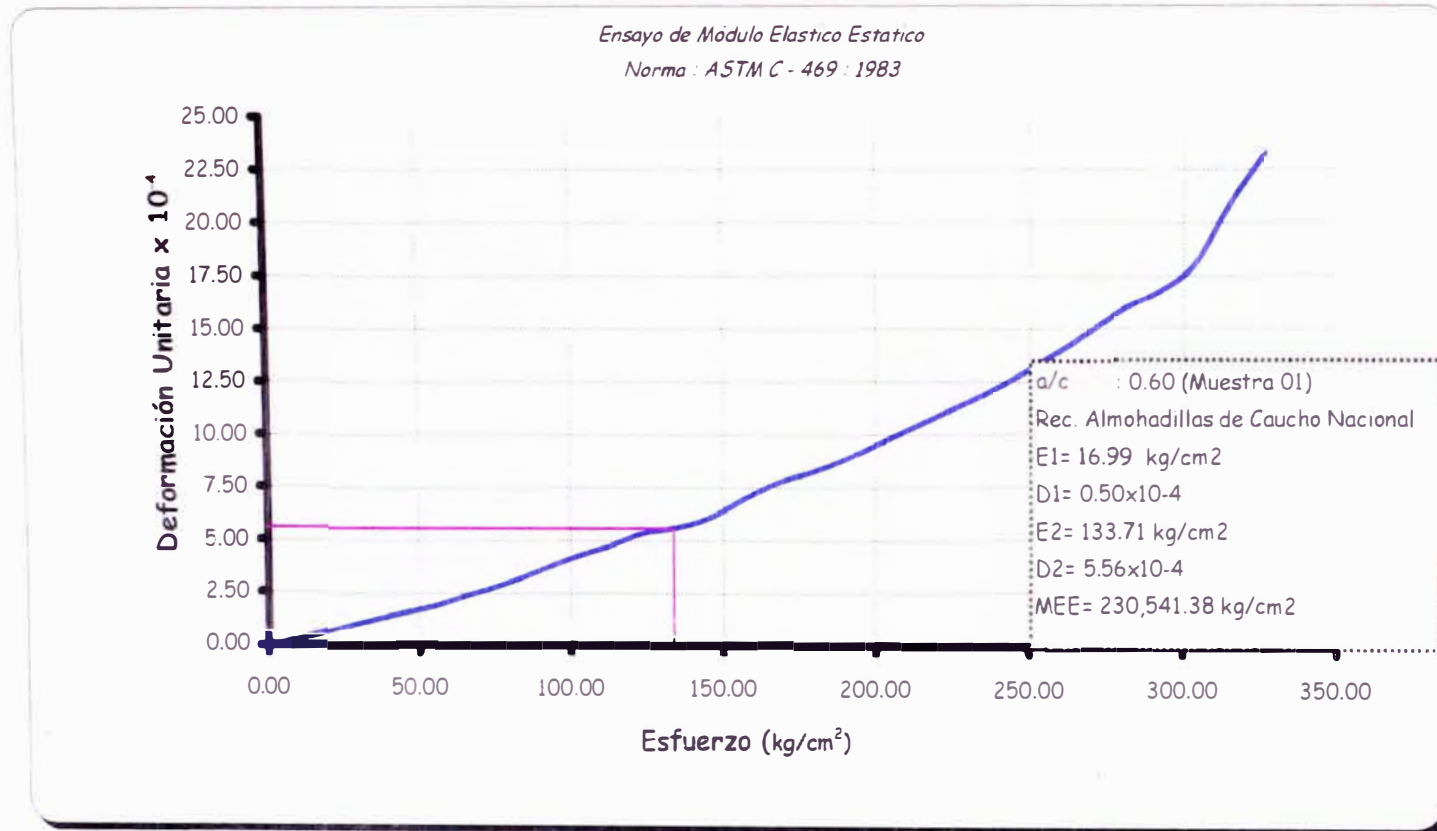


### GRÁFICA RESUMEN N° MEA-03





### GRÁFICA N° MEC-01



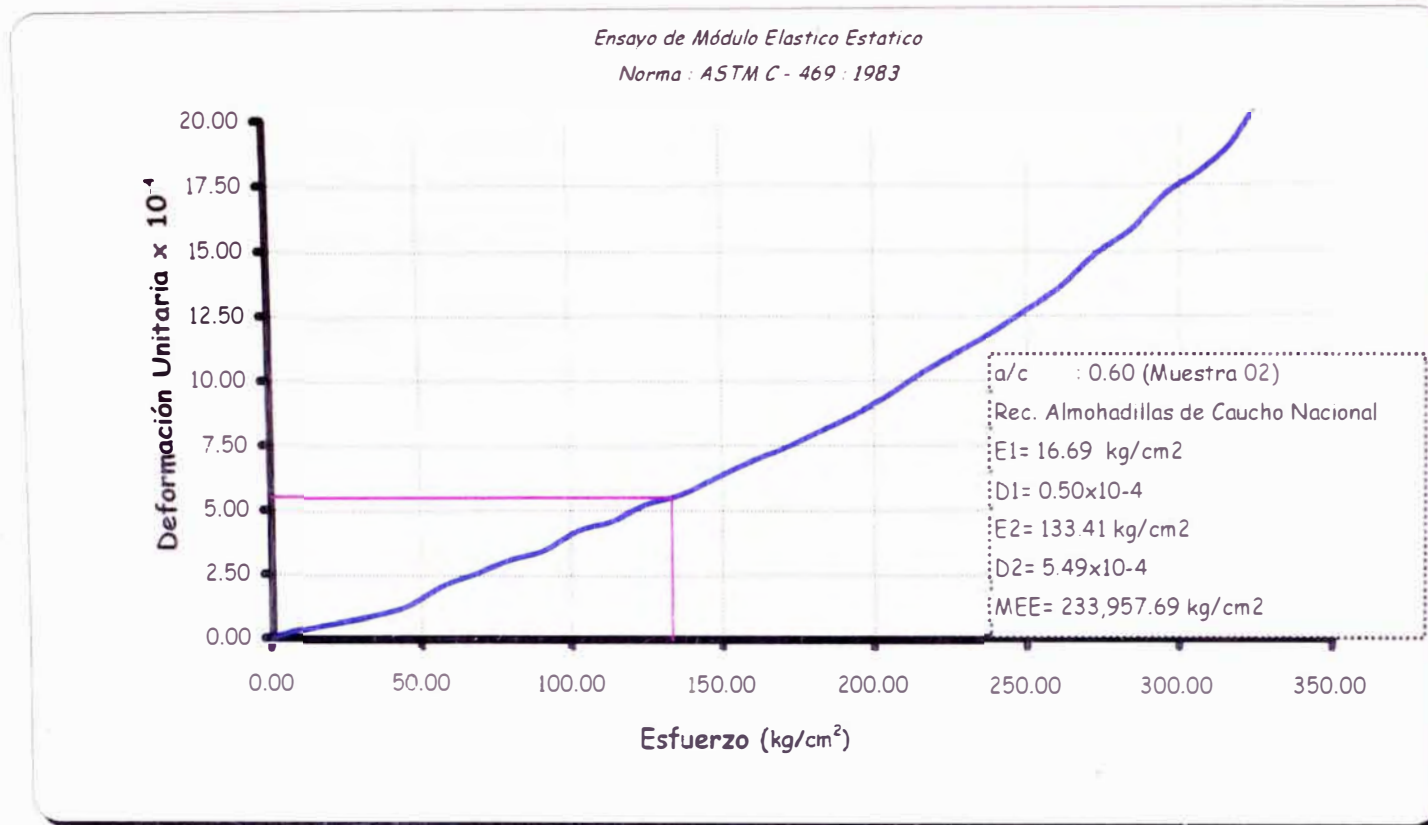
"EVALUACIÓN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO UTILIZANDO ALMOHADILLAS DE FABRICACIÓN NACIONAL"

Bachiller JORGE LUIS HUARCAY OLARTE





### GRÁFICA N° MEC-02

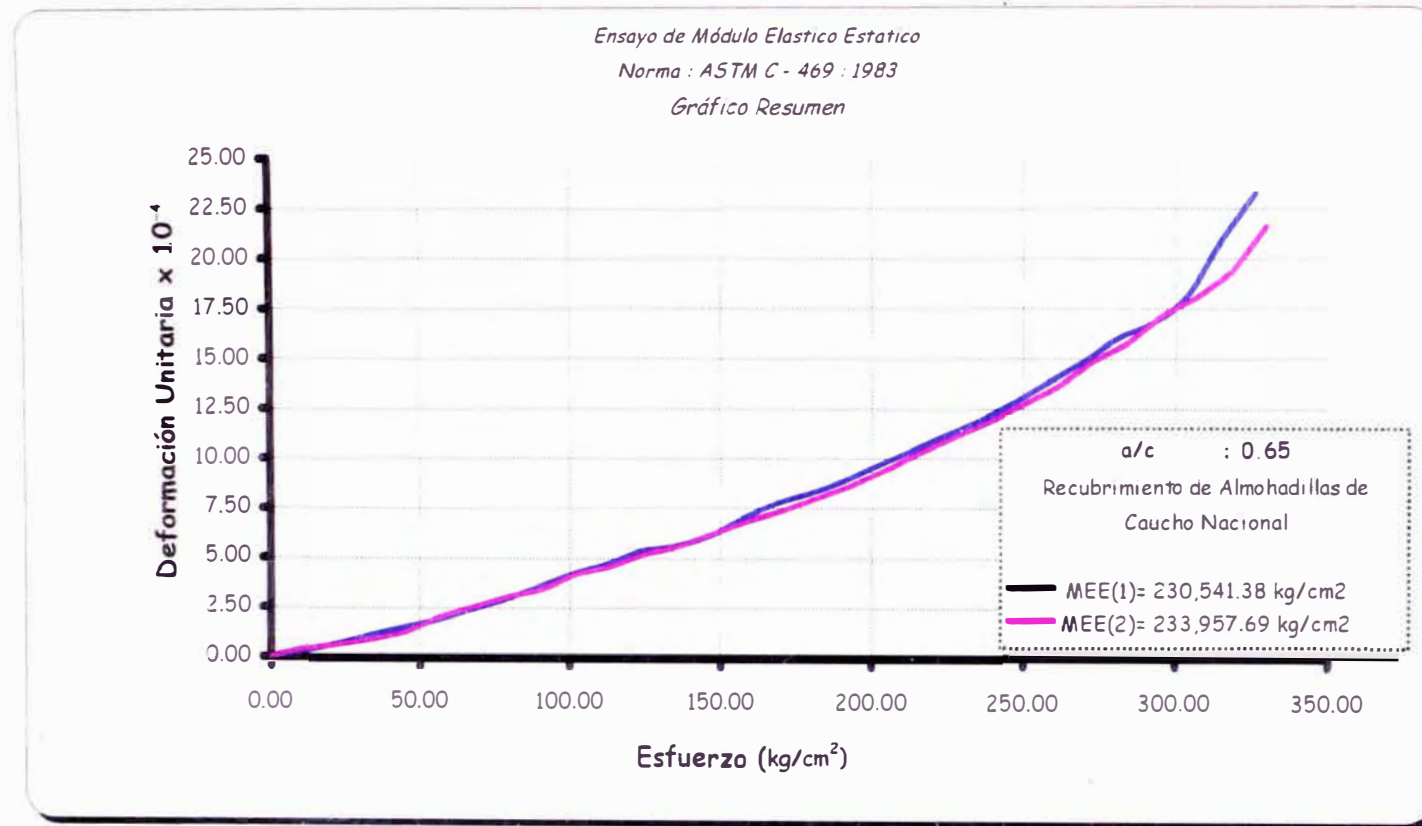


"EVALUACIÓN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO UTILIZANDO ALMOHADILLAS DE FABRICACIÓN NACIONAL"

Bachiller: JORGE LUIS HUARCAYA OLARTE

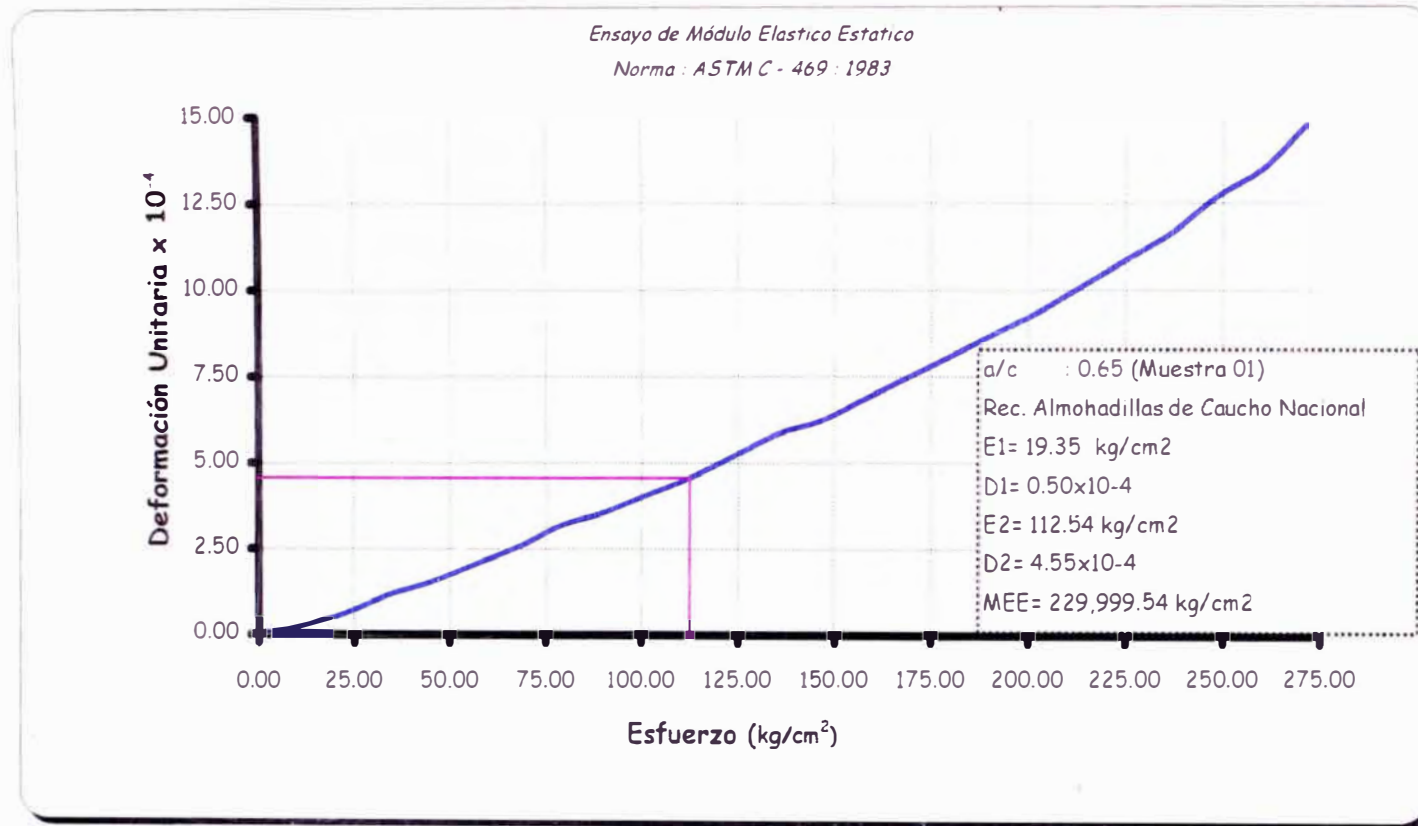


### GRÁFICA RESUMEN N° MEC-01





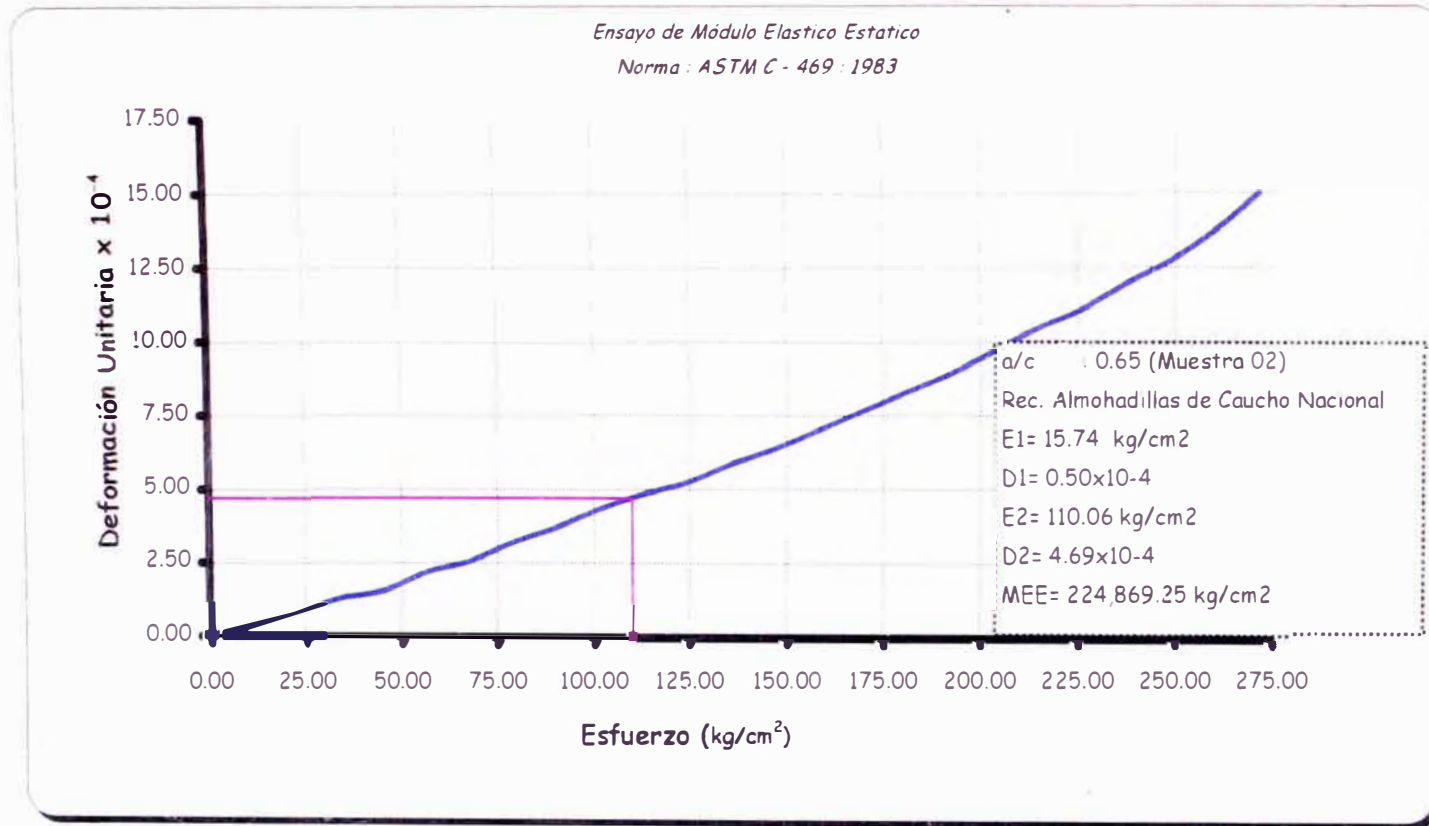
GRÁFICA N° MEC-03



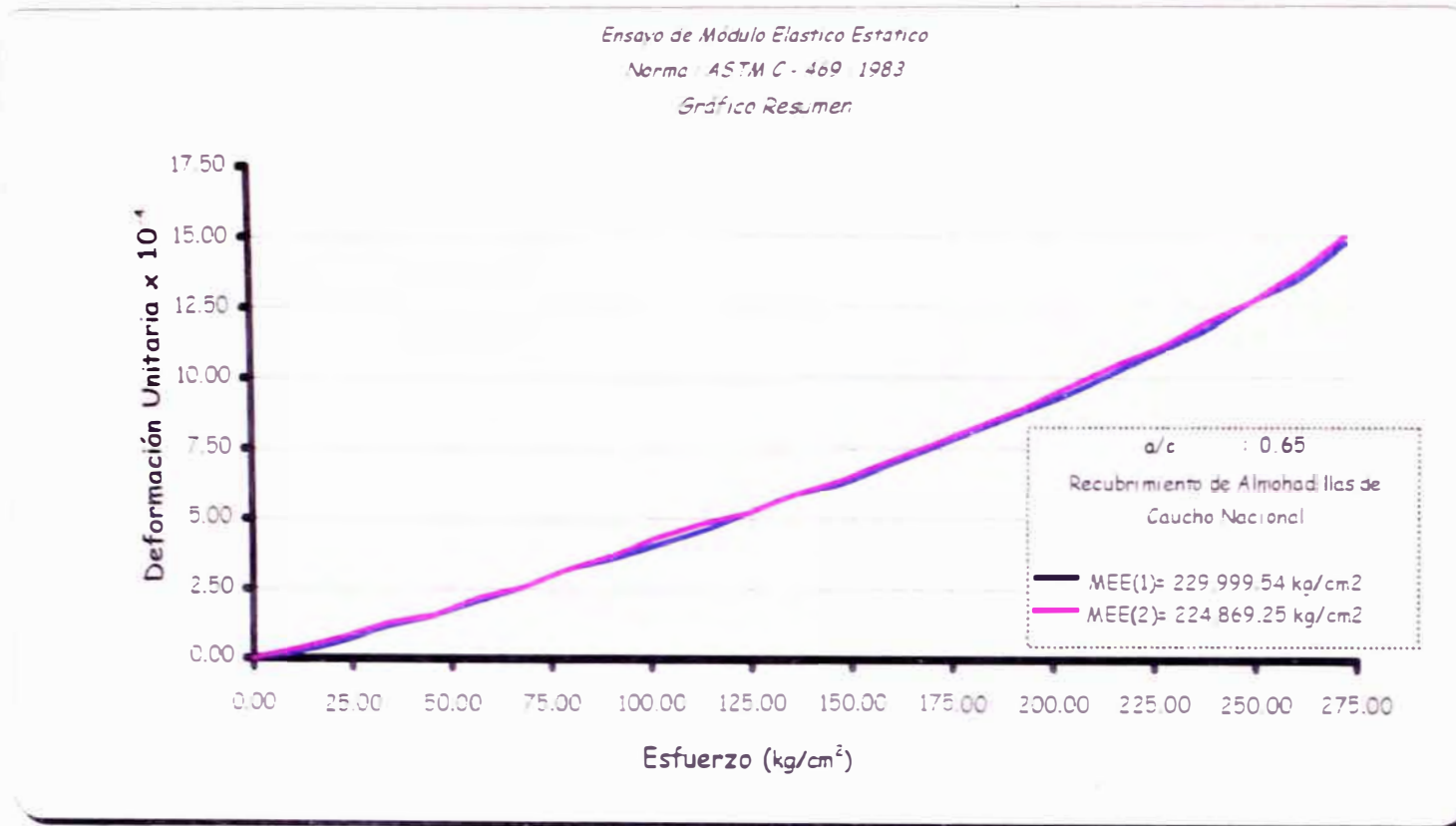
"EVALUACIÓN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO UTILIZANDO ALMOHADILLAS DE FABRICACIÓN NACIONAL"

Bachiller: JORGE LUIS HUARCAY\* OLARTE

### GRÁFICA N° MEC-04

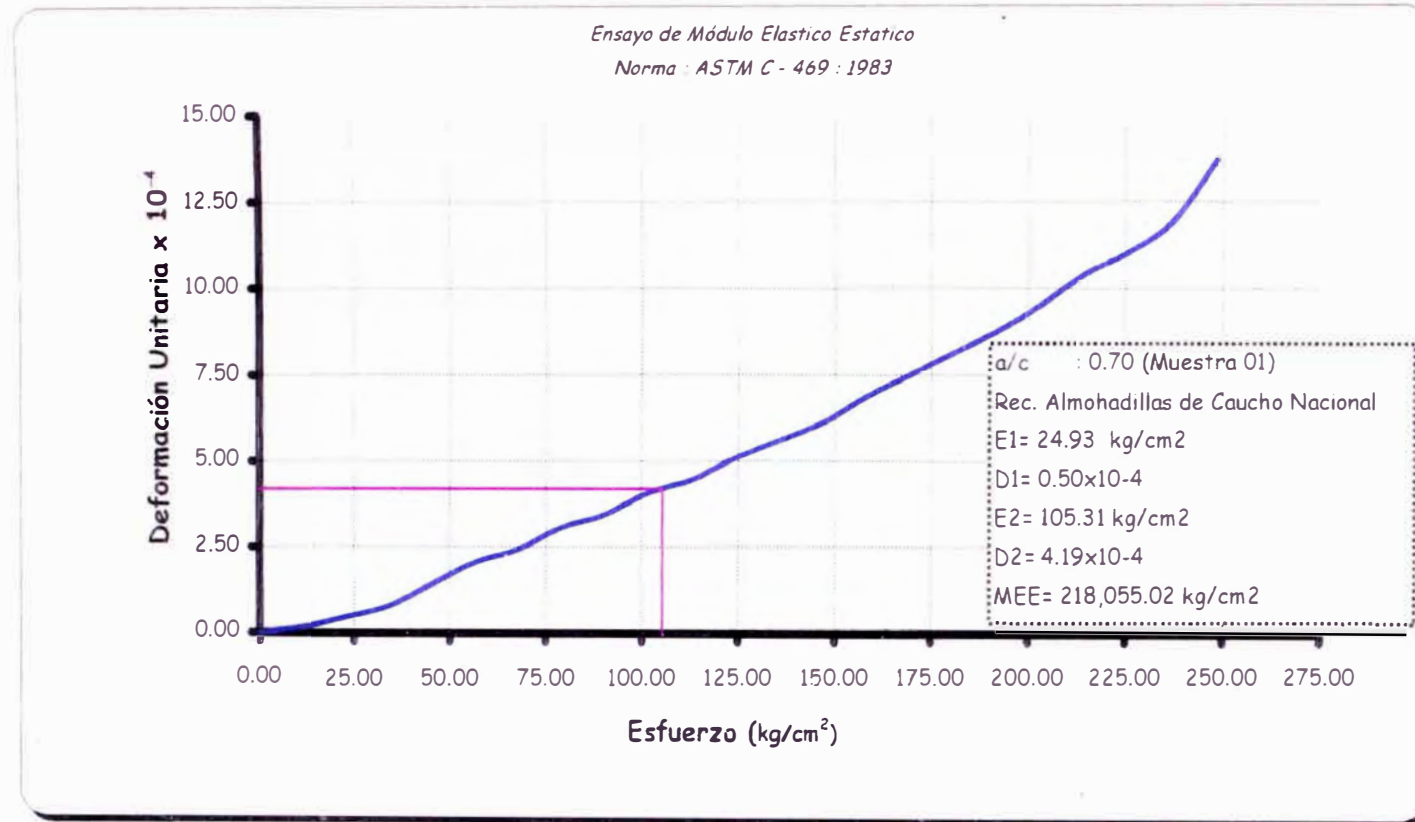


### GRÁFICA RESUMEN N° MEC-02





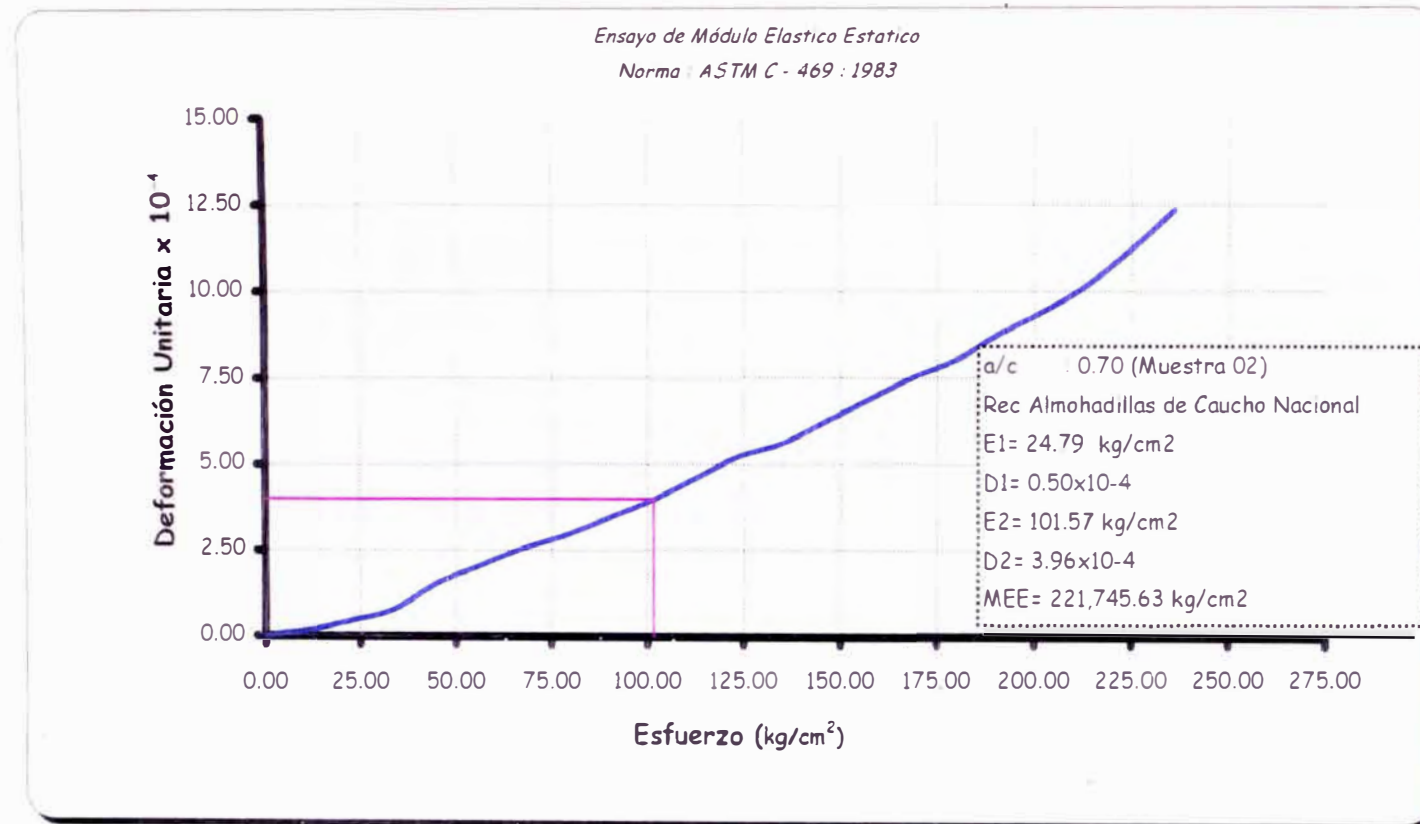
### GRÁFICA N° MEC-05





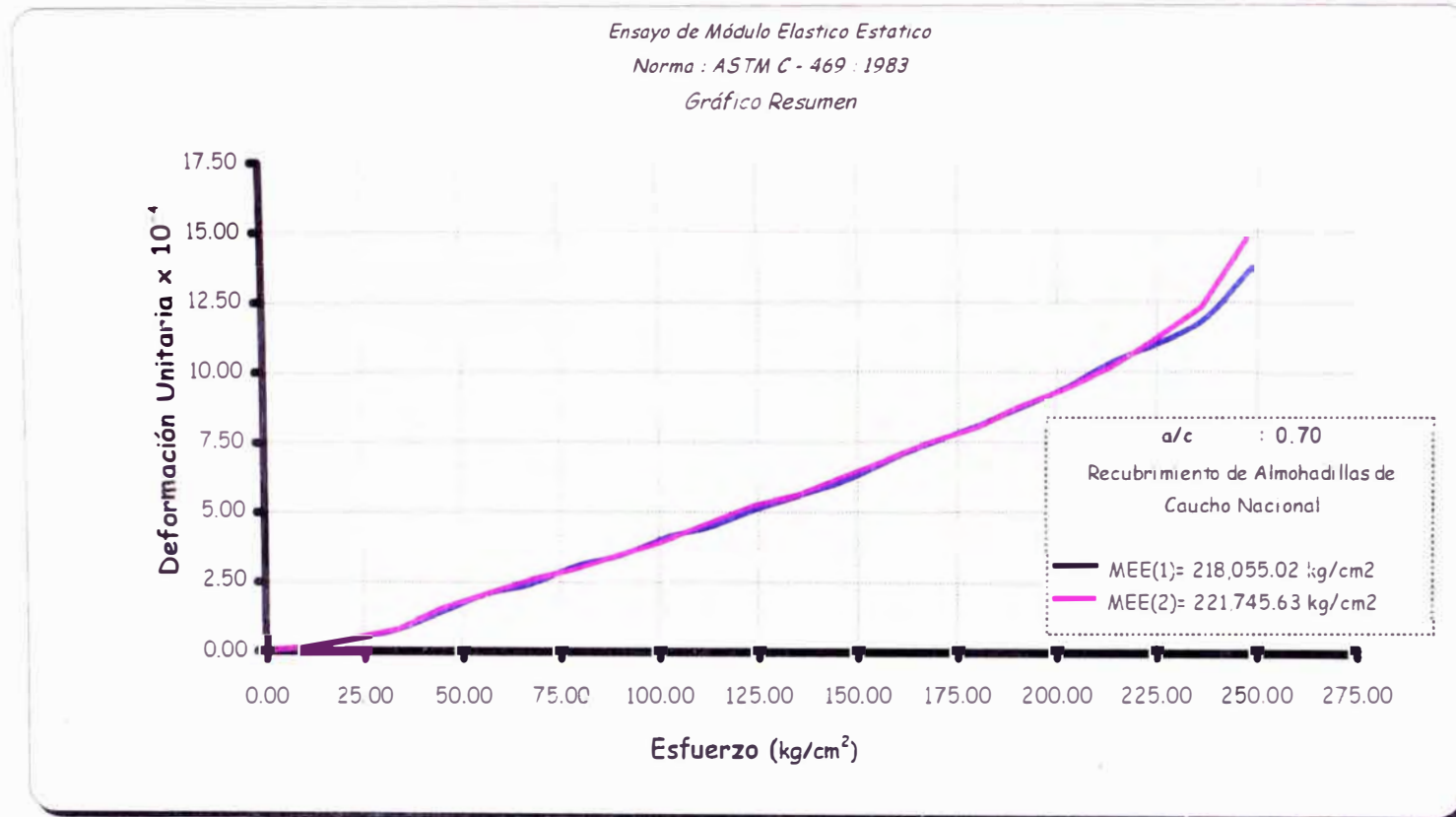


### GRÁFICA N° MEC-06





### GRÁFICA RESUMEN N° MEC-03



"EVALUACIÓN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO UTILIZANDO ALMOHADILLAS DE FABRICACIÓN NACIONAL"

Bachiller. JORGE LUIS HUARCAY OLARTE



**CUADRO N° ARCC-01**

DATOS PARA CÁLCULOS DE REGRESIÓN (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN AGUA/CEMENTO  
(RECUBRIMIENTO AZUFRE, BENTONITA)

EDAD (días)	X A/C	Y f <sub>c</sub>	X*Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	LnX	(LnX) <sup>2</sup>	Y*LnX	LnY	(LnY) <sup>2</sup>	X*LnY	LnX*LnY
7	0.60	247.89	148.734	0.360	61449.452	-0.511	0.261	126.629	5.513	30.393	3.308	-2.816
	0.65	194.97	126.731	0.423	38013.301	-0.431	0.186	-83.990	5.273	27.803	3.427	-2.271
	0.70	171.77	120.239	0.490	29504.933	-0.357	0.127	-61.266	5.146	26.483	3.602	-1.836
<b>Suma</b>	<b>1.95</b>	<b>614.63</b>	<b>395.70</b>	<b>1.27</b>	<b>128967.69</b>	<b>-1.30</b>	<b>0.57</b>	<b>-271.88</b>	<b>15.93</b>	<b>84.68</b>	<b>10.34</b>	<b>-6.92</b>
14	0.60	284.47	170.682	0.360	80923.181	-0.511	0.261	145.315	5.651	31.930	3.390	-2.886
	0.65	228.02	148.213	0.423	51993.120	-0.431	0.186	-98.227	5.429	29.479	3.529	-2.339
	0.70	218.04	152.628	0.490	47541.442	-0.357	0.127	-77.769	5.385	28.995	3.769	-1.921
<b>Suma</b>	<b>1.95</b>	<b>730.53</b>	<b>471.52</b>	<b>1.27</b>	<b>180457.74</b>	<b>-1.30</b>	<b>0.57</b>	<b>-321.31</b>	<b>16.46</b>	<b>90.40</b>	<b>10.69</b>	<b>-7.15</b>
28	0.60	311.91	187.146	0.360	97287.848	-0.511	0.261	159.332	5.743	32.979	3.446	-2.934
	0.65	261.34	169.871	0.423	68298.596	-0.431	0.186	112.581	5.566	30.978	3.618	-2.398
	0.70	246.41	172.487	0.490	60717.888	-0.357	0.127	-87.888	5.507	30.327	3.855	-1.964
<b>Suma</b>	<b>1.95</b>	<b>819.66</b>	<b>529.50</b>	<b>1.27</b>	<b>226304.33</b>	<b>-1.30</b>	<b>0.57</b>	<b>-359.80</b>	<b>16.82</b>	<b>94.28</b>	<b>10.92</b>	<b>-7.30</b>



**CUADRO N° ARCC-02**

DATOS PARA CÁLCULOS DE REGRESIÓN (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO  
(RECUBRIMIENTO AZUFRE, BENTONITA)

A/C	X EDAD	Y f <sub>c</sub>	X*Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	LnX	(LnX) <sup>2</sup>	Y*LnX	LnY	(LnY) <sup>2</sup>	X*LnY	LnX*LnY
0.60	7.00	247.89	1735.230	49.000	61449.452	1.946	3.787	482.372	5.513	30.393	38.591	10.728
	14.00	284.47	3982.580	196.000	80923.181	2.639	6.965	750.733	5.651	31.930	79.109	14.912
	28.00	311.91	8733.480	784.000	97287.848	3.332	11.104	1039.348	5.743	32.979	160.796	19.136
<b>Suma</b>	<b>49.00</b>	<b>844.27</b>	<b>14451.29</b>	<b>1029.00</b>	<b>239660.48</b>	<b>7.92</b>	<b>21.85</b>	<b>2272.45</b>	<b>16.91</b>	<b>95.30</b>	<b>278.50</b>	<b>44.78</b>
0.65	7.00	194.97	1364.790	49.000	38013.301	1.946	3.787	379.394	5.273	27.803	36.910	10.260
	14.00	228.02	3192.280	196.000	51993.120	2.639	6.965	601.758	5.429	29.479	76.012	14.329
	28.00	261.34	7317.520	784.000	68298.596	3.332	11.104	870.838	5.566	30.978	155.843	18.546
<b>Suma</b>	<b>49.00</b>	<b>684.33</b>	<b>11874.59</b>	<b>1029.00</b>	<b>158305.02</b>	<b>7.92</b>	<b>21.85</b>	<b>1851.99</b>	<b>16.27</b>	<b>88.26</b>	<b>268.77</b>	<b>43.14</b>
0.7	7.00	171.77	1202.390	49.000	29504.933	1.946	3.787	334.249	5.146	26.483	36.023	10.014
	14.00	218.04	3052.560	196.000	47541.442	2.639	6.965	575.420	5.385	28.995	75.385	14.210
	28.00	246.41	6899.480	784.000	60717.888	3.332	11.104	821.089	5.507	30.327	154.196	18.350
<b>Suma</b>	<b>49.00</b>	<b>636.22</b>	<b>11154.43</b>	<b>1029.00</b>	<b>137764.26</b>	<b>7.92</b>	<b>21.85</b>	<b>1730.76</b>	<b>16.04</b>	<b>85.80</b>	<b>265.60</b>	<b>42.57</b>



**CUADRO N° ARCC-04**

DATOS PARA CÁLCULOS DE REGRESIÓN (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO  
(RECUBRIMIENTO DE ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL)

A/C	X EDAD	Y f <sub>c</sub>	X*Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	LnX	(LnX) <sup>2</sup>	Y*LnX	LnY	(LnY) <sup>2</sup>	X*LnY	LnX*LnY
0.60	7.00	235.48	1648.360	49.000	55450.830	1.946	3.787	458.223	5.462	29.829	38.231	10.628
	14.00	290.85	4071.900	196.000	84593.723	2.639	6.965	767.570	5.673	32.181	79.419	14.971
	28.00	337.75	9457.000	784.000	114075.063	3.332	11.104	1125.452	5.822	33.899	163.025	19.401
<b>Suma</b>	<b>49.00</b>	<b>864.08</b>	<b>15177.26</b>	<b>1029.00</b>	<b>254119.62</b>	<b>7.92</b>	<b>21.85</b>	<b>2351.24</b>	<b>16.96</b>	<b>95.91</b>	<b>280.68</b>	<b>45.00</b>
0.65	7.00	203.31	1423.170	49.000	41334.956	1.946	3.787	395.623	5.315	28.246	37.203	10.342
	14.00	243.33	3406.620	196.000	59209.489	2.639	6.965	642.162	5.494	30.189	76.922	14.500
	28.00	288.47	8077.160	784.000	83214.941	3.332	11.104	961.241	5.665	32.088	158.609	18.876
<b>Suma</b>	<b>49.00</b>	<b>735.11</b>	<b>12906.95</b>	<b>1029.00</b>	<b>183759.39</b>	<b>7.92</b>	<b>21.85</b>	<b>1999.03</b>	<b>16.47</b>	<b>90.52</b>	<b>272.73</b>	<b>43.72</b>
0.7	7.00	193.27	1352.890	49.000	37353.293	1.946	3.787	376.086	5.264	27.711	36.849	10.243
	14.00	236.36	3309.040	196.000	55866.050	2.639	6.965	623.768	5.465	29.870	76.515	14.423
	28.00	264.19	7397.320	784.000	69796.356	3.332	11.104	880.335	5.577	31.099	156.147	18.583
<b>Suma</b>	<b>49.00</b>	<b>693.82</b>	<b>12059.25</b>	<b>1029.00</b>	<b>163015.70</b>	<b>7.92</b>	<b>21.85</b>	<b>1880.19</b>	<b>16.31</b>	<b>88.68</b>	<b>269.51</b>	<b>43.25</b>



### CUADRO N° ARCC-05

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN A/C (07 DÍAS)  
(RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA)

a/c	f'c(Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de Variación (%)	f'c(Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f'c(Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	247.89	31.86	15.55	242.94	7.01
0.65	194.97			204.88	
0.70	171.77			166.82	
Ecuación de Regresión Lineal:		$f'c = 675.30 - 664.30 \times (A/C)$			

a/c	f'c(Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de Variación (%)	f'c(Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f'c(Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	247.89	31.86	15.55	243.25	5.43
0.65	194.97			202.48	
0.70	171.77			168.55	
Ecuación de Regresión Exponencial:		$f'c = 2197.44 \times .0255^{(A/C)}$			

a/c	f'c(Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de Variación (%)	f'c(Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f'c(Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	247.89	31.86	15.55	243.98	4.72
0.65	194.97			201.53	
0.70	171.77			168.84	
Ecuación de Regresión Potencial		$f'c = 72.04 \times (A/C)^{-2.39}$			

a/c	f'c(Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de Variación (%)	f'c(Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f'c(Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	247.89	31.86	15.55	243.60	6.31
0.65	194.97			203.90	
0.70	171.77			167.14	
Ecuación de Regresión Logarítmica:		$f'c = -9.79 - 496.03 \times \ln(A/C)$			





**CUADRO N° ARCC-06**

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN A/C (14 DÍAS)  
(RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA)

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	284.47	29.25	12.01	276.72	10.95
0.65	228.02			243.51	
0.70	218.04			210.29	
Ecuación de Regresión Lineal		$f_c = 675.30 - 664.30 \times (A/C)$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	284.47	29.25	12.01	276.23	9.98
0.65	228.02			241.83	
0.70	218.04			211.72	
Ecuación de Regresión Exponencial:		$f_c = 1362.28 \times .0700^{(A/C)}$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	284.47	29.25	12.01	277.00	9.36
0.65	228.02			241.00	
0.70	218.04			211.86	
Ecuación de Regresión Potencial:		$f_c = 113.94 \times (A/C)^{-1.74}$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	284.47	29.25	12.01	277.44	10.35
0.65	228.02			242.65	
0.70	218.04			210.44	
Ecuación de Regresión Logarítmica:		$f_c = 55.43 - 434.60 \times \ln(A/C)$			



### CUADRO N° ARCC-07

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN A/C (28 DÍAS)  
(RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA)

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	311.91	28.03	10.26	305.97	8.40
0.65	261.34			273.22	
0.70	246.41			240.47	
Ecuación de Regresión Lineal		$f_c = 698.97 - 655.00 \times (A/C)$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	311.91	28.03	10.26	305.83	7.53
0.65	261.34			271.83	
0.70	246.41			241.61	
Ecuación de Regresión Exponencial		$f_c = 1258.08 \times .0947^{(A/C)}$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	311.91	28.03	10.26	306.51	6.92
0.65	261.34			271.00	
0.70	246.41			241.81	
Ecuación de Regresión Potencial		$f_c = 139.70 \times (A/C)^{-1.54}$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	311.91	28.03	10.26	306.61	7.80
0.65	261.34			272.37	
0.70	246.41			240.68	
Ecuación de Regresión Logarítmica		$f_c = 88.14 - 427.66 \times \ln(A/C)$			



**CUADRO N° ARCC-08**

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO (a/c=0.60)  
(RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA)

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	247.89	26.22	9.32	254.42	7.05
14	284.47			274.67	
28	311.91			315.18	
Ecuación de Regresión Lineal.		$f_c = 234.17 + 2.89 \times (\sqrt{\text{Edad}})$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	247.89	26.22	9.32	254.46	7.75
14	284.47			273.52	
28	311.91			316.02	
Ecuación de Regresión Exponencial:		$f_c = 236.74 \times 1.01^{(\text{Edad})}$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	247.89	26.22	9.32	249.78	3.03
14	284.47			280.18	
28	311.91			314.29	
Ecuación de Regresión Potencial:		$f_c = 180.93 \times (\text{Edad})^{0.17}$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	247.89	26.22	9.32	249.41	2.15
14	284.47			281.42	
28	311.91			313.43	
Ecuación de Regresión Logarítmica		$f_c = 159.55 + 46.18 \times \ln(\text{Edad})$			



### CUADRO N° ARCC-09

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO ( $a/c=0.65$ )  
(RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA)

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	194.97	27.10	11.88	199.65	5.06
14	228.02			221.00	
28	261.34			263.68	
Ecuación de Regresión Lineal:		$f_c = 178.31 + 3.05 \times (\text{Edad})$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	194.97	27.10	11.88	199.96	5.99
14	228.02			219.54	
28	261.34			264.66	
Ecuación de Regresión Exponencial:		$f_c = 182.12 \times 1.01^{(\text{Edad})}$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	194.97	27.10	11.88	195.63	1.09
14	228.02			226.49	
28	261.34			262.22	
Ecuación de Regresión Potencial:		$f_c = 129.67 \times (\text{Edad})^{0.21}$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	194.97	27.10	11.88	194.93	0.06
14	228.02			228.11	
28	261.34			261.30	
Ecuación de Regresión Logarítmica:		$f_c = 101.76 + 47.88 \times \ln(\text{Edad})$			

### CUADRO N° ARCC-10

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO ( $a/c=0.70$ )  
(RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y BENTONITA)

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	171.77	30.76	14.51	180.94	9.90
14	218.04			204.29	
28	246.41			250.99	
Ecuación de Regresión Lineal:		$f_c = 157.59 + 3.34 \times (\text{Edad})$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	171.77	30.76	14.51	180.70	11.17
14	218.04			202.08	
28	246.41			252.73	
Ecuación de Regresión Exponencial:		$f_c = 161.58 \times 1.02^{(\text{Edad})}$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	171.77	30.76	14.51	175.13	5.86
14	218.04			209.76	
28	246.41			251.23	
Ecuación de Regresión Potencial		$f_c = 105.53 \times (\text{Edad})^{0.26}$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	171.77	30.76	14.51	174.75	4.22
14	218.04			212.07	
28	246.41			249.39	
Ecuación de Regresión Logarítmica		$f_c = 69.98 + 53.84 \times \ln(\text{Edad})$			





**CUADRO N° ARCC-11**

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN A/C (07 DÍAS)  
(RECUBRIMIENTO DE CAUCHO NACIONAL)

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	235.48	18.00	8.55	231.79	5.22
0.65	203.31			210.69	
0.70	193.27			189.58	
Ecuación de Regresión Lineal:		$f_c = 485.05 - 422.10 \times (A/C)$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	235.48	18.00	8.55	231.73	4.74
0.65	203.31			209.94	
0.70	193.27			190.19	
Ecuación de Regresión Exponencial:		$f_c = 758.10 \times 138^{(A/C)}$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	235.48	18.00	8.55	232.16	4.35
0.65	203.31			209.40	
0.70	193.27			190.33	
Ecuación de Regresión Potencial:		$f_c = 120.19 \times (A/C)^{-1.29}$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	235.48	18.00	8.55	232.20	4.83
0.65	203.31			210.14	
0.70	193.27			189.72	
Ecuación de Regresión Logarítmica:		$f_c = 91.45 - 275.53 \times \ln(A/C)$			





### CUADRO N° ARCC-12

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN A/C (14 DÍAS)  
(RECUBRIMIENTO DE CAUCHO NACIONAL)

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	290.85	24.21	9.43	284.09	9.56
0.65	243.33			256.85	
0.70	236.36			229.60	
Ecuación de Regresión Lineal		f <sub>c</sub> = 611.03 - 544.90 x (A/C)			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	290.85	24.21	9.43	283.70	8.93
0.65	243.33			255.75	
0.70	236.36			230.55	
Ecuación de Regresión Exponencial		f <sub>c</sub> = 984.99 x .126 <sup>(A/C)</sup>			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	290.85	24.21	9.43	284.34	8.42
0.65	243.33			255.06	
0.70	236.36			230.65	
Ecuación de Regresión Potencial		f <sub>c</sub> = 142.12 x (A/C) <sup>-1.736</sup>			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	290.85	24.21	9.43	284.69	9.06
0.65	243.33			256.14	
0.70	236.36			229.71	
Ecuación de Regresión Logarítmica:		f <sub>c</sub> = 102.49 - 356.68 x Ln(A/C)			



### CUADRO N° ARCC-13

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. RELACIÓN A/C (28 DÍAS)  
(RECUBRIMIENTO DE CAUCHO NACIONAL)

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	337.75	30.60	10.31	333.58	5.89
0.65	288.47			296.80	
0.70	264.19			260.02	
Ecuación de Regresión Lineal		$f_c = 774.94 - 735.60 \times (A/C)$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	337.75	30.60	10.31	333.84	4.05
0.65	288.47			295.26	
0.70	264.19			261.13	
Ecuación de Regresión Exponencial		$f_c = 1457.53 \times .0857^{(A/C)}$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	337.75	30.60	10.31	334.50	4.18
0.65	288.47			294.33	
0.70	264.19			261.45	
Ecuación de Regresión Potencial		$f_c = 147.83 \times (A/C)^{1.60}$			

a/c	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
0.60	337.75	30.60	10.31	334.20	5.22
0.65	288.47			295.86	
0.70	264.19			260.35	
Ecuación de Regresión Logarítmica		$f_c = 89.49 - 479.04 \times \ln(A/C)$			



**CUADRO N° ARCC-14**

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO (a/c=0.60)  
(RECUBRIMIENTO DE CAUCHO NACIONAL)

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	235.48	41.80	14.51	244.60	9.85
14	290.85			277.17	
28	337.75			342.31	
Ecuación de Regresión Lineal		$f_c = 212.03 + 4.65 \times (\text{Edad})$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	235.48	41.80	14.51	244.84	11.61
14	290.85			274.33	
28	337.75			344.40	
Ecuación de Regresión Exponencial		$f_c = 218.52 \times 1.02^{(\text{Edad})}$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	235.48	41.80	14.51	237.91	4.21
14	290.85			284.93	
28	337.75			341.24	
Ecuación de Regresión Potencial		$f_c = 143.40 \times (\text{Edad})^{0.26}$			

Edad (Días)	f <sub>c</sub> (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de f <sub>c</sub> (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	235.48	41.80	14.51	236.89	2.00
14	290.85			288.03	
28	337.75			339.16	
Ecuación de Regresión Logarítmica		$f_c = 93.34 + 73.77 \times \ln(\text{Edad})$			



**CUADRO N° ARCC-15**

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO ( $\alpha/c=0.65$ )  
(RECUBRIMIENTO DE CAUCHO NACIONAL)

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	203.31	34.79	14.20	208.30	5.39
14	243.33			235.85	
28	288.47			290.96	
Ecuación de Regresión Lineal:		$f_c = 180.74 + 3.94 \times (\text{Edad})$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	203.31	34.79	14.20	208.88	6.83
14	243.33			233.66	
28	288.47			292.39	
Ecuación de Regresión Exponencial:		$f_c = 186.73 \times 1.02^{(\text{Edad})}$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	203.31	34.79	14.20	203.63	0.55
14	243.33			242.56	
28	288.47			288.93	
Ecuación de Regresión Potencial:		$f_c = 124.61 \times (\text{Edad})^{0.25}$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	203.31	34.79	14.20	202.46	1.21
14	243.33			245.04	
28	288.47			287.62	
Ecuación de Regresión Logarítmica:		$f_c = 82.92 + 61.43 \times \ln(\text{Edad})$			



**CUADRO N° ARCC-16**

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES ESTADÍSTICAS (LINEAL, EXPONENCIAL, POTENCIAL Y LOGARITMICA)  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs. EDAD DEL CONCRETO ( $\alpha/c=0.70$ )  
(RECUBRIMIENTO DE CAUCHO NACIONAL)

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	193.27	29.18	12.62	201.61	9.00
14	236.36			223.86	
28	264.19			268.36	
Ecuación de Regresión Lineal:		$f_c = 179.36 + 3.18 \times (\text{Edad})$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	193.27	29.18	12.62	201.48	10.05
14	236.36			222.06	
28	264.19			269.74	
Ecuación de Regresión Exponencial:		$f_c = 182.81 \times 1.01^{(\text{Edad})}$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	193.27	29.18	12.62	196.19	4.94
14	236.36			229.38	
28	264.19			268.18	
Ecuación de Regresión Potencial:		$f_c = 126.51 \times (\text{Edad})^{0.23}$			

Edad (Días)	$f_c$ (Promedio) (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (%)	$f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )	Error Típico de $f_c$ (Estimado) (kg/cm <sup>2</sup> )
7	193.27	29.18	12.62	195.81	3.60
14	236.36			231.27	
28	264.19			266.73	
Ecuación de Regresión Logaritmica:		$f_c = 96.26 + 51.16 \times \ln(\text{Edad})$			





### CUADRO N° CFAC-01

CÁLCULO DE FACTIBILIDAD SEGÚN NORMA ASTM C-1231

(A/C= 0.60)

Par #	Caucho Nacional	Azufre y Bentonita	di	(di - D) <sup>2</sup>
1	329.38	269.66	59.72	1057.38
2	325.70	307.34	18.36	78.19
3	326.26	298.32	27.94	0.54
4	354.60	292.82	61.78	1195.59
5	331.61	316.20	15.41	139.07
6	341.57	311.86	29.71	6.29
7	317.82	343.10	-25.28	2754.43
8	371.19	313.41	57.78	934.97
9	376.84	311.86	64.98	1427.13
10	298.31	318.64	-20.33	2259.35
11	358.19	329.94	28.25	1.10
12	280.46	291.38	-10.92	1453.34
13	328.81	314.61	14.20	169.07
14	322.73	326.44	-3.71	955.59
15	358.05	300.00	58.05	951.56
16	318.44	313.22	5.22	483.24
17	329.38	288.20	41.18	195.37
18	346.33	311.80	34.53	53.69
19	369.83	313.64	56.19	840.27
20	313.56	349.72	-36.16	4014.83
21	296.05	332.20	-36.15	4013.56
22	351.15	305.03	46.12	357.87
23	348.02	299.44	48.58	456.99
24	325.99	306.78	19.21	63.88
25	365.92	297.13	68.79	1729.51
26	332.20	311.30	20.90	39.72
27	355.31	329.94	25.37	3.36
28	339.66	291.48	48.18	440.05
29	370.06	304.60	65.46	1463.62
30	358.71	325.99	32.72	30.44
	<b>338.07</b>	<b>310.87</b>	<b>27.20</b>	<b>27569.99</b>

Datos:

xs =	310.87
xp =	338.07
sd =	30.83
n =	30
t =	1.699

Cálculo:

$$338.07 \geq (0.98)(310.87) + (1.699)(30.83)/(30)^{1/2}$$

$$338.07 > 308.14 \text{ (Cumple para esta relación por el método ASTM).}$$





**CUADRO N° CFAC-02**

CÁLCULO DE FACTIBILIDAD SEGÚN NORMA ASTM C-1231

(A/C= 0.65)

Par #	Caucho Nacional	Azufre y Bentonita	di	(di - D) <sup>2</sup>
1	267.24	269.27	-2.03	961.14
2	243.58	264.37	-20.79	2476.29
3	296.65	244.83	51.82	522.02
4	275.00	276.84	-1.84	949.40
5	252.87	274.03	-21.16	2513.25
6	229.05	256.50	-27.45	3183.48
7	273.74	251.40	22.34	43.99
8	313.22	224.86	88.36	3526.89
9	247.70	265.92	-18.22	2227.12
10	272.32	227.12	45.20	263.34
11	279.33	222.99	56.34	748.99
12	280.45	282.76	-2.31	978.58
13	303.35	241.81	61.54	1060.65
14	259.78	272.32	-12.54	1723.27
15	333.91	287.93	45.98	239.26
16	312.43	243.02	69.41	1635.20
17	301.69	298.85	2.84	632.90
18	310.34	275.98	34.36	29.03
19	305.08	248.59	56.49	757.22
20	287.57	293.30	-5.73	1204.25
21	332.96	251.96	81.00	2706.88
22	277.97	255.62	22.35	43.86
23	318.64	245.20	73.44	1977.37
24	314.12	246.37	67.75	1503.71
25	282.68	259.55	23.13	34.13
26	297.74	259.32	38.42	89.26
27	324.71	277.40	47.31	336.27
28	311.30	255.37	55.93	726.72
29	276.27	274.43	1.84	736.16
30	314.94	279.55	35.39	41.19
	<b>289.89</b>	<b>260.92</b>	<b>28.97</b>	<b>33971.82</b>

**Datos:**

<b>xs</b>	=	<b>260.92</b>
<b>xp</b>	=	<b>289.89</b>
<b>sd</b>	=	<b>34.23</b>
<b>n</b>	=	<b>30</b>
<b>t</b>	=	<b>1.699</b>

**Cálculo:**

$$289.89 \geq (0.98)(260.92) + (1.699)(34.23)/(30)^{1/2}$$

$$289.89 > 259.57 \text{ (Cumple para esta relación por el método ASTM).}$$



**CUADRO N° CFAC-03**

CÁLCULO DE FACTIBILIDAD SEGÚN NORMA ASTM C-1231

(A/C= 0.70)

Par #	Caucho Nacional	Azufre y Bentonita	di	(di - D)²
1	263.69	279.31	-15.62	1045.23
2	265.52	258.99	6.53	103.63
3	249.43	276.97	-27.54	1958.06
4	279.10	281.92	-2.82	381.42
5	264.41	288.14	-23.73	1635.39
6	234.30	228.81	5.49	125.87
7	327.12	274.71	52.41	1274.49
8	224.14	237.85	-13.71	925.38
9	310.67	289.33	21.34	21.44
10	234.66	282.58	-47.92	4177.04
11	263.22	245.25	17.97	1.59
12	225.99	291.95	-65.96	6834.33
13	285.23	226.26	58.97	1785.91
14	236.31	225.58	10.73	35.76
15	249.72	179.66	70.06	2846.22
16	271.91	220.90	51.01	1176.49
17	258.76	239.08	19.68	8.82
18	282.39	233.90	48.49	1009.97
19	230.51	194.35	36.16	378.30
20	276.27	193.30	82.97	4390.39
21	275.42	236.36	39.06	499.52
22	236.52	234.08	2.44	203.63
23	270.62	203.39	67.23	2552.27
24	261.49	232.02	29.47	162.82
25	278.53	263.79	14.74	3.88
26	262.15	242.53	19.62	8.47
27	313.79	287.36	26.43	94.48
28	258.76	245.81	12.95	14.14
29	244.13	258.76	-14.63	982.20
30	236.72	217.24	19.48	7.67
	<b>262.38</b>	<b>245.67</b>	<b>16.71</b>	<b>34644.82</b>

**Datos:**

<b>xs</b> =	<b>245.67</b>
<b>xp</b> =	<b>262.38</b>
<b>sd</b> =	<b>34.56</b>
<b>n</b> =	<b>30</b>
<b>t</b> =	<b>1.699</b>

**Cálculo:**

$$262.38 \geq (0.98)(245.67) + (1.699)(34.56)/(30)^{1/2}$$

$$262.38 > 244.67 \text{ (Cumple para esta relación por el método ASTM).}$$



# PANEL FOTOGRÁFICO



**FOTO Nº 01.-** AGREGADOS (FINO Y GRUESO), DE LA CANTERA "LA GLORIA"



**FOTO Nº 02.-** TOMA DE MUESTRAS Y SU RESPECTIVO CUARTEO.





FOTO Nº 03.- MEZCLADO DEL CONCRETO EN LABORATORIO.



FOTO Nº 04.- ENSAYO DE CONSISTENCIA (SLUMP) DEL CONCRETO.



**FOTO Nº 05.- ENSAYO DEL PORCENTAJE DE FLUIDEZ DEL CONCRETO.**



**FOTO Nº 06.- ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO.**





**FOTO Nº 07.- ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO.**



**FOTO Nº 08.- CAPEADO DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.**



FOTO Nº 09.- PROBETA CAPEADA (AZUFRE Y BENTONITA).

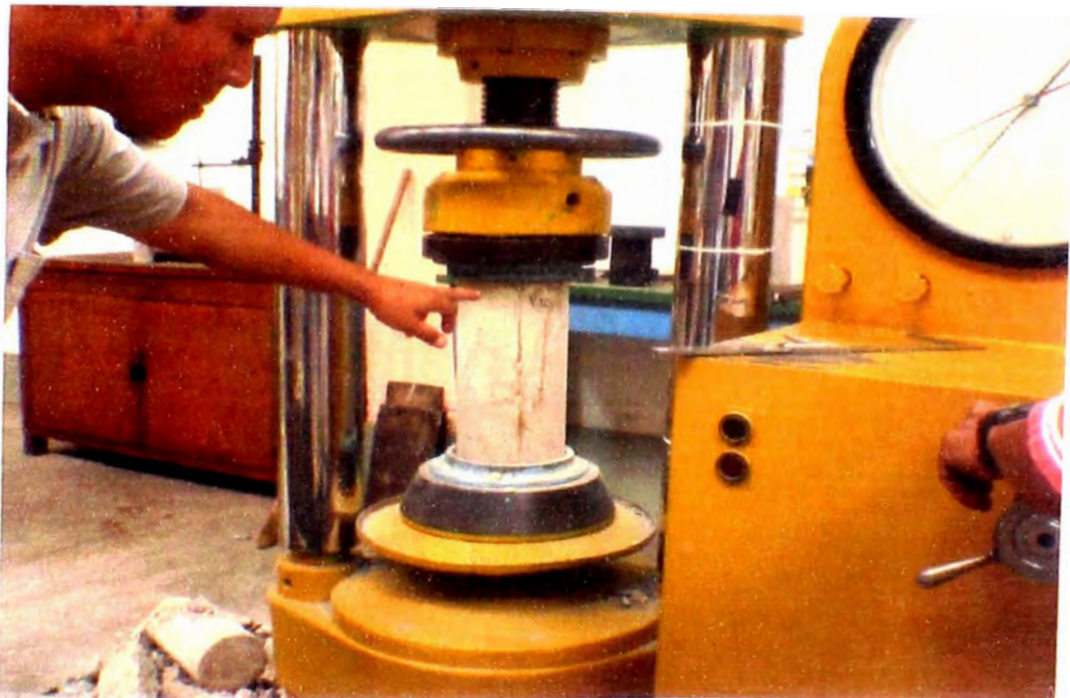


FOTO Nº 10.- ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO.





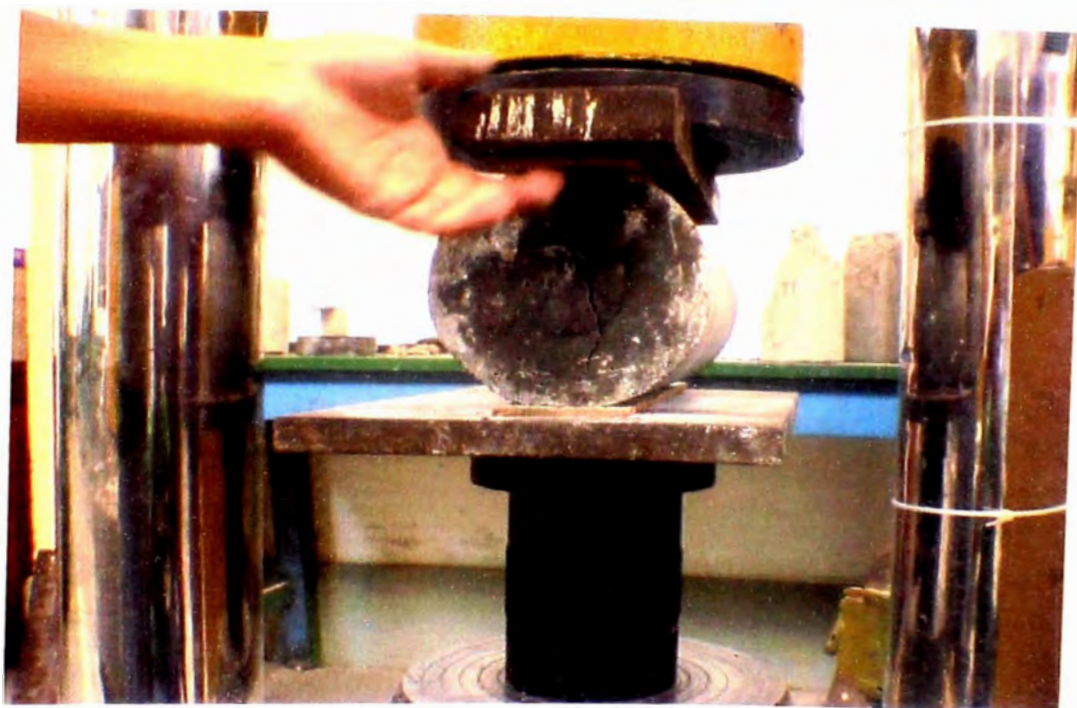
**FOTO Nº 11.-** ROTURA DE PROBETAS CON ALMOHADILLAS DE CAUCHO NACIONAL



**FOTO Nº 12.-** ROTURA, PRESENTA FISURAS PARALELAS AL EJE DE LA PROBETA.



**FOTO Nº 13.- ENSAYO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO.**



**FOTO Nº 14.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO, METODO POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.**





**FOTO Nº 15.-** PLATO RETENEDOR METALÍCO Y ALMOHADILLA DE CAUCHO NEOPRENO DE 85 SHORE DE DUREZA.



**FOTO Nº 16.-** ALMOHADILLA DE CAUCHO NEOPRENO DE 85 SHORE DE DUREZA DE ESPESOR  $E=13$  MM.



**FOTO Nº 17.- ENSAYO DIRECTO DE LAS PROBETAS, SIN PERDIDA DE TIEMPO PARA EL CAPEADO.**



**FOTO Nº 18.- FACILIDAD DE USO DE LAS ALMOHADILLAS. COLOCACIÓN DEL PLATO RETENEDOR SOBRE LA PROBETA.**





**ELASTÓMEROS Y DERIVADOS S.A.**

Av. Guillermo Dansey 1369 - Lima - Cercado  
Telefaxs: (511) 332 6197 - 332 6657 - 332 6362  
E-mail: elastomer@goalsnet.com.pe

**R.U.C. N° 20143717969**  
**FACTURA**  
**001 - N° 0018179**

**TECNOLOGIA DEL CAUCHO Y POLIURETANO AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA**

13 Noviembre 2008  
A. DE HUARCAYA OLARTE DEL JORGE LUIS (C3356)  
DIRECCION: Calle Manhattan N°0020 Mz A Lt 20 Urb Las V  
10404412308 ORDEN DE COMPRA N°

GUIA N°	PEDIDO N°	VENDEDOR	FORMA DE PAGO
13 20414	P/15359	Elastómeros	Contra Entrega

EM	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO US\$	VALOR VENTA US\$
1 (04)	2 pza	Disco de Caucho Neopreno de 60 Shore de dureza de 13mm esp x 155mm ø seg. indicaciones	14.00	28.00
2 (05)	2 pza	Discos Reencauchados con Caucho Natural de 100 Shore de dureza de esp=13mm*ø=155mm	11.00	22.00
				50.00
I.G.V. 19%				9.50
US\$				59.50
SON: CINCUENTAINUEVE y 50/100 DOLARES AMERICANOS S. E. ú O.				
Pago a cuenta en efectivo S/. 60.00 el 06/11/2006 T/C: 3.217				

**INCORPORADO AL REGIMEN DE BUENOS CONTRIBUYENTES SEGUN D.S. N° 101-2002/EF**

CANJEADA / CANCELADA

REVISADO POR:

HECHO POR:

SIRVANSE CANCELAR ESTA FACTURA CON CHEQUE A LA ORDEN DE ELASTÓMEROS Y DERIVADOS S.A.

LIMA, 13 DE Noviembre DEL 2008

ADQUIRENTE o USUARIO

## CLASIFICACIÓN POR PROPIEDADES DE ELASTÓMEROS

CLASIFICACION POR PROPIEDADES DE ELASTOMEROS	POLIMERO BASE	CAUCHO NATURAL	SBR	BUTILO	EPDM	HYPALON	NEO-PRENO	ACRILLO	SILICONA	URETANO	
	NOMBRE QUIMICO	Polisopreno	Butadieno estireno	Isobutileno Isopreno	Etileno Propileno	Polielileno Clorosulfonado	Cloropreno	Acrido Nitrilo	Polisiloxano	Poliéster	
	DESIGNACIONES A.S.T.M.	NR	SBR	IIR	EPDM-EPM	CSM	CR	NBR	PMQ PVMO	AU-EU	
	PROPIED. GENERALES	Peso específico Coeficiente de Dilatación Térmica Adhesión a metales Gusto Olor No manchante T° de Trabajo	0,92 66,6 E P-B B-E E -20 a 70	0,94 66,6 E P-B B P -10 a 70	0,92 57,6 P-B P-B B B -15 a 160	0,88 57,6 P-B B B B -35 a 150	1,18 48,6 E P-B B E -35 a 160	1,25 61,2 E P-B P-B B-E -10 a 100	1,3 70,2 B-E B B P -35 a 130	1,10 - 1,60 81 B-E E E E -80 a 250	1,25 48,6 E C E B 30 a 170
	P. GRALES. A T° AMBI.	Resistencia a la Flexión Resist. a la Tracción Máx. (kg/cm²) Elongación Máx. (%) Compresión Set. (%) Resiliencia Permeabilidad a los gases Resistencia eléctrica	B-E 300 650 E E 6,12 (P) E	B 220 600 B B 4,8 (P) E	B 270 800 P P 0,25 (E) E	N 200 600 B B 6,4 (P) E	P-B 250 500 P-B P 0,8 (B) B	B-E 250 600 B E 0,89 (B) P	B 250 650 B B 0,88 (B) C	N - 900 B-E B 200 (H) E	N 450 750 B P-B 0,95/16 (C) B
	MECANICAS	Resistencia a la abrasión Resistencia Desgarro Resistencia Impacto	E E E	B-E P E	P B B	B P B	B-E B B	B-E B B	B B P	P-B N-P C-P	E E E
	ALTAS T°	Envejecimiento 100° C Elasticidad 100° C Resistencia a la llama	P-B B N	B B C	B-E P C	E P-B C	B-E P B-E	B-E B E	B B C	E E E	B C C
	BAJAS T°	T° de rigidez (°C) Punto de vidrio (°C)	-30 a -45 -65	-10 a -45 -65	-25 a -40 -65	-30 a -45 -70	-30 a -45 -55	-10 a -45 -65	-10 a -45 -45	-50 a -82 -70 a -82	-25 a -35 -50 a 93
	AMBIENTALES	Ozono Oxidación Agua y Luz Solar	N B C	N P C	E E E	E E E	B-E E E	B E B-E	P B C	E E E	E B E
	PROPIED. QUIMICAS	Agua y vapor Alcalis Diluidos Acidos Diluidos Hidrocarburos Alifáticos (kerosene) Hidrocarburos Aromáticos (benzol) Hidrocarburos Clorados Cetonas Solventes Oxigenados Alcoholes	E/B E/P-B E/P-B N N N B B-E	B/P P-B/P-B P-B/P-B N N N B B	E-B-E E/E E/E N N N B-E B-E	E/E E/E E/E N N N B-E B-E	B/B E/E E/E N N N B-E E	B/B E/E E/E P B P P E	B/P-B B/B B/B E B-E P-B C P-B	E/P E/E B/P P-C N N P-B P-B	P-B/C P/C P/C B P P-B C B
ACETES	Animales y vegetales Fuel - Oil Lubricantes Sintéticos Lubric. Bajo Punto Anilina <190°C Lubric. Bajo Punto Anilina >190°C Líquidos Frenos no Hidráulicos	C N N N N B-E	C N N N N B-E	B-E N N N N B	B N N N N B-E	B B C B E C	B B C E B C	B P-B E B N	E P N B E	E P-B C B E N	
FLUIDOS HIDRAU.	Bases Hidrocarbúricas Hidro - Glicol Ester Silícico Ester Fosfórico	N B-E B-E B	N B B-E B	N B-E B-E E	N E B-E E	P-B B B P	C-P B C P	B P B C	N E N B	B B-P N N	
REFRIG.	Amoniacal Cloruro de Metilo	B C	B C	B P	B C	B N	E N	B N	E N	C N	

E : Excelente

B : Bueno

P : Pobre

C : Uso con Precaución

N : No Usar

S / D : Sin Determinar



# Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C 1231/C 1231M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ε) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This practice covers requirements for a capping system of unbonded caps for testing concrete cylinders molded in accordance with Practice C 31/C 31M or C 192/C 192M. Unbonded neoprene caps of a defined hardness are permitted for testing for a specified maximum number of reuses for qualification testing up to a certain concrete compressive strength level. Above that strength, level neoprene caps are not permitted for qualification testing. Qualification testing is required for all elastomeric materials other than neoprene for tests of the concrete strength.

Unbonded caps are not to be used for acceptance testing of concrete with compressive strength below 1500 psi [10 MPa] or above 12 000 psi [85 MPa].

The values stated in either inch-pound or SI units shall be regarded as standard. SI units are shown in brackets. That values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other, and not combining the values in any way.

This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. For a specific statement, see Note 4.

## Referenced Documents

### ASTM Standards:

- C 31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field<sup>2</sup>
- C 39 Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens<sup>2</sup>
- C 192/C 192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory<sup>2</sup>
- C 617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens<sup>2</sup>
- D 2240 Classification System for Rubber products in Auto-

motive Applications<sup>3</sup>

D 2240 Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness<sup>4</sup>

## 3. Terminology

### 3.1 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.1.1 *pad, n*—an unbonded elastomeric pad.

3.1.2 *unbonded cap, n*—a metal retainer and an elastomeric pad.

## 4. Significance and Use

4.1 This practice provides for using an unbonded capping system in testing hardened concrete cylinders made in accordance with Practices C 31/C 31M or C 192/C 192M in lieu of the capping systems described in Practice C 617.

4.2 The elastomeric pads deform in initial loading to conform to the contour of the ends of the cylinder and are restrained from excessive lateral spreading by plates and metal rings to provide a uniform distribution of load from the bearing blocks of the testing machine to the ends of the concrete or mortar cylinders.

## 5. Materials and Apparatus

5.1 Materials and equipment necessary to produce ends of the reference cylinders that conform to planeness requirements of Test Method C 39 and the requirements of Practice C 617. This may include grinding equipment or capping materials and equipment to produce neat cement paste, high strength gypsum plaster, or sulfur mortar caps.

### 5.2 Elastomeric Pads:

5.2.1 Pads shall be  $\frac{1}{8} \pm \frac{1}{16}$  in. [3 ± 2 mm] thick and the diameter shall not be more than  $\frac{1}{16}$  in. [2 mm] smaller than the inside diameter of the retaining ring.

5.2.2 Pads shall be made from polychloroprene (neoprene) meeting the requirements of Classification D 2000 as follows:

Shore A Durometer	Classification D 2000 Line Call-Out
50	M2BC514
50	M2BC614
70	M2BC714

The tolerance on Shore A durometer hardness is ± 5. Table 1 provides requirements for use of caps made from material

<sup>1</sup> This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Mortar and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Test Methods for Strength.

<sup>2</sup> This edition approved Jan. 10, 2000. Published April 2000. Originally approved as C 1231-93. Last previous edition C 1231-99.

<sup>3</sup> See *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.02.

<sup>3</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 09.02.

<sup>4</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 09.01.

**LE 1. Requirements for Use of Polychloroprene (Neoprene) Pads**

Concrete Compressive Strength, psi [MPa]	Shore A Durometer Hardness	Qualification Tests Required	Maximum Reuses <sup>A</sup>
30 to 6 000 [10 to 40]	50	none	100
30 to 7 000 [17 to 50]	60	none	100
30 to 7 000 [28 to 50]	70	None	100
30 to 12 000 [50 to 80]	70	Required	50
Greater than 12,000 [80]		not permitted	

<sup>A</sup>Maximum number of reuses. Will be less if pads wear, crack or split. See Note 1.

2.3 Other elastomeric materials that meet the performance requirements of qualification tests in Section 8 are permitted.

2.4 Elastomeric pads shall be supplied with the following information:

- 2.4.1 The manufacturer's or supplier's name.
  - 2.4.2 The Shore A hardness, and
  - 2.4.3 The applicable range of concrete compressive strength from Table 1 or from qualification testing.
- 2.5 The user shall maintain a record indicating the date the pads are placed in service, the pad durometer, and the number of reuses to which they have been subjected.

3 **Retainers.** shall be made of metal that will prove durable for repeated use (Note 1). The cavity in the metal retainers shall have a depth at least twice the thickness of the pad. The inside diameter of the retaining rings shall not be less than 102 % or greater than 107 % of the diameter of the cylinder. The surfaces of the metal retainer which contact the bearing blocks of the testing machine shall be plane to within 0.002 in. [0.05 mm]. The bearing surfaces of the retainers shall not have gouges, scratches, or indentations greater than 0.010 in. [0.25 mm] deep or greater than 0.05 in.<sup>2</sup> [32 mm<sup>2</sup>] in surface area.

NOTE 1—Retainers made from steel and some aluminum alloys have been found acceptable. Steel retaining rings that have been used successfully with 1/2-in. [13-mm] neoprene pads are shown in Fig. 1. Retainer materials and metals used are subject to the performance and acceptance requirements of Section 8.

**Test Specimens**

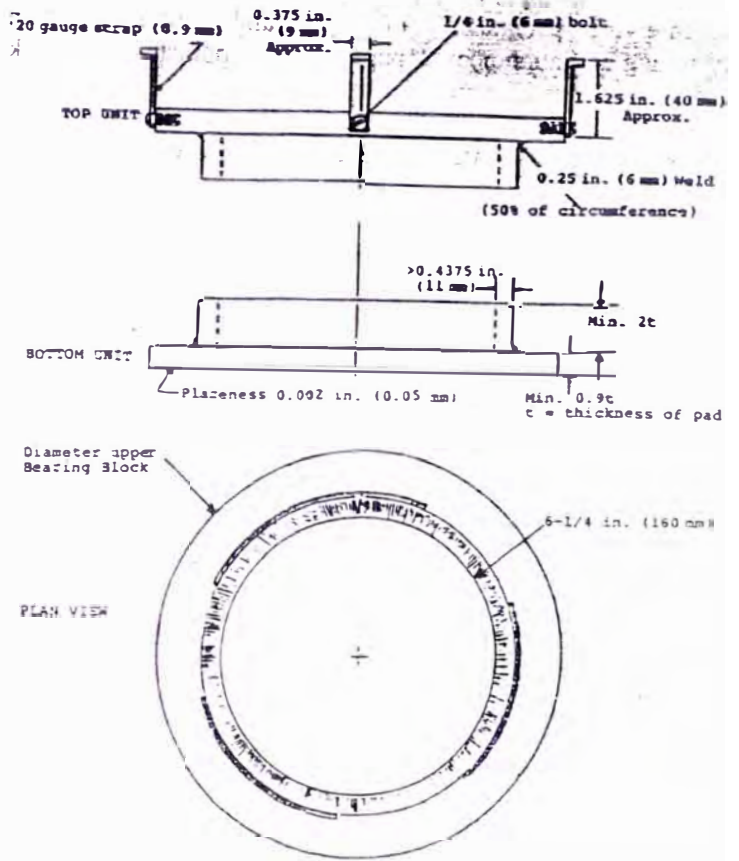
6.1 The specimens shall be either 6 by 12 in. [150 by 300 mm] or 4 by 8 in. [100 by 200 mm] cylinders made in accordance with Practices C 31/C 31M or C 192/C 192M. The other end of a cylinder shall depart from perpendicularity to axis by more than 0.5° (approximately equivalent to 1/8 in. [3 mm] in 300 mm). No individual diameter of a cylinder may differ from any other diameter by more than 2 %.

NOTE 2—One method of measuring the perpendicularity of ends of cylinders is to place a try square across any diameter and measure the clearance of the longer blade from an element of the cylindrical surface. An alternative method is to place the end of the cylinder on a plane surface and support the try square on that surface.

6.2 Depressions under a straight edge measured with a lead wire gage across any diameter shall not exceed 0.20 in. [5 mm]. If cylinder ends do not meet this tolerance, the cylinder shall not be tested unless irregularities are corrected by sawing or grinding.

**Procedure**

7.1 Unbonded caps are permitted to be used on one or both



Use a base clamp to attach the top unit to the upper spherically seated bearing block.

FIG. 1 Example of Steel Retaining Rings for 6 by 12 in. [150 by 300 mm] Cylinders (Nonmandatory)

ends of a cylinder in lieu of a cap or caps meeting Practice C 617, provided they meet the requirements of Section 5.

7.2 Examine the pads for excessive wear or damage (Note 6). Replace pads which have cracks or splits exceeding 3/8 in. [10 mm] in length regardless of depth. Insert the pads in the retainers before they are placed on the cylinder (Note 3).

NOTE 3—Some manufacturers recommend dusting the pads and the ends of the cylinders with corn starch or talcum powder prior to testing.

NOTE 4—Caution: Concrete cylinders tested with unbonded caps rupture more violently than comparable cylinders tested with bonded caps. As a safety precaution the cylinder testing machine must be equipped with a protective cage. In addition, some users have reported damage to testing machines from the sudden release of energy stored in the elastomeric pads.

7.3 Center the unbonded cap or caps on the cylinder and place the cylinder on the lower bearing block of the testing machine. Carefully align the axis of the cylinder with the center of thrust of the testing machine by centering the upper retaining ring on the spherically seated bearing block. As the spherically seated block is brought to bear on the upper retaining ring, rotate its movable portion gently by hand so that uniform seating is obtained. After application of load, but before reaching 10 % of the anticipated specimen strength, check to see that the axis of the cylinder is vertical within a tolerance of 1/8 in. in 12 in. [3.2 mm in 300 mm] and that the ends of the cylinder are centered within the retaining rings. If the cylinder alignment does not meet these requirements, release the load, check compliance with 6.1, and carefully



e specimen. Reapply load and recheck specimen and alignment. A pause in load application to check alignment is permissible.

Complete the load application, testing, calculation, and report results in accordance with Test Method C 39.

Because of the violent release of energy stored in pads, the user rarely exhibits conical fracture typical of capped cylinders. Other types of fracture in Test Method C 39 are not unusual. Occasionally, unbonded capped cylinders may develop early failure and continue to carry increasing load. For this reason cylinders should be tested to complete failure.

### Qualification of Unbonded Capping Systems and Reuse of Pads

Table 1 specifies the conditions under which polychloroprene) unbonded pads must be qualified under this practice depending on the concrete strength and the Shore A hardness. Unbonded pads made of other elastomeric materials may be qualified using the procedures in this section.

When qualification tests are required they must be made by the supplier or user of the unbonded pads. The user of the practice must retain a copy of the current qualification test results to demonstrate compliance with this practice. See X1.1.

The compressive strength of molded cylinders tested with unbonded caps shall be compared with that of companion cylinders tested with ends ground or capped to meet requirements of Test Method C 39 and Practice C 617.

The test results must demonstrate that at a 95% confidence level ( $\alpha = 0.05$ ), the average strength obtained with unbonded caps is not less than 98% of the average strength of companion cylinders capped or ground in accordance with 8.3.

When required, qualification tests shall be made prior to the use of an unbonded cap system at both the highest and lowest strength levels anticipated to establish an acceptable range of cylinder strength for use. Qualification tests in accordance with 8.5 shall be made on initial use of an unbonded cap at both the highest and lowest strength levels to establish an acceptable range of cylinder strength. Individual cylinders shall not have strength

10% greater than the high strength level or more than 10% less than the low strength level qualified or specified. Qualification tests shall be repeated whenever there is a change in the design or dimensions of the retaining rings, there is a change in pad composition or thickness, or there is a change in pad hardness.

A hardness change of more than five units. Initial qualification tests shall include verification that after the maximum number of reuses the pads meet the requirements of 8.4.

When tests are made to establish a permissible number of reuses exceeding those in Table 1, only those tests or reuses within 2000 psi [14 MPa] of the highest strength level qualified will be included in the reuse count. Laboratories must maintain records of the number of times pads are reused.

6—Pad life depends on the hardness and type of pad material, the strength of the concrete, the difference between the outside diameter of the retaining ring and the inside diameter of the retaining ring, the unevenness and wear of the ends of the cylinder, and other factors. Based on available

information, scuffing or abrasion of the perimeter of the pad is normal, provided it does not reduce the thickness of the pad around the perimeter. Cracks or splits in the pad are reported to materially reduce cylinder strength. Replace pads which have cracks exceeding 1/8 in. [10 mm] in length, regardless of depth (see 7.2).

### 8.5 Specimen Preparation for Qualification and Pad Reuse Testing:

8.5.1 Pairs of individual cylinders shall be made from a sample of concrete and cured as nearly alike as possible; one cylinder per pair is to be tested after grinding or capping in accordance with 8.3 and the other is to be tested using the unbonded cap system.

8.5.2 A minimum of 10 pairs of cylinders shall be made at both the highest and lowest strength levels desired or anticipated (Note 7). The "strength level" is the average of the strengths of the 20 or more cylinders whose strength are within a range of 1000 psi [7 MPa] (Note 8). More than one pair of cylinders can be made from a single concrete sample, but cylinders must come from a minimum of two samples made on different days for each concrete strength level (Note 9).

Note 7—If the Practice C 617 capped and unbonded capped specimens produce equal strengths, the number of pairs of cylinders that will be needed to demonstrate compliance will range from 9 to more than 60 depending on the variability of test results. If the two capping systems produce equal strengths, about 10% of laboratories will require more than 60 tests and 10% of the laboratories will require 9 tests to demonstrate statistical compliance.

Note 8—Note that the range of strengths permitted in qualification testing to define the strength level is 1000 psi [7 MPa], but that in counting number of reuses only cylinders within a range of 2000 psi [14 MPa] are included in the reuse count.

Note 9—Cylinders for qualification tests can be from pairs of cylinders tested in routine laboratory operations and, in most instances, special trial batches should not be required for qualification tests.

## 9. Calculation

9.1 For each strength level, compute the difference in strength for each pair of cylinders, and compute the average strength of the cylinders with reference caps and the average strength of the cylinders with unbonded caps, as follows:

$$d_i = x_{pi} - x_{si} \tag{1}$$

$$\bar{x}_s = (x_{s1} + x_{s2} + x_{s3} + \dots + x_{sn})/n$$

$$\bar{x}_p = (x_{p1} + x_{p2} + x_{p3} + \dots + x_{pn})/n$$

where:

$d_i$  = difference in strength of a pair of cylinders computed as the strength of unbonded capped cylinder minus the strength of the cylinder prepared according to Practice C 617 (may be positive or negative).

$x_{pi}$  = cylinder strength using unbonded cap,

$x_{si}$  = cylinder strength using Practice C 617,

$n$  = number of pairs of cylinders tested for the strength level,

$\bar{x}_s$  = average strength of Practice C 617 capped cylinders for a strength level, and

$\bar{x}_p$  = average strength of unbonded cap cylinders for a strength level.

9.2 Compute the average difference,  $\bar{d}$ , and standard deviation of the difference,  $s_d$ , for each strength level, as follows:

$$\bar{d} = (d_1 + d_2 \dots + d_n)/n \quad (2)$$

$$s_d = [\sum(d_i - \bar{d})^2 / (n - 1)]^{1/2}$$

To comply with this practice the following relationship satisfied:

$$\bar{x}_p \geq 0.98 \bar{x}_s + (t_{s_d})/(n) \ln s \quad (3)$$

re  $t$  is the value of "students  $t$ " for  $(n - 1)$  pairs at .05 from the following table:

$(n - 1)$	$t(\alpha = 0.05)^A$
9	1.833

$(n - 1)$	$t(\alpha = 0.05)^A$
14	1.761
19	1.729
100	1.662

<sup>A</sup> Use linear interpolation for other values of  $(n - 1)$  or refer to appropriate statistical tables.

10. Keywords

10.1 cap; compressive strength; concrete; concrete test; elastomeric; neoprene; pad cap; rubber; unbonded cap

APPENDIX

(Nonmandatory Information)

X1. SAMPLE REPORT AND CALCULATION

X1.1 Sample Report:

- X1.1.1 Pad Material—Lot 3742. Shore A = 52. Thickness in.
- X1.1.2 Retaining Ring—Set A manufactured 1-87.
- X1.1.3 Concrete Cylinders: Job 1207. Nos. 1-10. January 2 1987.
- X1.1.4 Sulfur Mortar—Lot 3420. Compressive Strength of psi [48.2 MPa].
- X1.1.5 All Tests 28 days age.

X1.2 Summary—

- = 3679 psi [25.35 MPa];
- = 3663 psi [25.26 MPa];
- = 46.06 psi [0.328 MPa];
- = 10;
- = 1.833.

X1.3 Calculation—Using equation in 8.5:

$$3 \geq (0.98)(3679) + (1.833)(46.06)/(10)^{1/2}$$

$$3 > 3632 \text{ (system qualifies at 3670 psi)}$$

Metric:

$$25.25 \geq (0.98)(25.35) + (1.833)(0.328)^{1/2}$$

$$25.25 > 25.03 \text{ (System Qualifies)}$$

Cylinder Pair	Neoprene Pad		Sulfur Cap		Difference, d				
	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa			
1	3605	24.9	3580	24.7	25	0.20			
2	3605	24.9	3690	25.4	-85	-0.50			
3	3585	24.7	3595	24.7	-10	0.00			
4	3570	24.6	3625	25.0	-55	-0.40			
5	3625	25.0	3640	25.1	-15	-0.10			
6	3660	25.2	3740	25.8	-80	-0.60			
7	3750	25.9	3720	25.6	30	0.30			
8	3725	25.7	3720	25.6	5	0.10			
9	3700	25.5	3725	25.7	-25	-0.20			
10	3805	26.2	3755	25.9	50	0.30			
Average	xp	3663	25.26	xs	3679	25.35	d	-16	-0.090
Std. Dev							sd	46.06	0.328

X1.4 Keywords—caps; capping cylinders; compressive strength; pads; strength; unbonded capping system

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).