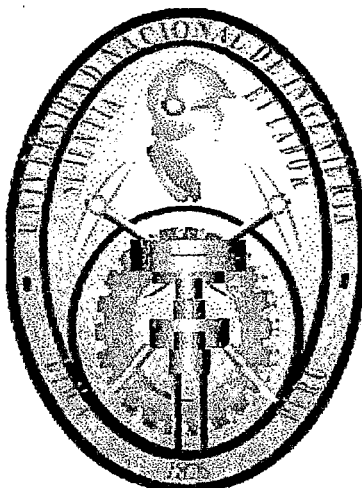


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**CORROSIÓN DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA  
RESISTENCIA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y ADITIVO  
PLASTIFICANTE POR ACCIÓN DEL CLORURO DE SODIO**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**ANTONINO CHALLCO DURAN**

**LIMA - PERÚ**

**2002**

**Digitalizado por:**

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

***Agradezco a Dios que ha hecho posible la culminación de este trabajo y ha dado sentido a mi vida.***

)

***Un agradecimiento especial a mi madre  
que con su apoyo constante y oportuno ha  
permitido lograr este anhelo.***

***Un agradecimiento especial al Ing. Carlos Barzola Gastelú por su apoyo generoso y desinteresado potencial de todos los logros.***

# INDICE

Pág.

## SUMARIO

### INTRODUCCION

#### CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

##### 1.1 Naturaleza del concreto

1.1.1 Porosidad.....5

1.1.2 Permeabilidad..... 6

##### 1.2 Durabilidad del concreto

1.2.1 Ataque químico al concreto.....6

##### 1.3 Corrosión del concreto

1.3.1 Factores que influyen en el proceso corrosivo.....8

##### 1.4 Aditivos

1.4.1 Definición.....8

1.4.2 Razones para su uso.....10

1.4.3 Clasificación.....11

1.4.4 Usos.....12

#### CAPITULO II: CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

2.1 Cloruro de Sodio.....15

##### 2.2 Cemento

2.2.1 Introducción.....17

2.2.2 Tipos de Cemento Portland ..... 17

2.2.3 Cemento Portland Tipo I..... 18

##### 2.3 Propiedades del Agregado fino

2.3.1 Granulometria y modulo de finura.....22

2.3.2 Superficie especifica..... 24

2.3.3 Peso especifico y porcentaje de absorción..... 24

2.3.4 Peso unitario suelto y compactado.....26

2.3.5 Contenido de humedad..... 27

##### 2.4 Agregado grueso

2.4.1 Granulometria.....28

2.4.2 Superficie especifica.....29

2.4.3 Peso especifico.....30

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.4.4 | Peso unitario suelto y compactado.....              | 31 |
| 2.4.5 | Contenido de humedad y porcentaje de absorción..... | 32 |

## **2.5 Agregado Global**

|       |                               |    |
|-------|-------------------------------|----|
| 2.5.1 | Generalidades.....            | 33 |
| 2.5.2 | Peso unitario compactado..... | 34 |

## **2.6 Aditivo Chemaplast**

|       |                   |    |
|-------|-------------------|----|
| 2.6.1 | Descripción.....  | 35 |
| 2.6.2 | Usos.....         | 35 |
| 2.6.3 | Dosificación..... | 36 |
| 2.6.4 | Presentación..... | 36 |

## **CAPITULO III: DISEÑO DE MEZCLA**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1   | Generalidades.....  | 39 |
| 3.2   | Criterio de diseño.....   | 40 |
| 3.3   | Combinación de agregados con mayor peso unitario.....                         | 40 |
| 3.3.1 | Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días .....                      | 41 |
| 3.4   | Diseño de mezcla (sin aditivo) para las relaciones a/c :0.40, 0.45, 0.50..... | 43 |
| 3.5   | Diseño de mezcla (con aditivo) para las relaciones a/c: 0.40, 0.45, 0.50..... | 54 |

## **CAPITULO IV: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.1 | Introducción .....   | 55 |
| 4.2 | Asentamiento.....  | 55 |
| 4.3 | Fluidez.....   | 57 |
| 4.4 | Contenido de Aire.....   | 58 |
| 4.5 | Exudación.....   | 59 |
| 4.6 | Peso unitario.....   | 60 |
| 4.7 | Tiempo de Fragua.....  | 61 |
| 4.8 | Relación de cuadros en muestras patrón y en muestras con aditivo plastificante ... | 65 |
| 4.9 | Relación de gráficos en muestras patrón y en muestras con aditivo plastificante... | 70 |

## **CAPITULO V: PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO**

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 5.1 | Introducción.....                                       | 97 |
| 5.2 | Resistencia a la compresión.....                        | 97 |
| 5.3 | Resistencia a la tracción por compresión diametral..... | 99 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 5.4 | Modulo de elasticidad estático.....   | 101 |
| 5.5 | Relación de cuadros en muestras patrón y en muestras con aditivo plastificante..... | 105 |
| 5.6 | Relación de gráficos en muestras patrón y en muestras con aditivo plastificante ... | 120 |

**CAPITULO VI: ENSAYOS ACELERADOS DE CORROSION EN CONCRETO  
ENDURECIDO**

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 6.1     | Generalidades.....                                    | 124 |
| 6.2     | <b>En muestra patrón</b>                              |     |
| 6.2.1   | Corrosión acelerada por cloruro de sodio              |     |
| 6.2.1.1 | Ensayo humedecido y secado y por perdida de peso..... | 124 |
| 6.2.1.2 | Ensayo por compresión.....                            | 125 |
| 6.3     | <b>En muestra con aditivo</b>                         |     |
| 6.3.1   | Corrosión acelerada por cloruro de sodio              |     |
| 6.3.1.1 | Ensayo humedecido y secado y por perdida de peso..... | 125 |
| 6.3.1.2 | Ensayo por compresión.....                            | 125 |

**CAPITULO VII: PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS**

|     |                              |     |
|-----|------------------------------|-----|
| 7.1 | Método de ensayo.....        | 126 |
| 7.2 | Procedimiento de ensayo..... | 126 |

**CAPITULO VIII: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 8.1 | Peso de la muestra de concreto por ciclo de ensayo.....                                      | 129 |
| 8.2 | Variación de peso.....   | 165 |
| 8.3 | Perdida de peso acumulada.....   | 214 |
| 8.4 | Resistencia a la compresión del concreto inmerso en una solución<br>de cloruro de sodio..... | 227 |

**CAPITULO IX: ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....232**

**CAPITULO X: ANALISIS DE COSTOS.....274**

**CAPITULO XI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....280**

**ANEXOS**

|                  |  |            |
|------------------|--|------------|
| <b>ANEXO I</b>   | <b>: ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS.....</b> | <b>289</b> |
| <b>ANEXO II</b>  | <b>: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....</b>             | <b>295</b> |
| <b>ANEXO III</b> | <b>: DISEÑO DE MEZCLAS.....</b>                        | <b>300</b> |

|                         |  |            |
|-------------------------|--|------------|
| <b>ANEXO IV</b>         | <b>: RESISTENCIA A LA COMPRESION.....</b>  | <b>308</b> |
| <b>ANEXO V</b>          | <b>: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO INMERSO EN<br/>UNA SOLUCION DE CLORURO DE SODIO.....</b> | <b>321</b> |
| <b>ANEXO VI</b>         | <b>: COSTO DEL CONCRETO POR METRO CUBICO.....</b>  | <b>334</b> |
| <b>ANEXO VII</b>        | <b>: NORMA ASTM C-494.....</b>   | <b>338</b> |
|                         | <b>HOJA TECNICA ADITIVO CHEMAPLAST.....</b>  | <b>347</b> |
| <b>ANEXO VII</b>        | <b>: DURABILITY OF CONCRETE IN SEA WATER<br/>METHOD OF ACCELERATED TESTING AND EVALUATION.....</b>     | <b>348</b> |
| <b>FOTOGRAFIAS.....</b> |  | <b>357</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b>     |  |            |



## SUMARIO

En la presente tesis de investigación, se hace un estudio de la resistencia y durabilidad del concreto frente a los ataques agresivos de sustancias como el cloruro de sodio, que al penetrar en el interior de su masa y por efecto de la evaporación del agua forman cristales que producen deformaciones y fisuras que terminan destruyéndolo.

Se propone el uso del aditivo plastificante Chemaplast para los cuales se realiza el estudio sobre la posibilidad de usarlo en el diseño del concreto a fin de mejorar su resistencia al reducir la relación agua cemento, asimismo mejora su durabilidad al disminuir su porcentaje de absorción, evitando así que las sales penetren en el interior del concreto.

Se evalúa los efectos de la corrosión que se origina en el concreto con aditivo y sin aditivo plastificante en probetas de 4" de diámetro y 8" de altura por acción del cloruro de sodio (Cl Na), para tal fin se realizara los ensayos de corrosión acelerada, sumergiendo a las probetas en una solución de cloruro de sodio cuya concentración será de 100 gr./lt.

El método de ensayo a aplicar es el de pérdida de peso mediante el humedecimiento y secado, tomando como referencia el estudio realizado por el Ing° José Luis Díaz Lazo (Tesis: "Corrosión del Cemento por ataque de Sulfatos").

Para lograr el objetivo trazado se han de elaborar especímenes de concreto con aditivo y sin aditivo para las relaciones agua/cemento 0.40, 0.45 y 0.50, para posteriormente proceder a hacer las comparaciones respectivas. En las muestras con aditivo plastificante Chemaplast para cada relación a/c (0.40, 0.45 y 0.50) se usaron ( 100 cc/bl, 150 cc/bl, 200 cc/bl ) de aditivo respectivamente.

La presente tesis de investigación consta de 11 capítulos a mencionar:

Capítulo I, se dan aspectos generales sobre la naturaleza, durabilidad y corrosión del concreto así como las definiciones de los aditivos.

Capítulo II, se detallan las características de los materiales usados, así como también del aditivo plastificante (CHEMAPLAST) cuyos datos fueron obtenidos de la hoja técnica proporcionada por el fabricante.

Capítulo III, se ve todo lo relativo al diseño de mezcla del concreto aplicado.

Capítulo IV y V, se detallan los ensayos realizados para propiedades del concreto en estado fresco como en estado endurecido, tanto para el concreto patrón como para el concreto con aditivo.

Capítulo VI, se trata los ensayos acelerados de corrosión en concreto endurecido: corrosión acelerado por cloruro de sodio, ensayo humedecido y secado y por pérdida de peso, ensayo de compresión, tanto para las muestras patrón y con aditivo.

Capítulo VII, se describen los procedimientos de ensayo

Capítulo VIII, se presentan los resultados de los ensayos realizados

Capítulo IX, se analizan los resultados obtenidos

Capítulo X, se trata todo lo referente al análisis de costos.

Capítulo XI, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llega una vez terminada la presente investigación.

Todos los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ensayo de Materiales N° 1 (LEM) de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

## INTRODUCCION

Todas las estructuras de concreto están expuestas durante su vida útil al ataque químico y físico de diferentes agentes, la durabilidad del concreto estará en función del ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales estarán sometidos.

Tradicionalmente se asocio la durabilidad a las características resistentes del concreto, y particularmente a su resistencia en compresión, el fin de esta tesis es demostrar que la resistencia a la corrosión es otro aspecto que nos dará nuevas alternativas para obtener un concreto durable.

La corrosión es un fenómeno de deterioro de los materiales a causa de la reacción del medio ambiente en el que son usados. En lo últimos años la corrosión se ha tornado en un problema, según estudios realizados los costos provocados por ella representan entre un 3 y 5 % del Producto Nacional Bruto de un país industrializado. Asimismo, más allá de su impacto económico, la corrosión puede ocasionar problemas tanto de calidad como de seguridad en la estructura.

El término corrosión al concreto fue utilizado por los ingenieros Enrique Rivva López y Carlos Casabonne en el I CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCION en 1998. Se denomina "Corrosión del concreto" (del latín *corrodere* = corroer, destruir), a los daños causados en el concreto por la acción agresiva de fluidos y gases húmedos. (IMRE BICZOK "La corrosión del hormigón y su protección").

El concreto es químicamente inalterable al ataque de agentes químicos que se hallan en estado solido. Para que exista agresión, el agente químico debe estar en solución en una cierta concentración y tener la posibilidad de ingresar en la estructura interna del concreto durante un cierto tiempo.

El flujo de la solución producirá la reacción química que inicia el proceso de corrosión, que se manifiesta en la cristalización del cloruro de sodio en el interior del concreto, creando presiones internas que lo destruyen.

Ante este panorama se propone el uso del aditivo reductor de agua y plastificante CHEMAPLAST con el propósito de obtener un concreto compacto e impermeable que impida la penetración de sustancias agresivas que puedan originar destrucción del concreto. Ya que impermeabilizando el concreto se reduce la absorción y se mejora su durabilidad.

Dado que en la naturaleza los procesos de corrosión en el concreto se desarrollan con lentitud, y en vista del tiempo restringido que se tiene para la obtención de resultados se optó por aplicar ensayos a corto plazo o de corrosión acelerada.

El método de ensayo aplicado es el de PERDIDA DE PESO MEDIANTE EL HUMEDECIDO Y SECADO, en base a los estudios realizados en el exterior por los ingenieros: Shinzo Nishibayashi y Kiyoshi Yamura y en el Perú por los ingenieros: José Díaz Lazo, Josefina Carrillo Coronado, Angel Avendaño Aroni y Alberto Orozco Carlos.

Se ha considerado como agente químico agresivo, al cloruro de sodio (CINa), dada la abundancia que representa en el agua de mar (casi el 70% del total de sales) y por su participación en el mecanismo de corrosión. La concentración de la solución de cloruro de sodio usada es de 100 gramos/litro es decir tres veces la concentración normal de este compuesto en el agua de mar (que es de 30 gramos/litro, o 30000 partes por millón) con la finalidad de acelerar el proceso corrosivo.

En la vida práctica observamos que este tipo de ataque, se produce de manera más clara en el concreto que no está permanentemente en contacto con el agua. Como las estructuras de concreto cercanas al litoral marino, expuestas a este tipo de condición y a la brisa marina.

# CAPITULO I

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1 NATURALEZA DEL CONCRETO

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota en una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes.

Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si esta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si se ve sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas.

#### 1.1.1 POROSIDAD

La porosidad son los sistemas de vacíos presentes en la estructura interna del concreto endurecido. Esta porosidad es la que condiciona el comportamiento posterior del concreto para absorber líquidos y su permeabilidad o capacidad de flujo a través de él. La porosidad se encuentra bajo 2 formas:

**Porosidad cerrada.-** En el caso en que los poros no comuniquen entre ellos ni con el exterior, esta principalmente formada por una

parte de la porosidad de los agregados y por el aire atrapado en el concreto.

**Porosidad abierta.-** En el caso en que los poros se comunican entre sí y con el medio exterior al concreto; esta formada por una parte de la porosidad de los agregados y por los microcanales dejados al evaporarse parte del agua de mezclado del concreto.

### **1.1.2 PERMEABILIDAD**

Es un factor importante que interviene en el proceso de corrosión del concreto. Un concreto de baja permeabilidad permite menor paso y retención del agua que con otro concreto más permeable. El concreto de baja permeabilidad se opone a la absorción de las sales y evitan que estas penetren.

## **1.2 DURABILIDAD DEL CONCRETO**

La durabilidad es definida como la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro proceso que produzca deterioro.

### **1.2.1 ATAQUE QUIMICO AL CONCRETO**

Los siguientes conceptos fueron expuestos en el "CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCION" en el año 1998, por el Ing. Enrique Rivva López.

## **ATAQUE POR ACIDOS**

Siendo el concreto químicamente básico, con un PH del orden de 13, puede ser atacado por medios ácidos, con PH menor de 7, los cuales reaccionan con el hidróxido de calcio de la pasta produciendo compuestos de calcio solubles de agua.

Entre los elementos que atacan al concreto se encuentra los ácidos: sulfúrico, nítrico, sulfuroso, hidrociorhídrico, hidrofiorhídrico, clorhídrico; también las aguas provenientes de minas, industrias, corrientes montañosas, o fuentes minerales que puedan contener o formar ácidos; las turbas que por oxidación puedan producir ácidos sulfúricos; y los ácidos orgánicos de origen industrial.

## **ATAQUE POR BASES**

Las bases son compuestos químicos que desprenden iones hidróxido en solución en agua. Ejemplo de bases tenemos: *el hidróxido de sodio o soda cáustica y el hidróxido de amonio o amoníaco*. Si estos hidróxidos penetran en el concreto y se concentran en una zona determinada se produce daño físico por cristalización y el bióxido de carbono proveniente del aire. El mismo efecto se *obtiene por ciclos de humedecimiento y secado del concreto en una solución de los mencionados hidróxidos*.

## **ATAQUE POR SALES**

Las sales son compuestos químicos derivados de ácidos o bases, formadas de la reacción entre ellos. Usualmente son solubles en agua. Los cloruros y nitratos de amonio, magnesio, aluminio, hierro atacan al concreto, siendo el más peligroso el de amonio.

El ataque al concreto por sulfato de calcio, sodio o magnesio es lo suficientemente importante para justificar tratarlo en forma independiente.

### **1.3 CORROSION DEL CONCRETO**

#### **1.3.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO CORROSIVO**

El fenómeno de corrosión es un sinónimo de destrucción o deterioro y este no solo se da en los metales sino se presenta en los materiales pétreos y plásticos. Se sabe que el concreto es un material durable sin embargo en muchos casos sufre deterioro prematuro esto debido a factores internos y externos.

**A.) FACTORES INTERNOS.-** Se da por las reacciones entre los componentes del concreto. Entre ellos tenemos:

- **La reacción alcali-agregado,** es decir la reacción de los álcalis del cemento con cierto tipo de agregados.
- **La reacción de los agregados,** se debe al ácido sulfúrico que se forma por oxidación de los sulfuros de hierro.

**B.) FACTORES EXTERNOS.-** Es un fenómeno químico que se produce por la reacción de sustancias agresivas externas con los álcalis del concreto.

### **1.4 ADITIVOS**

#### **1.4.1 DEFINICION**

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



Cualquier labor técnica se realiza mas eficientemente si todos los riesgos están calculados y controlados, siendo los aditivos la alternativa que siempre permite optimizar las mezclas de concreto y los procesos constructivos.

Concretos constituidos por cemento Portland y agregados convencionales son de uso común en nuestro medio. Pese a que los concretos convencionales ofrecen soluciones prácticas y económicamente eficientes en la mayoría de los casos, estos también presentan ciertas desventajas que a su vez pueden ser mejoradas de modo de elevar la calidad técnica del material y/o reducir los costos de los materiales/métodos constructivos.

Frente a esta situación se realizaron numerosos experimentos e investigaciones de nuevos productos que añadidos al concreto mejoran y perfeccionan sus propiedades, tales como reductores de agua, plastificantes, retardadores, acelerantes, expansivos, superplastificantes, incorporadores de aire, etc.

Estos productos fueron desarrollados facilitando y dando solución a los más diversos problemas tales como las inclemencias del clima, del medio ambiente así como también mejorando las calidades del concreto.

Al margen de esto, cada vez se va consolidando a nivel internacional el criterio de considerar los aditivos como un componente normal

dentro de la tecnología del concreto moderno ya que contribuye a minimizar los riesgos que ocasionan el no poder controlar ciertas características inherentes a la mezcla del concreto original, como son los tiempos de fraguado, la estructura de vacíos, el calor de hidratación, etc.

#### **1.4.2 RAZONES PARA SU USO**

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

- a. - Aumentar la trabajabilidad, sin modificar la cantidad de agua.
- b. - Desencofrado en menor tiempo del usual.
- c. - Reducción del tiempo de espera necesario para dar acabado superficial.
- d. - Reducción del tiempo de curado.
- e. - Adelanto en la puesta en servicio de las estructuras.
- f. - Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas.
- g. - Reducción de presiones sobre los encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado.
- h. - Contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas en climas fríos desarrollando con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia.

- i. - Economía ya que se puede reducir la cantidad de cemento.
- j. - Mejora significativa de la impermeabilidad.
- k. - Aumenta la durabilidad del concreto.
- l. - Disminuye la segregación.
- m. -Reducir la contracción.

### **1.4.3 CLASIFICACIÓN**

Los aditivos según la norma ASTM C-494, los clasifica para ser añadido a mezclas de concreto de la siguiente manera:

**TIPO A** Aditivos reductores de agua.

**TIPO B** Aditivos retardadores.

**TIPO C** Aditivos acelerantes.

**TIPO D** Aditivos reductores de agua y retardadores.

**TIPO E** Aditivos reductores de agua y acelerantes.

**TIPO F** Aditivos reductores de agua de alto alcance.

**TIPO G** Aditivos reductores de agua de alto alcance y retardadores.

#### 1.4.4 USOS

La forma de influenciar de los aditivos en el concreto es diversa depende del tipo de aditivo que se va ha usar, entre ellos tenemos:

##### **a.- Aditivo plastificante**

También llamados Surfactantes o químicos de superficie. Estos químicos consisten esencialmente en largas cadenas de moléculas orgánicas, uno de cuyos extremos es hidrofílico (atraen las moléculas de agua) y el otro hidrofóbico ( repelen las moléculas de agua). Se tiene que cuando una cantidad reducida de agua es adicionada al cemento, sin la presencia de un surfactante, no se puede obtener un sistema adecuadamente disperso, primero por que el agua posee alta tensión superficial (estructuras moleculares con lazos de hidrógeno), y segundo, las partículas de cemento tienden a unirse formando coágulos (atracción generado por las cargas positivas y negativas presentes en las esquinas de las partículas de cemento, y otros materiales finamente molidos). Cuando un surfactante con una cadena hidrofílica es adicionado al sistema agua/cemento, la cadena polar es absorbida a la superficie de las partículas de cemento. La cadena polar es dirigida hacia el agua. Este fenómeno reduce la tensión superficial del agua y convierte la partícula de cemento en hidrofílica. Como resultado la capas de moléculas dipolares de agua rodean las partículas de cemento previniendo su floculación, logrando un sistema adecuadamente disperso.

### **b.- Aditivo superplastificante**

Consiste en largas cadenas de alto peso molecular (de 20,000 a 30,000) de surfactantes aniónicos con un largo número de grupos polares en una cadena de hidrocarburos. Cuando son absorbidos en la superficie de las partículas de cemento, este tipo de surfactante imparte una fuerte carga negativa, la que ayuda a reducir la tensión superficial del agua que rodea las partículas de cemento e incrementa de manera muy marcada la fluidez del sistema. Comparando con los plastificantes, relativamente grandes concentraciones de superplastificantes pueden ser incorporados al concreto sin causar excesiva segregación ni retardar la fragua, pese a obtener consistencias del orden de 200 a 250 mm de slump. La excelente dispersión de las partículas de cemento parece ser la razón por la que no se produce un retraso en la fragua. Mas bien, la aceleración en los tiempos de fraguado es común en algunos casos. Este último fue un problema común con las primeras generaciones de superplastificantes. Sin embargo esto se ha corregido incorporando lignosulfatos a los superplastificantes de modo de generar un retardo en la fragua que contrarreste la aceleración generada por la excelente dispersión de partículas de cemento.

### **c.- Aditivo incorporador de aire**

Este aditivo se agrupa entre los surfactantes, y generalmente consiste en cadenas de hidrocarburos o polares con un grupo polar aniónico. El mecanismo mediante el cual estos aditivos actúan es:

En la interfase entre el agua-aire, los grupos polares se orientan hacia la fase agua reduciendo la tensión superficial de la misma, promoviendo de esta manera la formación de burbujas contrarrestando la tendencia de estas a dispersarse o colapsar. En la interfase sólido-agua donde existen fuerzas eléctricas direccionales en la superficie del cemento, los grupos o polares orientados hacia el agua, convirtiendo la partícula de cemento en hidrofóbicas de tal manera que las burbujas de aire desplacen al agua y se mantengan adheridas a las partículas de cemento.

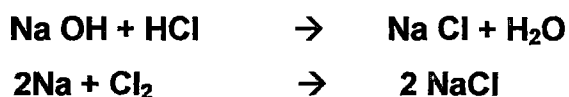
### **d.- Aditivos controladores de fragua**

Aparte de ciertos tipos de surfactantes mencionados existe un gran número de químicos que pueden acelerar el tiempo de fraguado y la tasa de desarrollo de la resistencia la compresión a temprana edad y otros como retardadores de tiempo de fraguado.

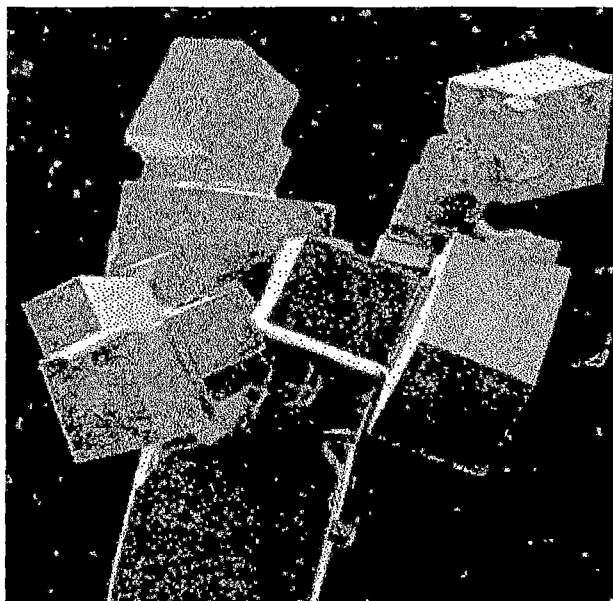
## CAPITULO II

### 2.1 CLORURO DE SODIO

El cloruro de sodio, comúnmente llamado sal es compuesto químico de fórmula NaCl, las sales generalmente son el resultado de la reacción de bases con ácidos, con eliminación de agua y también son el resultado de la reacción de anhídridos básicos y ácidos.



Es un sólido blanco, soluble en agua fría o caliente, ligeramente soluble en alcohol e insoluble en ácido clorhídrico concentrado, de forma transparente e incoloro, con un brillo parecido al hielo, generalmente contiene impurezas de cloruro de magnesio (MgCl<sub>2</sub>), sulfato de magnesio (MgSo<sub>4</sub>), sulfato de calcio (CaSo<sub>4</sub>), cloruro de potasio (KCl) y bromuro de magnesio (MgBr<sub>2</sub>).



**CRISTALES DE SAL** : Cloruro de sodio formado por una red cúbica de iones sodio y cloro (Micrografía electrónica de barrido, Fuente: Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98)

La sal se halla ampliamente distribuida en la naturaleza, se encuentra diluida en el agua de los océanos, la sal esta formandose constantemente por la acción de rios y corrientes sobre rocas que contienen cloruros y compuestos de sodio. Tiene un punto de fusión de 804 °C y empieza a evaporarse a temperaturas ligeramente por encima de ésta, su densidad relativa es 2,17.

| SUSTANCIAS                | pH   |
|---------------------------|------|
| Acido clorídrico          | 0,0  |
| Jugos gastricos           | 1,0  |
| Jugo de limón             | 2,3  |
| Vinagre                   | 2,9  |
| Vino                      | 3,5  |
| Jugo de tomate            | 4,1  |
| Café                      | 5,0  |
| Lluvia ácida              | 5,6  |
| Orina                     | 6,0  |
| Agua de lluvia            | 6,5  |
| Leche                     | 6,6  |
| Agua destilada            | 7,0  |
| Sangre                    | 7,4  |
| Levadura                  | 8,4  |
| Disolución de bórax       | 9,2  |
| Pasta de dientes          | 9,9  |
| Leche de magnesta         | 10,5 |
| Agua de cal               | 11,0 |
| Amoniaco doméstico        | 11,9 |
| Hidroxido de sodio (NaOH) | 14,0 |

**ESCALA DE pH: soluciones comunes**  
(Fuente: Enciclopedia Microsoft® Encarta®98)

El modo más simple de obtener sal en zonas próximas a los mares es por evaporación del agua salada, pero este método es costoso. En la mayoría de los casos se obtiene de depósitos. En este último método, se disuelve la sal en el agua que se introduce por unos tubos, y se hace salir la salmuera a la superficie por otros tubos. Una vez extraídas las impurezas, se evapora la disolución salina.

Entre los diversos métodos de evaporación en uso, los más importantes son: la evaporación solar, que emplea el calor de los rayos solares; la evaporación en vacío, en crisoles o marmitas y la evaporación por calor



directo en crisoles y marmitas abiertas, la mayoría de la sal comercial se obtiene por evaporación de la salmuera.

## **2.2 CEMENTO**

### **2.2.1 INTRODUCCION**

El cemento Portland es el producto obtenido de la pulverización del Clinker Portland con adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan 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 Portland" al producto constituido en su mayor parte por silicato de calcio, obtenido por la cocción hasta la fusión parcial de una mezcla debidamente seleccionada.

### **2.2.2 TIPOS DE CEMENTOS PORTLAND**

**Cemento Portland tipo I, Normal:** Para usos generales en la construcción, donde no se requiere que el cemento tenga propiedades especiales.

**Cemento Portland tipo II:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos ó donde se requiere moderado calor de hidratación.

**Cemento Portland tipo III:** Es el cemento del cual se requiere alta resistencia inicial.

**Cemento Portland tipo IV:** Es el cemento del cual es requiere bajo calor de hidratación

**Cemento Portland tipo V:** Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de sulfatos. Su resistencia aumenta mas lentamente que la del cemento tipol.

### 2.2.3 CEMENTO PORTLAND TIPO I

#### CARACTERISTICAS FISICAS:

| CARACTERISTICAS                    | VALORES                   |
|------------------------------------|---------------------------|
| Peso específico                    | 3.11 gr /cm <sup>3</sup>  |
| Finura                             | 3.477 cm <sup>2</sup> /gr |
| Contenido de aire                  | 9.99 %                    |
| Exp. Autoclave                     | 0.18 %                    |
| Fraguado inicial Vicat             | 1:49 hr.                  |
| Fraguado Final Vicat               | 3:29 hr.                  |
| f <sup>o</sup> c a los 3 días      | 254 kg/cm <sup>2</sup>    |
| f <sup>o</sup> c a los 7 días      | 301 kg/cm <sup>2</sup>    |
| f <sup>o</sup> c a los 28 días     | 357 kg/cm <sup>2</sup>    |
| Calor de hidratación a los 7 días  | 70.60 cal/gr.             |
| Calor de hidratación a los 28 días | 84.30 cal/gr.             |

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

**CARACTERISTICAS QUIMICAS:**

| <b>ELEMENTOS</b>                                   | <b>%</b>     |
|--|--------------|
| CaO ( Oxido de Calcio)                             | <b>63.2</b>  |
| SiO <sub>2</sub> (Dióxido Silicio)                 | <b>19.79</b> |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (oxido de Aluminio) | <b>6.15</b>  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ( Oxido Férrico)    | <b>2.82</b>  |
| K <sub>2</sub> O (oxido de Potasio)                | <b>0,96</b>  |
| Na <sub>2</sub> O (oxido de Sodio)                 | <b>0.28</b>  |
| SO <sub>3</sub> (oxido de Azufre)                  | <b>2.58</b>  |
| MgO (oxido de Magnesio)                            | <b>3,18</b>  |
| Cal libre  | <b>0.52</b>  |
| Perdidas por ignición                              | <b>0.80</b>  |
| Residuos insolubles                                | <b>0.62</b>  |
| C <sub>3</sub> S (Silicato Tricálsico)             | <b>54.18</b> |
| C <sub>2</sub> S (Silicato Bicálsico)              | <b>15.87</b> |
| C <sub>3</sub> A (Aluminato Tricálsico)            | <b>11.53</b> |
| C <sub>4</sub> AF (Ferro Aluminato Tetracálsico)   | <b>8.57</b>  |

**Mecanismo de Hidratación**

Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados

anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de calcio complejos.

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

#### **a.- Plástico**

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

El primer elemento en reaccionar es el  $C_3A$ , y posteriormente los silicatos y el  $C_4AF$ , caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el periodo latente o de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura de ambiente y el cemento en particular.

#### **b.- Fraguado Inicial**

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

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

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

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

### **c.- Fraguado Final**

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

### **d.- Endurecimiento**

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

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

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

Durante el proceso de hidratación, el volumen externo de la pasta se mantiene relativamente constante, sin embargo internamente el volumen de sólidos se incrementa constantemente con el tiempo,

causando la reducción de porosidades, que esta relacionada de manera inversa con la resistencia de la pasta endurecida y en forma directa con la permeabilidad.

### **2.3 PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO**

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial de rocas, que pasa el tamiz N.T.P. 9.5 mm (3/8”), y cumple con los límites estipulados en la norma N.T.P. 400.011. que establece los siguientes %:

- Material mas fino que la malla N°200= 5%
- Partículas deleznales=3%
- Materias orgánicas = 1.5 %

En nuestro trabajo usamos la arena de la Cantera de Jicamarca cerca de la refinería de la Cajamarquilla.

#### **2.3.1 GRANULOMETRIA Y MODULO DE FINURA**

##### **a) GRANULOMETRIA (NTP N°400.012)**

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones, de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

Los tamices usados son: N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

##### **Procedimiento de ensayo:**

- Cuartear el material sobre el suelo y tomar una muestra de 500 gr. para tamizarse.

- Se echa la muestra en la malla superior, las que estarán dispuestas en orden decreciente según el tamaño de la abertura.
- Tapar y encender la máquina tamizadora por 1.5 minutos. Separar cada malla y pesar el material retenido en cada una de ellas. El error máximo respecto al peso total inicial con el peso obtenido de la suma será de 1 %.

La norma ASTM C-33 establece una serie de requisitos para el agregado grueso y fino con el objeto de considerarlo aptos para su empleo en concreto.

#### **b) MODULO DE FINURA (NTP N°400.012)**

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

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: 3/4", N° 4, N° 8, N°16, N° 30, N° 50, N° 100 dividido entre 100.

En la apreciación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación, y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

### **2.3.2 SUPERFICIE ESPECIFICA**

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

### **2.3.3 PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION**

#### **a) Peso Específico ( NTP N° 400.022)**

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

#### **Procedimiento de ensayo:**

- Tomar una muestra de aproximadamente 3 Kg.
- Se cubre la muestra con agua y se deja en reposo durante 24 horas.
- Al día siguiente se extiende sobre una superficie plana para que se seque superficialmente.
- Para probar si está saturado superficialmente seco, echar el material en un molde tronco cónico metálico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de



metal. Si al levantar el molde la muestra se desmorona entonces ya esta saturado superficialmente seco (**s.s.s.**)

- Pesamos 500 gr. de arena **s.s.s.**, se introduce en el frasco, se llena de agua hasta casi la marca de 500 cm<sup>3</sup>. Luego se hace rodar el frasco sobre una superficie plana para eliminar todas las burbujas de aire.
- Después de aproximadamente una hora se llena con agua hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup> y se determina el peso total de agua introducida en el frasco. Inmediatamente llevamos al horno el frasco conteniendo la muestra y el agua para hacerlo secar hasta lograr un peso constante.
- Determinar el peso de la muestra secada al horno.

#### **b) Porcentaje de Absorción (N.T.P. N° 400.022)**

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergida 24 horas en esta. Se expresa como porcentaje del peso.

$$\%Abs = \frac{(P_{sss} - P_s)}{P_s} \times 100$$

Donde :

$P_{sss}$  = Peso del material saturado superf. seco

$P_s$  = Peso seco del material

### **2.3.4 PESO APARENTE SUELTO Y COMPACTADO ( N.T.P. N°400.017)**

El peso unitario ó aparente del agregado es el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en Kg./m<sup>3</sup>. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros ó pesados y en caso de proporcionarse el concreto por volumen. Se determinan 2 pesos aparentes ó unitarios:

**PESO APARENTE SUELTO (P.U.S.):** Es cuando el proceso de llenado del agregado en el recipiente es continuo sin ninguna presión.

**PESO APARENTE COMPACTADO (P.U.C.):** Es cuando el proceso de llenado del agregado en el recipiente es por capas (3) y se ejerce presión (varillado).

#### **Procedimiento de ensayo:**

- Balde metálico de 1/10 pie<sup>3</sup> (seco y limpio)
- Llenar el balde con el material, enrasar y pesar para el cálculo del peso unitario suelto.
- Llenar el balde con el material en 3 capas dando 25 golpes cada capa con la varilla de 5/8" y 60 cm. De longitud, con un extremo redondeado y pesar para obtener el peso unitario compactado.
- Pesar la vasija utilizada.

- Se determinan los pesos netos del agregado llenados en cada una de las vasijas.
- El peso unitario ó aparente suelto es el producto del peso neto de la muestra suelta por el inverso del volumen del balde. El peso aparente compactado es el producto del peso neto de la muestra compactada por el inverso del volumen del balde metálico.

### 2.3.5 CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP N°400.016)

Es la cantidad de agua que posee el material en estado natural. Se expresa en porcentaje.

$$C.H. = \frac{(H - S)}{S} \times 100$$

Donde:

$H$ = Peso Húmedo del agregado (estado natural)

$S$ = Peso seco del agregado.

#### Procedimiento de ensayo:

- Pesar 500 gr. de material en estado natural
- Secar al horno (24 horas, 110° C)
- Pesar la muestra secada al horno.

## 2.4 PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO

Es el agregado retenido en el Tamiz 4.75 mm. (N° 4), proveniente de la desintegración natural ó mecánica de la roca y que cumple con los límites establecidos en la norma

N.T.P. 400.037. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada ó chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural. La piedra triturada ó chancada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas y gravas.

#### **2.4.1 GRANULOMETRIA Y TAMAÑO MÁXIMO**

##### **a) Granulometría ( N.T.P. N° 400.011)**

La granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados se designa por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

##### **Procedimiento de Ensayo**

- Cuartear el material sobre el suelo y tomar una muestra de 5Kg. para tamizarse.
- Se coloca la muestra en la malla superior, las que estarán dispuestas en orden decreciente según tamaño de la abertura.
- Tapar y encender la zaranda por un tiempo de 1.5 minutos.
- Separar cada malla y pesar el material retenido en cada una de ellas. El error máximo respecto del peso total inicial con el peso obtenido de la suma será de  $\pm 1\%$

- Para calcular los porcentajes considerar el peso obtenido de la suma

### **Modulo de Finura**

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, y N°100 dividido entre 100.

### **b) Tamaño Máximo ( Norma ASTM N°467- NTP N°400.037)**

El tamaño Máximo se utiliza para seleccionar el agregado según las condiciones de geometría del encofrado y el refuerzo de acero. Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.

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

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 del peralte de la losa.

## **2.4.2 SUPERFICIE ESPECÍFICA**

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

### 2.4.3 PESO ESPECIFICO

#### **Peso Especifico ( Norma N.T.P. N° 400.021)**

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

#### **Procedimiento de Ensayo**

- Pesamos aproximadamente 5 1/2 Kg. de piedra, rechazando todo el material que pase el tamiz 4.75 mm. (N° 4).
- Este material lo ponemos a remojar en agua por 24 horas.
- Se saca la muestra del agua y se hace rodar sobre un paño grande absorbente, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun aparezca húmeda. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturado superficialmente seco (**s.s.s.**)
- Pesa 5 Kg. del material **s.s.s.**
- Llenar de agua el recipiente de la balanza hidrostática. Calibrar la balanza y pesar la canastilla dentro del agua. Anotar cuando deje de gotear la salida del deposito de la balanza.

- Luego se coloca la muestra **s.s.s.** dentro de la canastilla y se determina su peso en el agua.
- Colocar el material pesado en una lata y llevar al horno por 24 horas (110°C)
- Obtener el peso de la muestra secada al horno.

#### **2.4.4 PESO APARENTE SUELTO Y COMPACTADO**

**( N.T.P. 400.017)**

El peso unitario ó aparente del agregado es el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en Kg./m<sup>3</sup>. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros ó pesados y en caso de proporcionarse el concreto por volumen. Se determinan 2 pesos aparentes ó unitarios:

**Peso Aparente suelto (P.U.S.):** Es cuando el proceso de llenado del agregado en el recipiente es continuo sin ninguna presión.

**Peso Aparente compactado (P.U.C.):** Es cuando el proceso de llenado del agregado en el recipiente es por capas (3) y se ejerce presión (varillado).

##### **Procedimiento de Ensayo:**

- Balde metálico de 1/2 pie 3 (seco y limpio).
- Llenar el balde con el material, enrasar y pesar para él calculo del peso unitario suelto.

- Llenar el balde en tres capas con 25 golpes a cada capa con una varilla de 5/8, de 60 cm. de Longitud, con un extremo redondeado, y pesar para el calculo del peso unitario compactado.
- Pesar la vasija utilizada (sin material).
- Se determinan los pesos netos del agregado en cada una de las vasijas.
- El peso aparente suelto es el producto del peso neto de la muestra suelta por el inverso del volumen del recipiente ó balde metálico. Igualmente, el peso aparente compactado es el producto del peso neto de la muestra compactada por el inverso del volumen del balde metálico.

## 2.45 CONTENIDO DE HUMEDAD Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

### CONTENIDO DE HUMEDAD ( N.T.P. Nro. 400.015)

Es la cantidad de agua que posee el material en estado natural. Se expresa en porcentaje.

$$C.H. = \frac{(H - S)}{S} \times 100$$

Donde:

$H$  = Peso Húmedo del agregado (estado natural)

$S$  = Peso seco del agregado



### Procedimiento de ensayo

- Pesar 1Kg. de material en estado natural
- Secar al horno (24 horas, 110°C)
- Pesar la muestra secada al horno

### PORCENTAJE DE ABSORCIÓN ( N.T.P. N° 400.021)

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergida 24 horas en esta. Se expresa como porcentaje del peso.

$$\%Abs = \frac{(P_{sss} - P_s)}{P_s} \times 100$$

Donde :

$P_{sss}$  = Peso del material saturado supera.

$P_s$  = Peso seco del material

## 2.5 AGREGADO GLOBAL

### 2.51 GENERALIDADES

Lo más importante en cuanto a la granulometría es la gradación total por lo que puede darse el caso que al evaluarse individualmente la piedra y la arena no entren en los husos granulométricos propuestos por las normas ASTM C-33 y que sin embargo mezclándolos adecuadamente

suministren una distribución de partículas eficiente. La misma norma ASTM C-33 admite esto, ya que indica que se podrán emplear agregados que no cumplan los requerimientos, si se demuestra que con ellos se obtienen concretos que satisfacen las especificaciones técnicas del proyecto que se trate. Para evaluar las granulometrias totales se hace uso de las curvas teóricas y de husos totales, probando proporciones de mezcla de agregados que se acerquen lo más posible a ellas.

### **2.5.2 PESO UNITARIO COMPACTADO**

Para lograr una mezcla de concreto óptima, se ha empezado determinando la relación de agregados adecuada en la mezcla, lo que implica hallar la relación que proporcione la combinación de agregados con máximo peso unitario compactado.

Esta combinación, de máxima densidad, creará un volumen mínimo de vacíos, necesitando menos cantidad de pasta de cemento cuando forme parte del concreto.

Para determinar la máxima compactación ó el mejor acomodo de los agregados en el concreto se determinó el máximo peso unitario compactado del agregado global.

Para esto se hizo la mezcla en peso del agregado fino y el agregado grueso, en los siguientes porcentajes:

|                 |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|
| <b>% ARENA</b>  | 52 | 50 | 48 | 46 | 44 | 42 |
| <b>% PIEDRA</b> | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 |

Para la primera relación tomamos como base 50 kilos de arena que nos representaba el 52% del total de la mezcla y el resto que es el 48% lo completamos con una cierta cantidad de piedra que por una regla de tres hallamos el peso correspondiente que es de 46.16 kilos.

Aquí obtuvimos un peso unitario promedio de 1930.00 kg/m<sup>3</sup> de tres ensayos consecutivos. El mismo procedimiento seguimos con las demás relaciones, manteniendo como base los 50 kilos de arena e ir incrementando la piedra de acuerdo al porcentaje que se cambiaba.

En la gráfica 2.1, Observamos que la relación de 52% de piedra y 48% de arena son los que tienen mayor peso unitario compactado; como sabemos este método de compacidad es una aproximación a la optima relación arena piedra.

## 2.6 ADITIVO CHEMAPLAST

### 2.6.1 DESCRIPCION

El aditivo "CHEMAPLAST", es un aditivo reductor de agua, con el que se obtiene el mismo asentamiento y plastificante para obtener altas resistencias iniciales. Satisface las especificaciones ASTM C-494 Tipo A. Este aditivo es un concentrado listo para usarse, fabricado

sobre la base de agentes dispersantes de alta eficiencia. No contiene cloruros.

### **2.6.2 USOS**

La acción del Chemaplast como un aditivo dispersor y reductor de agua hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación. Esta disminución de agua trae a su vez el aumento correspondiente en resistencia a la compresión. Para mayor detalle ver anexo.

### **2.6.3 DOSIFICACION**

Ver anexo

### **2.6.4 PRESENTACION**

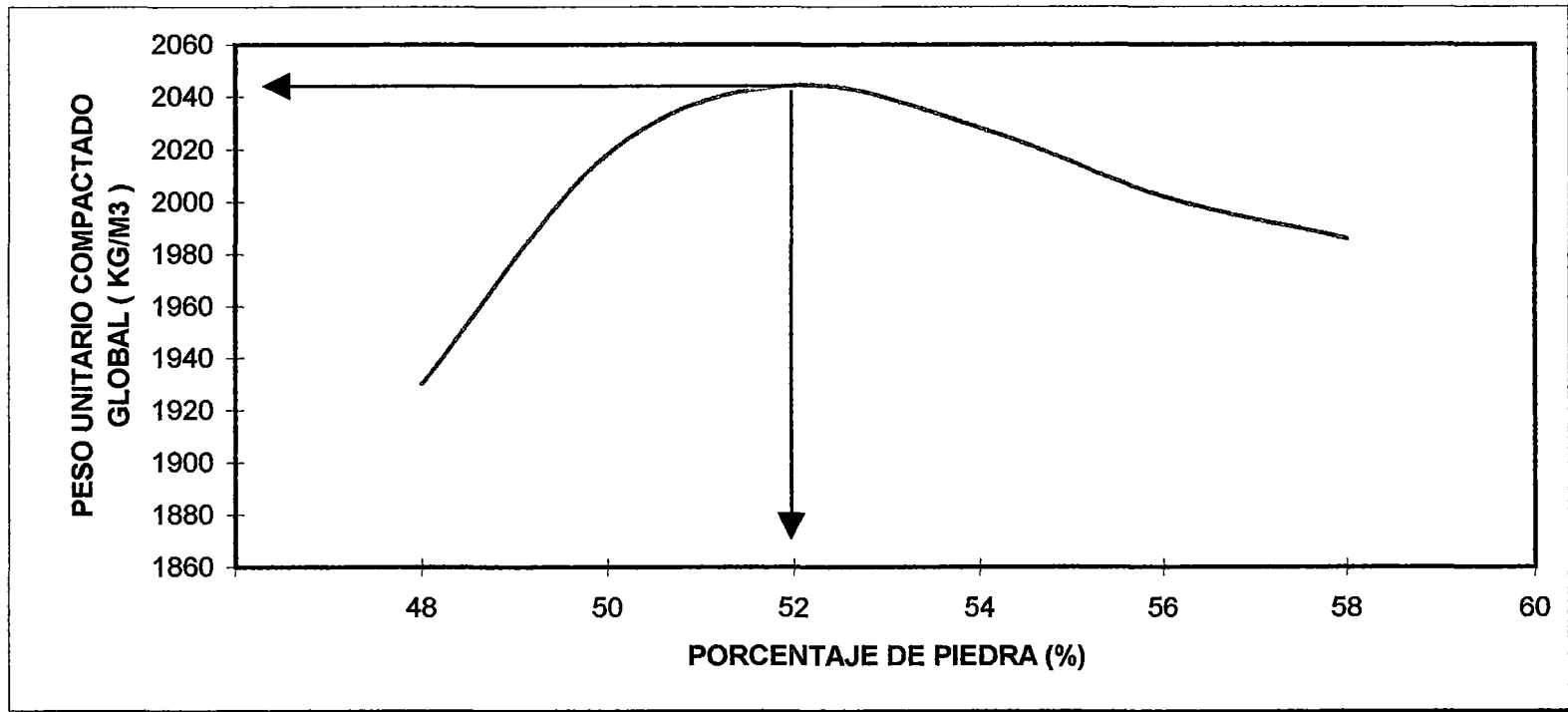
Envases de 1,5 y 55 Galones.

**CUADRO 2.1****PESO UNITARIO DEL AGREGADO GLOBAL**

| RELACION ARENA PIEDRA |           | PESO UNITARIO COMPACTADO ( Kg/m <sup>3</sup> ) |            |            |          |
|-----------------------|-----------|--|------------|------------|----------|
| ARENA(%)              | PIEDRA(%) | 1er ensayo                                     | 2do ensayo | 3er ensayo | promedio |
| 52                    | 48        | 1930.00  | 1931.00    | 1929.00    | 1930.00  |
| 50                    | 50        | 2018.30  | 2017.90    | 2018.50    | 2018.23  |
| 48                    | 52        | 2044.30  | 2044.40    | 2044.40    | 2044.37  |
| 46                    | 54        | 2028.00  | 2028.00    | 2028.10    | 2028.03  |
| 44                    | 56        | 2001.90  | 2002.00    | 2001.80    | 2001.90  |
| 42                    | 58        | 1986.00  | 1985.20    | 1985.50    | 1985.57  |

GRAFICO N° 2.1

DETERMINACION DE LA OPTIMA RELACION ARENA - PIEDRA



# CAPITULO III

## DISEÑO DE MEZCLA

### 3.1 GENERALIDADES

El diseño de mezcla de concreto se puede definir como el proceso de selección más adecuada, conveniente y económica de sus componentes como son: Agua, cemento, agregados (fino y grueso) y aditivos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado fresco tenga trabajabilidad y consistencia adecuada y que en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y especificaciones técnicas.

Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado así como el asentamiento; relaciones agua/cemento a usar referidas a resistencias en compresión determinadas experimentalmente; las proporciones en que deben intervenir la piedra y la arena sobre la base de gradaciones y consideraciones teóricas y/o prácticas etc.

Ante este panorama, hay que tener muy claro que no existe ningún método perfecto, ni que nos proporcione una receta infalible para solucionar todos los casos prácticos, por lo que las bondades de un método sobre otro residen finalmente en el criterio personal de quien los aplique y los resultados que cada profesional con su conocimiento técnico y experiencia en obra.

El presente trabajo trata de lograr una dosificación óptima reuniendo las siguientes condiciones: economía, trabajabilidad, resistencia, y durabilidad.

### **3.2 CRITERIO DE DISEÑO**

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 económico. Y para lograr dicho objetivo es indispensable realizar una buena combinación de agregados de tal manera que dada una relación agua/cemento y dado un asentamiento, obtener mediante dicha combinación una mezcla de concreto con la mínima dosificación de cemento y/o máxima resistencia a la compresión en el concreto endurecido.

### **3.3 COMBINACION DE AGREGADOS CON MAYOR PESO UNITARIO**

Debemos de hallar la relación que nos proporcione una combinación de agregados con máximo peso unitario, esto es con mínima relación de vacíos se asegura de este modo la condición de economía, mas no así las propiedades de resistencia y durabilidad, del que posteriormente se realizara un análisis al diseñar la mezcla, variando la relación porcentual evaluando puntos, debajo y encima de alrededor del mayor valor que se haya obtenido para una óptima relación de agregados, hasta obtener así la máxima resistencia a la compresión. El criterio de diseño utilizado es el de la mejor combinación de agregados determinada mediante el peso unitario compactado del agregado global, que se



determino en 48% de arena y 52% de piedra, el cual lo tomamos como un primer indicador de los porcentajes de agregados en la mezcla.

Es por ello que deseando tomar en cuenta la resistencia se hará diseños de mezcla variando la relación porcentual de agregados dos puntos hacia arriba y dos puntos hacia abajo con respecto al valor porcentual de agregados con el que se ha obtenido el máximo peso unitario compactado del agregado global.

Por este motivo se diseñara para los siguientes porcentajes:

| Agregado fino<br>(%) | Agregado grueso<br>(%) |
|----------------------|------------------------|
| 50                   | 50                     |
| 48                   | 52                     |
| 46                   | 54                     |

Para la relación a/c intermedia de las que se utilizaran, en este caso hemos tomado (a/c) 0.45 y para un asentamiento de 3" a 4". Mediante ajuste sucesivos se determino la cantidad de agua necesaria para obtener un asentamiento de 3 a 4 pulgadas para el diseño de mezcla correspondiente.

### 3.3.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS

En total se prepararon 3 probetas de cada relación arena: piedra, para poder sacar un promedio; se curaron por espacio de 7 días y se procedió a ensayar en la maquina de compresión obteniéndose los siguientes resultados:

TABLA N° 3.1

| RESISTENCIAS SEGUN LA RELACION ARENA PIEDRA |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
|---|--|--|--|--|--|

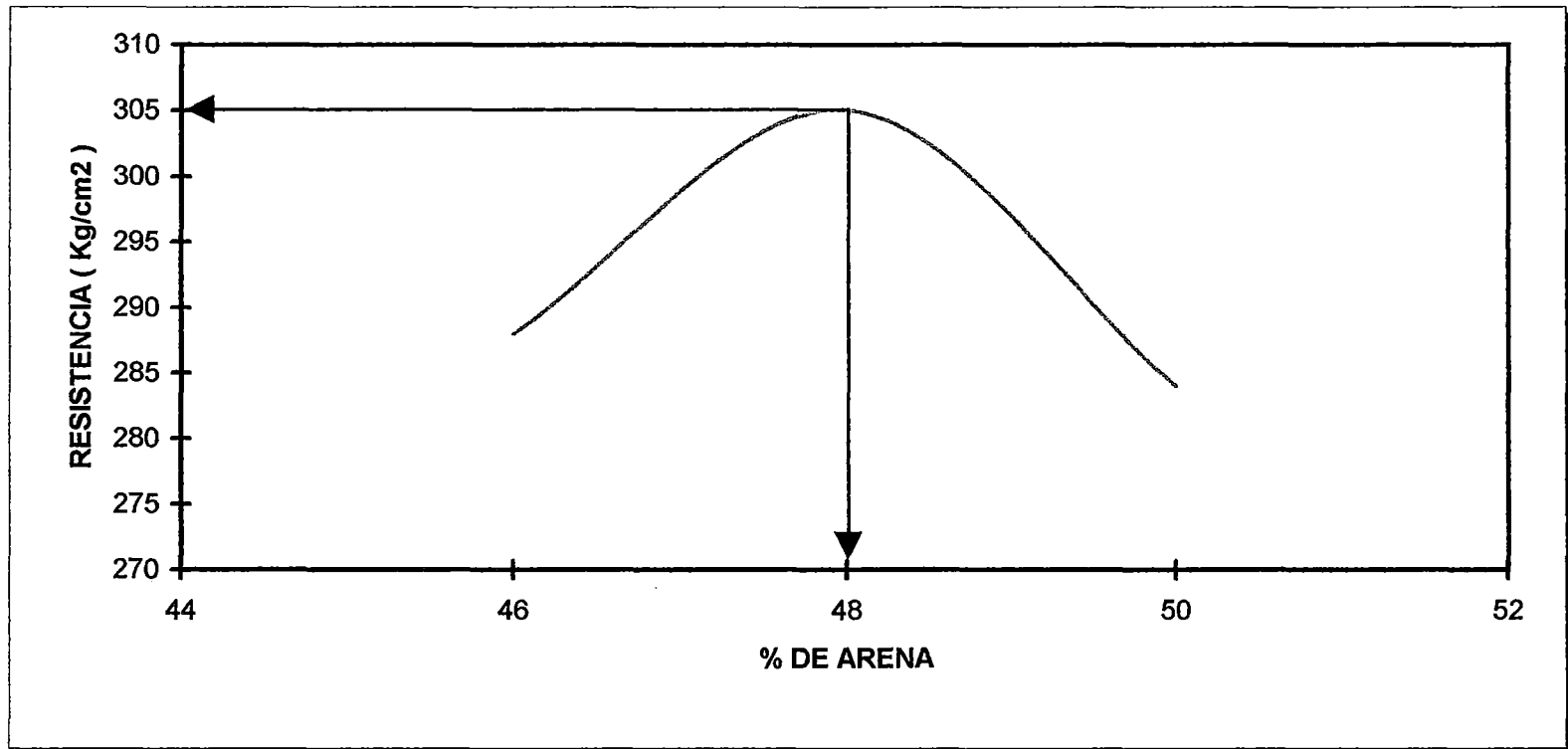
| % DE ARENA | DIAMETRO<br>cm | AREA<br>cm <sup>2</sup> | FUERZA<br>kg | RESISTENCIA<br>kg/cm <sup>2</sup> | PROMEDIO   |
|------------|----------------|-------------------------|--------------|-----------------------------------|------------|
| 50         | 15.2           | 181                     | 52000        | 287                               | slump 3,5" |
|            | 15.3           | 183                     | 52000        | 284                               |            |
|            | 15.2           | 181                     | 51000        | 282                               | <b>284</b> |
| 48         | 15.1           | 179                     | 55000        | 307                               | slump 3"   |
|            | 15.1           | 179                     | 54000        | 302                               |            |
|            | 15.1           | 179                     | 55000        | 307                               | <b>305</b> |
| 46         | 15.2           | 181                     | 51800        | 286                               | slump 3"   |
|            | 15.3           | 183                     | 52700        | 288                               |            |
|            | 15.2           | 181                     | 52300        | 289                               | <b>288</b> |

En la figura 3.1 observamos que la relación de 48% de arena: 52% de piedra, tiene mejor resistencia que las otras dos.

Por lo tanto con esta relación trabajaremos en adelante para toda las mezclas. En este punto se mostró solo los resultados de los ensayos a compresión del concreto, mas adelante se explicara con mayor detalle el diseño de mezclas.

GRAFICO N° 3.1

DETERMINACION DE LA OPTIMA RELACION ARENA - PIEDRA



### 3.4 DISEÑO DE MEZCLA SIN ADITIVO

#### a.- Diseño del Concreto Patrón

Como ya se conoce la optima relación arena piedra que es de 48% de arena y 52% de piedra, ahora diseñaremos la mezcla del concreto patrón para la cual tenemos que buscar el agua optima que cumpla con los requerimientos de asentamiento de 3" a 4" . Para todos los diseños se usaremos el método del "Agregado Global".

Para buscar dicha agua optima se realizo tres diseños de prueba para cada una de las relaciones con diferentes cantidades de agua , que describimos en los cuadros Nro:A.3.1

#### PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLA SIN ADITIVO

##### RELACION AGUA CEMENTO 0.40

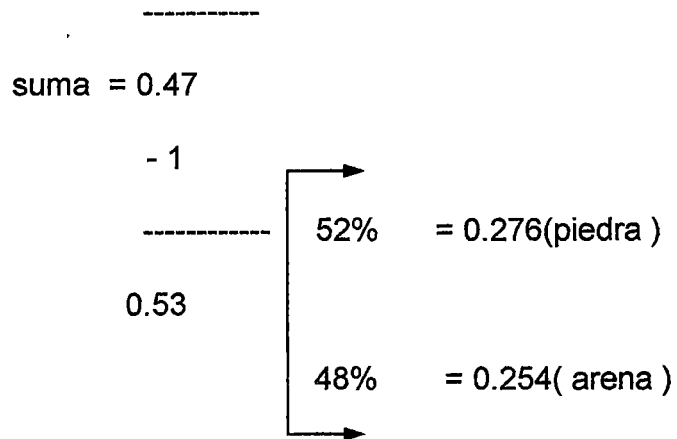
|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Asentamiento                | :3" a 4"                |
| Contenido de agua           | :250 lt/m <sup>3</sup>  |
| Factor cemento              | : $250/0.40=625$ Kg     |
| Peso especifico arena       | :2650 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorcion arena             | :0.90                   |
| Contenido de humedad arena  | :0.80                   |
| Peso especifico piedra      | :2680 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorcion piedra            | :1.06                   |
| Contenido de humedad piedra | :0.30                   |

**VOLUMEN ABSOLUTO:**

Cemento:  $625/3110 = 0.20$

Agua :  $250/1000 = 0.25$

% Aire :  $= 0.020$

**PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS:**

Arena :  $0.254 * (p.e) = 672.93 \text{ kgr/m}^3$

Piedra:  $0.276 (p.e) = 737.26\text{kgr/m}^3.$

**PESOS HUMEDOS****CORRECCION DE AGUA:**

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

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

Donde:

$P_s$  = Peso seco del agregado

$w$  = Contenido de humedad del agregado

$Ab$  = Porcentaje de absorción del agregado.

$C.A$  = Corrección de la arena

$C.P$  = Corrección de la piedra

$C.agua = C.P+C.A$

|                  |
|------------------|
| $C.agua = -6.27$ |
|------------------|

$am = 250 + 6.27$

|                               |
|-------------------------------|
| $am = 256.27 \text{ lt/m}^3.$ |
|-------------------------------|

## CORRECCION DE LOS PESOS DE ARENA Y PIEDRA

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

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

Donde:

$P_{cp}$  = Peso corregido de la piedra

$P_{ca}$  = Peso corregido de la arena

$P_s$  = Peso seco del agregado

$w$  = Contenido de humedad del agregado.

**CORRECCION:**

$$P_{cp} = 739.48 \text{ Kgr/m}^3$$

$$P_{ca} = 678.31 \text{ Kgr/m}^3.$$

$$\text{Cemento} = 625.0$$

$$\text{Agua} = 256.27$$

$$\text{Arena} = 678.31$$

$$\text{Piedra} = 739.48$$

**DISEÑO UNITARIO EN OBRA**

$$\text{Cemento} = 1$$

$$\text{Agua} = 0.41$$

$$\text{Arena} = 1.085$$

$$\text{Piedra} = 1.18$$

$$\text{Suma} = 3.675$$

**TANDAS(50 Kg)**

$$K = 50/3.675$$

$$K = 13.6$$

$$\text{Cemento} = 13.6$$

$$\text{Agua} = 5.57$$

$$\text{Arena} = 14.8$$

$$\text{Piedra} = 16.1$$

El asentamiento obtenido es de 3 1/2"

**RELACION AGUA CEMENTO 0.45**

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Asentamiento                | :3" a 4"                |
| Contenido de agua           | :240 lt/m <sup>3</sup>  |
| Factor cemento              | :240/0.45=533.33 Kg     |
| Peso especifico arena       | :2650 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorcion arena             | :0.90                   |
| Contenido de humedad arena  | :0.80                   |
| Peso especifico piedra      | :2680 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorcion piedra            | :1.06                   |
| Contenido de humedad piedra | :0.30                   |

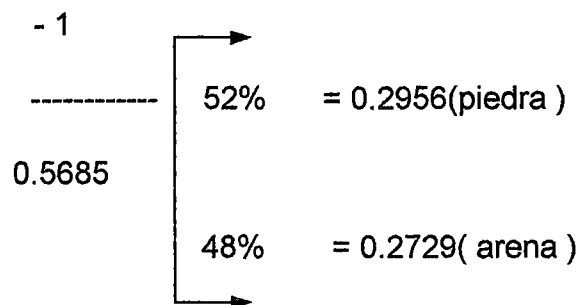
**VOLUMEN ABSOLUTO:**

$$\text{Cemento: } 533.33/3110 = 0.17148$$

$$\text{Agua : } 240/1000 = 0.24$$

$$\% \text{ Aire : } = 0.020$$

$$\text{suma} = 0.43148$$





**PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS:**

Arena :  $0.2729^* (p.e) = 723.14 \text{ kgr/m}^3$

Piedra:  $0.2956 (p.e) = 792.28\text{kgr/m}^3$ .

**PESOS HUMEDOS****CORRECCION DE AGUA:**

$$C.P = Ps^* (w - Ab) / 100$$

$$C.A = Ps^* (w - Ab) / 100$$

Donde:

Ps = Peso seco del agregado

w = Contenido de humedad del agregado

Ab = Porcentaje de absorción del agregado.

C.A = Corrección de la arena

C.P = Corrección de la piedra

$$C.agua = C.P + C.A$$

$$C.agua = -6.74$$

$$am = 240 + 6.74$$

$$am = 246.74 \text{ lt/m}^3.$$

**CORRECCION DE LOS PESOS DE ARENA Y PIEDRA**

$$Pcp = Psp^* ( 1 + w / 100)$$

$$Pca = Psa^* ( 1 + w / 100)$$

Donde:

$P_{cp}$  = Peso corregido de la piedra

$P_{ca}$  = Peso corregido de la arena

$P_s$  = Peso seco del agregado

$w$  = Contenido de humedad del agregado.

### **CORRECCION:**

$P_{cp}$  =794.65 Kgr/m<sup>3</sup>

$P_{ca}$  =728.93Kgr/m<sup>3</sup>.

Cemento = 533.33

Agua = 246.74

Arena =728.93

Piedra = 794.65

### **DISEÑO UNITARIO EN OBRA**

Cemento = 1

Agua = 0.4626

Arena = 1.3667

Piedra = 1.4899

Suma =4.3192

**TANDAS(50 Kg)**

$$K = 50/4.3192$$

$$K = 11.57$$

$$\text{Cemento} = 11.6$$

$$\text{Agua} = 5.4$$

$$\text{Arena} = 15.8$$

$$\text{Piedra} = 17.2$$

El asentamiento obtenido es de 3 3/4"

**RELACION AGUA CEMENTO 0.50**

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Asentamiento                | :3" a 4"                |
| Contenido de agua           | :230 lt/m <sup>3</sup>  |
| Factor cemento              | :230/0.50=460 Kg        |
| Peso especifico arena       | :2650 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorcion arena             | :0.90                   |
| Contenido de humedad arena  | :0.80                   |
| Peso especifico piedra      | :2680 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorcion piedra            | :1.06                   |
| Contenido de humedad piedra | :0.30                   |

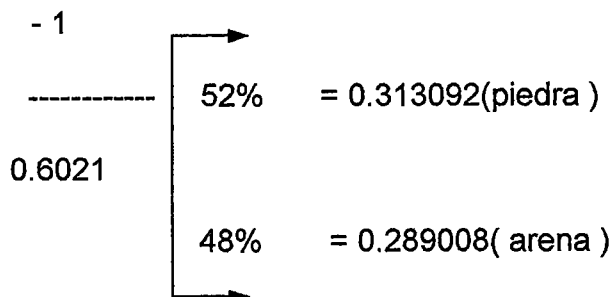
**VOLUMEN ABSOLUTO:**

Cemento: 460/3110 = 0.1479

Agua : 230/1000 = 0.23

% Aire : = 0.020

suma = 0.3979

**PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS:**

Arena : 0.289\* (p.e) = 765.85 kgr/m<sup>3</sup>

Piedra: 0.313092 (p.e) = 839.08kgr/m<sup>3</sup>.

**PESOS HUMEDOS****CORRECCION DE AGUA:**

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

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

Donde:

$P_s$  = Peso seco del agregado

$w$  = Contenido de humedad del agregado

$A_b$  = Porcentaje de absorción del agregado.

C.A = Corrección de la arena

C.P = Corrección de la piedra

C.agua = C.P+C.A

C.agua= -7.14

am = 230 + 7.14

am =237.14 lt/m3.

### CORRECCION DE LOS PESOS DE ARENA Y PIEDRA

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

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

Donde:

$P_{cp}$  = Peso corregido de la piedra

$P_{ca}$  = Peso corregido de la arena

$P_s$  = Peso seco del agregado

$w$  = Contenido de humedad del agregado.

### CORRECCION:

$P_{cp} = 841.6 \text{ Kgr/m}^3$

$P_{ca} = 771.985 \text{ Kgr/m}^3.$

Cemento = 460

Agua = 237.14

Arena = 771.985

Piedra = 841.6

**DISEÑO UNITARIO EN OBRA**

Cemento = 1

Agua = 0.51

Arena = 1.678

Piedra = 1.829

Suma = 5.017

**TANDAS(50 Kg)**

$$K = 50/5.017$$

$$K = 9.9$$

Cemento = 9.9

Agua = 5.2

Arena = 16.7

Piedra = 18.2

El asentamiento obtenido es de 3 1/4"

### 3.5 DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO

Al realizar el diseño de concreto con el aditivo "CHEMAPLAST" usamos la dosificación de 100CCXBOLSA, 150CCXBOLSA Y 200CCXBOLSA respectivamente; cabe recalcar que aquí se hizo reducciones de agua según la dosis del aditivo, se uso como base el diseño patrón a quien se le hizo modificaciones en cuanto a la cantidad de agua, mas no en sus demás componentes.

En el cuadro NroA.3.4 vemos los resultados obtenidos.

# CAPITULO IV

## PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

### 4.1 INTRODUCCION

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

### 4.2 ASENTAMIENTO (Norma NTP N° 339.035)

#### Método del cono de Abrahams.

Este ensayo (slump) es empleado para obtener características de comportamiento de concreto fresco. Es una prueba sencilla que se usa tanto en el laboratorio como en el campo. Esta prueba desarrollada por Duft Abrams, fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde tronco cónico midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su "consistencia" o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido del agua de mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores: se requiere mas agua



con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado.

No debe confundirse el concepto de consistencia con el de trabajabilidad, que en su acepción más amplia expresa la propiedad del concreto para ser mezclado con facilidad, brindando un material homogéneo, capaz de ser transportado, colocado en un molde sin segregar con la mayor compacidad. En la actualidad no existe una prueba válida para caracterizar la trabajabilidad, definida con rigor como la cantidad de trabajo interno útil requerido para realizar la completa consolidación del concreto. El ensayo de asiento indica uno de los factores de la trabajabilidad, como es la consistencia.

#### **Procedimiento de ensayo:**

El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.

Enseguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.

La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. Lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical.

El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina slump.

Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no toma más de 5 segundos.

El asentamiento se mide con aproximación de 5 milímetros, determinado por la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado.

Se aconseja que al término del ensayo se golpee suavemente con la barra de apisonar una de las generatrices del cono.

#### **4.3 FLUIDEZ (Norma NTP N° 339.085)**

Llamado también ensayo de la mesa de sacudida o de escurrimiento. El ensayo responde principalmente a la variación del contenido de agua de la mezcla y sirve para indicar la consistencia. Es con respecto a la segregación que este ensayo es de utilidad pues además nos proporciona un índice de mezclas rígidas, ricas y cohesivas.

En este ensayo, el índice de consistencia se determina con el aumento del diámetro que experimenta la base inferior de un tronco de cono de concreto fresco sometido a sacudidas sucesivas.

Para el cálculo del índice de fluidez tenemos:

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

Donde:

F= Porcentaje de fluidez.

D= Diámetro promedio.

### **Procedimiento del ensayo:**

Se llena el molde tronco cónico que está colocado encima de la mesa de sacudidas en dos capas, cada una de ellas de igual volumen, compactadas mediante una varilla de 60 cm de longitud y con un diámetro de 5/8".

Se levanta el molde y luego procedemos mediante una manija a sacudir la mesa mediante 15 golpes en 15 segundos. Luego se procederá a medir varios diámetros alcanzados por el concreto esparcido.

### **4.4 CONTENIDO DE AIRE (Norma NTP N° 339.046)**

Nos indica la cantidad de aire atrapado en la mezcla. Se sabe que mientras más aire tenga internamente el concreto, su resistencia a la compresión disminuirá. Pero a veces es necesario cuando se trata de climas con condiciones severas (muy bajas) ya que el aire incorporado en ciertas cantidades favorece, sobre todo en casos en que el agua atrapada internamente aumente su volumen debido al congelamiento.

### **Procedimiento del ensayo:**

En nuestro caso utilizamos el volumen absoluto del concreto ya que una vez medido el peso del concreto por metro cúbico se procede a calcular las cantidades de material que hemos utilizado. Encontradas las cantidades de los materiales procedemos a llevarlos a la condición de diseño seco, es cuando los agregados están saturados superficialmente secos. Luego hallamos el volumen

de cada material y por diferencia obtenemos la cantidad de aire en un metro cubico de concreto.

#### **4.5 EXUDACION (Norma NTP N° 339.077)**

Es el flujo de agua de la mezcla que tiende a subir a la superficie del concreto recién colocado. Esto se produce porque los componentes sólidos de la mezcla no pueden retener todo el agua de mezclado cuando se asientan en el fondo. Por causa de la exudación la superficie del concreto puede quedar demasiado húmeda y si el agua queda atrapada entre elementos superpuestos de concreto, el resultado puede ser un concreto poroso, débil y poco durable.

#### **Procedimiento del ensayo:**

Llenamos el recipiente (1/2 pie<sup>3</sup>) en tres capas, cada capa con 25 golpes dejándose una pulgada libre en la parte superior del recipiente. Inmediatamente después de llenar, nivelar y alisar la superficie se coloca el recipiente sobre una plataforma nivelada o sobre un piso libre de vibraciones y se tapa, manteniendo la misma en su lugar durante el ensayo.

Una vez que empieza la exudación se extrae el agua que se halla acumulado en la superficie, después de cada extracción se transfiere el agua a un tubo graduado y se anota la cantidad de agua acumulada, repitiéndose el procedimiento hasta que la mezcla deje de exudar.

#### **4.6 PESO UNITARIO ( NTP N° 339.046)**

Este ensayo tiene por objeto determinar el grado de densidad del concreto. El peso unitario es el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto. Se expresa en Kg/m<sup>3</sup>. Aunque factores tales como incorporación de aire o el empleo de aditivos reductores de agua, retardadores de fragua pueden modificar el peso unitario de una mezcla dada, tales variaciones generalmente son pequeñas.

Las modificaciones importantes en el peso unitario de una mezcla son generalmente debidas al tipo de agregado empleado, lo que da lugar a que los concretos se clasifiquen en livianos, normales y pesados.

**Concretos livianos:** Son preparados con agregados livianos. Su peso unitario varia desde 400 a 1700 Kg/m<sup>3</sup>.

**Concretos normales:** Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varia de 2300 a 2500 Kg/m<sup>3</sup>.

**Concretos pesados:** Son preparados utilizando agregados pesados, el peso unitario del concreto es mayor de 2500 Kg/m<sup>3</sup>. Si se utilizan agregados ferrosos se alcanzan valores del peso unitario de 5200 Kg/m<sup>3</sup>. El peso unitario del concreto se emplea principalmente para comprobar el rendimiento de la mezcla al comparar el peso unitario del diseño con el real de la obra.

#### **Procedimiento de ensayo:**

El recipiente se llena hasta un tercio de su capacidad y la masa de concreto se compacta con 25 golpes (para 1/2 pie<sup>3</sup>.) por medio de la varilla de 60 cm de

longitud y 5/8" de diámetro. De la misma manera se llenan las 2 capas restantes, cuidando que la última se llene con un ligero exceso.

Al compactar la primera capa, la barra no debe golpear el fondo del recipiente. Al compactar la segunda y tercera capa se aplica la fuerza necesaria para que la barra penetre ligeramente en la superficie de la capa anterior. Los golpes de la compactación se distribuyen sobre la sección. Cuando se use un recipiente de 14 dm<sup>3</sup>.(1/2 pie<sup>3</sup>.), Cada capa se compactara con 25 golpes, y cuando se use el recipiente de 28 dm<sup>3</sup>.(1 pie<sup>3</sup>.), cada capa se compactara con 50 golpes .

Después de consolidar cada capa se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde con la barra compactadora, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.

La superficie superior se alisa teniendo mucho cuidado de dejar el recipiente lleno justo hasta el nivel superior. El material adherido en las paredes externas se limpia y luego el recipiente lleno de concreto se pesa (peso bruto).

Se calcula el peso neto del concreto restando del peso bruto, el peso del recipiente. Se calcula el peso unitario del concreto fresco, multiplicando el peso neto por el factor del recipiente usado, determinado de la siguiente manera:

El factor para cualquier recipiente se obtiene dividiendo el peso unitario del agua a 21°C tomando como 1000 Kg/m<sup>3</sup>, entre el peso del agua a la misma temperatura de 21° C que se requiere para llenar el recipiente.

#### **4.7 TIEMPO DE FRAGUA (Norma NTP N° 339.082)**

El control del tiempo de endurecimiento tiene una trascendencia muy importante en obra por cuanto nos da la pauta del tiempo que se dispone en el proceso constructivo para las operaciones de colocación y acabado, sin embargo en

nuestro medio rara vez se mide o se especifica su medición, optándose por fijar tiempos límites para el uso del concreto desde su mezclado que en la mayor parte de los casos no concuerda con la realidad. Son comunes las discusiones entre el supervisor y el contratista sobre la habilidad del concreto a ser usado luego de transcurrido el tiempo especificado, por el desconocimiento de una prueba muy simple establecida en la norma, la presente norma establece el método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de concretos con asentamiento superior a cero, por medio de agujas de penetración sobre la muestra tamizada.

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

Arbitrariamente se ha dividido el fraguado en dos períodos: El fraguado inicial y el fraguado final.

El fraguado inicial, se caracteriza por un aumento en la viscosidad y en la temperatura de la mezcla. En el ensayo el tiempo de fraguado inicial se obtiene cuando se necesita aplicar una presión de 500 Lbs/pulg<sup>2</sup>, para conseguir una penetración de 1". El fraguado final se obtiene para una presión de 4000 Lbs/pulg<sup>2</sup>, con 1" de penetración, pero para fines prácticos el inicio de fraguado tiene mayor utilidad.

### **Preparación de muestras de mortero:**

Preparamos una tanda de 0.02m<sup>3</sup> de mezcla de concreto. Luego la tamizamos por la malla N° 4, mezclando la muestra completamente por métodos manuales sobre una mesa vibratoria. La mezcla que pasa por dicha malla ( muestra de mortero para el ensayo), es llenada en los 2 moldes cilíndricos de:

Diámetro = 17.70 cm (Norma 150 mm)

Altura = 17.70 cm (Norma mínimo 150 mm)

Se llena cada molde en una sola capa hasta una altura mínima de 14 cm.

La muestra se compacta con la varilla compactadora, dando un golpe por cada 650 mm<sup>2</sup> de superficie en la muestra. Para dichos moldes corresponden 38 golpes en cada uno. Se golpea ligeramente con la varilla los costados del molde para eliminar el aire y nivelar la superficie.

Las muestras se almacenan y conservan a la temperatura ambiente del ensayo.

### **Procedimiento de ensayo:**

Antes del ensayo se retira el agua que haya subido a la superficie de la muestra.

Según el estado de endurecimiento del mortero, se debe colocar una aguja de tamaño apropiado y se pone esta en contacto con el mortero. Se aplica una fuerza vertical gradual y uniforme hacia abajo hasta lograr una penetración de 25 mm en un tiempo aproximado de 10 segundos.

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

En posteriores ensayos de penetración se debe tener cuidado en eludir sitios en los cuales el mortero ha sido alterado por penetraciones previas. La distancia libre entre la aguja y el sitio de cualquier penetración anterior, debe ser al menos 2 veces el diámetro de la aguja que se use, Pero en ningún caso inferior a 15 mm. Se debe dejar una distancia libre entre la aguja y la pared del recipiente por lo menos de 25 mm. Para muestras normales y temperaturas normales, el primer ensayo se debe hacer cuando haya transcurrido 3 a 4 horas y los demás ensayos cada hora. Para mezclas aceleradas o altas temperaturas, se



recomienda hacer el primer ensayo cuando haya transcurrido 1 a 2 horas y los demás ensayos a intervalos de 0.5 horas. Para condiciones de baja temperatura o mezclas de hormigón retardado, el primer ensayo debe hacerse cuando haya transcurrido 4 a 6 horas o más, los posteriores deben hacerse a intervalos de 1 hora, a menos que el incremento de resistencia a la penetración indique que son aconsejables intervalos más cortos.

Para cada ensayo de fraguado se deben hacer por lo menos 6 penetraciones y los intervalos de tiempo entre ellas serán tales que suministren puntos adecuados y lo suficientemente espaciados para dibujar una curva satisfactoria de velocidad de endurecimiento. Las penetraciones deben continuarse hasta alcanzar una resistencia de por lo menos 280daN/cm<sup>2</sup>. (280 Kgf/cm<sup>2</sup>). Se calcula la resistencia a la penetración en daN/cm<sup>2</sup>.(Kgf/cm<sup>2</sup>), como el cociente de la fuerza requerida para que la aguja penetre 25 mm y el área de la superficie de contacto de la aguja.

#### 4.8 RELACION DE CUADROS EN MUESTRA PATRON Y EN MUESTRA CON ADITIVO PLASTIFICANTE

### RESUMEN DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

CUADRO Nro. 4.8.1

| DISEÑO |           | ASEN.   | FLUIDEZ | EXUDACION | PESO UNIT         | CONTENIDO   | FRAGUADO (Hrs:min) |       |
|--------|-----------|---------|---------|-----------|-------------------|-------------|--------------------|-------|
| A/C    | ADITIVO   | (Pulg.) | (%)     | (%)       | Kg/m <sup>3</sup> | DE AIRE (%) | INICIAL            | FINAL |
| 0.40   | PATRON    | 3 ½     | 92.20   | 0.90      | 2336.17           | 1.59        | 03:59              | 06:13 |
|        | 100CC/BLS | 4       | 97.00   | 0.83      | 2351.77           | 2.73        | 03:59              | 05:59 |
|        | 150CC/BLS | 3 ¾     | 98.07   | 0.96      | 2343.97           | 2.46        | 04:00              | 06:10 |
|        | 200CC/BLS | 3 ¾     | 99.20   | 1.10      | 2336.17           | 2.16        | 04:28              | 06:40 |
| 0.45   | PATRON    | 3 ¾     | 90.33   | 0.70      | 2344.68           | 1.75        | 04:15              | 06:15 |
|        | 100CC/BLS | 4       | 95.40   | 1.01      | 2350.35           | 2.46        | 04:12              | 06:00 |
|        | 150CC/BLS | 3 ¾     | 98.33   | 1.11      | 2349.65           | 2.48        | 04:10              | 06:14 |
|        | 200CC/BLS | 3 ¾     | 99.00   | 1.28      | 2339.72           | 2.12        | 04:28              | 06:50 |
| 0.50   | PATRON    | 3 1/4   | 89.47   | 0.87      | 2351.77           | 1.75        | 03:58              | 06:21 |
|        | 100CC/BLS | 3 ½     | 90.80   | 1.31      | 2353.19           | 2.25        | 04:15              | 06:31 |
|        | 150CC/BLS | 3 ½     | 91.80   | 1.41      | 2369.50           | 2.99        | 03:59              | 06:35 |
|        | 200CC/BLS | 3 1/4   | 92.40   | 1.66      | 2344.68           | 2.00        | 04:38              | 07:10 |

CUADRO Nro.4.8.2

**FLUIDEZ DEL CONCRETO**

| A/C  | DISEÑO    | D1 cm. | D2 cm. | D3 cm. | D4 cm. | D5 cm. | D6 cm. | Dp cm. | f( %) |
|------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 0.4  | PATRON    | 48.00  | 47.50  | 48.30  | 48.30  | 48.10  | 48.10  | 48.05  | 92.20 |
|      | 100cc/bls | 48.20  | 48.70  | 49.20  | 49.90  | 49.80  | 49.70  | 49.25  | 97.00 |
|      | 150cc/bls | 49.10  | 49.00  | 50.00  | 49.50  | 49.50  | 50.00  | 49.52  | 98.07 |
|      | 200cc/bls | 49.80  | 50.10  | 50.00  | 50.10  | 49.30  | 49.50  | 49.80  | 99.20 |
| 0.45 | PATRON    | 48.30  | 48.00  | 47.50  | 48.30  | 47.10  | 47.20  | 47.73  | 90.93 |
|      | 100cc/bls | 48.30  | 48.50  | 47.80  | 49.50  | 50.00  | 49.00  | 48.85  | 95.40 |
|      | 150cc/bls | 49.20  | 50.20  | 49.80  | 49.70  | 49.30  | 49.30  | 49.58  | 98.33 |
|      | 200cc/bls | 50.00  | 49.50  | 50.20  | 49.80  | 49.50  | 49.50  | 49.75  | 99.00 |
| 0.5  | PATRON    | 47.60  | 48.00  | 47.10  | 47.00  | 47.20  | 47.30  | 47.37  | 89.47 |
|      | 100cc/bls | 48.10  | 48.40  | 48.50  | 47.00  | 47.00  | 47.20  | 47.70  | 90.80 |
|      | 150cc/bls | 49.20  | 48.50  | 46.00  | 47.20  | 48.90  | 47.90  | 47.95  | 91.80 |
|      | 200cc/bls | 47.30  | 49.00  | 48.00  | 48.10  | 49.00  | 47.20  | 48.10  | 92.40 |

$$f(\%) = (D-25) \times 100 / 25$$

**CUADRO Nro.4.8.3**

**CONTENIDO DE AIRE**

| A/C  | DISEÑO    | PESO UNIT<br>( Kg/m3) PUL | PESO UNIT NOM.<br>( kg/m3) PUD | AIRE ATRAPADO<br>% |
|------|-----------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 0.40 | PATRON    | 2336.17                   | 2299.06                        | 1.59               |
|      | 100cc/bls | 2351.77                   | 2287.48                        | 2.73               |
|      | 150cc/bls | 2343.97                   | 2286.36                        | 2.46               |
|      | 200cc/bls | 2336.17                   | 2285.69                        | 2.16               |
| 0.45 | PATRON    | 2344.68                   | 2303.65                        | 1.75               |
|      | 100cc/bls | 2350.35                   | 2292.57                        | 2.46               |
|      | 150cc/bls | 2349.65                   | 2291.36                        | 2.48               |
|      | 200cc/bls | 2339.72                   | 2290.17                        | 2.12               |
| 0.50 | PATRON    | 2351.77                   | 2310.71                        | 1.75               |
|      | 100cc/bls | 2353.19                   | 2300.35                        | 2.25               |
|      | 150cc/bls | 2369.50                   | 2298.65                        | 2.99               |
|      | 200cc/bls | 2344.68                   | 2297.82                        | 2.00               |

$$\text{AIRE ATRAPADO (\%)} = (\text{PUL}-\text{PUD}) \times 100 / \text{Pun}$$

**CUADRO Nro.4.8.4**

**EXUDACION**

| A/C  | DISEÑO    | PESO<br>MAT<br>KG | PESO<br>AGUA<br>LT | PESO DE<br>CONCRETO<br>KG | TIEMPO (min) |     |     |     |     |      |      |     |     |     | TIEM ACUM. | %<br>EXUDACION |
|------|-----------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------------|----------------|
|      |           |                   |                    |                           | 10           | 10  | 10  | 10  | 30  | 30   | 30   | 30  | 30  | 30  | 220 MIN    |                |
|      |           |                   |                    |                           | VOLUMEN ML   |     |     |     |     |      |      |     |     |     | VOL ACUM.  |                |
| 0.4  | PATRON    | 50.00             | 5.5                | 32.94                     | 0.1          | 2.5 | 2.5 | 3.5 | 4.0 | 11.0 | 6.0  | 2.0 | 1.1 | 0.0 | 32.70      | 0.90           |
|      | 100cc/bls | 50.00             | 5.22               | 33.16                     | 0.1          | 1.5 | 3.6 | 6.0 | 8.5 | 6.0  | 3.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.70      | 0.83           |
|      | 150cc/bls | 50.00             | 5.18               | 33.05                     | 0.2          | 0.2 | 1.5 | 3.0 | 6.5 | 6.5  | 6.0  | 5.4 | 3.4 | 0.0 | 32.70      | 0.96           |
|      | 200cc/bls | 50.00             | 5.15               | 32.94                     | 0.0          | 0.0 | 1.7 | 2.5 | 7.0 | 10.0 | 7.0  | 5.0 | 4.0 | 0.0 | 37.20      | 1.10           |
| 0.45 | PATRON    | 50.00             | 5.4                | 33.06                     | 0.1          | 0.5 | 2.0 | 2.5 | 5.0 | 9.0  | 5.0  | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 25.10      | 0.70           |
|      | 100cc/bls | 50.00             | 5.13               | 33.14                     | 0.1          | 0.5 | 2.0 | 2.5 | 5.0 | 10.0 | 6.0  | 5.0 | 3.2 | 0.0 | 34.30      | 1.01           |
|      | 150cc/bls | 50.00             | 5.09               | 33.13                     | 0.2          | 1.5 | 2.3 | 3.7 | 5.5 | 9.5  | 6.5  | 4.8 | 3.5 | 0.0 | 37.50      | 1.11           |
|      | 200cc/bls | 50.00             | 5.05               | 32.99                     | 0.0          | 2.0 | 3.6 | 4.0 | 5.5 | 10.0 | 8.1  | 6.3 | 3.2 | 0.0 | 42.70      | 1.28           |
| 0.5  | PATRON    | 50.00             | 5.2                | 33.16                     | 0.6          | 1.5 | 2.5 | 4.5 | 7.0 | 10.0 | 4.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.10      | 0.87           |
|      | 100cc/bls | 50.00             | 4.95               | 33.18                     | 0.0          | 0.6 | 1.8 | 2.5 | 4.5 | 8.0  | 11.0 | 9.5 | 5.0 | 0.0 | 42.90      | 1.31           |
|      | 150cc/bls | 50.00             | 4.9                | 33.41                     | 1.5          | 1.0 | 2.0 | 3.5 | 4.5 | 8.5  | 12.0 | 9.5 | 3.8 | 0.0 | 46.30      | 1.41           |
|      | 200cc/bls | 50.00             | 4.87               | 33.06                     | 1.0          | 3.0 | 2.6 | 6.0 | 6.8 | 12.5 | 9.5  | 7.5 | 4.5 | 0.0 | 53.40      | 1.66           |

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

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

DONDE :

C: MASA DE AGUA EN LA PROBETA DE ENSAYO

W: MASA TOTAL DE LA MEZCLA EN Kg

w: MASA DEL AGUA EN LA MEZCLA EN Kg

S: MASA DE LA MUESTRA EN Kg

D: VOLUMEN TOTAL DE EXUDACION

**CUADRO Nro. 4.8.5**

**PESO UNITARIO**

| A/C  | DISEÑO    | VALDE (V)<br>( Kg ) | PESO BRUTO<br>C+V ( Kg) | CONCRETO<br>C (Kg) | PESO UNIT,<br>( Kg/m <sup>3</sup> ) |
|------|-----------|---------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| 0.4  | PATRON    | 8.5                 | 41.44                   | 32.94              | 2336.17                             |
|      | 100cc/bls | 8.5                 | 41.66                   | 33.16              | 2351.77                             |
|      | 150cc/bls | 8.5                 | 41.55                   | 33.05              | 2343.97                             |
|      | 200cc/bls | 8.5                 | 41.44                   | 32.94              | 2336.17                             |
| 0.45 | PATRON    | 8.5                 | 41.56                   | 33.06              | 2344.68                             |
|      | 100cc/bls | 8.5                 | 41.64                   | 33.14              | 2350.35                             |
|      | 150cc/bls | 8.5                 | 41.63                   | 33.13              | 2349.65                             |
|      | 200cc/bls | 8.5                 | 41.49                   | 32.99              | 2339.72                             |
| 0.5  | PATRON    | 8.5                 | 41.66                   | 33.16              | 2351.77                             |
|      | 100cc/bls | 8.5                 | 41.68                   | 33.18              | 2353.19                             |
|      | 150cc/bls | 8.5                 | 41.91                   | 33.41              | 2369.50                             |
|      | 200cc/bls | 8.5                 | 41.56                   | 33.06              | 2344.68                             |

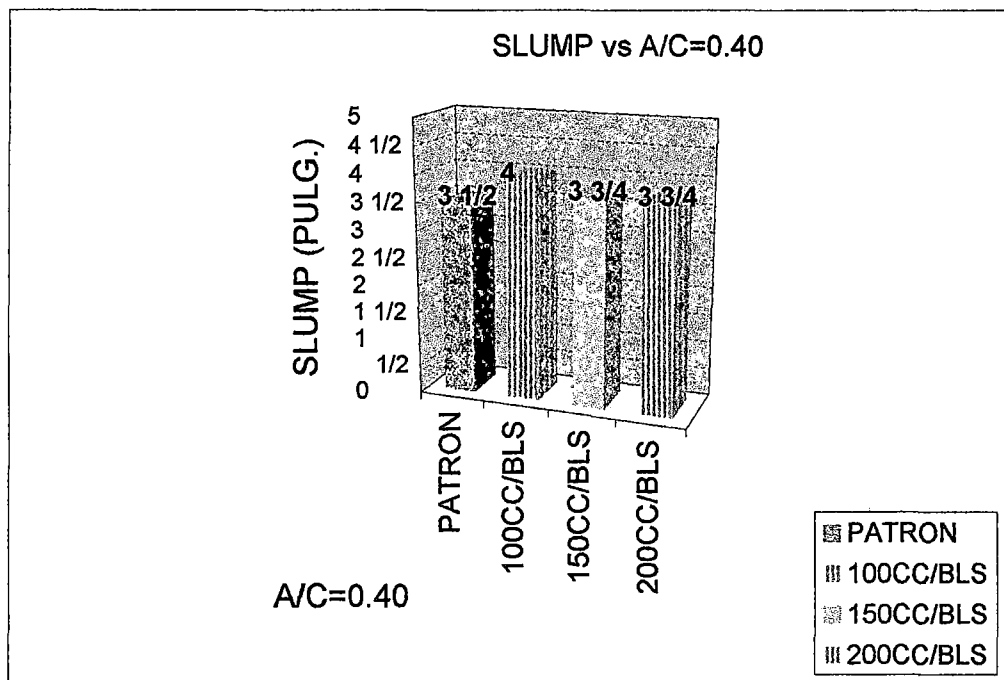
# ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO

A/C=0.40

(Método del Cono de Abrams)

| Resultado | Unidad | Relación A/C=0.40 |           |           |           |
|-----------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|           |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Slump     | Pulg.  | 3 1/2             | 4         | 3 3/4     | 3 3/4     |

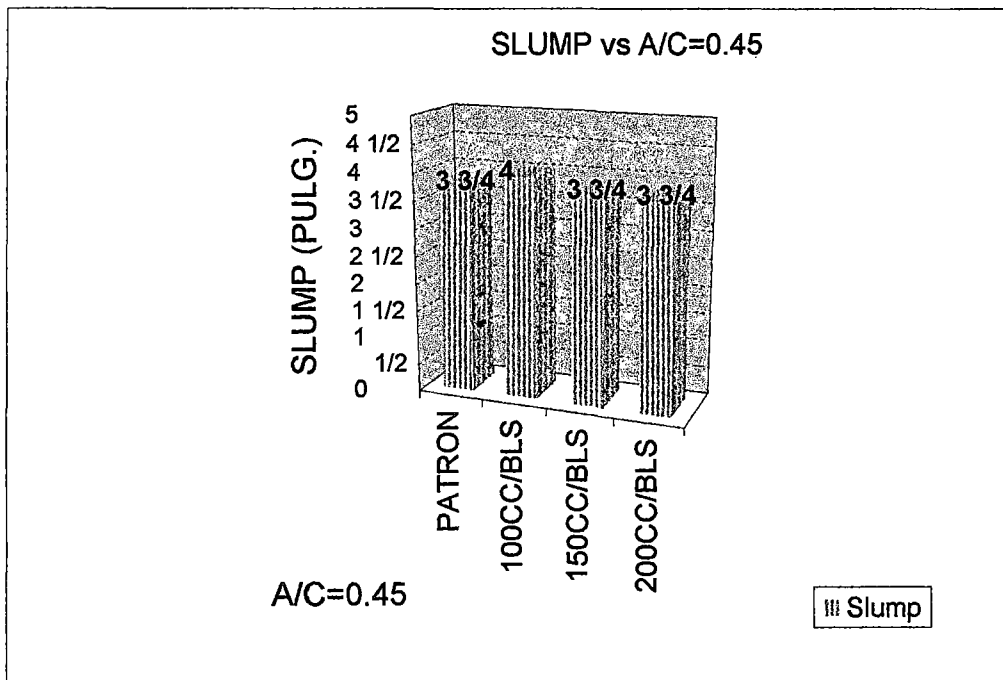
GRAFICO 4.9.1.1



ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO  
 A/C=0.45  
 (Método del Cono de Abrams)

| Resultado | Unidad | Relación A/C=0.45 |           |           |           |
|-----------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|           |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Slump     | Pulg.  | 3 3/4             | 4         | 3 3/4     | 3 3/4     |

GRAFICO 4.9.1.2





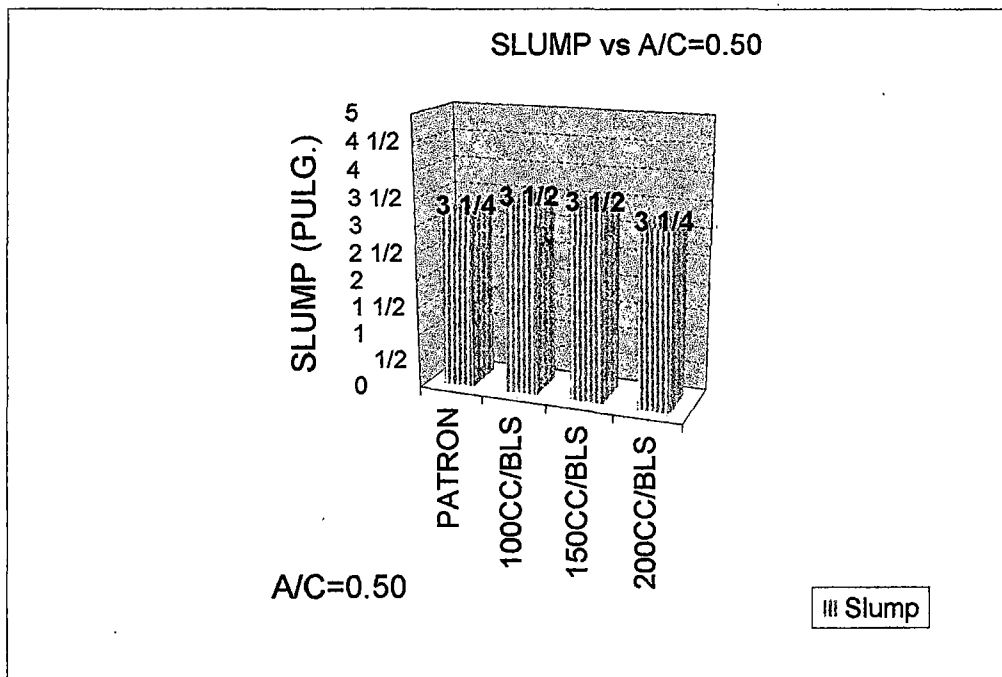
## ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO

A/C=0.50

(Método del Cono de Abrams)

| Resultado | Unidad | Relación A/C=0.50 |           |           |           |
|-----------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|           |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Slump     | Pulg.  | 3 1/4             | 3 1/2     | 3 1/2     | 3 1/4     |

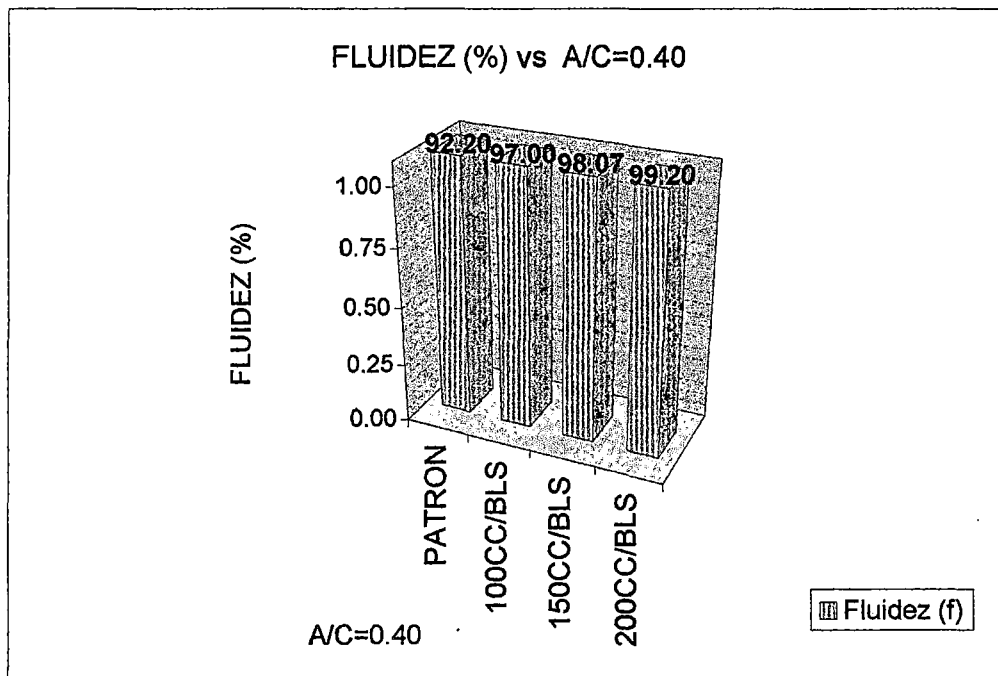
GRAFICO 4.9.1.3



ENSAYO DE FLUIDEZ DEL CONCRETO FRESCO  
A/C=0.40

| Resultado   | Unidad | Relación A/C=0.40 |           |           |           |
|-------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|             |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Fluidez (f) | %      | 92.20             | 97.00     | 98.07     | 99.20     |

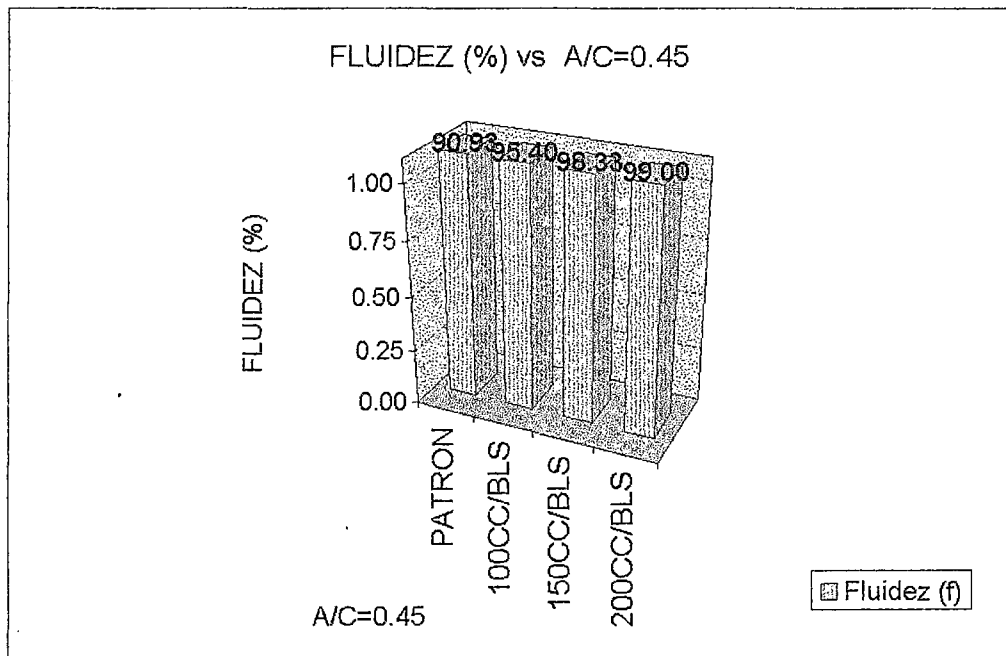
GRAFICO 4.9.2.1



ENSAYO DE FLUIDEZ DEL CONCRETO FRESCO  
A/C=0.45

| Resultado   | Unidad | Relación A/C=0.45 |           |           |           |
|-------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|             |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Fluidez (f) | %      | 90.93             | 95.40     | 98.33     | 99.00     |

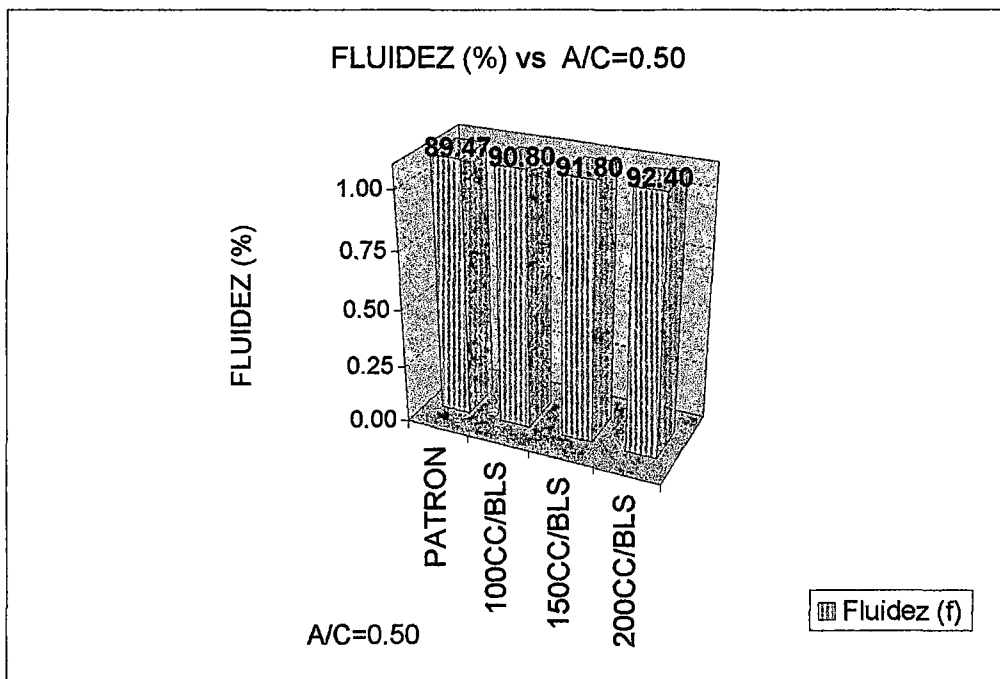
GRAFICO 4.9.2.2



**ENSAYO DE FLUIDEZ DEL CONCRETO FRESCO**  
A/C=0.50

| Resultado   | Unidad | Relación A/C=0.50 |           |           |           |
|-------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|             |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Fluidez (f) | %      | 89.47             | 90.80     | 91.80     | 92.40     |

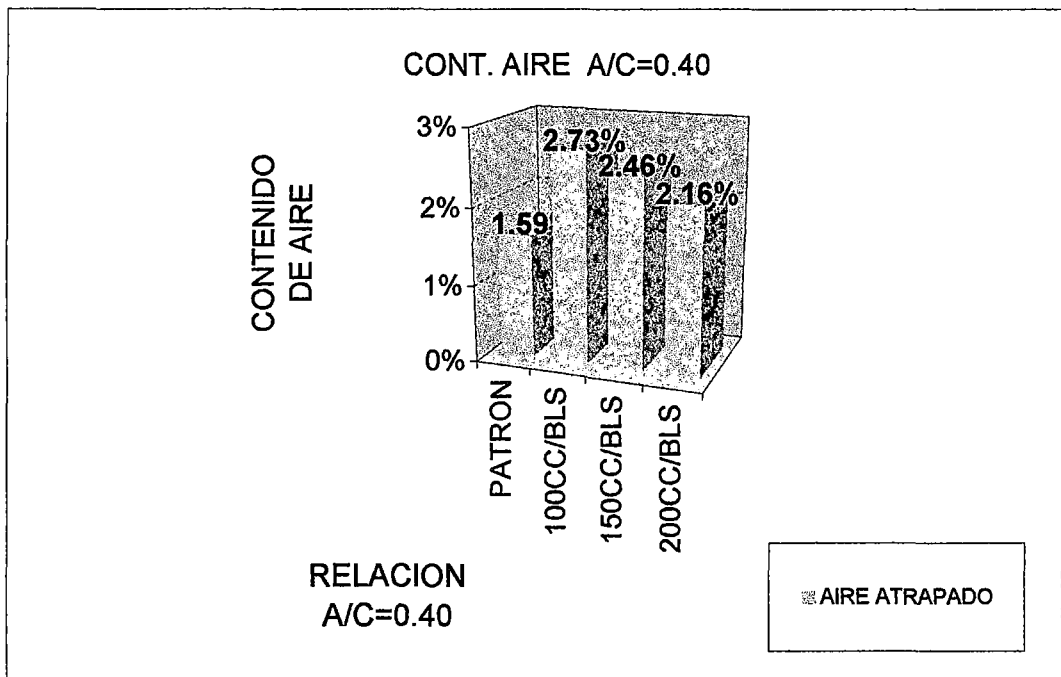
GRAFICO 4.9.2.3



**CONTENIDO DE AIRE**  
A/C=0.40

| Resultado     | Unidad | Relación A/C=0.40 |           |           |           |
|---------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|               |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| AIRE ATRAPADO | %      | 1.59%             | 2.73%     | 2.46%     | 2.16%     |

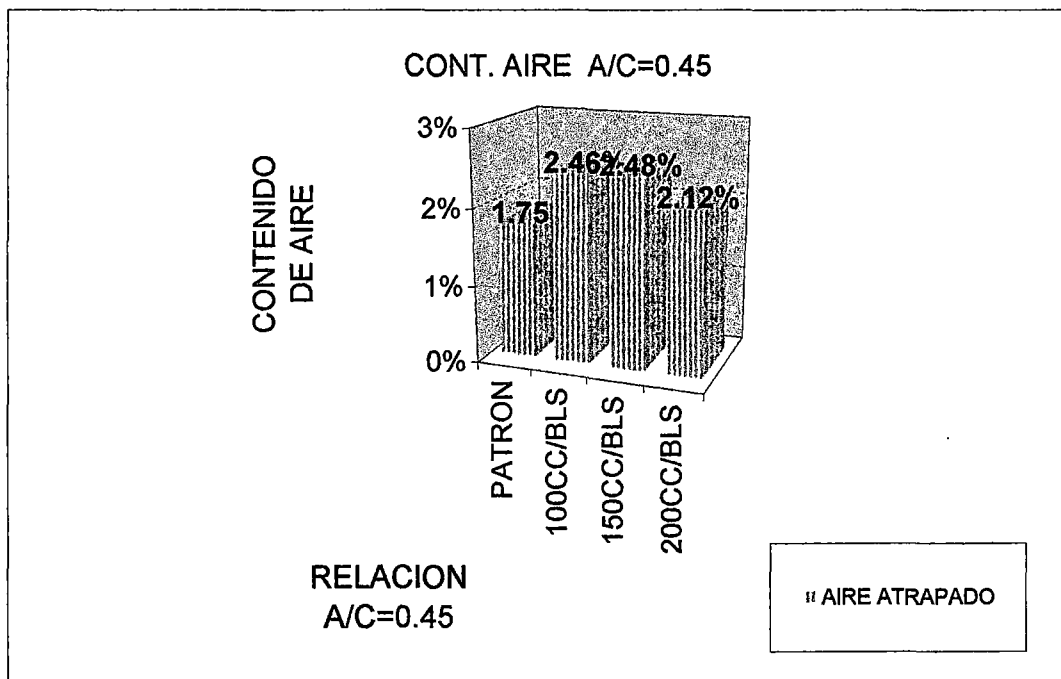
GRAFICO 4.9.3.1



CONTENIDO DE AIRE  
A/C=0.45

| Resultado     | Unidad | Relación A/C=0.45 |           |           |           |
|---------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|               |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| AIRE ATRAPADO | %      | 1.75%             | 2.46%     | 2.48%     | 2.12%     |

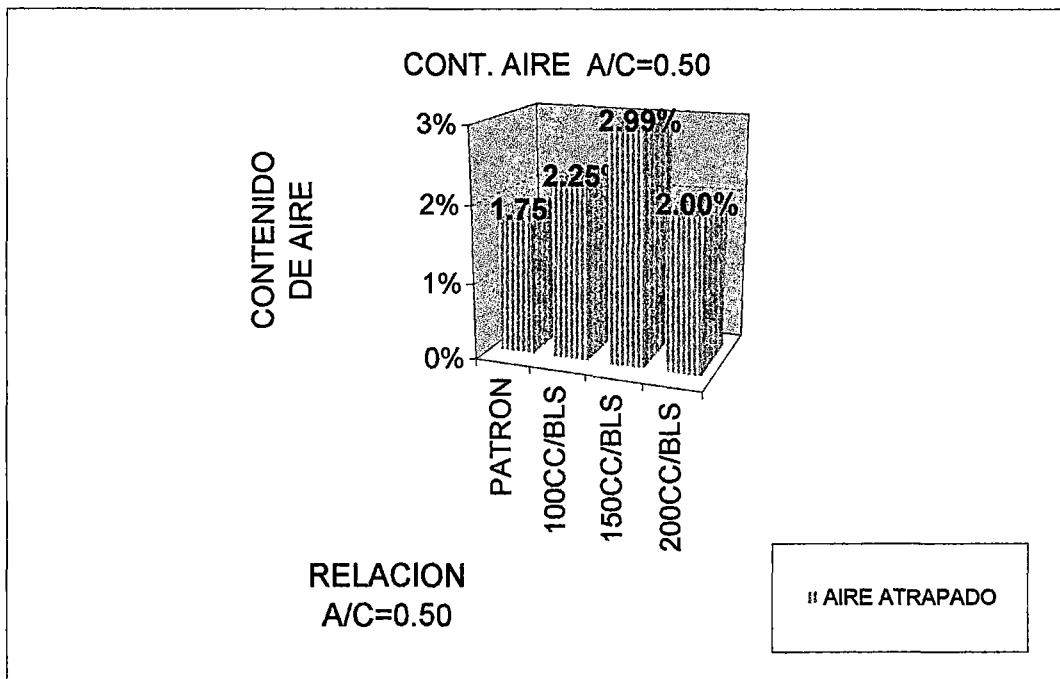
GRAFICO 4.9.3.2



**CONTENIDO DE AIRE**  
A/C=0.50

| Resultado     | Unidad | Relación A/C=0.50 |           |           |           |
|---------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|               |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| AIRE ATRAPADO | %      | 1.75%             | 2.25%     | 2.99%     | 2.00%     |

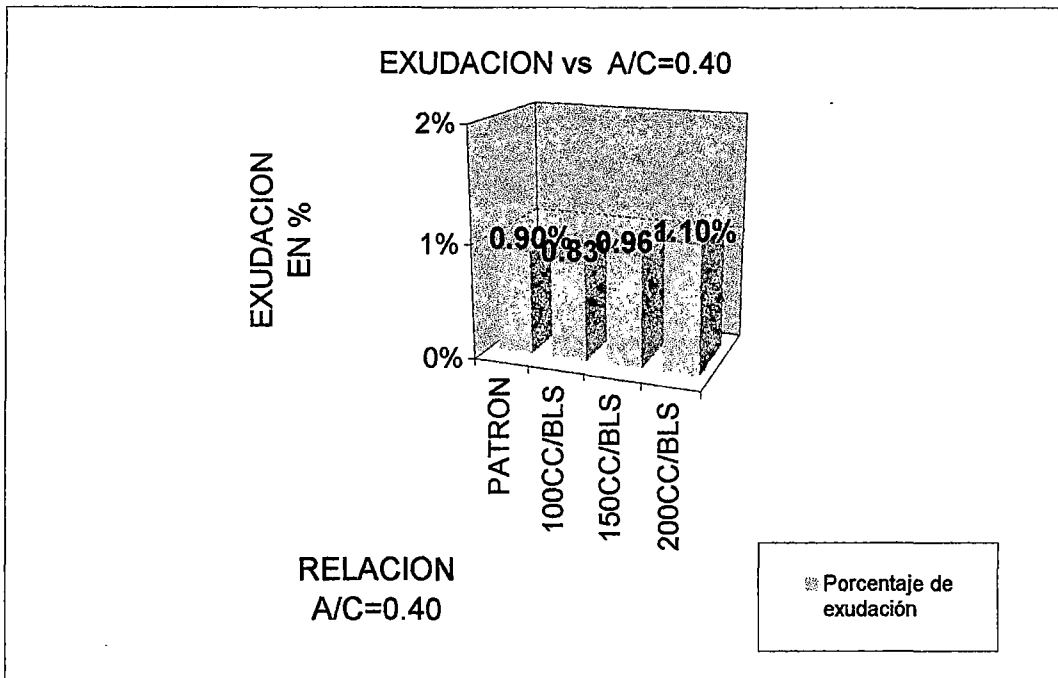
GRAFICO 4.9.3.3



**ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO**  
A/C=0.40

| Resultado               | Unidad | Relación A/C=0.40 |           |           |           |
|-------------------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|                         |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Porcentaje de exudación | %      | 0.90%             | 0.83%     | 0.96%     | 1.10%     |

GRAFICO 4.9.4.1

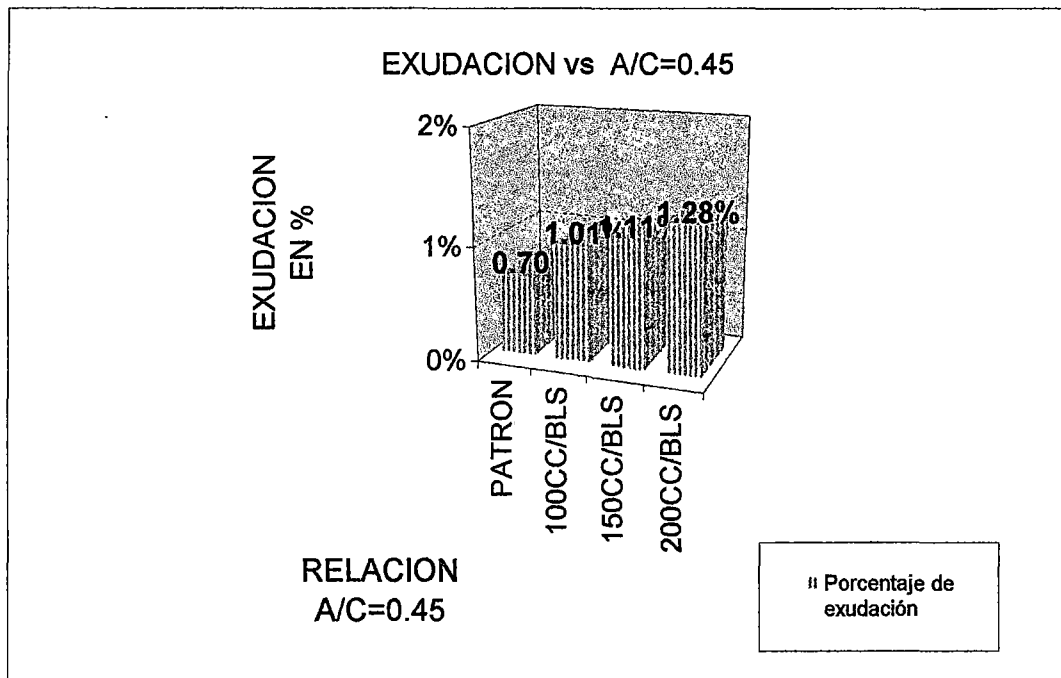




**ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO**  
A/C=0.45

| Resultado               | Unidad | Relación A/C=0.45 |           |           |           |
|-------------------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|                         |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Porcentaje de exudación | %      | 0.70%             | 1.01%     | 1.11%     | 1.28%     |

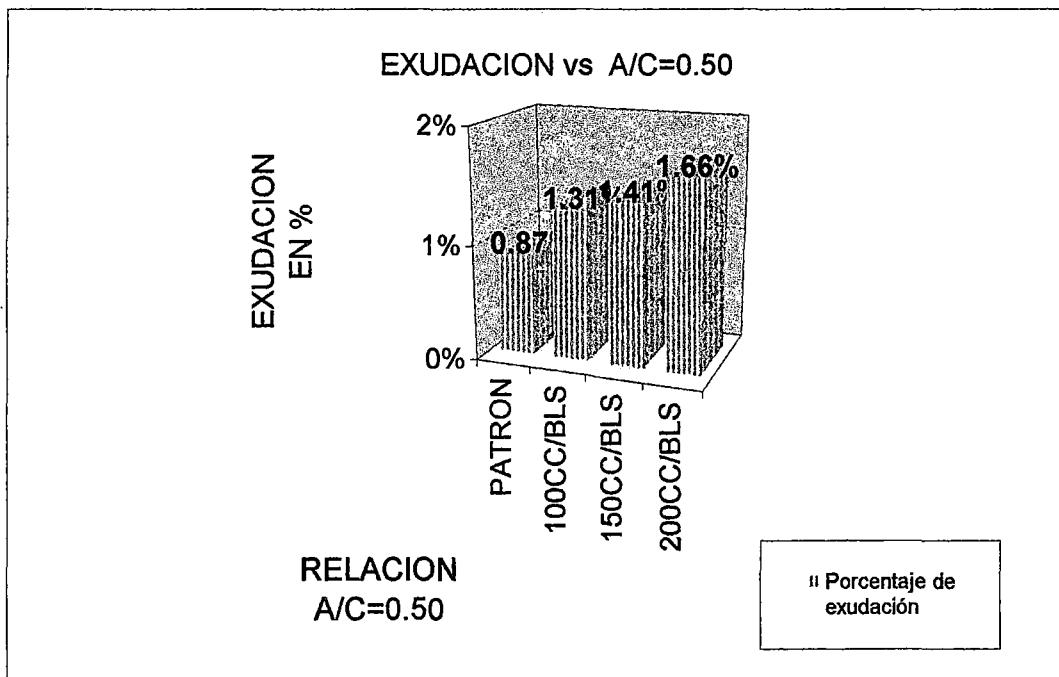
GRAFICO 4.9.4.2



**ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO**  
A/C=0.50

| Resultado               | Unidad | Relación A/C=0.50 |           |           |           |
|-------------------------|--------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|                         |        | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Porcentaje de exudación | %      | 0.87%             | 1.31%     | 1.41%     | 1.66%     |

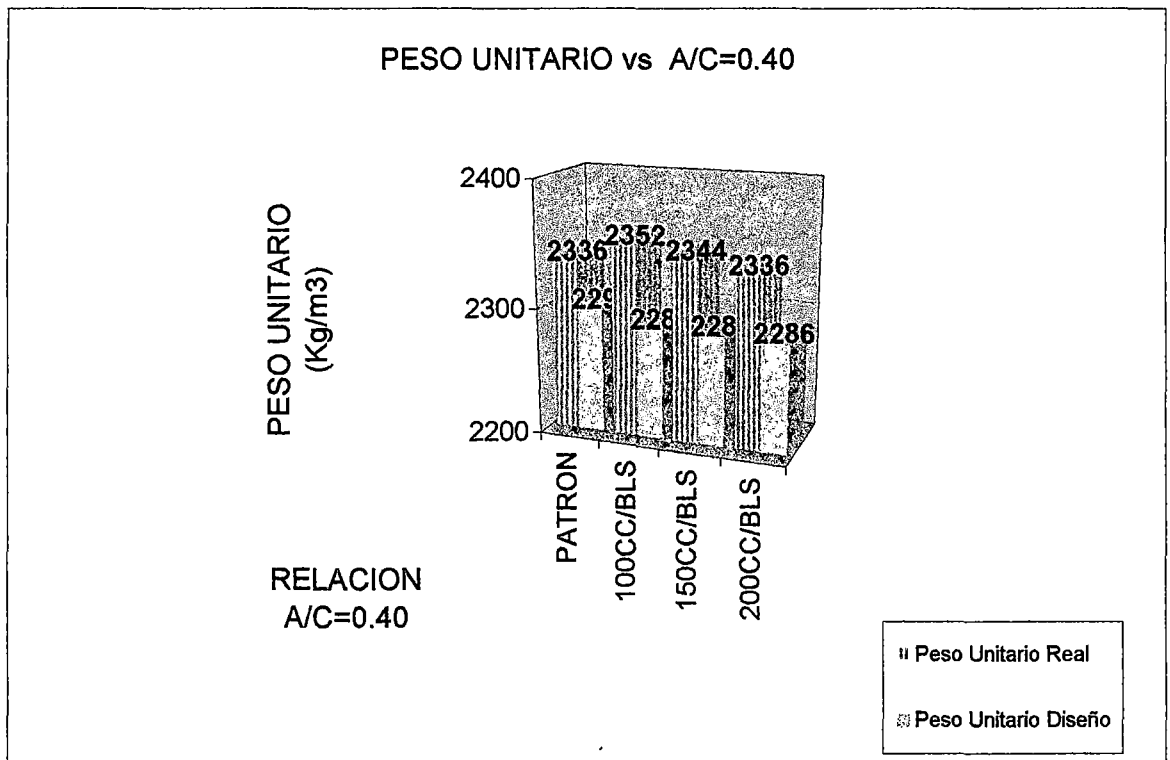
GRAFICO 4.9.4.3



**ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO**  
A/C=0.40

| Resultados           | Unidad            | Relación A/C=0.40 |           |           |           |
|----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|                      |                   | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Peso Unitario Real   | Kg/m <sup>3</sup> | 2336.17           | 2351.77   | 2343.97   | 2336.17   |
| Contenido de aire    | %                 | 1.59%             | 2.73%     | 2.46%     | 2.16%     |
| Peso Unitario Diseño | Kg/m <sup>3</sup> | 2299.06           | 2287.48   | 2286.36   | 2285.69   |
| Rendimiento          |                   | 98.41%            | 97.27%    | 97.54%    | 97.84%    |

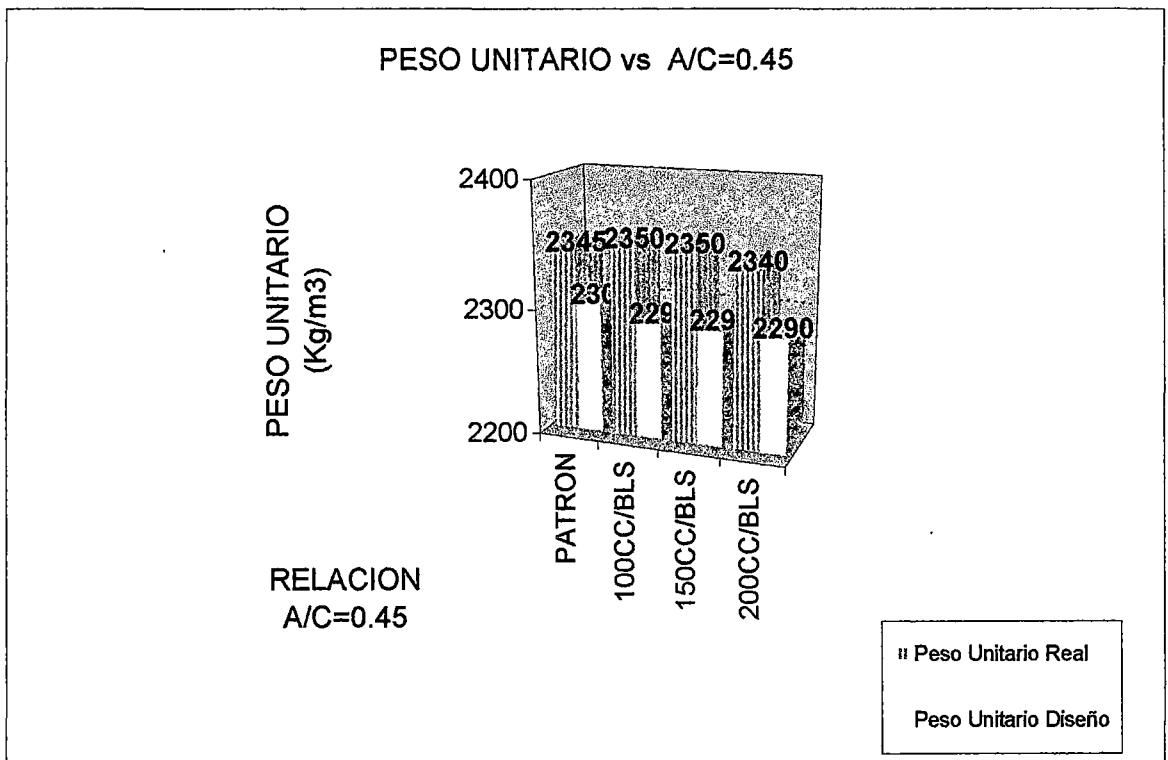
GRAFICO 4.9.5.1



**ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO**  
A/C=0.45

| Resultados           | Unidad            | Relación A/C=0.45 |           |           |           |
|----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|                      |                   | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Peso Unitario Real   | Kg/m <sup>3</sup> | 2344.68           | 2350.35   | 2349.65   | 2339.72   |
| Contenido de aire    | %                 | 1.75%             | 2.46%     | 2.48%     | 2.12%     |
| Peso Unitario Diseño | Kg/m <sup>3</sup> | 2303.65           | 2292.57   | 2291.36   | 2290.17   |
| Rendimiento          |                   | 98.25%            | 97.54%    | 97.52%    | 97.88%    |

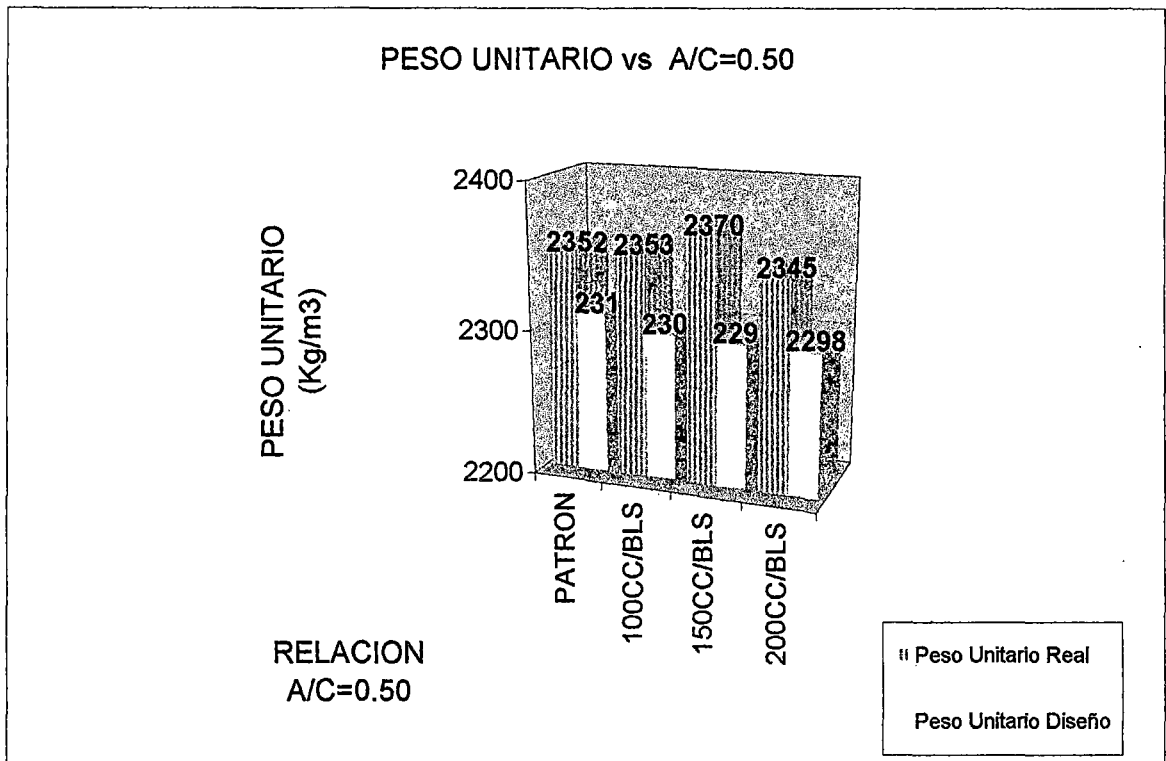
GRAFICO 4.9.5.2



**ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO**  
A/C=0.50

| Resultados           | Unidad            | Relación A/C=0.50 |           |           |           |
|----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
|                      |                   | PATRON            | 100CC/BLS | 150CC/BLS | 200CC/BLS |
| Peso Unitario Real   | Kg/m <sup>3</sup> | 2351.77           | 2353.19   | 2369.50   | 2344.68   |
| Contenido de aire    | %                 | 1.75%             | 2.25%     | 2.99%     | 2.00%     |
| Peso Unitario Diseño | Kg/m <sup>3</sup> | 2310.71           | 2300.35   | 2298.65   | 2297.82   |
| Rendimiento          |                   | 98.25%            | 97.75%    | 97.01%    | 98.00%    |

GRAFICO 4.9.5.3

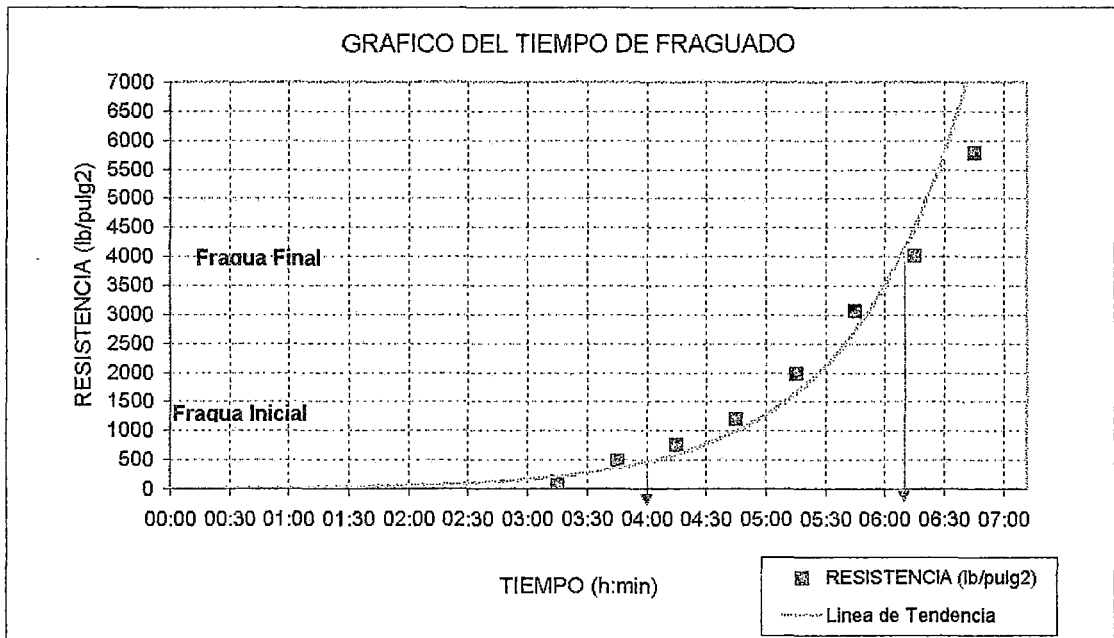


ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.40  
(PATRON)  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:15                       | 1 1/8       | 0.994                     | 125                   | 125.75                                 |
| 04:00           | 03:45                       | 9/16        | 0.249                     | 120                   | 482.89                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 5/16        | 0.077                     | 58                    | 756.20                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 4/16        | 0.049                     | 59                    | 1201.94                                |
| 05:30           | 05:15                       | 3/16        | 0.028                     | 55                    | 1991.91                                |
| 06:00           | 05:45                       | 3/16        | 0.028                     | 85                    | 3078.41                                |
| 06:30           | 06:15                       | 3/16        | 0.028                     | 111                   | 4020.04                                |
| 07:00           | 06:45                       | 3/16        | 0.028                     | 160                   | 5794.65                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 03:59 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:13 |

GRAFICO 4.9.6.1.1

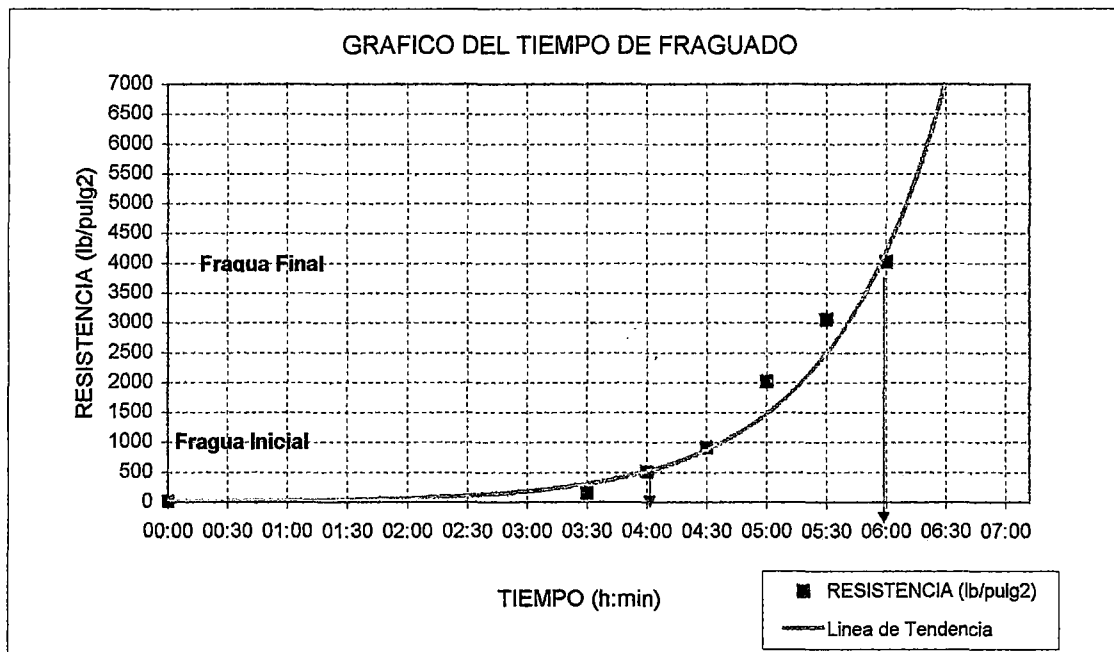


ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.40  
ADITIVO=100CC/BLS  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:00           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:30                       | 13/16       | 0.518                     | 78                    | 150.44                                 |
| 04:00           | 04:00                       | 9/16        | 0.249                     | 125                   | 503.01                                 |
| 04:30           | 04:30                       | 5/16        | 0.077                     | 70                    | 912.66                                 |
| 05:00           | 05:00                       | 4/16        | 0.049                     | 99                    | 2016.81                                |
| 05:30           | 05:30                       | 4/16        | 0.049                     | 150                   | 3055.77                                |
| 06:00           | 06:00                       | 3/16        | 0.028                     | 111                   | 4020.04                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 03:59 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 05:59 |

GRAFICO 4.9.6.1.2

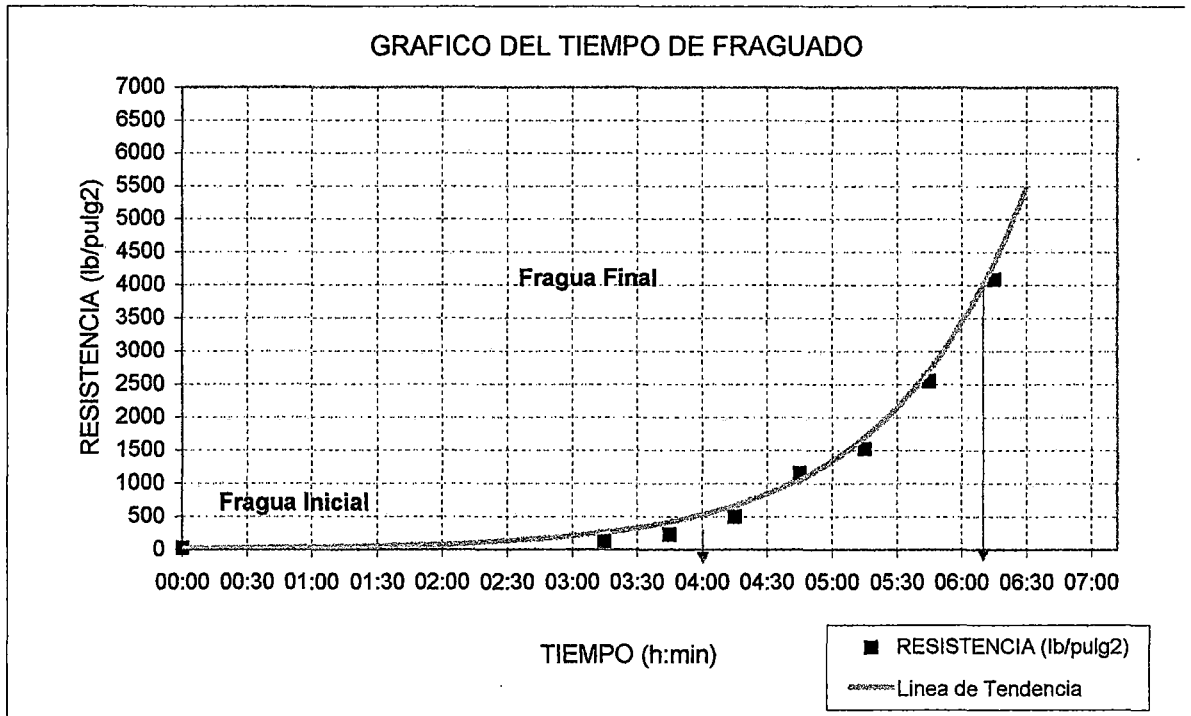


ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.40  
150CC/BLS  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:15                       | 1 1/8       | 0.994                     | 125                   | 125.75                                 |
| 04:00           | 03:45                       | 13/16       | 0.518                     | 120                   | 231.44                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 9/16        | 0.249                     | 125                   | 503.01                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 5/16        | 0.077                     | 89                    | 1160.38                                |
| 05:30           | 05:15                       | 4/16        | 0.049                     | 75                    | 1527.89                                |
| 06:00           | 05:45                       | 4/16        | 0.049                     | 125                   | 2546.48                                |
| 06:30           | 06:15                       | 3/16        | 0.028                     | 113                   | 4092.47                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 04:00 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:10 |

GRAFICO 4.9.6.1.3



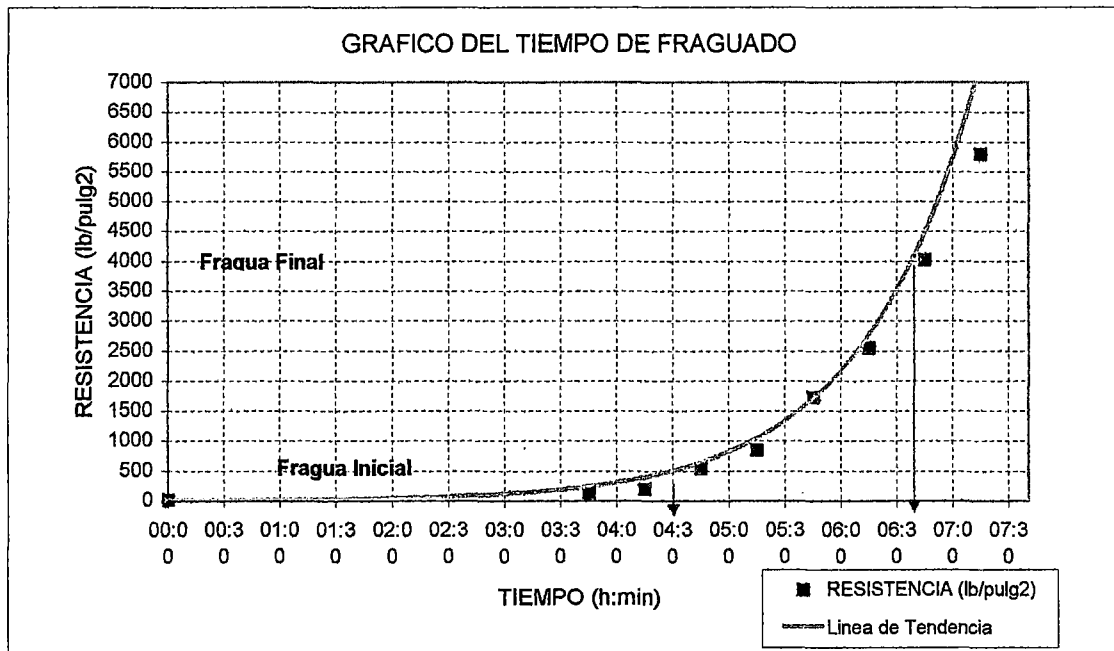


**ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.40  
200CC/BLS  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION**

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 04:00           | 03:45                       | 1 1/8       | 0.994                     | 125                   | 125.75                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 9/16        | 0.249                     | 50                    | 201.20                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 9/16        | 0.249                     | 135                   | 543.25                                 |
| 05:30           | 05:15                       | 5/16        | 0.077                     | 65                    | 847.47                                 |
| 06:00           | 05:45                       | 4/16        | 0.049                     | 85                    | 1731.61                                |
| 06:30           | 06:15                       | 4/16        | 0.049                     | 125                   | 2546.48                                |
| 07:00           | 06:45                       | 3/16        | 0.028                     | 111                   | 4020.04                                |
| 07:30           | 07:15                       | 3/16        | 0.028                     | 160                   | 5794.65                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 04:28 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:40 |

GRAFICO 4.9.6.1.4

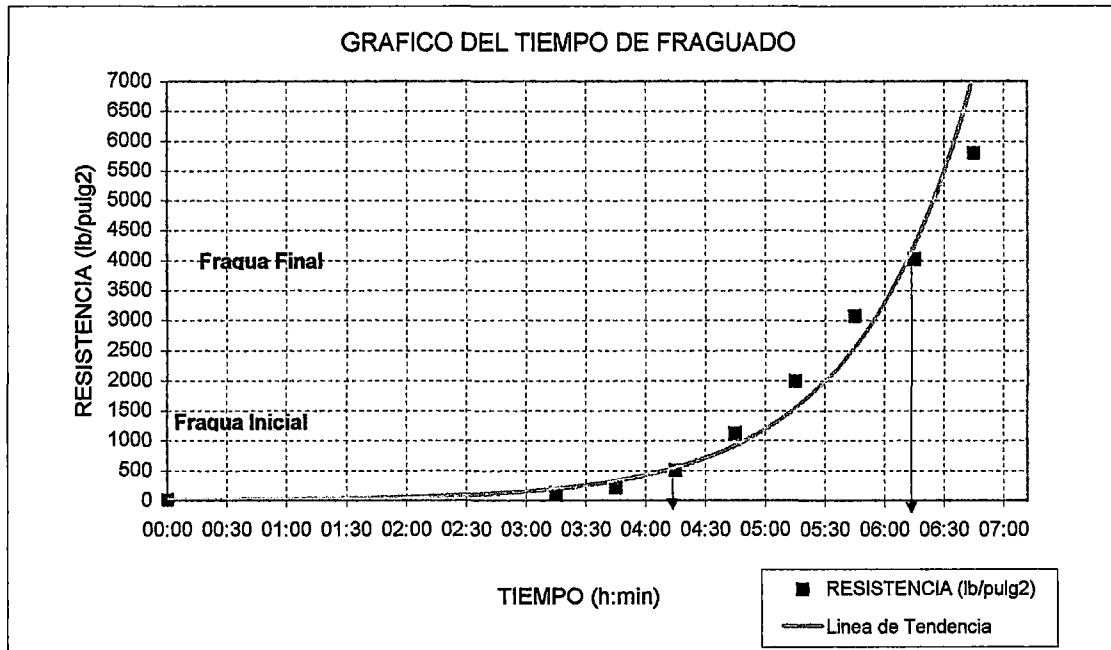


ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.45  
(PATRON)  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:15                       | 1 1/8       | 0.994                     | 125                   | 125.75                                 |
| 04:00           | 03:45                       | 9/16        | 0.249                     | 55                    | 221.32                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 5/16        | 0.077                     | 39                    | 508.48                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 4/16        | 0.049                     | 55                    | 1120.45                                |
| 05:30           | 05:15                       | 3/16        | 0.028                     | 55                    | 1991.91                                |
| 06:00           | 05:45                       | 3/16        | 0.028                     | 85                    | 3078.41                                |
| 06:30           | 06:15                       | 3/16        | 0.028                     | 111                   | 4020.04                                |
| 07:00           | 06:45                       | 3/16        | 0.028                     | 160                   | 5794.65                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 04:15 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:15 |

GRAFICO 4.9.6.2.1

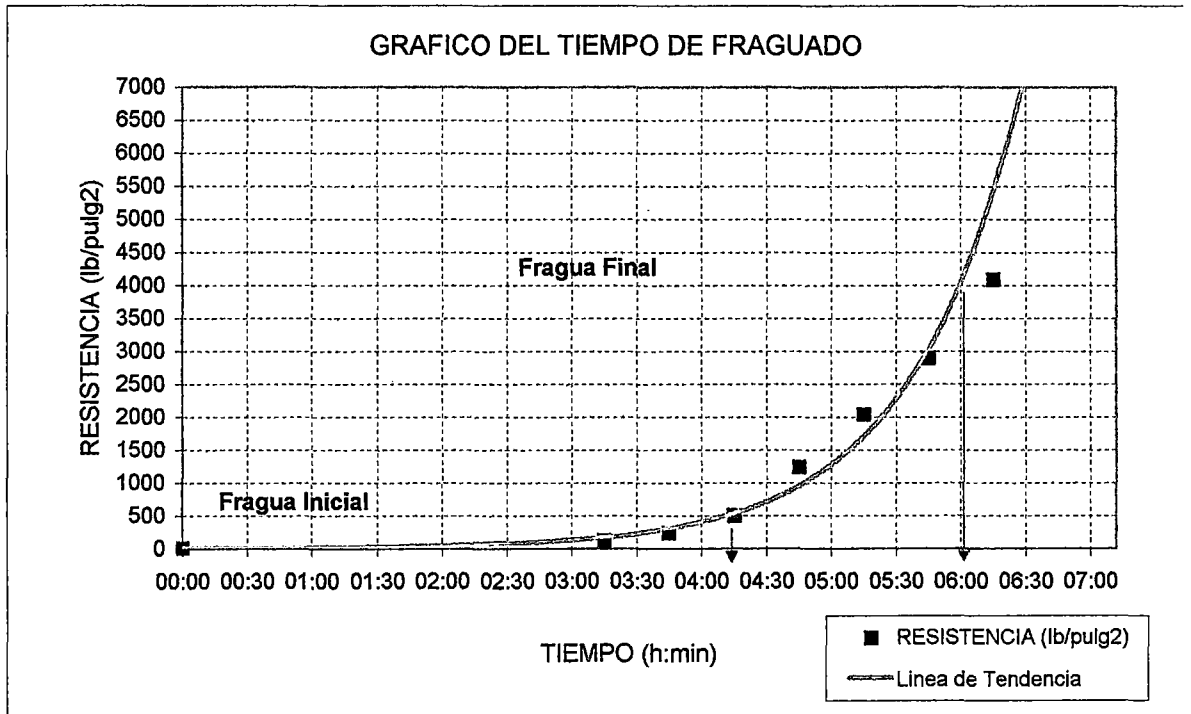


ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.45  
100CC/BLS  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:15                       | 1 1/8       | 0.994                     | 123                   | 123.74                                 |
| 04:00           | 03:45                       | 13/16       | 0.518                     | 122                   | 235.30                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 9/16        | 0.249                     | 127                   | 511.06                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 5/16        | 0.077                     | 95                    | 1238.61                                |
| 05:30           | 05:15                       | 4/16        | 0.049                     | 100                   | 2037.18                                |
| 06:00           | 05:45                       | 3/16        | 0.028                     | 80                    | 2897.33                                |
| 06:30           | 06:15                       | 3/16        | 0.028                     | 113                   | 4092.47                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 04:12 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:00 |

GRAFICO 4.9.6.2.2

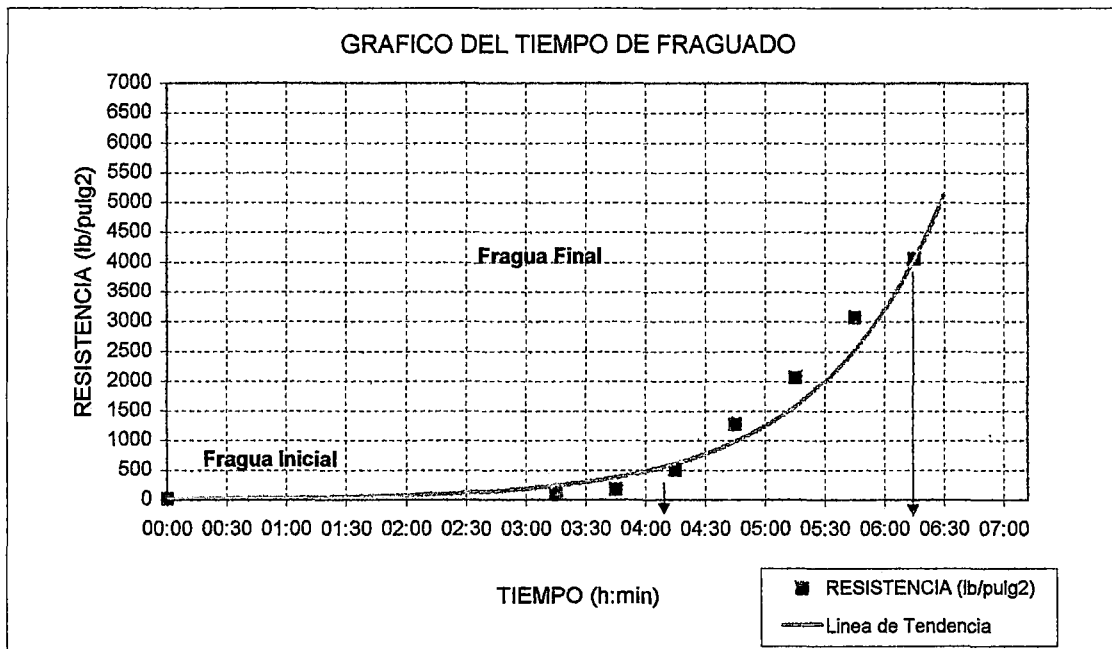


**ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.45  
150CC/BLS  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION**

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:15                       | 1 1/8       | 0.994                     | 120                   | 120.72                                 |
| 04:00           | 03:45                       | 9/16        | 0.249                     | 45                    | 181.08                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 9/16        | 0.249                     | 125                   | 503.01                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 5/16        | 0.077                     | 98                    | 1277.72                                |
| 05:30           | 05:15                       | 4/16        | 0.049                     | 101                   | 2057.56                                |
| 06:00           | 05:45                       | 3/16        | 0.028                     | 85                    | 3078.41                                |
| 06:30           | 06:15                       | 3/16        | 0.028                     | 112                   | 4056.26                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 04:10 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:14 |

GRAFICO 4.9.6.2.3

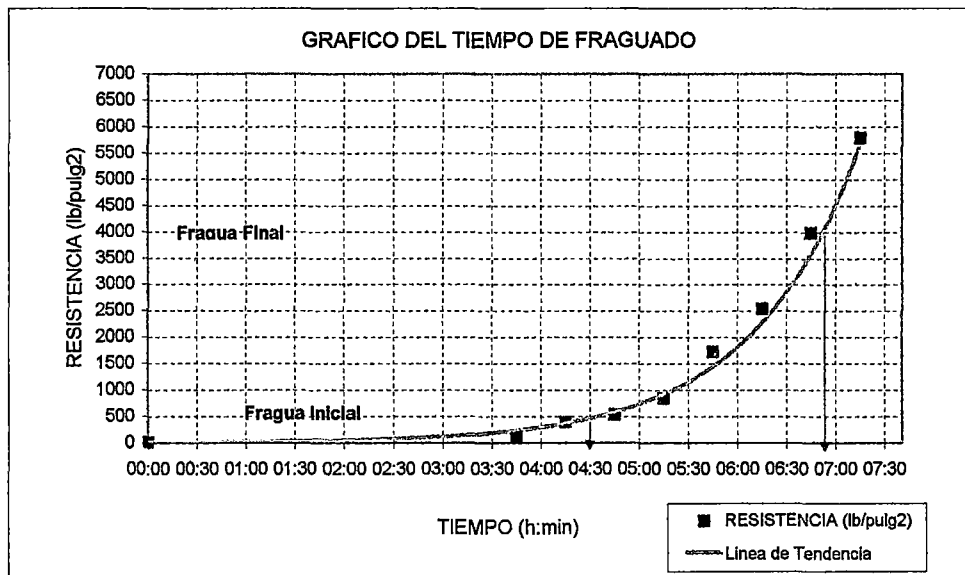


**ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.45**  
**200CC/BLS**  
**MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION**

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 04:00           | 03:45                       | 1 1/8       | 0.994                     | 125                   | 125.75                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 9/16        | 0.249                     | 100                   | 402.41                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 9/16        | 0.249                     | 135                   | 543.25                                 |
| 05:30           | 05:15                       | 5/16        | 0.077                     | 65                    | 847.47                                 |
| 06:00           | 05:45                       | 4/16        | 0.049                     | 85                    | 1731.61                                |
| 06:30           | 06:15                       | 4/16        | 0.049                     | 125                   | 2546.48                                |
| 07:00           | 06:45                       | 3/16        | 0.028                     | 110                   | 3983.83                                |
| 07:30           | 07:15                       | 3/16        | 0.028                     | 160                   | 5794.65                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 04:28 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:50 |

GRAFICO 4.9.6.2.4

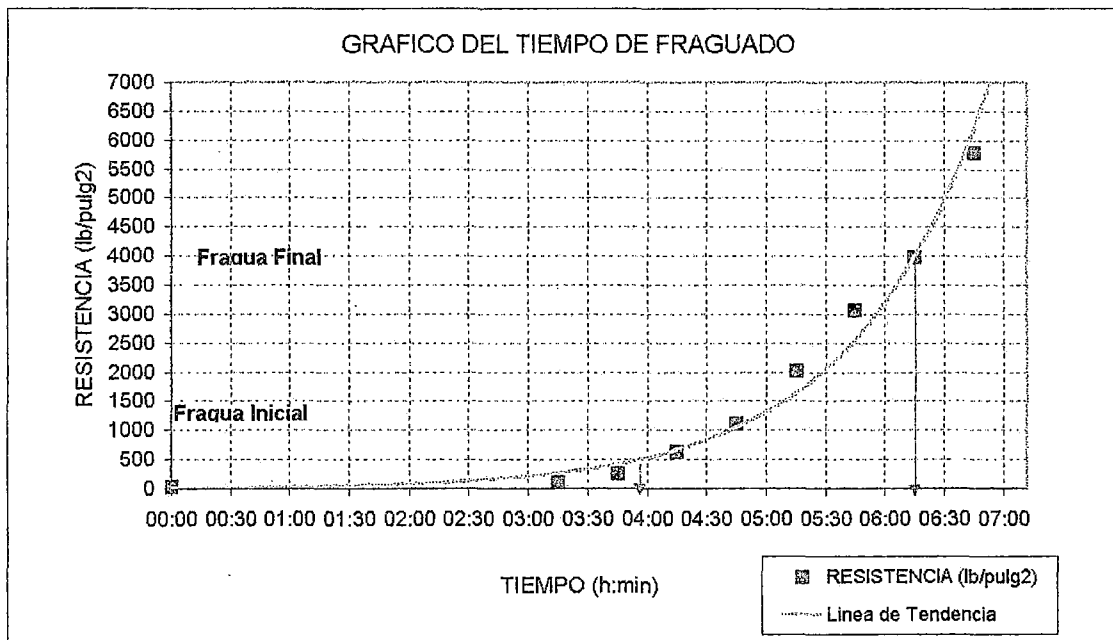


ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.50  
(PATRON)  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:15                       | 1 1/8       | 0.994                     | 120                   | 120.72                                 |
| 04:00           | 03:45                       | 9/16        | 0.249                     | 65                    | 261.56                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 5/16        | 0.077                     | 48                    | 625.82                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 4/16        | 0.049                     | 55                    | 1120.45                                |
| 05:30           | 05:15                       | 4/16        | 0.049                     | 100                   | 2037.18                                |
| 06:00           | 05:45                       | 3/16        | 0.028                     | 85                    | 3078.41                                |
| 06:30           | 06:15                       | 3/16        | 0.028                     | 110                   | 3983.83                                |
| 07:00           | 06:45                       | 3/16        | 0.028                     | 160                   | 5794.65                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 03:58 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:21 |

GRAFICO 4.9.6.3.1

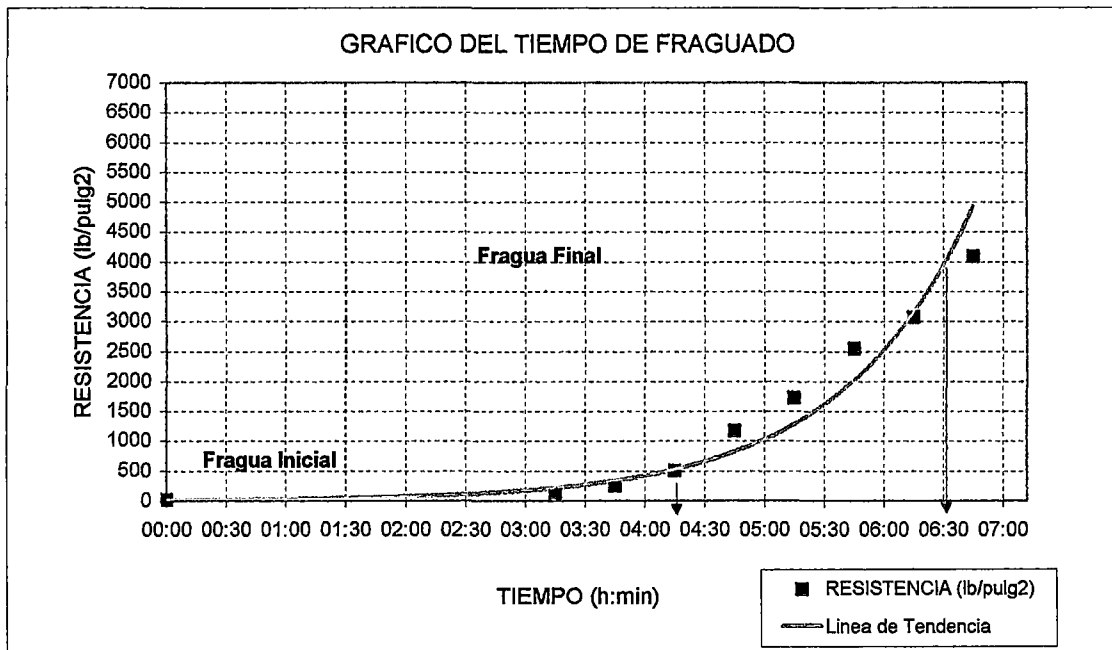


ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.50  
100CC/BSL  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:15                       | 1 1/8       | 0.994                     | 125                   | 125.75                                 |
| 04:00           | 03:45                       | 13/16       | 0.518                     | 130                   | 250.73                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 9/16        | 0.249                     | 126                   | 507.03                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 5/16        | 0.077                     | 90                    | 1173.42                                |
| 05:30           | 05:15                       | 4/16        | 0.049                     | 85                    | 1731.61                                |
| 06:00           | 05:45                       | 4/16        | 0.049                     | 125                   | 2546.48                                |
| 06:30           | 06:15                       | 3/16        | 0.028                     | 85                    | 3078.41                                |
| 06:45           | 06:30                       | 3/16        | 0.028                     | 113                   | 4092.47                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 04:15 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:31 |

GRAFICO 4.9.6.3.2

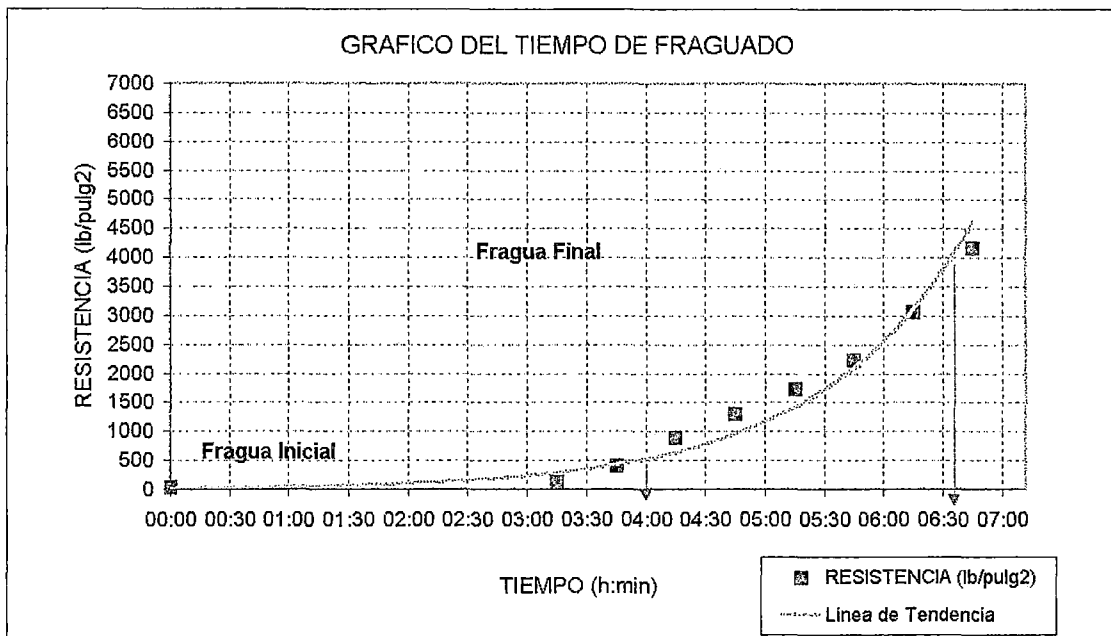


ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.50  
150CC/BLS  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 03:30           | 03:15                       | 1 1/8       | 0.994                     | 124                   | 124.75                                 |
| 04:00           | 03:45                       | 9/16        | 0.249                     | 100                   | 402.41                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 5/16        | 0.077                     | 69                    | 899.62                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 5/16        | 0.077                     | 100                   | 1303.80                                |
| 05:30           | 05:15                       | 4/16        | 0.049                     | 85                    | 1731.61                                |
| 06:00           | 05:45                       | 4/16        | 0.049                     | 110                   | 2240.90                                |
| 06:30           | 06:15                       | 3/16        | 0.028                     | 85                    | 3078.41                                |
| 07:00           | 06:45                       | 3/16        | 0.028                     | 115                   | 4164.91                                |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 03:59 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 06:35 |

GRAFICO 4.9.6.3.3





**ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO A/C 0.50  
200CC/BLS  
MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION**

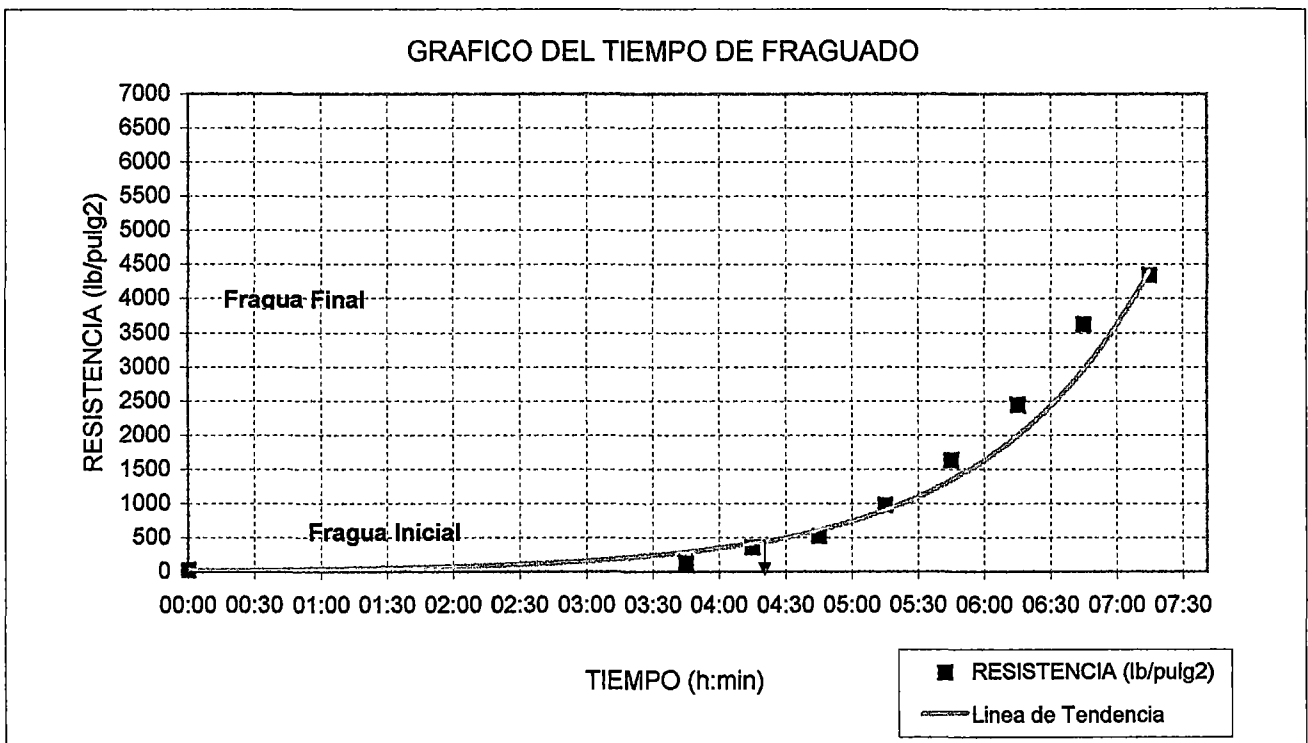
| HORA<br>(h:min) | TIEMPO<br>acumulado (h:min) | AGUJA       |                           | LECTURA<br>Carga (lb) | RESISTENCIA<br>(lb/pulg <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|--|
|                 |                             | Diam (pulg) | Area (pulg <sup>2</sup> ) |                       |  |
| 00:15           | 00:00                       |             |                           |                       |  |
| 04:00           | 03:45                       | 1 1/8       | 0.994                     | 122                   | 122.73                                 |
| 04:30           | 04:15                       | 9/16        | 0.249                     | 88                    | 354.12                                 |
| 05:00           | 04:45                       | 9/16        | 0.249                     | 130                   | 523.13                                 |
| 05:30           | 05:15                       | 5/16        | 0.077                     | 75                    | 977.85                                 |
| 06:00           | 05:45                       | 4/16        | 0.049                     | 80                    | 1629.75                                |
| 06:30           | 06:15                       | 4/16        | 0.049                     | 120                   | 2444.62                                |
| 07:00           | 06:45                       | 3/16        | 0.028                     | 100                   | 3621.66                                |
| 07:30           | 07:15                       | 3/16        | 0.028                     | 120                   | 4345.99                                |

---

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de fragua inicial (500psi) | 04:38 |
| Tiempo de fragua final (4000psi)  | 07:10 |

---

GRAFICO 4.9.6.3.4



# CAPITULO V

## PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

### 5.1 INTRODUCCION

Las propiedades del concreto endurecido son una medida para evaluar cómo se comportara en el futuro. Y permite verificar si reúne las condiciones para el que fue diseñado. Las propiedades mecánicas del concreto endurecido pueden clasificarse como (1) propiedades instantáneas de o de corta duración y (2) propiedades de larga duración. Entre las primeras se encuentra (1) resistencia a la compresión, tensión y cortante y (2) rigidez medida por el modulo de elasticidad. Las propiedades de larga duración pueden clasificarse en términos de flujo plástico y contracción.

Para determinar las propiedades del concreto al estado endurecido, se ha realizado los siguientes ensayos:

- 1.- Resistencia a la compresión.
- 2.- Resistencia a la tracción por compresión diametral.
- 3.- Modulo de elasticidad estático.

Habiéndose realizado dichos ensayos en probetas de concreto, fabricadas utilizando moldes cilíndricos metálicos de 6"x 12" aproximadamente.

### 5.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION ( Norma NTP N° 339.034)

La manera tradicional y practica de evaluar la resistencia y uniformidad del concreto en las construcciones consiste en moldear probetas con el concreto y

luego del proceso de curado son llevados a rotura a una prensa, bajo cargas de compresión.

En general prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia y en muchos casos es en función del valor de ella que se cuantifica o cualifica. Sin embargo se debe tener en cuenta que al diseñar una mezcla de concreto muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades.

Conviene efectuar correctamente el proceso de muestreo, preparación y curado de probetas para evitar resultados erróneos de resistencia, que pueden llevar al cuestionamiento de la calidad del concreto, la posible paralización de la obra y un dilatado proceso de evaluación. El costo de la buena preparación de probetas es una mínima fracción del costo del concreto, pero su importancia es decisiva. En la presente tesis se ensayaron probetas para edades de 7, 14 y 28 días.

### **Procedimiento del ensayo:**

El diámetro de la probeta se determina, mediante un calibrador a colisa, con aproximación de 0.1 mm promediando las longitudes de dos diámetros normales medidos en la zona central de la probeta. La altura de la probeta, incluyendo las capas de terminado se mide con aproximación de un milímetro.

Antes de iniciar cada ensayo, se limpian cuidadosamente las superficies planas de contacto de los bloques superior e inferior de la maquina y también ambas bases de cada probeta. Se coloca la probeta sobre el bloque inferior de apoyo y se centra sobre la superficie del mismo, tratando que la probeta quede centrada en el bloque superior.

Al iniciarse el acercamiento de la probeta al bloque superior. La parte móvil de este se acerca suavemente, con el fin de facilitar un contacto uniforme y sin choques con la base superior de la probeta.

Es fundamental aplicar la carga en forma continua, evitando choques. Se continua aumentando la carga hasta producir la rotura de la probeta registrando el valor de la carga máxima. En los momentos finales del ensayo, cuando la probeta se deforma rápidamente no se debe modificar la velocidad de aplicación de la carga.

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

$$F_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$F_c$  : Es la resistencia de rotura a la compresión (Kg/ cm<sup>2</sup>).

$P$  : Es la carga máxima de rotura (Kg).

$A$  : Area de la probeta

### **5.3 RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL (Norma NTP N° 339.084 )**

La resistencia a la tracción del concreto es relativamente baja, una buena aproximación es de (  $0.10f_c < F_d < 0.20f_c$  ). Es mas difícil medir la resistencia a la tracción que la resistencia a la compresión debido a los problemas de agarre

con las maquinas de pruebas. Existen varios métodos para la prueba de tracción , el método mas utilizado es la prueba de rotura o prueba brasileña.

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

Los aparatos a utilizar son los siguientes:

1. - Maquina de ensayo: Debe tener suficiente capacidad y las condiciones de velocidad de carga.
2. -Platina de Apoyo Suplementario: La platina debe ser de longitud ligeramente mayor que la longitud de la probeta, de lo contrario se tendrá que usar una platina suplementaria de acero maquinado, la platina debe tener una superficie completamente horizontal y lisa. Debe tener un ancho de por lo menos de 50 mm y un espesor considerable. La platina debe colocarse de tal forma que la carga transmitida se aplicada a toda la longitud de la probeta.
3. - Listones de Apoyo : Deben de ser dos tiras de cartón o madera, libre de imperfecciones de 3mm de espesor 25mm de ancho aproximado y una longitud igual o ligeramente mayor a la probeta.

#### **PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:**

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

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

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

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

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

Donde:

$F_d$  = Esfuerzo de tracción indirecta Kg/cm<sup>2</sup>.

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

L = Longitud del cilindro en cm.

d = Diámetro del cilindro en cm.

#### 5.4 MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO

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

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

Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm<sup>2</sup> y están en relación directa con la resistencia a la compresión del concreto y por ende con la relación agua/ cemento . Conceptualmente, las mezclas mas

ricas tienen modulo de elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación de las mezclas pobres.

Al someterse una probeta de concreto a una carga que se incrementa constantemente , ocurre una deformación plástica o escurrimiento.

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

Este limite de proporcionalidad para el caso del modulo de elasticidad es el 40% de la resistencia a la compresión y la deformación para este punto.

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

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

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

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

El ACI sugiere la siguiente expresión para su calculo:

$$E_c = W^{1.5} * 4270 * (f_c)^{0.5}$$

Donde:

$W$  = Peso específico del concreto  $T/m^3$ .

$f'c$  = Resistencia en  $kg/cm^2$ .

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

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

- a) El punto de curva esfuerzo deformación corresponde a una deformación unitaria de  $0.5 \cdot 10^{-4}$  y su esfuerzo correspondiente.
- b) El punto de la curva E- & que corresponde al 40% de la compresión y la deformación, para este punto, determinan el módulo elástico.

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

Donde :

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

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

$D2$  = Deformación unitaria correspondiente a  $E2$ .

#### **PROCEDIMIENTO DE ENSAYO:**

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

Se prepara y se conduce a la máquina de compresión y se aplicará una fuerza constante de 2000 kg. intervalo a la cual se leerá la deformación unitaria.



## **EQUIPO USADO PARA DICHO ENSAYO**

### **1.- Extensiómetro:**

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

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

### **2.- Espejos:**

En cada extensiómetro va una varilla sujeta en su parte central en donde , tiene forma de romboide por las rueditas del extensiómetro. Por el extremo tiene un espejo de 1.5 cm de lado, que al aplicarse la carga puede girar con la varilla respectos a ellos mismos. La distribución de los espejos es una en la parte posterior y otra delante del espécimen.

### **3.- Lentes:**

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

5.5 RELACION DE CUADROS EN MUESTRA PATRON Y MUESTRAS CON ADITIVO PLASTIFICANTE

**CUADRO N°5.5.1.1**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION**

| RELACION AGUA CEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|
|                       | 7 días                      | 14 días | 28 días |
| A/C 0.40              |                             |         |         |
| PATRON                | 326.96                      | 353.98  | 401.15  |
| PATRON + 100CCXBLS    | 350.19                      | 385.84  | 440.66  |
| PATRON +150CCXBLS     | 407.25                      | 449.90  | 519.81  |
| PATRON + 200CCXBLS    | 370.15                      | 408.00  | 477.28  |

**CUADRO N°5.5.1.2**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION**

| RELACION AGUA CEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|
|                       | 7 días                      | 14 días | 28 días |
| A/C 0.45              |                             |         |         |
| PATRON                | 306.13                      | 340.25  | 390.52  |
| PATRON + 100CCXBLS    | 309.59                      | 352.27  | 411.47  |
| PATRON +150CCXBLS     | 304.75                      | 353.66  | 417.62  |
| PATRON + 200CCXBLS    | 310.71                      | 356.44  | 424.52  |

**CUADRO N°5.5.1.3**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION**

| RELACION AGUA CEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|
|                       | 7 días                      | 14 días | 28 días |
| A/C 0.50              |                             |         |         |
| PATRON                | 286.56                      | 306.38  | 352.56  |
| PATRON + 100CCXBLS    | 303.36                      | 330.81  | 386.23  |
| PATRON +150CCXBLS     | 302.00                      | 331.32  | 388.48  |
| PATRON + 200CCXBLS    | 302.18                      | 339.51  | 399.29  |

## ENSAYO DE TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

CUADRO Nro. 5.5.2.1

### DISEÑO PATRON

| DISEÑO<br>A/C | DIAMETRO<br>( cm ) | LONGITUD<br>( cm ) | FUERZA<br>( Kgr ) | RESISTENCIA<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|----------|
| 0.40          | 15.40              | 30.50              | 25500             | 34.56                                |          |
| 0.40          | 15.30              | 30.60              | 24300             | 33.04                                | 33.80    |
| 0.45          | 15.10              | 30.50              | 23100             | 31.93                                |          |
| 0.45          | 15.20              | 30.20              | 22900             | 31.76                                | 31.85    |
| 0.50          | 15.30              | 30.20              | 21000             | 28.93                                |          |
| 0.50          | 14.90              | 30.20              | 21100             | 29.85                                | 29.39    |

## ENSAYO DE TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

**CUADRO Nro.5.5.2.2**

**TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO CON ADITIVO**

**RELACION A/C=0.40**

| DISEÑO    | DIAMETRO<br>( cm ) | LONGITUD<br>( cm ) | FUERZA<br>( Kgr ) | RESISTENCIA<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|----------|
| 100CCXBLS | 15.10              | 30.60              | 24500             | 33.76                                |          |
| 100CCXBLS | 14.70              | 30.30              | 23800             | 34.02                                | 33.89    |
| 150CCXBLS | 15.30              | 30.40              | 25500             | 34.90                                |          |
| 150CCXBLS | 15.20              | 30.00              | 25000             | 34.90                                | 34.90    |
| 200CCXBLS | 14.70              | 30.00              | 24600             | 35.51                                |          |
| 200CCXBLS | 15.10              | 30.00              | 24300             | 34.15                                | 34.83    |

**CUADRO Nro.5.5.2.3**

**RELACION A/C= 0.45**

| DISEÑO    | DIAMETRO<br>( cm ) | LONGITUD<br>( cm ) | FUERZA<br>( Kgr ) | RESISTENCIA<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|----------|
| 100CCXBLS | 15.30              | 30.20              | 23900             | 32.93                                |          |
| 100CCXBLS | 15.50              | 30.30              | 24000             | 32.53                                | 32.73    |
| 150CCXBLS | 15.00              | 30.20              | 23000             | 32.32                                |          |
| 150CCXBLS | 14.50              | 29.80              | 23300             | 34.33                                | 33.33    |
| 200CCXBLS | 15.40              | 30.40              | 24100             | 32.77                                |          |
| 200CCXBLS | 15.10              | 30.00              | 24300             | 34.15                                | 33.46    |

**CUADRO Nro.5.5.2.4**

**RELACION A/C=0.50**

| DISEÑO    | DIAMETRO<br>( cm ) | LONGITUD<br>( cm ) | FUERZA<br>( Kgr ) | RESISTENCIA<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|----------|
| 100CCXBLS | 15.20              | 30.40              | 21900             | 30.17                                |          |
| 100CCXBLS | 14.90              | 30.00              | 22300             | 31.76                                | 30.97    |
| 150CCXBLS | 15.10              | 30.50              | 22800             | 31.52                                |          |
| 150CCXBLS | 14.60              | 29.70              | 23200             | 34.06                                | 32.79    |
| 200CCXBLS | 15.20              | 30.20              | 23700             | 32.87                                |          |
| 200CCXBLS | 15.10              | 30.00              | 23500             | 33.03                                | 32.95    |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.1

RELACION A/C 0.40  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.02                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.04                             | 0.2                  | 0.2                | 0.20     | 0.20                  | 0.20                          |
| 6000          | 33.07                             | 0.4                  | 0.3                | 0.35     | 0.35                  | 0.35                          |
| 8000          | 44.09                             | 0.7                  | 0.5                | 0.60     | 0.60                  | 0.60                          |
| 10000         | 55.11                             | 1.1                  | 0.9                | 1.00     | 1.00                  | 1.00                          |
| 12000         | 66.13                             | 1.6                  | 1.5                | 1.55     | 1.55                  | 1.55                          |
| 14000         | 77.15                             | 1.9                  | 2.5                | 2.20     | 2.20                  | 2.20                          |
| 16000         | 88.18                             | 2.1                  | 3.5                | 2.80     | 2.80                  | 2.80                          |
| 18000         | 99.20                             | 2.4                  | 4.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 20000         | 110.22                            | 2.9                  | 4.6                | 3.75     | 3.75                  | 3.75                          |
| 22000         | 121.24                            | 3.5                  | 4.9                | 4.20     | 4.20                  | 4.20                          |
| 24000         | 132.27                            | 4.0                  | 5.2                | 4.60     | 4.60                  | 4.60                          |
| 26000         | 143.29                            | 4.6                  | 5.5                | 5.05     | 5.05                  | 5.05                          |
| 28000         | 154.31                            | 5.2                  | 5.9                | 5.55     | 5.55                  | 5.55                          |
| 30000         | 165.33                            | 5.8                  | 6.4                | 6.10     | 6.10                  | 6.10                          |

|              |                           |                         |                                |
|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.2 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 39.68                          |
| AREA:        | 181.45 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 157                            |
| CARGA MAXIMA | 71200 kg.                 | e1                      | 0.5                            |
| ROTURA       | 392.39 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 5.68                           |
| S2=0.4XFc    | 156.96 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.26E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.2

RELACION A/C 0.40  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 100CCXBLS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.32                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.64                             | 0.2                  | 0.2                | 0.20     | 0.20                  | 0.20                          |
| 6000          | 33.95                             | 0.3                  | 0.4                | 0.35     | 0.35                  | 0.35                          |
| 8000          | 45.27                             | 0.4                  | 0.6                | 0.50     | 0.50                  | 0.50                          |
| 10000         | 56.59                             | 0.9                  | 1.5                | 1.20     | 1.20                  | 1.20                          |
| 12000         | 67.91                             | 1.2                  | 2.0                | 1.60     | 1.60                  | 1.60                          |
| 14000         | 79.23                             | 1.5                  | 2.4                | 1.95     | 1.95                  | 1.95                          |
| 16000         | 90.54                             | 1.9                  | 2.9                | 2.40     | 2.40                  | 2.40                          |
| 18000         | 101.86                            | 2.5                  | 3.6                | 3.05     | 3.05                  | 3.05                          |
| 20000         | 113.18                            | 3.2                  | 4.1                | 3.65     | 3.65                  | 3.65                          |
| 22000         | 124.50                            | 3.5                  | 4.6                | 4.05     | 4.05                  | 4.05                          |
| 24000         | 135.82                            | 4.0                  | 5.1                | 4.55     | 4.55                  | 4.55                          |
| 26000         | 147.13                            | 4.3                  | 5.8                | 5.05     | 5.05                  | 5.05                          |
| 28000         | 158.45                            | 4.8                  | 6.4                | 5.60     | 5.60                  | 5.60                          |
| 30000         | 169.77                            | 5.3                  | 6.9                | 6.10     | 6.10                  | 6.10                          |
| 32000         | 181.09                            | 5.7                  | 7.2                | 6.45     | 6.45                  | 6.45                          |
| 34000         | 192.41                            | 6.3                  | 7.9                | 7.10     | 7.10                  | 7.10                          |

|              |                           |                         |                             |
|--------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| DIAMETRO:    | 15 cm.                    | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 45.27                       |
| AREA:        | 176.71 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 176                         |
| CARGA MAXIMA | 77900 kg.                 | e1                      | 0.5                         |
| ROTURA       | 440.84 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 6.29                        |
| S2=0.4XFc    | 176.33 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.27E+05 kg/cm <sup>2</sup> |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.3

RELACION A/C 0.40  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 150CCXBS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.17                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.34                             | 0.2                  | 0.3                | 0.25     | 0.25                  | 0.25                          |
| 6000          | 33.51                             | 0.3                  | 0.4                | 0.35     | 0.35                  | 0.35                          |
| 8000          | 44.67                             | 0.4                  | 0.5                | 0.45     | 0.45                  | 0.45                          |
| 10000         | 55.84                             | 0.6                  | 0.7                | 0.65     | 0.65                  | 0.65                          |
| 12000         | 67.01                             | 1.1                  | 0.9                | 1.00     | 1.00                  | 1.00                          |
| 14000         | 78.18                             | 1.9                  | 1.2                | 1.55     | 1.55                  | 1.55                          |
| 16000         | 89.35                             | 2.2                  | 1.8                | 2.00     | 2.00                  | 2.00                          |
| 18000         | 100.52                            | 2.4                  | 2.3                | 2.35     | 2.35                  | 2.35                          |
| 20000         | 111.69                            | 2.7                  | 2.8                | 2.75     | 2.75                  | 2.75                          |
| 22000         | 122.85                            | 3.2                  | 3.5                | 3.35     | 3.35                  | 3.35                          |
| 24000         | 134.02                            | 3.7                  | 4.4                | 4.05     | 4.05                  | 4.05                          |
| 26000         | 145.19                            | 4.1                  | 4.8                | 4.45     | 4.45                  | 4.45                          |
| 28000         | 156.36                            | 4.6                  | 5.3                | 4.95     | 4.95                  | 4.95                          |
| 30000         | 167.53                            | 5.0                  | 5.7                | 5.35     | 5.35                  | 5.35                          |
| 32000         | 178.70                            | 5.5                  | 6.1                | 5.80     | 5.80                  | 5.80                          |
| 34000         | 189.87                            | 5.9                  | 6.7                | 6.30     | 6.30                  | 6.30                          |
| 36000         | 201.03                            | 6.4                  | 7.0                | 6.70     | 6.70                  | 6.70                          |
| 38000         | 212.20                            | 7.0                  | 7.6                | 7.30     | 7.30                  | 7.30                          |
| 40000         | 223.37                            | 7.3                  | 8.1                | 7.70     | 7.70                  | 7.70                          |

|              |                           |                         |                                |
|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.1 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 47.5                           |
| AREA:        | 179.07 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 207                            |
| CARGA MAXIMA | 92800 kg.                 | e1                      | 0.5                            |
| ROTURA       | 518.22 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 7.02                           |
| S2=0.4XFc    | 207.29 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.40E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.4

RELACION A/C 0.40  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 200CCXBS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.32                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.64                             | 0.2                  | 0.3                | 0.25     | 0.25                  | 0.25                          |
| 6000          | 33.95                             | 0.3                  | 0.4                | 0.35     | 0.35                  | 0.35                          |
| 8000          | 45.27                             | 0.4                  | 0.5                | 0.45     | 0.45                  | 0.45                          |
| 10000         | 56.59                             | 0.5                  | 0.6                | 0.55     | 0.55                  | 0.55                          |
| 12000         | 67.91                             | 1.1                  | 1.2                | 1.15     | 1.15                  | 1.15                          |
| 14000         | 79.23                             | 1.4                  | 1.7                | 1.55     | 1.55                  | 1.55                          |
| 16000         | 90.54                             | 1.9                  | 2.2                | 2.05     | 2.05                  | 2.05                          |
| 18000         | 101.86                            | 2.1                  | 2.4                | 2.25     | 2.25                  | 2.25                          |
| 20000         | 113.18                            | 2.7                  | 2.7                | 2.70     | 2.70                  | 2.70                          |
| 22000         | 124.50                            | 3.4                  | 3.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 24000         | 135.82                            | 3.8                  | 3.4                | 3.60     | 3.60                  | 3.60                          |
| 26000         | 147.13                            | 4.2                  | 3.9                | 4.05     | 4.05                  | 4.05                          |
| 28000         | 158.45                            | 4.6                  | 4.4                | 4.50     | 4.50                  | 4.50                          |
| 30000         | 169.77                            | 5.0                  | 4.9                | 4.95     | 4.95                  | 4.95                          |
| 32000         | 181.09                            | 5.4                  | 5.4                | 5.40     | 5.40                  | 5.40                          |
| 34000         | 192.41                            | 6.1                  | 6.4                | 6.25     | 6.25                  | 6.25                          |
| 36000         | 203.72                            | 6.3                  | 6.7                | 6.50     | 6.50                  | 6.50                          |
| 38000         | 215.04                            | 6.7                  | 6.9                | 6.80     | 6.80                  | 6.80                          |
| 40000         | 226.36                            | 7.1                  | 7.2                | 7.15     | 7.15                  | 7.15                          |

|              |                           |                         |                             |
|--------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| DIAMETRO:    | 15 cm.                    | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 50.93                       |
| AREA:        | 176.71 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 192                         |
| CARGA MAXIMA | 84900 kg.                 | e1                      | 0.5                         |
| ROTURA       | 480.45 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 6.2                         |
| S2=0.4XFc    | 192.18 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.40E+05 kg/cm <sup>2</sup> |



## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.5

RELACION A/C 0.45  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.17                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.34                             | 0.3                  | 0.2                | 0.25     | 0.25                  | 0.25                          |
| 6000          | 33.51                             | 0.4                  | 0.5                | 0.45     | 0.45                  | 0.45                          |
| 8000          | 44.67                             | 0.5                  | 0.6                | 0.55     | 0.55                  | 0.55                          |
| 10000         | 55.84                             | 0.9                  | 1.1                | 1.00     | 1.00                  | 1.00                          |
| 12000         | 67.01                             | 1.4                  | 2.5                | 1.95     | 1.95                  | 1.95                          |
| 14000         | 78.18                             | 1.9                  | 3.0                | 2.45     | 2.45                  | 2.45                          |
| 16000         | 89.35                             | 2.1                  | 3.5                | 2.80     | 2.80                  | 2.80                          |
| 18000         | 100.52                            | 2.4                  | 4.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 20000         | 111.69                            | 2.9                  | 4.6                | 3.75     | 3.75                  | 3.75                          |
| 22000         | 122.85                            | 3.5                  | 4.9                | 4.20     | 4.20                  | 4.20                          |
| 24000         | 134.02                            | 4.0                  | 5.2                | 4.60     | 4.60                  | 4.60                          |
| 26000         | 145.19                            | 4.6                  | 5.5                | 5.05     | 5.05                  | 5.05                          |
| 28000         | 156.36                            | 5.2                  | 5.9                | 5.55     | 5.55                  | 5.55                          |
| 30000         | 167.53                            | 6.1                  | 6.1                | 6.10     | 6.10                  | 6.10                          |

|              |                           |                         |                                 |
|--------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.1 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 40                              |
| AREA:        | 179.07 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 159                             |
| CARGA MAXIMA | 71200 kg.                 | e1                      | 0.5                             |
| ROTURA       | 397.60 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 5.7                             |
| S2=0.4XFc    | 159.04 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.28 E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.6

RELACION A/C 0.45  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 100CCXBLs

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.17                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.34                             | 0.2                  | 0.3                | 0.25     | 0.25                  | 0.25                          |
| 6000          | 33.51                             | 0.3                  | 0.4                | 0.35     | 0.35                  | 0.35                          |
| 8000          | 44.67                             | 0.4                  | 0.6                | 0.50     | 0.50                  | 0.50                          |
| 10000         | 55.84                             | 0.9                  | 1.3                | 1.10     | 1.10                  | 1.10                          |
| 12000         | 67.01                             | 1.3                  | 1.8                | 1.55     | 1.55                  | 1.55                          |
| 14000         | 78.18                             | 1.5                  | 2.6                | 2.05     | 2.05                  | 2.05                          |
| 16000         | 89.35                             | 1.9                  | 3.5                | 2.70     | 2.70                  | 2.70                          |
| 18000         | 100.52                            | 2.4                  | 4.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 20000         | 111.69                            | 2.8                  | 4.6                | 3.70     | 3.70                  | 3.70                          |
| 22000         | 122.85                            | 3.5                  | 4.9                | 4.20     | 4.20                  | 4.20                          |
| 24000         | 134.02                            | 3.9                  | 5.2                | 4.55     | 4.55                  | 4.55                          |
| 26000         | 145.19                            | 4.4                  | 5.5                | 4.95     | 4.95                  | 4.95                          |
| 28000         | 156.36                            | 5.1                  | 5.9                | 5.50     | 5.50                  | 5.50                          |
| 30000         | 167.53                            | 5.8                  | 6.1                | 5.95     | 5.95                  | 5.95                          |

|              |                           |                         |                                 |
|--------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.1 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 44.67                           |
| AREA:        | 179.07 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 160                             |
| CARGA MAXIMA | 71800 kg.                 | e1                      | 0.5                             |
| ROTURA       | 400.95 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 5.64                            |
| S2=0.4XFc    | 160.38 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.22 E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.7

RELACION A/C 0.45  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 150CCXBS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.17                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.34                             | 0.3                  | 0.4                | 0.35     | 0.35                  | 0.35                          |
| 6000          | 33.51                             | 0.4                  | 0.6                | 0.50     | 0.50                  | 0.50                          |
| 8000          | 44.67                             | 0.9                  | 0.9                | 0.90     | 0.90                  | 0.90                          |
| 10000         | 55.84                             | 1.4                  | 1.3                | 1.35     | 1.35                  | 1.35                          |
| 12000         | 67.01                             | 1.7                  | 2.0                | 1.85     | 1.85                  | 1.85                          |
| 14000         | 78.18                             | 1.9                  | 2.8                | 2.35     | 2.35                  | 2.35                          |
| 16000         | 89.35                             | 2.1                  | 3.5                | 2.80     | 2.80                  | 2.80                          |
| 18000         | 100.52                            | 2.4                  | 4.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 20000         | 111.69                            | 2.9                  | 4.6                | 3.75     | 3.75                  | 3.75                          |
| 22000         | 122.85                            | 3.5                  | 4.9                | 4.20     | 4.20                  | 4.20                          |
| 24000         | 134.02                            | 4.0                  | 5.2                | 4.60     | 4.60                  | 4.60                          |
| 26000         | 145.19                            | 4.6                  | 5.5                | 5.05     | 5.05                  | 5.05                          |
| 28000         | 156.36                            | 5.2                  | 5.9                | 5.55     | 5.55                  | 5.55                          |
| 30000         | 167.53                            | 6.0                  | 6.4                | 6.20     | 6.20                  | 6.20                          |
| 32000         | 178.70                            | 6.1                  | 7.0                | 6.55     | 6.55                  | 6.55                          |

|              |                           |                         |                                |
|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.1 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 33.51                          |
| AREA:        | 179.07 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 165                            |
| CARGA MAXIMA | 73800 kg.                 | e1                      | 0.5                            |
| ROTURA       | 412.12 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 6.1                            |
| S2=0.4XFc    | 164.85 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.3 E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.8

RELACION A/C 0.45  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 200CCXBLS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.02                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.04                             | 0.2                  | 0.4                | 0.30     | 0.30                  | 0.30                          |
| 6000          | 33.07                             | 0.4                  | 0.5                | 0.45     | 0.45                  | 0.45                          |
| 8000          | 44.09                             | 0.6                  | 0.8                | 0.70     | 0.70                  | 0.70                          |
| 10000         | 55.11                             | 1.3                  | 1.8                | 1.55     | 1.55                  | 1.55                          |
| 12000         | 66.13                             | 1.7                  | 2.5                | 2.10     | 2.10                  | 2.10                          |
| 14000         | 77.15                             | 1.9                  | 3.0                | 2.45     | 2.45                  | 2.45                          |
| 16000         | 88.18                             | 2.1                  | 3.5                | 2.80     | 2.80                  | 2.80                          |
| 18000         | 99.20                             | 2.4                  | 4.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 20000         | 110.22                            | 2.9                  | 4.6                | 3.75     | 3.75                  | 3.75                          |
| 22000         | 121.24                            | 3.5                  | 4.9                | 4.20     | 4.20                  | 4.20                          |
| 24000         | 132.27                            | 4.0                  | 5.2                | 4.60     | 4.60                  | 4.60                          |
| 26000         | 143.29                            | 4.6                  | 5.5                | 5.05     | 5.05                  | 5.05                          |
| 28000         | 154.31                            | 5.2                  | 5.9                | 5.55     | 5.55                  | 5.55                          |
| 30000         | 165.33                            | 6.3                  | 6.1                | 6.20     | 6.20                  | 6.20                          |
| 32000         | 176.35                            | 7.1                  | 6.6                | 6.85     | 6.85                  | 6.85                          |
| 34000         | 187.38                            | 7.9                  | 6.9                | 7.40     | 7.40                  | 7.40                          |

|              |                           |                         |                                |
|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.2 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 35.27                          |
| AREA:        | 181.45 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 170                            |
| CARGA MAXIMA | 77200 kg.                 | e1                      | 0.5                            |
| ROTURA       | 425.45 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 6.5                            |
| S2=0.4XFc    | 170.18 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.2 E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.9

RELACION A/C 0.50  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.17                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.34                             | 0.3                  | 0.6                | 0.45     | 0.45                  | 0.45                          |
| 6000          | 33.51                             | 0.4                  | 0.9                | 0.65     | 0.65                  | 0.65                          |
| 8000          | 44.67                             | 0.8                  | 1.0                | 0.90     | 0.90                  | 0.90                          |
| 10000         | 55.84                             | 1.4                  | 1.5                | 1.45     | 1.45                  | 1.45                          |
| 12000         | 67.01                             | 1.7                  | 2.0                | 1.85     | 1.85                  | 1.85                          |
| 14000         | 78.18                             | 1.9                  | 2.6                | 2.25     | 2.25                  | 2.25                          |
| 16000         | 89.35                             | 2.1                  | 3.5                | 2.80     | 2.80                  | 2.80                          |
| 18000         | 100.52                            | 2.4                  | 4.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 20000         | 111.69                            | 3.5                  | 4.6                | 4.05     | 4.05                  | 4.05                          |
| 22000         | 122.85                            | 5.0                  | 4.9                | 4.95     | 4.95                  | 4.95                          |
| 24000         | 134.02                            | 5.9                  | 5.2                | 5.55     | 5.55                  | 5.55                          |
| 26000         | 145.19                            | 6.3                  | 6.5                | 6.40     | 6.40                  | 6.40                          |
| 28000         | 156.36                            | 6.9                  | 7.0                | 6.95     | 6.95                  | 6.95                          |

|              |                           |                         |                                 |
|--------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.1 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 25.13                           |
| AREA:        | 179.07 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 140                             |
| CARGA MAXIMA | 62800 kg.                 | e1                      | 0.5                             |
| ROTURA       | 350.69 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 6                               |
| S2=0.4XFc    | 140.28 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.09 E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.10

RELACION A/C 0.50  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 100CCXBLs

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.17                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.34                             | 0.3                  | 0.5                | 0.40     | 0.40                  | 0.40                          |
| 6000          | 33.51                             | 0.4                  | 0.6                | 0.50     | 0.50                  | 0.50                          |
| 8000          | 44.67                             | 0.9                  | 1.0                | 0.95     | 0.95                  | 0.95                          |
| 10000         | 55.84                             | 1.4                  | 2.0                | 1.70     | 1.70                  | 1.70                          |
| 12000         | 67.01                             | 1.7                  | 2.5                | 2.10     | 2.10                  | 2.10                          |
| 14000         | 78.18                             | 2.0                  | 3.1                | 2.55     | 2.55                  | 2.55                          |
| 16000         | 89.35                             | 2.5                  | 3.5                | 3.00     | 3.00                  | 3.00                          |
| 18000         | 100.52                            | 2.4                  | 4.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 20000         | 111.69                            | 2.9                  | 4.6                | 3.75     | 3.75                  | 3.75                          |
| 22000         | 122.85                            | 3.5                  | 4.9                | 4.20     | 4.20                  | 4.20                          |
| 24000         | 134.02                            | 4.0                  | 5.2                | 4.60     | 4.60                  | 4.60                          |
| 26000         | 145.19                            | 4.9                  | 5.5                | 5.20     | 5.20                  | 5.20                          |
| 28000         | 156.36                            | 5.8                  | 6.0                | 5.90     | 5.90                  | 5.90                          |
| 30000         | 167.53                            | 6.4                  | 6.5                | 6.45     | 6.45                  | 6.45                          |
| 32000         | 178.70                            | 6.9                  | 7.0                | 6.95     | 6.95                  | 6.95                          |
| 34000         | 189.87                            | 7.5                  | 7.5                | 7.50     | 7.50                  | 7.50                          |
| 36000         | 201.03                            | 8.3                  | 8.0                | 8.15     | 8.15                  | 8.15                          |

|              |                           |                         |                                 |
|--------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.1 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 33.51                           |
| AREA:        | 179.07 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 156                             |
| CARGA MAXIMA | 69800 kg.                 | e1                      | 0.5                             |
| ROTURA       | 389.78 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 5.9                             |
| S2=0.4XFc    | 155.91 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.26 E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.11

RELACION A/C 0.50  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 150CCXBL5

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.17                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.34                             | 0.3                  | 0.4                | 0.35     | 0.35                  | 0.35                          |
| 6000          | 33.51                             | 0.4                  | 0.6                | 0.50     | 0.50                  | 0.50                          |
| 8000          | 44.67                             | 0.8                  | 1.1                | 0.95     | 0.95                  | 0.95                          |
| 10000         | 55.84                             | 1.4                  | 1.9                | 1.65     | 1.65                  | 1.65                          |
| 12000         | 67.01                             | 1.7                  | 2.5                | 2.10     | 2.10                  | 2.10                          |
| 14000         | 78.18                             | 1.9                  | 3.0                | 2.45     | 2.45                  | 2.45                          |
| 16000         | 89.35                             | 2.1                  | 3.5                | 2.80     | 2.80                  | 2.80                          |
| 18000         | 100.52                            | 2.4                  | 4.0                | 3.20     | 3.20                  | 3.20                          |
| 20000         | 111.69                            | 3.0                  | 4.6                | 3.80     | 3.80                  | 3.80                          |
| 22000         | 122.85                            | 3.5                  | 4.9                | 4.20     | 4.20                  | 4.20                          |
| 24000         | 134.02                            | 4.0                  | 5.2                | 4.60     | 4.60                  | 4.60                          |
| 26000         | 145.19                            | 4.6                  | 5.5                | 5.05     | 5.05                  | 5.05                          |
| 28000         | 156.36                            | 5.9                  | 6.3                | 6.10     | 6.10                  | 6.10                          |
| 30000         | 167.53                            | 7.6                  | 6.9                | 7.25     | 7.25                  | 7.25                          |

|              |                           |                         |                                |
|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15.1 cm.                  | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 33.51                          |
| AREA:        | 179.07 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 156                            |
| CARGA MAXIMA | 69800 kg.                 | e1                      | 0.5                            |
| ROTURA       | 389.78 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 6.1                            |
| S2=0.4XFc    | 155.91 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.2 E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |

## ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO

CUADRO Nro. 5.5.3.12

RELACION A/C 0.50  
 EDAD DEL CONCRETO 28 DIAS  
 ADITIVO 200CCXBLS

| CARGA<br>(Kg) | ESFUERZO<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | LECTURA<br>IZQUIERDA | LECTURA<br>DERECHA | PROMEDIO | PROMEDIO<br>CORREGIDO | DEFORMACION<br>UNITARIA*10E-4 |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|----------|-----------------------|-------------------------------|
| 0             | 0.00                              | 0.0                  | 0.0                | 0.00     | 0.00                  | 0.00                          |
| 2000          | 11.32                             | 0.1                  | 0.1                | 0.10     | 0.10                  | 0.10                          |
| 4000          | 22.64                             | 0.2                  | 0.4                | 0.30     | 0.30                  | 0.30                          |
| 6000          | 33.95                             | 0.4                  | 0.6                | 0.50     | 0.50                  | 0.50                          |
| 8000          | 45.27                             | 0.9                  | 1.6                | 1.25     | 1.25                  | 1.25                          |
| 10000         | 56.59                             | 1.3                  | 2.0                | 1.65     | 1.65                  | 1.65                          |
| 12000         | 67.91                             | 1.8                  | 2.5                | 2.15     | 2.15                  | 2.15                          |
| 14000         | 79.23                             | 1.9                  | 3.0                | 2.45     | 2.45                  | 2.45                          |
| 16000         | 90.54                             | 2.5                  | 3.5                | 3.00     | 3.00                  | 3.00                          |
| 18000         | 101.86                            | 3.1                  | 4.0                | 3.55     | 3.55                  | 3.55                          |
| 20000         | 113.18                            | 3.9                  | 4.6                | 4.25     | 4.25                  | 4.25                          |
| 22000         | 124.50                            | 4.3                  | 4.9                | 4.60     | 4.60                  | 4.60                          |
| 24000         | 135.82                            | 4.8                  | 5.2                | 5.00     | 5.00                  | 5.00                          |
| 26000         | 147.13                            | 5.3                  | 5.5                | 5.40     | 5.40                  | 5.40                          |
| 28000         | 158.45                            | 5.8                  | 5.9                | 5.85     | 5.85                  | 5.85                          |
| 30000         | 169.77                            | 6.1                  | 6.1                | 6.10     | 6.10                  | 6.10                          |

|              |                           |                         |                                |
|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| DIAMETRO:    | 15 cm.                    | S1(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 33.95                          |
| AREA:        | 176.71 cm <sup>2</sup> .  | S2(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 160                            |
| CARGA MAXIMA | 69800 kg.                 | e1                      | 0.5                            |
| ROTURA       | 395.00 kg/cm <sup>2</sup> | e2                      | 5.9                            |
| S2=0.4XFc    | 158.00 kg/cm <sup>2</sup> | Ec                      | 2.3 E+05 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |



5.6 RELACION DE GRAFICOS EN MUESTRA PATRON Y EN MUESTRA CON ADITIVO PLASTIFICANTE

GRAFICO N° 5.6.1

RESISTENCIA A LA COMPRESION : A/C 0.40

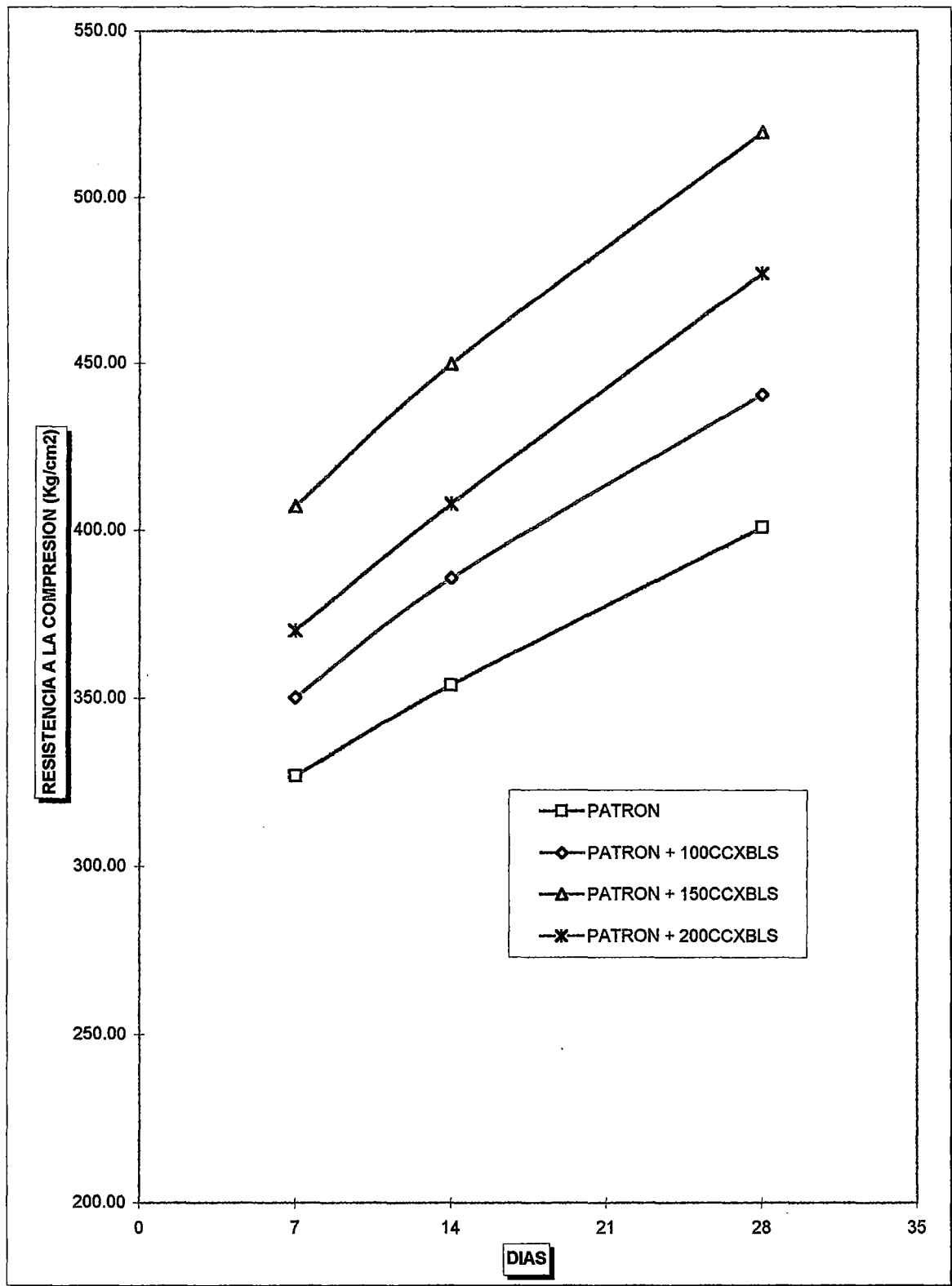


GRAFICO Nro.5.6.2

RESISTENCIA A LA COMPRESION : A/C 0.45

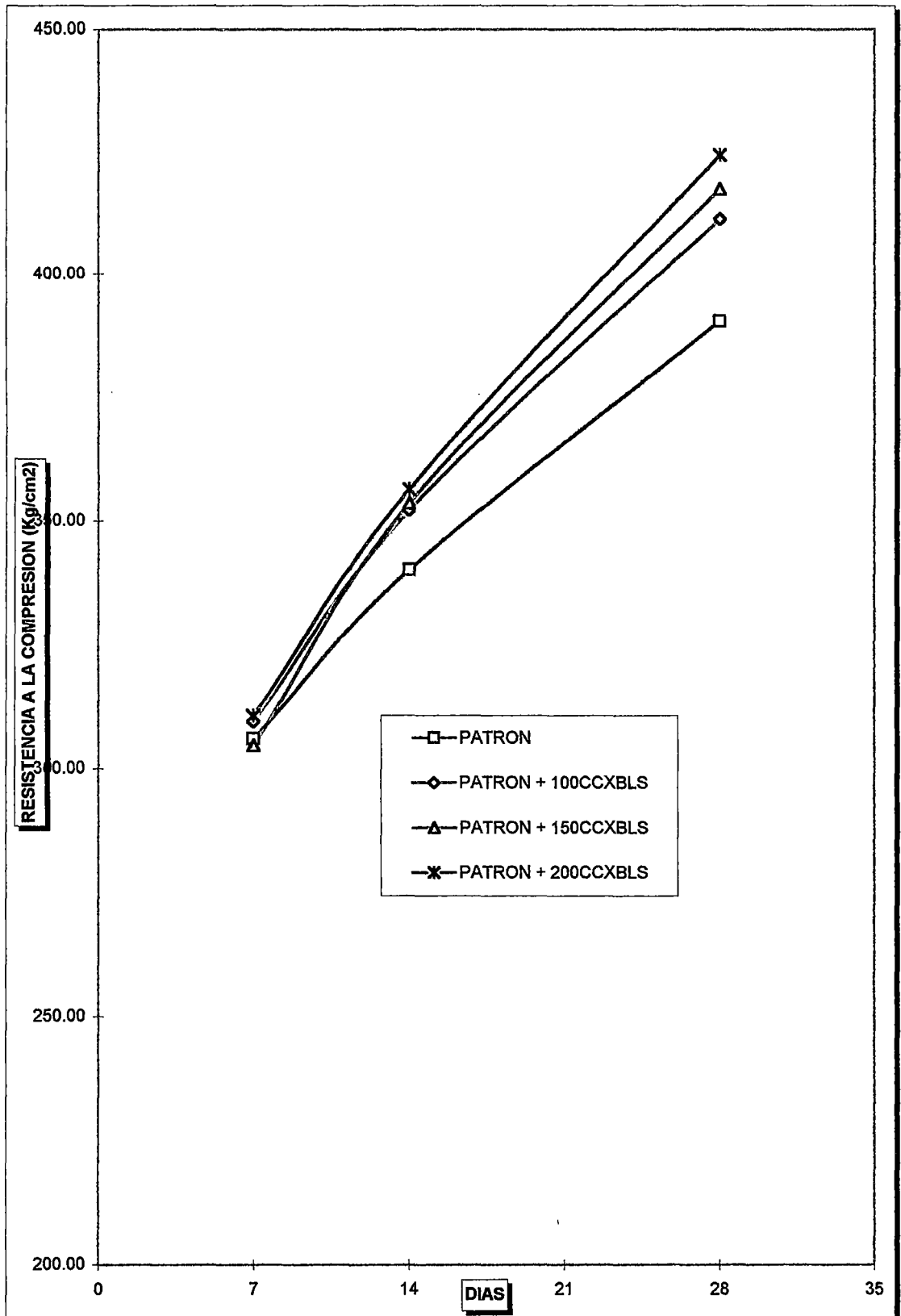


GRAFICO Nro.5.6.3

RESISTENCIA A LA COMPRESION : A/C 0.50

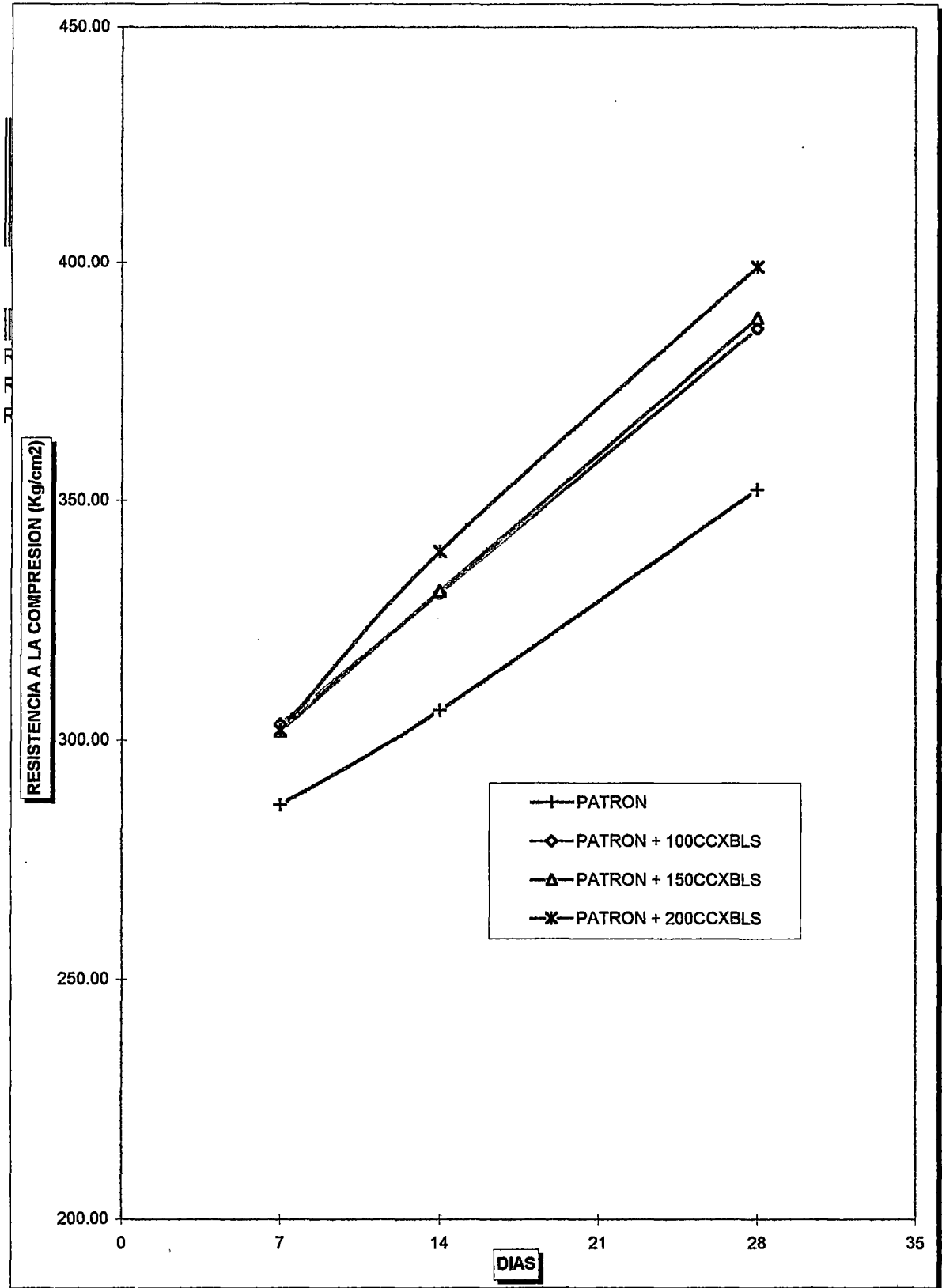
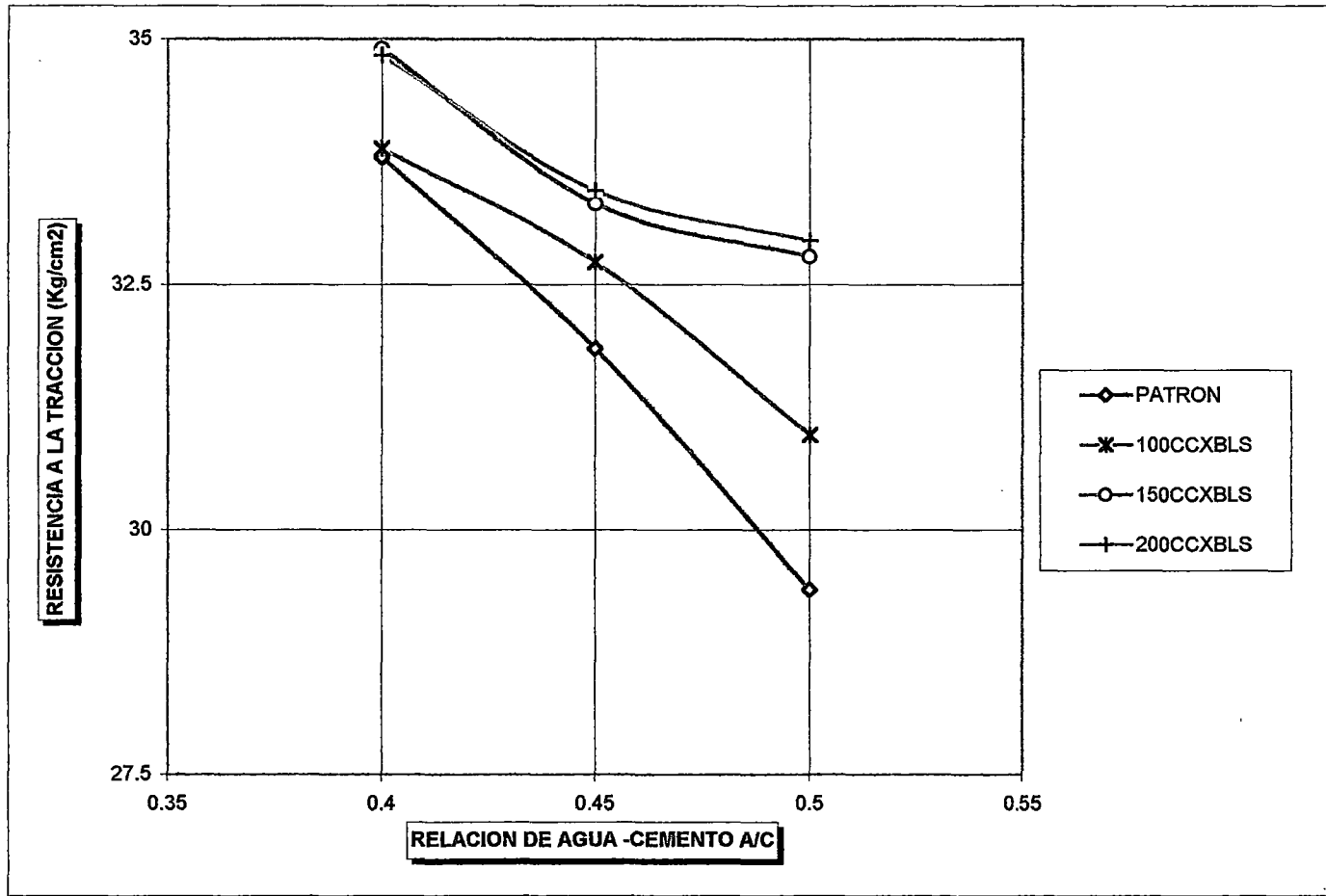


GRAFICO Nro.5.6.4

VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL



## **CAPITULO VI**

### **ENSAYOS ACELERADOS DE CORROSION EN CONCRETO ENDURECIDO**

#### **6.1 GENERALIDADES**

Estos ensayos rápidos tienen por objeto determinar en forma inmediata la corrosión producida por diversos fluidos agresivos en los concretos y morteros fabricados con diversas clases de cementos y con diferentes dosificaciones .

La realización de estudios referentes a la corrosión del concreto endurecido se ve dificultado, entre otras por la lentitud con que los procesos de corrosión se desarrollan en la naturaleza. Por lo tanto es necesario disponer de métodos para acelerar el desarrollo de dichos procesos de corrosión .

#### **6.2. EN MUESTRA PATRON**

##### **6.2.1. CORROSIÓN ACELERADA POR CLORURO DE SODIO**

###### **6.2.1.1. ENSAYO DE HUMEDECIDO Y SECADO Y PÉRDIDA DE PESO**

Este método consiste en la presión de cristalización que produce la destrucción del concreto. El ensayo de humedecido y secado y pérdida de peso fue desarrollado en el Perú por los ingenieros : José Luis Diaz Lazo en la tesis de Investigación "Corrosión del cemento por ataque de sulfatos" tesis presentada el año de 1995, Ing. Josefina Carrillo Coronado en la tesis de investigación "Ataque acelerado por sulfato de magnesio a una pasta de cemento con aditivo plastificante" tesis presentada en el año 1997 y por el Ing. Angel Rafael Avendaño Aroni, en la tesis de investigación "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del cloruro de sodio con cemento portland tipo I " tesis presentada en el año 2000

(en su tesis demuestra que para que el daño en el concreto sea significativo el agente agresivo debe estar en solución para que logre ingresar en la estructura interna del concreto y de esa manera iniciarse el proceso de destrucción del concreto) .Y en el exterior por los ingenieros Shinzo Nishibayashi, Kiyoshi Yamura y Shoichi Inoue (VER ANEXO ).

#### **6.2.1.2. ENSAYO POR COMPRESIÓN**

El objetivo es determinar la corrosión en las muestras de concreto para lo cual se sumergirá dichas muestras después de curarlo 28 días en una solución de cloruro de sodio con una concentración de 100 gr/lt. Las muestras de concreto después de 30 días, 60 días y 90 días de inmersión se procederán a determinar la resistencia a la compresión y observar la variación de la resistencia a la compresión con el concreto a los 28 días.

### **6.3. EN MUESTRA CON ADITIVO**

#### **6.3.1. CORROSIÓN ACELERADA POR CLORURO DE SODIO**

##### **6.3.1.1. ENSAYO DE HUMEDECIDO Y SECADO Y POR PÉRDIDA DE PESO.**

Ver 6.2.1.1., la única diferencia es que las muestras que se utilizan contienen 100 ccxbls, 150 ccxbls y 200 ccxbls de aditivo CHEMAPLAST para cada una de las relaciones a/c 0.40, 0.45 y 0.50.

##### **6.3.1.2. ENSAYO POR COMPRESIÓN**

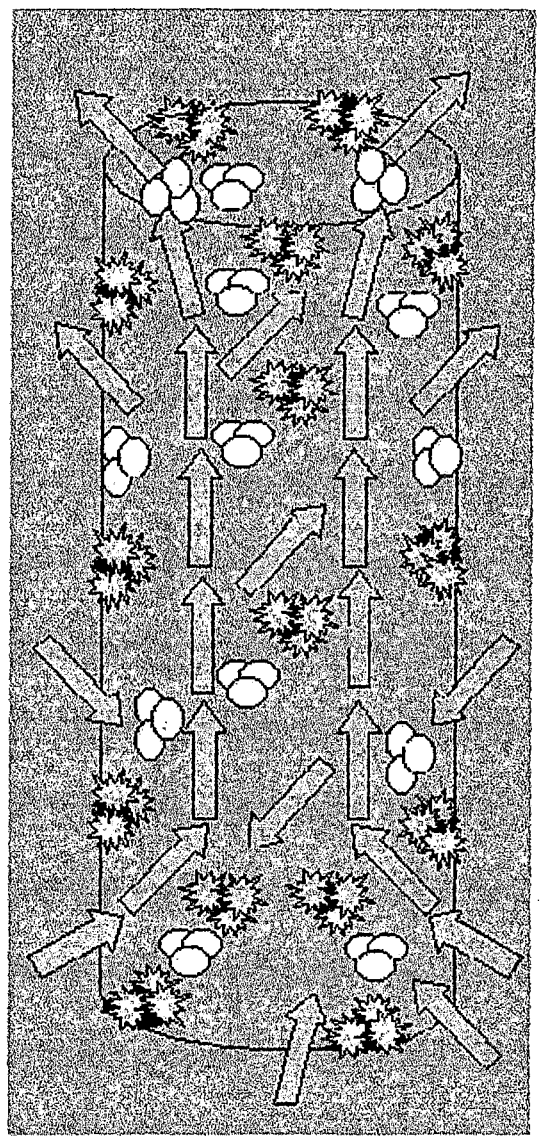
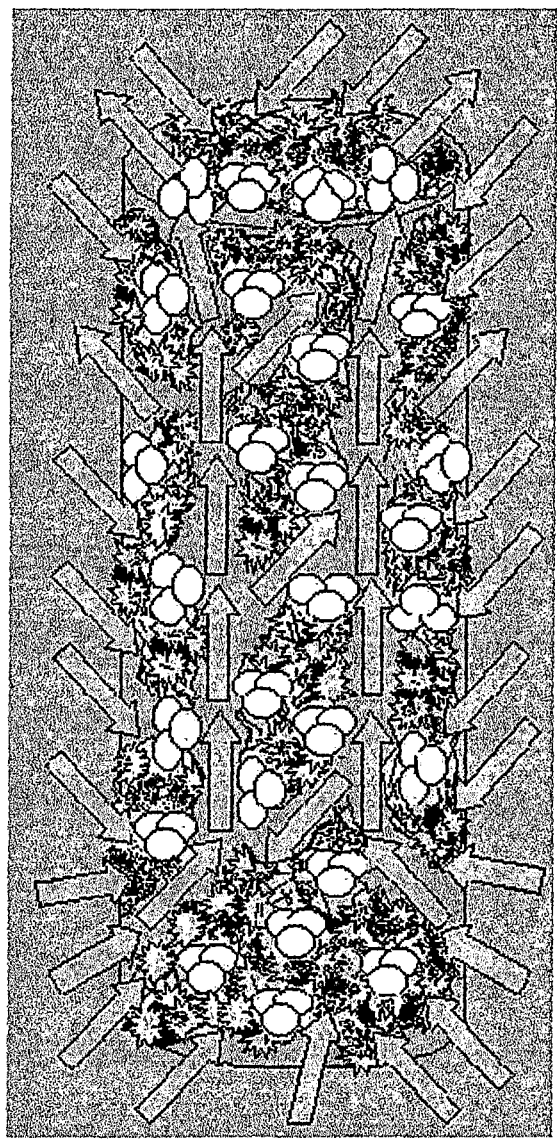
Ver 6.2.1.2. la diferencia en que las muestras a utilizar contienen 100 ccxbls, 150 ccxbls y 200 ccxbls de aditivo CHEMAPLAST para cada una de las relaciones a/c 0.40, 0.45 y 0.50

125

# PROCESO DE LA CORROSIÓN DEL CONCRETO

SIN ADITIVO

CON ADITIVO



➔ FLUJO DE LA SOLUCIÓN DE  $Cl_2$   
●●● CRISTALIZACIÓN DEL  $Cl_2$   
☼ CORROSIÓN DEL CONCRETO

# **CAPITULO VII**

## **PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS**

### **7.1 METODO DE ENSAYO**

El método de ensayo investiga la actuación de las soluciones agresivas en nuestro caso es el cloruro de sodio, según este método las muestras de concreto se sumergen gradualmente en la solución agresiva, y una vez que se llega a la saturación completa, se desecan en un horno. La repetición de esta operación hace que el concreto se destruya debido a la presión de cristalización .

### **7.2 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO**

El agente agresivo empleado en la presente tesis es el cloruro de sodio con una concentración de 100 gr/lit.

Se dara por finalizado el ensayo cuando la muestra tenga fisura y esto se logra a través de varios ciclos de ensayo.

#### **FASES DE UN CICLO DE ENSAYO**

- 1. Inmersión de las muestras en solución diluida de Cloruro de Sodio durante 24 horas.**



2. Secado de las muestras de concreto 4 x 8" en horno seco a una temperatura de 110 °C durante 3 horas.
3. Dejar enfriar las muestras de 2 a 3 horas.
4. Anotación de las variaciones del estado de las muestras.
5. Pesado de las muestras.

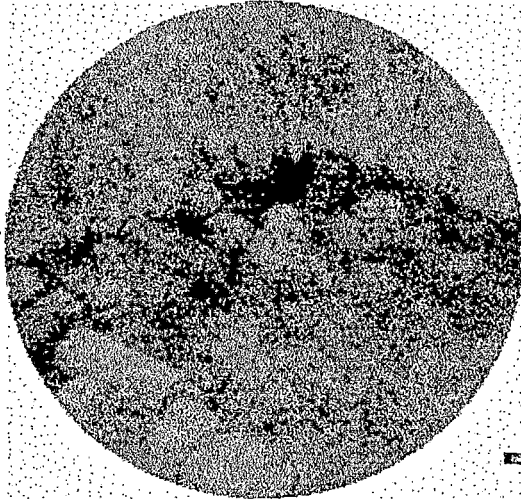
NOTA.- Para cada relación se prepararon 8 muestras de concreto y cada una de ellas se curaron 28 días antes de realizar los ensayos de corrosión acelerada.

### **ENSAYO POR COMPRESIÓN**

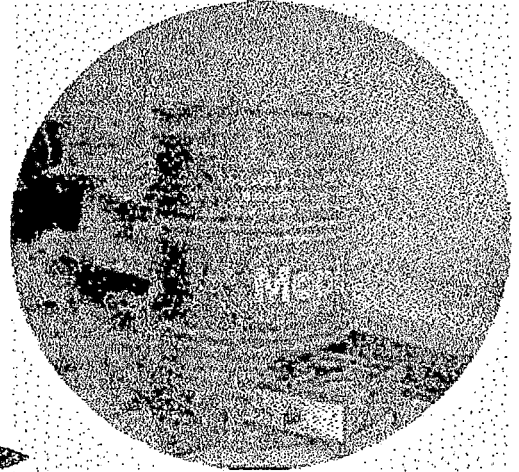
Se sumergen las muestras de concreto después de curarlo 28 días en una solución de cloruro de sodio con una concentración de 100 gr/lt. Las muestras de concreto después de 30 , 60 y 90 días de inmersión se procederán a determinar la resistencia a la compresión y observar la variación de la resistencia a la compresión con el concreto a los 28 días.

127

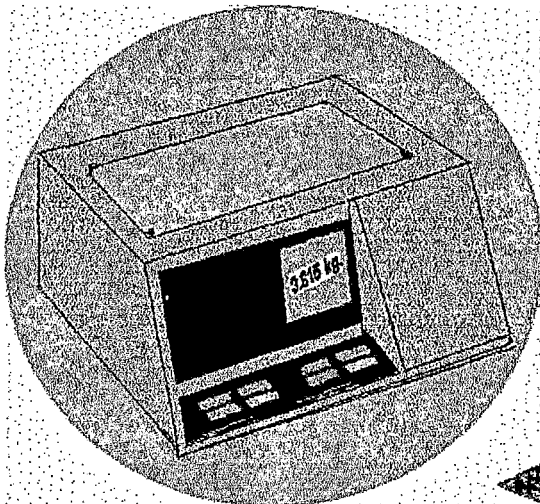
## **PROCESO DE ENSAYO DE PERDIDA DE PESO POR HUMEDECIDO Y SECADO**



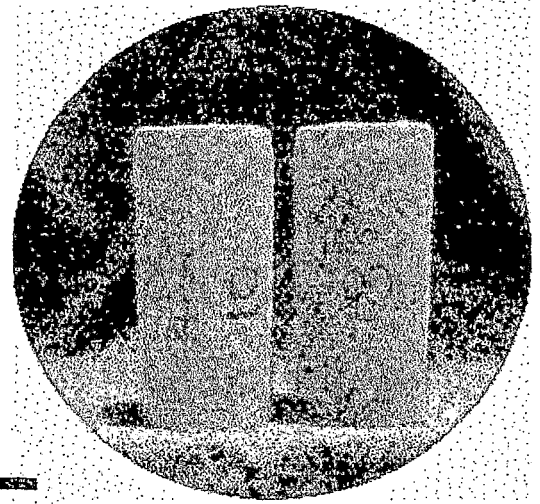
**INMERSIÓN EN ClNa  
DURANTE 24 HORAS**



**SECADO EN HORNO  
A 110 C°**



**REGISTRO DE LOS  
PESOS**



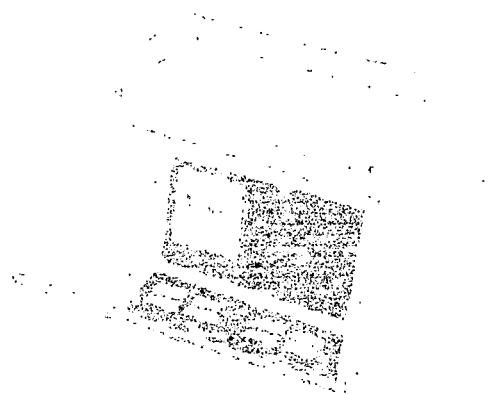
**ENFRIADO DE MUESTRAS  
DE 2 A 3 HORAS**

RESEARCH IN CHILDHOOD AND ADOLESCENCE



CHILDHOOD AND ADOLESCENCE

CHILDHOOD AND ADOLESCENCE



CHILDHOOD AND ADOLESCENCE

CHILDHOOD AND ADOLESCENCE

## CAPITULO VIII

### RESULTADO DE LOS ENSAYOS

#### 8.1 PESO DE LA MUESTRA DE CONCRETO POR CICLO DE ENSAYO

##### RELACION DE CUADROS Y GRAFICOS RESPECTIVOS

CUADRO 8.1.1 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.40

CUADRO 8.1.2 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.40 ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.1.3 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.40 ADITIVO 150CCXBLS

CUADRO 8.1.4 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.40 ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO 8.1.5 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.45

CUADRO 8.1.6 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.45 ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.1.7 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.45 ADITIVO 150CCXBLS

CUADRO 8.1.8 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.45 ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO 8.1.9 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.50

CUADRO 8.1.10 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.50 ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.1.11 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.50 ADITIVO 150CCXBLS

CUADRO 8.1.12 PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.50 ADITIVO 200CCXBLS

## CAPITULO VIII

### RESULTADO DE LOS ENSAYOS

#### 8.1 PESO DE LA MUESTRA DE CONCRETO POR CICLO DE ENSAYO

##### RELACION DE CUADROS Y GRAFICOS RESPECTIVOS

- CUADRO 8.1.1** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.40
- CUADRO 8.1.2** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.40 ADITIVO 100CCXBLS
- CUADRO 8.1.3** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.40 ADITIVO 150CCXBLS
- CUADRO 8.1.4** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.40 ADITIVO 200CCXBLS
- CUADRO 8.1.5** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.45
- CUADRO 8.1.6** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.45 ADITIVO 100CCXBLS
- CUADRO 8.1.7** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.45 ADITIVO 150CCXBLS
- CUADRO 8.1.8** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.45 ADITIVO 200CCXBLS
- CUADRO 8.1.9** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.50
- CUADRO 8.1.10** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.50 ADITIVO 100CCXBLS
- CUADRO 8.1.11** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.50 ADITIVO 150CCXBLS
- CUADRO 8.1.12** PESO DE LA MUESTRA POR CICLO DE ENSAYO A/C=0.50 ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO N°8.1.1

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.40

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     |
| M1       | 3810.0                                    | 3800.0 | 3798.0 | 3740.0 | 3790.0 | 3800.0 | 3830.0 | 3855.0 | 3820.0 | 3835.0 | 3851.0 | 3800.0 | 3840.0 | 3815.0 | 3825.0 | 3790.0 | 3834.0 | 3815.0 | 3813.0 | 3800.0 | 3840.0 | 3810.0 |
| M2       | 3760.0                                    | 3725.0 | 3748.0 | 3740.0 | 3815.0 | 3869.0 | 3770.0 | 3846.0 | 3871.0 | 3846.0 | 3870.0 | 3810.0 | 3841.0 | 3826.0 | 3846.0 | 3799.0 | 3841.0 | 3825.0 | 3768.0 | 3801.0 | 3859.0 | 3800.0 |
| M3       | 3805.0                                    | 3808.0 | 3785.0 | 3768.0 | 3763.0 | 3829.0 | 3815.0 | 3870.0 | 3785.0 | 3873.0 | 3876.0 | 3830.0 | 3788.0 | 3873.0 | 3800.0 | 3810.0 | 3788.0 | 3876.0 | 3827.0 | 3815.0 | 3824.0 | 3804.0 |
| M4       | 3840.0                                    | 3850.0 | 3828.0 | 3740.0 | 3815.0 | 3798.0 | 3875.0 | 3820.0 | 3800.0 | 3846.0 | 3819.0 | 3900.0 | 3845.0 | 3811.0 | 3854.0 | 3892.0 | 3840.0 | 3876.0 | 3827.0 | 3795.0 | 3805.0 | 3830.0 |
| M5       | 3780.0                                    | 3760.0 | 3735.0 | 3740.0 | 3815.0 | 3825.0 | 3798.0 | 3846.0 | 3820.0 | 3846.0 | 3819.0 | 3798.0 | 3812.0 | 3826.0 | 3819.0 | 3841.0 | 3790.0 | 3765.0 | 3791.0 | 3825.0 | 3835.0 | 3815.0 |
| M6       | 3820.0                                    | 3810.0 | 3795.0 | 3760.0 | 3828.0 | 3755.0 | 3748.0 | 3810.0 | 3850.0 | 3763.0 | 3803.0 | 3855.0 | 3792.0 | 3811.0 | 3814.0 | 3820.0 | 3830.0 | 3790.0 | 3807.0 | 3821.0 | 3840.0 | 3812.0 |
| M7       | 3825.0                                    | 3840.0 | 3776.0 | 3768.0 | 3763.0 | 3829.0 | 3785.0 | 3870.0 | 3814.0 | 3876.0 | 3845.0 | 3785.0 | 3769.0 | 3827.0 | 3831.0 | 3830.0 | 3800.0 | 3875.0 | 3820.0 | 3842.0 | 3822.0 | 3792.0 |
| M8       | 3790.0                                    | 3769.0 | 3805.0 | 3761.0 | 3808.0 | 3885.0 | 3828.0 | 3807.0 | 3800.0 | 3890.0 | 3876.0 | 3895.0 | 3860.0 | 3877.0 | 3800.0 | 3816.0 | 3770.0 | 3785.0 | 3765.0 | 3810.0 | 3840.0 | 3829.0 |

GRÁFICO N°8.1.1.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

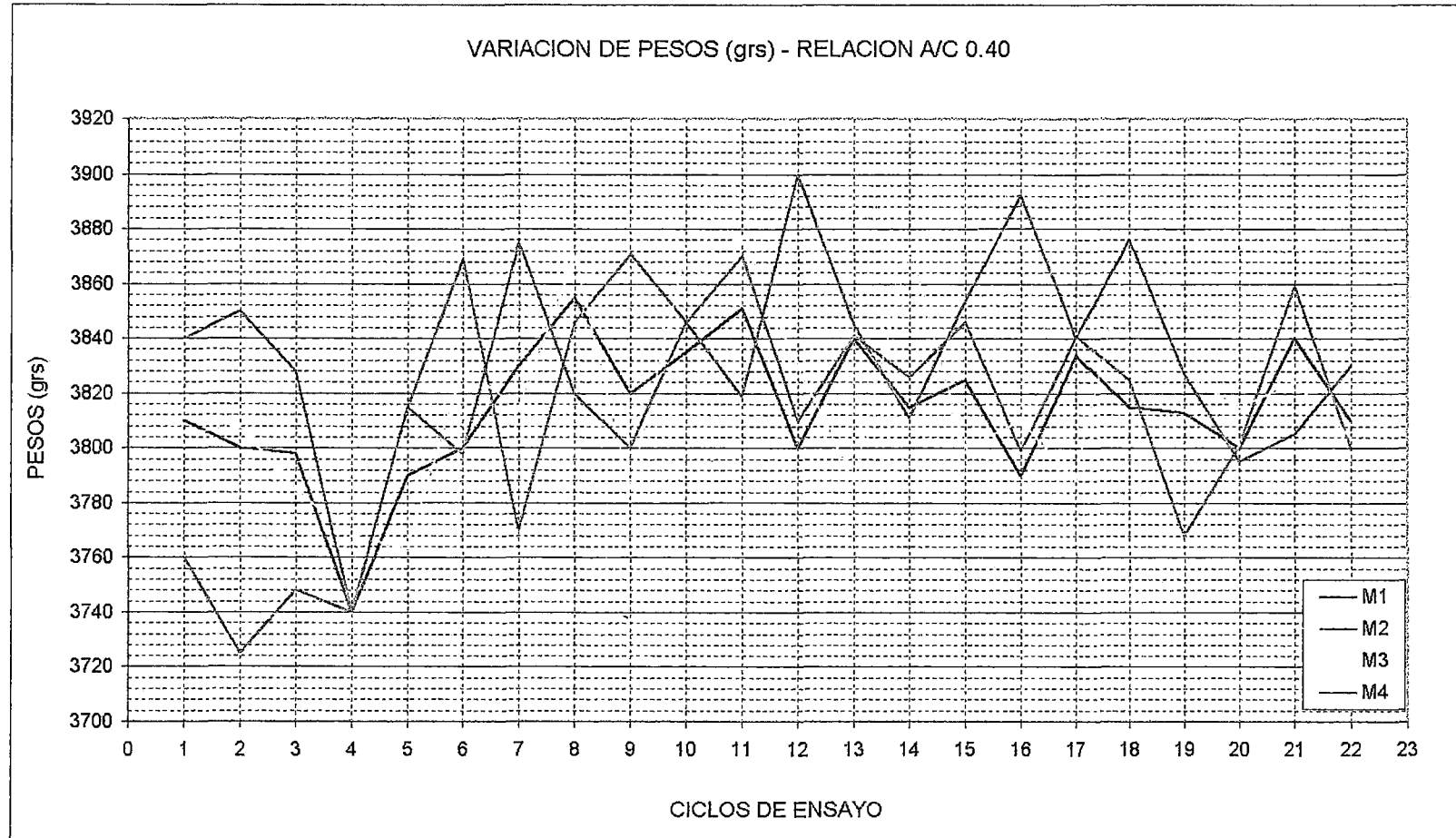
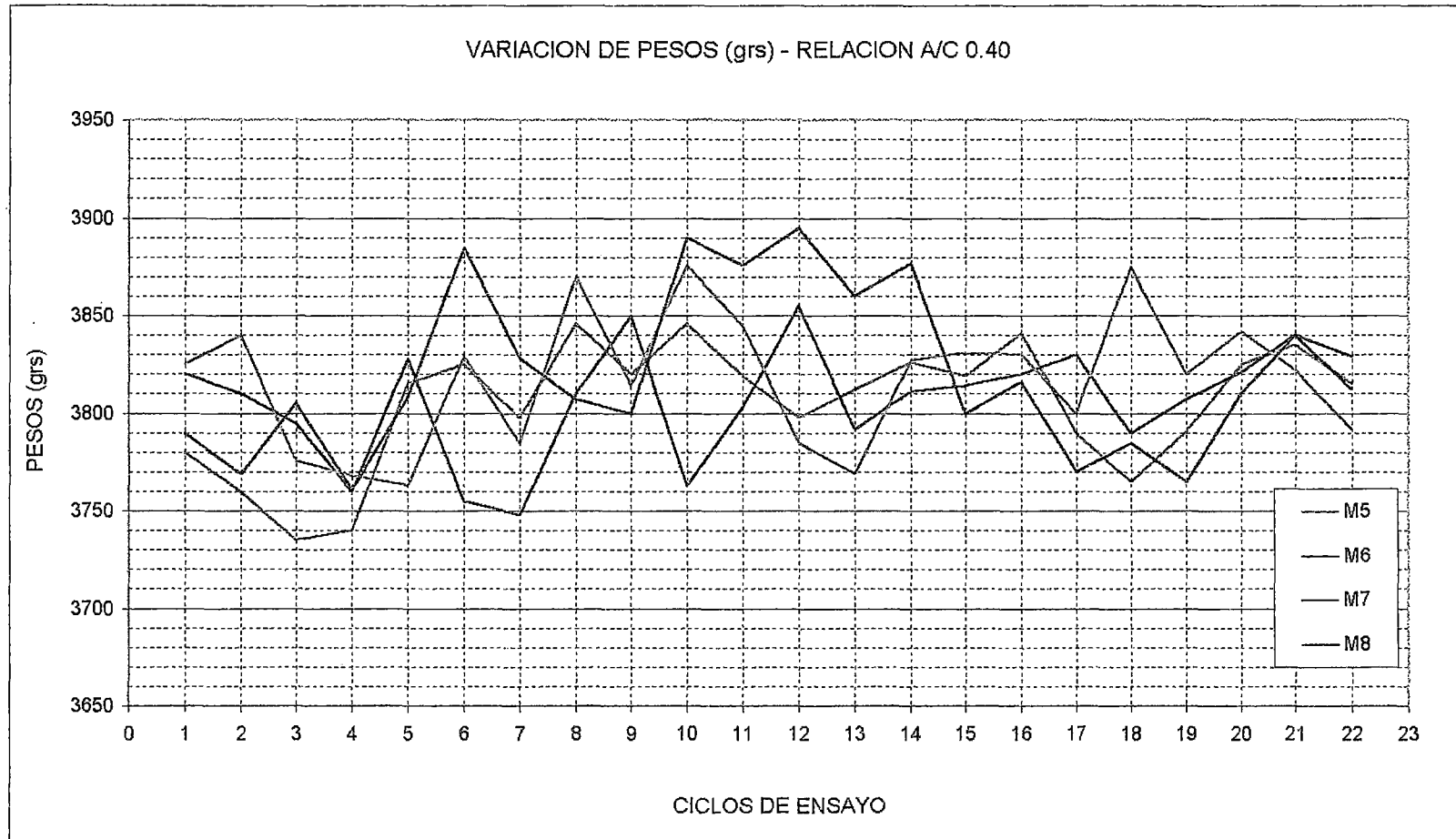


GRÁFICO N°8.1.1.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO





CUADRO N°8.1.2

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.40

DOSIFICACION DE ADITIVO=100CCXBL5

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     |
| M1       | 3840.0                                    | 3836.0 | 3860.0 | 3840.0 | 3790.0 | 3800.0 | 3842.0 | 3815.0 | 3825.0 | 3836.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3815.0 | 3820.0 | 3829.0 | 3795.0 | 3840.0 | 3867.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3850.0 | 3840.0 | 3844.0 |
| M2       | 3841.0                                    | 3820.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3770.0 | 3800.0 | 3850.0 | 3895.0 | 3865.0 | 3800.0 | 3892.0 | 3815.0 | 3850.0 | 3830.0 | 3853.0 | 3789.0 | 3840.0 | 3850.0 | 3845.0 | 3894.0 | 3866.0 | 3806.0 | 3826.0 |
| M3       | 3808.0                                    | 3873.0 | 3812.0 | 3830.0 | 3815.0 | 3820.0 | 3873.0 | 3790.0 | 3855.0 | 3900.0 | 3845.0 | 3860.0 | 3820.0 | 3799.0 | 3836.0 | 3870.0 | 3815.0 | 3827.0 | 3850.0 | 3836.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3805.0 |
| M4       | 3855.0                                    | 3910.0 | 3845.0 | 3874.0 | 3875.0 | 3860.0 | 3775.0 | 3845.0 | 3860.0 | 3845.0 | 3836.0 | 3805.0 | 3860.0 | 3912.0 | 3815.0 | 3895.0 | 3815.0 | 3800.0 | 3825.0 | 3895.0 | 3836.0 | 3850.0 | 3826.0 |
| M5       | 3845.0                                    | 3820.0 | 3840.0 | 3795.0 | 3740.0 | 3810.0 | 3840.0 | 3900.0 | 3826.0 | 3894.0 | 3905.0 | 3815.0 | 3850.0 | 3892.0 | 3815.0 | 3850.0 | 3836.0 | 3885.0 | 3846.0 | 3900.0 | 3895.0 | 3850.0 | 3890.0 |
| M6       | 3874.0                                    | 3849.0 | 3820.0 | 3829.0 | 3795.0 | 3845.0 | 3820.0 | 3840.0 | 3810.0 | 3795.0 | 3855.0 | 3890.0 | 3809.0 | 3850.0 | 3895.0 | 3865.0 | 3905.0 | 3875.0 | 3819.0 | 3845.0 | 3860.0 | 3820.0 | 3840.0 |
| M7       | 3840.0                                    | 3825.0 | 3829.0 | 3853.0 | 3847.0 | 3865.0 | 3800.0 | 3829.0 | 3790.0 | 3865.0 | 3879.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3872.0 | 3847.0 | 3859.0 | 3819.0 | 3850.0 | 3845.0 | 3805.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3865.0 |
| M8       | 3820.0                                    | 3810.0 | 3820.0 | 3841.0 | 3781.0 | 3840.0 | 3845.0 | 3853.0 | 3805.0 | 3820.0 | 3859.0 | 3800.0 | 3810.0 | 3855.0 | 3802.0 | 3840.0 | 3845.0 | 3835.0 | 3850.0 | 3830.0 | 3835.0 | 3855.0 | 3820.0 |

NOTA:

SE TOMARON 8 MUESTRAS

Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST



GRÁFICO N°8.1.2.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

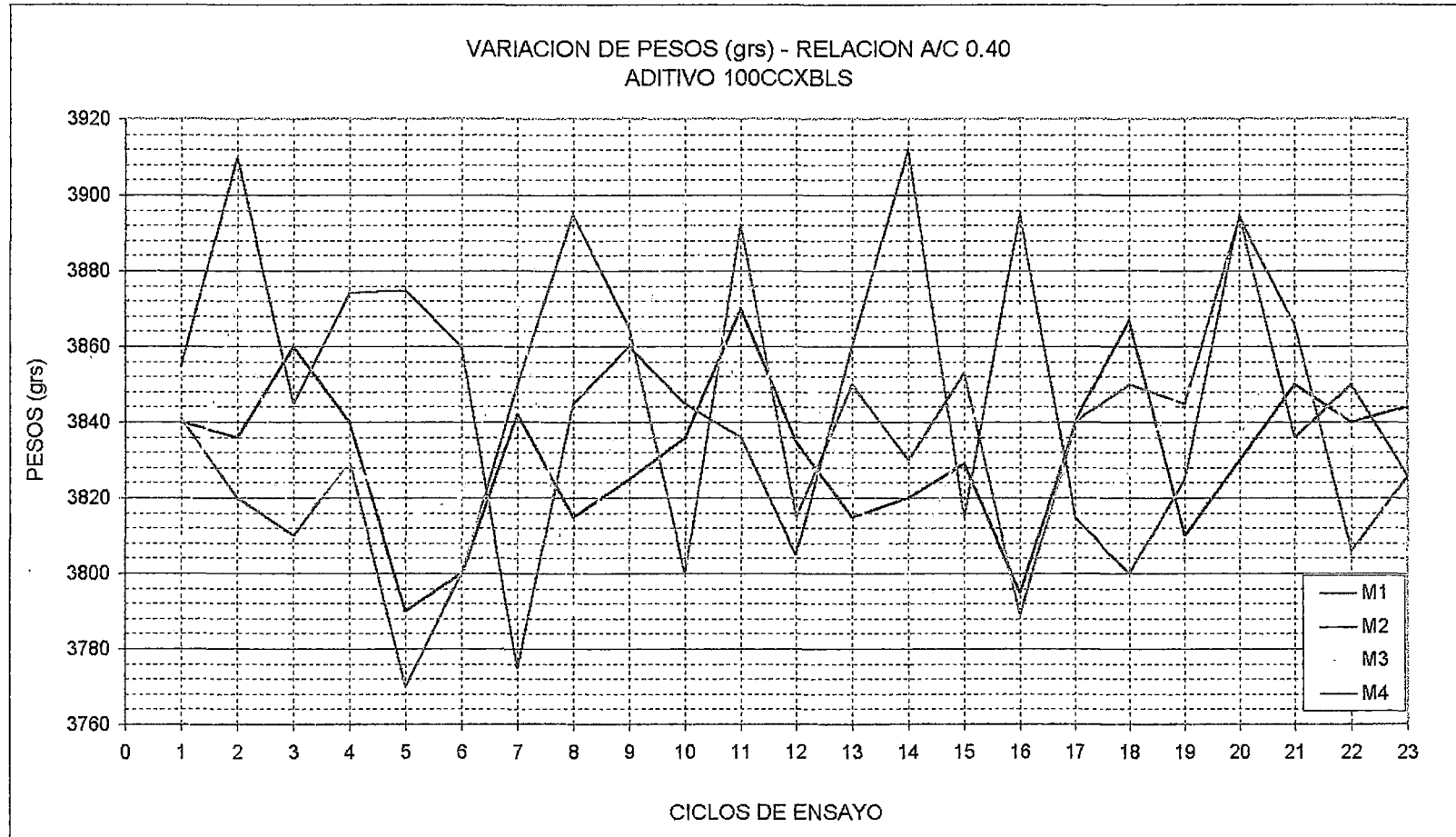
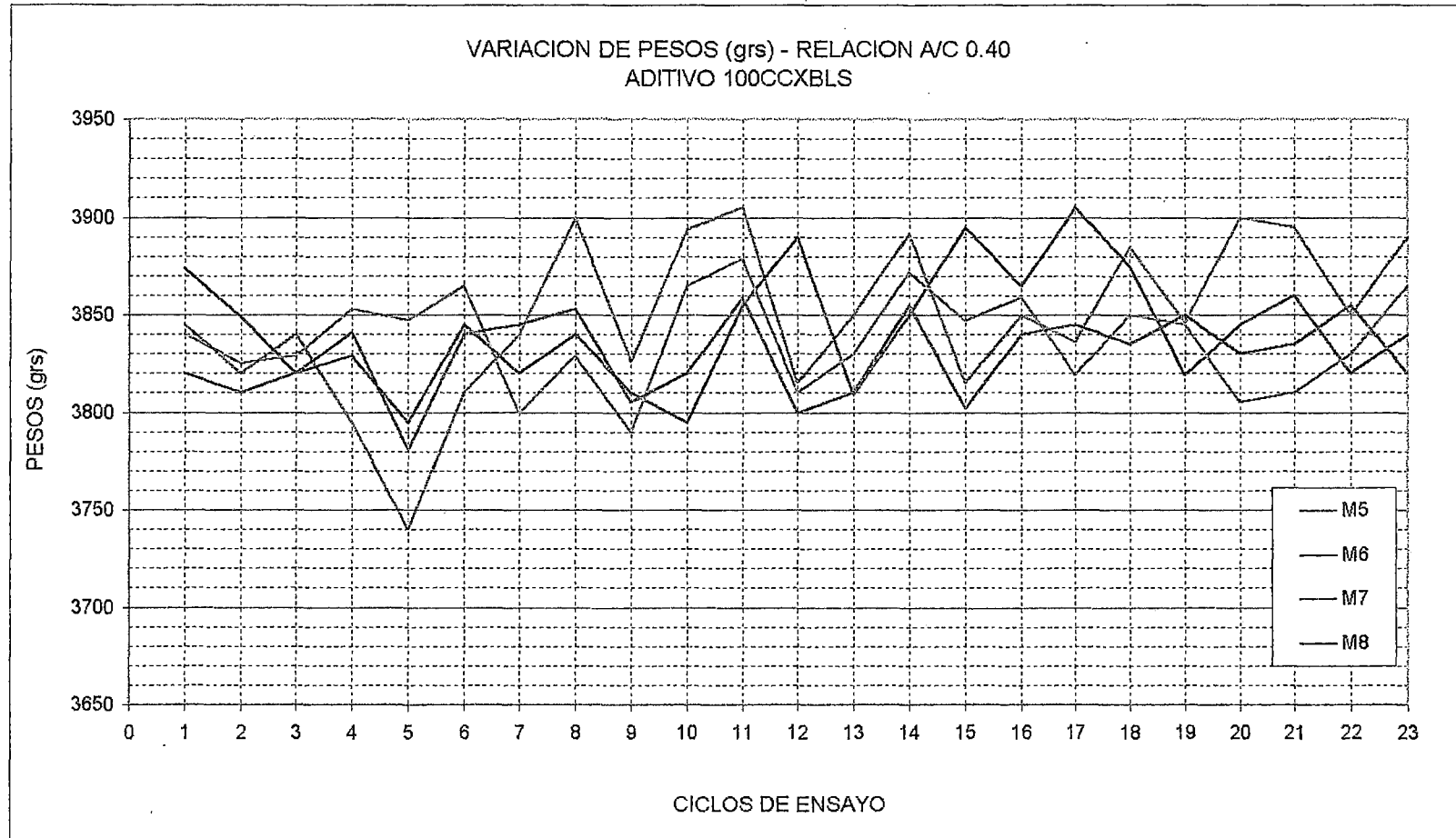


GRÁFICO N°8.1.2.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



CUADRO N°8.1.3

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

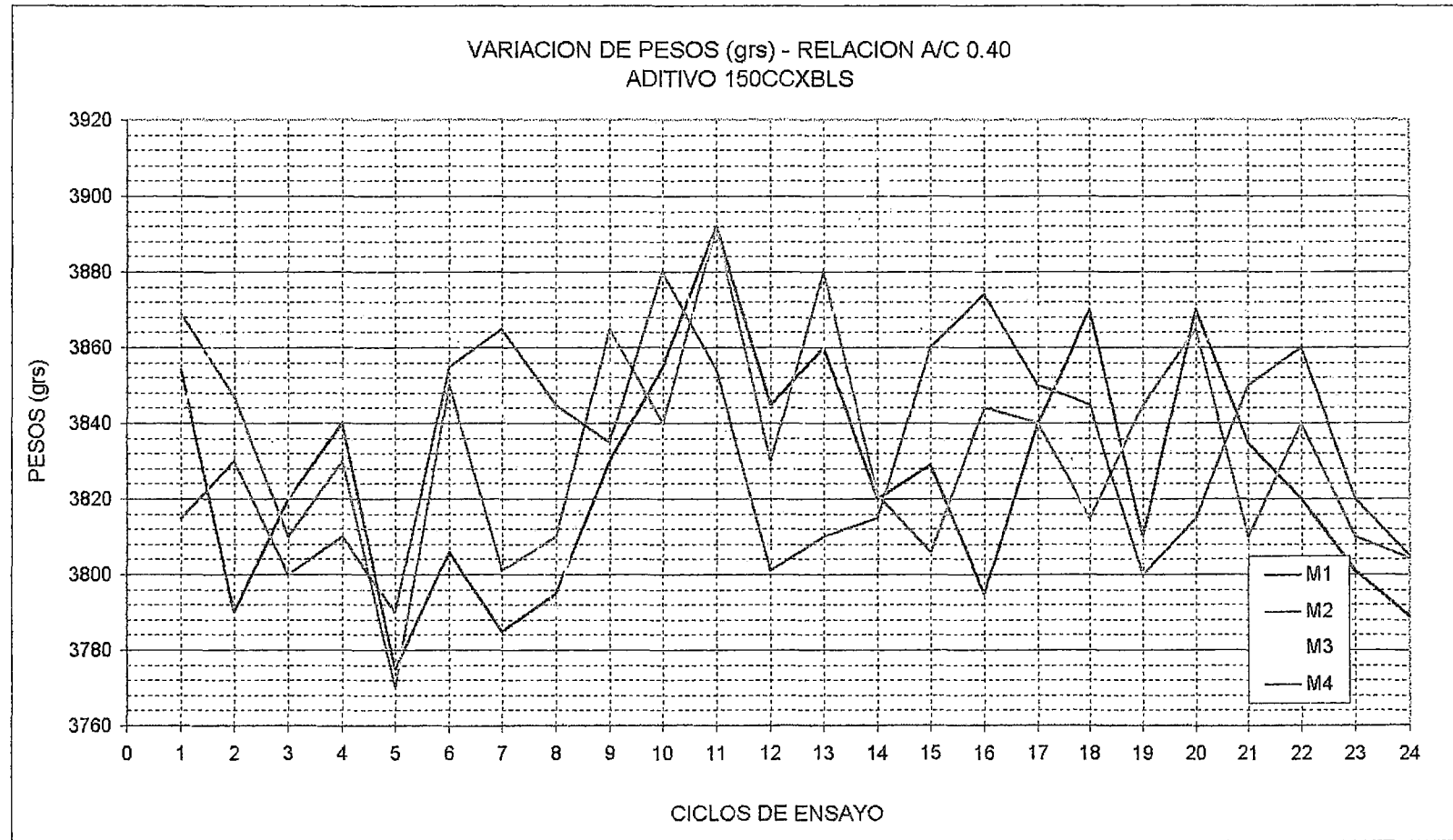
RELACION A/C 0.40  
DOSIFICACION DE ADITIVO=150CCXBL5

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     | 24     |
| M1       | 3854.0                                    | 3790.0 | 3820.0 | 3840.0 | 3775.0 | 3806.0 | 3785.0 | 3795.0 | 3830.0 | 3855.0 | 3892.0 | 3845.0 | 3860.0 | 3820.0 | 3829.0 | 3795.0 | 3840.0 | 3870.0 | 3810.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3820.0 | 3801.0 | 3789.0 |
| M2       | 3869.0                                    | 3847.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3770.0 | 3850.0 | 3801.0 | 3810.0 | 3865.0 | 3840.0 | 3892.0 | 3830.0 | 3880.0 | 3821.0 | 3806.0 | 3844.0 | 3840.0 | 3815.0 | 3845.0 | 3865.0 | 3810.0 | 3840.0 | 3810.0 | 3804.0 |
| M3       | 3844.0                                    | 3871.0 | 3820.0 | 3850.0 | 3895.0 | 3865.0 | 3845.0 | 3789.0 | 3855.0 | 3900.0 | 3845.0 | 3805.0 | 3860.0 | 3912.0 | 3855.0 | 3886.0 | 3870.0 | 3810.0 | 3803.0 | 3860.0 | 3870.0 | 3890.0 | 3825.0 | 3812.0 |
| M4       | 3815.0                                    | 3830.0 | 3800.0 | 3810.0 | 3790.0 | 3855.0 | 3865.0 | 3845.0 | 3835.0 | 3880.0 | 3854.0 | 3801.0 | 3810.0 | 3815.0 | 3860.0 | 3874.0 | 3850.0 | 3845.0 | 3800.0 | 3815.0 | 3850.0 | 3860.0 | 3820.0 | 3805.0 |
| M5       | 3816.0                                    | 3820.0 | 3815.0 | 3800.0 | 3873.0 | 3810.0 | 3840.0 | 3800.0 | 3892.0 | 3815.0 | 3905.0 | 3836.0 | 3812.0 | 3790.0 | 3854.0 | 3850.0 | 3805.0 | 3860.0 | 3880.0 | 3900.0 | 3895.0 | 3879.0 | 3808.0 | 3793.0 |
| M6       | 3830.0                                    | 3822.0 | 3895.0 | 3845.0 | 3856.0 | 3871.0 | 3890.0 | 3830.0 | 3789.0 | 3759.0 | 3790.0 | 3855.0 | 3900.0 | 3850.0 | 3831.0 | 3835.0 | 3810.0 | 3836.0 | 3770.0 | 3820.0 | 3805.0 | 3830.0 | 3800.0 | 3815.0 |
| M7       | 3815.0                                    | 3790.0 | 3805.0 | 3799.0 | 3725.0 | 3781.0 | 3800.0 | 3816.0 | 3865.0 | 3871.0 | 3820.0 | 3895.0 | 3840.0 | 3774.0 | 3790.0 | 3740.0 | 3800.0 | 3847.0 | 3806.0 | 3840.0 | 3815.0 | 3856.0 | 3854.0 | 3850.0 |
| M8       | 3850.0                                    | 3800.0 | 3820.0 | 3790.0 | 3730.0 | 3760.0 | 3833.0 | 3896.0 | 3865.0 | 3820.0 | 3859.0 | 3900.0 | 3825.0 | 3855.0 | 3802.0 | 3810.0 | 3855.0 | 3808.0 | 3879.0 | 3845.0 | 3818.0 | 3825.0 | 3831.0 | 3835.0 |

GRÁFICO N°8.1.3.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

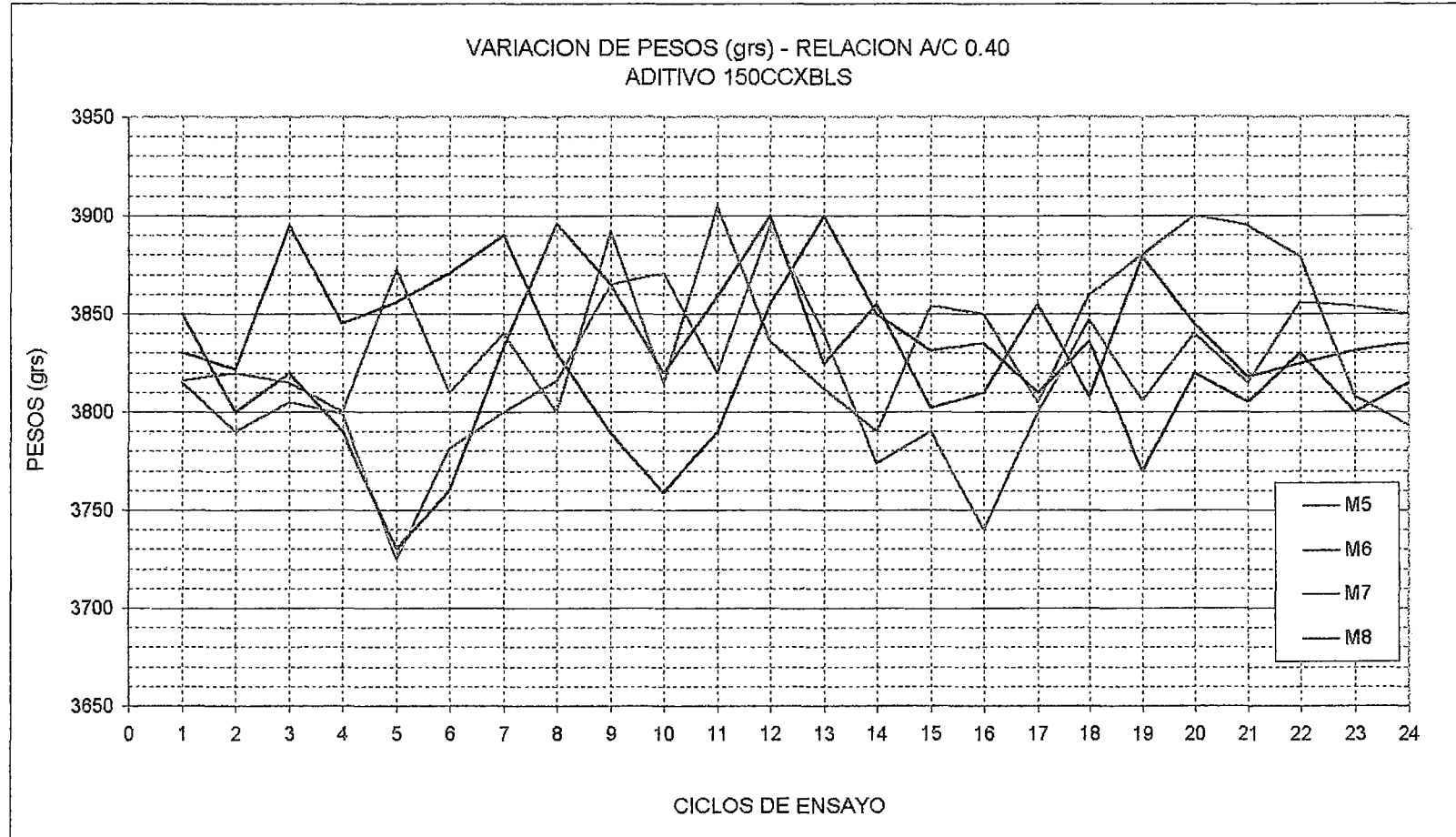
ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



ENSAYO DE DURABILIDAD

GRÁFICO N°8.1.3.2

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



**CUADRO N°8.1.4**

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.40  
ADITIVO=200CCXBLS

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     | 24     | 25     | 26     |
| M1       | 3820.0                                    | 3836.0 | 3860.0 | 3840.0 | 3795.0 | 3806.0 | 3785.0 | 3760.0 | 3830.0 | 3855.0 | 3892.0 | 3845.0 | 3860.0 | 3820.0 | 3829.0 | 3795.0 | 3840.0 | 3870.0 | 3810.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3820.0 | 3822.0 | 3760.0 | 3799.0 | 3835.0 |
| M2       | 3828.0                                    | 3860.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3789.0 | 3850.0 | 3801.0 | 3810.0 | 3815.0 | 3860.0 | 3892.0 | 3874.0 | 3840.0 | 3830.0 | 3895.0 | 3900.0 | 3840.0 | 3815.0 | 3845.0 | 3865.0 | 3895.0 | 3840.0 | 3810.0 | 3804.0 | 3796.0 | 3821.0 |
| M3       | 3799.0                                    | 3871.0 | 3820.0 | 3850.0 | 3895.0 | 3865.0 | 3801.0 | 3789.0 | 3800.0 | 3860.0 | 3845.0 | 3880.0 | 3905.0 | 3870.0 | 3860.0 | 3886.0 | 3870.0 | 3810.0 | 3803.0 | 3860.0 | 3870.0 | 3890.0 | 3825.0 | 3812.0 | 3794.0 | 3800.0 |
| M4       | 3806.0                                    | 3830.0 | 3800.0 | 3873.0 | 3790.0 | 3855.0 | 3899.0 | 3875.0 | 3820.0 | 3835.0 | 3900.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3912.0 | 3905.0 | 3874.0 | 3850.0 | 3845.0 | 3862.0 | 3815.0 | 3850.0 | 3860.0 | 3820.0 | 3805.0 | 3826.0 | 3816.0 |
| M5       | 3827.0                                    | 3820.0 | 3790.0 | 3757.0 | 3805.0 | 3810.0 | 3800.0 | 3830.0 | 3800.0 | 3860.0 | 3905.0 | 3836.0 | 3901.0 | 3836.0 | 3850.0 | 3875.0 | 3889.0 | 3860.0 | 3846.0 | 3900.0 | 3895.0 | 3889.0 | 3818.0 | 3769.0 | 3835.0 | 3820.0 |
| M6       | 3800.0                                    | 3822.0 | 3789.0 | 3829.0 | 3805.0 | 3871.0 | 3820.0 | 3833.0 | 3845.0 | 3873.0 | 3790.0 | 3855.0 | 3900.0 | 3845.0 | 3836.0 | 3790.0 | 3805.0 | 3836.0 | 3850.0 | 3846.0 | 3805.0 | 3830.0 | 3800.0 | 3815.0 | 3801.0 | 3798.0 |
| M7       | 3810.0                                    | 3790.0 | 3745.0 | 3760.0 | 3725.0 | 3781.0 | 3800.0 | 3816.0 | 3865.0 | 3890.0 | 3912.0 | 3895.0 | 3840.0 | 3872.0 | 3847.0 | 3830.0 | 3872.0 | 3847.0 | 3859.0 | 3819.0 | 3850.0 | 3856.0 | 3860.0 | 3820.0 | 3840.0 | 3803.0 |
| M8       | 3850.0                                    | 3800.0 | 3820.0 | 3790.0 | 3730.0 | 3760.0 | 3833.0 | 3896.0 | 3865.0 | 3820.0 | 3859.0 | 3900.0 | 3813.0 | 3855.0 | 3802.0 | 3810.0 | 3855.0 | 3808.0 | 3840.0 | 3845.0 | 3818.0 | 3825.0 | 3805.0 | 3798.0 | 3812.0 | 3810.0 |

NOTA:

SE TOMARON 8 MUESTRAS

Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST



GRÁFICO N°8.1.4.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

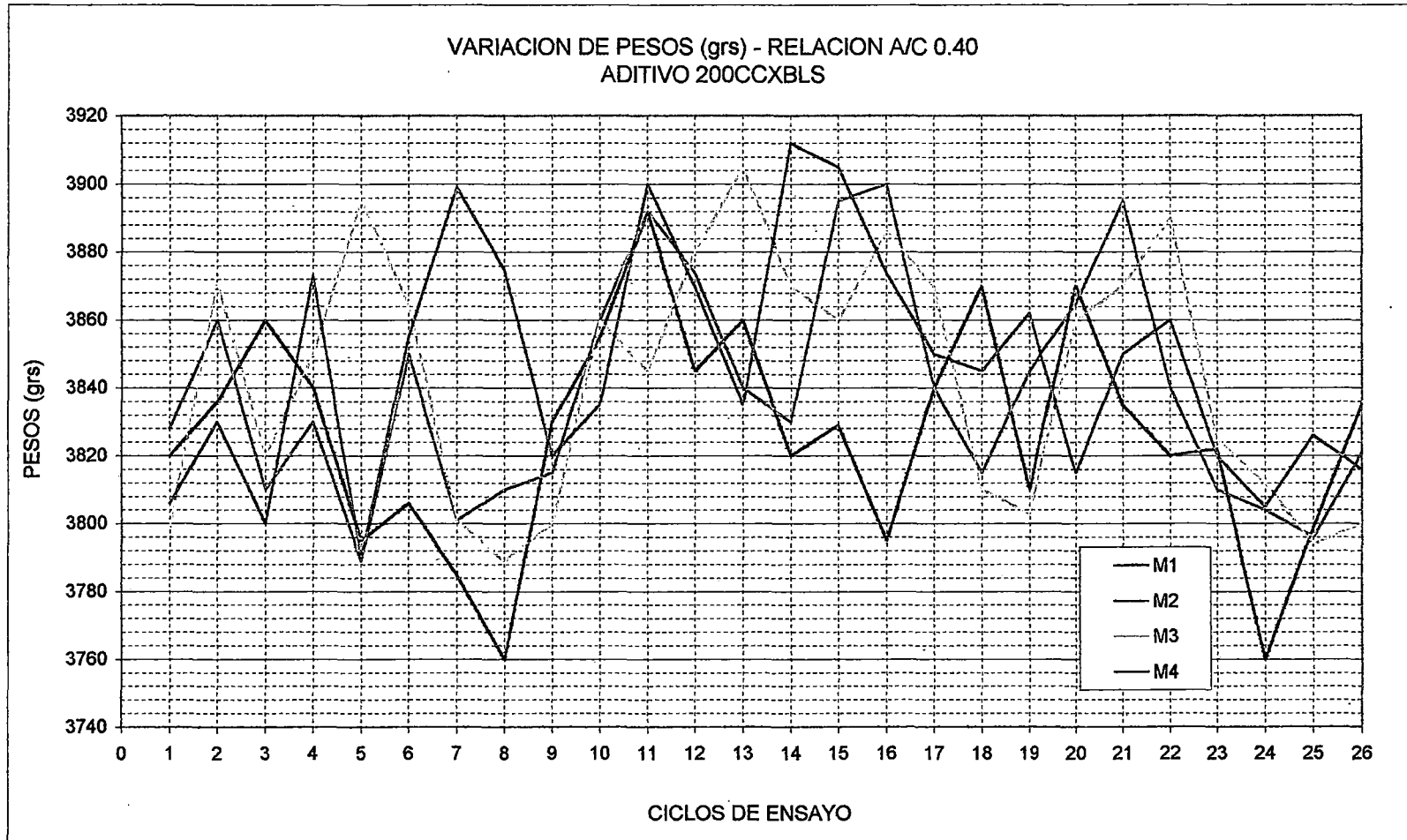
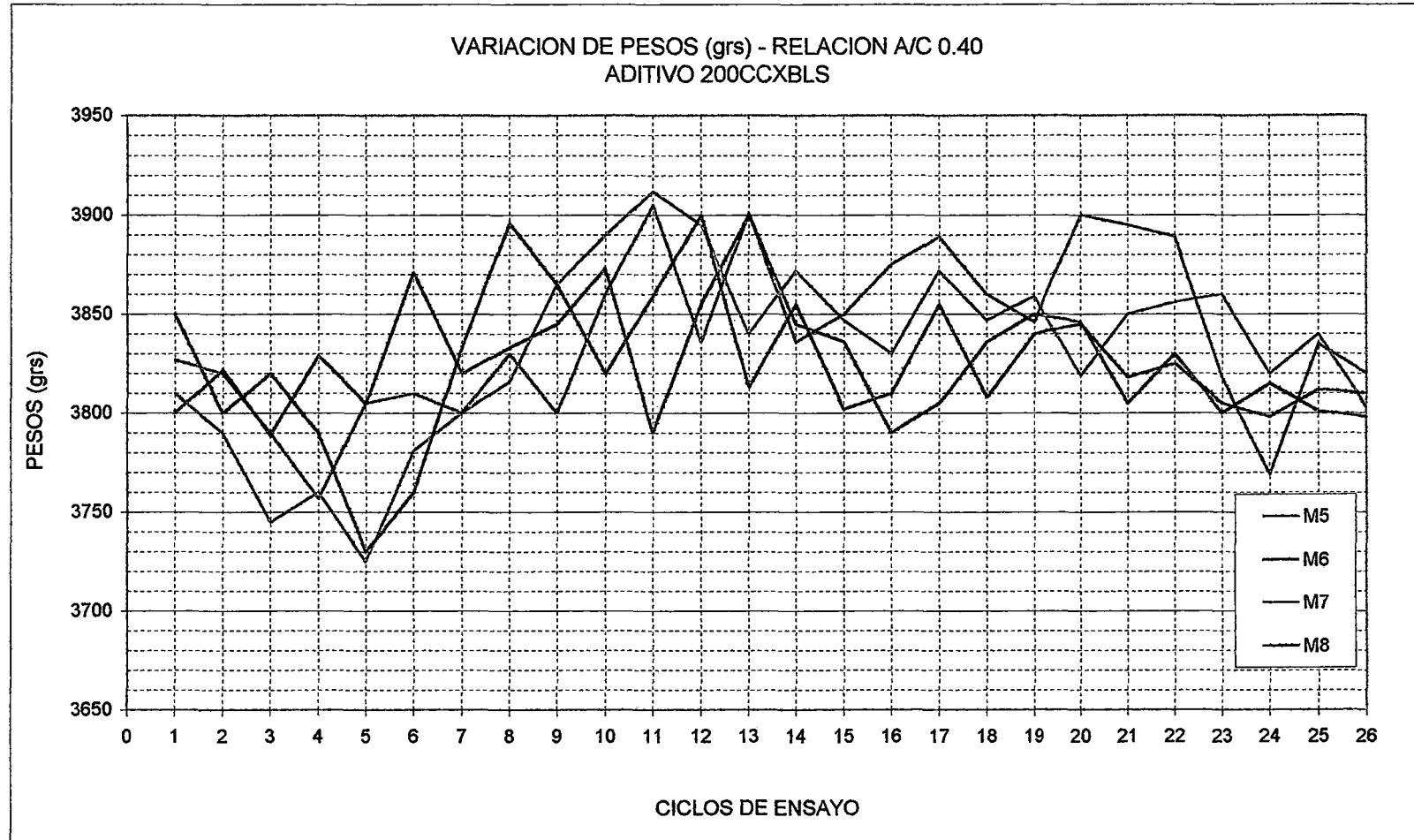




GRÁFICO N°8.1.4.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



CUADRO N°8.1.5

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION 0.45

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     |
| M1       | 3795.0                                    | 3774.0 | 3760.0 | 3700.0 | 3745.0 | 3786.0 | 3766.0 | 3820.0 | 3855.0 | 3830.0 | 3850.0 | 3820.0 | 3775.0 | 3810.0 | 3790.0 | 3815.0 | 3820.0 | 3803.0 | 3790.0 | 3760.0 |
| M2       | 3789.0                                    | 3810.0 | 3780.0 | 3785.0 | 3775.0 | 3820.0 | 3880.0 | 3894.0 | 3890.0 | 3840.0 | 3870.0 | 3850.0 | 3895.0 | 3844.0 | 3817.0 | 3852.0 | 3844.0 | 3864.0 | 3859.0 | 3850.0 |
| M3       | 3820.0                                    | 3816.0 | 3835.0 | 3785.0 | 3725.0 | 3795.0 | 3805.0 | 3790.0 | 3851.0 | 3765.0 | 3842.0 | 3805.0 | 3833.0 | 3821.0 | 3841.0 | 3815.0 | 3843.0 | 3819.0 | 3830.0 | 3806.0 |
| M4       | 3820.0                                    | 3806.0 | 3725.0 | 3800.0 | 3720.0 | 3760.0 | 3795.0 | 3828.0 | 3765.0 | 3831.0 | 3835.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3859.0 | 3795.0 | 3844.0 | 3850.0 | 3858.0 | 3840.0 | 3855.0 |
| M5       | 3805.0                                    | 3813.0 | 3790.0 | 3799.0 | 3765.0 | 3747.0 | 3795.0 | 3799.0 | 3824.0 | 3749.0 | 3750.0 | 3780.0 | 3770.0 | 3805.0 | 3815.0 | 3821.0 | 3816.0 | 3806.0 | 3801.0 | 3814.0 |
| M6       | 3805.0                                    | 3815.0 | 3720.0 | 3747.0 | 3740.0 | 3705.0 | 3789.0 | 3806.0 | 3819.0 | 3756.0 | 3760.0 | 3794.0 | 3802.0 | 3805.0 | 3785.0 | 3800.0 | 3805.0 | 3799.0 | 3800.0 | 3814.0 |
| M7       | 3725.0                                    | 3775.0 | 3736.0 | 3745.0 | 3715.0 | 3797.0 | 3820.0 | 3895.0 | 3819.0 | 3785.0 | 3810.0 | 3800.0 | 3815.0 | 3800.0 | 3817.0 | 3841.0 | 3860.0 | 3811.0 | 3844.0 | 3824.0 |
| M8       | 3810.0                                    | 3789.0 | 3701.0 | 3790.0 | 3740.0 | 3725.0 | 3820.0 | 3745.0 | 3785.0 | 3806.0 | 3801.0 | 3840.0 | 3790.0 | 3835.0 | 3796.0 | 3811.0 | 3820.0 | 3805.0 | 3825.0 | 3816.0 |

GRAFICO N°8.1.5.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

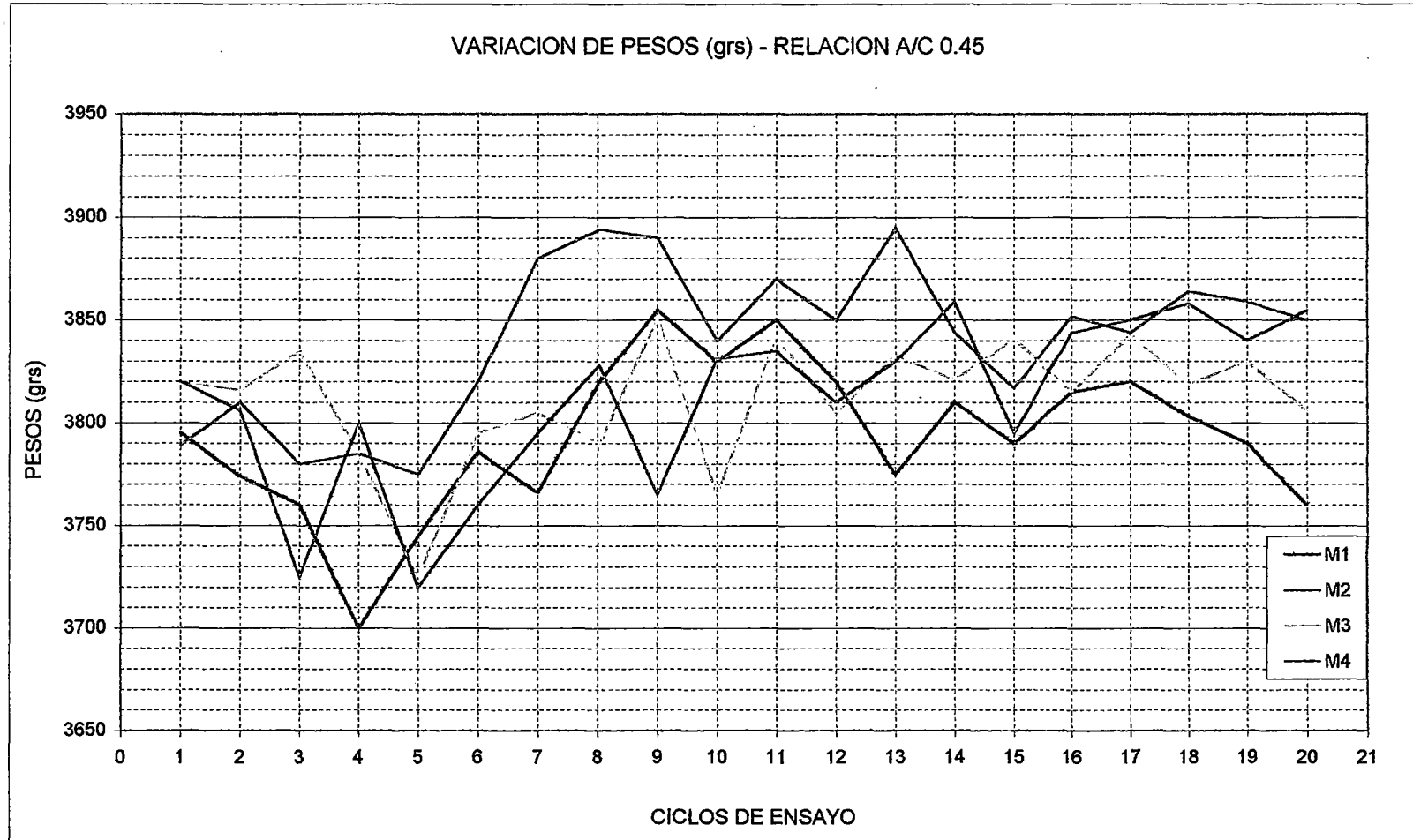
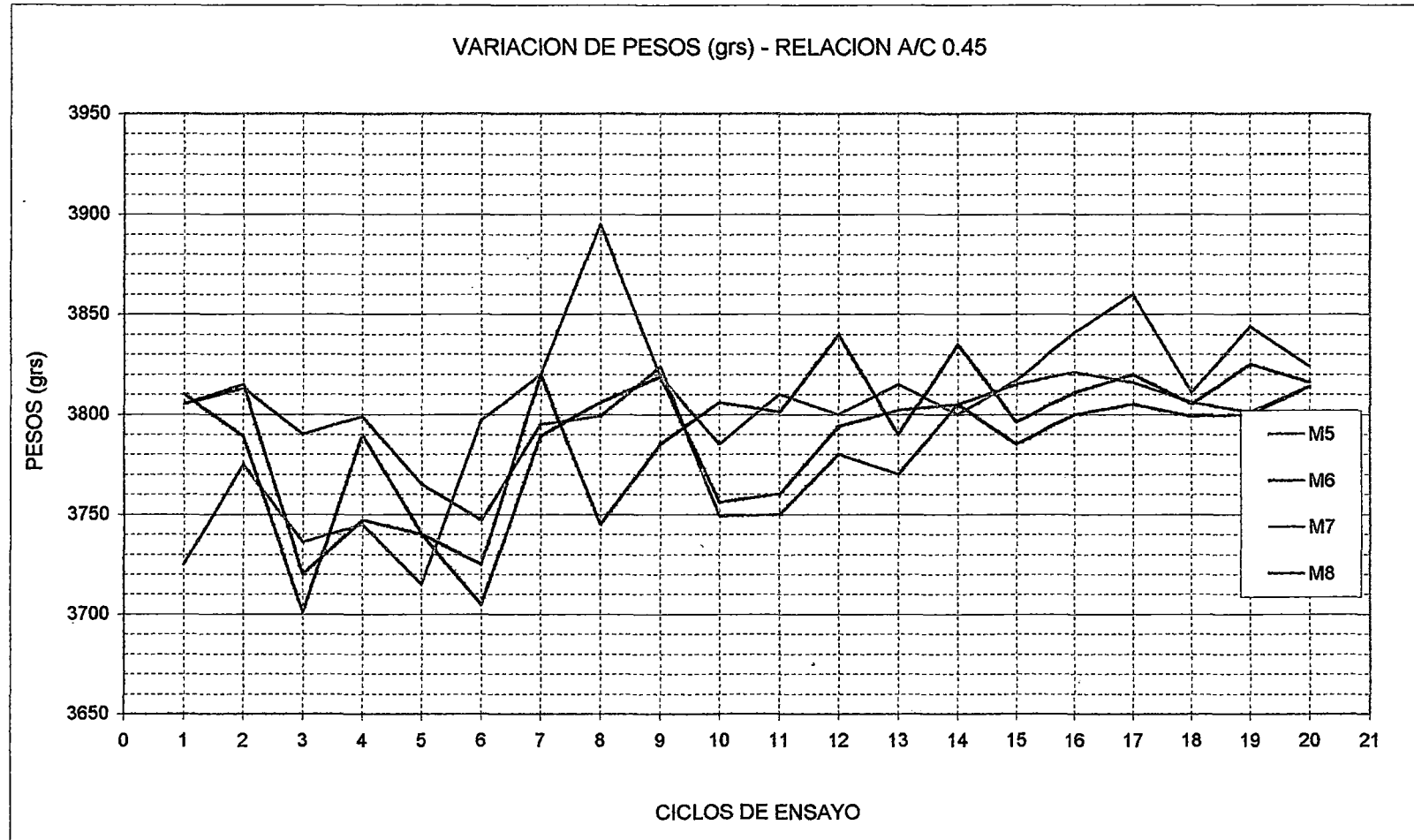


GRAFICO N°8.1.5.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



CUADRO N°8.1.6

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.45  
ADITIVO=100CCXBL5

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     |
| M1       | 3790.0                                    | 3800.0 | 3798.0 | 3740.0 | 3790.0 | 3800.0 | 3775.0 | 3790.0 | 3855.0 | 3790.0 | 3789.0 | 3800.0 | 3892.0 | 3815.0 | 3850.0 | 3836.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3821.0 | 3820.0 | 3805.0 | 3818.0 |
| M2       | 3798.0                                    | 3725.0 | 3810.0 | 3740.0 | 3815.0 | 3869.0 | 3770.0 | 3846.0 | 3820.0 | 3846.0 | 3819.0 | 3798.0 | 3896.0 | 3826.0 | 3840.0 | 3826.0 | 3805.0 | 3874.0 | 3838.0 | 3856.0 | 3840.0 | 3826.0 |
| M3       | 3855.0                                    | 3808.0 | 3844.0 | 3768.0 | 3763.0 | 3829.0 | 3815.0 | 3870.0 | 3785.0 | 3873.0 | 3876.0 | 3830.0 | 3800.0 | 3873.0 | 3790.0 | 3855.0 | 3900.0 | 3845.0 | 3865.0 | 3860.0 | 3854.0 | 3849.0 |
| M4       | 3800.0                                    | 3810.0 | 3795.0 | 3740.0 | 3815.0 | 3798.0 | 3875.0 | 3823.0 | 3829.0 | 3846.0 | 3819.0 | 3900.0 | 3845.0 | 3910.0 | 3894.0 | 3860.0 | 3840.0 | 3815.0 | 3847.0 | 3885.0 | 3850.0 | 3844.0 |
| M5       | 3799.0                                    | 3760.0 | 3839.0 | 3789.0 | 3760.0 | 3798.0 | 3740.0 | 3820.0 | 3894.0 | 3815.0 | 3819.0 | 3844.0 | 3896.0 | 3912.0 | 3875.0 | 3801.0 | 3891.0 | 3880.0 | 3850.0 | 3875.0 | 3879.0 | 3861.0 |
| M6       | 3815.0                                    | 3810.0 | 3822.0 | 3769.0 | 3753.0 | 3785.0 | 3795.0 | 3785.0 | 3795.0 | 3816.0 | 3876.0 | 3890.0 | 3830.0 | 3849.0 | 3765.0 | 3845.0 | 3895.0 | 3836.0 | 3850.0 | 3836.0 | 3805.0 | 3801.0 |
| M7       | 3794.0                                    | 3804.0 | 3784.0 | 3720.0 | 3813.0 | 3828.0 | 3757.0 | 3800.0 | 3845.0 | 3835.0 | 3876.0 | 3840.0 | 3770.0 | 3825.0 | 3779.0 | 3830.0 | 3872.0 | 3845.0 | 3860.0 | 3845.0 | 3856.0 | 3841.0 |
| M8       | 3770.0                                    | 3769.0 | 3820.0 | 3750.0 | 3740.0 | 3735.0 | 3781.0 | 3744.0 | 3840.0 | 3825.0 | 3832.0 | 3865.0 | 3825.0 | 3875.0 | 3796.0 | 3820.0 | 3880.0 | 3874.0 | 3840.0 | 3835.0 | 3820.0 | 3818.0 |

NOTA:

SE TOMARON 8 MUESTRAS

Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST

GRAFICO N°8.1.6.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

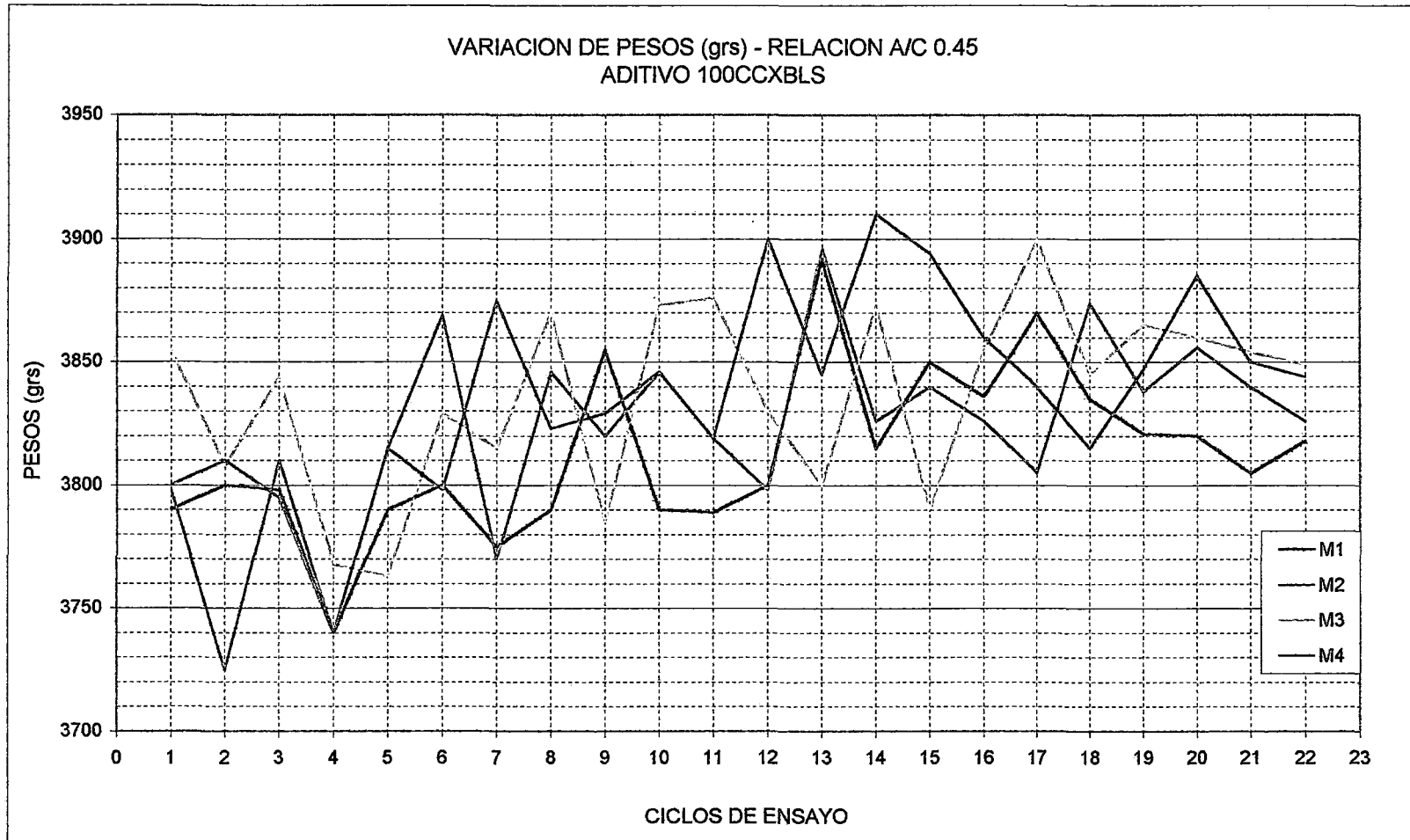
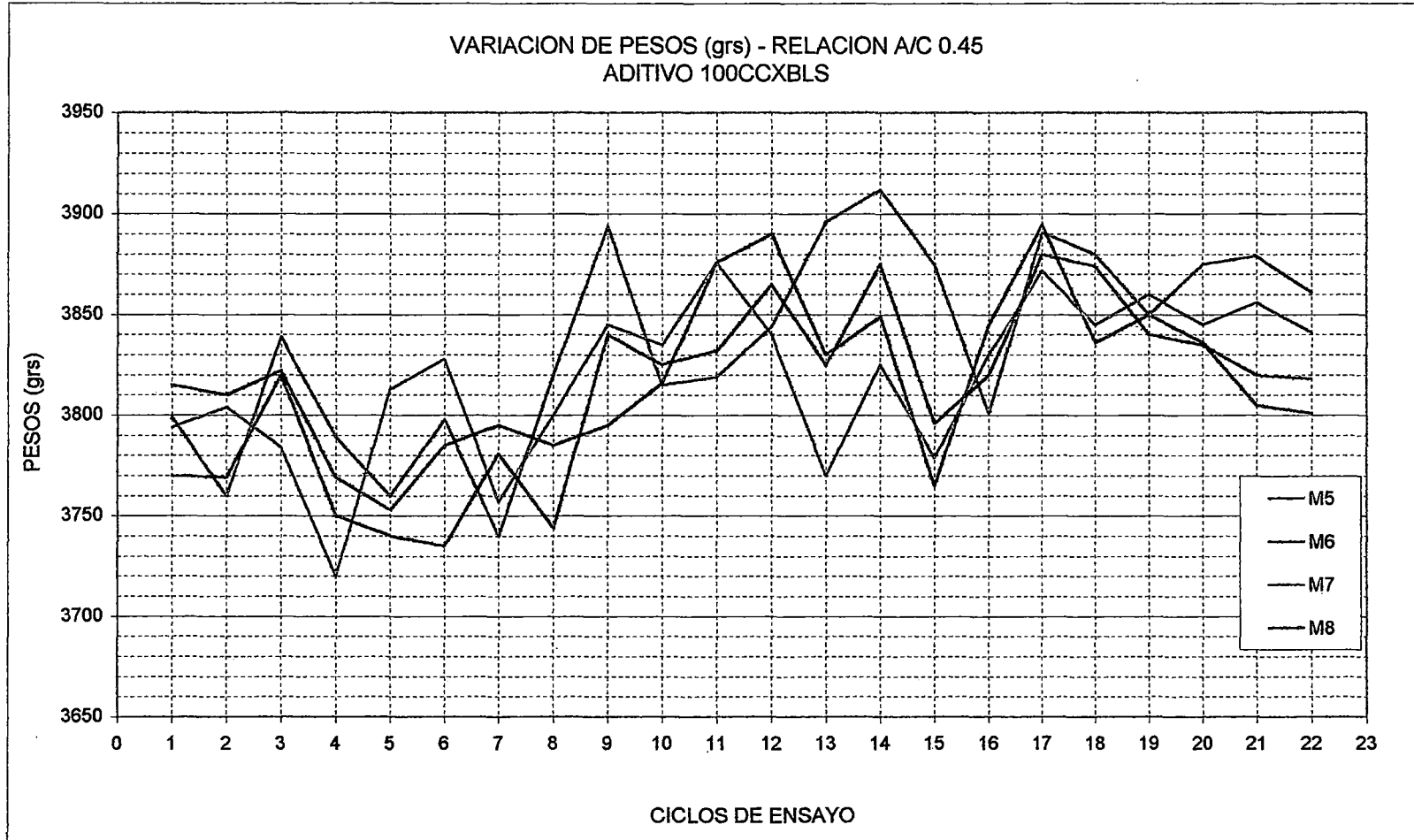


GRAFICO N°8.1.6.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



CUADRO N°8.1.7

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.45

DOSIS DE ADITIVO=150CCXBLs

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     |
| M1       | 3810.0                                    | 3780.0 | 3820.0 | 3790.0 | 3745.0 | 3800.0 | 3850.0 | 3855.0 | 3820.0 | 3855.0 | 3830.0 | 3850.0 | 3815.0 | 3840.0 | 3875.0 | 3855.0 | 3805.0 | 3816.0 | 3865.0 | 3830.0 | 3850.0 | 3840.0 | 3805.0 |
| M2       | 3800.0                                    | 3830.0 | 3820.0 | 3760.0 | 3775.0 | 3845.0 | 3870.0 | 3890.0 | 3894.0 | 3890.0 | 3840.0 | 3870.0 | 3850.0 | 3895.0 | 3844.0 | 3817.0 | 3805.0 | 3874.0 | 3840.0 | 3856.0 | 3820.0 | 3844.0 | 3825.0 |
| M3       | 3830.0                                    | 3790.0 | 3798.0 | 3768.0 | 3760.0 | 3829.0 | 3800.0 | 3850.0 | 3810.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3800.0 | 3820.0 | 3775.0 | 3810.0 | 3790.0 | 3815.0 | 3820.0 | 3803.0 | 3790.0 | 3850.0 | 3843.0 | 3860.0 |
| M4       | 3825.0                                    | 3850.0 | 3810.0 | 3760.0 | 3720.0 | 3798.0 | 3775.0 | 3845.0 | 3860.0 | 3845.0 | 3805.0 | 3775.0 | 3835.0 | 3800.0 | 3825.0 | 3860.0 | 3880.0 | 3910.0 | 3862.0 | 3843.0 | 3825.0 | 3830.0 | 3825.0 |
| M5       | 3816.0                                    | 3800.0 | 3825.0 | 3789.0 | 3760.0 | 3798.0 | 3840.0 | 3880.0 | 3885.0 | 3894.0 | 3815.0 | 3840.0 | 3785.0 | 3795.0 | 3805.0 | 3815.0 | 3875.0 | 3885.0 | 3850.0 | 3840.0 | 3813.0 | 3810.0 | 3804.0 |
| M6       | 3790.0                                    | 3810.0 | 3865.0 | 3769.0 | 3753.0 | 3785.0 | 3825.0 | 3795.0 | 3850.0 | 3795.0 | 3816.0 | 3825.0 | 3765.0 | 3847.0 | 3805.0 | 3785.0 | 3850.0 | 3875.0 | 3840.0 | 3844.0 | 3785.0 | 3805.0 | 3847.0 |
| M7       | 3805.0                                    | 3840.0 | 3802.0 | 3720.0 | 3800.0 | 3828.0 | 3820.0 | 3865.0 | 3850.0 | 3865.0 | 3870.0 | 3890.0 | 3835.0 | 3847.0 | 3800.0 | 3875.0 | 3885.0 | 3850.0 | 3840.0 | 3805.0 | 3765.0 | 3860.0 | 3847.0 |
| M8       | 3846.0                                    | 3856.0 | 3845.0 | 3786.0 | 3766.0 | 3820.0 | 3801.0 | 3855.0 | 3850.0 | 3820.0 | 3859.0 | 3810.0 | 3790.0 | 3820.0 | 3835.0 | 3796.0 | 3805.0 | 3835.0 | 3850.0 | 3830.0 | 3835.0 | 3820.0 | 3790.0 |

NOTA:

SE TOMARON 8 MUESTRAS

Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST



GRAFICO N°8.1.7.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

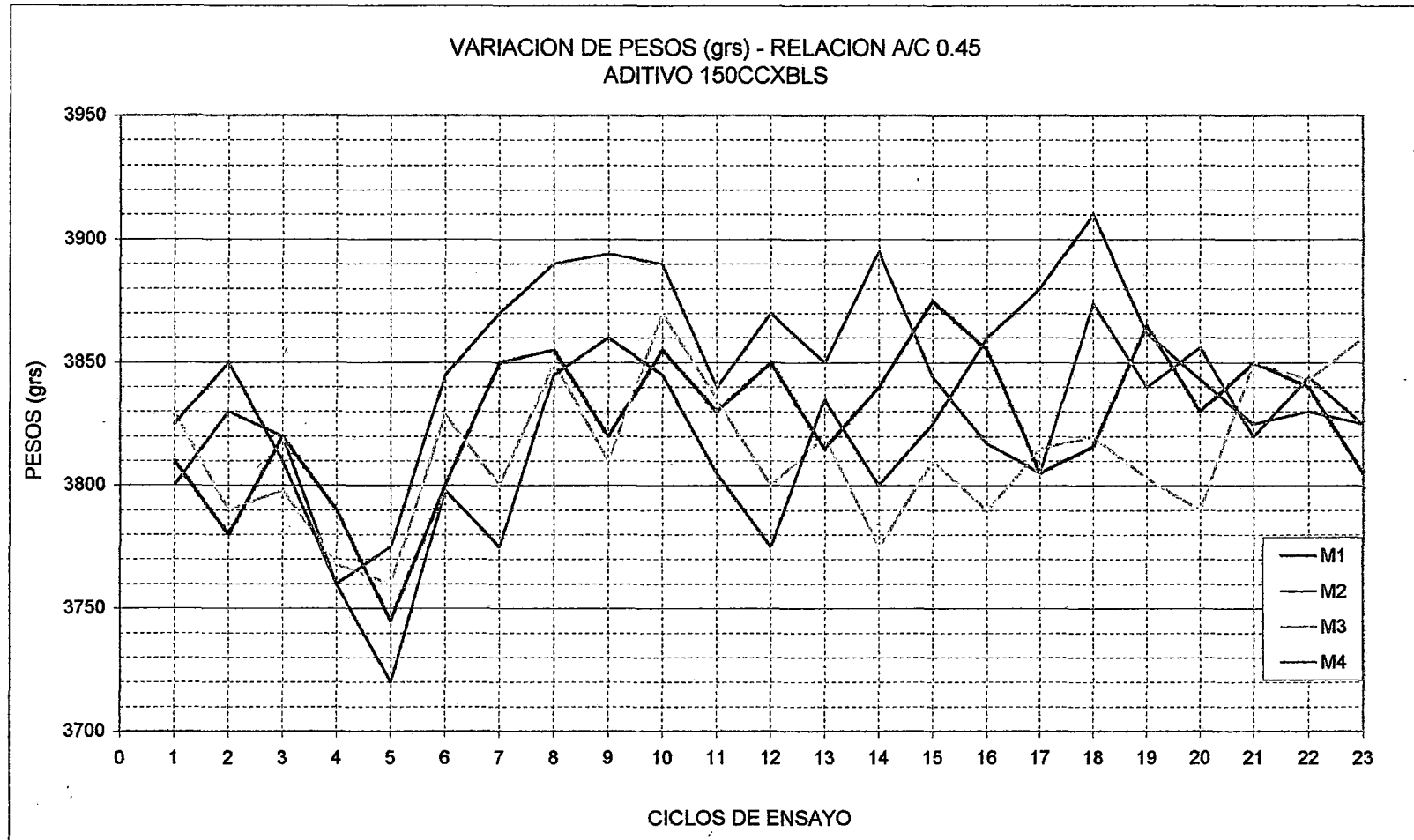
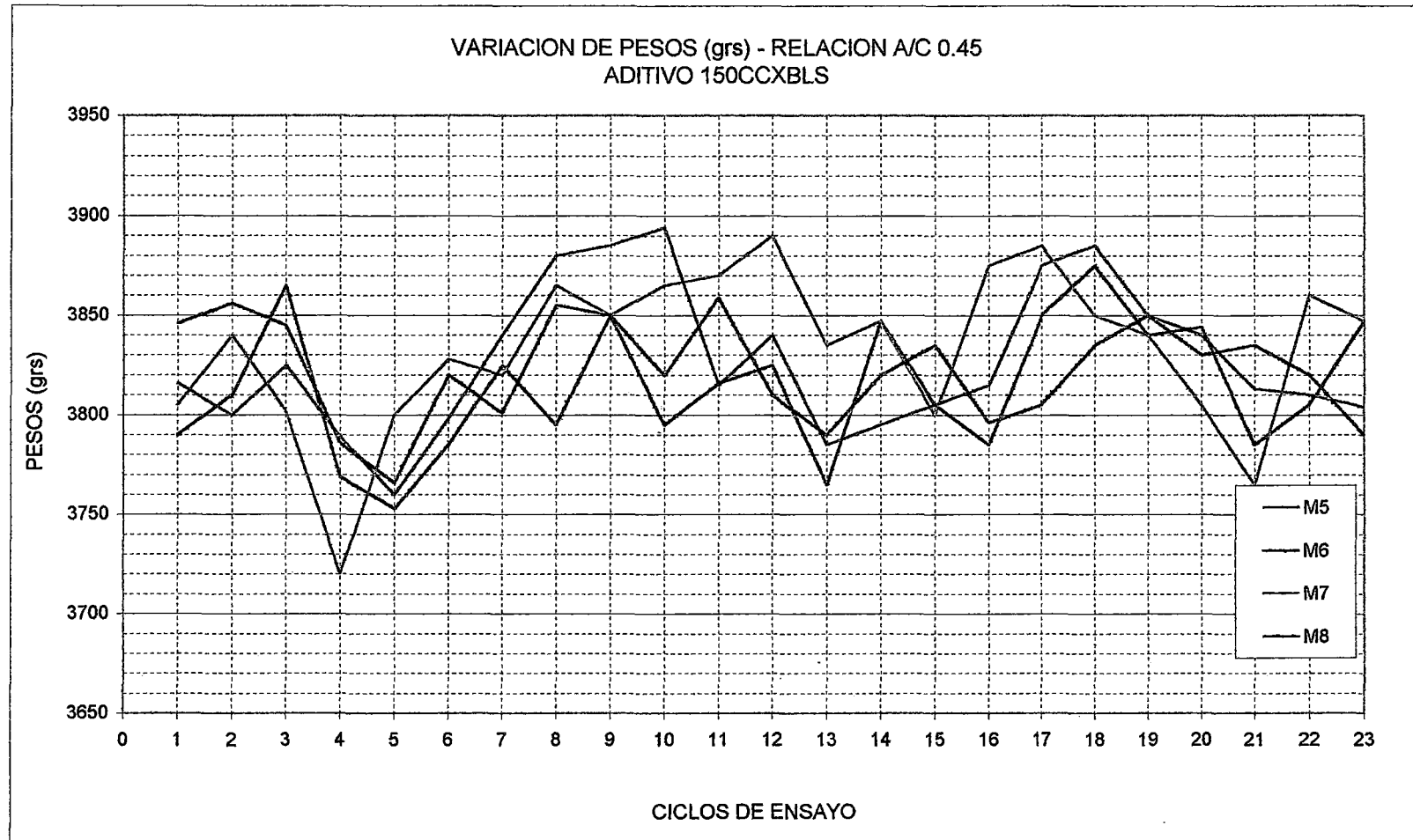


GRAFICO N°8.1.7.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



CUADRO N°8.1.8

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.45

DOSIS DE ADITIVO=200CCXBL

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     | 24     |
| M1       | 3851.0                                    | 3812.0 | 3820.0 | 3840.0 | 3775.0 | 3806.0 | 3842.0 | 3821.0 | 3830.0 | 3798.0 | 3852.0 | 3871.0 | 3841.0 | 3801.0 | 3811.0 | 3804.0 | 3835.0 | 3821.0 | 3810.0 | 3833.0 | 3844.0 | 3806.0 | 3795.0 | 3801.0 |
| M2       | 3869.0                                    | 3850.0 | 3840.0 | 3865.0 | 3779.0 | 3850.0 | 3810.0 | 3838.0 | 3781.0 | 3750.0 | 3841.0 | 3830.0 | 3805.0 | 3791.0 | 3807.0 | 3844.0 | 3895.0 | 3807.0 | 3760.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3858.0 | 3830.0 | 3828.0 |
| M3       | 3844.0                                    | 3823.0 | 3794.0 | 3855.0 | 3785.0 | 3854.0 | 3885.0 | 3895.0 | 3855.0 | 3826.0 | 3845.0 | 3819.0 | 3837.0 | 3899.0 | 3875.0 | 3891.0 | 3840.0 | 3810.0 | 3785.0 | 3810.0 | 3798.0 | 3806.0 | 3830.0 | 3812.0 |
| M4       | 3815.0                                    | 3830.0 | 3800.0 | 3805.0 | 3838.0 | 3900.0 | 3835.0 | 3755.0 | 3795.0 | 3813.0 | 3854.0 | 3880.0 | 3810.0 | 3875.0 | 3905.0 | 3895.0 | 3800.0 | 3865.0 | 3805.0 | 3811.0 | 3835.0 | 3785.0 | 3805.0 | 3810.0 |
| M5       | 3821.0                                    | 3807.0 | 3765.0 | 3725.0 | 3785.0 | 3810.0 | 3825.0 | 3835.0 | 3865.0 | 3900.0 | 3892.0 | 3815.0 | 3850.0 | 3790.0 | 3830.0 | 3800.0 | 3860.0 | 3855.0 | 3790.0 | 3820.0 | 3757.0 | 3760.0 | 3765.0 | 3774.0 |
| M6       | 3801.0                                    | 3789.0 | 3727.0 | 3780.0 | 3735.0 | 3721.0 | 3752.0 | 3809.3 | 3840.0 | 3795.0 | 3810.0 | 3850.0 | 3836.0 | 3850.0 | 3831.0 | 3860.0 | 3810.0 | 3820.0 | 3835.0 | 3857.0 | 3770.0 | 3780.0 | 3795.0 | 3815.0 |
| M7       | 3815.0                                    | 3790.0 | 3805.0 | 3740.0 | 3760.0 | 3735.0 | 3819.0 | 3735.0 | 3798.0 | 3854.0 | 3890.0 | 3800.0 | 3810.0 | 3774.0 | 3790.0 | 3815.0 | 3800.0 | 3814.0 | 3806.0 | 3880.0 | 3840.0 | 3806.0 | 3854.0 | 3805.0 |
| M8       | 3850.0                                    | 3800.0 | 3820.0 | 3789.0 | 3764.0 | 3770.0 | 3795.0 | 3722.0 | 3798.0 | 3812.0 | 3859.0 | 3900.0 | 3825.0 | 3855.0 | 3802.0 | 3875.0 | 3855.0 | 3808.0 | 3879.0 | 3825.0 | 3757.0 | 3750.0 | 3831.0 | 3850.0 |

NOTA:

SE TOMARON 8 MUESTRAS

Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST

GRAFICO N°8.1.8.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

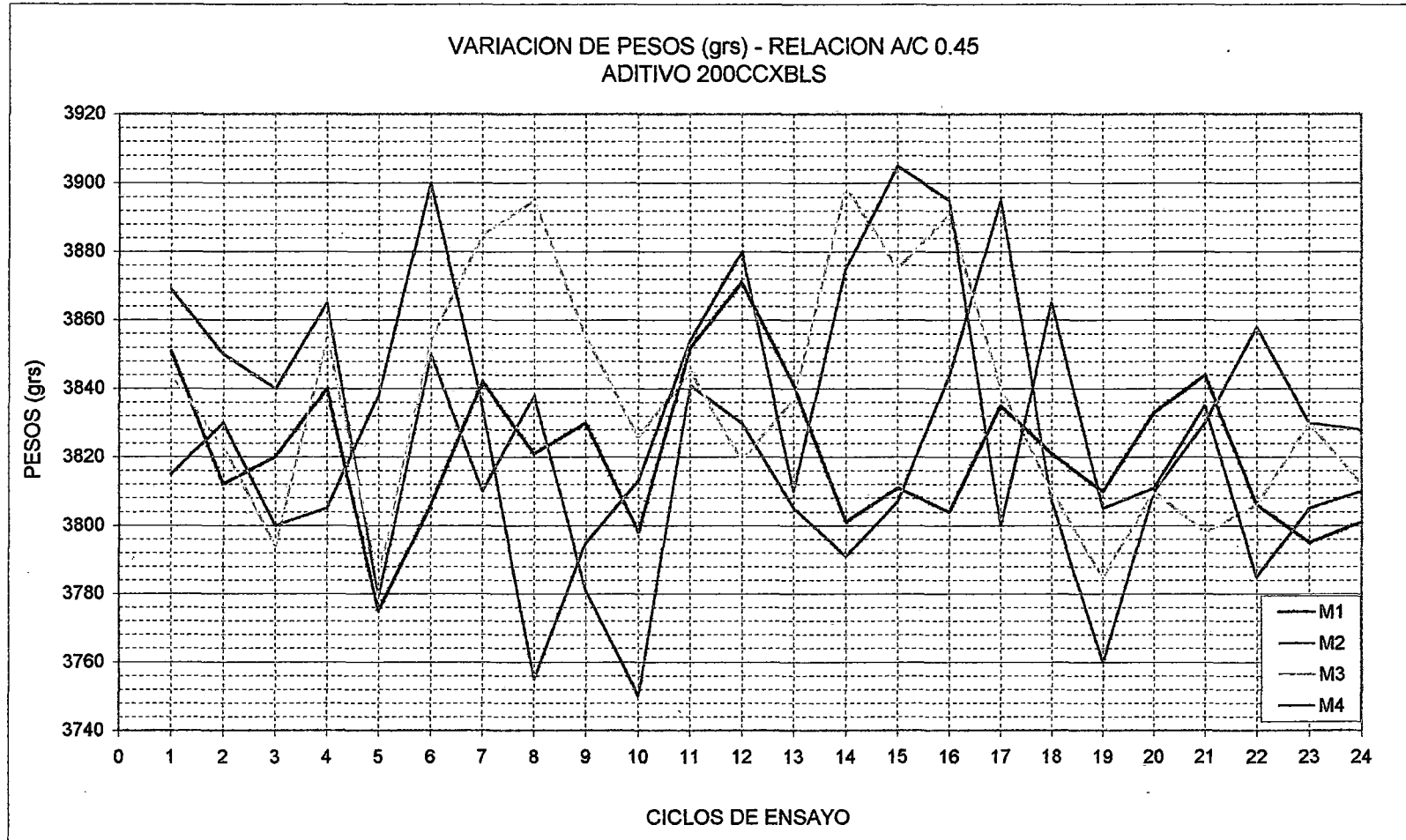
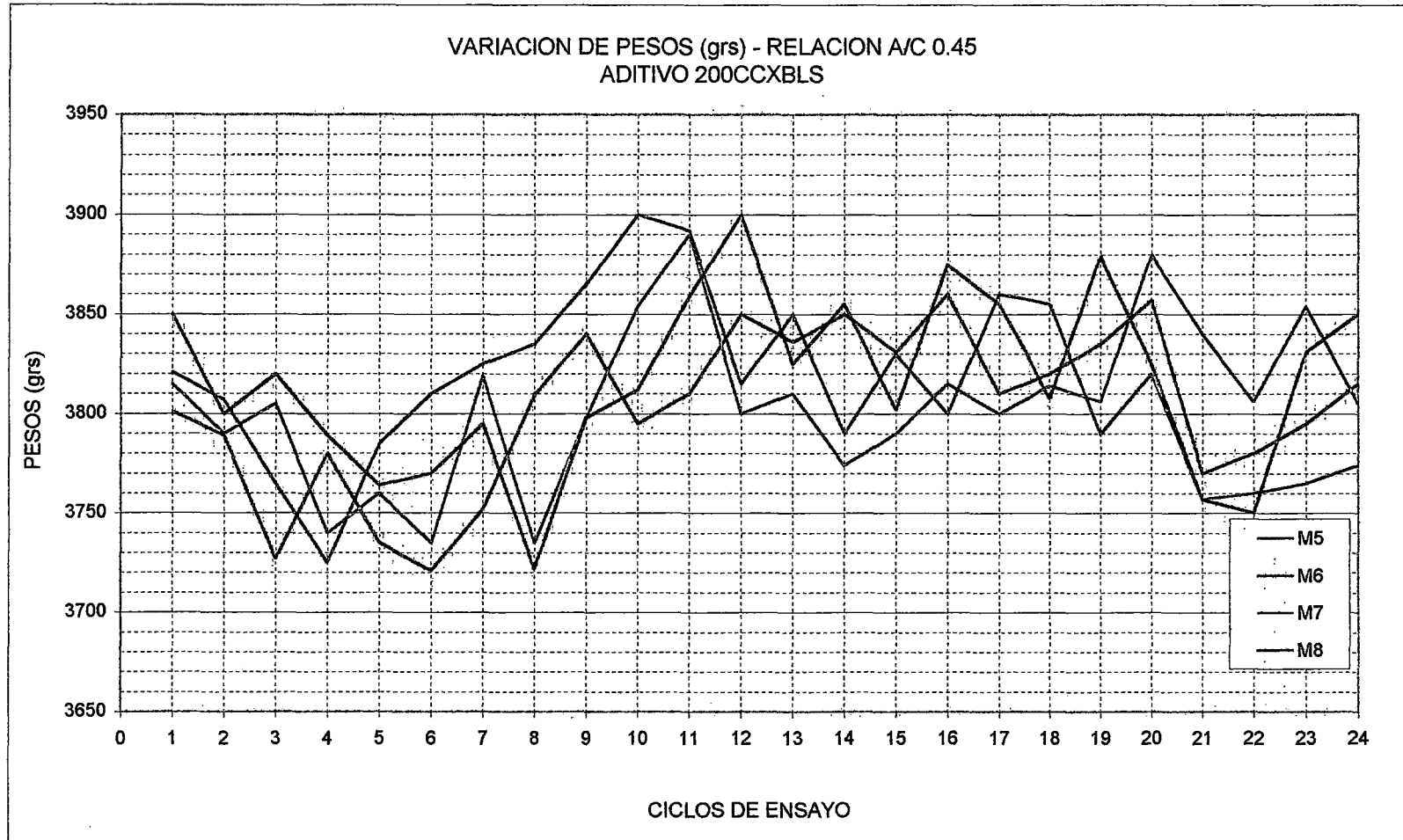


GRAFICO N°8.1.8.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



### CUADRO N° 8.1.9

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.50

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     |
| M1       | 3815.0                                    | 3820.0 | 3805.0 | 3850.0 | 3815.0 | 3860.0 | 3865.0 | 3900.0 | 3875.0 | 3895.0 | 3845.0 | 3910.0 | 3815.0 | 3860.0 | 3900.0 | 3815.0 | 3895.0 | 3847.0 | 3862.0 |
| M2       | 3790.0                                    | 3795.0 | 3780.0 | 3800.0 | 3780.0 | 3826.0 | 3851.0 | 3825.0 | 3855.0 | 3885.0 | 3895.0 | 3826.0 | 3817.0 | 3890.0 | 3840.0 | 3873.0 | 3845.0 | 3852.0 | 3865.0 |
| M3       | 3860.0                                    | 3805.0 | 3890.0 | 3895.0 | 3825.0 | 3829.0 | 3853.0 | 3850.0 | 3840.0 | 3856.0 | 3825.0 | 3896.0 | 3830.0 | 3872.0 | 3847.0 | 3859.0 | 3819.0 | 3850.0 | 3840.0 |
| M4       | 3766.0                                    | 3756.0 | 3835.0 | 3870.0 | 3885.0 | 3870.0 | 3856.0 | 3870.0 | 3880.0 | 3895.0 | 3840.0 | 3790.0 | 3861.0 | 3840.0 | 3890.0 | 3845.0 | 3850.0 | 3858.0 | 3840.0 |
| M5       | 3812.0                                    | 3805.0 | 3815.0 | 3760.0 | 3855.0 | 3820.0 | 3730.0 | 3820.0 | 3829.0 | 3795.0 | 3890.0 | 3830.0 | 3849.0 | 3815.0 | 3825.0 | 3842.0 | 3836.0 | 3826.0 | 3745.0 |
| M6       | 3856.0                                    | 3826.0 | 3765.0 | 3790.0 | 3823.0 | 3790.0 | 3820.0 | 3843.0 | 3795.0 | 3865.0 | 3825.0 | 3875.0 | 3800.0 | 3820.0 | 3834.0 | 3874.0 | 3840.0 | 3812.0 | 3815.0 |
| M7       | 3811.0                                    | 3818.0 | 3745.0 | 3710.0 | 3800.0 | 3830.0 | 3853.0 | 3757.0 | 3840.0 | 3855.0 | 3820.0 | 3779.0 | 3830.0 | 3821.0 | 3845.0 | 3831.0 | 3820.0 | 3800.0 | 3796.0 |
| M8       | 3812.0                                    | 3874.0 | 3860.0 | 3780.0 | 3800.0 | 3750.0 | 3841.0 | 3876.0 | 3811.0 | 3840.0 | 3839.0 | 3849.0 | 3760.0 | 3790.0 | 3825.0 | 3836.0 | 3850.0 | 3806.0 | 3801.0 |

GRAFICO N°8.1.9.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

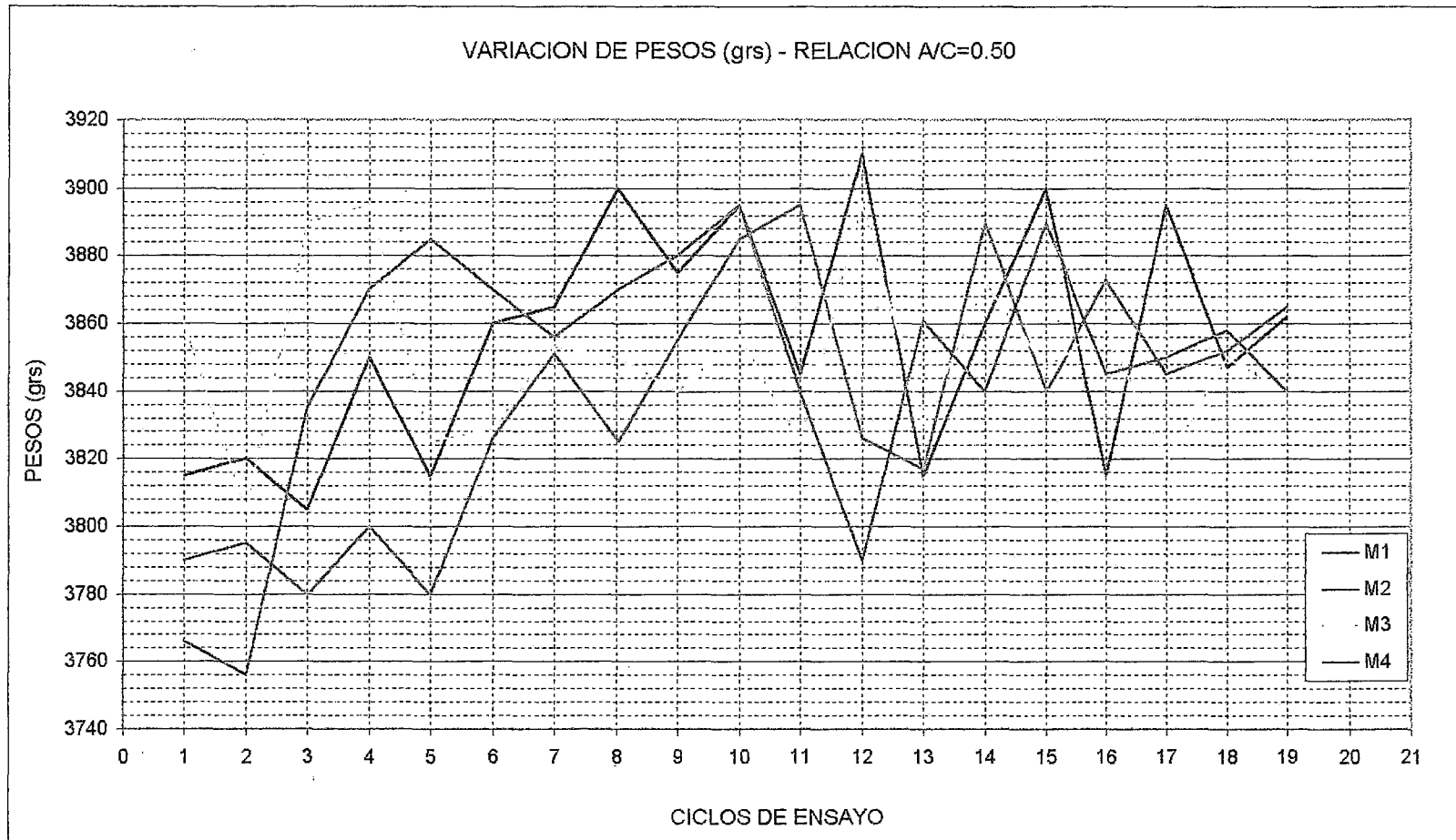
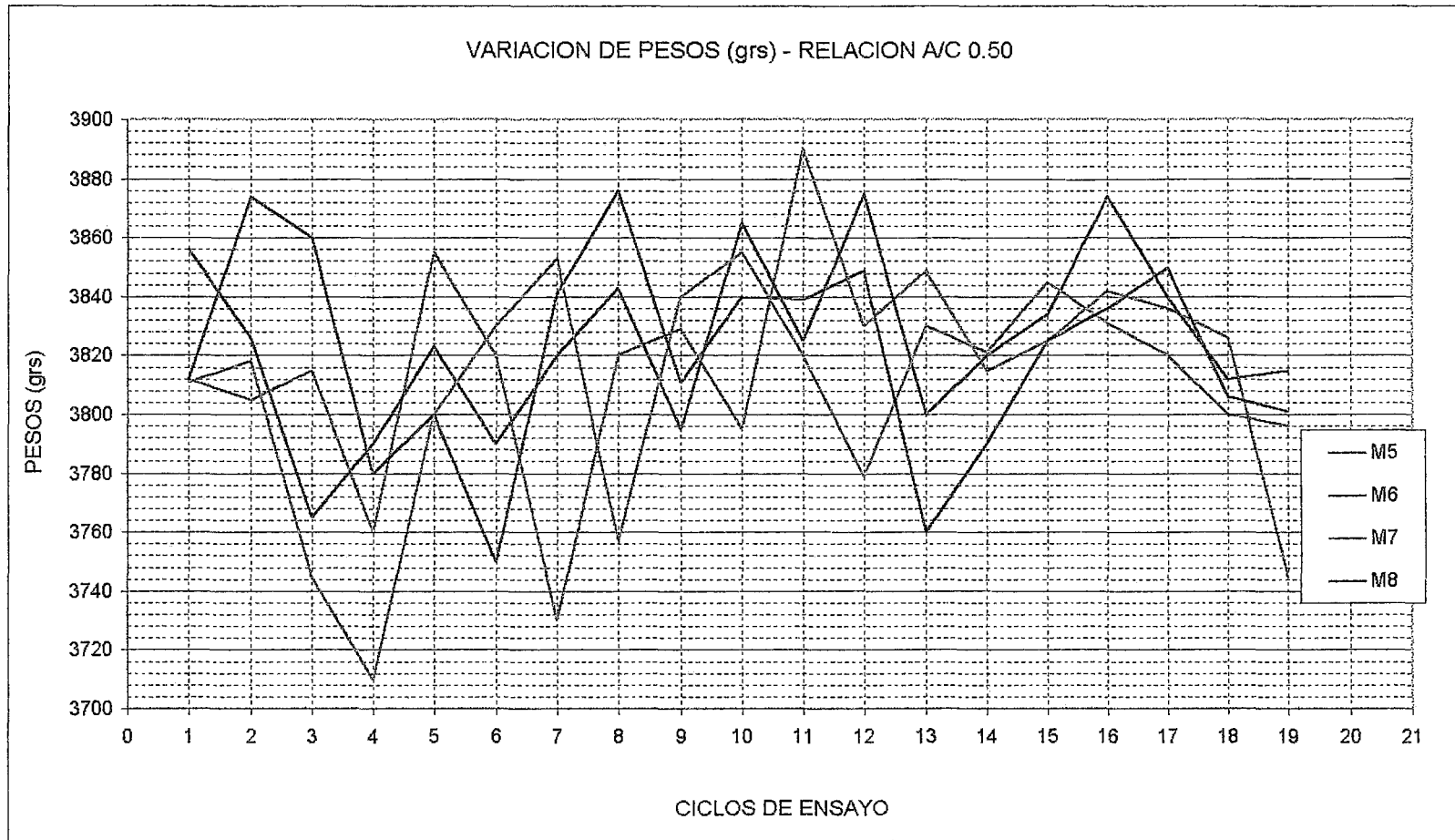


GRAFICO N°8.1.9.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO





CUADRO N°8.1.10

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.50

ADITIVO=100CCXBLS

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     |
| M1       | 3770.0                                    | 3700.0 | 3760.0 | 3700.0 | 3745.0 | 3786.0 | 3766.0 | 3820.0 | 3855.0 | 3830.0 | 3850.0 | 3820.0 | 3775.0 | 3810.0 | 3790.0 | 3815.0 | 3820.0 | 3803.0 | 3790.0 | 3785.0 |
| M2       | 3745.0                                    | 3740.0 | 3780.0 | 3785.0 | 3775.0 | 3820.0 | 3880.0 | 3854.0 | 3895.0 | 3840.0 | 3870.0 | 3850.0 | 3841.0 | 3844.0 | 3817.0 | 3852.0 | 3844.0 | 3874.0 | 3865.0 | 3850.0 |
| M3       | 3770.0                                    | 3705.0 | 3730.0 | 3725.0 | 3760.0 | 3820.0 | 3845.0 | 3880.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3800.0 | 3825.0 | 3860.0 | 3880.0 | 3841.0 | 3862.0 | 3843.0 | 3860.0 | 3830.0 | 3825.0 |
| M4       | 3686.0                                    | 3679.0 | 3725.0 | 3800.0 | 3720.0 | 3760.0 | 3795.0 | 3860.0 | 3845.0 | 3866.0 | 3814.0 | 3786.0 | 3842.0 | 3859.0 | 3795.0 | 3844.0 | 3850.0 | 3858.0 | 3840.0 | 3815.0 |
| M5       | 3720.0                                    | 3705.0 | 3735.0 | 3789.0 | 3760.0 | 3810.0 | 3830.0 | 3885.0 | 3894.0 | 3815.0 | 3840.0 | 3785.0 | 3795.0 | 3805.0 | 3815.0 | 3875.0 | 3885.0 | 3850.0 | 3840.0 | 3805.0 |
| M6       | 3715.0                                    | 3700.0 | 3732.0 | 3769.0 | 3753.0 | 3825.0 | 3835.0 | 3850.0 | 3866.0 | 3816.0 | 3825.0 | 3765.0 | 3847.0 | 3805.0 | 3785.0 | 3826.0 | 3805.0 | 3835.0 | 3850.0 | 3840.0 |
| M7       | 3710.0                                    | 3716.0 | 3760.0 | 3800.0 | 3841.0 | 3861.0 | 3898.0 | 3926.0 | 3894.0 | 3870.0 | 3890.0 | 3835.0 | 3847.0 | 3800.0 | 3875.0 | 3892.0 | 3860.0 | 3885.0 | 3855.0 | 3830.0 |
| M8       | 3725.0                                    | 3765.0 | 3751.0 | 3755.0 | 3720.0 | 3736.0 | 3750.0 | 3800.0 | 3855.0 | 3753.0 | 3801.0 | 3859.0 | 3790.0 | 3835.0 | 3796.0 | 3845.0 | 3820.0 | 3805.0 | 3825.0 | 3843.0 |

GRAFICO N°8.1.10.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

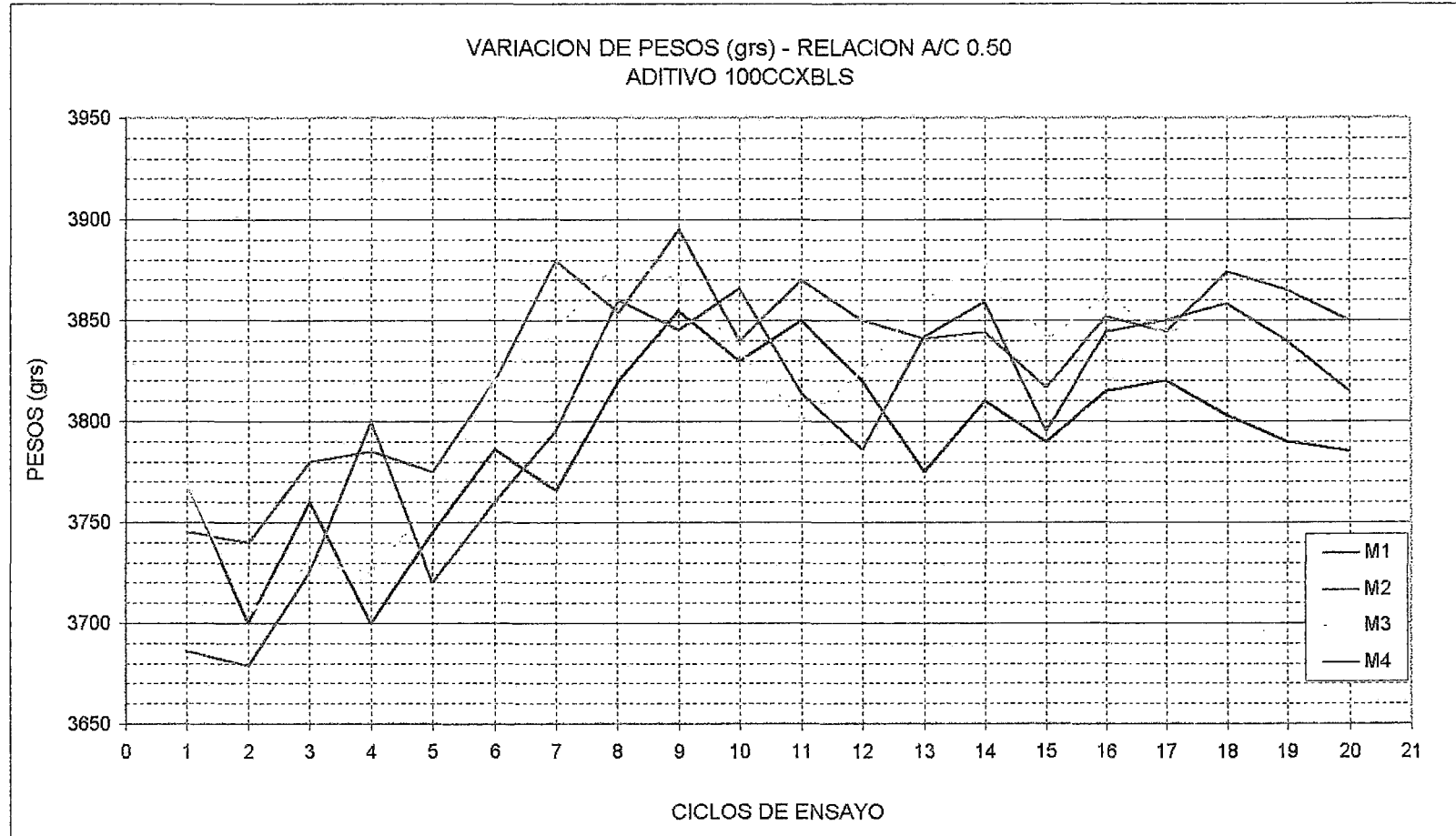
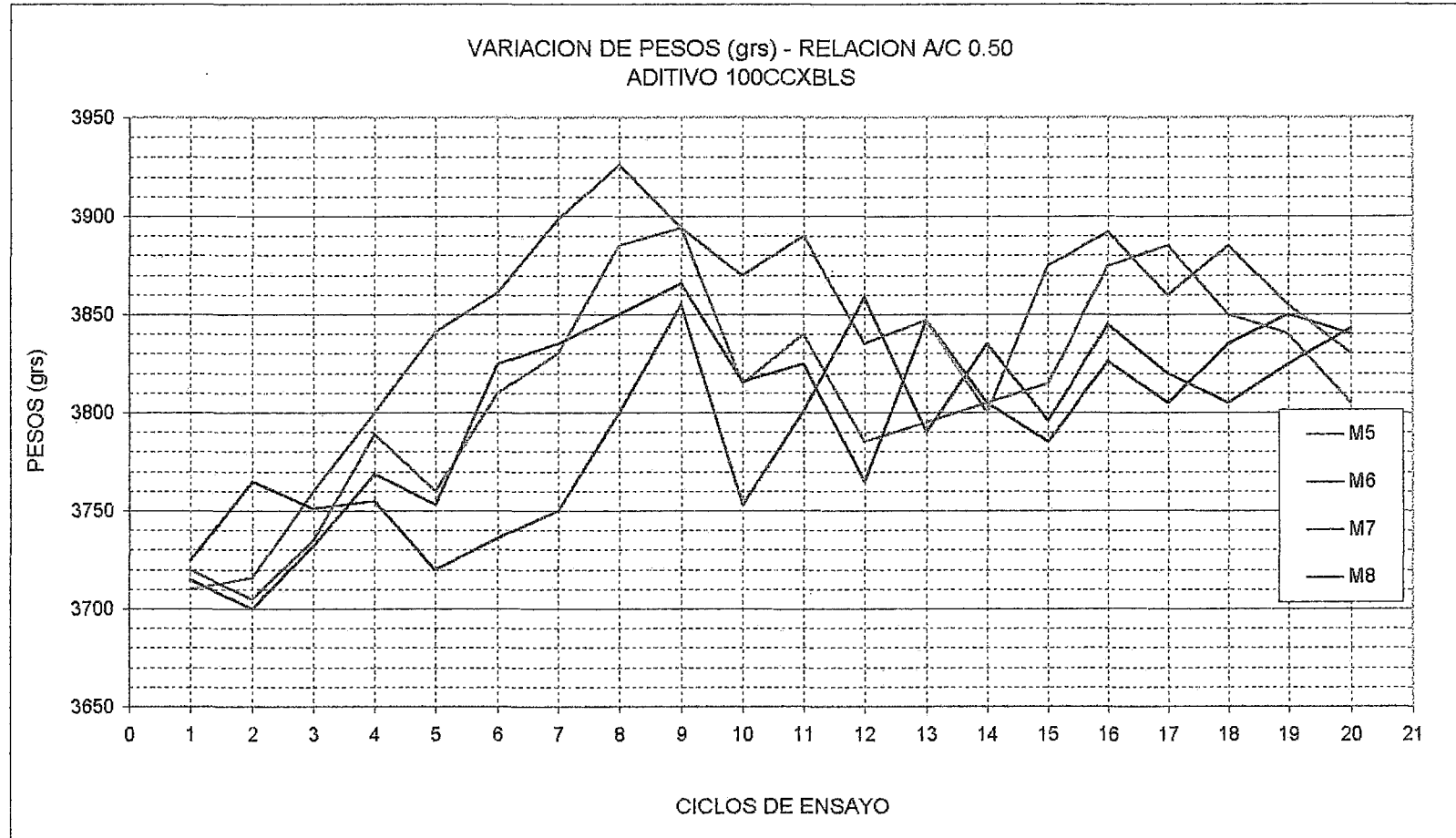


GRAFICO N°8.1.10.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



CUADRO N°8.1.11

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.50

DOSIS DE ADITIVO=150CCXBLS

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     |
| M1       | 3750.0                                    | 3780.0 | 3730.0 | 3740.0 | 3790.0 | 3800.0 | 3850.0 | 3790.0 | 3855.0 | 3790.0 | 3835.0 | 3810.0 | 3841.0 | 3805.0 | 3825.0 | 3821.0 | 3820.0 | 3801.0 | 3790.0 | 3786.0 | 3840.0 | 3820.0 |
| M2       | 3715.0                                    | 3725.0 | 3810.0 | 3740.0 | 3815.0 | 3869.0 | 3798.0 | 3846.0 | 3820.0 | 3846.0 | 3819.0 | 3798.0 | 3896.0 | 3826.0 | 3840.0 | 3826.0 | 3805.0 | 3874.0 | 3840.0 | 3856.0 | 3840.0 | 3853.0 |
| M3       | 3796.0                                    | 3776.0 | 3700.0 | 3768.0 | 3763.0 | 3829.0 | 3785.0 | 3870.0 | 3785.0 | 3873.0 | 3876.0 | 3785.0 | 3769.0 | 3827.0 | 3840.0 | 3812.0 | 3815.0 | 3810.0 | 3840.0 | 3835.0 | 3788.0 | 3769.0 |
| M4       | 3826.0                                    | 3810.0 | 3798.0 | 3740.0 | 3815.0 | 3794.0 | 3812.0 | 3825.0 | 3832.0 | 3846.0 | 3819.0 | 3798.0 | 3888.0 | 3859.0 | 3840.0 | 3826.0 | 3805.0 | 3858.0 | 3840.0 | 3816.0 | 3843.0 | 3860.0 |
| M5       | 3750.0                                    | 3760.0 | 3735.0 | 3789.0 | 3760.0 | 3798.0 | 3830.0 | 3820.0 | 3894.0 | 3815.0 | 3819.0 | 3785.0 | 3795.0 | 3893.0 | 3815.0 | 3875.0 | 3885.0 | 3850.0 | 3890.0 | 3810.0 | 3845.0 | 3865.0 |
| M6       | 3755.0                                    | 3810.0 | 3732.0 | 3769.0 | 3753.0 | 3785.0 | 3825.0 | 3785.0 | 3795.0 | 3816.0 | 3876.0 | 3765.0 | 3847.0 | 3769.0 | 3825.0 | 3846.0 | 3805.0 | 3830.0 | 3835.0 | 3805.0 | 3824.0 | 3813.0 |
| M7       | 3752.0                                    | 3840.0 | 3830.0 | 3720.0 | 3813.0 | 3828.0 | 3825.0 | 3800.0 | 3845.0 | 3835.0 | 3876.0 | 3855.0 | 3856.0 | 3860.0 | 3845.0 | 3840.0 | 3820.0 | 3835.0 | 3855.0 | 3850.0 | 3844.0 | 3768.0 |
| M8       | 3758.0                                    | 3769.0 | 3735.0 | 3750.0 | 3740.0 | 3735.0 | 3810.0 | 3744.0 | 3840.0 | 3825.0 | 3832.0 | 3890.0 | 3820.0 | 3865.0 | 3820.0 | 3860.0 | 3872.0 | 3810.0 | 3825.0 | 3818.0 | 3824.0 | 3827.0 |

NOTA:

SE TOMARON 8 MUESTRAS

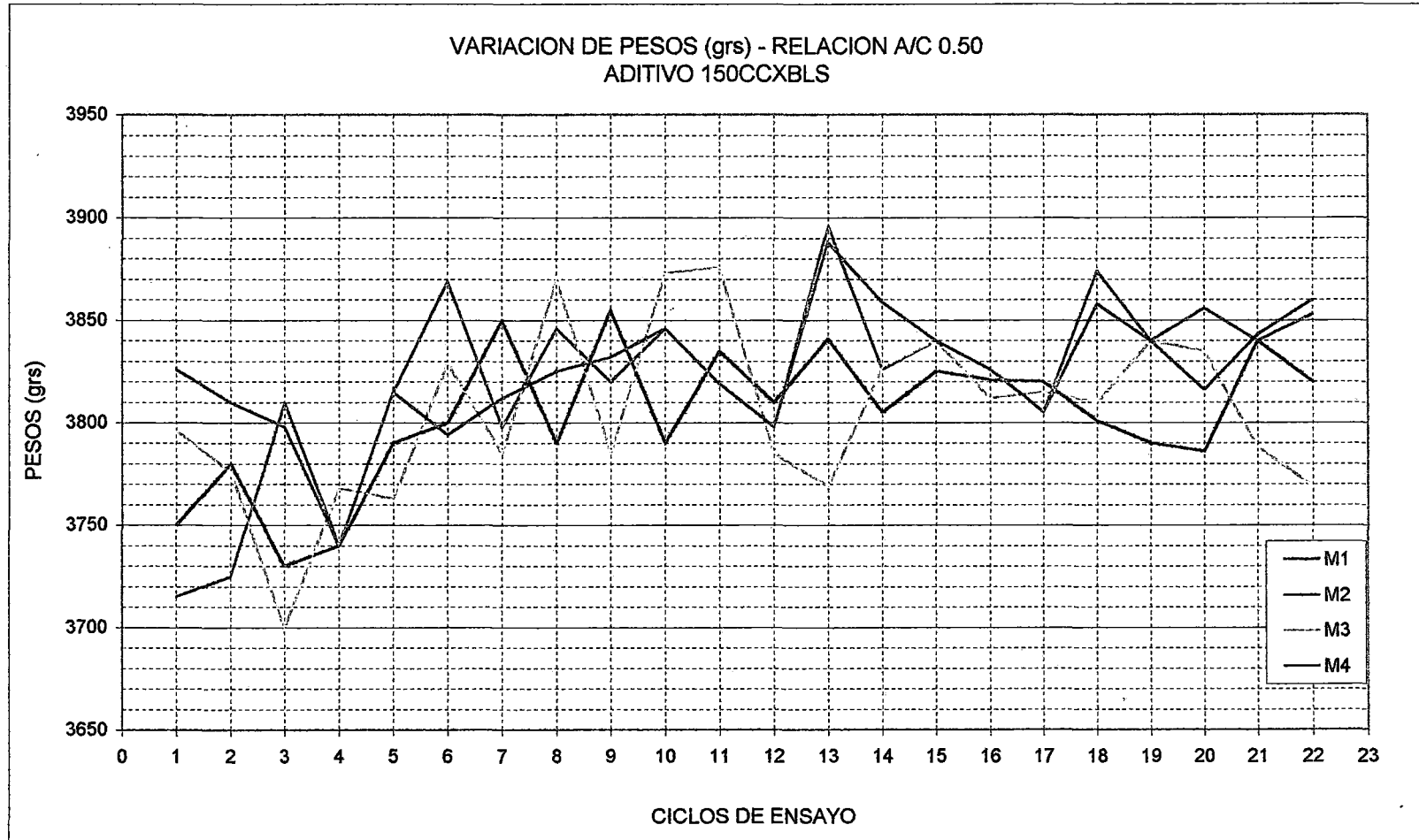
Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST

GRAFICO N°8.1.11.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

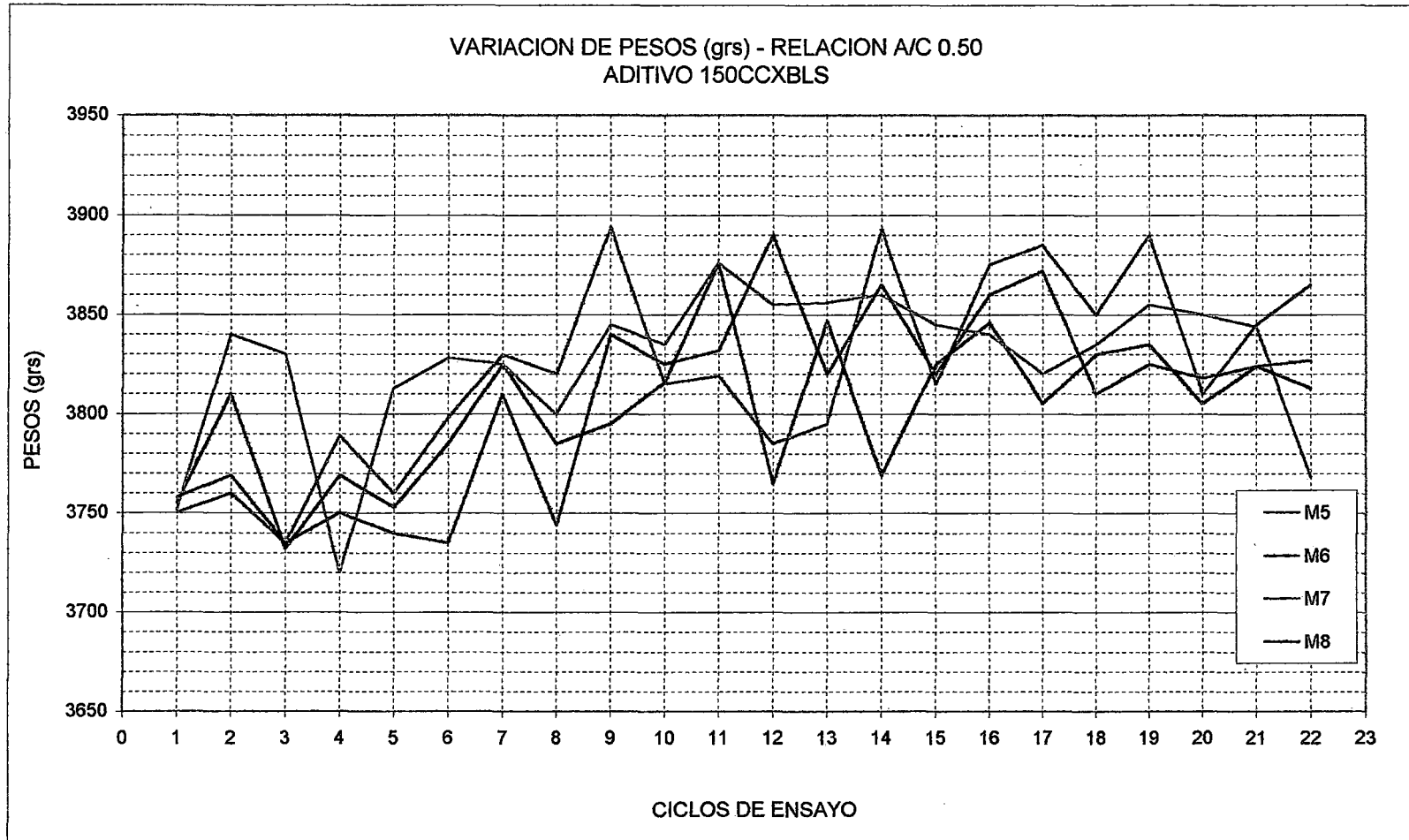


TESIS: "CORROSIÓN DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y ADITIVO PLASTIFICANTE POR ACCIÓN DEL CLORURO DE SODIO"

GRAFICO N°8.1.11.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



CUADRO N°8.1.12

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION A/C 0.50

DOSIS DE ADITIVO=200CCXBLS

| Muestras | CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     |
| M1       | 3766.0                                    | 3780.0 | 3730.0 | 3740.0 | 3745.0 | 3800.0 | 3850.0 | 3760.0 | 3794.0 | 3815.0 | 3830.0 | 3850.0 | 3820.0 | 3775.0 | 3810.0 | 3790.0 | 3820.0 | 3801.0 | 3790.0 | 3786.0 | 3840.0 | 3820.0 | 3785.0 |
| M2       | 3880.0                                    | 3830.0 | 3790.0 | 3760.0 | 3775.0 | 3845.0 | 3826.0 | 3847.0 | 3894.0 | 3890.0 | 3840.0 | 3895.0 | 3850.0 | 3824.0 | 3844.0 | 3817.0 | 3805.0 | 3874.0 | 3840.0 | 3856.0 | 3840.0 | 3853.0 | 3850.0 |
| M3       | 3791.0                                    | 3745.0 | 3700.0 | 3768.0 | 3760.0 | 3829.0 | 3785.0 | 3730.0 | 3810.0 | 3870.0 | 3835.0 | 3800.0 | 3825.0 | 3860.0 | 3880.0 | 3833.0 | 3815.0 | 3810.0 | 3840.0 | 3835.0 | 3840.0 | 3769.0 | 3825.0 |
| M4       | 3795.0                                    | 3850.0 | 3810.0 | 3740.0 | 3720.0 | 3798.0 | 3768.0 | 3725.0 | 3758.0 | 3804.0 | 3816.0 | 3851.0 | 3786.0 | 3842.0 | 3821.0 | 3847.0 | 3805.0 | 3823.0 | 3840.0 | 3816.0 | 3819.0 | 3821.0 | 3815.0 |
| M5       | 3830.0                                    | 3760.0 | 3735.0 | 3789.0 | 3760.0 | 3798.0 | 3830.0 | 3735.0 | 3789.0 | 3815.0 | 3840.0 | 3867.0 | 3814.0 | 3795.0 | 3805.0 | 3815.0 | 3843.0 | 3860.0 | 3830.0 | 3820.0 | 3803.0 | 3790.0 | 3785.0 |
| M6       | 3825.0                                    | 3810.0 | 3732.0 | 3769.0 | 3753.0 | 3785.0 | 3825.0 | 3732.0 | 3784.0 | 3803.0 | 3816.0 | 3825.0 | 3765.0 | 3847.0 | 3805.0 | 3785.0 | 3841.0 | 3826.0 | 3840.0 | 3844.0 | 3829.0 | 3816.0 | 3824.0 |
| M7       | 3864.0                                    | 3840.0 | 3784.0 | 3720.0 | 3800.0 | 3828.0 | 3825.0 | 3760.0 | 3850.0 | 3865.0 | 3870.0 | 3890.0 | 3835.0 | 3847.0 | 3800.0 | 3875.0 | 3816.0 | 3815.0 | 3826.0 | 3805.0 | 3831.0 | 3768.0 | 3763.0 |
| M8       | 3750.0                                    | 3769.0 | 3735.0 | 3750.0 | 3720.0 | 3735.0 | 3810.0 | 3751.0 | 3800.0 | 3855.0 | 3835.0 | 3801.0 | 3840.0 | 3790.0 | 3835.0 | 3796.0 | 3805.0 | 3835.0 | 3850.0 | 3830.0 | 3840.0 | 3827.0 | 3828.0 |

NOTA:

SE TOMARON 8 MUESTRAS

Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST

GRAFICO N°8.1.12.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

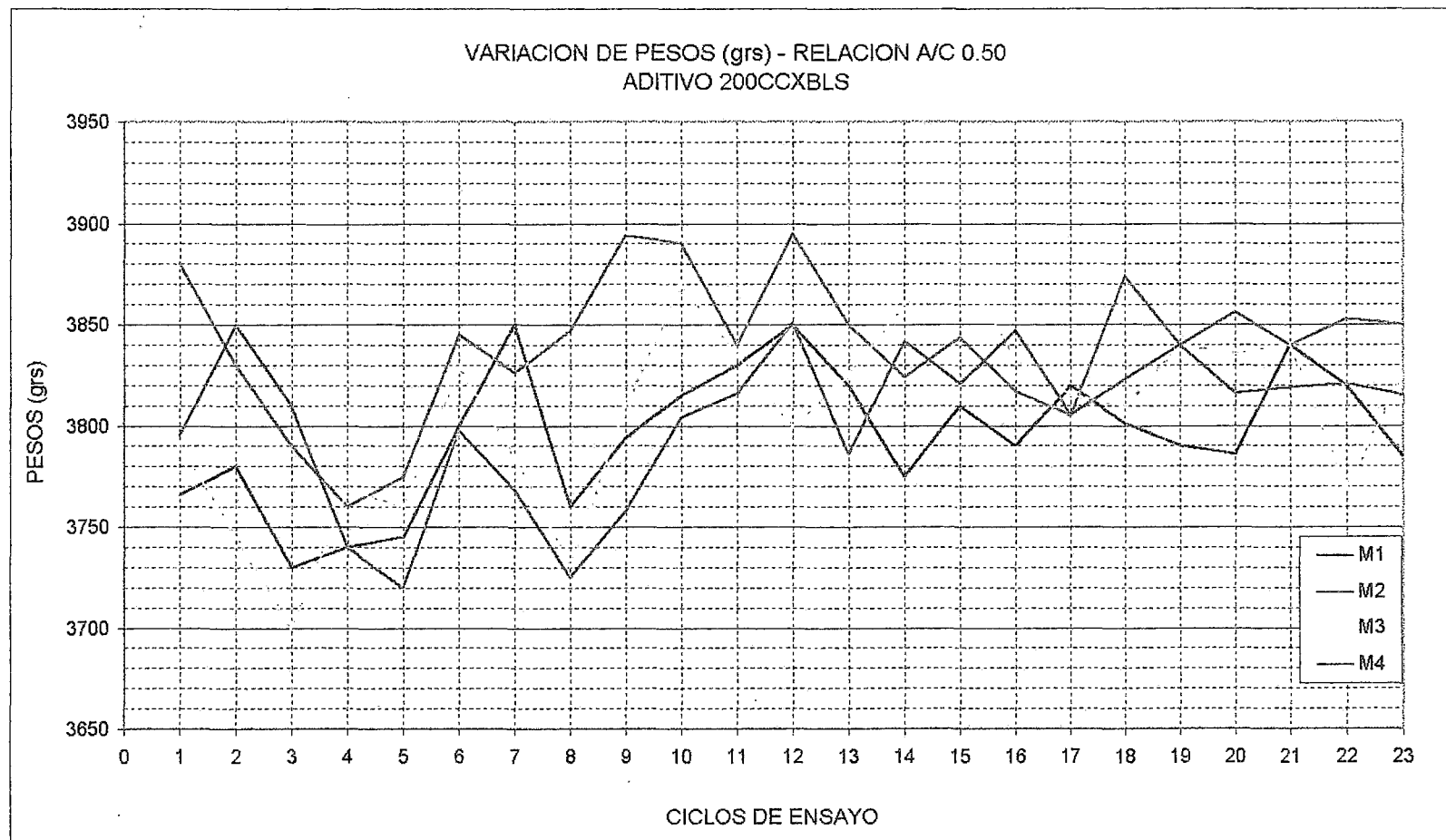
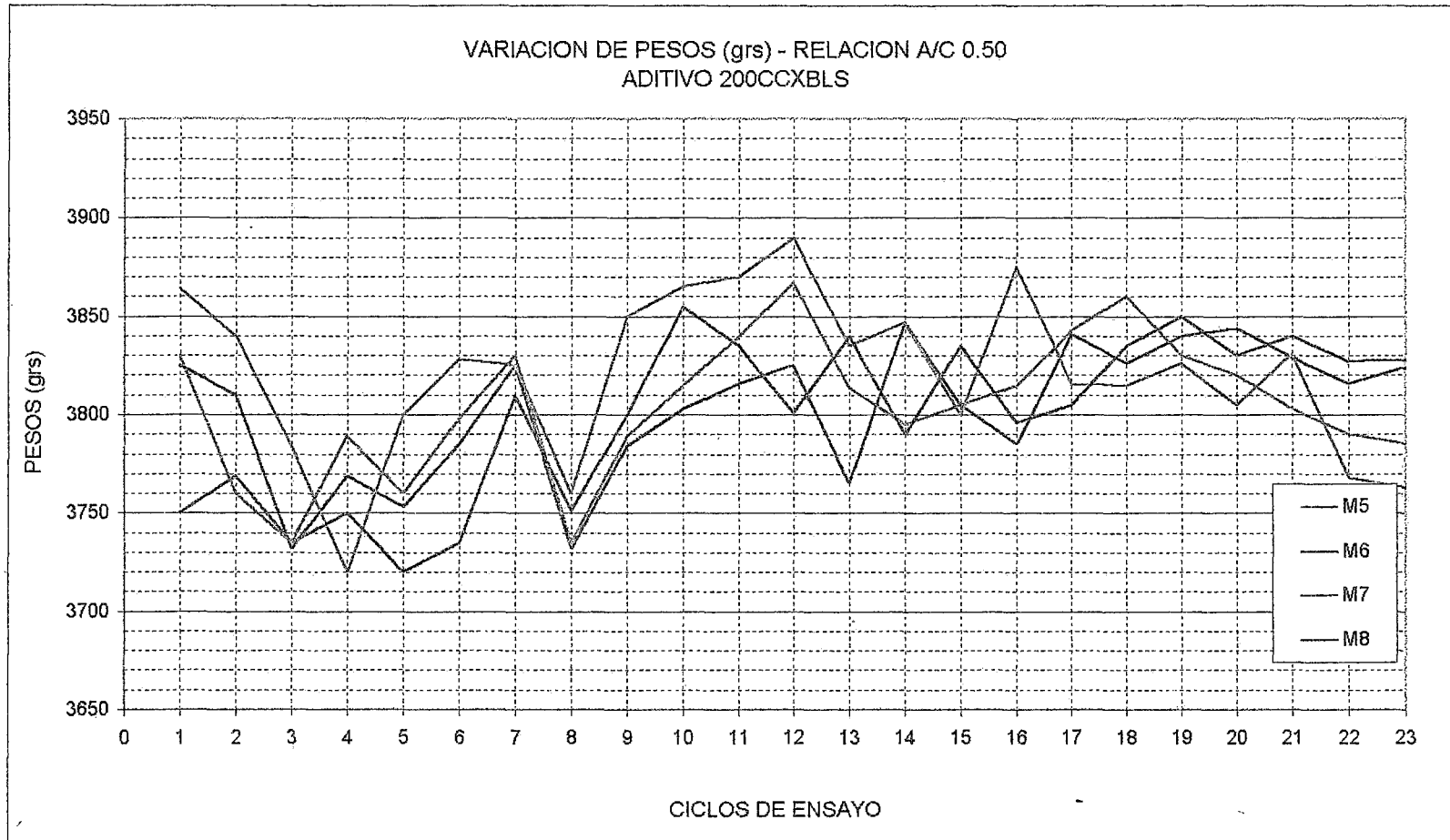




GRAFICO N°8.1.12.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



## 8.2 VARIACION DE PESO

### RELACION DE CUADROS Y GRAFICOS RESPECTIVOS

CUADRO 8.2.1 VARIACION DE PESO  $A/C=0.40$

CUADRO 8.2.2 VARIACION DE PESO  $A/C=0.40$  ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.2.3 VARIACION DE PESO  $A/C=0.40$  ADITIVO 150CCXBLS

CUADRO 8.2.4 VARIACION DE PESO  $A/C=0.40$  ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO 8.2. 5 VARIACION DE PESO  $A/C=0.45$

CUADRO 8.2.6 VARIACION DE PESO  $A/C=0.45$  ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.2.7 VARIACION DE PESO  $A/C=0.45$  ADITIVO 150CCXBLS

CUADRO 8.2.8 VARIACION DE PESO  $A/C=0.45$  ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO 8.2.9 VARIACION DE PESO  $A/C=0.50$

CUADRO 8.2.10 VARIACION DE PESO  $A/C=0.50$  ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.2.11 VARIACION DE PESO  $A/C=0.50$  ADITIVO 150CCXBLS

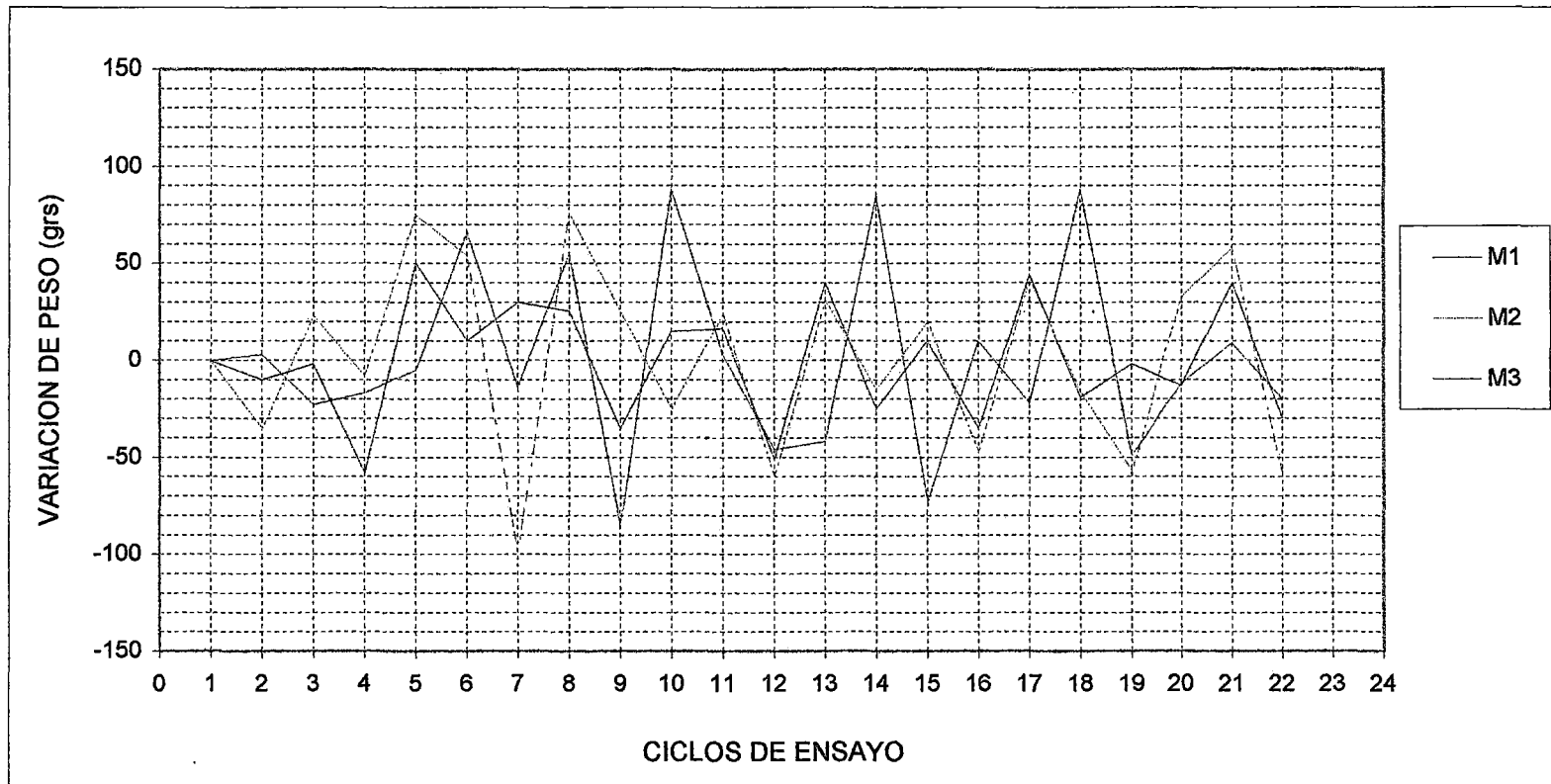
CUADRO 8.2.12 VARIACION DE PESO  $A/C=0.50$  ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO 8.2.1

| Variación de pesos (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                   | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                       | -10.00 | -35.00 | 3.00   | 10.00  | -20.00 | -10.00 | 15.00  | -21.00 |
| C3                       | -2.00  | 23.00  | -23.00 | -22.00 | -25.00 | -15.00 | -64.00 | 36.00  |
| C4                       | -58.00 | -8.00  | -17.00 | -88.00 | 5.00   | -35.00 | -8.00  | -44.00 |
| C5                       | 50.00  | 75.00  | -5.00  | 75.00  | 75.00  | 68.00  | -5.00  | 47.00  |
| C6                       | 10.00  | 54.00  | 66.00  | -17.00 | 10.00  | -73.00 | 66.00  | 77.00  |
| C7                       | 30.00  | -99.00 | -14.00 | 77.00  | -27.00 | -7.00  | -44.00 | -57.00 |
| C8                       | 25.00  | 76.00  | 55.00  | -55.00 | 48.00  | 62.00  | 85.00  | -21.00 |
| C9                       | -35.00 | 25.00  | -85.00 | -20.00 | -26.00 | 40.00  | -56.00 | -7.00  |
| C10                      | 15.00  | -25.00 | 88.00  | 46.00  | 26.00  | -87.00 | 62.00  | 90.00  |
| C11                      | 16.00  | 24.00  | 3.00   | -27.00 | -27.00 | 40.00  | -31.00 | -14.00 |
| C12                      | -51.00 | -60.00 | -46.00 | 81.00  | -21.00 | 52.00  | -60.00 | 19.00  |
| C13                      | 40.00  | 31.00  | -42.00 | -55.00 | 14.00  | -63.00 | -16.00 | -35.00 |
| C14                      | -25.00 | -15.00 | 85.00  | -34.00 | 14.00  | 19.00  | 58.00  | 17.00  |
| C15                      | 10.00  | 20.00  | -73.00 | 43.00  | -7.00  | 3.00   | 4.00   | -77.00 |
| C16                      | -35.00 | -47.00 | 10.00  | 38.00  | 22.00  | 6.00   | -1.00  | 16.00  |
| C17                      | 44.00  | 42.00  | -22.00 | -52.00 | -51.00 | 10.00  | -30.00 | -46.00 |
| C18                      | -19.00 | -16.00 | 88.00  | 36.00  | -25.00 | -40.00 | 75.00  | 15.00  |
| C19                      | -2.00  | -57.00 | -49.00 | -49.00 | 26.00  | 17.00  | -55.00 | -20.00 |
| C20                      | -13.00 | 33.00  | -12.00 | -32.00 | 34.00  | 14.00  | 22.00  | 45.00  |
| C21                      | 40.00  | 58.00  | 9.00   | 10.00  | 10.00  | 19.00  | -20.00 | 30.00  |
| C22                      | -30.00 | -59.00 | -20.00 | 25.00  | -20.00 | -28.00 | -30.00 | -11.00 |

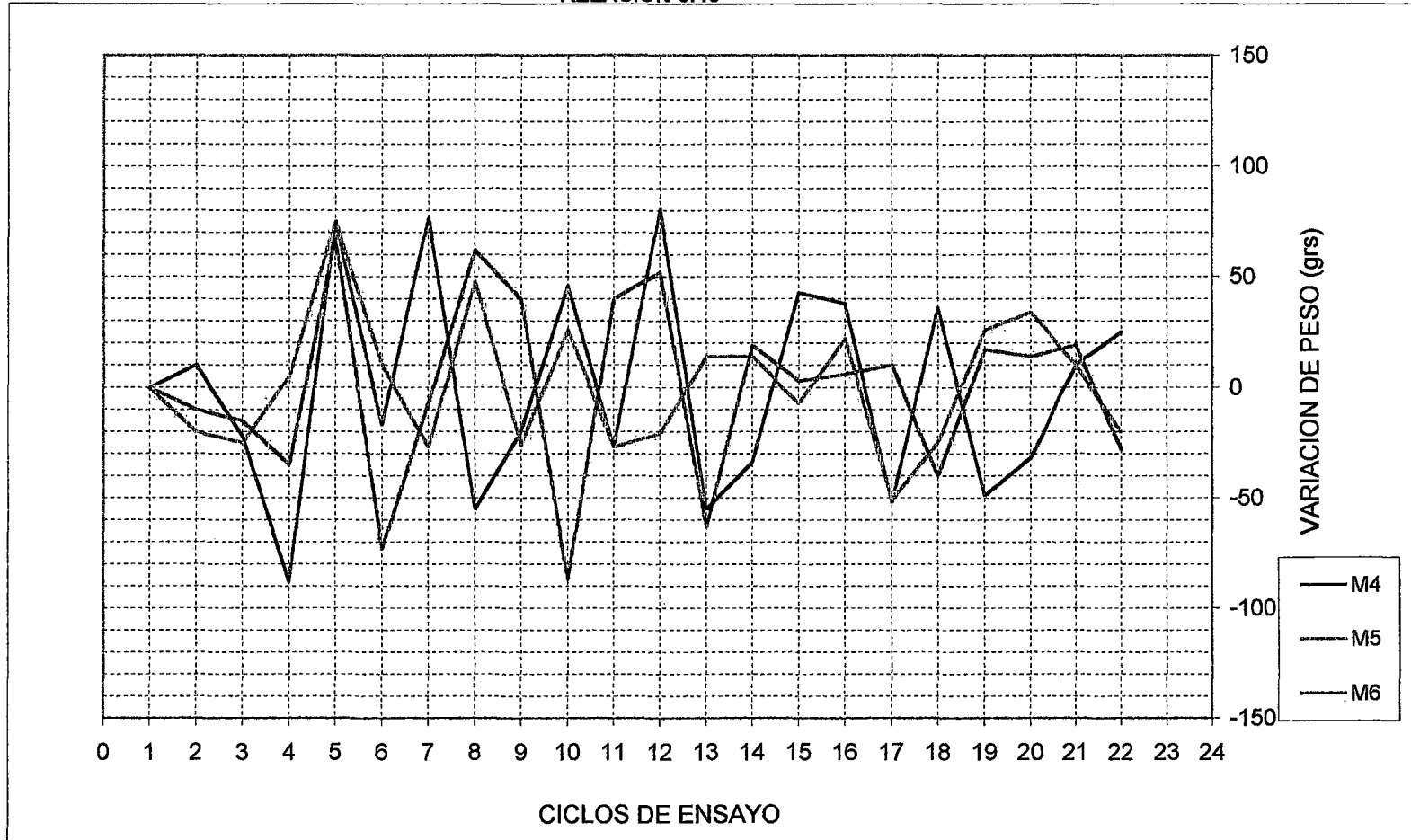
### GRAFICO N° 8.2.1.1

#### VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO RELACION 0.40



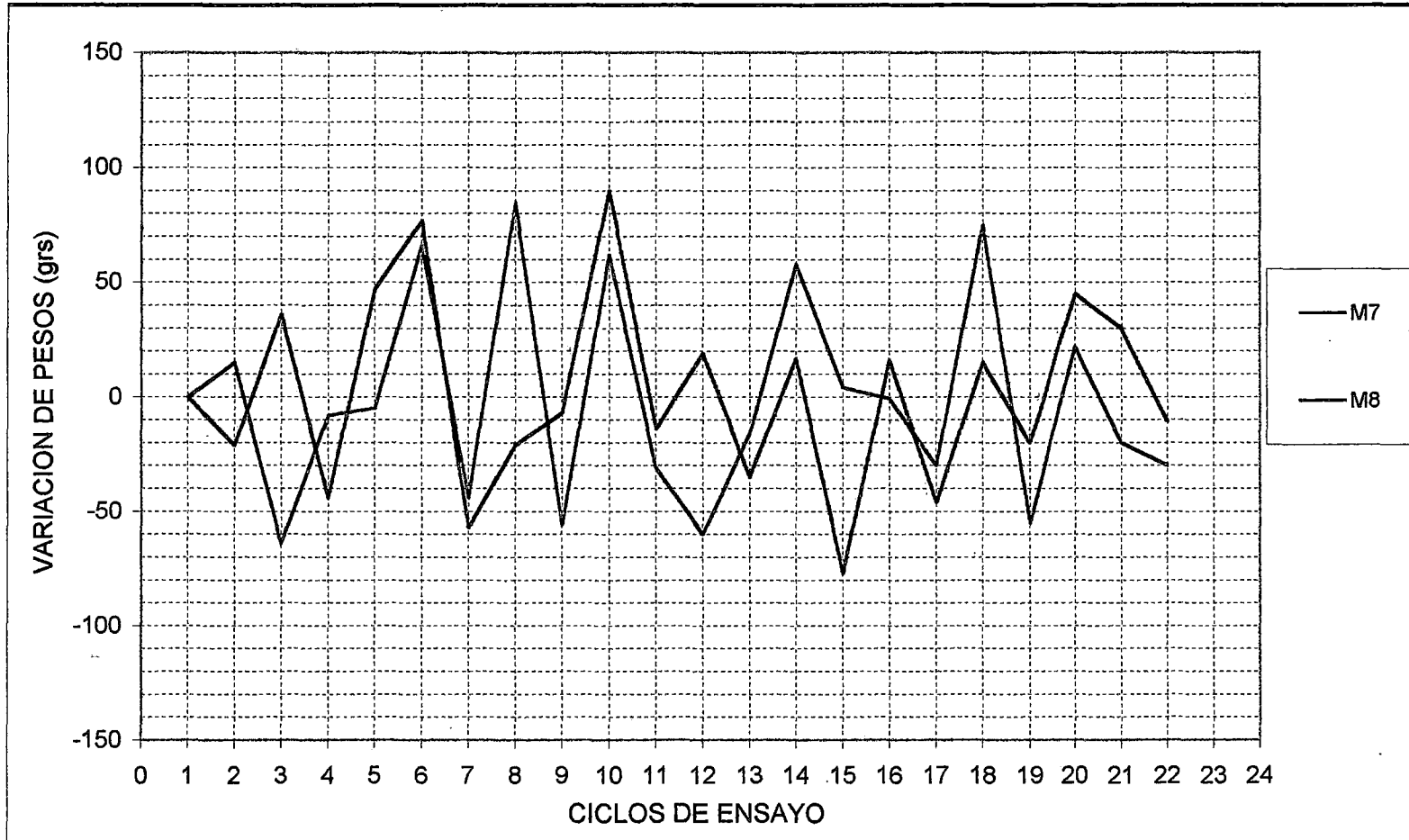
### GRAFICO N°8.2.1.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40



### GRAFICO N° 8.2.1.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40

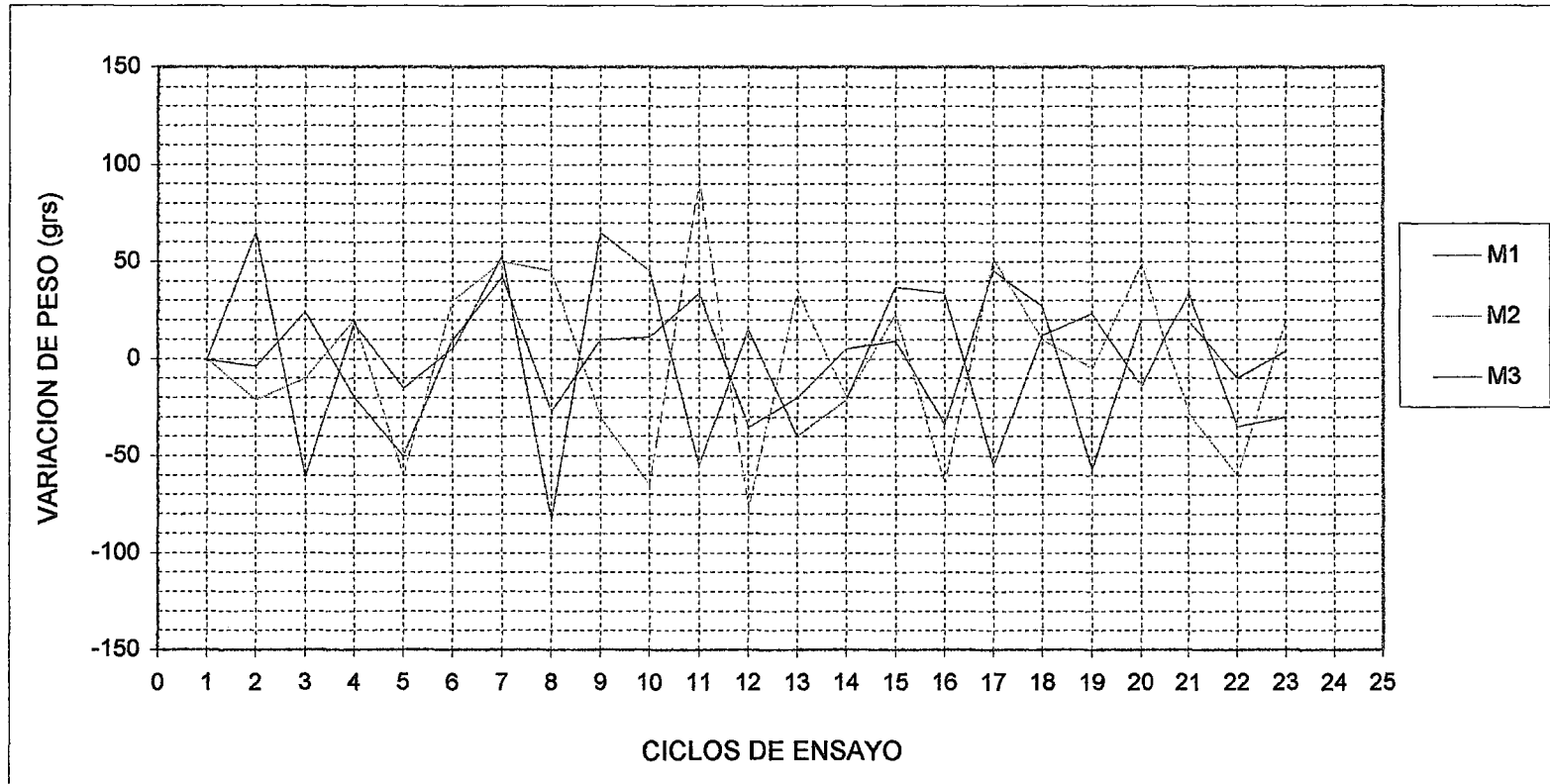


CUADRO 8.2.2

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | -4.00  | -21.00 | 65.00  | 55.00  | -25.00 | -25.00 | -15.00 | -10.00 |
| C3                               | 24.00  | -10.00 | -61.00 | -65.00 | 20.00  | -29.00 | 4.00   | 10.00  |
| C4                               | -20.00 | 20.00  | 18.00  | 29.00  | -45.00 | 9.00   | 24.00  | 21.00  |
| C5                               | -50.00 | -60.00 | -15.00 | 1.00   | -55.00 | -34.00 | -6.00  | -60.00 |
| C6                               | 10.00  | 30.00  | 5.00   | -15.00 | 70.00  | 50.00  | 18.00  | 59.00  |
| C7                               | 42.00  | 50.00  | 53.00  | -85.00 | 30.00  | -25.00 | -65.00 | 5.00   |
| C8                               | -27.00 | 45.00  | -83.00 | 70.00  | 60.00  | 20.00  | 29.00  | 8.00   |
| C9                               | 10.00  | -30.00 | 65.00  | 15.00  | -74.00 | -30.00 | -39.00 | -48.00 |
| C10                              | 11.00  | -65.00 | 45.00  | -15.00 | 68.00  | -15.00 | 75.00  | 15.00  |
| C11                              | 34.00  | 92.00  | -55.00 | -9.00  | 11.00  | 60.00  | 14.00  | 39.00  |
| C12                              | -35.00 | -77.00 | 15.00  | -31.00 | -90.00 | 35.00  | -69.00 | -59.00 |
| C13                              | -20.00 | 35.00  | -40.00 | 55.00  | 35.00  | -81.00 | 20.00  | 10.00  |
| C14                              | 5.00   | -20.00 | -21.00 | 52.00  | 42.00  | 41.00  | 42.00  | 45.00  |
| C15                              | 9.00   | 23.00  | 37.00  | -97.00 | -77.00 | 45.00  | -25.00 | -53.00 |
| C16                              | -34.00 | -64.00 | 34.00  | 80.00  | 35.00  | -30.00 | 12.00  | 38.00  |
| C17                              | 45.00  | 51.00  | -55.00 | -80.00 | -14.00 | 40.00  | -40.00 | 5.00   |
| C18                              | 27.00  | 10.00  | 12.00  | -15.00 | 49.00  | -30.00 | 31.00  | -10.00 |
| C19                              | -57.00 | -5.00  | 23.00  | 25.00  | -39.00 | -56.00 | -5.00  | 15.00  |
| C20                              | 20.00  | 49.00  | -14.00 | 70.00  | 54.00  | 26.00  | -40.00 | -20.00 |
| C21                              | 20.00  | -28.00 | 34.00  | -59.00 | -5.00  | 15.00  | 5.00   | 5.00   |
| C22                              | -10.00 | -60.00 | -35.00 | 14.00  | -45.00 | -40.00 | 20.00  | 20.00  |
| C23                              | 4.00   | 20.00  | -30.00 | -24.00 | 40.00  | 20.00  | 35.00  | -35.00 |

### GRAFICO N°8.2.2.1

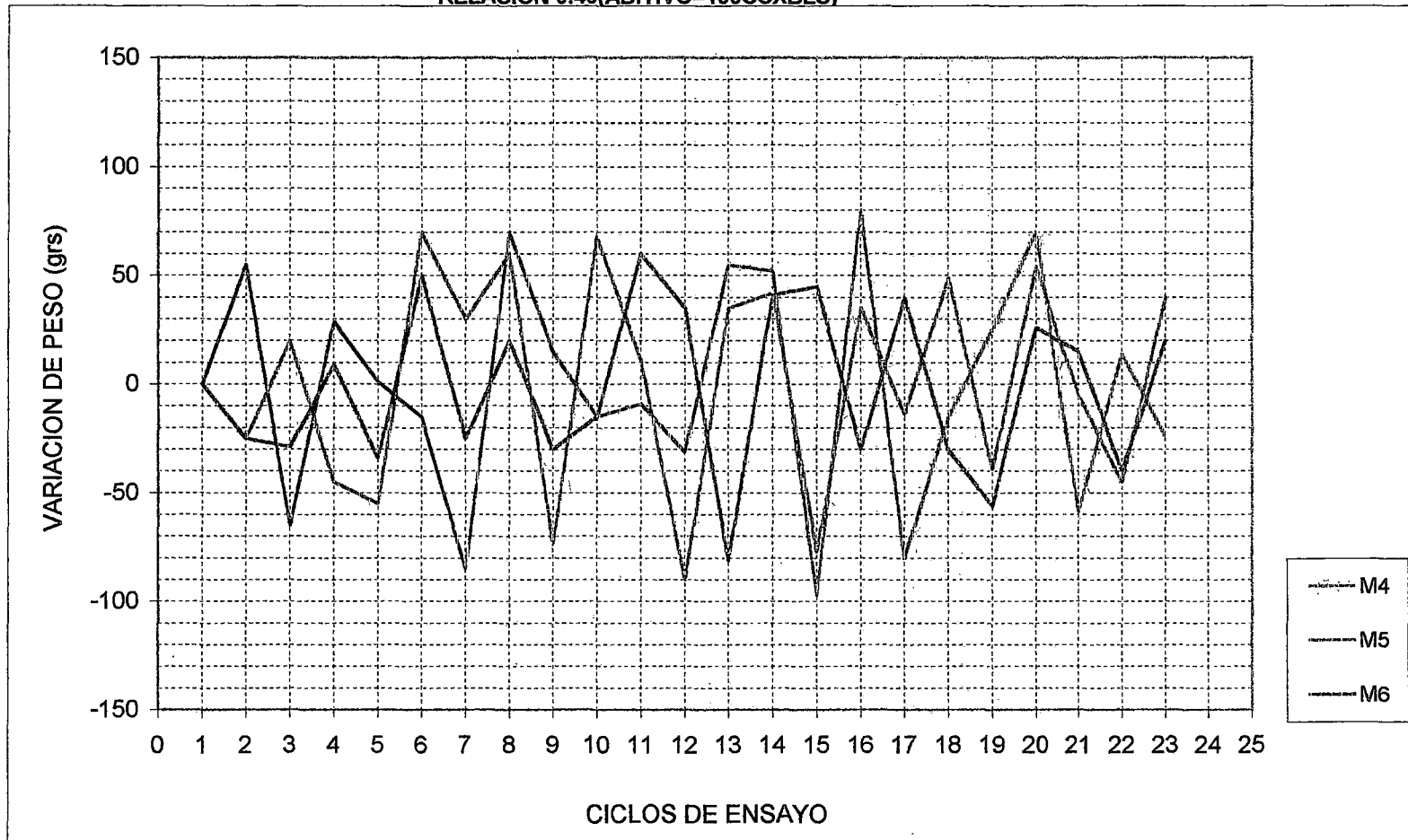
VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40(ADITIVO=100CCXBL)





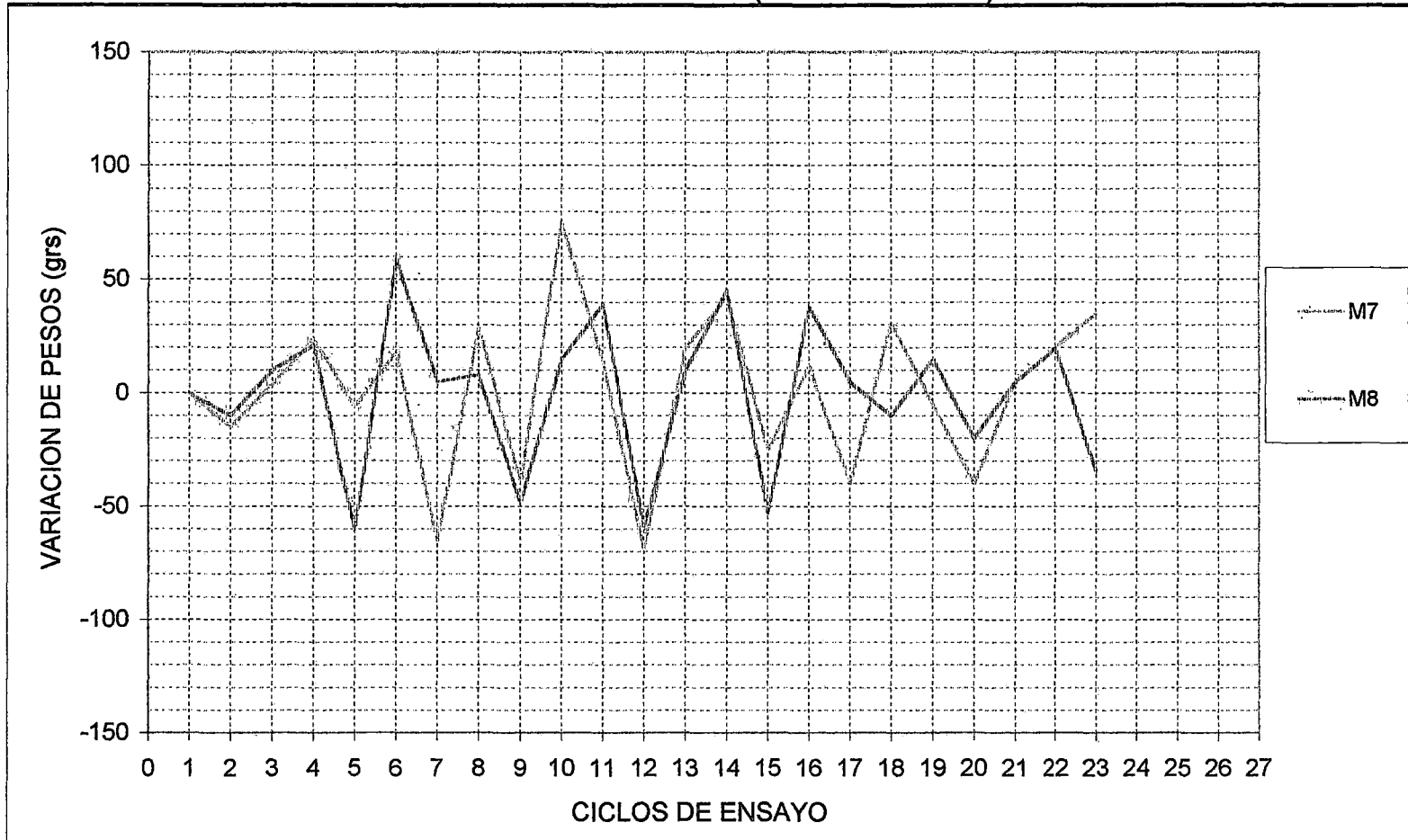
### GRAFICO N° 8.2.2.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40(ADITIVO=100CCXBLS)



### GRAFICO N°8.2.2.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40(ADITIVO=100CCXBL)



CUADRO 8.2.3

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=150CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | -64.00 | -22.00 | 27.00  | 15.00  | 4.00   | -8.00  | -25.00 | -50.00 |
| C3                               | 30.00  | -37.00 | -51.00 | -30.00 | -5.00  | 73.00  | 15.00  | 20.00  |
| C4                               | 20.00  | 20.00  | 30.00  | 10.00  | -15.00 | -50.00 | -6.00  | -30.00 |
| C5                               | -65.00 | -60.00 | 45.00  | -20.00 | 73.00  | 11.00  | -74.00 | -60.00 |
| C6                               | 31.00  | 80.00  | -30.00 | 65.00  | -63.00 | 15.00  | 56.00  | 30.00  |
| C7                               | -21.00 | -49.00 | -20.00 | 10.00  | 30.00  | 19.00  | 19.00  | 73.00  |
| C8                               | 10.00  | 9.00   | -56.00 | -20.00 | -40.00 | -60.00 | 16.00  | 63.00  |
| C9                               | 35.00  | 55.00  | 66.00  | -10.00 | 92.00  | -41.00 | 49.00  | -31.00 |
| C10                              | 25.00  | -25.00 | 45.00  | 45.00  | -77.00 | -30.00 | 6.00   | -45.00 |
| C11                              | 37.00  | 52.00  | -55.00 | -26.00 | 90.00  | 31.00  | -51.00 | 39.00  |
| C12                              | -47.00 | -62.00 | -40.00 | -53.00 | -69.00 | 65.00  | 75.00  | 41.00  |
| C13                              | 15.00  | 50.00  | 55.00  | 9.00   | -24.00 | 45.00  | -55.00 | -75.00 |
| C14                              | -40.00 | -59.00 | 52.00  | 5.00   | -22.00 | -50.00 | -66.00 | 30.00  |
| C15                              | 9.00   | -15.00 | -57.00 | 45.00  | 64.00  | -19.00 | 16.00  | -53.00 |
| C16                              | -34.00 | 38.00  | 31.00  | 14.00  | -4.00  | 4.00   | -50.00 | 8.00   |
| C17                              | 45.00  | -4.00  | -16.00 | -24.00 | -45.00 | -25.00 | 60.00  | 45.00  |
| C18                              | 30.00  | -25.00 | -60.00 | -5.00  | 55.00  | 26.00  | 47.00  | -47.00 |
| C19                              | -60.00 | 30.00  | -7.00  | -45.00 | 20.00  | -66.00 | -41.00 | 71.00  |
| C20                              | 60.00  | 20.00  | 57.00  | 15.00  | 20.00  | 50.00  | 34.00  | -34.00 |
| C21                              | -35.00 | -55.00 | 10.00  | 35.00  | -5.00  | -15.00 | -25.00 | -27.00 |
| C22                              | -15.00 | 30.00  | 20.00  | 10.00  | -16.00 | 25.00  | 41.00  | 7.00   |
| C23                              | -19.00 | -30.00 | -65.00 | -40.00 | -71.00 | -30.00 | -2.00  | 6.00   |
| C24                              | -12.00 | -6.00  | -13.00 | -15.00 | -15.00 | 15.00  | -4.00  | 4.00   |

NOTA:

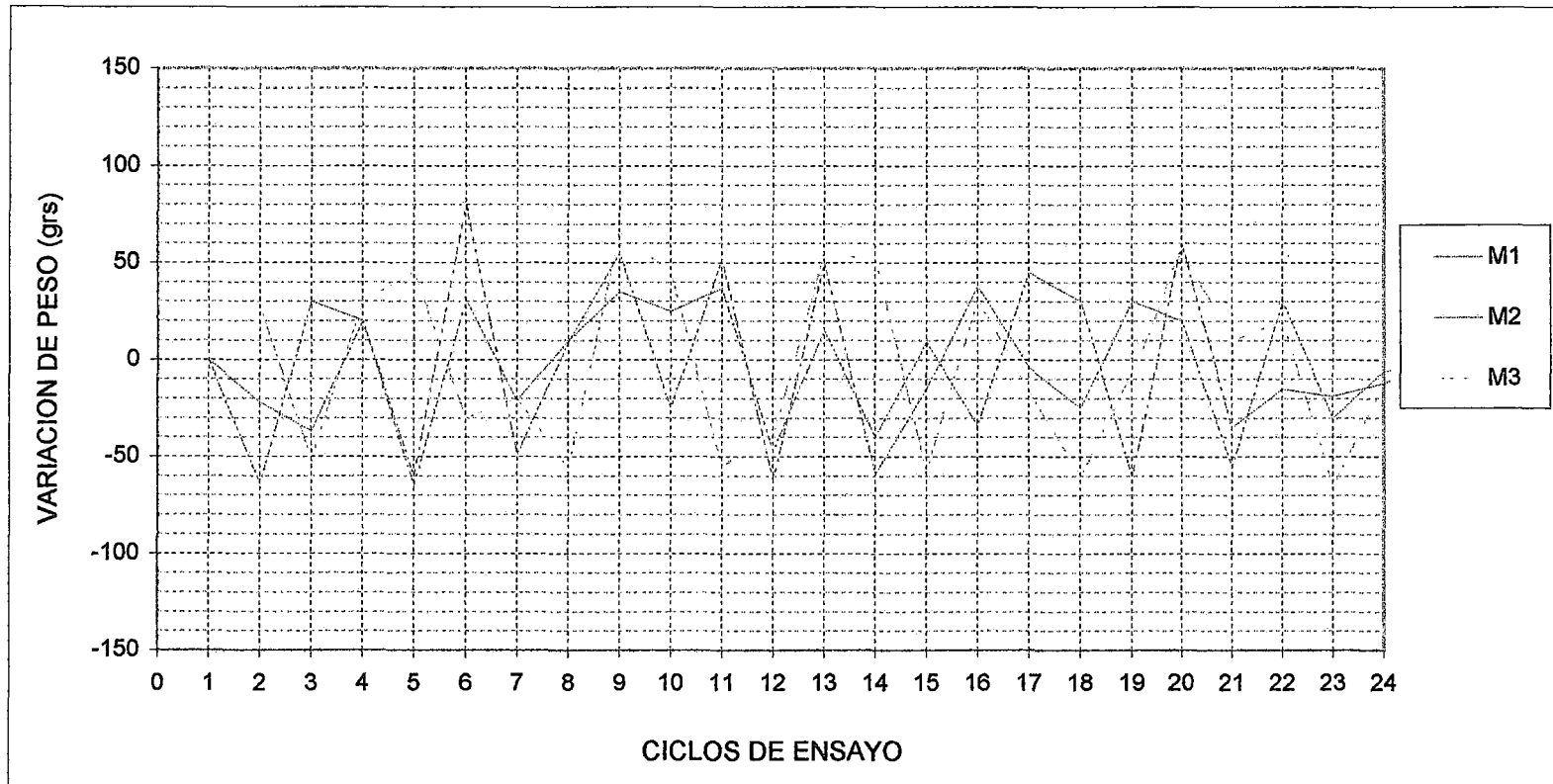
SE TOMARON 8 MUESTRAS

Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST

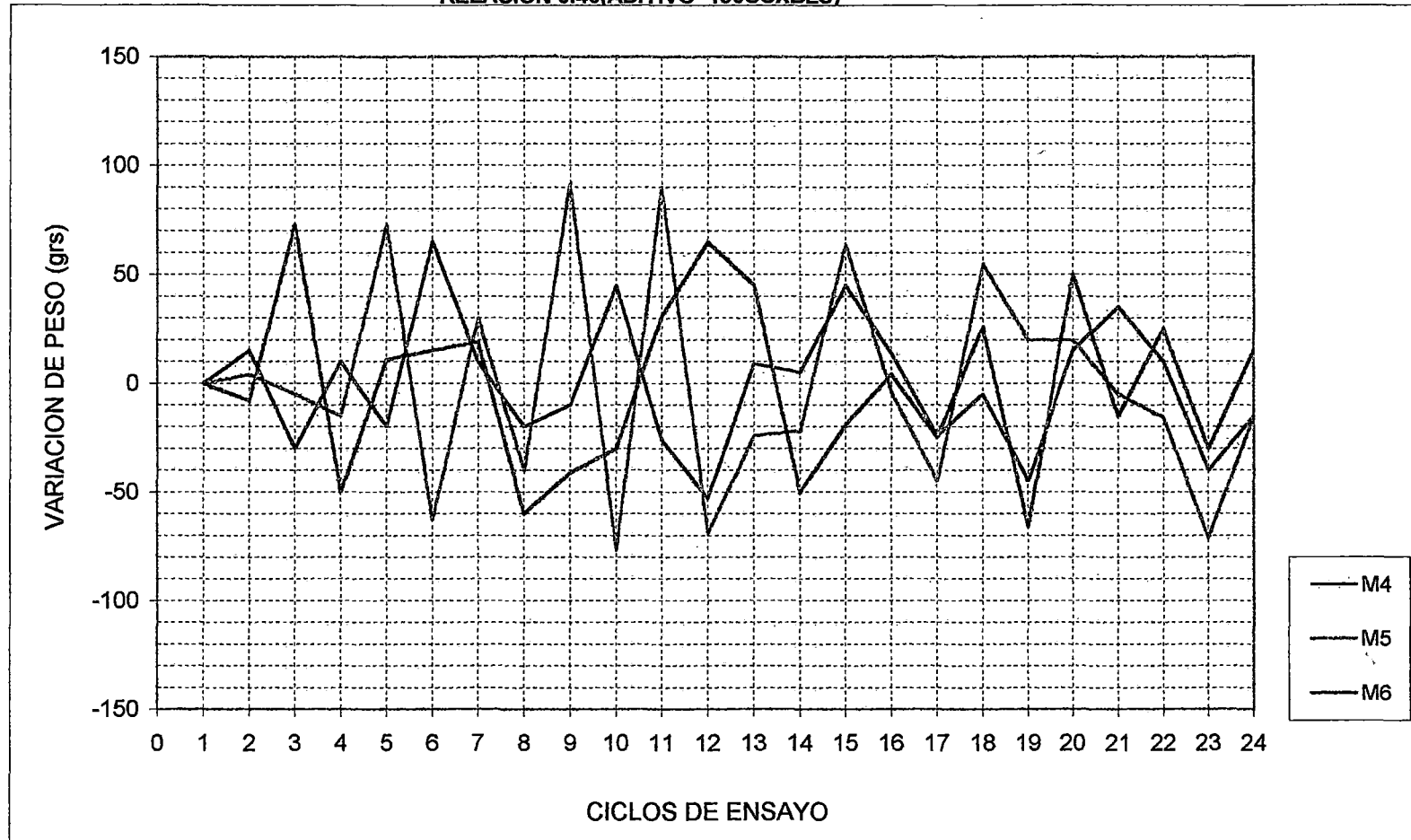
### GRAFICO N° 8.2.3.1

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40(ADITIVO=150CCXBL)



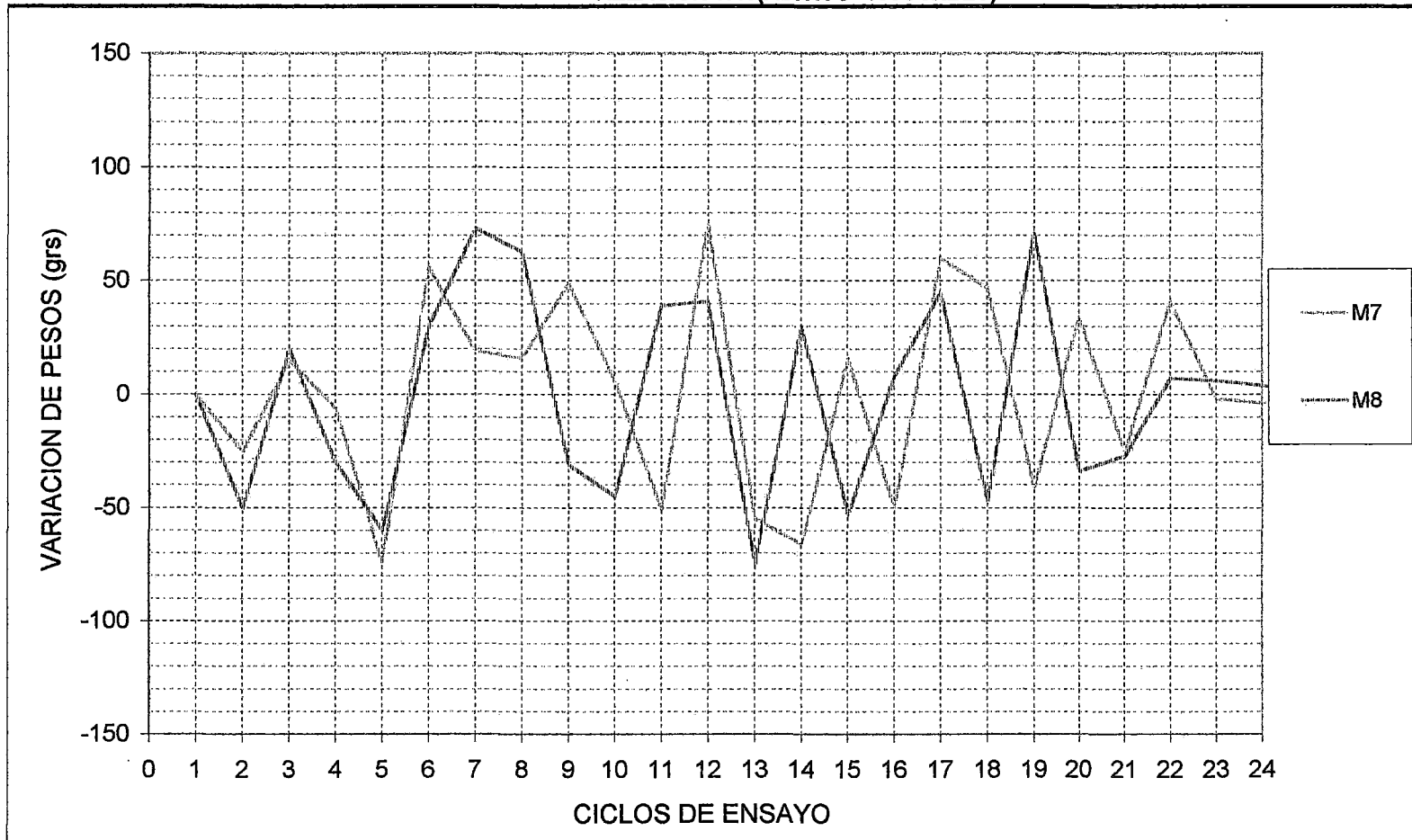
### GRAFICO N° 8.2.3.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40(ADITIVO=150CCXBL)



### GRAFICO N° 8.2.3.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40(ADITIVO=150CCXBL)



CUADRO 8.2.4

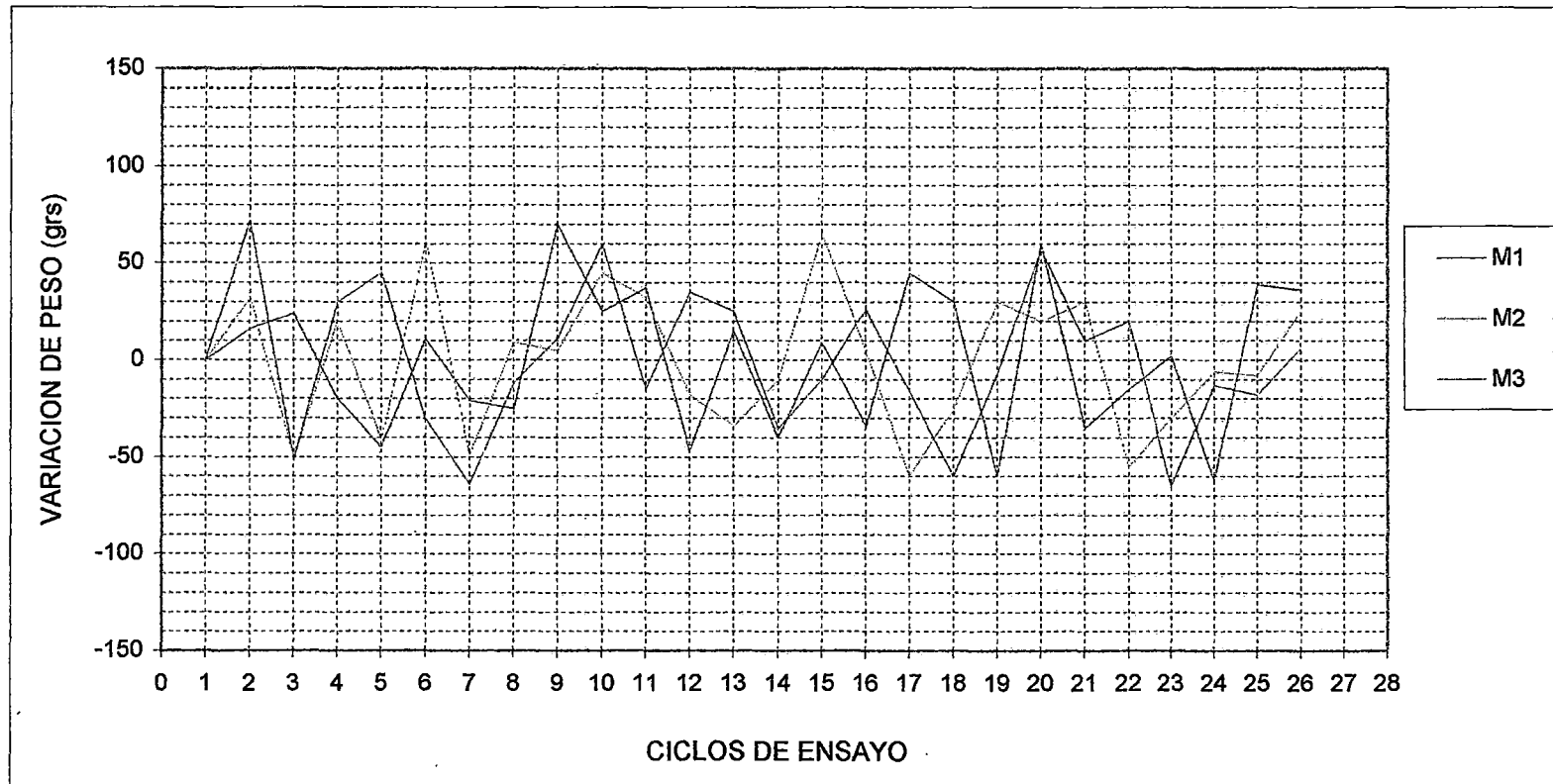
| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=200CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | 16.00  | 32.00  | 72.00  | 24.00  | -7.00  | 22.00  | -20.00 | -50.00 |
| C3                               | 24.00  | -50.00 | -51.00 | -30.00 | -30.00 | -33.00 | -45.00 | 20.00  |
| C4                               | -20.00 | 20.00  | 30.00  | 73.00  | -33.00 | 40.00  | 15.00  | -30.00 |
| C5                               | -45.00 | -41.00 | 45.00  | -83.00 | 48.00  | -24.00 | -35.00 | -60.00 |
| C6                               | 11.00  | 61.00  | -30.00 | 65.00  | 5.00   | 66.00  | 56.00  | 30.00  |
| C7                               | -21.00 | -49.00 | -64.00 | 44.00  | -10.00 | -51.00 | 19.00  | 73.00  |
| C8                               | -25.00 | 9.00   | -12.00 | -24.00 | 30.00  | 13.00  | 16.00  | 63.00  |
| C9                               | 70.00  | 5.00   | 11.00  | -55.00 | -30.00 | 12.00  | 49.00  | -31.00 |
| C10                              | 25.00  | 45.00  | 60.00  | 15.00  | 60.00  | 28.00  | 25.00  | -45.00 |
| C11                              | 37.00  | 32.00  | -15.00 | 65.00  | 45.00  | -83.00 | 22.00  | 39.00  |
| C12                              | -47.00 | -18.00 | 35.00  | -30.00 | -69.00 | 65.00  | -17.00 | 41.00  |
| C13                              | 15.00  | -34.00 | 25.00  | -35.00 | 65.00  | 45.00  | -55.00 | -87.00 |
| C14                              | -40.00 | -10.00 | -35.00 | 77.00  | -85.00 | -55.00 | 32.00  | 42.00  |
| C15                              | 9.00   | 65.00  | -10.00 | -7.00  | 14.00  | -9.00  | -25.00 | -53.00 |
| C16                              | -34.00 | 5.00   | 26.00  | -31.00 | 25.00  | -46.00 | -17.00 | 8.00   |
| C17                              | 45.00  | -60.00 | -16.00 | -24.00 | 14.00  | 15.00  | 42.00  | 45.00  |
| C18                              | 30.00  | -25.00 | -60.00 | -5.00  | -29.00 | 31.00  | -25.00 | -47.00 |
| C19                              | -60.00 | 30.00  | -7.00  | 17.00  | -14.00 | 14.00  | 12.00  | 32.00  |
| C20                              | 60.00  | 20.00  | 57.00  | -47.00 | 54.00  | -4.00  | -40.00 | 5.00   |
| C21                              | -35.00 | 30.00  | 10.00  | 35.00  | -5.00  | -41.00 | 31.00  | -27.00 |
| C22                              | -15.00 | -55.00 | 20.00  | 10.00  | -6.00  | 25.00  | 6.00   | 7.00   |
| C23                              | 2.00   | -30.00 | -65.00 | -40.00 | -71.00 | -30.00 | 4.00   | -20.00 |
| C24                              | -62.00 | -6.00  | -13.00 | -15.00 | -49.00 | 15.00  | -40.00 | -7.00  |
| C25                              | 39.00  | -8.00  | -18.00 | 21.00  | 66.00  | -14.00 | 20.00  | 14.00  |
| C26                              | 36.00  | 25.00  | 6.00   | -10.00 | -15.00 | -3.00  | -37.00 | -2.00  |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

### GRAFICO N°8.2.4.1

#### VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

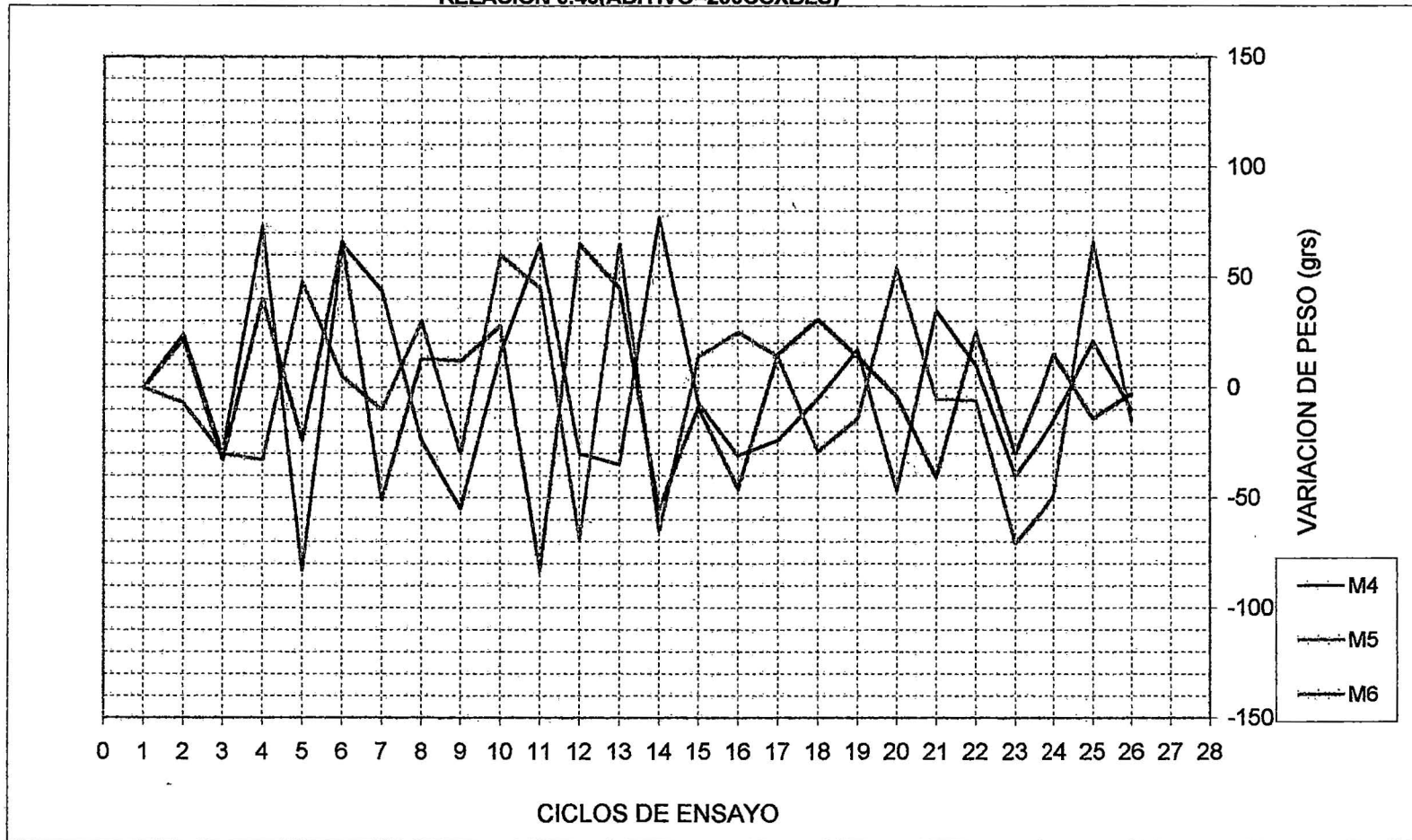
RELACION 0.40(ADITIVO=200CCXBL)





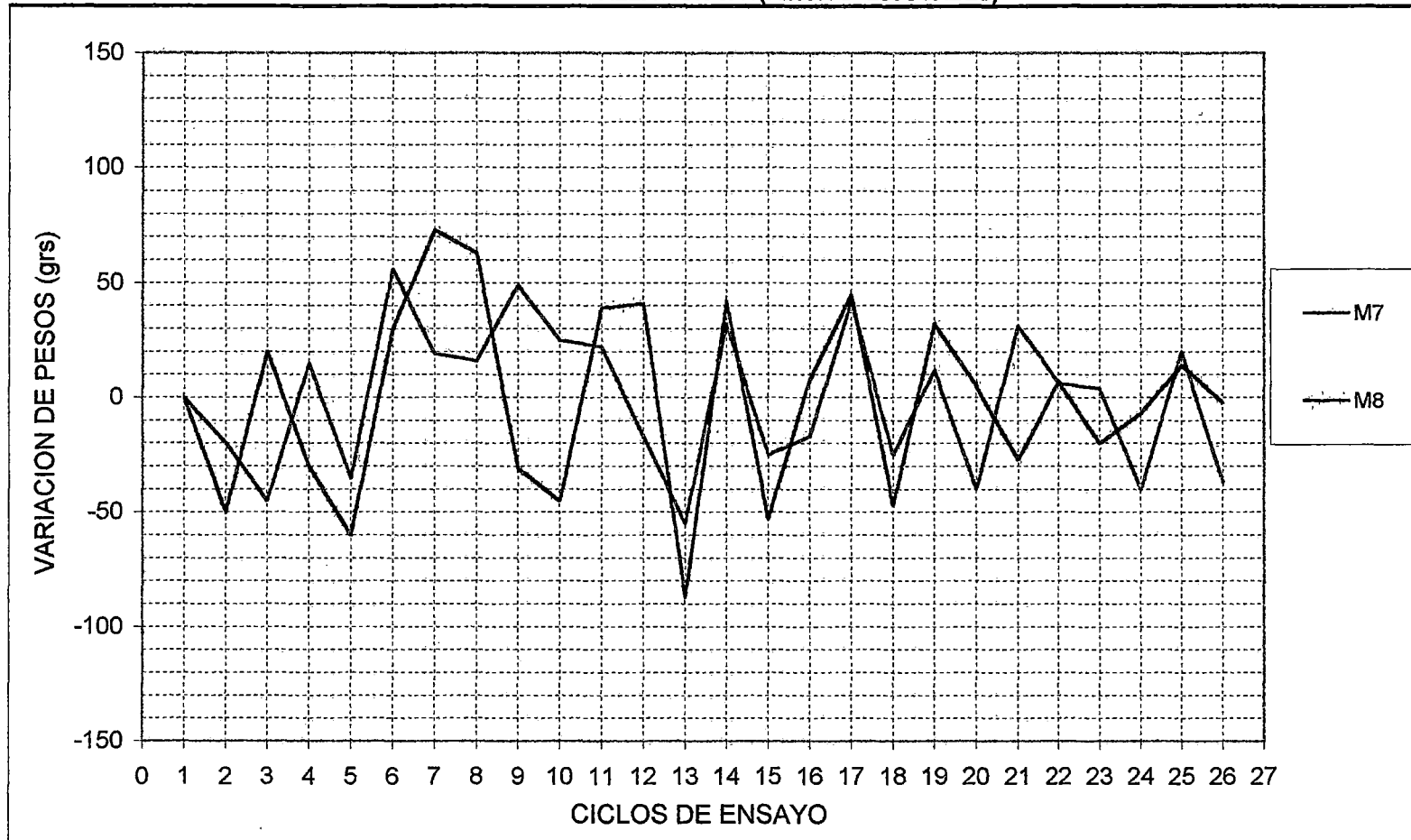
### GRAFICO N° 8.2.4.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40(ADITIVO=200CCXBLS)



### GRAFICO N° 8.2.4.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.40(ADITIVO=200CCXBL)

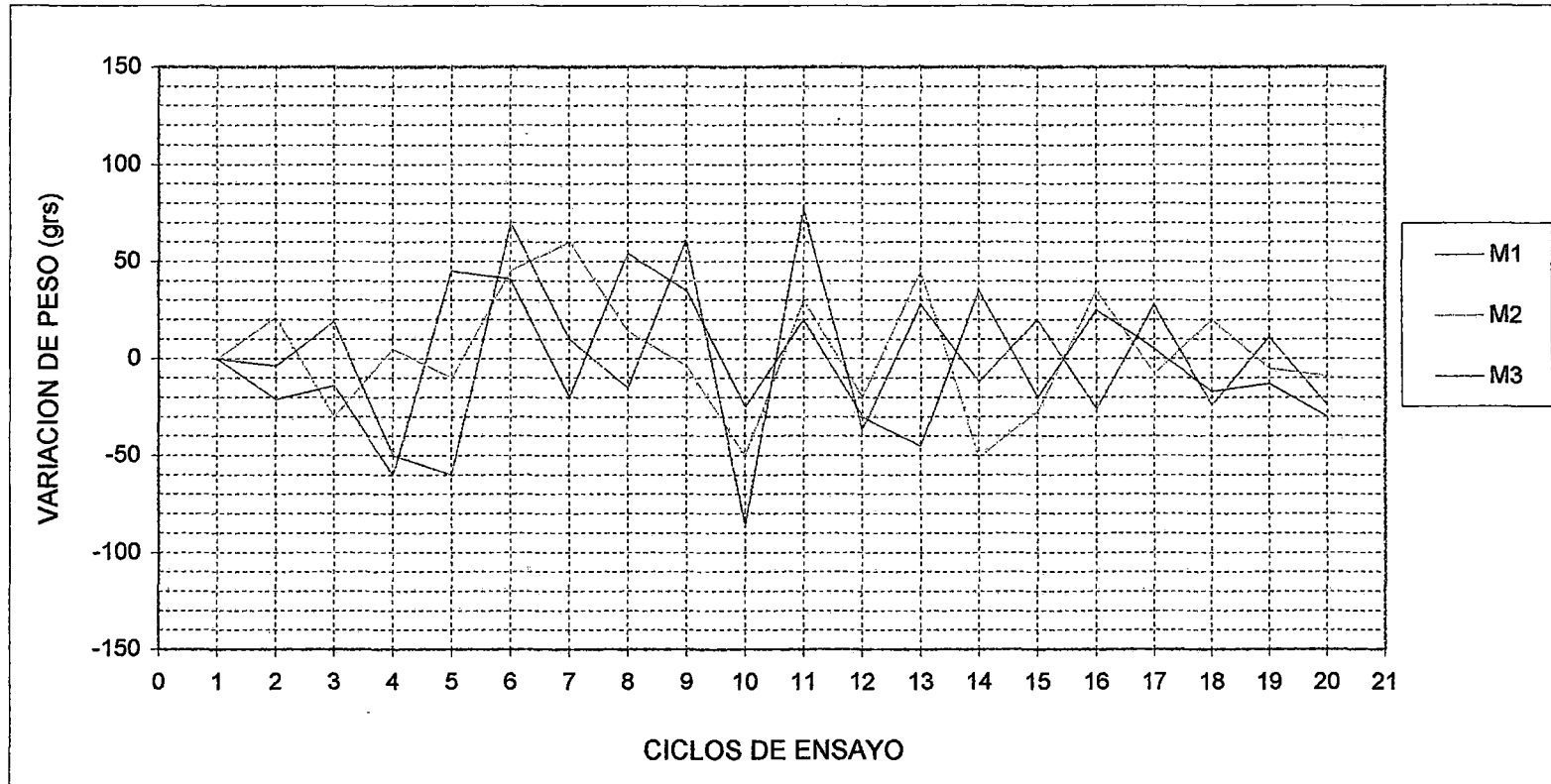


CUADRO 8.2.5

| Variación de pesos (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                   | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                       | -21.00 | 21.00  | -4.00  | -14.00 | 8.00   | 10.00  | 50.00  | -21.00 |
| C3                       | -14.00 | -30.00 | 19.00  | -81.00 | -23.00 | -95.00 | -39.00 | -88.00 |
| C4                       | -60.00 | 5.00   | -50.00 | 75.00  | 9.00   | 27.00  | 9.00   | 89.00  |
| C5                       | 45.00  | -10.00 | -60.00 | -80.00 | -34.00 | -7.00  | -30.00 | -50.00 |
| C6                       | 41.00  | 45.00  | 70.00  | 40.00  | -18.00 | -35.00 | 82.00  | -15.00 |
| C7                       | -20.00 | 60.00  | 10.00  | 35.00  | 48.00  | 84.00  | 23.00  | 95.00  |
| C8                       | 54.00  | 14.00  | -15.00 | 33.00  | 4.00   | 17.00  | 75.00  | -75.00 |
| C9                       | 35.00  | -4.00  | 61.00  | -63.00 | 25.00  | 13.00  | -76.00 | 40.00  |
| C10                      | -25.00 | -50.00 | -86.00 | 66.00  | -75.00 | -63.00 | -34.00 | 21.00  |
| C11                      | 20.00  | 30.00  | 77.00  | 4.00   | 1.00   | 4.00   | 25.00  | -5.00  |
| C12                      | -30.00 | -20.00 | -37.00 | -25.00 | 30.00  | 34.00  | -10.00 | 39.00  |
| C13                      | -45.00 | 45.00  | 28.00  | 20.00  | -10.00 | 8.00   | 15.00  | -50.00 |
| C14                      | 35.00  | -51.00 | -12.00 | 29.00  | 35.00  | 3.00   | -15.00 | 45.00  |
| C15                      | -20.00 | -27.00 | 20.00  | -64.00 | 10.00  | -20.00 | 17.00  | -39.00 |
| C16                      | 25.00  | 35.00  | -26.00 | 49.00  | 6.00   | 15.00  | 24.00  | 15.00  |
| C17                      | 5.00   | -8.00  | 28.00  | 6.00   | -5.00  | 5.00   | 19.00  | 9.00   |
| C18                      | -17.00 | 20.00  | -24.00 | 8.00   | -10.00 | -6.00  | -49.00 | -15.00 |
| C19                      | -13.00 | -5.00  | 11.00  | -18.00 | -5.00  | 1.00   | 33.00  | 20.00  |
| C20                      | -30.00 | -9.00  | -24.00 | 15.00  | 13.00  | 14.00  | -20.00 | -9.00  |

### GRAFICO N°8.2.5.1

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45



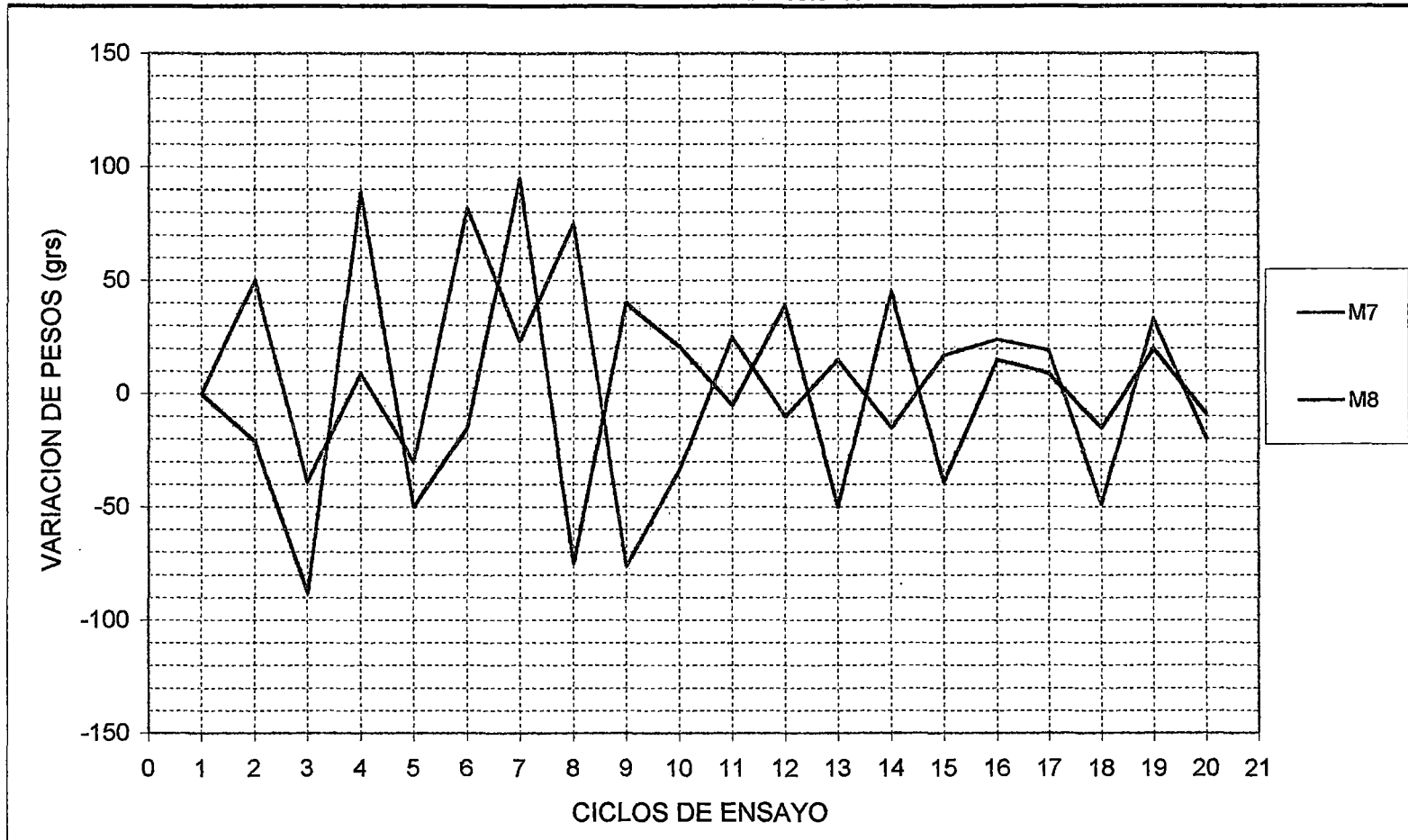
### GRAFICO N° 8.2.5.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45



### GRAFICO N°8.2.5.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45



CUADRO 8.2.6

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | 10.00  | -73.00 | -47.00 | 10.00  | -39.00 | -5.00  | 10.00  | -1.00  |
| C3                               | -2.00  | 85.00  | 36.00  | -15.00 | 79.00  | 12.00  | -20.00 | 51.00  |
| C4                               | -58.00 | -70.00 | -76.00 | -55.00 | -50.00 | -53.00 | -64.00 | -70.00 |
| C5                               | 50.00  | 75.00  | -5.00  | 75.00  | -29.00 | -16.00 | 93.00  | -10.00 |
| C6                               | 10.00  | 54.00  | 66.00  | -17.00 | 38.00  | 32.00  | 15.00  | -5.00  |
| C7                               | -25.00 | -99.00 | -14.00 | 77.00  | -58.00 | 10.00  | -71.00 | 46.00  |
| C8                               | 15.00  | 76.00  | 55.00  | -52.00 | 80.00  | -10.00 | 43.00  | -37.00 |
| C9                               | 65.00  | -26.00 | -85.00 | 6.00   | 74.00  | 10.00  | 45.00  | 96.00  |
| C10                              | -65.00 | 26.00  | 88.00  | 17.00  | -79.00 | 21.00  | -10.00 | -15.00 |
| C11                              | -1.00  | -27.00 | 3.00   | -27.00 | 4.00   | 60.00  | 41.00  | 7.00   |
| C12                              | 11.00  | -21.00 | -46.00 | 81.00  | 25.00  | 14.00  | -36.00 | 33.00  |
| C13                              | 92.00  | 98.00  | -30.00 | -55.00 | 52.00  | -60.00 | -70.00 | -40.00 |
| C14                              | -77.00 | -70.00 | 73.00  | 65.00  | 16.00  | 19.00  | 55.00  | 50.00  |
| C15                              | 35.00  | 14.00  | -83.00 | -16.00 | -37.00 | -84.00 | -46.00 | -79.00 |
| C16                              | -14.00 | -14.00 | 65.00  | -34.00 | -74.00 | 80.00  | 51.00  | 24.00  |
| C17                              | 34.00  | -21.00 | 45.00  | -20.00 | 90.00  | 50.00  | 42.00  | 60.00  |
| C18                              | -35.00 | 69.00  | -55.00 | -25.00 | -11.00 | -59.00 | -27.00 | -6.00  |
| C19                              | -14.00 | -36.00 | 20.00  | 32.00  | -30.00 | 14.00  | 15.00  | -34.00 |
| C20                              | -1.00  | 18.00  | -5.00  | 38.00  | 25.00  | -14.00 | -15.00 | -5.00  |
| C21                              | -15.00 | -16.00 | -6.00  | -35.00 | 4.00   | -31.00 | 11.00  | -15.00 |
| C22                              | 13.00  | -14.00 | -5.00  | -6.00  | -18.00 | -4.00  | -15.00 | -2.00  |

NOTA:

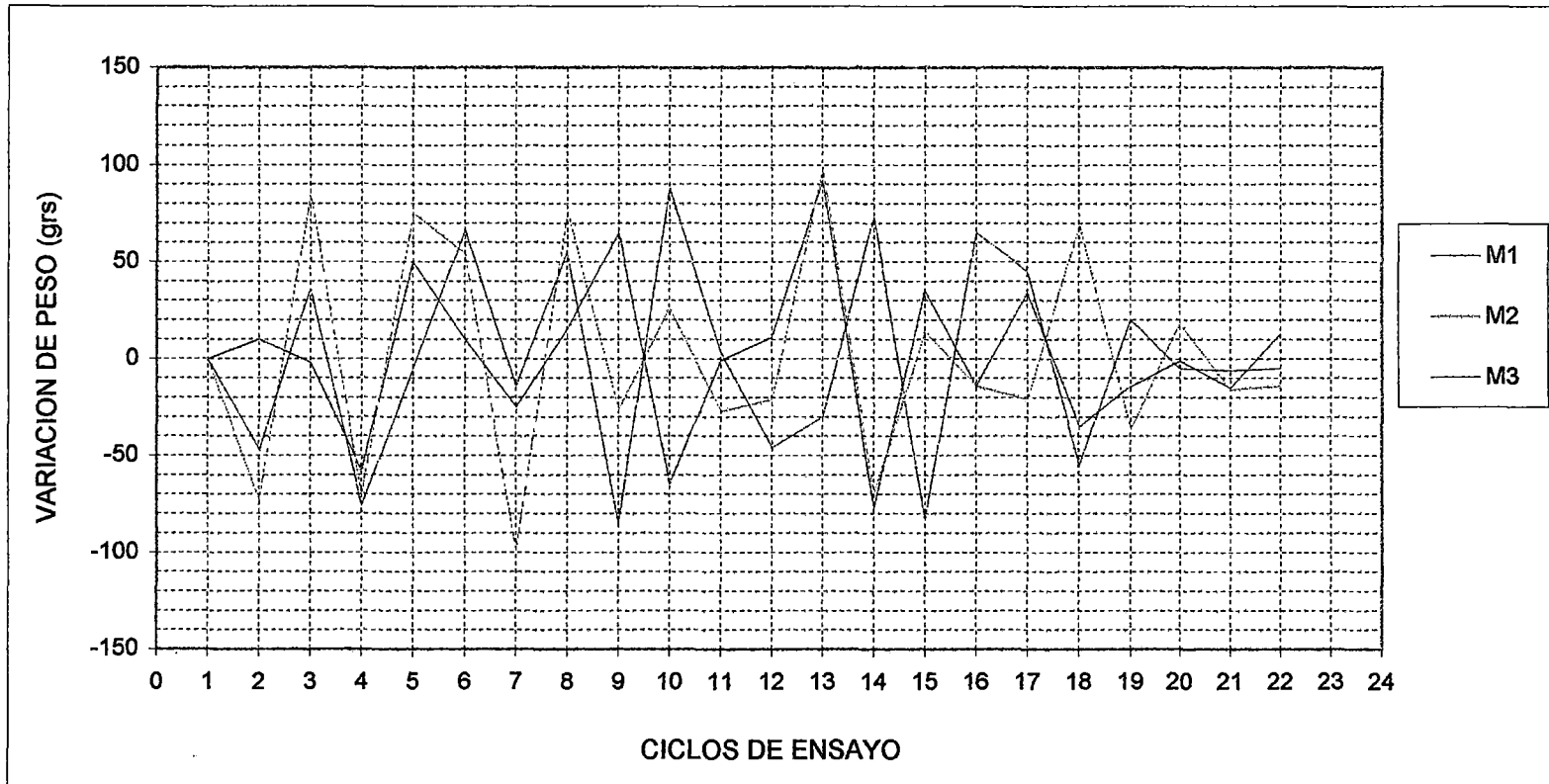
SE TOMARON 8 MUESTRAS

Mi=Nro. De Muestra

Aditivo CHEMAPLAST

### GRAFICO N° 8.2.6.1

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45(ADITIVO=100CCXBL)

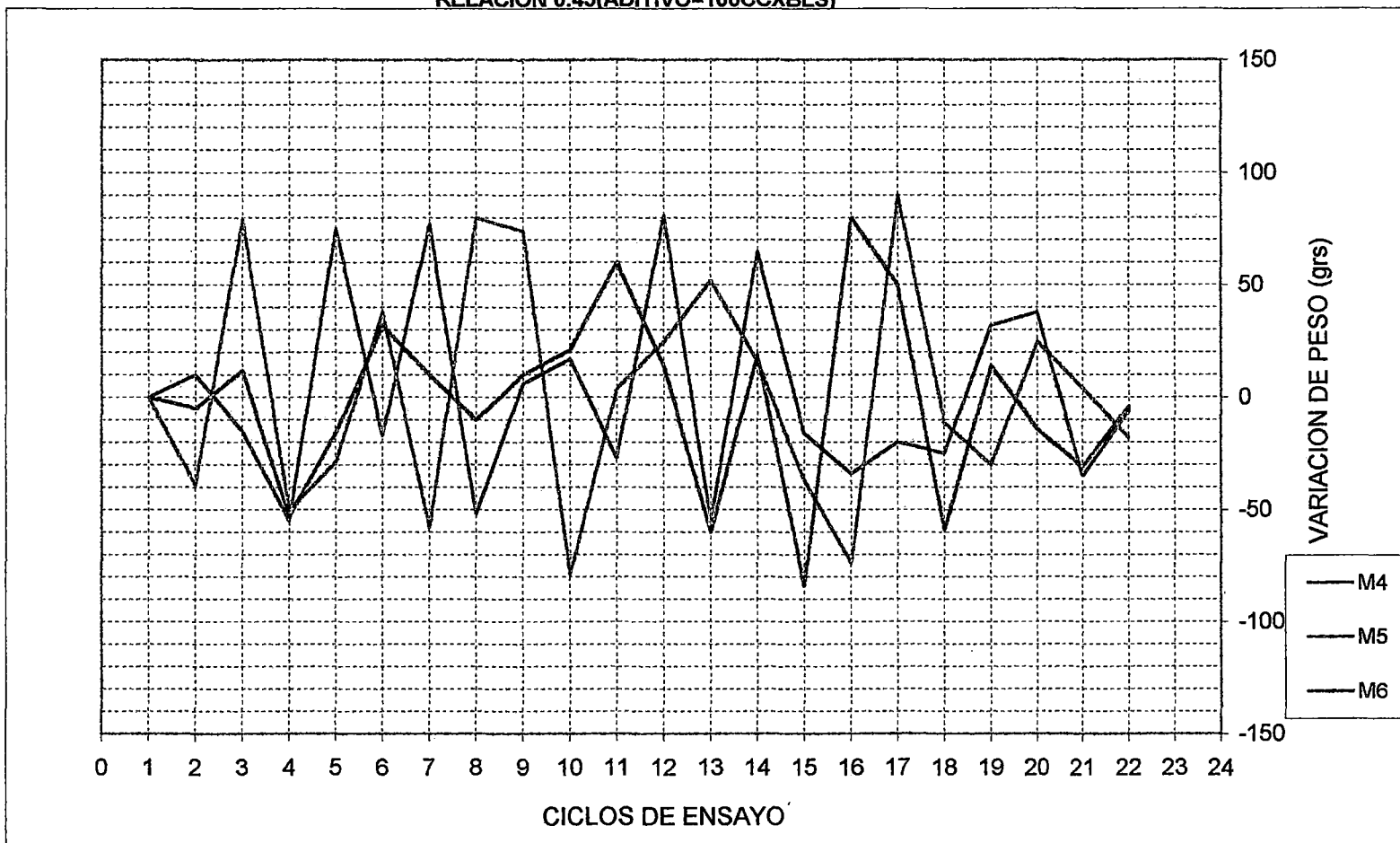




### GRAFICO N° 8.2.6.2

#### VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

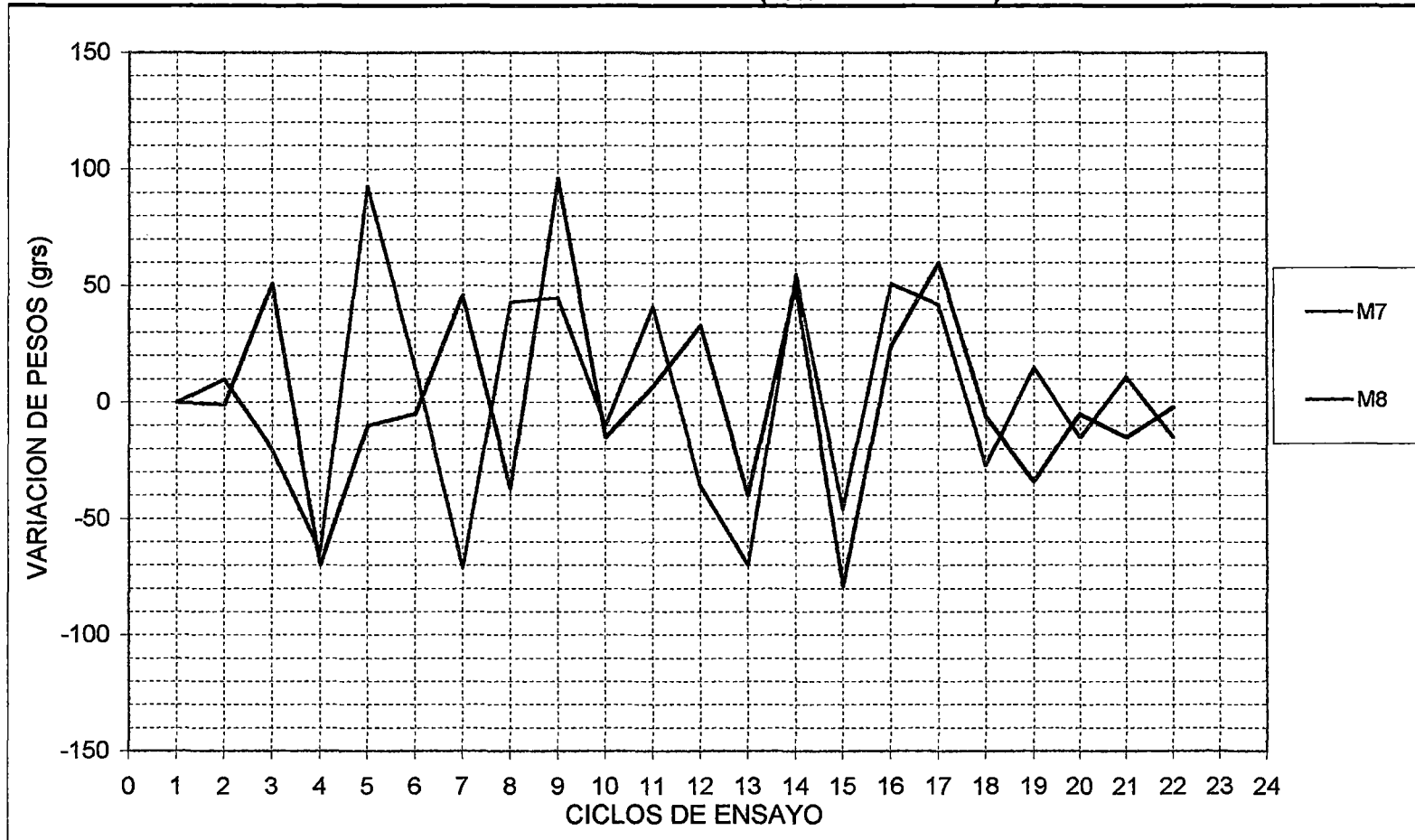
RELACION 0.45(ADITIVO=100CCXBL)



### GRAFICO N° 8.2.6.3

#### VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

RELACION 0.45(ADITIVO=100CCXBL)



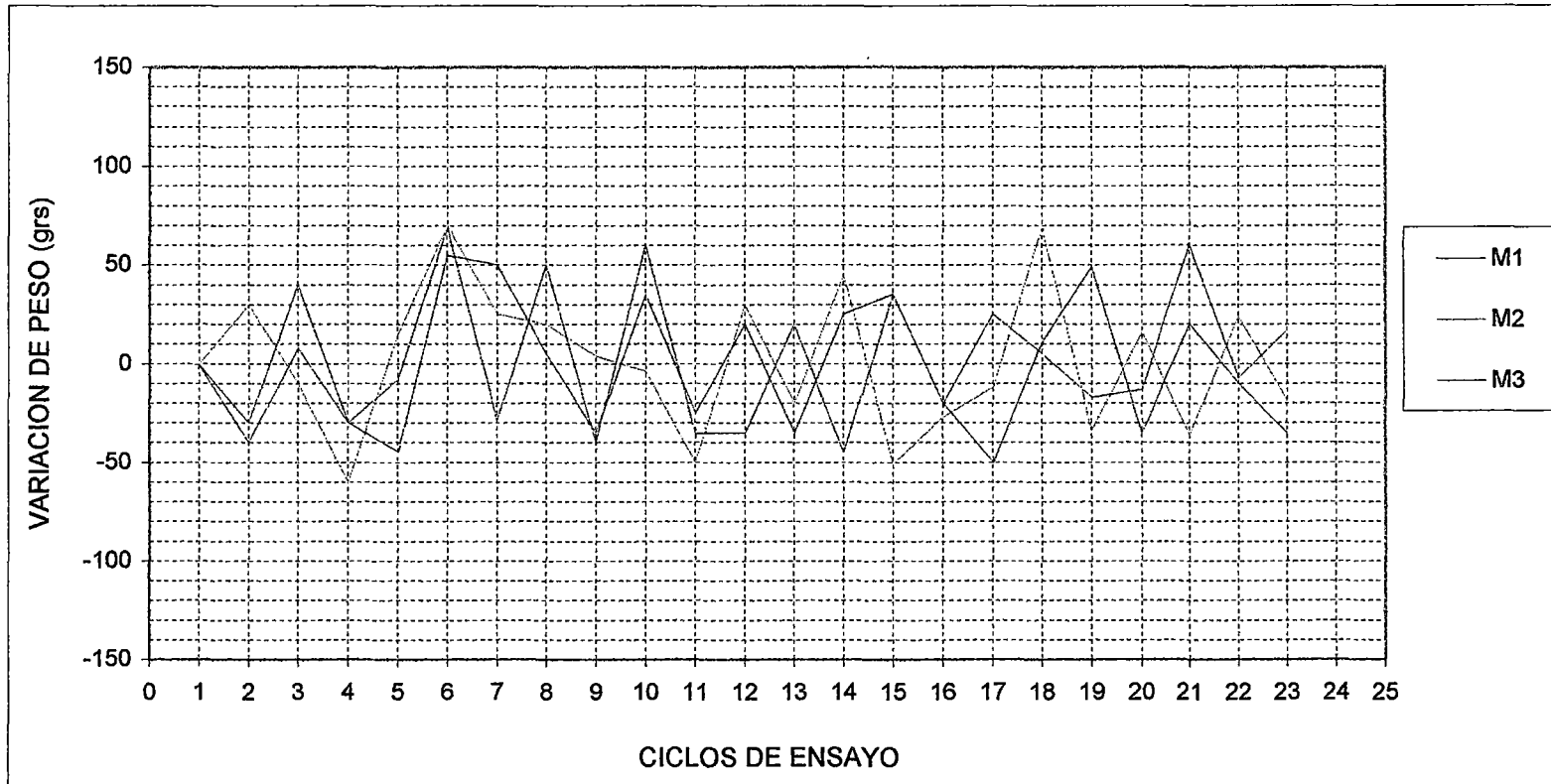
CUADRO 8.2.7

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45(ADITIVO=150CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | -30.00 | 30.00  | -40.00 | 25.00  | -16.00 | 20.00  | 35.00  | 10.00  |
| C3                               | 40.00  | -10.00 | 8.00   | -40.00 | 25.00  | 55.00  | -38.00 | -11.00 |
| C4                               | -30.00 | -60.00 | -30.00 | -50.00 | -36.00 | -96.00 | -82.00 | -59.00 |
| C5                               | -45.00 | 15.00  | -8.00  | -40.00 | -29.00 | -16.00 | 80.00  | -20.00 |
| C6                               | 55.00  | 70.00  | 69.00  | 78.00  | 38.00  | 32.00  | 28.00  | 54.00  |
| C7                               | 50.00  | 25.00  | -29.00 | -23.00 | 42.00  | 40.00  | -8.00  | -19.00 |
| C8                               | 5.00   | 20.00  | 50.00  | 70.00  | 40.00  | -30.00 | 45.00  | 54.00  |
| C9                               | -35.00 | 4.00   | -40.00 | 15.00  | 5.00   | 55.00  | -15.00 | -5.00  |
| C10                              | 35.00  | -4.00  | 60.00  | -15.00 | 9.00   | -55.00 | 15.00  | -30.00 |
| C11                              | -25.00 | -50.00 | -35.00 | -40.00 | -79.00 | 21.00  | 5.00   | 39.00  |
| C12                              | 20.00  | 30.00  | -35.00 | -30.00 | 25.00  | 9.00   | 20.00  | -49.00 |
| C13                              | -35.00 | -20.00 | 20.00  | 60.00  | -55.00 | -60.00 | -55.00 | -20.00 |
| C14                              | 25.00  | 45.00  | -45.00 | -35.00 | 10.00  | 82.00  | 12.00  | 30.00  |
| C15                              | 35.00  | -51.00 | 35.00  | 25.00  | 10.00  | -42.00 | -47.00 | 15.00  |
| C16                              | -20.00 | -27.00 | -20.00 | 35.00  | 10.00  | -20.00 | 75.00  | -39.00 |
| C17                              | -50.00 | -12.00 | 25.00  | 20.00  | 60.00  | 65.00  | 10.00  | 9.00   |
| C18                              | 11.00  | 69.00  | 5.00   | 30.00  | 10.00  | 25.00  | -35.00 | 30.00  |
| C19                              | 49.00  | -34.00 | -17.00 | -48.00 | -35.00 | -35.00 | -10.00 | 15.00  |
| C20                              | -35.00 | 16.00  | -13.00 | -19.00 | -10.00 | 4.00   | -35.00 | -20.00 |
| C21                              | 20.00  | -36.00 | 60.00  | -18.00 | -27.00 | -59.00 | -40.00 | 5.00   |
| C22                              | -10.00 | 24.00  | -7.00  | 5.00   | -3.00  | 20.00  | 95.00  | -15.00 |
| C23                              | -35.00 | -19.00 | 17.00  | -5.00  | -6.00  | 42.00  | -13.00 | -30.00 |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

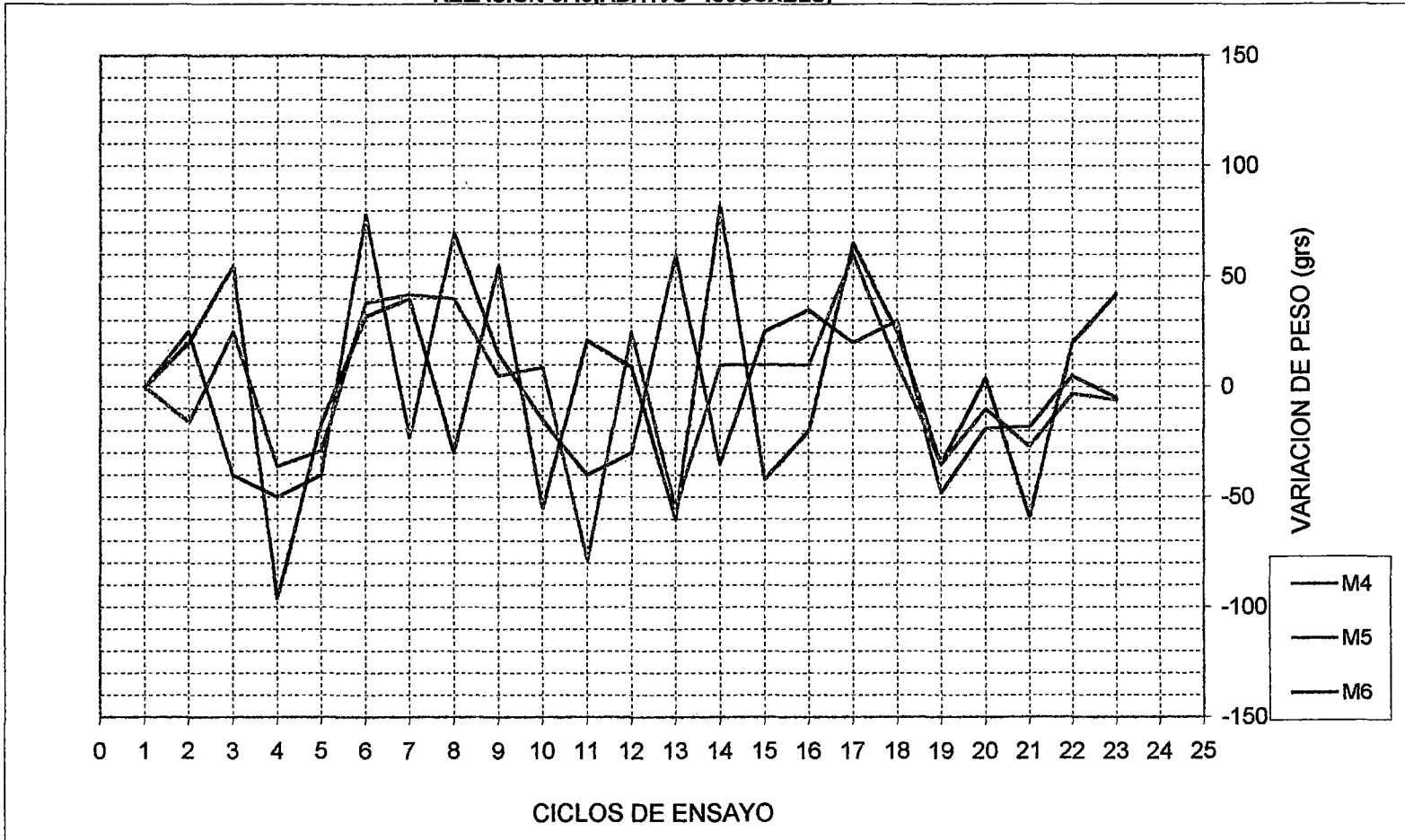
### GRAFICO N° 8.2.7.1

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45(ADITIVO=150CCXBL)



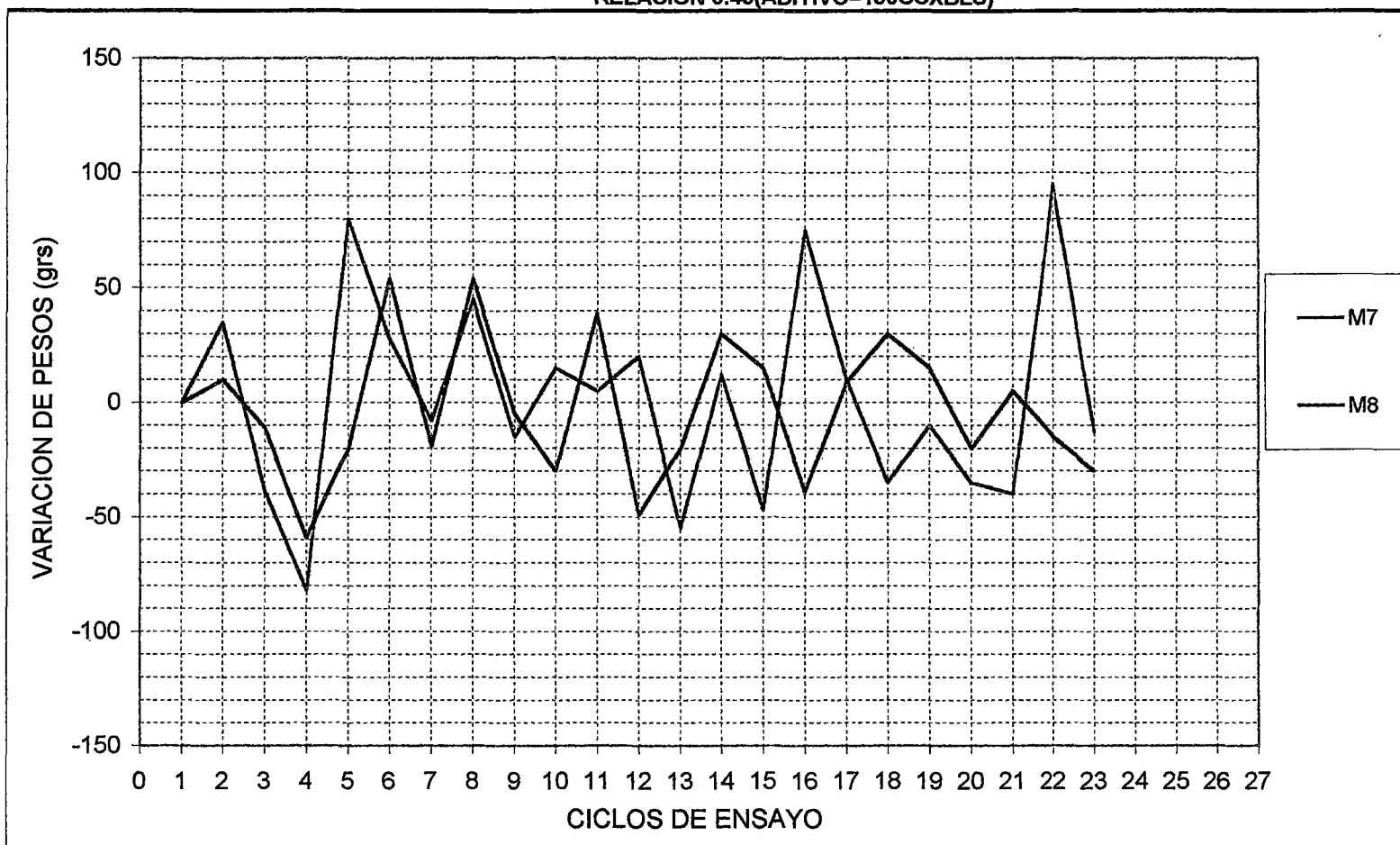
### GRAFICO N° 8.2.7.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45(ADITIVO=150CCXBL)



### GRAFICO N° 8.2.7.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45(ADITIVO=150CCXBL)



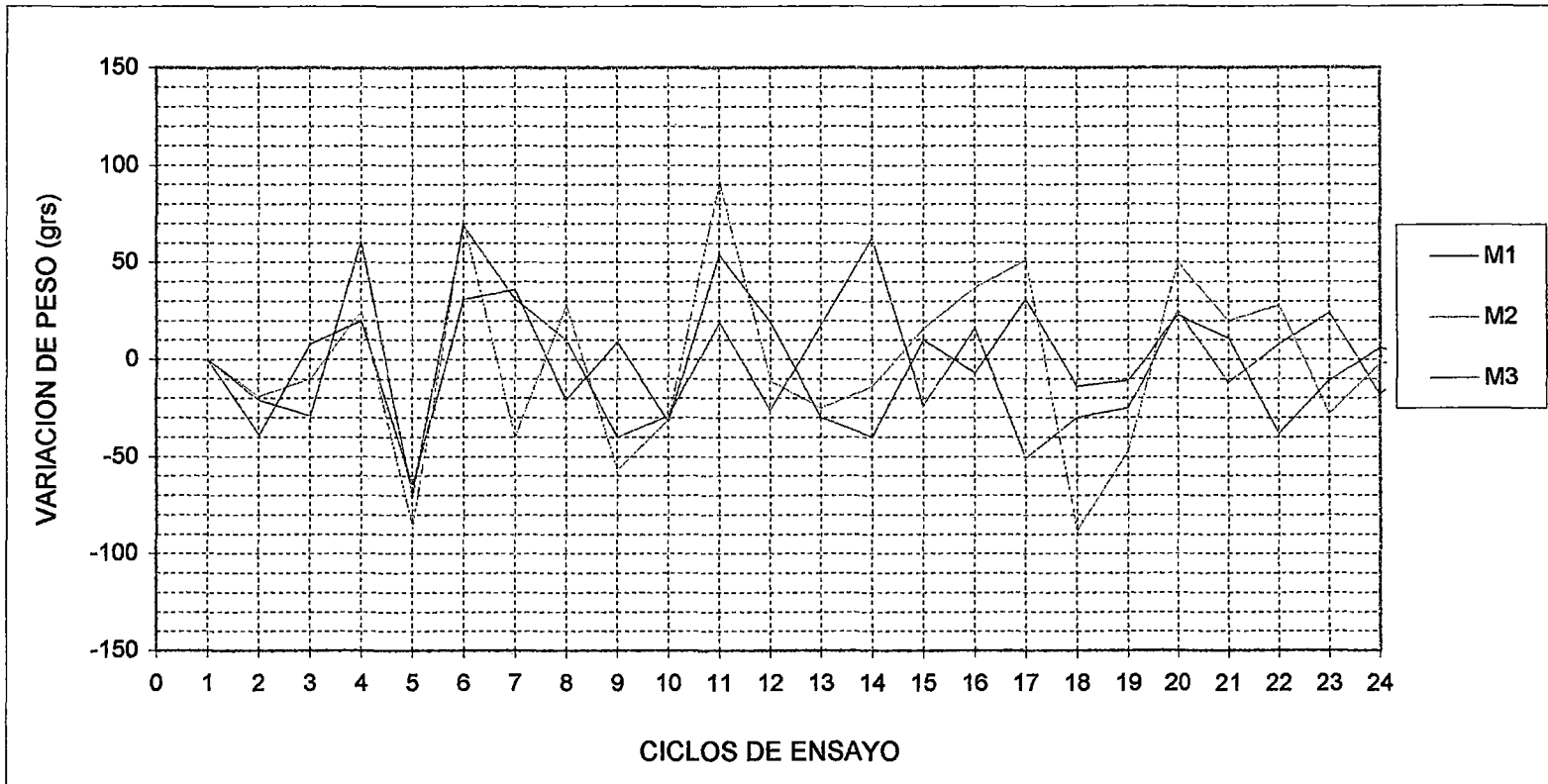
CUADRO 8.2.8

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45(ADITIVO=200CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | -39.00 | -19.00 | -21.00 | 15.00  | -14.00 | -12.00 | -25.00 | -50.00 |
| C3                               | 8.00   | -10.00 | -29.00 | -30.00 | -42.00 | -62.00 | 15.00  | 20.00  |
| C4                               | 20.00  | 25.00  | 61.00  | 5.00   | -40.00 | 53.00  | -65.00 | -31.00 |
| C5                               | -65.00 | -86.00 | -70.00 | 33.00  | 60.00  | -45.00 | 20.00  | -25.00 |
| C6                               | 31.00  | 71.00  | 69.00  | 62.00  | 25.00  | -14.00 | -25.00 | 6.00   |
| C7                               | 36.00  | -40.00 | 31.00  | -65.00 | 15.00  | 31.00  | 84.00  | 25.00  |
| C8                               | -21.00 | 28.00  | 10.00  | -80.00 | 10.00  | 57.30  | -84.00 | -73.00 |
| C9                               | 9.00   | -57.00 | -40.00 | 40.00  | 30.00  | 30.70  | 63.00  | 76.00  |
| C10                              | -32.00 | -31.00 | -29.00 | 18.00  | 35.00  | -45.00 | 56.00  | 14.00  |
| C11                              | 54.00  | 91.00  | 19.00  | 41.00  | -8.00  | 15.00  | 36.00  | 47.00  |
| C12                              | 19.00  | -11.00 | -26.00 | 26.00  | -77.00 | 40.00  | -90.00 | 41.00  |
| C13                              | -30.00 | -25.00 | 18.00  | -70.00 | 35.00  | -14.00 | 10.00  | -75.00 |
| C14                              | -40.00 | -14.00 | 62.00  | 65.00  | -60.00 | 14.00  | -36.00 | 30.00  |
| C15                              | 10.00  | 16.00  | -24.00 | 30.00  | 40.00  | -19.00 | 16.00  | -53.00 |
| C16                              | -7.00  | 37.00  | 16.00  | -10.00 | -30.00 | 29.00  | 25.00  | 73.00  |
| C17                              | 31.00  | 51.00  | -51.00 | -95.00 | 60.00  | -50.00 | -15.00 | -20.00 |
| C18                              | -14.00 | -88.00 | -30.00 | 65.00  | -5.00  | 10.00  | 14.00  | -47.00 |
| C19                              | -11.00 | -47.00 | -25.00 | -60.00 | -65.00 | 15.00  | -8.00  | 71.00  |
| C20                              | 23.00  | 50.00  | 25.00  | 6.00   | 30.00  | 22.00  | 74.00  | -54.00 |
| C21                              | 11.00  | 20.00  | -12.00 | 24.00  | -63.00 | -87.00 | -40.00 | -68.00 |
| C22                              | -38.00 | 28.00  | 8.00   | -50.00 | 3.00   | 10.00  | -34.00 | -7.00  |
| C23                              | -11.00 | -28.00 | 24.00  | 20.00  | 5.00   | 15.00  | 48.00  | 81.00  |
| C24                              | 6.00   | -2.00  | -18.00 | 5.00   | 9.00   | 20.00  | -49.00 | 19.00  |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

### GRAFICO N° 8.2.8.1

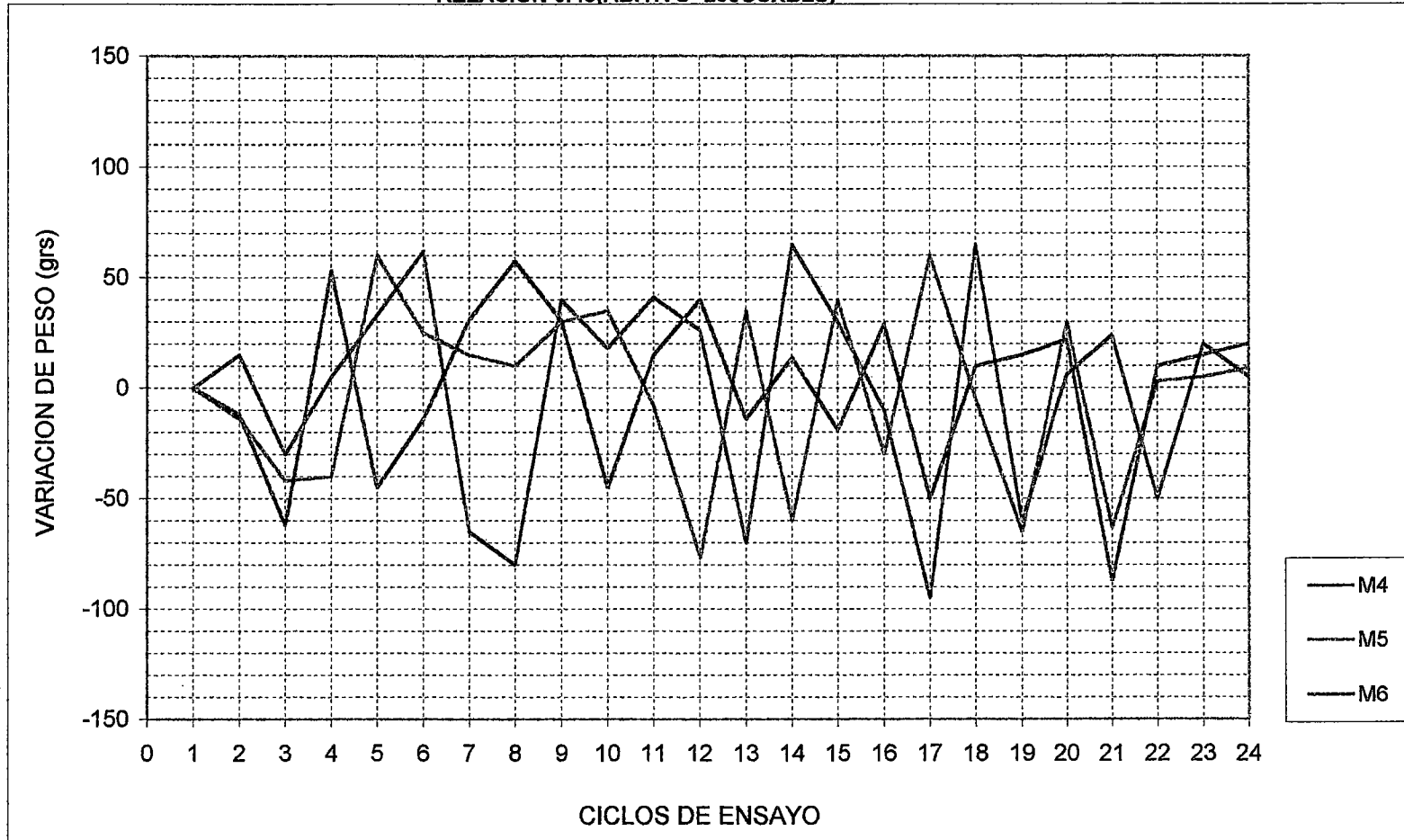
VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45(ADITIVO=200CCXBL)





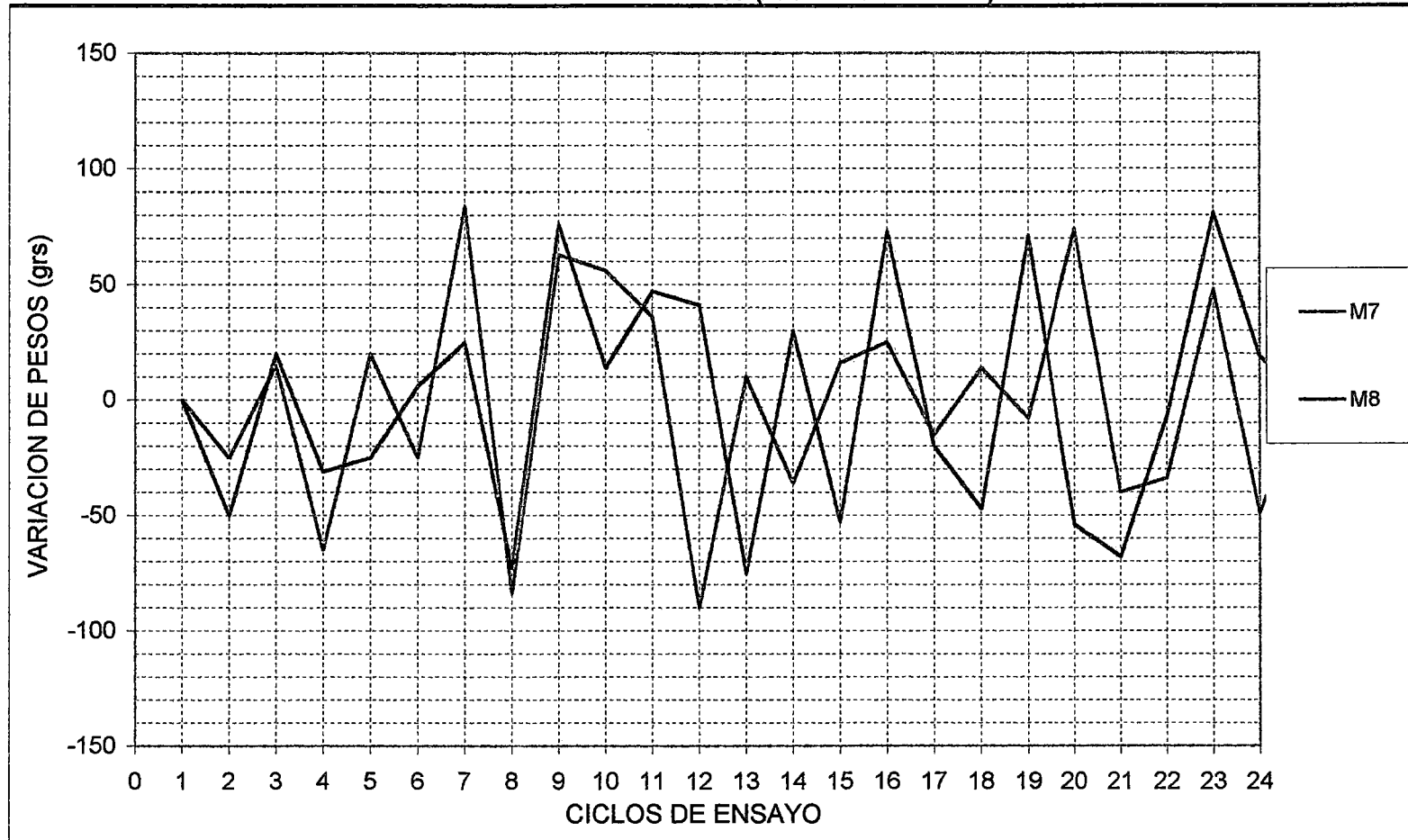
### GRAFICO N°8.2.8.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45(ADITIVO=200CCXBL)



### GRAFICO N° 8.2.8.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.45(ADITIVO=200CCXBL)



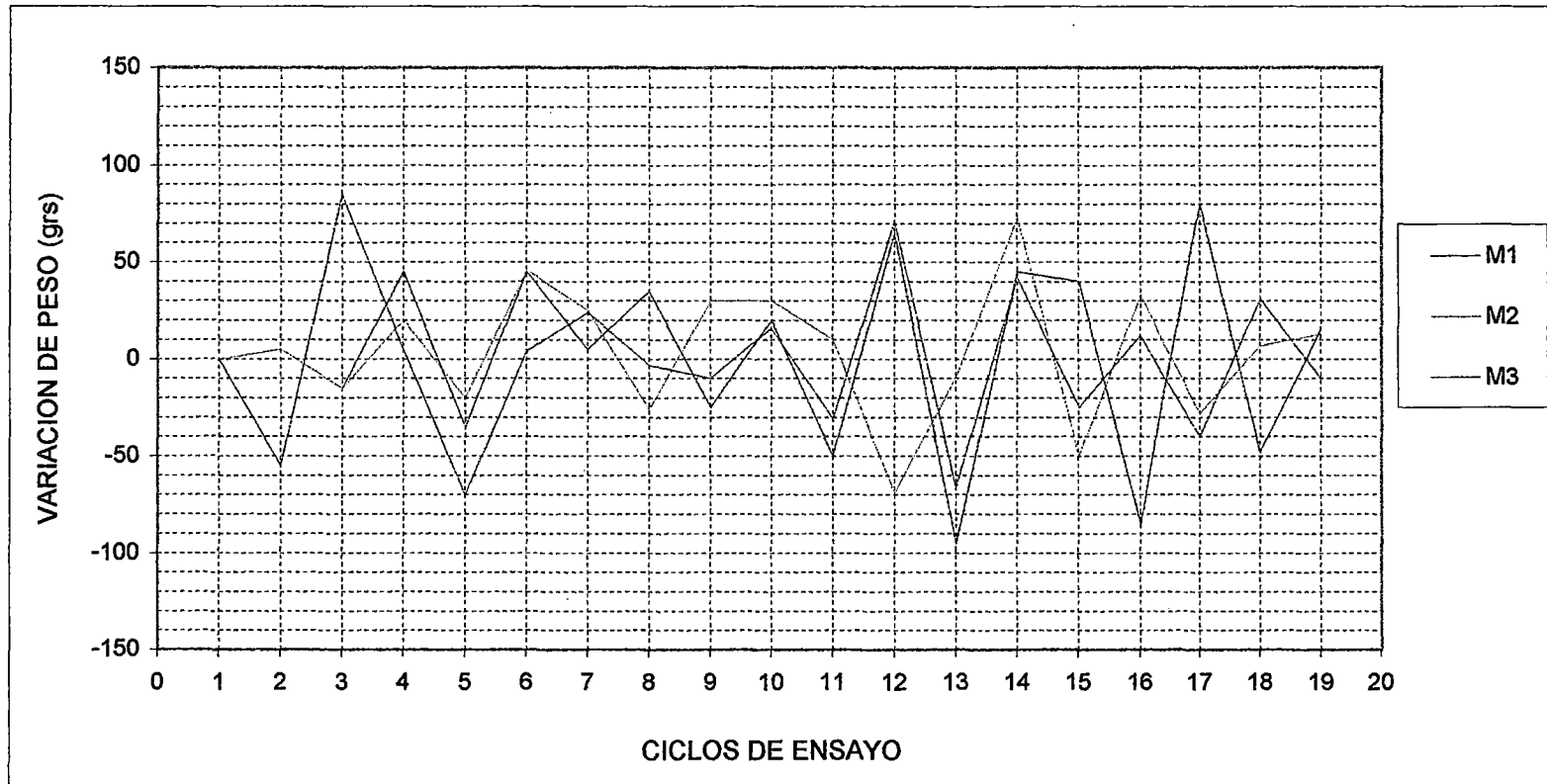
CUADRO 8.2.9

| Variación de pesos (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION A/C 0.50        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                   | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                       | 5.00   | 5.00   | -55.00 | -10.00 | -7.00  | -30.00 | 7.00   | 62.00  |
| C3                       | -15.00 | -15.00 | 85.00  | 79.00  | 10.00  | -61.00 | -73.00 | -14.00 |
| C4                       | 45.00  | 20.00  | 5.00   | 35.00  | -55.00 | 25.00  | -35.00 | -80.00 |
| C5                       | -35.00 | -20.00 | -70.00 | 15.00  | 95.00  | 33.00  | 90.00  | 20.00  |
| C6                       | 45.00  | 46.00  | 4.00   | -15.00 | -35.00 | -33.00 | 30.00  | -50.00 |
| C7                       | 5.00   | 25.00  | 24.00  | -14.00 | -90.00 | 30.00  | 23.00  | 91.00  |
| C8                       | 35.00  | -26.00 | -3.00  | 14.00  | 90.00  | 23.00  | -96.00 | 35.00  |
| C9                       | -25.00 | 30.00  | -10.00 | 10.00  | 9.00   | -48.00 | 83.00  | -65.00 |
| C10                      | 20.00  | 30.00  | 16.00  | 15.00  | -34.00 | 70.00  | 15.00  | 29.00  |
| C11                      | -50.00 | 10.00  | -31.00 | -55.00 | 95.00  | -40.00 | -35.00 | -1.00  |
| C12                      | 65.00  | -69.00 | 71.00  | -50.00 | -60.00 | 50.00  | -41.00 | 10.00  |
| C13                      | -95.00 | -9.00  | -66.00 | 71.00  | 19.00  | -75.00 | 51.00  | -89.00 |
| C14                      | 45.00  | 73.00  | 42.00  | -21.00 | -34.00 | 20.00  | -9.00  | 30.00  |
| C15                      | 40.00  | -50.00 | -25.00 | 50.00  | 10.00  | 14.00  | 24.00  | 35.00  |
| C16                      | -85.00 | 33.00  | 12.00  | -45.00 | 17.00  | 40.00  | -14.00 | 11.00  |
| C17                      | 80.00  | -28.00 | -40.00 | 5.00   | -6.00  | -34.00 | -11.00 | 14.00  |
| C18                      | -48.00 | 7.00   | 31.00  | 8.00   | -10.00 | -28.00 | -20.00 | -44.00 |
| C19                      | 15.00  | 13.00  | -10.00 | -18.00 | -81.00 | 3.00   | -4.00  | -5.00  |

### GRAFICO N°8.2.9.1

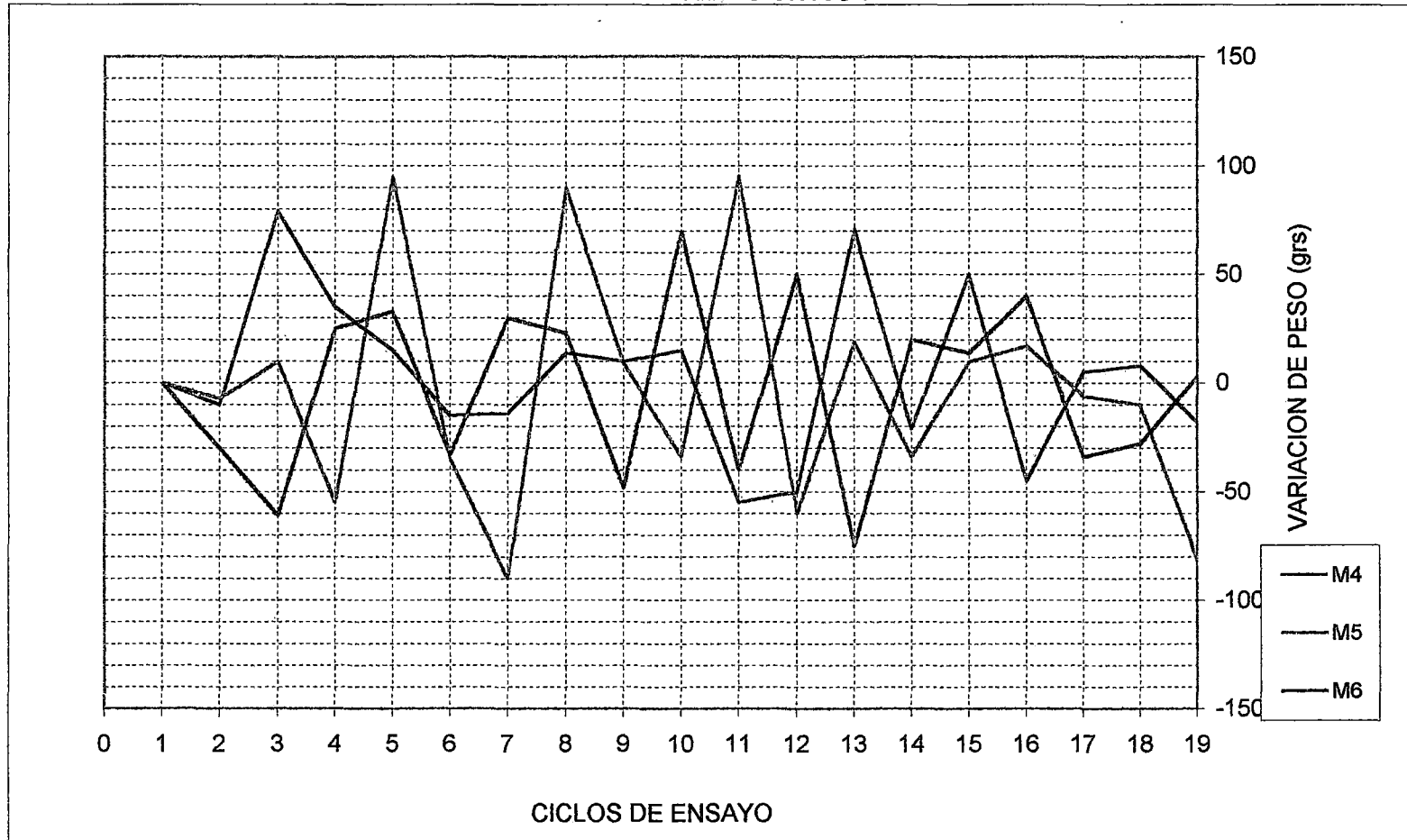
#### VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

RELACION A/C 0.50



### GRAFICO N° 8.2.9.2

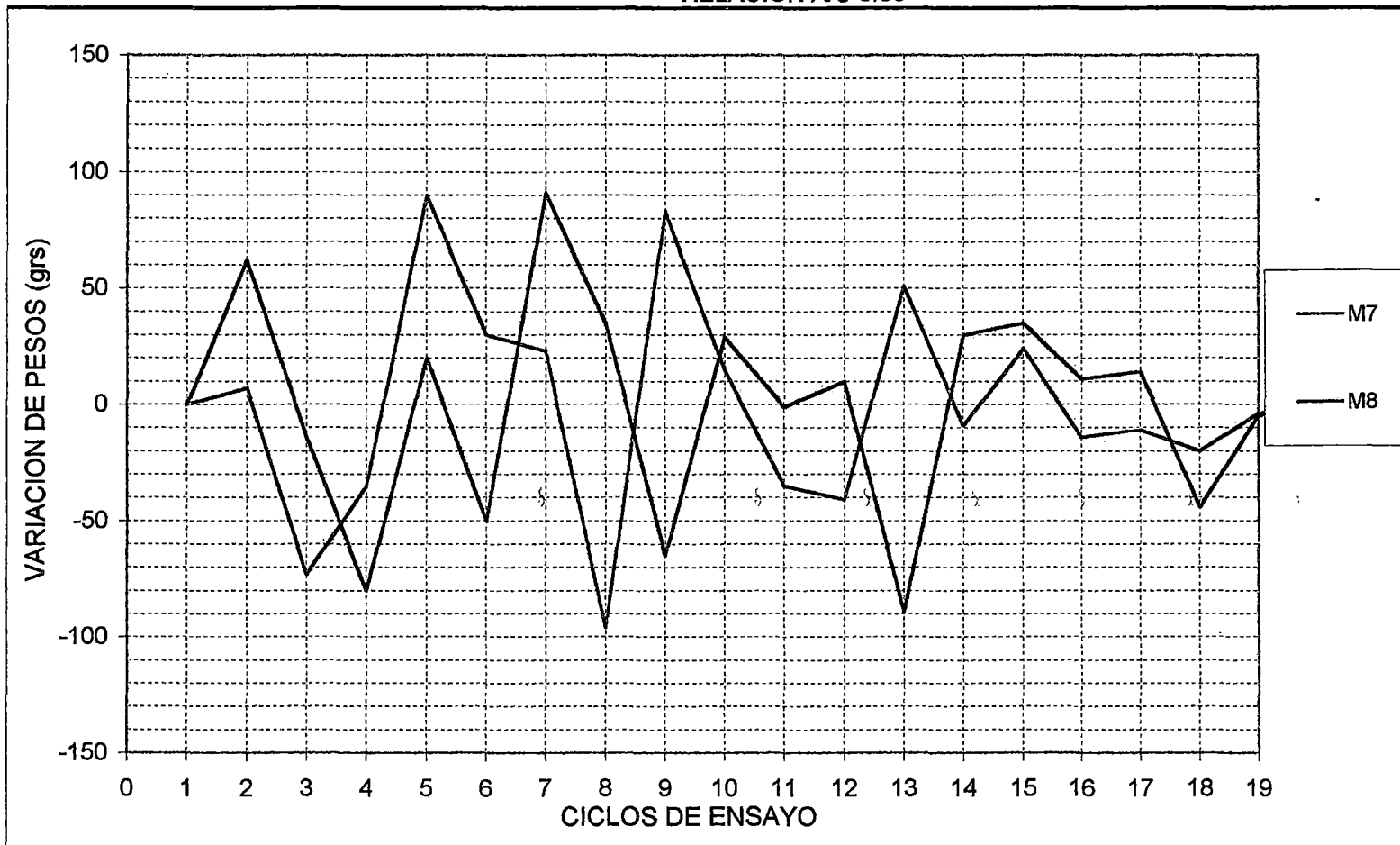
VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION A/C 0.50



### GRAFICO N° 8.2.9.3

#### VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

RELACION A/C 0.50



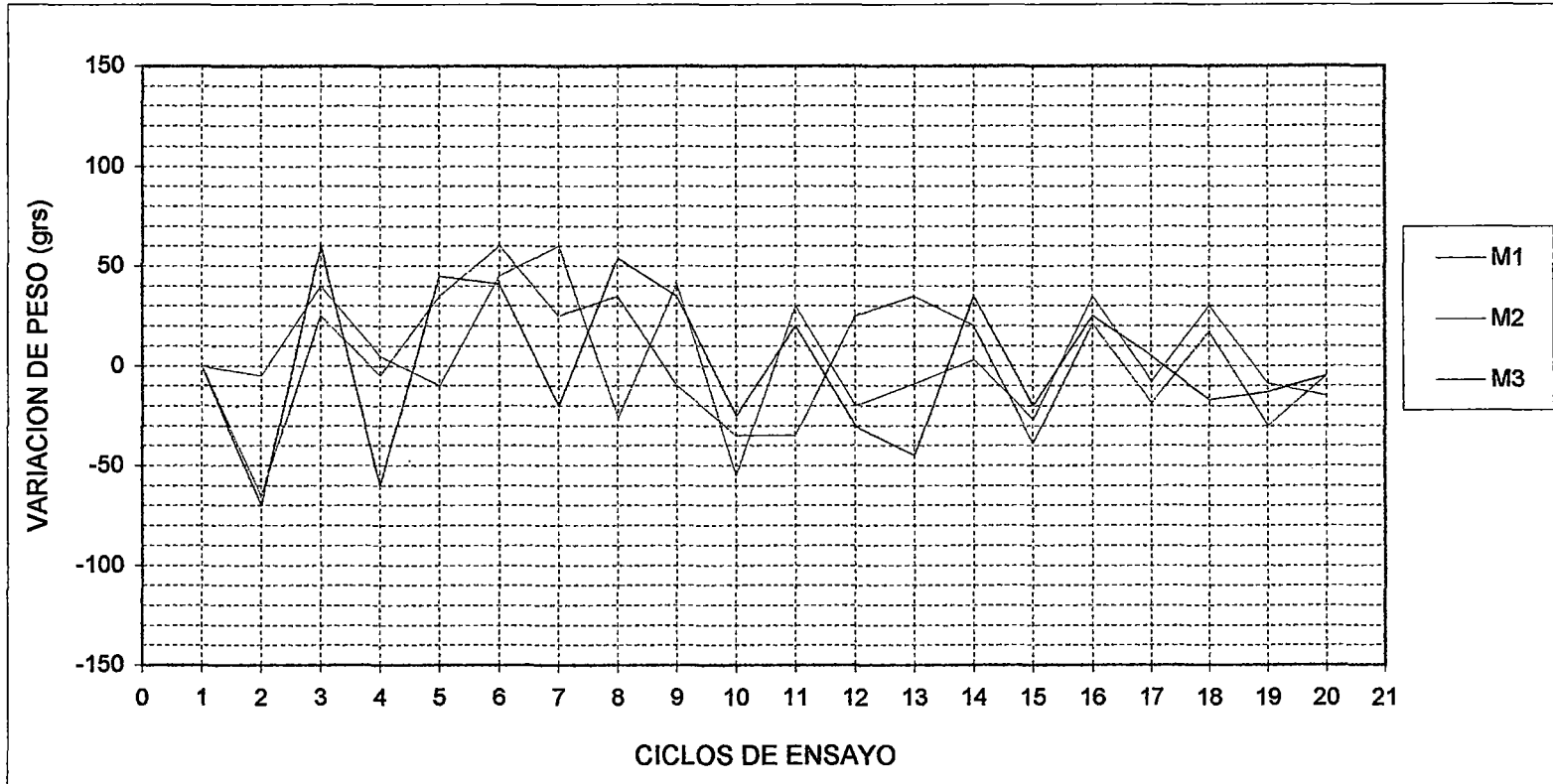
CUADRO 8.2.10

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |         |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| RELACION 0.50(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |         |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8      |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |         |
| C2                               | -70.00 | -5.00  | -65.00 | -7.00  | -15.00 | -15.00 | 6.00   | 40.00   |
| C3                               | 60.00  | 40.00  | 25.00  | 46.00  | 30.00  | 32.00  | 44.00  | -14.00  |
| C4                               | -60.00 | 5.00   | -5.00  | 75.00  | 54.00  | 37.00  | 40.00  | 4.00    |
| C5                               | 45.00  | -10.00 | 35.00  | -80.00 | -29.00 | -16.00 | 41.00  | -35.00  |
| C6                               | 41.00  | 45.00  | 60.00  | 40.00  | 50.00  | 72.00  | 20.00  | 16.00   |
| C7                               | -20.00 | 60.00  | 25.00  | 35.00  | 20.00  | 10.00  | 37.00  | 14.00   |
| C8                               | 54.00  | -26.00 | 35.00  | 65.00  | 55.00  | 15.00  | 28.00  | 50.00   |
| C9                               | 35.00  | 41.00  | -10.00 | -15.00 | 9.00   | 16.00  | -32.00 | 55.00   |
| C10                              | -25.00 | -55.00 | -35.00 | 21.00  | -79.00 | -50.00 | -24.00 | -102.00 |
| C11                              | 20.00  | 30.00  | -35.00 | -52.00 | 25.00  | 9.00   | 20.00  | 48.00   |
| C12                              | -30.00 | -20.00 | 25.00  | -28.00 | -55.00 | -60.00 | -55.00 | 58.00   |
| C13                              | -45.00 | -9.00  | 35.00  | 56.00  | 10.00  | 82.00  | 12.00  | -69.00  |
| C14                              | 35.00  | 3.00   | 20.00  | 17.00  | 10.00  | -42.00 | -47.00 | 45.00   |
| C15                              | -20.00 | -27.00 | -39.00 | -64.00 | 10.00  | -20.00 | 75.00  | -39.00  |
| C16                              | 25.00  | 35.00  | 21.00  | 49.00  | 60.00  | 41.00  | 17.00  | 49.00   |
| C17                              | 5.00   | -8.00  | -19.00 | 6.00   | 10.00  | -21.00 | -32.00 | -25.00  |
| C18                              | -17.00 | 30.00  | 17.00  | 8.00   | -35.00 | 30.00  | 25.00  | -15.00  |
| C19                              | -13.00 | -9.00  | -30.00 | -18.00 | -10.00 | 15.00  | -30.00 | 20.00   |
| C20                              | -5.00  | -15.00 | -5.00  | -25.00 | -35.00 | -10.00 | -25.00 | 18.00   |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

### GRAFICO N°8.2.10.1

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.50(ADITIVO=100CCXBL)





### GRAFICO N° 8.2.10.2

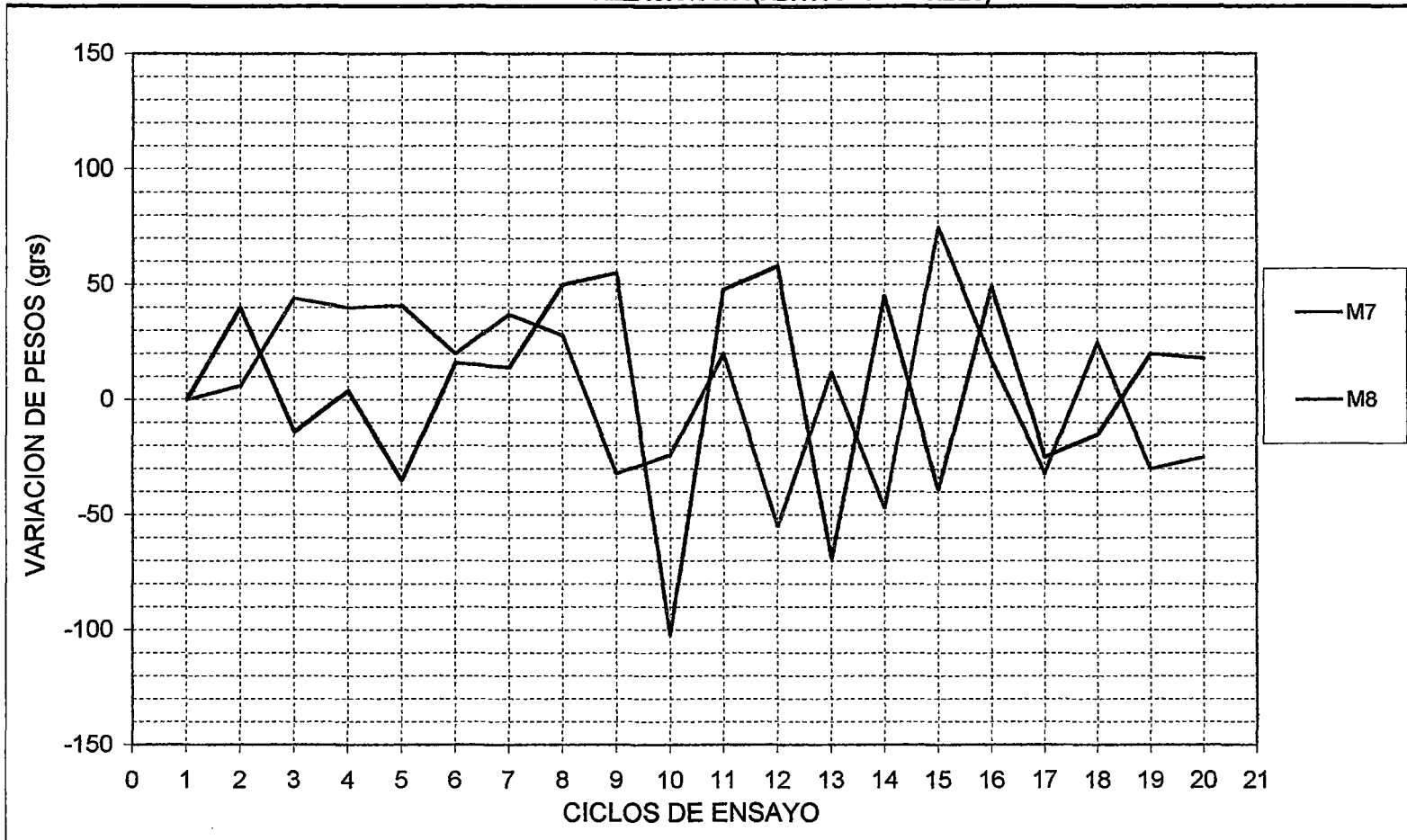
#### VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

RELACION 0.50(ADITIVO=100CCXBL)



### GRAFICO N° 8.2.10.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.50(ADITIVO=100CCXBLS)



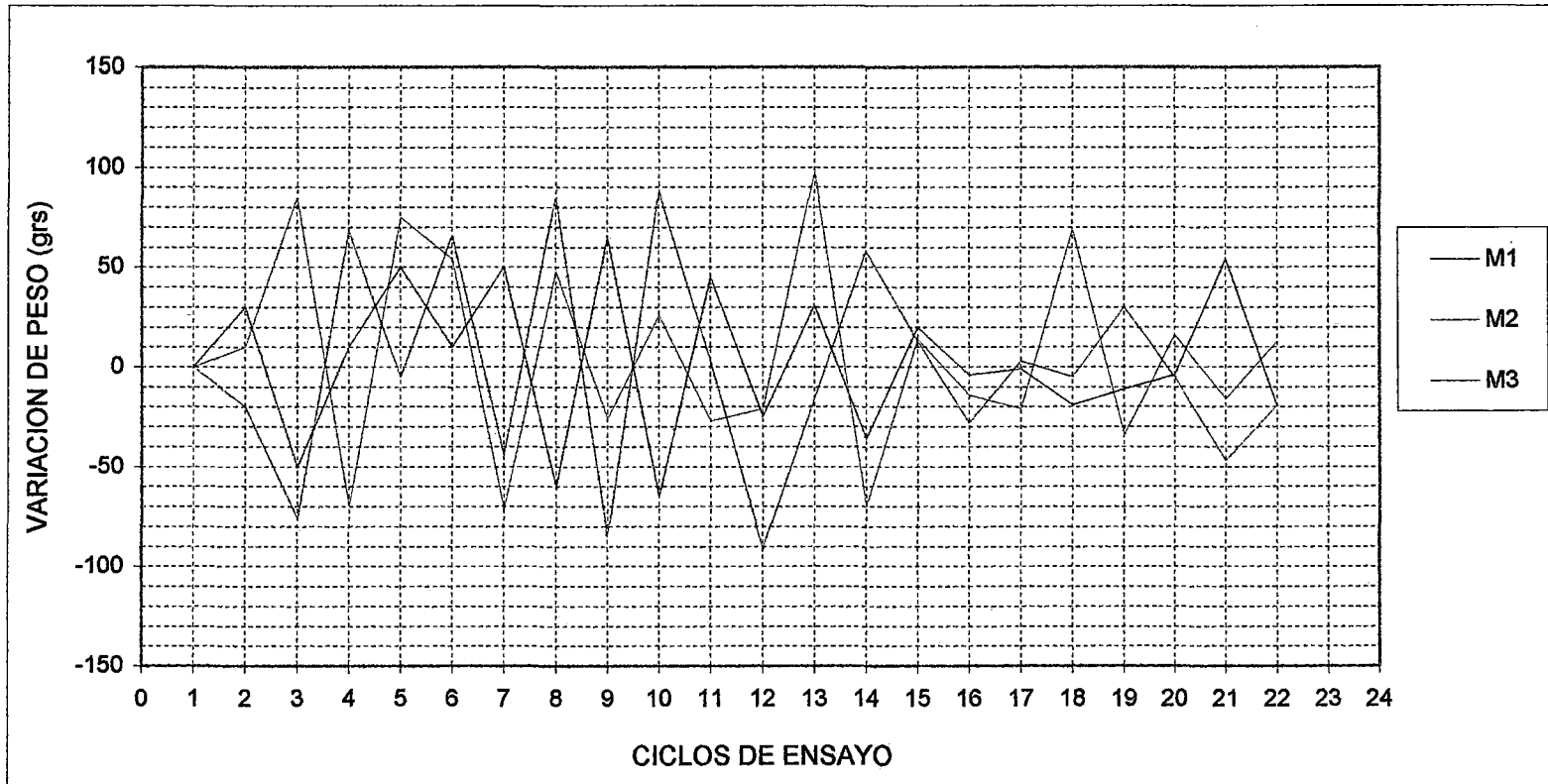
CUADRO 8.2.11

| <b>Variación de pesos (grs)</b>         |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>RELACION 0.50(ADITIVO=150CCXBLS)</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>CICLOS</b>                           | <b>M1</b> | <b>M2</b> | <b>M3</b> | <b>M4</b> | <b>M5</b> | <b>M6</b> | <b>M7</b> | <b>M8</b> |
| C1                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C2                                      | 30.00     | 10.00     | -20.00    | -16.00    | 10.00     | 55.00     | 88.00     | 11.00     |
| C3                                      | -50.00    | 85.00     | -76.00    | -12.00    | -25.00    | -78.00    | -10.00    | -34.00    |
| C4                                      | 10.00     | -70.00    | 68.00     | -58.00    | 54.00     | 37.00     | -110.00   | 15.00     |
| C5                                      | 50.00     | 75.00     | -5.00     | 75.00     | -29.00    | -16.00    | 93.00     | -10.00    |
| C6                                      | 10.00     | 54.00     | 66.00     | -21.00    | 38.00     | 32.00     | 15.00     | -5.00     |
| C7                                      | 50.00     | -71.00    | -44.00    | 18.00     | 32.00     | 40.00     | -3.00     | 75.00     |
| C8                                      | -60.00    | 48.00     | 85.00     | 13.00     | -10.00    | -40.00    | -25.00    | -66.00    |
| C9                                      | 65.00     | -26.00    | -85.00    | 7.00      | 74.00     | 10.00     | 45.00     | 96.00     |
| C10                                     | -65.00    | 26.00     | 88.00     | 14.00     | -79.00    | 21.00     | -10.00    | -15.00    |
| C11                                     | 45.00     | -27.00    | 3.00      | -27.00    | 4.00      | 60.00     | 41.00     | 7.00      |
| C12                                     | -25.00    | -21.00    | -91.00    | -21.00    | -34.00    | -111.00   | -21.00    | 58.00     |
| C13                                     | 31.00     | 98.00     | -16.00    | 90.00     | 10.00     | 82.00     | 1.00      | -70.00    |
| C14                                     | -36.00    | -70.00    | 58.00     | -29.00    | 98.00     | -78.00    | 4.00      | 45.00     |
| C15                                     | 20.00     | 14.00     | 13.00     | -19.00    | -78.00    | 56.00     | -15.00    | -45.00    |
| C16                                     | -4.00     | -14.00    | -28.00    | -14.00    | 60.00     | 21.00     | -5.00     | 40.00     |
| C17                                     | -1.00     | -21.00    | 3.00      | -21.00    | 10.00     | -41.00    | -20.00    | 12.00     |
| C18                                     | -19.00    | 69.00     | -5.00     | 53.00     | -35.00    | 25.00     | 15.00     | -62.00    |
| C19                                     | -11.00    | -34.00    | 30.00     | -18.00    | 40.00     | 5.00      | 20.00     | 15.00     |
| C20                                     | -4.00     | 16.00     | -5.00     | -24.00    | -80.00    | -30.00    | -5.00     | -7.00     |
| C21                                     | 54.00     | -16.00    | -47.00    | 27.00     | 35.00     | 19.00     | -6.00     | 6.00      |
| C22                                     | -20.00    | 13.00     | -19.00    | 17.00     | 20.00     | -11.00    | -76.00    | 3.00      |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

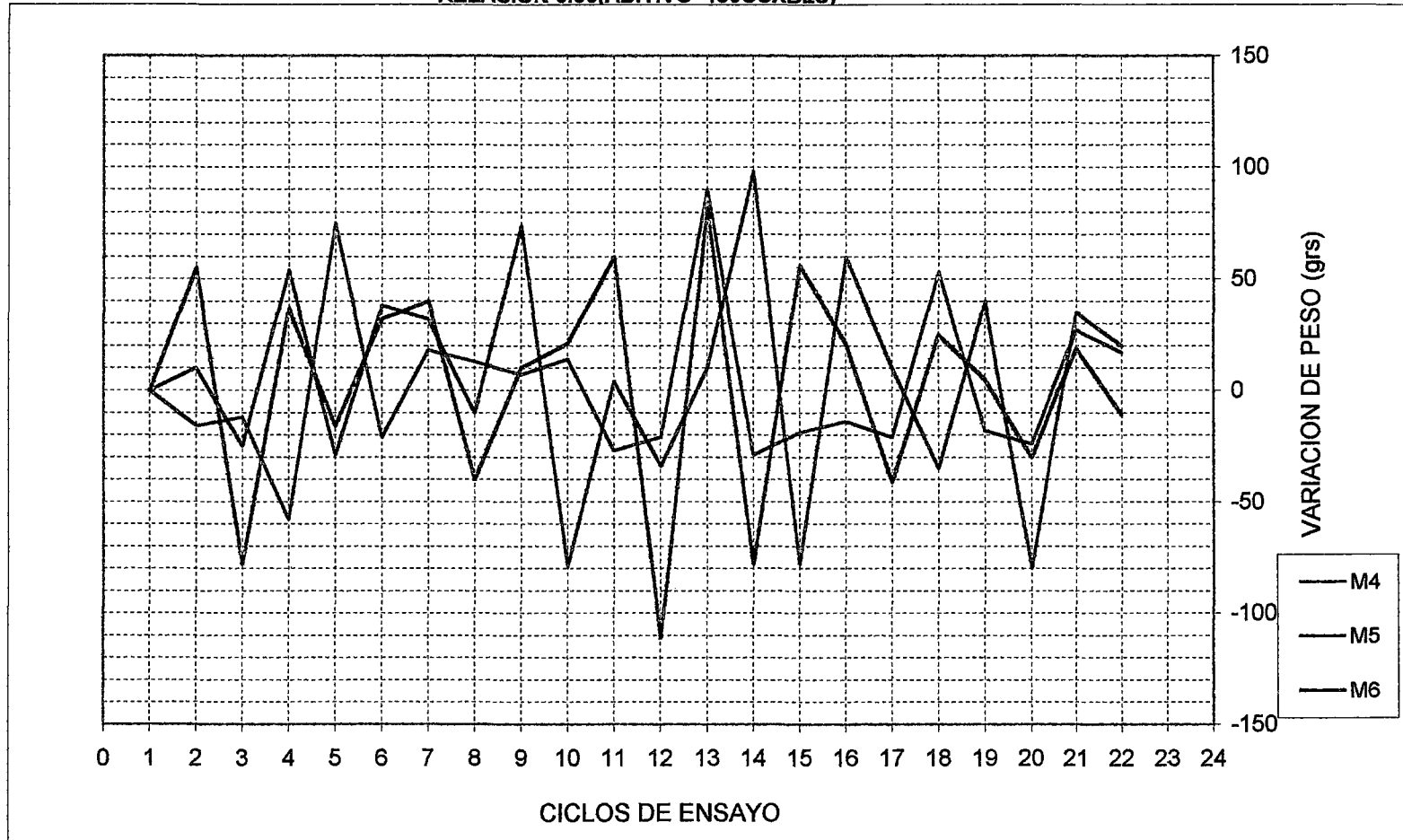
### GRAFICO N° 8.2.11.1

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.50(ADITIVO=150CCXBL)



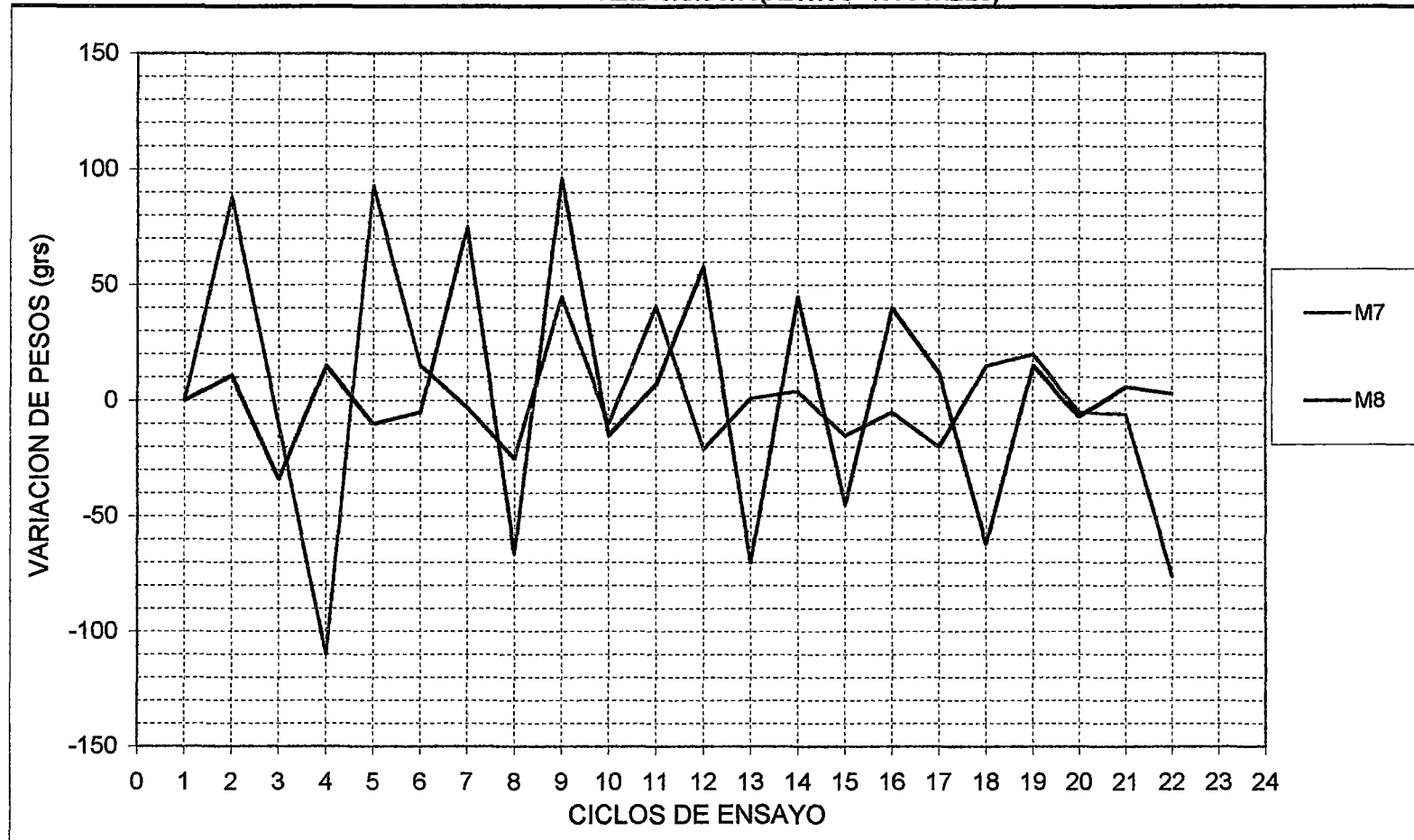
## GRAFICO N° 8.2.11.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.50(ADITIVO=150CCXBL)



### GRAFICO N° 8.2.11.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.50(ADITIVO=150CCXBL)



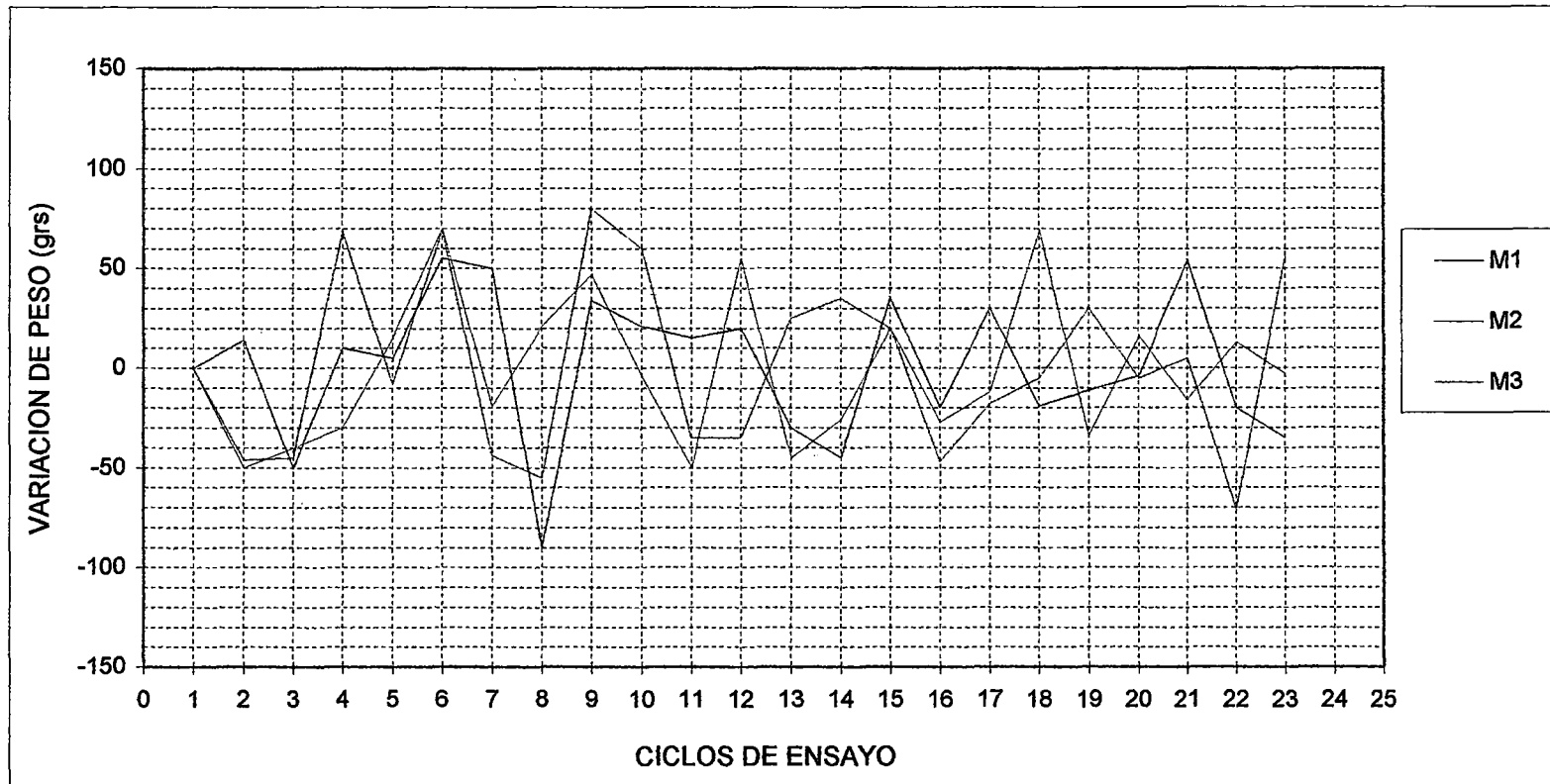
CUADRO 8.2.12

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.50(ADITIVO=200CCXBLs) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | 14.00  | -50.00 | -46.00 | 55.00  | -70.00 | -15.00 | -24.00 | 19.00  |
| C3                               | -50.00 | -40.00 | -45.00 | -40.00 | -25.00 | -78.00 | -56.00 | -34.00 |
| C4                               | 10.00  | -30.00 | 68.00  | -70.00 | 54.00  | 37.00  | -64.00 | 15.00  |
| C5                               | 5.00   | 15.00  | -8.00  | -20.00 | -29.00 | -16.00 | 80.00  | -30.00 |
| C6                               | 55.00  | 70.00  | 69.00  | 78.00  | 38.00  | 32.00  | 28.00  | 15.00  |
| C7                               | 50.00  | -19.00 | -44.00 | -30.00 | 32.00  | 40.00  | -3.00  | 75.00  |
| C8                               | -90.00 | 21.00  | -55.00 | -43.00 | -95.00 | -93.00 | -65.00 | -59.00 |
| C9                               | 34.00  | 47.00  | 80.00  | 33.00  | 54.00  | 52.00  | 90.00  | 49.00  |
| C10                              | 21.00  | -4.00  | 60.00  | 46.00  | 26.00  | 19.00  | 15.00  | 55.00  |
| C11                              | 15.00  | -50.00 | -35.00 | 12.00  | 25.00  | 13.00  | 5.00   | -20.00 |
| C12                              | 20.00  | 55.00  | -35.00 | 35.00  | 27.00  | 9.00   | 20.00  | -34.00 |
| C13                              | -30.00 | -45.00 | 25.00  | -65.00 | -53.00 | -60.00 | -55.00 | 39.00  |
| C14                              | -45.00 | -26.00 | 35.00  | 56.00  | -19.00 | 82.00  | 12.00  | -50.00 |
| C15                              | 35.00  | 20.00  | 20.00  | -21.00 | 10.00  | -42.00 | -47.00 | 45.00  |
| C16                              | -20.00 | -27.00 | -47.00 | 26.00  | 10.00  | -20.00 | 75.00  | -39.00 |
| C17                              | 30.00  | -12.00 | -18.00 | -42.00 | 28.00  | 56.00  | -59.00 | 9.00   |
| C18                              | -19.00 | 69.00  | -5.00  | 18.00  | 17.00  | -15.00 | -1.00  | 30.00  |
| C19                              | -11.00 | -34.00 | 30.00  | 17.00  | -30.00 | 14.00  | 11.00  | 15.00  |
| C20                              | -4.00  | 16.00  | -5.00  | -24.00 | -10.00 | 4.00   | -21.00 | -20.00 |
| C21                              | 54.00  | -16.00 | 5.00   | 3.00   | -17.00 | -15.00 | 26.00  | 10.00  |
| C22                              | -20.00 | 13.00  | -71.00 | 2.00   | -13.00 | -13.00 | -63.00 | -13.00 |
| C23                              | -35.00 | -3.00  | 56.00  | -6.00  | -5.00  | 8.00   | -5.00  | 1.00   |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

### GRAFICO N° 8.2.12.1

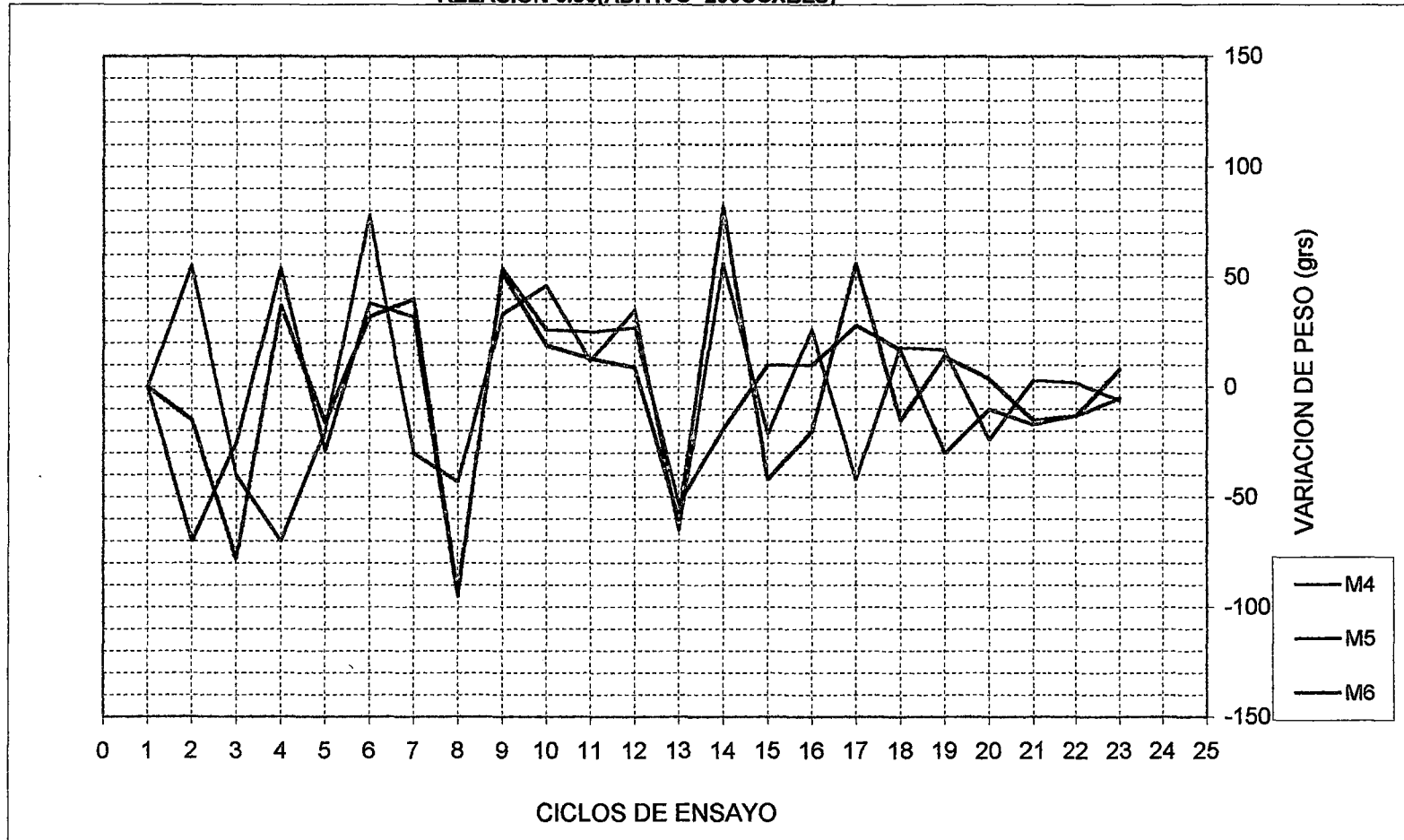
VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.50(ADITIVO=200CCXBL)





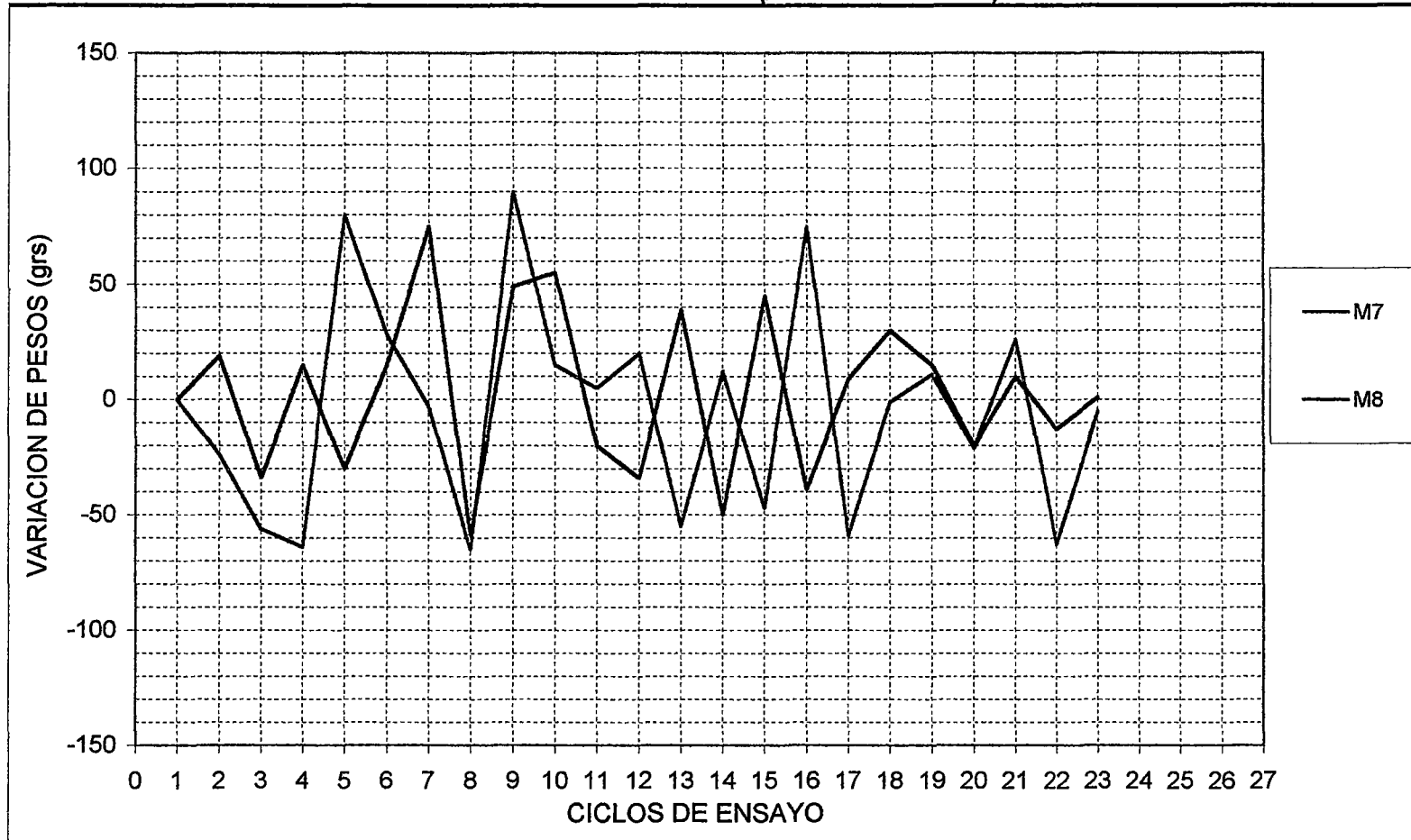
### GRAFICO N° 8.2.12.2

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.50(ADITIVO=200CCXBL)



### GRAFICO N° 8.2.12.3

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO  
RELACION 0.50(ADITIVO=200CCXBL)



## **8.3 PERDIDA DE PESO ACUMULADA**

### **RELACION DE CUADROS**

CUADRO 8.3.1 PERDIDA DE PESO A/C=0.40

CUADRO 8.3.2 PERDIDA DE PESO A/C=0.40 ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.3.3 PERDIDA DE PESO A/C=0.40 ADITIVO 150CCXBLS

CUADRO 8.3.4 PERDIDA DE PESO A/C=0.40 ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO 8.3.5 PERDIDA DE PESO A/C=0.45

CUADRO 8.3.6 PERDIDA DE PESO A/C=0.45 ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.3.7 PERDIDA DE PESO A/C=0.45 ADITIVO 150CCXBLS

CUADRO 8.3.8 PERDIDA DE PESO A/C=0.45 ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO 8.3.9 PERDIDA DE PESO A/C=0.50

CUADRO 8.3.10 PERDIDA DE PESO A/C=0.50 ADITIVO 100CCXBLS

CUADRO 8.3.11 PERDIDA DE PESO A/C=0.50 ADITIVO 150CCXBLS

CUADRO 8.3.12 PERDIDA DE PESO A/C=0.50 ADITIVO 200CCXBLS

CUADRO 8.3.1

| Perdida de peso acumulado (%) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                        | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                            | -0.91% |        |        |        | -0.68% |        |        |        |
| C10                           | -0.52% | -0.65% |        |        |        |        |        |        |
| C11                           | -0.10% | -0.03% |        |        | -0.70% |        | -0.80% |        |
| C12                           | -1.43% | -1.58% | -1.19% |        | -1.25% |        | -2.35% |        |
| C13                           | -0.39% | -0.77% | -2.27% | -1.41% | -0.88% | -1.63% | -2.76% | -0.90% |
| C14                           | -1.04% | -1.16% | -0.08% | -2.28% | -0.52% | -1.14% | -1.26% | -0.46% |
| C15                           | -0.78% | -0.65% | -1.96% | -1.18% | -0.70% | -1.06% | -1.16% | -2.44% |
| C16                           | -1.69% | -1.86% | -1.70% | -0.21% | -0.13% | -0.91% | -1.19% | -2.03% |
| C17                           | -0.54% | -0.77% | -2.27% | -1.54% | -1.46% | -0.65% | -1.96% | -3.21% |
| C18                           | -1.04% | -1.19% |        | -0.62% | -2.11% | -1.69% | -0.03% | -2.82% |
| C19                           | -1.09% | -2.66% | -1.26% | -1.87% | -1.43% | -1.25% | -1.44% | -3.34% |
| C20                           | -1.43% | -1.81% | -1.57% | -2.69% | -0.55% | -0.88% | -0.88% | -2.18% |
| C21                           | -0.39% | -0.31% | -1.34% | -2.44% | -0.29% | -0.39% | -1.39% | -1.41% |
| C22                           | -1.17% | -1.83% | -1.86% | -1.79% | -0.81% | -1.12% | -2.17% | -1.69% |

CUADRO 8.3.2

| Pérdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        | -0.77% |        |        |        |        |        |        |
| C10                              |        | -2.44% |        |        |        |        |        |        |
| C11                              |        | -0.08% | -1.41% |        |        |        |        |        |
| C12                              | -0.90% | -2.05% | -1.03% |        | -2.30% |        | -1.78% | -1.53% |
| C13                              | -1.42% | -1.16% | -2.05% |        | -1.41% |        | -1.26% | -1.27% |
| C14                              | -1.29% | -1.67% | -2.59% |        | -0.33% |        | -0.18% | -0.10% |
| C15                              | -1.06% | -1.08% | -1.64% | -2.48% | -2.30% |        | -0.82% | -1.48% |
| C16                              | -1.94% | -2.72% | -0.77% | -0.43% | -1.41% |        | -0.52% | -0.49% |
| C17                              | -0.78% | -1.41% | -2.18% | -2.48% | -1.77% |        | -1.55% | -0.36% |
| C18                              | -0.08% | -1.16% | -1.87% | -2.86% | -0.51% | -0.77% | -0.75% | -0.62% |
| C19                              | -1.55% | -1.28% | -1.28% | -2.22% | -1.51% | -2.20% | -0.88% | -0.23% |
| C20                              | -1.03% | -0.03% | -1.64% | -0.43% | -0.13% | -1.54% | -1.91% | -0.75% |
| C21                              | -0.52% | -0.74% | -0.77% | -1.94% | -0.26% | -1.15% | -1.78% | -0.62% |
| C22                              | -0.78% | -2.28% | -1.67% | -1.58% | -1.41% | -2.18% | -1.26% | -0.10% |
| C23                              | -0.67% | -1.77% | -2.44% | -2.20% | -0.38% | -1.66% | -0.36% | -1.01% |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

CUADRO 8.3.3

**Pérdida de peso acumulado (%)**

| RELACION 0.40(ADITIVO=150CCXBL) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CICLOS                          | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                             |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                             |        |        |        | -0.67% |        |        |        |        |
| C12                             | -1.21% | -1.59% |        | -2.04% | -1.77% |        |        |        |
| C13                             | -0.82% | -0.31% |        | -1.80% | -2.38% |        | -1.41% | -1.92% |
| C14                             | -1.85% | -1.82% |        | -1.68% | -2.94% | -1.28% | -3.11% | -1.15% |
| C15                             | -1.62% | -2.21% | -1.46% | -0.52% | -1.31% | -1.77% | -2.70% | -2.51% |
| C16                             | -2.49% | -1.23% | -0.66% | -0.15% | -1.41% | -1.67% | -3.98% | -2.31% |
| C17                             | -1.34% | -1.34% | -1.07% | -0.77% | -2.56% | -2.31% | -2.44% | -1.15% |
| C18                             | -0.57% | -1.98% | -2.61% | -0.90% | -1.15% | -1.64% | -1.23% | -2.36% |
| C19                             | -2.11% | -1.21% | -2.79% | -2.06% | -0.64% | -3.33% | -2.28% | -0.54% |
| C20                             | -0.57% | -0.69% | -1.33% | -1.68% | -0.13% | -2.05% | -1.41% | -1.41% |
| C21                             | -1.46% | -2.11% | -1.07% | -0.77% | -0.26% | -2.44% | -2.05% | -2.10% |
| C22                             | -1.85% | -1.34% | -0.56% | -0.52% | -0.67% | -1.79% | -1.00% | -1.92% |
| C23                             | -2.34% | -2.11% | -2.22% | -1.55% | -2.48% | -2.56% | -1.05% | -1.77% |
| C24                             | -2.65% | -2.26% | -2.56% | -1.93% | -2.87% | -2.18% | -1.16% | -1.67% |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

CUADRO 8.3.4

| Pérdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=200CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C12                              | -1.21% |        |        |        | -1.77% |        | -0.43% |        |
| C13                              | -0.82% |        |        |        | -0.10% |        | -1.84% | -2.23% |
| C14                              | -1.85% |        | -0.90% |        | -1.77% | -1.41% | -1.02% | -1.15% |
| C15                              | -1.62% |        | -1.15% | -0.18% | -1.41% | -1.64% | -1.66% | -2.51% |
| C16                              | -2.49% |        | -0.49% | -0.97% | -0.77% | -2.82% | -2.10% | -2.31% |
| C17                              | -1.34% | -1.54% | -0.90% | -1.58% | -0.41% | -2.44% | -1.02% | -1.15% |
| C18                              | -0.57% | -2.18% | -2.43% | -1.71% | -1.15% | -1.64% | -1.66% | -2.36% |
| C19                              | -2.11% | -1.41% | -2.61% | -1.28% | -1.51% | -1.28% | -1.35% | -1.54% |
| C20                              | -0.57% | -0.90% | -1.15% | -2.48% | -0.13% | -1.38% | -2.38% | -1.41% |
| C21                              | -1.46% | -0.13% | -0.90% | -1.58% | -0.26% | -2.44% | -1.58% | -2.10% |
| C22                              | -1.85% | -1.54% | -0.38% | -1.33% | -0.41% | -1.79% | -1.43% | -1.92% |
| C23                              | -1.80% | -2.31% | -2.05% | -2.35% | -2.23% | -2.56% | -1.33% | -2.44% |
| C24                              | -3.39% | -2.46% | -2.38% | -2.74% | -3.48% | -2.18% | -2.35% | -2.62% |
| C25                              | -2.39% | -2.67% | -2.84% | -2.20% | -1.79% | -2.54% | -1.84% | -2.26% |
| C26                              | -1.46% | -2.03% | -2.69% | -2.45% | -2.18% | -2.62% | -2.79% | -2.31% |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

CUADRO 8.3.5

**Pérdida de peso acumulado (%)**

| RELACION 0.45 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CICLOS        | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9            |        |        |        |        |        |        | -1.95% |        |
| C10           | -0.65% |        | -2.23% |        | -1.96% | -1.65% | -2.82% |        |
| C11           | -0.13% |        | -0.23% |        | -1.94% | -1.54% | -2.18% |        |
| C12           | -0.91% |        | -1.19% |        | -1.15% | -0.65% | -2.44% |        |
| C13           | -2.08% |        | -0.47% |        | -1.41% | -0.45% | -2.05% | -1.30% |
| C14           | -1.17% | -1.31% | -0.78% |        | -0.50% | -0.37% | -2.44% | -0.13% |
| C15           | -1.69% | -2.00% | -0.26% | -1.66% | -0.24% | -0.89% | -2.00% | -1.15% |
| C16           | -1.04% | -1.10% | -0.93% | -0.39% | -0.08% | -0.50% | -1.39% | -0.76% |
| C17           | -0.91% | -1.31% | -0.21% | -0.23% | -0.21% | -0.37% | -0.90% | -0.52% |
| C18           | -1.35% | -0.80% | -0.83% | -0.03% | -0.47% | -0.52% | -2.16% | -0.91% |
| C19           | -1.69% | -0.92% | -0.55% | -0.49% | -0.60% | -0.50% | -1.31% | -0.39% |
| C20           | -2.46% | -1.16% | -1.17% | -0.10% | -0.26% | -0.13% | -1.82% | -0.63% |



CUADRO 8.3.6

**Pérdida de peso acumulado (%)**

| RELACION 0.45(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C12                              |        |        |        |        |        |        | -0.93% |        |
| C13                              |        |        |        |        |        |        | -2.73% |        |
| C14                              | -1.98% | -1.80% |        |        |        |        | -1.32% |        |
| C15                              | -1.08% | -1.44% |        | -0.41% | -0.95% |        | -2.50% |        |
| C16                              | -1.44% | -1.80% |        | -1.28% | -2.84% |        | -1.19% |        |
| C17                              | -0.57% | -2.34% |        | -1.79% | -0.54% |        | -0.10% |        |
| C18                              | -1.46% | -0.56% | -1.41% | -2.43% | -0.82% | -1.51% | -0.80% | -0.15% |
| C19                              | -1.82% | -1.49% | -0.90% | -1.61% | -1.58% | -1.16% | -0.41% | -1.03% |
| C20                              | -1.85% | -1.03% | -1.03% | -0.64% | -0.95% | -1.51% | -0.80% | -1.16% |
| C21                              | -2.24% | -1.44% | -1.18% | -1.53% | -0.84% | -2.31% | -0.52% | -1.55% |
| C22                              | -1.90% | -1.80% | -1.31% | -1.69% | -1.30% | -2.41% | -0.90% | -1.60% |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

CUADRO 8.3.7

| <b>Pérdida de peso acumulado (%)</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>RELACION 0.45(ADITIVO=150CCXBLS)</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>CICLOS</b>                           | <b>M1</b> | <b>M2</b> | <b>M3</b> | <b>M4</b> | <b>M5</b> | <b>M6</b> | <b>M7</b> | <b>M8</b> |
| C1                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C2                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C3                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C4                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C5                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C6                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C7                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C8                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C9                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C10                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C11                                     |           |           | -0.90%    |           | -2.03%    |           |           |           |
| C12                                     |           |           | -1.81%    |           | -1.39%    |           |           | -1.27%    |
| C13                                     |           |           | -1.29%    |           | -2.80%    |           | -1.41%    | -1.79%    |
| C14                                     |           |           | -2.45%    |           | -2.54%    |           | -1.11%    | -1.01%    |
| C15                                     |           | -1.31%    | -1.55%    |           | -2.29%    |           | -2.31%    | -0.62%    |
| C16                                     | -0.52%    | -2.00%    | -2.07%    |           | -2.03%    |           | -0.39%    | -1.63%    |
| C17                                     | -1.81%    | -2.31%    | -1.42%    |           | -0.49%    |           | -0.13%    | -1.40%    |
| C18                                     | -1.52%    | -0.54%    | -1.29%    |           | -0.23%    |           | -1.03%    | -0.62%    |
| C19                                     | -0.26%    | -1.41%    | -1.73%    | -1.23%    | -1.13%    | -0.90%    | -1.29%    | -0.23%    |
| C20                                     | -1.16%    | -1.00%    | -2.07%    | -1.71%    | -1.39%    | -0.80%    | -2.19%    | -0.75%    |
| C21                                     | -0.65%    | -1.93%    | -0.52%    | -2.17%    | -2.08%    | -2.32%    | -3.21%    | -0.62%    |
| C22                                     | -0.90%    | -1.31%    | -0.70%    | -2.05%    | -2.16%    | -1.81%    | -0.77%    | -1.01%    |
| C23                                     | -1.81%    | -1.80%    | -0.26%    | -2.17%    | -2.31%    | -0.72%    | -1.11%    | -1.79%    |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

CUADRO 8.3.8

| Pérdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45(ADITIVO=200CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                              |        |        |        |        | -0.21% |        |        |        |
| C12                              |        |        |        |        | -2.18% |        | -2.31% |        |
| C13                              | -0.77% |        |        |        | -1.28% |        | -2.06% | -1.92% |
| C14                              | -1.81% |        |        |        | -2.82% |        | -2.98% | -1.15% |
| C15                              | -1.55% |        | -0.62% |        | -1.79% |        | -2.57% | -2.51% |
| C16                              | -1.73% |        | -0.21% | -0.26% | -2.56% |        | -1.93% | -0.64% |
| C17                              | -0.93% |        | -1.51% | -2.69% | -1.03% | -1.30% | -2.31% | -1.15% |
| C18                              | -1.29% | -2.26% | -2.28% | -1.02% | -1.15% | -1.04% | -1.95% | -2.36% |
| C19                              | -1.58% | -3.47% | -2.92% | -2.56% | -2.82% | -0.65% | -2.16% | -0.54% |
| C20                              | -0.98% | -2.18% | -2.28% | -2.41% | -2.05% | -0.08% | -0.26% | -1.92% |
| C21                              | -0.70% | -1.67% | -2.59% | -1.79% | -3.67% | -2.33% | -1.29% | -3.67% |
| C22                              | -1.68% | -0.95% | -2.39% | -3.07% | -3.59% | -2.07% | -2.16% | -3.85% |
| C23                              | -1.96% | -1.67% | -1.77% | -2.56% | -3.46% | -1.68% | -0.93% | -1.77% |
| C24                              | -1.81% | -1.72% | -2.23% | -2.43% | -3.23% | -1.17% | -2.19% | -1.28% |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

CUADRO 8.3.9  
**Pérdida de peso acumulado (%)**

| CICLOS | RELACION A/C 0.50 |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | M1                | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1     |                   |        |        |        |        |        |        |        |
| C2     |                   |        |        |        |        |        |        |        |
| C3     |                   |        |        |        |        |        |        |        |
| C4     |                   |        |        |        |        |        |        |        |
| C5     |                   |        |        |        |        |        |        |        |
| C6     |                   |        |        |        |        |        |        |        |
| C7     |                   |        |        |        |        |        |        |        |
| C8     |                   |        |        |        |        |        |        |        |
| C9     |                   |        |        |        |        |        |        | -1.68% |
| C10    |                   |        |        |        |        |        |        | -0.93% |
| C11    |                   |        |        | -1.41% |        |        | -0.91% | -0.95% |
| C12    |                   | -1.77% |        | -2.70% | -1.54% |        | -1.97% | -0.70% |
| C13    | -2.43%            | -2.00% | -1.69% | -0.87% | -1.05% | -1.94% | -0.65% | -2.99% |
| C14    | -1.28%            | -0.13% | -0.62% | -1.41% | -1.93% | -1.42% | -0.88% | -2.22% |
| C15    | -0.26%            | -1.41% | -1.26% | -0.13% | -1.67% | -1.06% | -0.26% | -1.32% |
| C16    | -2.43%            | -0.56% | -0.95% | -1.28% | -1.23% | -0.03% | -0.62% | -1.03% |
| C17    | -0.38%            | -1.28% | -1.98% | -1.16% | -1.39% | -0.90% | -0.91% | -0.67% |
| C18    | -1.61%            | -1.10% | -1.18% | -0.95% | -1.65% | -1.63% | -1.43% | -1.81% |
| C19    | -1.23%            | -0.77% | -1.44% | -1.41% | -3.73% | -1.55% | -1.53% | -1.93% |

CUADRO 8.3.10

**Pérdida de peso acumulado (%)**

RELACION 0.50(ADITIVO=100CCXBLS)

| CICLOS | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C1     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9     |        |        | -0.26% |        |        |        | -0.82% |        |
| C10    | -0.65% | -1.41% | -1.16% |        | -2.03% | -1.29% | -1.43% |        |
| C11    | -0.13% | -0.64% | -2.06% | -1.35% | -1.39% | -1.06% | -0.92% |        |
| C12    | -0.91% | -1.16% | -1.42% | -2.07% | -2.80% | -2.61% | -2.32% |        |
| C13    | -2.08% | -1.39% | -0.52% | -0.62% | -2.54% | -0.49% | -2.01% | -1.79% |
| C14    | -1.17% | -1.31% | 0.00%  | -0.18% | -2.29% | -1.58% | -3.21% | -0.62% |
| C15    | -1.69% | -2.00% | -1.01% | -1.84% | -2.03% | -2.10% | -1.30% | -1.63% |
| C16    | -1.04% | -1.10% | -0.46% | -0.57% | -0.49% | -1.03% | -0.87% | -0.36% |
| C17    | -0.91% | -1.31% | -0.95% | -0.41% | -0.23% | -1.58% | -1.68% | -1.01% |
| C18    | -1.35% | -0.54% | -0.52% | -0.21% | -1.13% | -0.80% | -1.04% | -1.40% |
| C19    | -1.69% | -0.77% | -1.29% | -0.67% | -1.39% | -0.41% | -1.81% | -0.88% |
| C20    | -1.82% | -1.16% | -1.42% | -1.32% | -2.29% | -0.67% | -2.45% | -0.41% |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

CUADRO 8.3.11

**Pérdida de peso acumulado (%)**

RELACION 0.50(ADITIVO=150CCXBLS)

| CICLOS | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C1     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10    | -1.69% |        |        |        | -2.03% |        |        |        |
| C11    | -0.52% |        |        |        | -1.93% |        |        |        |
| C12    | -1.17% |        | -2.35% |        | -2.80% | -2.86% | -0.54% |        |
| C13    | -0.36% |        | -2.76% |        | -2.54% | -0.75% | -0.52% | -1.80% |
| C14    | -1.30% | -1.80% | -1.26% | -0.75% | -0.03% | -2.76% | -0.41% | -0.64% |
| C15    | -0.78% | -1.44% | -0.93% | -1.23% | -2.03% | -1.32% | -0.80% | -1.80% |
| C16    | -0.88% | -1.80% | -1.65% | -1.59% | -0.49% | -0.77% | -0.93% | -0.77% |
| C17    | -0.91% | -2.34% | -1.57% | -2.13% | -0.23% | -1.83% | -1.44% | -0.46% |
| C18    | -1.40% | -0.56% | -1.70% | -0.77% | -1.13% | -1.19% | -1.06% | -2.06% |
| C19    | -1.69% | -1.44% | -0.93% | -1.23% | -0.10% | -1.06% | -0.54% | -1.67% |
| C20    | -1.79% | -1.03% | -1.06% | -1.85% | -2.16% | -1.83% | -0.67% | -1.85% |
| C21    | -0.39% | -1.44% | -2.27% | -1.16% | -1.26% | -1.34% | -0.83% | -1.70% |
| C22    | -0.91% | -1.10% | -2.76% | -0.72% | -0.74% | -1.63% | -2.79% | -1.62% |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

CUADRO 8.3.12

| Pérdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.50(ADITIVO=200CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               | -2.34% |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               | -1.45% |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                              | -0.91% |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                              | -0.52% |        |        |        |        |        |        | -0.52% |
| C12                              |        |        |        |        |        |        |        | -1.40% |
| C13                              | -0.78% | -1.16% |        | -1.69% | -1.37% |        | -1.41% | -0.39% |
| C14                              | -1.95% | -1.82% |        | -0.23% | -1.86% |        | -1.11% | -1.69% |
| C15                              | -1.04% | -1.31% |        | -0.78% | -1.60% | -1.09% | -2.31% | -0.52% |
| C16                              | -1.56% | -2.00% | -1.21% | -0.10% | -1.34% | -1.61% | -0.39% | -1.53% |
| C17                              | -0.78% | -2.31% | -1.68% | -1.19% | -0.62% | -0.16% | -1.90% | -1.30% |
| C18                              | -1.27% | -0.54% | -1.80% | -0.73% | -0.18% | -0.55% | -1.93% | -0.52% |
| C19                              | -1.56% | -1.41% | -1.03% | -0.29% | -0.96% | -0.18% | -1.65% | -0.13% |
| C20                              | -1.66% | -1.00% | -1.16% | -0.91% | -1.22% | -0.08% | -2.19% | -0.65% |
| C21                              | -0.26% | -1.41% | -1.03% | -0.83% | -1.66% | -0.47% | -1.52% | -0.39% |
| C22                              | -0.78% | -1.08% | -2.86% | -0.78% | -1.99% | -0.81% | -3.14% | -0.73% |
| C23                              | -1.69% | -1.16% | -1.42% | -0.93% | -2.12% | -0.60% | -3.26% | -0.70% |

NOTA:  
SE TOMARON 8 MUESTRAS  
Mi=Nro. De Muestra  
Aditivo CHEMAPLAST

## **8.4 RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO INMERSO EN UNA SOLUCION DE CLORURO DE SODIO**

### **RELACION DE CUADROS Y GRAFICOS RESPECTIVOS**

**CUADRO 8.4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADITIVO Y SIN**

**ADITIVO CHEMAPLAST RELACION A/C=0.40**

**CUADRO 8.4.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADITIVO Y SIN**

**ADITIVO CHEMAPLAST RELACION A/C=0.45**

**CUADRO 8.4.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CON ADITIVO Y SIN**

**ADITIVO CHEMAPLAST RELACION A/C=0.50**



**CUADRO N°8.4.1****RESISTENCIA A LA COMPRESION**

| RELACION AGUA CEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|
|                       | 30 días                     | 60 días | 90 días |
| A/C 0.40              |                             |         |         |
| PATRON                | 425.09                      | 443.75  | 487.00  |
| PATRON + 100CCXBLS    | 452.30                      | 478.45  | 518.88  |
| PATRON +150CCXBLS     | 529.97                      | 549.31  | 585.73  |
| PATRON + 200CCXBLS    | 492.12                      | 499.51  | 538.61  |

**CUADRO N° 8.4.2****RESISTENCIA A LA COMPRESION**

| RELACION AGUA CEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|
|                       | 30 días                     | 60 días | 90 días |
| A/C 0.45              |                             |         |         |
| PATRON                | 413.59                      | 431.11  | 473.29  |
| PATRON + 100CCXBLS    | 430.76                      | 440.48  | 477.72  |
| PATRON +150CCXBLS     | 437.11                      | 447.05  | 482.85  |
| PATRON + 200CCXBLS    | 445.30                      | 454.21  | 496.78  |

**CUADRO N°8.4.3****RESISTENCIA A LA COMPRESION**

| RELACION AGUA CEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|
|                       | 30 días                     | 60 días | 90 días |
| A/C 0.50              |                             |         |         |
| PATRON                | 388.08                      | 398.70  | 437.00  |
| PATRON + 100CCXBLS    | 407.47                      | 426.94  | 462.46  |
| PATRON +150CCXBLS     | 416.87                      | 427.19  | 463.25  |
| PATRON + 200CCXBLS    | 432.39                      | 441.87  | 475.48  |

GRAFICO N° 8.4.1

RESISTENCIA A LA COMPRESION : A/C 0.40

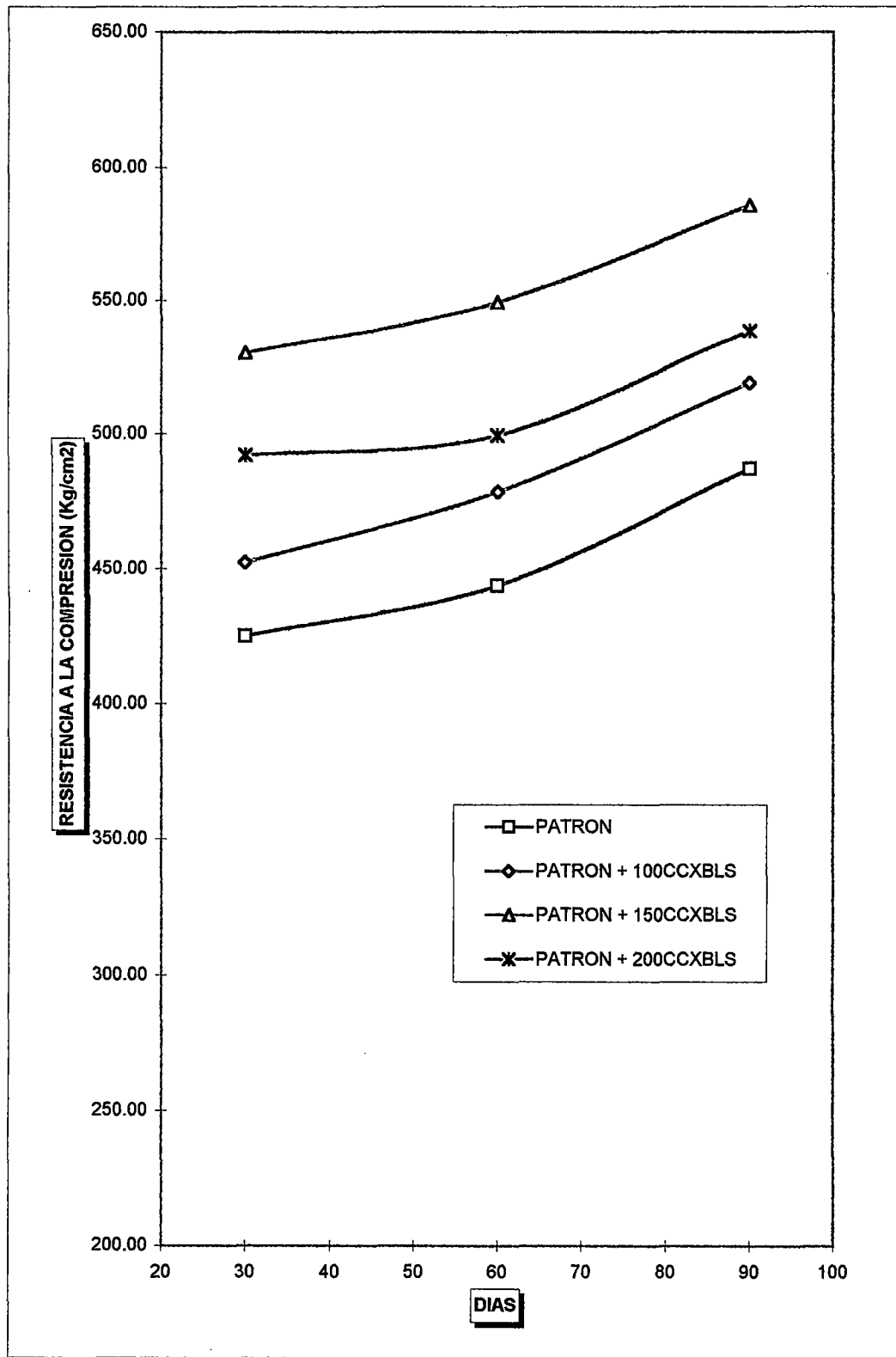
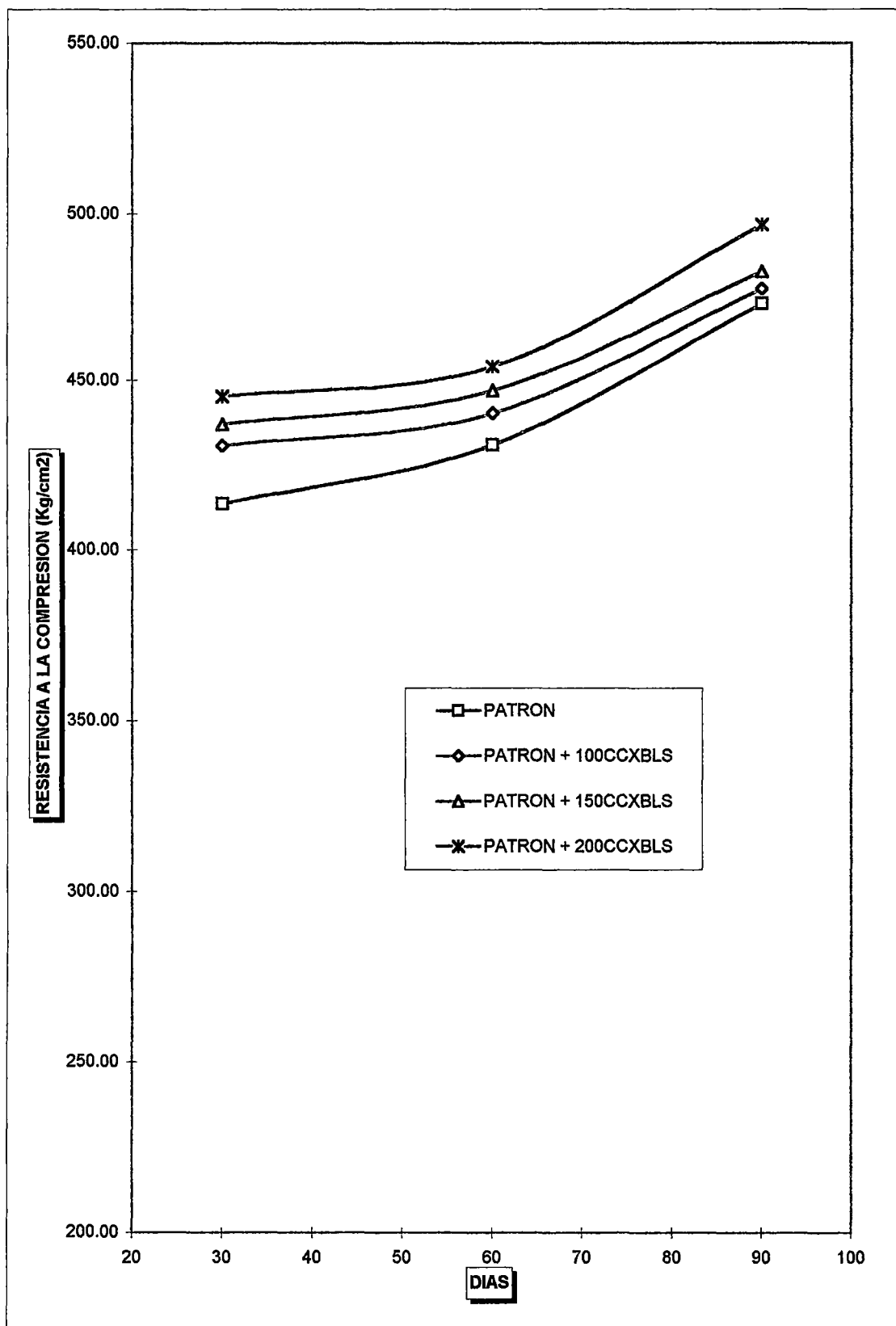
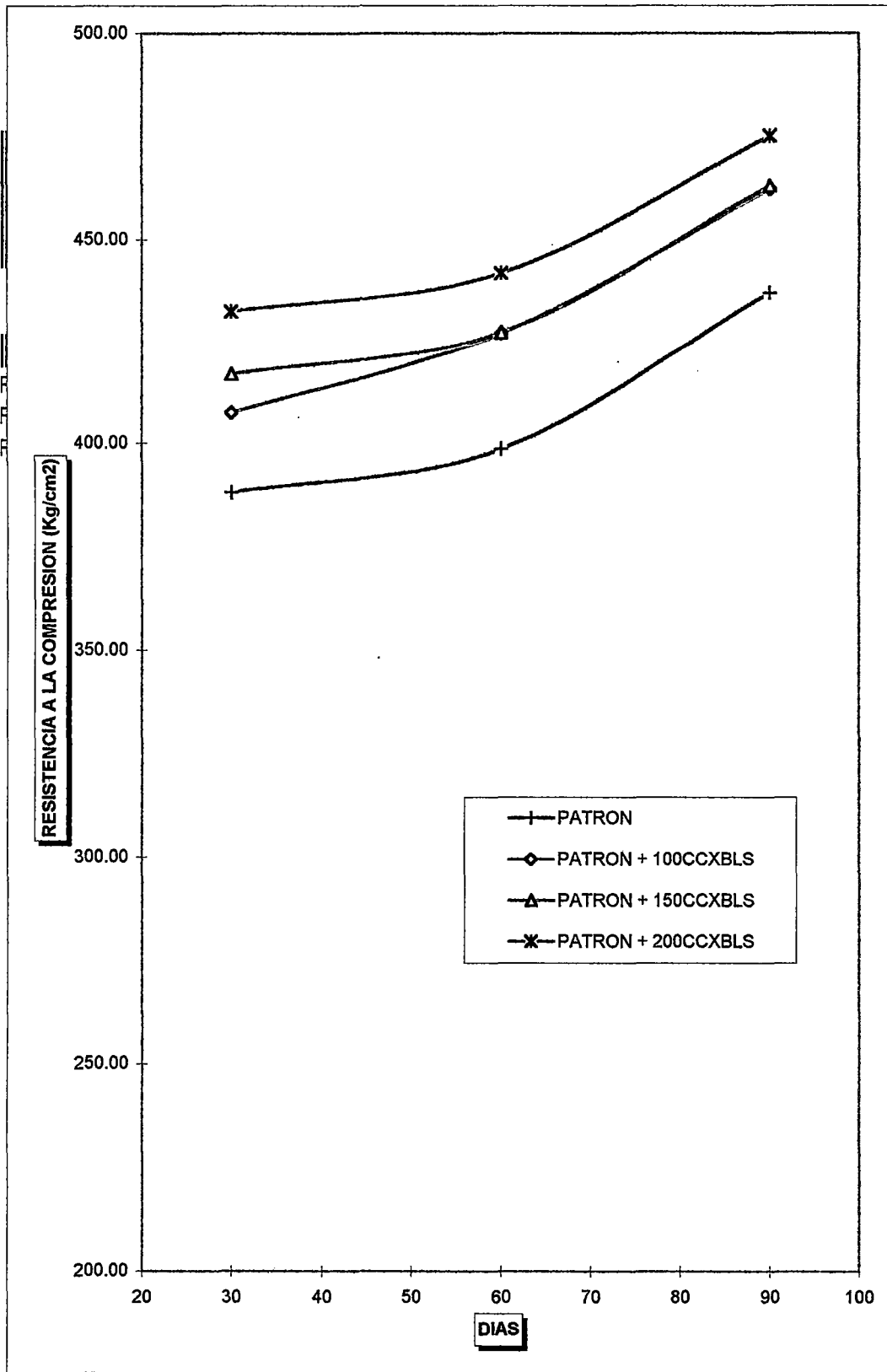


GRAFICO Nro.8.4.2

RESISTENCIA A LA COMPRESION : A/C 0.45



RESISTENCIA A LA COMPRESION : A/C 0.50



# CAPITULO IX

## ANALISIS DE RESULTADOS

### 9.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo, se analiza los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio, sobre el concreto en estado fresco, estado endurecido y los ensayos de corrosión acelerada.

En este capítulo se analiza el proceso evolutivo de la corrosión que se origina en el concreto de alta resistencia por acción del Cloruro de Sodio y así mismo se realiza un análisis comparativo de las muestras de concreto con aditivo y sin aditivo plastificante, aplicando un ensayo de corrosión acelerada.

El método de ensayo de corrosión acelerada que se aplicó es el de pérdida de peso mediante el humedecimiento y secado, tomando como referencia el estudio realizado por el Ing° José Luis Díaz Lazo (Tesis: "Corrosión del Cemento por ataque de Sulfatos").

Para tal efecto se elaboró probetas de concreto de 4 x 8" con aditivo (Chemaplast) y sin aditivo para las relaciones agua/cemento 0.40, 0.45 y 0.50 y la dosificación de aditivo que se utilizó fue de (100ccxbls, 150ccxbls, 200ccxbls) para cada una de las relaciones agua/cemento.

Los ensayos de la presente tesis de investigación se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Para el diseño de mezclas se empleo el método del Agregado Global, que consiste en determinar la mejor relación porcentual entre el agregado grueso y fino que en nuestro caso fue de 52% piedra y 48% de arena.

## 9.2. ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO 9.2

### RESUMEN DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

| DISEÑO |           | ASEN.    | FLUIDEZ | EXUDACION | PESO UNIT         | CONTENIDO   | FRAGUADO (Hrs:min) |       |
|--------|-----------|----------|---------|-----------|-------------------|-------------|--------------------|-------|
| A/C    | ADITIVO   | ( Pulg.) | ( % )   | ( % )     | Kg/m <sup>3</sup> | DE AIRE (%) | INICIAL            | FINAL |
| 0.40   | PATRON    | 3 ½      | 92.20   | 0.90      | 2336.17           | 1.59        | 03:59              | 06:13 |
|        | 100CC/BLS | 4        | 97.00   | 0.83      | 2351.77           | 2.73        | 03:59              | 05:59 |
|        | 150CC/BLS | 3 ¾      | 98.07   | 0.96      | 2343.97           | 2.46        | 04:00              | 06:10 |
|        | 200CC/BLS | 3 ¾      | 99.20   | 1.10      | 2336.17           | 2.16        | 04:28              | 06:40 |
| 0.45   | PATRON    | 3 ¾      | 90.33   | 0.70      | 2344.68           | 1.75        | 04:15              | 06:15 |
|        | 100CC/BLS | 4        | 95.40   | 1.01      | 2350.35           | 2.46        | 04:12              | 06:00 |
|        | 150CC/BLS | 3 ¾      | 98.33   | 1.11      | 2349.65           | 2.48        | 04:10              | 06:14 |
|        | 200CC/BLS | 3 ¾      | 99.00   | 1.28      | 2339.72           | 2.12        | 04:28              | 06:50 |
| 0.50   | PATRON    | 3 1/4    | 89.47   | 0.87      | 2351.77           | 1.75        | 03:58              | 06:21 |
|        | 100CC/BLS | 3 ½      | 90.80   | 1.31      | 2353.19           | 2.25        | 04:15              | 06:31 |
|        | 150CC/BLS | 3 ½      | 91.80   | 1.41      | 2369.50           | 2.99        | 03:59              | 06:35 |
|        | 200CC/BLS | 3 1/4    | 92.40   | 1.66      | 2344.68           | 2.00        | 04:38              | 07:10 |

## FLUIDEZ

Según el cuadro 9.2:

Para la relación  $a/c = 0.40$

Se obtuvo un incremento con respecto al concreto que no contiene aditivo de:

5.2% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast

6.36% para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast

7.59% para 200 ccxbls de aditivo Chemaplast

Para la relación  $a/c = 0.45$

Se obtuvo un incremento con respecto al concreto que no contiene aditivo de:

5.61% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast

8.86% para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast

9.59% para 200 ccxbls de aditivo Chemaplast

Para la relación  $a/c = 0.50$

Se obtuvo el incremento con respecto a al concreto que no contiene aditivo de:

1.49% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast

2.6 % para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast

3.27% para 200 ccxbls de aditivo Chemaplast

Podemos observar que cuando se utiliza aditivo Chemaplast el índice de fluidez aumenta para  $c/u$  de las relaciones respecto al patrón.

## EXUDACIÓN

Para la relación  $a/c = 0.40$  se obtuvo un incremento con respecto al diseño patrón de 6.66% para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast y 22.22% para 200 ccxbls de aditivo Chemaplast y una disminución de 7.77% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast.

Para la relación  $a/c = 0.45$  se obtuvo un incremento de:

- 44.28% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast
- 58.57% para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast
- 82.86% para 200 ccxbls de aditivo Chemaplast

Para la relación  $a/c = 0.50$  se obtuvo un incremento de:

- 50.57% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast
- 62.07% para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast
- 90.80% para 200 ccxbls de aditivo Chemaplast

Vemos que cuando se le adiciona aditivo Chemaplast hay un aumento de la exudación solo hay una disminución de 7.71% cuando se adiciona 100 ccxbls de aditivo para la relación 0.40.



## PESO UNITARIO

Para la relación 0.40 hay un incremento con respecto al Patrón 0.66% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast y 0.33% para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast.

Para la relación 0.45 hay una disminución con respecto al Patrón de 0.21% para 200 ccxbls de aditivo Chemaplast un incremento de:

- 0.24% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast
- 0.21% para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast

Para la relación 0.50 hay una disminución con respecto al Patrón de 0.30% para 200 ccxbls de aditivo Chemaplast y un incremento de:

- 0.06% para 100 ccxbls de aditivo Chemaplast
- 0.75% para 150 ccxbls de aditivo Chemaplast

## CONTENIDO DE AIRE

Para la relación a/c = 0.40 se obtuvieron los siguientes resultados:

|                      |        |       |
|----------------------|--------|-------|
| Patrón               | —————▶ | 1.59% |
| Aditivo (100 ccxbls) | ——▶    | 2.73% |
| Aditivo (150 ccxbls) | ——▶    | 2.46% |
| Aditivo (200 ccxbls) | ——▶    | 2.16% |

Para la relación  $a/c = 0.45$  se obtuvieron los siguientes resultados:

|                      |        |       |
|----------------------|--------|-------|
| Patrón               | —————▶ | 1.75% |
| Aditivo (100 ccxbls) | ————▶  | 2.46% |
| Aditivo (150 ccxbls) | ————▶  | 2.48% |
| Aditivo (200 ccxbls) | ————▶  | 2.12% |

Para la relación  $a/c = 0.50$  se obtuvieron los siguientes resultados:

|                      |        |       |
|----------------------|--------|-------|
| Patrón               | —————▶ | 1.75% |
| Aditivo (100 ccxbls) | ————▶  | 2.25% |
| Aditivo (150 ccxbls) | ————▶  | 2.99% |
| Aditivo (200 ccxbls) | ————▶  | 2.00% |

Observemos en general que cuando se adiciona aditivo el contenido de aire aumenta y el mayor en promedio se da cuando se la adiciona 150 ccxbls de aditivo Chemaplast.

## TIEMPO DE FRAGUA

### Tiempo de Fragua Inicial

Según el cuadro 9.2:

-Para la relación  $a/c = 0.40$

Se obtuvo un incremento con respecto al patron de:

1 minuto para 150 ccxbls de aditivo (Chemaplast.)

29 minutos Para 200 ccxbls de aditivo (Chemaplast)

Para la relación  $a/c = 0.45$  se obtuvo un incremento de 13 minutos para 200ccxbls y una disminución con respecto al concreto patrón de:

3 minutos para 100 ccxbls de aditivo (Chemaplast)

5 minutos para 150 ccxbls de aditivo (Chemaplast)

Para la relación  $a/c = 0.50$  se obtuvo un incremento de:

17 minutos para 100ccxbls de aditivo (Chemaplast)

1 minuto para 150 ccxbls de aditivo (Chemaplast)

40 minutos Para 200 ccxbls de aditivo (Chemaplast)

### Tiempo de Fragua Final

Según el cuadro 9.2

-Para la relación  $a/c = 0.40$  se obtuvo un incremento con respecto al diseño patrón de 27 minutos para 200 ccxbls de aditivo y una disminución de 14 minutos para 100 ccxbls y 3 minutos para 150ccxbls de aditivo.

-Para la relación  $a/c = 0.45$  se obtuvo un incremento de 35 minutos para 200 ccxbls de aditivo y una disminución de:

15 minutos para 100 ccxbls de aditivo

1 minuto para 150 ccxbls de aditivo

-Para la relación  $a/c = 0.50$  se obtuvo un incremento de:

10 minutos para 100 ccxbls de aditivo (Chemaplast)

14 minutos para 150 ccxbls de aditivo (Chemaplast)

49 minutos para 200 ccxbls de aditivo (Chemaplast)

### 9.3 ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

#### 9.3.1. ENSAYO DE COMPRESION

Para determinar la resistencia a la compresión se utilizaran probetas de 6 x 12" y se obtuvieron los siguientes resultados:

| CUADRO N°9.3.1              |                             |         |         |
|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESION |                             |         |         |
| RELACION AGUA CEMENTO       | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
| A/C 0.40                    | 7 días                      | 14 días | 28 días |
| PATRON                      | 326.96                      | 353.98  | 401.15  |
| PATRON + 100CCXBLS          | 350.19                      | 385.84  | 440.66  |
| PATRON + 150CCXBLS          | 407.25                      | 449.90  | 519.81  |
| PATRON + 200CCXBLS          | 370.15                      | 408.00  | 477.28  |

| RELACION AGUA CEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|
| A/C 0.45              | 7 días                      | 14 días | 28 días |
| PATRON                | 306.13                      | 340.25  | 390.52  |
| PATRON + 100CCXBLS    | 309.59                      | 352.27  | 411.47  |
| PATRON + 150CCXBLS    | 304.75                      | 353.66  | 417.62  |
| PATRON + 200CCXBLS    | 310.71                      | 356.44  | 424.52  |

| RELACION AGUA CEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESION |         |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|
| A/C 0.50              | 7 días                      | 14 días | 28 días |
| PATRON                | 286.56                      | 306.38  | 352.56  |
| PATRON + 100CCXBLS    | 303.36                      | 330.81  | 386.23  |
| PATRON + 150CCXBLS    | 302.00                      | 331.32  | 388.48  |
| PATRON + 200CCXBLS    | 302.18                      | 339.51  | 399.29  |

- Para la relación  $a/c = 0.40$

Analizando el cuadro 9.3.1, podemos apreciar que la mayor resistencia se obtiene cuando se le adiciona 150 ccxbls de aditivo .

- Para la relación  $a/c = 0.45$

Analizando el cuadro 9.3.1, podemos apreciar que la mayor resistencia se obtiene cuando se le adiciona 200 ccxbls de aditivo .

- Para la relación  $a/c = 0.50$

Analizando el cuadro 9.3.1, podemos apreciar que la mayor resistencia se obtiene cuando se le adiciona 200 ccxbls de aditivo .

### 9.3.2 RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

Para determinar la resistencia a la Tracción por compresión diametral se utilizaron probetas de 6 x 12" y se obtuvieron los siguientes resultados:

#### RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

| DISEÑO    | RELACION AGUA CEMENTO |       |       |
|-----------|-----------------------|-------|-------|
|           | 0.4                   | 0.45  | 0.5   |
| PATRON    | 33.8                  | 31.85 | 29.39 |
| 100CCXBLS | 33.89                 | 32.73 | 30.97 |
| 150CCXBLS | 34.9                  | 33.33 | 32.79 |
| 200CCXBLS | 34.83                 | 33.46 | 32.95 |

#### VARIACION PORCENTUAL DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DIAMETRAL

| DISEÑO    | RELACION AGUA CEMENTO |         |         |
|-----------|-----------------------|---------|---------|
|           | 0.4                   | 0.45    | 0.5     |
| PATRON    | 100.00%               | 100.00% | 100.00% |
| 100CCXBLS | 100.27%               | 102.76% | 105.38% |
| 150CCXBLS | 103.25%               | 104.65% | 111.57% |
| 200CCXBLS | 103.05%               | 105.05% | 112.11% |

- Para la relación  $a/c = 0.40$

Analizando el cuadro 9.3.2, podemos apreciar que la mayor resistencia a la tracción por compresión diametral se obtiene cuando se le adiciona 150 ccxbls de aditivo y la variación con respecto al concreto patrón fue de 3.25%.

- Para la relación  $a/c = 0.45$

Analizando el cuadro 9.3.2, podemos apreciar que la mayor resistencia a la tracción por compresión diametral se obtiene cuando se le adiciona 200 ccxbls de aditivo . y la variación con respecto al concreto patrón fue de 5.05%.

- Para la relación  $a/c = 0.50$

Analizando el cuadro 9.3.2, podemos apreciar que la mayor resistencia a la tracción por compresión diametral se obtiene cuando se le adiciona 200 ccxbls de aditivo . y la variación con respecto al concreto patrón fue de 12.11%.

#### **9.4. ENSAYO DE HUMEDECIDO Y SECADO**

Este ensayo es un proceso destructivo que se basa en que el agente químico debe tener la posibilidad de ingresar en la estructura interna del concreto y mantenerse un cierto tiempo para que se inicie el proceso de corrosión.

En este ensayo se debe observar los cambios producidos en cada muestra por cada ciclo de ensayo y relacionarlo con el peso del mismo en cada ciclo.

Para la realización de este ensayo se prepararon 8 muestras de concreto con aditivo y sin aditivo para las relaciones agua/cemento 0.40,0.45,0.50 y la dosificación del aditivo (Chemaplast) que se utiliza fue de 100ccxbls,150ccxbls y 200ccxbls:

## **A) CUADROS CORRESPONDIENTE A LA RELACION A/C = 0.40 CON ADITIVO Y SIN ADITIVO**

### **A-1) VARIACION DE PESO POR CICLO DE ENSAYO**

El número de ciclos que comprendió el proceso corrosivo para esta relación es el siguiente.

Para la relación  $a/c = 0.40$  (Patron) → 22 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.40$  (Aditivo 100 ccxbls) → 23 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.40$  (Aditivo 150 ccxbls) → 24 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.40$  (Aditivo 200 ccxbls) → 26 ciclos

En los gráficos se observa la variación de peso por ciclo de ensayo hasta alcanzar el máximo valor de peso esta valor máximo se logra a partir del ciclo 09.

En los siguientes cuadros podemos apreciar la variación de pesos de dos ciclos consecutivos.



CUADRO 9.4.A.1.1

| Variación de pesos (grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                   | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                       | -10.00 | -35.00 | 3.00   | 10.00  | -20.00 | -10.00 | 15.00  | -21.00 |
| C3                       | -2.00  | 23.00  | -23.00 | -22.00 | -25.00 | -15.00 | -64.00 | 36.00  |
| C4                       | -58.00 | -8.00  | -17.00 | -88.00 | 5.00   | -35.00 | -8.00  | -44.00 |
| C5                       | 50.00  | 75.00  | -5.00  | 75.00  | 75.00  | 68.00  | -5.00  | 47.00  |
| C6                       | 10.00  | 54.00  | 66.00  | -17.00 | 10.00  | -73.00 | 66.00  | 77.00  |
| C7                       | 30.00  | -99.00 | -14.00 | 77.00  | -27.00 | -7.00  | -44.00 | -57.00 |
| C8                       | 25.00  | 76.00  | 55.00  | -55.00 | 48.00  | 62.00  | 85.00  | -21.00 |
| C9                       | -35.00 | 25.00  | -85.00 | -20.00 | -26.00 | 40.00  | -56.00 | -7.00  |
| C10                      | 15.00  | -25.00 | 88.00  | 46.00  | 26.00  | -87.00 | 62.00  | 90.00  |
| C11                      | 16.00  | 24.00  | 3.00   | -27.00 | -27.00 | 40.00  | -31.00 | -14.00 |
| C12                      | -51.00 | -60.00 | -46.00 | 81.00  | -21.00 | 52.00  | -60.00 | 19.00  |
| C13                      | 40.00  | 31.00  | -42.00 | -55.00 | 14.00  | -63.00 | -16.00 | -35.00 |
| C14                      | -25.00 | -15.00 | 85.00  | -34.00 | 14.00  | 19.00  | 58.00  | 17.00  |
| C15                      | 10.00  | 20.00  | -73.00 | 43.00  | -7.00  | 3.00   | 4.00   | -77.00 |
| C16                      | -35.00 | -47.00 | 10.00  | 38.00  | 22.00  | 6.00   | -1.00  | 16.00  |
| C17                      | 44.00  | 42.00  | -22.00 | -52.00 | -51.00 | 10.00  | -30.00 | -46.00 |
| C18                      | -19.00 | -16.00 | 88.00  | 36.00  | -25.00 | -40.00 | 75.00  | 15.00  |
| C19                      | -2.00  | -57.00 | -49.00 | -49.00 | 26.00  | 17.00  | -55.00 | -20.00 |
| C20                      | -13.00 | 33.00  | -12.00 | -32.00 | 34.00  | 14.00  | 22.00  | 45.00  |
| C21                      | 40.00  | 58.00  | 9.00   | 10.00  | 10.00  | 19.00  | -20.00 | 30.00  |
| C22                      | -30.00 | -59.00 | -20.00 | 25.00  | -20.00 | -28.00 | -30.00 | -11.00 |

CUADRO 9.4.A.1.2

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | -4.00  | -21.00 | 65.00  | 55.00  | -25.00 | -25.00 | -15.00 | -10.00 |
| C3                               | 24.00  | -10.00 | -61.00 | -65.00 | 20.00  | -29.00 | 4.00   | 10.00  |
| C4                               | -20.00 | 20.00  | 18.00  | 29.00  | -45.00 | 9.00   | 24.00  | 21.00  |
| C5                               | -50.00 | -60.00 | -15.00 | 1.00   | -55.00 | -34.00 | -6.00  | -60.00 |
| C6                               | 10.00  | 30.00  | 5.00   | -15.00 | 70.00  | 50.00  | 18.00  | 59.00  |
| C7                               | 42.00  | 50.00  | 53.00  | -85.00 | 30.00  | -25.00 | -65.00 | 5.00   |
| C8                               | -27.00 | 45.00  | -83.00 | 70.00  | 60.00  | 20.00  | 29.00  | 8.00   |
| C9                               | 10.00  | -30.00 | 65.00  | 15.00  | -74.00 | -30.00 | -39.00 | -48.00 |
| C10                              | 11.00  | -65.00 | 45.00  | -15.00 | 68.00  | -15.00 | 75.00  | 15.00  |
| C11                              | 34.00  | 92.00  | -55.00 | -9.00  | 11.00  | 60.00  | 14.00  | 39.00  |
| C12                              | -35.00 | -77.00 | 15.00  | -31.00 | -90.00 | 35.00  | -69.00 | -59.00 |
| C13                              | -20.00 | 35.00  | -40.00 | 55.00  | 35.00  | -81.00 | 20.00  | 10.00  |
| C14                              | 5.00   | -20.00 | -21.00 | 52.00  | 42.00  | 41.00  | 42.00  | 45.00  |
| C15                              | 9.00   | 23.00  | 37.00  | -97.00 | -77.00 | 45.00  | -25.00 | -53.00 |
| C16                              | -34.00 | -64.00 | 34.00  | 80.00  | 35.00  | -30.00 | 12.00  | 38.00  |
| C17                              | 45.00  | 51.00  | -55.00 | -80.00 | -14.00 | 40.00  | -40.00 | 5.00   |
| C18                              | 27.00  | 10.00  | 12.00  | -15.00 | 49.00  | -30.00 | 31.00  | -10.00 |
| C19                              | -57.00 | -5.00  | 23.00  | 25.00  | -39.00 | -56.00 | -5.00  | 15.00  |
| C20                              | 20.00  | 49.00  | -14.00 | 70.00  | 54.00  | 26.00  | -40.00 | -20.00 |
| C21                              | 20.00  | -28.00 | 34.00  | -59.00 | -5.00  | 15.00  | 5.00   | 5.00   |
| C22                              | -10.00 | -60.00 | -35.00 | 14.00  | -45.00 | -40.00 | 20.00  | 20.00  |
| C23                              | 4.00   | 20.00  | -30.00 | -24.00 | 40.00  | 20.00  | 35.00  | -35.00 |

CUADRO 9.4.A.1.3

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=150CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | -64.00 | -22.00 | 27.00  | 15.00  | 4.00   | -8.00  | -25.00 | -50.00 |
| C3                               | 30.00  | -37.00 | -51.00 | -30.00 | -5.00  | 73.00  | 15.00  | 20.00  |
| C4                               | 20.00  | 20.00  | 30.00  | 10.00  | -15.00 | -50.00 | -6.00  | -30.00 |
| C5                               | -65.00 | -60.00 | 45.00  | -20.00 | 73.00  | 11.00  | -74.00 | -60.00 |
| C6                               | 31.00  | 80.00  | -30.00 | 65.00  | -63.00 | 15.00  | 56.00  | 30.00  |
| C7                               | -21.00 | -49.00 | -20.00 | 10.00  | 30.00  | 19.00  | 19.00  | 73.00  |
| C8                               | 10.00  | 9.00   | -56.00 | -20.00 | -40.00 | -60.00 | 16.00  | 63.00  |
| C9                               | 35.00  | 55.00  | 66.00  | -10.00 | 92.00  | -41.00 | 49.00  | -31.00 |
| C10                              | 25.00  | -25.00 | 45.00  | 45.00  | -77.00 | -30.00 | 6.00   | -45.00 |

|     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C11 | 37.00  | 52.00  | -55.00 | -26.00 | 90.00  | 31.00  | -51.00 | 39.00  |
| C12 | -47.00 | -62.00 | -40.00 | -53.00 | -69.00 | 65.00  | 75.00  | 41.00  |
| C13 | 15.00  | 50.00  | 55.00  | 9.00   | -24.00 | 45.00  | -55.00 | -75.00 |
| C14 | -40.00 | -59.00 | 52.00  | 5.00   | -22.00 | -50.00 | -66.00 | 30.00  |
| C15 | 9.00   | -15.00 | -57.00 | 45.00  | 64.00  | -19.00 | 16.00  | -53.00 |
| C16 | -34.00 | 38.00  | 31.00  | 14.00  | -4.00  | 4.00   | -50.00 | 8.00   |
| C17 | 45.00  | -4.00  | -16.00 | -24.00 | -45.00 | -25.00 | 60.00  | 45.00  |
| C18 | 30.00  | -25.00 | -60.00 | -5.00  | 55.00  | 26.00  | 47.00  | -47.00 |
| C19 | -60.00 | 30.00  | -7.00  | -45.00 | 20.00  | -66.00 | -41.00 | 71.00  |
| C20 | 60.00  | 20.00  | 57.00  | 15.00  | 20.00  | 50.00  | 34.00  | -34.00 |
| C21 | -35.00 | -55.00 | 10.00  | 35.00  | -5.00  | -15.00 | -25.00 | -27.00 |
| C22 | -15.00 | 30.00  | 20.00  | 10.00  | -16.00 | 25.00  | 41.00  | 7.00   |
| C23 | -19.00 | -30.00 | -65.00 | -40.00 | -71.00 | -30.00 | -2.00  | 6.00   |
| C24 | -12.00 | -6.00  | -13.00 | -15.00 | -15.00 | 15.00  | -4.00  | 4.00   |

#### CUADRO 9.4.A.1.4

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=200CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | 16.00  | 32.00  | 72.00  | 24.00  | -7.00  | 22.00  | -20.00 | -50.00 |
| C3                               | 24.00  | -50.00 | -51.00 | -30.00 | -30.00 | -33.00 | -45.00 | 20.00  |
| C4                               | -20.00 | 20.00  | 30.00  | 73.00  | -33.00 | 40.00  | 15.00  | -30.00 |
| C5                               | -45.00 | -41.00 | 45.00  | -83.00 | 48.00  | -24.00 | -35.00 | -60.00 |
| C6                               | 11.00  | 61.00  | -30.00 | 65.00  | 5.00   | 66.00  | 56.00  | 30.00  |
| C7                               | -21.00 | -49.00 | -64.00 | 44.00  | -10.00 | -51.00 | 19.00  | 73.00  |
| C8                               | -25.00 | 9.00   | -12.00 | -24.00 | 30.00  | 13.00  | 16.00  | 63.00  |
| C9                               | 70.00  | 5.00   | 11.00  | -55.00 | -30.00 | 12.00  | 49.00  | -31.00 |
| C10                              | 25.00  | 45.00  | 60.00  | 15.00  | 60.00  | 28.00  | 25.00  | -45.00 |
| C11                              | 37.00  | 32.00  | -15.00 | 65.00  | 45.00  | -83.00 | 22.00  | 39.00  |
| C12                              | -47.00 | -18.00 | 35.00  | -30.00 | -69.00 | 65.00  | -17.00 | 41.00  |
| C13                              | 15.00  | -34.00 | 25.00  | -35.00 | 65.00  | 45.00  | -55.00 | -87.00 |
| C14                              | -40.00 | -10.00 | -35.00 | 77.00  | -65.00 | -55.00 | 32.00  | 42.00  |
| C15                              | 9.00   | 65.00  | -10.00 | -7.00  | 14.00  | -9.00  | -25.00 | -53.00 |
| C16                              | -34.00 | 5.00   | 26.00  | -31.00 | 25.00  | -46.00 | -17.00 | 8.00   |
| C17                              | 45.00  | -60.00 | -16.00 | -24.00 | 14.00  | 15.00  | 42.00  | 45.00  |
| C18                              | 30.00  | -25.00 | -60.00 | -5.00  | -29.00 | 31.00  | -25.00 | -47.00 |
| C19                              | -60.00 | 30.00  | -7.00  | 17.00  | -14.00 | 14.00  | 12.00  | 32.00  |
| C20                              | 60.00  | 20.00  | 57.00  | -47.00 | 54.00  | -4.00  | -40.00 | 5.00   |
| C21                              | -35.00 | 30.00  | 10.00  | 35.00  | -5.00  | -41.00 | 31.00  | -27.00 |

|     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C22 | -15.00 | -55.00 | 20.00  | 10.00  | -6.00  | 25.00  | 6.00   | 7.00   |
| C23 | 2.00   | -30.00 | -65.00 | -40.00 | -71.00 | -30.00 | 4.00   | -20.00 |
| C24 | -62.00 | -6.00  | -13.00 | -15.00 | -49.00 | 15.00  | -40.00 | -7.00  |
| C25 | 39.00  | -8.00  | -18.00 | 21.00  | 66.00  | -14.00 | 20.00  | 14.00  |
| C26 | 36.00  | 25.00  | 6.00   | -10.00 | -15.00 | -3.00  | -37.00 | -2.00  |

Para la relación a/c = 0.40 (Patron)

La mayor parte de los valores que se presentan en el cuadro 9.4.A.1.1 se encuentran dentro del rango (+) 88 a (-) 88.

Para la relación a/c = 0.40 (Aditivo 100 ccxbls)

La mayor parte de los valores que se presentan en el cuadro 9.4.A.1.2 se encuentra dentro del rango (+) 80 a (-) 80.

Para la relación a/c = 0.40 (Aditivo 150 ccxbls)

La mayor, parte de los valores que se presentan en el cuadro 9.4.A.1.3 se encuentra dentro del rango (+) 75 a (-) 75.

Para la relación a/c = 0.40 (Aditivo 200 ccxbls)

La mayor parte de los valores que se presentan en el cuadro 9.4.A.1.4 se encuentran dentro del rango (+) 75 a (-) 75.

Podemos apreciar que la variación de peso entre dos ciclos consecutivos son casi constantes no dependiendo de la cantidad de aditivo.

## A-2) PERDIDA DE PESO ACUMULADO

Estos cuadros se realizaron sobre la base de la pérdida de peso de las probetas de concreto a partir del máximo valor de peso. Valores expresados en porcentaje de peso acumulado.

En los siguientes cuadros podemos apreciar la pérdida de peso acumulado.

### CUADRO 9.4.A.2.1

| Perdida de peso acumulado (%) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                        | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                            | -0.91% |        |        |        | -0.68% |        |        |        |
| C10                           | -0.52% | -0.65% |        |        | 0.00%  |        |        |        |
| C11                           | -0.10% | -0.03% |        |        | -0.70% |        | -0.80% |        |
| C12                           | -1.43% | -1.58% | -1.19% |        | -1.25% |        | -2.35% |        |
| C13                           | -0.39% | -0.77% | -2.27% | -1.41% | -0.88% | -1.63% | -2.76% | -0.90% |
| C14                           | -1.04% | -1.16% | -0.08% | -2.28% | -0.52% | -1.14% | -1.26% | -0.46% |
| C15                           | -0.78% | -0.65% | -1.96% | -1.18% | -0.70% | -1.06% | -1.16% | -2.44% |
| C16                           | -1.69% | -1.86% | -1.70% | -0.21% | -0.13% | -0.91% | -1.19% | -2.03% |
| C17                           | -0.54% | -0.77% | -2.27% | -1.54% | -1.46% | -0.65% | -1.96% | -3.21% |
| C18                           | -1.04% | -1.19% | 0.00%  | -0.62% | -2.11% | -1.69% | -0.03% | -2.82% |
| C19                           | -1.09% | -2.66% | -1.26% | -1.87% | -1.43% | -1.25% | -1.44% | -3.34% |
| C20                           | -1.43% | -1.81% | -1.57% | -2.69% | -0.55% | -0.88% | -0.88% | -2.18% |
| C21                           | -0.39% | -0.31% | -1.34% | -2.44% | -0.29% | -0.39% | -1.39% | -1.41% |
| C22                           | -1.17% | -1.83% | -1.86% | -1.79% | -0.81% | -1.12% | -2.17% | -1.69% |

### CUADRO 9.4.A.2.2

| Perdida de peso acumulado (%)   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| RELACION 0.40(ADITIVO=100CCXBL) |    |    |    |    |    |    |    |    |
| CICLOS                          | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
| C1                              |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C2                              |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C3                              |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C4                              |    |    |    |    |    |    |    |    |

|     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C5  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9  |        | -0.77% |        |        |        |        |        |        |
| C10 |        | -2.44% |        |        |        |        |        |        |
| C11 |        | -0.08% | -1.41% |        |        |        |        |        |
| C12 | -0.90% | -2.05% | -1.03% |        | -2.30% |        | -1.78% | -1.53% |
| C13 | -1.42% | -1.16% | -2.05% |        | -1.41% |        | -1.26% | -1.27% |
| C14 | -1.29% | -1.67% | -2.59% |        | -0.33% |        | -0.18% | -0.10% |
| C15 | -1.06% | -1.08% | -1.64% | -2.48% | -2.30% |        | -0.82% | -1.48% |
| C16 | -1.94% | -2.72% | -0.77% | -0.43% | -1.41% |        | -0.52% | -0.49% |
| C17 | -0.78% | -1.41% | -2.18% | -2.48% | -1.77% |        | -1.55% | -0.36% |
| C18 | -0.08% | -1.16% | -1.87% | -2.86% | -0.51% | -0.77% | -0.75% | -0.62% |
| C19 | -1.55% | -1.28% | -1.28% | -2.22% | -1.51% | -2.20% | -0.88% | -0.23% |
| C20 | -1.03% | -0.03% | -1.64% | -0.43% | -0.13% | -1.54% | -1.91% | -0.75% |
| C21 | -0.52% | -0.74% | -0.77% | -1.94% | -0.26% | -1.15% | -1.78% | -0.62% |
| C22 | -0.78% | -2.28% | -1.67% | -1.58% | -1.41% | -2.18% | -1.26% | -0.10% |
| C23 | -0.67% | -1.77% | -2.44% | -2.20% | -0.38% | -1.66% | -0.36% | -1.01% |

### CUADRO 9.4.A.2.3

| Perdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=150CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                              |        |        |        | -0.67% |        |        |        |        |
| C12                              | -1.21% | -1.59% |        | -2.04% | -1.77% |        |        |        |
| C13                              | -0.82% | -0.31% |        | -1.80% | -2.38% |        | -1.41% | -1.92% |
| C14                              | -1.85% | -1.82% |        | -1.68% | -2.94% | -1.28% | -3.11% | -1.15% |
| C15                              | -1.62% | -2.21% | -1.46% | -0.52% | -1.31% | -1.77% | -2.70% | -2.51% |
| C16                              | -2.49% | -1.23% | -0.66% | -0.15% | -1.41% | -1.67% | -3.98% | -2.31% |
| C17                              | -1.34% | -1.34% | -1.07% | -0.77% | -2.56% | -2.31% | -2.44% | -1.15% |
| C18                              | -0.57% | -1.98% | -2.61% | -0.90% | -1.15% | -1.64% | -1.23% | -2.36% |
| C19                              | -2.11% | -1.21% | -2.79% | -2.06% | -0.64% | -3.33% | -2.28% | -0.54% |
| C20                              | -0.57% | -0.69% | -1.33% | -1.68% | -0.13% | -2.05% | -1.41% | -1.41% |
| C21                              | -1.46% | -2.11% | -1.07% | -0.77% | -0.26% | -2.44% | -2.05% | -2.10% |

|     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C22 | -1.85% | -1.34% | -0.56% | -0.52% | -0.67% | -1.79% | -1.00% | -1.92% |
| C23 | -2.34% | -2.11% | -2.22% | -1.55% | -2.48% | -2.56% | -1.05% | -1.77% |
| C24 | -2.65% | -2.26% | -2.56% | -1.93% | -2.87% | -2.18% | -1.16% | -1.67% |

#### CUADRO 9.4.A.2.4

| Perdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.40(ADITIVO=200CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C12                              | -1.21% |        |        |        | -1.77% |        | -0.43% |        |
| C13                              | -0.82% |        |        |        | -0.10% |        | -1.84% | -2.23% |
| C14                              | -1.85% |        | -0.90% |        | -1.77% | -1.41% | -1.02% | -1.15% |
| C15                              | -1.62% |        | -1.15% | -0.18% | -1.41% | -1.64% | -1.66% | -2.51% |
| C16                              | -2.49% |        | -0.49% | -0.97% | -0.77% | -2.82% | -2.10% | -2.31% |
| C17                              | -1.34% | -1.54% | -0.90% | -1.58% | -0.41% | -2.44% | -1.02% | -1.15% |
| C18                              | -0.57% | -2.18% | -2.43% | -1.71% | -1.15% | -1.64% | -1.66% | -2.36% |
| C19                              | -2.11% | -1.41% | -2.61% | -1.28% | -1.51% | -1.28% | -1.35% | -1.54% |
| C20                              | -0.57% | -0.90% | -1.15% | -2.48% | -0.13% | -1.38% | -2.38% | -1.41% |
| C21                              | -1.46% | -0.13% | -0.90% | -1.58% | -0.26% | -2.44% | -1.58% | -2.10% |
| C22                              | -1.85% | -1.54% | -0.38% | -1.33% | -0.41% | -1.79% | -1.43% | -1.92% |
| C23                              | -1.80% | -2.31% | -2.05% | -2.35% | -2.23% | -2.56% | -1.33% | -2.44% |
| C24                              | -3.39% | -2.46% | -2.38% | -2.74% | -3.48% | -2.18% | -2.35% | -2.62% |
| C25                              | -2.39% | -2.67% | -2.84% | -2.20% | -1.79% | -2.54% | -1.84% | -2.26% |
| C26                              | -1.46% | -2.03% | -2.69% | -2.45% | -2.18% | -2.62% | -2.79% | -2.31% |

Para A/C = 0.40 (PATRON) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango del (-) 0.03% a (-)1.96% con respecto al máximo valor.

Para  $a/c = 0.40$  (Aditivo 100 ccxbls) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de (-) 0.08% a (-) 2.86% con respecto al máximo valor.

Para  $A/c = 0.40$  (Aditivo 150 ccxbls) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de (-) 0.26%, a (-) 2.56% con respecto al máximo valor.

Para  $A/c = 0.40$  (Aditivo 200 ccxbls) la pérdida acumulada máximo varía dentro del rango de (-) 0.10% a (-) 3.48 con respecto al máximo valor.

## **B) CUADROS CORRESPONDIENTES A LA RELACION A/C = 0.45 CON ADITIVO Y SIN ADITIVO**

### **B-1 VARIACION DE PESO POR CICLO DE ENSAYO**

El número de ciclos que comprendió el proceso corrosivo es el siguiente:

Para la relación  $a/c = 0.45$  (PATRON) → 20 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.45$  (Aditivo 100 ccxbls) → 22 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.45$  (Aditivo 150 ccxbls) → 23 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.45$  (Aditivo 200 ccxbls) → 24 ciclos

En los siguientes cuadros podemos apreciar la variación de peso de dos ciclos consecutivos.



## CUADRO 9.4.B.1.1

| Variación de pesos<br>(grs) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION<br>0.45            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                      | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                          |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                          | -21.00 | 21.00  | -4.00  | -14.00 | 8.00   | 10.00  | 50.00  | -21.00 |
| C3                          | -14.00 | -30.00 | 19.00  | -81.00 | -23.00 | -95.00 | -39.00 | -88.00 |
| C4                          | -60.00 | 5.00   | -50.00 | 75.00  | 9.00   | 27.00  | 9.00   | 89.00  |
| C5                          | 45.00  | -10.00 | -60.00 | -80.00 | -34.00 | -7.00  | -30.00 | -50.00 |
| C6                          | 41.00  | 45.00  | 70.00  | 40.00  | -18.00 | -35.00 | 82.00  | -15.00 |
| C7                          | -20.00 | 60.00  | 10.00  | 35.00  | 48.00  | 84.00  | 23.00  | 95.00  |
| C8                          | 54.00  | 14.00  | -15.00 | 33.00  | 4.00   | 17.00  | 75.00  | -75.00 |
| C9                          | 35.00  | -4.00  | 61.00  | -63.00 | 25.00  | 13.00  | -76.00 | 40.00  |
| C10                         | -25.00 | -50.00 | -86.00 | 66.00  | -75.00 | -63.00 | -34.00 | 21.00  |
| C11                         | 20.00  | 30.00  | 77.00  | 4.00   | 1.00   | 4.00   | 25.00  | -5.00  |
| C12                         | -30.00 | -20.00 | -37.00 | -25.00 | 30.00  | 34.00  | -10.00 | 39.00  |
| C13                         | -45.00 | 45.00  | 28.00  | 20.00  | -10.00 | 8.00   | 15.00  | -50.00 |
| C14                         | 35.00  | -51.00 | -12.00 | 29.00  | 35.00  | 3.00   | -15.00 | 45.00  |
| C15                         | -20.00 | -27.00 | 20.00  | -64.00 | 10.00  | -20.00 | 17.00  | -39.00 |
| C16                         | 25.00  | 35.00  | -26.00 | 49.00  | 6.00   | 15.00  | 24.00  | 15.00  |
| C17                         | 5.00   | -8.00  | 28.00  | 6.00   | -5.00  | 5.00   | 19.00  | 9.00   |
| C18                         | -17.00 | 20.00  | -24.00 | 8.00   | -10.00 | -6.00  | -49.00 | -15.00 |
| C19                         | -13.00 | -5.00  | 11.00  | -18.00 | -5.00  | 1.00   | 33.00  | 20.00  |
| C20                         | -30.00 | -9.00  | -24.00 | 15.00  | 13.00  | 14.00  | -20.00 | -9.00  |

## CUADRO 9.4.B.1.2

| Variación de pesos<br>(grs)      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICL<br>OS                       | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | 10.00  | -73.00 | -47.00 | 10.00  | -39.00 | -5.00  | 10.00  | -1.00  |
| C3                               | -2.00  | 85.00  | 36.00  | -15.00 | 79.00  | 12.00  | -20.00 | 51.00  |
| C4                               | -58.00 | -70.00 | -76.00 | -55.00 | -50.00 | -53.00 | -64.00 | -70.00 |
| C5                               | 50.00  | 75.00  | -5.00  | 75.00  | -29.00 | -16.00 | 93.00  | -10.00 |
| C6                               | 10.00  | 54.00  | 66.00  | -17.00 | 38.00  | 32.00  | 15.00  | -5.00  |
| C7                               | -25.00 | -99.00 | -14.00 | 77.00  | -58.00 | 10.00  | -71.00 | 46.00  |
| C8                               | 15.00  | 76.00  | 55.00  | -52.00 | 80.00  | -10.00 | 43.00  | -37.00 |
| C9                               | 65.00  | -26.00 | -85.00 | 6.00   | 74.00  | 10.00  | 45.00  | 96.00  |

|     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C10 | -65.00 | 26.00  | 88.00  | 17.00  | -79.00 | 21.00  | -10.00 | -15.00 |
| C11 | -1.00  | -27.00 | 3.00   | -27.00 | 4.00   | 60.00  | 41.00  | 7.00   |
| C12 | 11.00  | -21.00 | -46.00 | 81.00  | 25.00  | 14.00  | -36.00 | 33.00  |
| C13 | 92.00  | 98.00  | -30.00 | -55.00 | 52.00  | -60.00 | -70.00 | -40.00 |
| C14 | -77.00 | -70.00 | 73.00  | 65.00  | 16.00  | 19.00  | 55.00  | 50.00  |
| C15 | 35.00  | 14.00  | -83.00 | -16.00 | -37.00 | -84.00 | -46.00 | -79.00 |
| C16 | -14.00 | -14.00 | 65.00  | -34.00 | -74.00 | 80.00  | 51.00  | 24.00  |
| C17 | 34.00  | -21.00 | 45.00  | -20.00 | 90.00  | 50.00  | 42.00  | 60.00  |
| C18 | -35.00 | 69.00  | -55.00 | -25.00 | -11.00 | -59.00 | -27.00 | -6.00  |
| C19 | -14.00 | -36.00 | 20.00  | 32.00  | -30.00 | 14.00  | 15.00  | -34.00 |
| C20 | -1.00  | 18.00  | -5.00  | 38.00  | 25.00  | -14.00 | -15.00 | -5.00  |
| C21 | -15.00 | -16.00 | -6.00  | -35.00 | 4.00   | -31.00 | 11.00  | -15.00 |
| C22 | 13.00  | -14.00 | -5.00  | -6.00  | -18.00 | -4.00  | -15.00 | -2.00  |

## CUADRO 9.4.B.1.3

**Variación de pesos  
(grs)**

| CICLOS | RELACION<br>0.45(ADITIVO=150CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | M1                                  | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1     |                                     |        |        |        |        |        |        |        |
| C2     | -30.00                              | 30.00  | -40.00 | 25.00  | -16.00 | 20.00  | 35.00  | 10.00  |
| C3     | 40.00                               | -10.00 | 8.00   | -40.00 | 25.00  | 55.00  | -38.00 | -11.00 |
| C4     | -30.00                              | -60.00 | -30.00 | -50.00 | -36.00 | -96.00 | -82.00 | -59.00 |
| C5     | -45.00                              | 15.00  | -8.00  | -40.00 | -29.00 | -16.00 | 80.00  | -20.00 |
| C6     | 55.00                               | 70.00  | 69.00  | 78.00  | 38.00  | 32.00  | 28.00  | 54.00  |
| C7     | 50.00                               | 25.00  | -29.00 | -23.00 | 42.00  | 40.00  | -8.00  | -19.00 |
| C8     | 5.00                                | 20.00  | 50.00  | 70.00  | 40.00  | -30.00 | 45.00  | 54.00  |
| C9     | -35.00                              | 4.00   | -40.00 | 15.00  | 5.00   | 55.00  | -15.00 | -5.00  |
| C10    | 35.00                               | -4.00  | 60.00  | -15.00 | 9.00   | -55.00 | 15.00  | -30.00 |
| C11    | -25.00                              | -50.00 | -35.00 | -40.00 | -79.00 | 21.00  | 5.00   | 39.00  |
| C12    | 20.00                               | 30.00  | -35.00 | -30.00 | 25.00  | 9.00   | 20.00  | -49.00 |
| C13    | -35.00                              | -20.00 | 20.00  | 60.00  | -55.00 | -60.00 | -55.00 | -20.00 |
| C14    | 25.00                               | 45.00  | -45.00 | -35.00 | 10.00  | 82.00  | 12.00  | 30.00  |
| C15    | 35.00                               | -51.00 | 35.00  | 25.00  | 10.00  | -42.00 | -47.00 | 15.00  |
| C16    | -20.00                              | -27.00 | -20.00 | 35.00  | 10.00  | -20.00 | 75.00  | -39.00 |
| C17    | -50.00                              | -12.00 | 25.00  | 20.00  | 60.00  | 65.00  | 10.00  | 9.00   |
| C18    | 11.00                               | 69.00  | 5.00   | 30.00  | 10.00  | 25.00  | -35.00 | 30.00  |
| C19    | 49.00                               | -34.00 | -17.00 | -48.00 | -35.00 | -35.00 | -10.00 | 15.00  |
| C20    | -35.00                              | 16.00  | -13.00 | -19.00 | -10.00 | 4.00   | -35.00 | -20.00 |
| C21    | 20.00                               | -36.00 | 60.00  | -18.00 | -27.00 | -59.00 | -40.00 | 5.00   |
| C22    | -10.00                              | 24.00  | -7.00  | 5.00   | -3.00  | 20.00  | 95.00  | -15.00 |
| C23    | -35.00                              | -19.00 | 17.00  | -5.00  | -6.00  | 42.00  | -13.00 | -30.00 |

## CUADRO 9.4.B.2.4

| <b>Variación de pesos (grs)</b>         |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>RELACION 0.45(ADITIVO=200CCXBLs)</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>CICLOS</b>                           | <b>M1</b> | <b>M2</b> | <b>M3</b> | <b>M4</b> | <b>M5</b> | <b>M6</b> | <b>M7</b> | <b>M8</b> |
| C1                                      |           |           |           |           |           |           |           |           |
| C2                                      | -39.00    | -19.00    | -21.00    | 15.00     | -14.00    | -12.00    | -25.00    | -50.00    |
| C3                                      | 8.00      | -10.00    | -29.00    | -30.00    | -42.00    | -62.00    | 15.00     | 20.00     |
| C4                                      | 20.00     | 25.00     | 61.00     | 5.00      | -40.00    | 53.00     | -65.00    | -31.00    |
| C5                                      | -65.00    | -86.00    | -70.00    | 33.00     | 60.00     | -45.00    | 20.00     | -25.00    |
| C6                                      | 31.00     | 71.00     | 69.00     | 62.00     | 25.00     | -14.00    | -25.00    | 6.00      |
| C7                                      | 36.00     | -40.00    | 31.00     | -65.00    | 15.00     | 31.00     | 84.00     | 25.00     |
| C8                                      | -21.00    | 28.00     | 10.00     | -80.00    | 10.00     | 57.30     | -84.00    | -73.00    |
| C9                                      | 9.00      | -57.00    | -40.00    | 40.00     | 30.00     | 30.70     | 63.00     | 76.00     |
| C10                                     | -32.00    | -31.00    | -29.00    | 18.00     | 35.00     | -45.00    | 56.00     | 14.00     |
| C11                                     | 54.00     | 91.00     | 19.00     | 41.00     | -8.00     | 15.00     | 36.00     | 47.00     |
| C12                                     | 19.00     | -11.00    | -26.00    | 26.00     | -77.00    | 40.00     | -90.00    | 41.00     |
| C13                                     | -30.00    | -25.00    | 18.00     | -70.00    | 35.00     | -14.00    | 10.00     | -75.00    |
| C14                                     | -40.00    | -14.00    | 62.00     | 65.00     | -60.00    | 14.00     | -36.00    | 30.00     |
| C15                                     | 10.00     | 16.00     | -24.00    | 30.00     | 40.00     | -19.00    | 16.00     | -53.00    |
| C16                                     | -7.00     | 37.00     | 16.00     | -10.00    | -30.00    | 29.00     | 25.00     | 73.00     |
| C17                                     | 31.00     | 51.00     | -51.00    | -95.00    | 60.00     | -50.00    | -15.00    | -20.00    |
| C18                                     | -14.00    | -88.00    | -30.00    | 65.00     | -5.00     | 10.00     | 14.00     | -47.00    |
| C19                                     | -11.00    | -47.00    | -25.00    | -60.00    | -65.00    | 15.00     | -8.00     | 71.00     |
| C20                                     | 23.00     | 50.00     | 25.00     | 6.00      | 30.00     | 22.00     | 74.00     | -54.00    |
| C21                                     | 11.00     | 20.00     | -12.00    | 24.00     | -63.00    | -87.00    | -40.00    | -68.00    |
| C22                                     | -38.00    | 28.00     | 8.00      | -50.00    | 3.00      | 10.00     | -34.00    | -7.00     |
| C23                                     | -11.00    | -28.00    | 24.00     | 20.00     | 5.00      | 15.00     | 48.00     | 81.00     |
| C24                                     | 6.00      | -2.00     | -18.00    | 5.00      | 9.00      | 20.00     | -49.00    | 19.00     |

Para la relación  $a/c = 0.45$  (PATRON) la mayor parte de los valores que se presentan en el cuadro se encuentran dentro del rango de (+) 75 a (-) 75.

Para la relación  $a/c = 0.45$  (Aditivo 100 ccxbls) la mayor parte de los valores que se presentan en el cuadro se encuentran dentro del rango de (+) 80 a (-)80.

Para la relación  $a/c = 0.45$  (Aditivo 150 ccxbls) la mayor parte de los valores que se presentan en el cuadro se encuentran dentro del rango de (+)70 a (-)60

Para la relación a/c = 0.45 (Aditivo 200ccxbls) la mayor parte de los valores que se presentan en el cuadro se encuentran dentro del rango de (-) 80 a (+) 60.

La variación de peso entre dos ciclos consecutivos son casi constantes no dependiendo de la cantidad aditivo.

## B-2) PERDIDA DE PESO ACUMULADO (%)

Estos cuadros se realizaron sobre la base de las pérdida de peso de las probetas a partir del valor máximo del peso, estos valores son expresados en porcentaje.

### CUADRO 9.4.B.2.1

| Perdida de peso acumulado (%) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                        | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                            |        |        |        |        |        |        | -1.95% |        |
| C10                           | -0.65% |        | -2.23% |        | -1.96% | -1.65% | -2.82% |        |
| C11                           | -0.13% |        | -0.23% |        | -1.94% | -1.54% | -2.18% |        |
| C12                           | -0.91% |        | -1.19% |        | -1.15% | -0.65% | -2.44% |        |
| C13                           | -2.08% |        | -0.47% |        | -1.41% | -0.45% | -2.05% | -1.30% |
| C14                           | -1.17% | -1.31% | -0.78% |        | -0.50% | -0.37% | -2.44% | -0.13% |
| C15                           | -1.69% | -2.00% | -0.26% | -1.66% | -0.24% | -0.89% | -2.00% | -1.15% |
| C16                           | -1.04% | -1.10% | -0.93% | -0.39% | -0.08% | -0.50% | -1.39% | -0.76% |
| C17                           | -0.91% | -1.31% | -0.21% | -0.23% | -0.21% | -0.37% | -0.90% | -0.52% |
| C18                           | -1.35% | -0.80% | -0.83% | -0.03% | -0.47% | -0.52% | -2.16% | -0.91% |
| C19                           | -1.69% | -0.92% | -0.55% | -0.49% | -0.60% | -0.50% | -1.31% | -0.39% |
| C20                           | -2.46% | -1.16% | -1.17% | -0.10% | -0.26% | -0.13% | -1.82% | -0.63% |

CUADRO 9.4.B.2.2

| Perdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C12                              |        |        |        |        |        |        | -0.93% |        |
| C13                              |        |        |        |        |        |        | -2.73% |        |
| C14                              | -1.98% | -1.80% |        |        |        |        | -1.32% |        |
| C15                              | -1.08% | -1.44% |        | -0.41% | -0.95% |        | -2.50% |        |
| C16                              | -1.44% | -1.80% |        | -1.28% | -2.84% |        | -1.19% |        |
| C17                              | -0.57% | -2.34% |        | -1.79% | -0.54% |        | -0.10% |        |
| C18                              | -1.46% | -0.56% | -1.41% | -2.43% | -0.82% | -1.51% | -0.80% | -0.15% |
| C19                              | -1.82% | -1.49% | -0.90% | -1.61% | -1.58% | -1.16% | -0.41% | -1.03% |
| C20                              | -1.85% | -1.03% | -1.03% | -0.64% | -0.95% | -1.51% | -0.80% | -1.16% |
| C21                              | -2.24% | -1.44% | -1.18% | -1.53% | -0.84% | -2.31% | -0.52% | -1.55% |
| C22                              | -1.90% | -1.80% | -1.31% | -1.69% | -1.30% | -2.41% | -0.90% | -1.60% |

CUADRO 9.4.B.2.3

| Perdida de peso acumulado (%)    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| RELACION 0.45(ADITIVO=150CCXBLS) |    |    |    |    |    |    |    |    |
| CICLOS                           | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
| C1                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C2                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C3                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C4                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C5                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C6                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C7                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C8                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C9                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C10                              |    |    |    |    |    |    |    |    |

|     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| C11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C17 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C19 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C22 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C23 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

CUADRO 9.4.B.2.4

| Perdida de peso acumulado (%)   |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.45(ADITIVO=200CCXBS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                          | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                              |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                             |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C11                             |        |        |        |        | -0.21% |        |        |        |
| C12                             |        |        |        |        | -2.18% |        | -2.31% |        |
| C13                             | -0.77% |        |        |        | -1.28% |        | -2.06% | -1.92% |
| C14                             | -1.81% |        |        |        | -2.82% |        | -2.98% | -1.15% |
| C15                             | -1.55% |        | -0.62% |        | -1.79% |        | -2.57% | -2.51% |
| C16                             | -1.73% |        | -0.21% | -0.26% | -2.56% |        | -1.93% | -0.64% |
| C17                             | -0.93% |        | -1.51% | -2.69% | -1.03% | -1.30% | -2.31% | -1.15% |
| C18                             | -1.29% | -2.26% | -2.28% | -1.02% | -1.15% | -1.04% | -1.95% | -2.36% |
| C19                             | -1.58% | -3.47% | -2.92% | -2.56% | -2.82% | -0.65% | -2.16% | -0.54% |
| C20                             | -0.98% | -2.18% | -2.28% | -2.41% | -2.05% | -0.08% | -0.26% | -1.92% |
| C21                             | -0.70% | -1.67% | -2.59% | -1.79% | -3.67% | -2.33% | -1.29% | -3.67% |
| C22                             | -1.68% | -0.95% | -2.39% | -3.07% | -3.59% | -2.07% | -2.16% | -3.85% |
| C23                             | -1.96% | -1.67% | -1.77% | -2.56% | -3.46% | -1.68% | -0.93% | -1.77% |
| C24                             | -1.81% | -1.72% | -2.23% | -2.43% | -3.23% | -1.17% | -2.19% | -1.28% |

Para  $A/C = 0.45$  (PATRON) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de (+) 0.03% a (-) 2.46%

Para  $A/c = 0.45$  (Aditivo 100 ccxbls) la pérdida máxima varía dentro del rango de pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de (-) 0.41% a (-) 2.73%.

Para  $A/c = 0.45$  (Aditivo 150 ccxbls) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de pérdida acumulada máxima varía del rango de (-) 0.62% a (-) 2.80%.

Para  $A/c = 0.45$  (Aditivo 200 ccxbls) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de pérdida acumulada máxima varía del rango de (-) 0.21% a (-) 3.67%.

## **C ) CUADROS CORRESPONDIENTES A LA RELACIÓN $A/C = 0.50$ CON ADITIVO Y SIN ADITIVO**

### **C-1) VARIACION DE PESO POR CICLO DE ENSAYO**

En la elaboración de estos gráficos se tomo los pesos de las probetas en cada ciclo de ensayo.

El número de ciclos que comprendió el proceso corrosivo es el siguiente:

Para la relación  $a/c = 0.50$  (PATRON) → 19 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.50$  (Aditivo 100 ccxbls) → 20 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.50$  (Aditivo 150 ccxbls) → 22 ciclos

Para la relación  $a/c = 0.50$  (Aditivo 200 ccxbls) → 23 ciclos.

En los siguientes cuadros Podemos apreciar la variación de peso de dos ciclos consecutivos.

CUADRO 9.4.C.1.1

| Variación de pesos<br>(grs) |                      |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CICLOS                      | RELACION<br>A/C 0.50 |        |        |        |        |        |        |        |
|                             | M1                   | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                          |                      |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                          | 5.00                 | 5.00   | -55.00 | -10.00 | -7.00  | -30.00 | 7.00   | 62.00  |
| C3                          | -15.00               | -15.00 | 85.00  | 79.00  | 10.00  | -61.00 | -73.00 | -14.00 |
| C4                          | 45.00                | 20.00  | 5.00   | 35.00  | -55.00 | 25.00  | -35.00 | -80.00 |
| C5                          | -35.00               | -20.00 | -70.00 | 15.00  | 95.00  | 33.00  | 90.00  | 20.00  |
| C6                          | 45.00                | 46.00  | 4.00   | -15.00 | -35.00 | -33.00 | 30.00  | -50.00 |
| C7                          | 5.00                 | 25.00  | 24.00  | -14.00 | -90.00 | 30.00  | 23.00  | 91.00  |
| C8                          | 35.00                | -26.00 | -3.00  | 14.00  | 90.00  | 23.00  | -96.00 | 35.00  |
| C9                          | -25.00               | 30.00  | -10.00 | 10.00  | 9.00   | -48.00 | 83.00  | -65.00 |
| C10                         | 20.00                | 30.00  | 16.00  | 15.00  | -34.00 | 70.00  | 15.00  | 29.00  |
| C11                         | -50.00               | 10.00  | -31.00 | -55.00 | 95.00  | -40.00 | -35.00 | -1.00  |
| C12                         | 65.00                | -69.00 | 71.00  | -50.00 | -60.00 | 50.00  | -41.00 | 10.00  |
| C13                         | -95.00               | -9.00  | -66.00 | 71.00  | 19.00  | -75.00 | 51.00  | -89.00 |
| C14                         | 45.00                | 73.00  | 42.00  | -21.00 | -34.00 | 20.00  | -9.00  | 30.00  |
| C15                         | 40.00                | -50.00 | -25.00 | 50.00  | 10.00  | 14.00  | 24.00  | 35.00  |
| C16                         | -85.00               | 33.00  | 12.00  | -45.00 | 17.00  | 40.00  | -14.00 | 11.00  |
| C17                         | 80.00                | -28.00 | -40.00 | 5.00   | -6.00  | -34.00 | -11.00 | 14.00  |
| C18                         | -48.00               | 7.00   | 31.00  | 8.00   | -10.00 | -28.00 | -20.00 | -44.00 |
| C19                         | 15.00                | 13.00  | -10.00 | -18.00 | -81.00 | 3.00   | -4.00  | -5.00  |



CUADRO 9.4.C.1.2

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |         |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| RELACION 0.50(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |         |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8      |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |         |
| C2                               | -70.00 | -5.00  | -65.00 | -7.00  | -15.00 | -15.00 | 6.00   | 40.00   |
| C3                               | 60.00  | 40.00  | 25.00  | 46.00  | 30.00  | 32.00  | 44.00  | -14.00  |
| C4                               | -60.00 | 5.00   | -5.00  | 75.00  | 54.00  | 37.00  | 40.00  | 4.00    |
| C5                               | 45.00  | -10.00 | 35.00  | -80.00 | -29.00 | -16.00 | 41.00  | -35.00  |
| C6                               | 41.00  | 45.00  | 60.00  | 40.00  | 50.00  | 72.00  | 20.00  | 16.00   |
| C7                               | -20.00 | 60.00  | 25.00  | 35.00  | 20.00  | 10.00  | 37.00  | 14.00   |
| C8                               | 54.00  | -26.00 | 35.00  | 65.00  | 55.00  | 15.00  | 28.00  | 50.00   |
| C9                               | 35.00  | 41.00  | -10.00 | -15.00 | 9.00   | 16.00  | -32.00 | 55.00   |
| C10                              | -25.00 | -55.00 | -35.00 | 21.00  | -79.00 | -50.00 | -24.00 | -102.00 |
| C11                              | 20.00  | 30.00  | -35.00 | -52.00 | 25.00  | 9.00   | 20.00  | 48.00   |
| C12                              | -30.00 | -20.00 | 25.00  | -28.00 | -55.00 | -60.00 | -55.00 | 58.00   |
| C13                              | -45.00 | -9.00  | 35.00  | 56.00  | 10.00  | 82.00  | 12.00  | -69.00  |
| C14                              | 35.00  | 3.00   | 20.00  | 17.00  | 10.00  | -42.00 | -47.00 | 45.00   |
| C15                              | -20.00 | -27.00 | -39.00 | -64.00 | 10.00  | -20.00 | 75.00  | -39.00  |
| C16                              | 25.00  | 35.00  | 21.00  | 49.00  | 60.00  | 41.00  | 17.00  | 49.00   |
| C17                              | 5.00   | -8.00  | -19.00 | 6.00   | 10.00  | -21.00 | -32.00 | -25.00  |
| C18                              | -17.00 | 30.00  | 17.00  | 8.00   | -35.00 | 30.00  | 25.00  | -15.00  |
| C19                              | -13.00 | -9.00  | -30.00 | -18.00 | -10.00 | 15.00  | -30.00 | 20.00   |
| C20                              | -5.00  | -15.00 | -5.00  | -25.00 | -35.00 | -10.00 | -25.00 | 18.00   |

CUADRO 9.4.C.1.3

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |         |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| RELACION 0.50(ADITIVO=150CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |         |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7      | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |         |        |
| C2                               | 30.00  | 10.00  | -20.00 | -16.00 | 10.00  | 55.00  | 88.00   | 11.00  |
| C3                               | -50.00 | 85.00  | -76.00 | -12.00 | -25.00 | -78.00 | -10.00  | -34.00 |
| C4                               | 10.00  | -70.00 | 68.00  | -58.00 | 54.00  | 37.00  | -110.00 | 15.00  |
| C5                               | 50.00  | 75.00  | -5.00  | 75.00  | -29.00 | -16.00 | 93.00   | -10.00 |
| C6                               | 10.00  | 54.00  | 66.00  | -21.00 | 38.00  | 32.00  | 15.00   | -5.00  |
| C7                               | 50.00  | -71.00 | -44.00 | 18.00  | 32.00  | 40.00  | -3.00   | 75.00  |
| C8                               | -60.00 | 48.00  | 85.00  | 13.00  | -10.00 | -40.00 | -25.00  | -66.00 |
| C9                               | 65.00  | -26.00 | -85.00 | 7.00   | 74.00  | 10.00  | 45.00   | 96.00  |
| C10                              | -65.00 | 26.00  | 88.00  | 14.00  | -79.00 | 21.00  | -10.00  | -15.00 |

|     |        |        |        |        |        |         |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| C11 | 45.00  | -27.00 | 3.00   | -27.00 | 4.00   | 60.00   | 41.00  | 7.00   |
| C12 | -25.00 | -21.00 | -91.00 | -21.00 | -34.00 | -111.00 | -21.00 | 58.00  |
| C13 | 31.00  | 98.00  | -16.00 | 90.00  | 10.00  | 82.00   | 1.00   | -70.00 |
| C14 | -36.00 | -70.00 | 58.00  | -29.00 | 98.00  | -78.00  | 4.00   | 45.00  |
| C15 | 20.00  | 14.00  | 13.00  | -19.00 | -78.00 | 56.00   | -15.00 | -45.00 |
| C16 | -4.00  | -14.00 | -28.00 | -14.00 | 60.00  | 21.00   | -5.00  | 40.00  |
| C17 | -1.00  | -21.00 | 3.00   | -21.00 | 10.00  | -41.00  | -20.00 | 12.00  |
| C18 | -19.00 | 69.00  | -5.00  | 53.00  | -35.00 | 25.00   | 15.00  | -62.00 |
| C19 | -11.00 | -34.00 | 30.00  | -18.00 | 40.00  | 5.00    | 20.00  | 15.00  |
| C20 | -4.00  | 16.00  | -5.00  | -24.00 | -80.00 | -30.00  | -5.00  | -7.00  |
| C21 | 54.00  | -16.00 | -47.00 | 27.00  | 35.00  | 19.00   | -6.00  | 6.00   |
| C22 | -20.00 | 13.00  | -19.00 | 17.00  | 20.00  | -11.00  | -76.00 | 3.00   |

#### CUADRO 9.4.C.1.4

| Variación de pesos (grs)         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.50(ADITIVO=200CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               | 14.00  | -50.00 | -46.00 | 55.00  | -70.00 | -15.00 | -24.00 | 19.00  |
| C3                               | -50.00 | -40.00 | -45.00 | -40.00 | -25.00 | -78.00 | -56.00 | -34.00 |
| C4                               | 10.00  | -30.00 | 68.00  | -70.00 | 54.00  | 37.00  | -64.00 | 15.00  |
| C5                               | 5.00   | 15.00  | -8.00  | -20.00 | -29.00 | -16.00 | 80.00  | -30.00 |
| C6                               | 55.00  | 70.00  | 69.00  | 78.00  | 38.00  | 32.00  | 28.00  | 15.00  |
| C7                               | 50.00  | -19.00 | -44.00 | -30.00 | 32.00  | 40.00  | -3.00  | 75.00  |
| C8                               | -90.00 | 21.00  | -55.00 | -43.00 | -95.00 | -93.00 | -65.00 | -59.00 |
| C9                               | 34.00  | 47.00  | 80.00  | 33.00  | 54.00  | 52.00  | 90.00  | 49.00  |
| C10                              | 21.00  | -4.00  | 60.00  | 46.00  | 26.00  | 19.00  | 15.00  | 55.00  |
| C11                              | 15.00  | -50.00 | -35.00 | 12.00  | 25.00  | 13.00  | 5.00   | -20.00 |
| C12                              | 20.00  | 55.00  | -35.00 | 35.00  | 27.00  | 9.00   | 20.00  | -34.00 |
| C13                              | -30.00 | -45.00 | 25.00  | -65.00 | -53.00 | -60.00 | -55.00 | 39.00  |
| C14                              | -45.00 | -26.00 | 35.00  | 56.00  | -19.00 | 82.00  | 12.00  | -50.00 |
| C15                              | 35.00  | 20.00  | 20.00  | -21.00 | 10.00  | -42.00 | -47.00 | 45.00  |
| C16                              | -20.00 | -27.00 | -47.00 | 26.00  | 10.00  | -20.00 | 75.00  | -39.00 |
| C17                              | 30.00  | -12.00 | -18.00 | -42.00 | 28.00  | 56.00  | -59.00 | 9.00   |
| C18                              | -19.00 | 69.00  | -5.00  | 18.00  | 17.00  | -15.00 | -1.00  | 30.00  |
| C19                              | -11.00 | -34.00 | 30.00  | 17.00  | -30.00 | 14.00  | 11.00  | 15.00  |
| C20                              | -4.00  | 16.00  | -5.00  | -24.00 | -10.00 | 4.00   | -21.00 | -20.00 |
| C21                              | 54.00  | -16.00 | 5.00   | 3.00   | -17.00 | -15.00 | 26.00  | 10.00  |
| C22                              | -20.00 | 13.00  | -71.00 | 2.00   | -13.00 | -13.00 | -63.00 | -13.00 |
| C23                              | -35.00 | -3.00  | 56.00  | -6.00  | -5.00  | 8.00   | -5.00  | 1.00   |

- Para la relación  $a/c = 0.50$  (PATRON) la mayor parte de los valores que se presentan se encuentran dentro del rango de (+) 80 a (-) 80
- Para la relación  $a/c = 0.50$  (Aditivo 100 ccxbls), la mayor parte de los valores que se presentan se encuentran dentro del rango de (+) 75 a (-) 80.
- Para la relación  $a/c = 0.50$  (Aditivo 150 ccxbls) la mayor parte de los valores que se presentan se encuentran dentro del rango de (+) 80 a (-) 70.
- Para la relación  $a/c = 0.50$  (Aditivo 200 ccxbls) la mayor parte de los valores que se presentan se encuentran dentro del rango de (+) 80 a (-) 80

La variación de peso entre dos ciclos consecutivos son casi constantes no dependiendo de la cantidad de aditivo.

## C-2) PERDIDA DE PESO ACUMULADO (%)

Estos cuadros se realizaron sobre la base de la pérdida de peso de las probetas a partir del valor máximo del peso, estos valores son expresados en porcentaje.

### CUADRO 9.4.C.2.1

| Perdida de peso acumulado (%) |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| RELACION A/C 0.50             |    |    |    |    |    |    |    |    |
| CICLOS                        | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
| C1                            |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C2                            |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C3                            |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C4                            |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C5                            |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C6                            |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C7                            |    |    |    |    |    |    |    |    |

|     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C8  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9  |        |        |        |        |        |        |        | -1.68% |
| C10 |        |        |        |        |        |        |        | -0.93% |
| C11 |        |        |        | -1.41% |        |        | -0.91% | -0.95% |
| C12 |        | -1.77% |        | -2.70% | -1.54% |        | -1.97% | -0.70% |
| C13 | -2.43% | -2.00% | -1.69% | -0.87% | -1.05% | -1.94% | -0.65% | -2.99% |
| C14 | -1.28% | -0.13% | -0.62% | -1.41% | -1.93% | -1.42% | -0.88% | -2.22% |
| C15 | -0.26% | -1.41% | -1.26% | -0.13% | -1.67% | -1.06% | -0.26% | -1.32% |
| C16 | -2.43% | -0.56% | -0.95% | -1.28% | -1.23% | -0.03% | -0.62% | -1.03% |
| C17 | -0.38% | -1.28% | -1.98% | -1.16% | -1.39% | -0.90% | -0.91% | -0.67% |
| C18 | -1.61% | -1.10% | -1.18% | -0.95% | -1.65% | -1.63% | -1.43% | -1.81% |
| C19 | -1.23% | -0.77% | -1.44% | -1.41% | -3.73% | -1.55% | -1.53% | -1.93% |

### CUADRO 9.4.C.2.2

| Perdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.50(ADITIVO=100CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        |        | -0.26% |        |        |        | -0.82% |        |
| C10                              | -0.65% | -1.41% | -1.16% |        | -2.03% | -1.29% | -1.43% |        |
| C11                              | -0.13% | -0.64% | -2.06% | -1.35% | -1.39% | -1.06% | -0.92% |        |
| C12                              | -0.91% | -1.16% | -1.42% | -2.07% | -2.80% | -2.61% | -2.32% |        |
| C13                              | -2.08% | -1.39% | -0.52% | -0.62% | -2.54% | -0.49% | -2.01% | -1.79% |
| C14                              | -1.17% | -1.31% | 0.00%  | -0.18% | -2.29% | -1.58% | -3.21% | -0.62% |
| C15                              | -1.69% | -2.00% | -1.01% | -1.84% | -2.03% | -2.10% | -1.30% | -1.63% |
| C16                              | -1.04% | -1.10% | -0.46% | -0.57% | -0.49% | -1.03% | -0.87% | -0.36% |
| C17                              | -0.91% | -1.31% | -0.95% | -0.41% | -0.23% | -1.58% | -1.68% | -1.01% |
| C18                              | -1.35% | -0.54% | -0.52% | -0.21% | -1.13% | -0.80% | -1.04% | -1.40% |
| C19                              | -1.69% | -0.77% | -1.29% | -0.67% | -1.39% | -0.41% | -1.81% | -0.88% |
| C20                              | -1.82% | -1.16% | -1.42% | -1.32% | -2.29% | -0.67% | -2.45% | -0.41% |

CUADRO 9.4.C.2.3

| Perdida de peso acumulado (%)    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RELACION 0.50(ADITIVO=150CCXBLS) |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CICLOS                           | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     |
| C1                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C2                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C3                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C4                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C5                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C9                               |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C10                              | -1.69% |        |        |        | -2.03% |        |        |        |
| C11                              | -0.52% |        |        |        | -1.93% |        |        |        |
| C12                              | -1.17% |        | -2.35% |        | -2.80% | -2.86% | -0.54% |        |
| C13                              | -0.36% |        | -2.76% |        | -2.54% | -0.75% | -0.52% | -1.80% |
| C14                              | -1.30% | -1.80% | -1.26% | -0.75% | -0.03% | -2.76% | -0.41% | -0.64% |
| C15                              | -0.78% | -1.44% | -0.93% | -1.23% | -2.03% | -1.32% | -0.80% | -1.80% |
| C16                              | -0.88% | -1.80% | -1.65% | -1.59% | -0.49% | -0.77% | -0.93% | -0.77% |
| C17                              | -0.91% | -2.34% | -1.57% | -2.13% | -0.23% | -1.83% | -1.44% | -0.46% |
| C18                              | -1.40% | -0.56% | -1.70% | -0.77% | -1.13% | -1.19% | -1.06% | -2.06% |
| C19                              | -1.69% | -1.44% | -0.93% | -1.23% | -0.10% | -1.06% | -0.54% | -1.67% |
| C20                              | -1.79% | -1.03% | -1.06% | -1.85% | -2.16% | -1.83% | -0.67% | -1.85% |
| C21                              | -0.39% | -1.44% | -2.27% | -1.16% | -1.26% | -1.34% | -0.83% | -1.70% |
| C22                              | -0.91% | -1.10% | -2.76% | -0.72% | -0.74% | -1.63% | -2.79% | -1.62% |

CUADRO 9.4.C.2.4

| Perdida de peso acumulado (%)    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| RELACION 0.50(ADITIVO=200CCXBLS) |    |    |    |    |    |    |    |    |
| CICLOS                           | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
| C1                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C2                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C3                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C4                               |    |    |    |    |    |    |    |    |

|     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C5  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C6  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C7  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| C8  | -2.34% |        |        |        |        |        |        |        |
| C9  | -1.45% |        |        |        |        |        |        |        |
| C10 | -0.91% |        |        |        |        |        |        |        |
| C11 | -0.52% |        |        |        |        |        |        | -0.52% |
| C12 | 0.00%  |        |        |        |        |        |        | -1.40% |
| C13 | -0.78% | -1.16% |        | -1.69% | -1.37% |        | -1.41% | -0.39% |
| C14 | -1.95% | -1.82% |        | -0.23% | -1.86% |        | -1.11% | -1.69% |
| C15 | -1.04% | -1.31% |        | -0.78% | -1.60% | -1.09% | -2.31% | -0.52% |
| C16 | -1.56% | -2.00% | -1.21% | -0.10% | -1.34% | -1.61% | -0.39% | -1.53% |
| C17 | -0.78% | -2.31% | -1.68% | -1.19% | -0.62% | -0.16% | -1.90% | -1.30% |
| C18 | -1.27% | -0.54% | -1.80% | -0.73% | -0.18% | -0.55% | -1.93% | -0.52% |
| C19 | -1.56% | -1.41% | -1.03% | -0.29% | -0.96% | -0.18% | -1.65% | -0.13% |
| C20 | -1.66% | -1.00% | -1.16% | -0.91% | -1.22% | -0.08% | -2.19% | -0.65% |
| C21 | -0.26% | -1.41% | -1.03% | -0.83% | -1.66% | -0.47% | -1.52% | -0.39% |
| C22 | -0.78% | -1.08% | -2.86% | -0.78% | -1.99% | -0.81% | -3.14% | -0.73% |
| C23 | -1.69% | -1.16% | -1.42% | -0.93% | -2.12% | -0.60% | -3.26% | -0.70% |

- Para  $a/c = 0.50$  (PATRON) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de  $-0.03\%$  a  $(-) 3.73\%$
- Para  $a/c = 0.50$  (aditivo 100 ccxbls) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de  $(-) 0.18\%$  a  $(-) 2.61\%$
- Para  $a/c = 0.50$  (Aditivo 150 ccxbls) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de  $(-)0.36\%$  a  $(-) 2.80\%$
- Para  $a/c = 0.50$  (Aditivo 200 ccxbls) la pérdida acumulada máxima varía dentro del rango de  $(-) 0.00\%$  a  $(-)2.34\%$

Podemos observar que la pérdida de peso acumulado máximo en todos los casos es similar esto quiere decir que no depende de la cantidad de aditivo.

## D) MANIFESTACIONES FÍSICAS DEL CONCRETO DURANTE EL PROCESO CORROSIVO.

El proceso corrosivo de las muestras se definen en 3 períodos.

**PRIMER PERIODO.-** Aparición de eflorescencia algodonosa de aproximadamente 1 mm acentuándose en los ciclos siguientes hasta llegar aproximadamente a 3.0 m.m., y cubrir toda la parte lateral de la probeta, también se aprecia en este período la presencia de caliche en la superficie lateral. Esto se debe a desprendimiento de cal en el proceso de hidratación.

**SEGUNDO PERIODO.-** Este período se inicia con la disminución relativa de la eflorescencia algodonosa y la formación de fisuras en forma de polígonos cerrados.

En los últimos ciclos de este período se observa en algunas muestras la formación de fisuras que no son visibles a simple vista.

**TERCER PERIODO.-** Disminución considerable de las eflorescencia algodonosa, se acentúa la formación de fisuras por lo que se da por finalizado el proceso de ensayo de humedecido y secado.

### EL CICLO QUE COMPRENDE CADA PERIODO

Relación A/c = 0.40

|                     | 1er Período | 2do Período | 3er Período |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| PATRON              | 01-11       | 12-17       | 18-22       |
| PATRON + 100 ccxbls | 01-12       | 13-18       | 19-23       |
| PATRON +150 ccxbls  | 01-13       | 14-19       | 20-24       |
| PATRON +200 ccxbls  | 01-14       | 15-20       | 21-26       |

Relación A/c = 0.45

|                     | 1er Período | 2do Período | 3er Período |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| PATRON              | 01-10       | 11-16       | 17-20       |
| PATRON + 100 ccxbls | 01-11       | 12-17       | 18-22       |
| PATRON+150 ccxbls   | 01-12       | 13-17       | 18-23       |
| PATRON +200 ccxbls  | 01-14       | 15-19       | 20-24       |

Relación A/c = 0.50

|                     | 1er Período | 2do Período | 3er Período |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| PATRON              | 01-09       | 10-14       | 15-19       |
| PATRON + 100 ccxbls | 01-10       | 11-15       | 16-20       |
| PATRON +150 ccxbls  | 01-11       | 12-16       | 17-22       |
| PATRON +200 ccxbls  | 01-12       | 13-17       | 18-23       |

## 9.5 RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUERSTRAS INMERSAS EN SOLUCIÓN DE CLORURO DE SODIO

Para la realización de este ensayo se utilizó probetas de 4 x 8"y se realizó después de permanecer durante 30, 60, 90 días inmersas en una solución de cloruro de sodio con concentración de 100 gr/l .

Para la realización de este ensayo primeramente se determinó la resistencia a la compresión de probetas de 4 x 8" en condiciones normales es decir ensayándolo a los 28 días. Esto lo hacemos con la finalidad de obtener un factor de extrapolación con las resistencias del concreto patrón 6 x 12" y poder extrapolar las probetas de 4 x 8" inmersar en cloruro de sodio a resistencia de probetas de 6 x 12" .



### 1.Resistencia del Concreto a los 28 dias de curado

|        | RELACION |        |        |        |        |        |
|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 0.40     |        | 0.45   |        | 0.50   |        |
|        | 6x12"    | 4x8"   | 6x12"  | 4x8"   | 6x12"  | 4x8"   |
| PATRON | 401.50   | 449.33 | 390.12 | 426.50 | 352.80 | 364.20 |
| 100cc  | 440.50   | 469.70 | 411.53 | 422.50 | 386.67 | 418.30 |
| 150cc  | 519.50   | 525.20 | 416.25 | 435.50 | 388.63 | 406.30 |
| 200cc  | 477.50   | 487.20 | 424.50 | 438.80 | 399.80 | 420.82 |

**2.FACTOR DE RELACION DE  $f_c$ (Kg/cm<sup>2</sup>) ENTRE PROBETAS DE 6x12" y 4x8"**

|               | FACTOR DE RELACION DE $f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) ENTRE PROBETAS DE 6x12" y 4x8" |        |                 |          |        |                 |          |        |                 |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|--------|-----------------|----------|--------|-----------------|
|               | a/c 0.40   |        |                 | a/c 0.45 |        |                 | a/c 0.50 |        |                 |
|               | 6x12"  | 4x8"   | FACTOR RELACION | 6x12"    | 4x8"   | FACTOR RELACION | 6x12"    | 4x8"   | FACTOR RELACION |
| <b>PATRON</b> | 401.50   | 449.33 | 0.894           | 390.12   | 426.50 | 0.915           | 352.80   | 364.20 | 0.969           |
| 100cc         | 440.50   | 469.70 | 0.938           | 411.53   | 422.50 | 0.974           | 386.67   | 418.30 | 0.924           |
| 150cc         | 519.50   | 525.20 | 0.989           | 416.25   | 435.50 | 0.956           | 388.63   | 406.30 | 0.957           |
| 200cc         | 477.50   | 487.20 | 0.980           | 424.50   | 438.80 | 0.967           | 399.80   | 420.82 | 0.950           |

**3.RESISTENCIA DE PROBETAS DE CONCRETO INMERSAS EN SOLUCION DE CLORURO DE SODIO  
RELACION % ENTRE f'c (28 dias) y f'c (INMERSA EN SAL)**

**RELACION A/C 0.4**

| RELACION A/C | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>28 dias | FACTOR | # DIAS DE INMERSION | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>afectadas por el factor* | %      |
|--------------|--------------------------------------|--------|---------------------|---------------------------|---|--------|
| PATRON       | 401.50                               | 0.894  | 30                  | 475.49                    | 425.09  | 105.9% |
|              |                                      |        | 60                  | 496.37                    | 443.75  | 110.5% |
|              |                                      |        | 90                  | 544.74                    | 487.00  | 121.3% |
| 100CC        | 440.50                               | 0.938  | 30                  | 482.20                    | 452.30  | 102.7% |
|              |                                      |        | 60                  | 510.07                    | 478.45  | 108.6% |
|              |                                      |        | 90                  | 553.18                    | 518.88  | 117.8% |
| 150CC        | 519.50                               | 0.989  | 30                  | 535.86                    | 529.97  | 102.0% |
|              |                                      |        | 60                  | 555.42                    | 549.31  | 105.7% |
|              |                                      |        | 90                  | 592.24                    | 585.73  | 112.7% |
| 200CC        | 477.50                               | 0.980  | 30                  | 497.59                    | 492.12  | 103.1% |
|              |                                      |        | 60                  | 505.07                    | 499.51  | 104.6% |
|              |                                      |        | 90                  | 544.60                    | 538.61  | 112.8% |

**RELACION % ENTRE f'c (28 dias) y f'c (INMERSA EN SAL)**

**RELACION A/C 0.45**

| RELACION A/C | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>28 dias | FACTOR | # DIAS DE INMERSION | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>afectadas por el factor* | %      |
|--------------|--------------------------------------|--------|---------------------|---------------------------|---|--------|
| PATRON       | 390.12                               | 0.915  | 30                  | 452.01                    | 413.59  | 106.0% |
|              |                                      |        | 60                  | 471.16                    | 431.11  | 110.5% |
|              |                                      |        | 90                  | 517.26                    | 473.29  | 121.3% |
| 100CC        | 411.53                               | 0.974  | 30                  | 442.26                    | 430.76  | 104.7% |
|              |                                      |        | 60                  | 452.24                    | 440.48  | 107.0% |
|              |                                      |        | 90                  | 490.47                    | 477.72  | 116.1% |
| 150CC        | 416.25                               | 0.956  | 30                  | 457.23                    | 437.11  | 105.0% |
|              |                                      |        | 60                  | 467.63                    | 447.05  | 107.4% |
|              |                                      |        | 90                  | 505.07                    | 482.85  | 116.0% |
| 200CC        | 424.50                               | 0.967  | 30                  | 465.80                    | 445.30  | 104.9% |
|              |                                      |        | 60                  | 475.12                    | 454.21  | 107.0% |
|              |                                      |        | 90                  | 519.64                    | 496.78  | 117.0% |

**RELACION % ENTRE f'c (28 días) y f'c (INMERSA EN SAL)**

**RELACION A/C 0.50**

| RELACION A/C | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>28 días | FACTOR | # DIAS DE INMERSION | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )<br>afectadas por el factor* | %      |
|--------------|--------------------------------------|--------|---------------------|---------------------------|---|--------|
| PATRON       | 352.80                               | 0.969  | 30                  | 400.50                    | 388.08  | 110.0% |
|              |                                      |        | 60                  | 411.45                    | 398.70  | 113.0% |
|              |                                      |        | 90                  | 450.98                    | 437.00  | 123.9% |
| 100CC        | 386.67                               | 0.924  | 30                  | 440.99                    | 407.47  | 105.4% |
|              |                                      |        | 60                  | 462.06                    | 426.94  | 110.4% |
|              |                                      |        | 90                  | 500.50                    | 462.46  | 119.6% |
| 150CC        | 388.63                               | 0.957  | 30                  | 435.60                    | 416.87  | 107.3% |
|              |                                      |        | 60                  | 446.38                    | 427.19  | 109.9% |
|              |                                      |        | 90                  | 484.07                    | 463.25  | 119.2% |
| 200CC        | 399.80                               | 0.950  | 30                  | 455.15                    | 432.39  | 108.2% |
|              |                                      |        | 60                  | 465.13                    | 441.87  | 110.5% |
|              |                                      |        | 90                  | 500.51                    | 475.48  | 118.9% |

Para  $a/c = 0.40$

- En todos los casos vemos un incremento porcentual en la resistencia.
- El incremento porcentual máximo se da a los 90 días
- El mayor incremento a los 90 días se da cuando no se utiliza aditivo y el mínimo incremento es cuando se le adiciona 150ccxbls de aditivo Chemaplast.

Para  $a/c = 0.45$

- En todos los casos vemos un incremento porcentual de la resistencia.
- El aumento porcentual máximo se da los 90 días
- El mayor incremento porcentual a los 90 días se da cuando no se utiliza aditivo en este caso es de 21.3% y el mínimo incremento se da cuando se le adiciona 150 ccxbls de aditivo .

Para  $a/c = 0.50$

- En todos los casos vemos un incremento porcentual de la resistencia ya sea a los 30, 60 ó 90 días.
- El incremento porcentual máximo se da a los 90 días.
- El mayor incremento porcentual a los 90 días se da cuando no se utiliza aditivo que en este caso es de 23.9% y el mínimo incremento se da cuando se le adiciona 200 ccxbls de aditivo.

# CAPITULO X

## ANALISIS DE COSTOS

En esta parte analizaremos las ventajas económicas que se obtienen al añadir el aditivo Chemaplast al concreto patrón.

Al añadir el aditivo al concreto patrón se reduce la cantidad de agua necesaria para el amasado de la mezcla, esta reducción de agua varia en función a la cantidad de aditivo que se añade. Al reducir la cantidad de agua lo que se esta logrando es reducir la cantidad de cemento (incrementa la resistencia del concreto) y abarata el costo de su fabricación, esto se puede observar en el anexo análisis de costos en donde se realiza un análisis del costo del m<sup>3</sup>. de concreto con y sin aditivo.

Analizando cada una de las relaciones de a/c se observa que el costo del concreto aumenta a medida que se incrementa la cantidad de aditivo, así mismo se debe tener presente que la resistencia a la compresión y la durabilidad frente al ataque del cloruro de sodio se incrementa cuando se le adiciona aditivo Chemaplast

| VARIACION DEL PRECIO DE CONCRETO |          |          |          |
|----------------------------------|----------|----------|----------|
| DISEÑO                           | A/C 0.40 | A/C 0.45 | A/C 0.50 |
| PATRON                           | 100.00%  | 100.00%  | 100.00%  |
| PATRON+100CCXBLS                 | 101.69%  | 102.68%  | 102.56%  |
| PATRON+150CCXBLS                 | 104.30%  | 104.12%  | 103.93%  |
| PATRON+200CCXBLS                 | 105.81%  | 105.56%  | 105.33%  |

| VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|
| DISEÑO   | A/C 0.40 | A/C 0.45 | A/C 0.50 |
| PATRON   | 100.00%  | 100.00%  | 100.00%  |
| PATRON+100CCXBLS   | 109.85%  | 105.36%  | 109.55%  |
| PATRON+150CCXBLS   | 129.58%  | 106.94%  | 110.19%  |
| PATRON+200CCXBLS   | 118.98%  | 108.71%  | 113.25%  |

| VARIACION DE LA DURABILIDAD DEL CONCRETO |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|
| DISEÑO                                   | A/C 0.40 | A/C 0.45 | A/C 0.50 |
| PATRON                                   | 100.00%  | 100.00%  | 100.00%  |
| PATRON+100CCXBLS                         | 104.00%  | 110.00%  | 105.00%  |
| PATRON+150CCXBLS                         | 109.00%  | 115.00%  | 116.00%  |
| PATRON+200CCXBLS                         | 118.00%  | 120.00%  | 121.00%  |



- El incremento porcentual en promedio es el siguiente:

| VARIACION PORCENTUAL DEL PRECIO DEL<br>CONCRETO<br>(en promedio) |            |
|--|------------|
| DISEÑO   | INCREMENTO |
| PATRON   | 100.00%    |
| PATRON+100CCXBLS   | 102.31%    |
| PATRON+150CCXBLS   | 104.12%    |
| PATRON+200CCXBLS   | 105.57%    |

| VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA<br>COMPRESION<br>(en promedio) |            |
|--|------------|
| DISEÑO   | INCREMENTO |
| PATRON   | 100.00%    |
| PATRON+100CCXBLS   | 108.25%    |
| PATRON+150CXBLS  | 115.57%    |
| PATRON+200CCXBLS   | 113.65%    |

| VARIACION PORCENTUAL DE LA DURABILIDAD<br>(en promedio) |            |
|---|------------|
| DISEÑO  | INCREMENTO |
| PATRON  | 100.00%    |
| PATRON+130CCXBLs  | 106.33%    |
| PATRON+215CCXBLs  | 113.33%    |
| PATRON+300CCXBLs  | 119.67%    |

- ANALISIS BENEFICIO-COSTO CON RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION.

| VARIACION DEL PRECIO POR CADA KG/CM <sup>2</sup> |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|
| DISEÑO   | A/C 0.40 | A/C 0.45 | A/C 0.50 |
| PATRON   | 0.60     | 0.54     | 0.54     |
| PATRON+100CCXBLS                                 | 0.55     | 0.53     | 0.50     |
| PATRON+150CCXBLS                                 | 0.48     | 0.53     | 0.51     |
| PATRON+200CCXBLS                                 | 0.53     | 0.53     | 0.50     |

| VARIACION DEL PRECIO POR CADA KG/CM <sup>2</sup><br>( en promedio ) |                          |         |
|---|--------------------------|---------|
| DISEÑO  | SL/(kg/cm <sup>2</sup> ) | %       |
| PATRON  | 0.56                     | 100.00% |
| PATRON+100CCXBLS  | 0.53                     | 94.00%  |
| PATRON+150CCXBLS  | 0.50                     | 90.00%  |
| PATRON+200CCXBLS  | 0.52                     | 93.00%  |

Se logra el mayor BENEFICIO-COSTO con respecto a la resistencia cuando se le adiciona 150ccxbls de aditivo Chemaplast.

- ANALISIS BENEFICIO-COSTO CON RESPECTO A LA DURABILIDAD DEL CONCRETO.

| VARIACION DEL PRECIO POR CADA CICLO |          |          |          |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| DISEÑO                              | A/C 0.40 | A/C 0.45 | A/C 0.50 |
| PATRON                              | 10.87    | 10.57    | 9.95     |
| PATRON+100CCXBLS                    | 10.58    | 9.86     | 9.69     |
| PATRON+150CCXBLS                    | 10.40    | 9.57     | 8.93     |
| PATRON+200CCXBLS                    | 9.73     | 9.29     | 8.66     |

| VARIACION DEL PRECIO POR CADA CICLO<br>( en promedio ) |          |         |
|--|----------|---------|
| DISEÑO   | SL/CICLO | %       |
| PATRON   | 10.46    | 100.00% |
| PATRON+100CCXBLS                                       | 10.04    | 95.98%  |
| PATRON+150CCXBLS                                       | 9.63     | 92.06%  |
| PATRON+200CCXBLS                                       | 9.23     | 88.24%  |

Se observa que se logra mayor BENEFICIO-COSTO con respecto a la durabilidad del concreto frente al ataque de una solución de cloruro de sodio cuando se le adiciona 200ccxbls de aditivo Chemaplast.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### GENERALIDADES

Según estudios realizados, los costos provocados por la corrosión representan entre un 3 y 5% del Producto Nacional Bruto de un país industrializado. Asimismo, más allá de su impacto económico, la corrosión puede ocasionar problemas, tanto de calidad como de seguridad en la estructura.

La presente tesis nos ha permitido estudiar, los efectos de la corrosión que se origina en el concreto con aditivo y sin aditivo plastificante por acción del cloruro de sodio (ClNa), para tal fin se realizaron los ensayos de corrosión acelerada, sumergiendo las probetas en una solución de cloruro de sodio.

La concentración de cloruro de sodio usada es de 100 gramos/litro es decir tres veces la concentración normal de este compuesto en el agua de mar (que es de 30 gramos/litro, o 30000 partes por millón) con la finalidad de acelerar el proceso corrosivo.

El método de ensayo que se aplicó fue el de pérdida de peso mediante el humedecimiento y secado, tomando como referencia el estudio realizado por el Ing° José Luis Díaz Lazo (Tesis: "Corrosión del Cemento por ataque de Sulfatos". UNI-FIC, año 1994).

Para lograr el objetivo se elaboraron muestras de concreto con aditivo y sin aditivo para las relaciones agua/cemento 0.40, 0.45 y 0.50.

En las muestras con aditivo plastificante(Chemaplast) para cada relación a/c (0.40, 0.45 y 0.50) se uso (100 ccxbls, 150 ccxbls y 200 ccxbls).

## CONCLUSIONES

### CONCRETO FRESCO

1. La consistencia no varía significativamente al incrementarse el contenido de aditivo esto comprueba las especificaciones del aditivo ya que las muestras tuvieron en promedio un slump de 3 a 4" que nos asegura un concreto plástico y trabajable.
2. En el índice de fluidez la variación con respecto al concreto patrón en porcentaje cuando se le adiciona aditivo Chemaplast es el siguiente:

VARIACION DEL INDICE DE FLUIDEZ

| RELACION AGUA-CEMENTO | 0.40    | 0.45    | 0.50    |
|-----------------------|---------|---------|---------|
| PATRON                | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| PATRON + 100CCXBLS    | 105.00% | 106.00% | 102.00% |
| PATRON +150CCXBLS     | 106.00% | 109.00% | 103.00% |
| PATRON + 200CCXBLS    | 108.00% | 110.00% | 103.00% |

Se concluye que cuando se le adiciona aditivo el índice de fluidez se incrementa con respecto al concreto patrón.

3. En la exudación la variación con respecto al concreto patrón en porcentaje cuando se le adiciona aditivo es el siguiente:

VARIACION DE LA EXUDACION

| RELACION AGUA-CEMENTO | 0.40    | 0.45    | 0.50    |
|-----------------------|---------|---------|---------|
| PATRON                | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| PATRON + 100CCXBLS    | 82.00%  | 144.00% | 151.00% |
| PATRON +150CCXBLS     | 107.00% | 159.00% | 162.00% |
| PATRON + 200CCXBLS    | 122.00% | 183.00% | 191.00% |

En el concreto fresco la exudación se incrementa cuando se incrementa la cantidad de aditivo para las relaciones a/c 0.45 y 0.50 y para la relación a/c 0.40 se incrementa cuando se utiliza 150 ccxbls y 200 ccxbls y sufre una disminución cuando se adiciona 100 ccxbls. de aditivo.

4. En el peso unitario del concreto la variación con respecto al concreto patrón en porcentaje cuando se le adiciona aditivo es el siguiente:

#### VARIACION DEL PESO UNITARIO

| RELACIÓN AGUA-CEMENTO | 0.40    | 0.45    | 0.50    |
|-----------------------|---------|---------|---------|
| PATRON                | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| PATRON + 100 ccxbls   | 100.60% | 100.20% | 100.10% |
| PATRON +150 ccxbls    | 100.30% | 100.20% | 100.80% |
| PATRON + 200 ccxbls   | 100.00% | 99.80%  | 99.70%  |

En el concreto cuando se le adiciona aditivo no sufre variación significativa en su peso unitario.

5. El contenido de aire se incrementa cuando se adiciona aditivo y el mayor incremento se produce con a/c 0.40 cuando se le adiciona 100 ccxbls de aditivo Chemaplast como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

#### CONTENIDO DE AIRE

| RELACIÓN AGUA-CEMENTO | 0.40    | 0.45    | 0.50    |
|-----------------------|---------|---------|---------|
| PATRÓN                | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| PATRÓN + 100 ccxbls   | 171.70% | 140.50% | 128.80% |
| PATRÓN +150 ccxbls    | 154.70% | 141.70% | 170.80% |
| PATRÓN + 200 ccxbls   | 135.85% | 121.10% | 114.20% |

## **CONCRETO ENDURECIDO**

6. En el concreto endurecido se concluye que para la relación 0.40 la resistencia a la compresión a los 28 días aumenta cuando se le adiciona aditivo siendo el mayor incremento cuando se adiciona 150 ccxbls de aditivo, alcanzando una resistencia de 119.00 % con respecto al Patrón.
- En el concreto endurecido se concluye que para la relación a/c 0.45 la resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa cuando se le adiciona aditivo siendo el mayor incremento cuando se le adiciona 200 ccxbls, alcanzando una resistencia de 109.00 % con respecto al Patrón.
- En el concreto endurecido se concluye que para la relación a/c 0.50 la resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa cuando se le adiciona aditivo siendo el mayor incremento cuando se adiciona 200 ccxbls, alcanzando una resistencia de 113.00 % con respecto al Patrón.

## **ENSAYOS DE CORROSION ACELERADA**

### **ENSAYO DE PERDIDA DE PESO POR HUMEDECIDO Y SECADO**

7. El proceso corrosivo por ataque de las sales se produce debido a la permeabilidad del concreto ya que las sales logran penetrar en la estructura interna del concreto a través de los poros.
8. La corrosión del concreto por ataque de las sales presenta las siguientes fases:
- Penetración de las sales en el interior del concreto
  - Acumulación de las sales en el interior de la muestra.
  - Cristalización de las sales.
  - Expansión de las sales durante el proceso de cristalización.
  - Fisura y fractura de las muestras por el proceso de expansión de las sales, que generan esfuerzos superiores al esfuerzo de tracción de la muestra.



9. La corrosión del concreto presenta las siguientes manifestaciones físicas que lo podemos agrupar en tres periodos.

- **PRIMER PERIODO.-** Aparición de eflorescencia algodonosa.
- **SEGUNDO PERIODO.-** Este período se inicia con la disminución relativa de la eflorescencia algodonosa y la formación de fisuras en forma de polígonos cerrados que no son visibles a simple vista.
- **TERCER PERIODO.-** Disminución considerable de la eflorescencia algodonosa, las fisuras son visibles por lo que se da por finalizado el proceso de ensayo de humedecido y secado.

EL CICLO QUE COMPRENDE CADA PERIODO ES EL SIGUIENTE:

| <b>Relación A/c = 0.40</b> | <b>1er Período</b> | <b>2do Período</b> | <b>3er Período</b> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| PATRÓN                     | 01-11              | 12-17              | 18-22              |
| PATRÓN + 100 ccxbls        | 01-12              | 13-18              | 19-23              |
| PATRÓN +150 ccxbls         | 01-13              | 14-19              | 20-24              |
| PATRÓN +200 ccxbls         | 01-14              | 15-20              | 21-26              |

| <b>Relación A/c = 0.45</b> | <b>1er Período</b> | <b>2do Período</b> | <b>3er Período</b> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| PATRÓN                     | 01-10              | 11-16              | 17-20              |
| PATRÓN + 100 ccxbls        | 01-11              | 12-17              | 18-22              |
| PATRÓN + 150 ccxbls        | 01-12              | 13-17              | 18-23              |
| PATRÓN + 200 ccxbls        | 01-14              | 15-19              | 20-24              |

| <b>Relación A/c = 0.50</b> | <b>1er Período</b> | <b>2do Período</b> | <b>3er Período</b> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| PATRÓN                     | 01-09              | 10-14              | 15-19              |
| PATRÓN + 100 ccxbls        | 01-10              | 11-15              | 16-20              |
| PATRÓN +150 ccxbls         | 01-11              | 12-16              | 17-22              |
| PATRÓN +200 ccxbls         | 01-12              | 13-17              | 18-23              |

10. La durabilidad del concreto frente al ataque del cloruro de sodio es mayor cuanto menor es la relación agua–cemento.
11. El concreto con aditivo plastificante presenta mayor durabilidad que el concreto que no contienen aditivo, esta durabilidad se mide por medio del número de ciclos de ensayo y se logra una variación en porcentaje de:

VARIACIÓN DE LA DURABILIDAD

| RELACIÓN AGUA-CEMENTO | 0.40    | 0.45    | 0.50    |
|-----------------------|---------|---------|---------|
| PATRÓN                | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| PATRÓN + 100 CCXBLS   | 104.54% | 110.00% | 105.26% |
| PATRÓN +150 CCXBLS    | 109.09% | 115.00% | 115.78% |
| PATRÓN + 200 CCXBLS   | 118.18% | 120.00% | 121.05% |

Esta durabilidad se mide por medio del número de ciclos de ensayo y el mayor valor obtenido es de 26 ciclos de ensayo con  $a/c=0.4$  y 200 cc/bolsa de aditivo y se logra una variación en porcentaje de 118.18% en relación al concreto patrón.

Este resultado es el más importante de la tesis ya que concluimos que la adición del Aditivo Chemaplast aumenta la durabilidad del concreto. De acuerdo a datos reales tenemos que el tiempo de vida útil promedio de una estructura cercana al mar (puertos, terminales etc.) es de 30 años, podemos ver claramente los beneficios que tenemos al agregar aditivo al concreto ya que de acuerdo a estas conclusiones incrementaríamos en las mejores condiciones hasta un 118.18 %. Su vida útil, lo que se traduce en ganancias justificando enormemente el uso del aditivo usado.

## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SUMERGIDO EN SOLUCIÓN DE CLORURO DE SODIO A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS.

12. La variación de la resistencia a la compresión del concreto sumergido en una solución de cloruro de sodio a los 30, 60 y 90 días con respecto al concreto patrón es el siguiente:

### A LOS 30 DÍAS

| RELACIÓN AGUA-CEMENTO     | 0.40    | 0.45    | 0.50    |
|---------------------------|---------|---------|---------|
| RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| CONCRETO SIN ADITIVO      | 106.00% | 106.00% | 110.00% |
| PATRÓN + 100 CCXBLS       | 103.00% | 105.00% | 105.00% |
| PATRÓN +150 CCXBLS        | 102.00% | 105.00% | 107.00% |
| PATRÓN + 200 CCXBLS       | 103.00% | 105.00% | 108.00% |

### A LOS 60 DÍAS

| RELACIÓN AGUA-CEMENTO     | 0.40    | 0.45    | 0.50    |
|---------------------------|---------|---------|---------|
| RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| CONCRETO SIN ADITIVO      | 111.00% | 111.00% | 113.00% |
| PATRÓN + 100 CCXBLS       | 109.00% | 107.00% | 110.00% |
| PATRÓN +150 CCXBLS        | 106.00% | 107.00% | 110.00% |
| PATRÓN + 200 CCXBLS       | 105.00% | 107.00% | 111.00% |

### A LOS 90 DÍAS

| RELACIÓN AGUA-CEMENTO     | 0.40    | 0.45    | 0.50    |
|---------------------------|---------|---------|---------|
| RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| CONCRETO SIN ADITIVO      | 121.00% | 121.00% | 124.00% |
| PATRÓN + 100 CCXBLS       | 118.00% | 116.00% | 120.00% |
| PATRÓN +150 CCXBLS        | 113.00% | 116.00% | 119.00% |
| PATRÓN + 200 CCXBLS       | 113.00% | 117.00% | 119.00% |

Se obtiene el mayor incremento a los 90 días y el mayor incremento porcentual de la resistencia a la compresión del concreto sumergido en una solución de cloruro de sodio se da cuando el concreto no contiene aditivo.

Esto nos demuestra un aumento en las resistencias iniciales en los tres primeros meses pero al final es perjudicial para el concreto como se demuestra a través del ensayo de humedecido y seco.

## RECOMENDACIONES

1. Extender el estudio de la corrosión en concretos diseñados con otros tipos de cemento, agentes agresivos como: sulfatos, ácidos (de las industrias) y usando diferentes concentraciones.
2. Los concretos expuestos a un medio agresivo en solución como el agua de mar debe protegerse con un aditivo plastificante y se recomienda el uso del Chemaplast en una dosificación de 200 ccxbls.
3. Los concretos expuestos al agua de mar debe además de considerarse el uso de un aditivo se debe proteger exteriormente con Pinturas anticorrosivas, untarse con grasas especiales, lacas, el uso de inhibidores de la corrosión etc. esto dará un tiempo adicional de duración y en consecuencia un ahorro de la inversión.
4. En investigaciones posteriores incrementar los días de inmersión en solución de cloruro de sodio del concreto para el ensayo por resistencia a la Comprensión a más de 90 días, a fin de cuantificar la disminución de esta resistencia con respecto a la resistencia del concreto patrón (28 días de curado).
5. En la construcción de una estructura de concreto se debe realizar una investigación del entorno en que va a funcionar para tener presente los agentes agresivos que atacan al concreto y tomar las precauciones respectivas.

6. La vida útil del concreto debe ser garantizada por las normas de diseño y construcción.
  
7. Para evaluar el estado de la corrosión del concreto en obras ya existentes se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - Inspección visual de la superficie del concreto, tomando énfasis en las características de eflorescencia e incrustaciones de sales, como: espesor, forma, color, si están secas o húmedas y en ciertos casos su transparencia o el desprendimiento de olores.
  - Estimando la resistencia del concreto y sus propiedades físicas, mediante un martillo y un cincel, con un esclerometro, con aparato de ultrasonido, etc.
  
8. En el proceso constructivo de las estructuras de concreto cercanas al litoral marino se debe contar con un personal de obra capacitado para asegurar la correcta ejecución de los procedimientos de diseño y de las especificaciones en la construcción ya que los errores demandaran reparaciones o el reemplazo del concreto que se ha deteriorado prematuramente, elevando considerablemente las costas de la obra.

# **ANEXO I**

## **ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS**

## GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

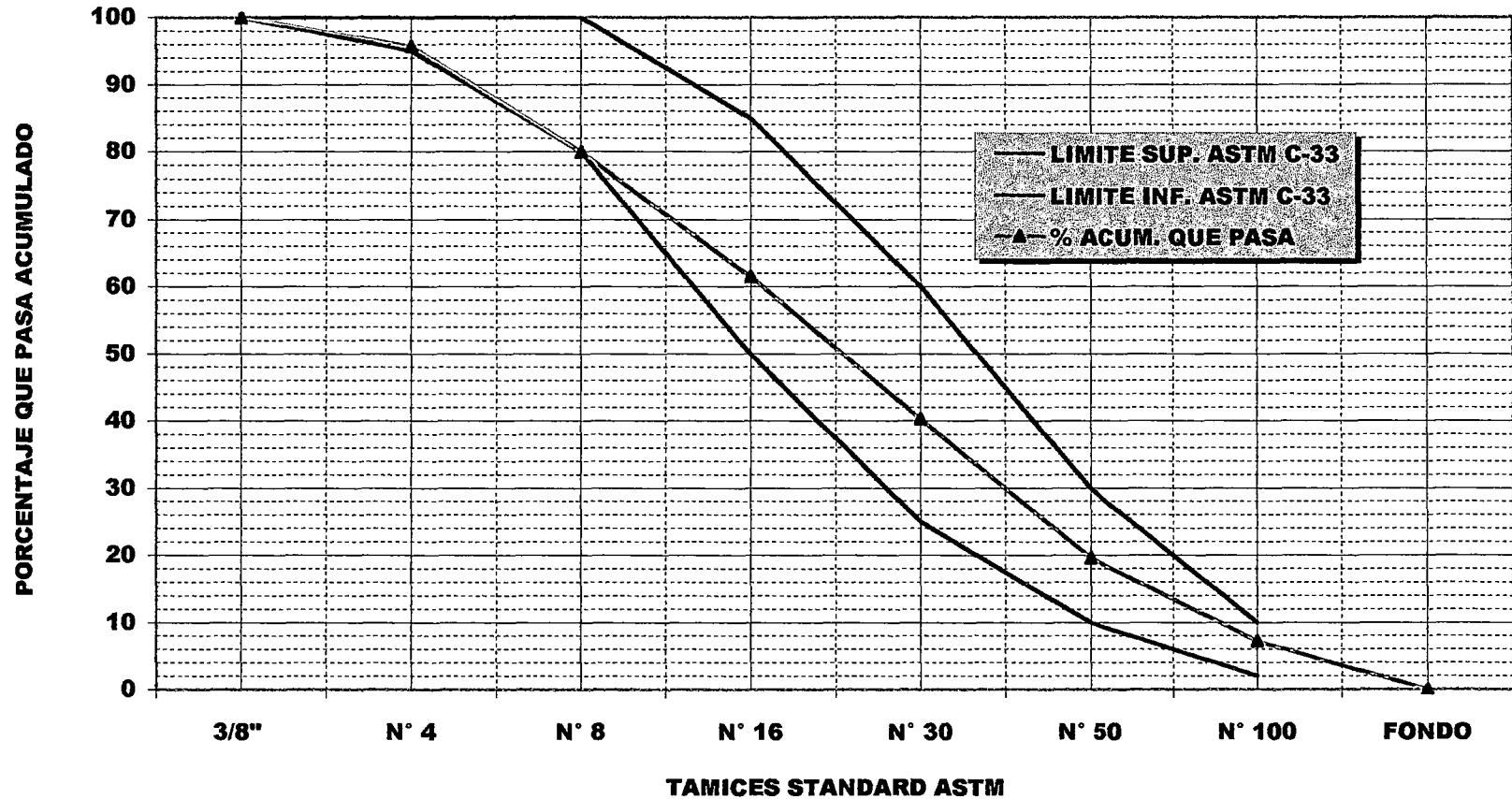
CUADRO A.1.1

| N° MALLA       | PESO<br>RETENIDO | % RETENIDO | % RETENIDO<br>ACUMULADO | % ACUMULADO<br>QUE PASA | ASTM C-33<br>% QUE PASA |       |
|----------------|------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
|                |                  |            |                         |                         | Inf.                    | Sup.  |
| 3/8"           | 0.0              | 0.0        | 0.0                     | 100.0                   | 100.0                   | 100.0 |
| N° 4           | 21.3             | 4.3        | 4.3                     | 95.7                    | 95.0                    | 100.0 |
| N° 8           | 78.5             | 15.7       | 20.0                    | 80.0                    | 80.0                    | 100.0 |
| N° 16          | 92.5             | 18.5       | 38.5                    | 61.5                    | 50.0                    | 85.0  |
| N° 30          | 106.2            | 21.2       | 59.7                    | 40.3                    | 25.0                    | 60.0  |
| N° 50          | 103.5            | 20.7       | 80.4                    | 19.6                    | 10.0                    | 30.0  |
| N° 100         | 62.2             | 12.4       | 92.8                    | 7.2                     | 2.0                     | 10.0  |
| FONDO<br>TOTAL | 35.8<br>500.0    | 7.2        | 100.0                   | 0.0                     |                         |       |

**MODULO DE FINURA**

**2.96**

## ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO





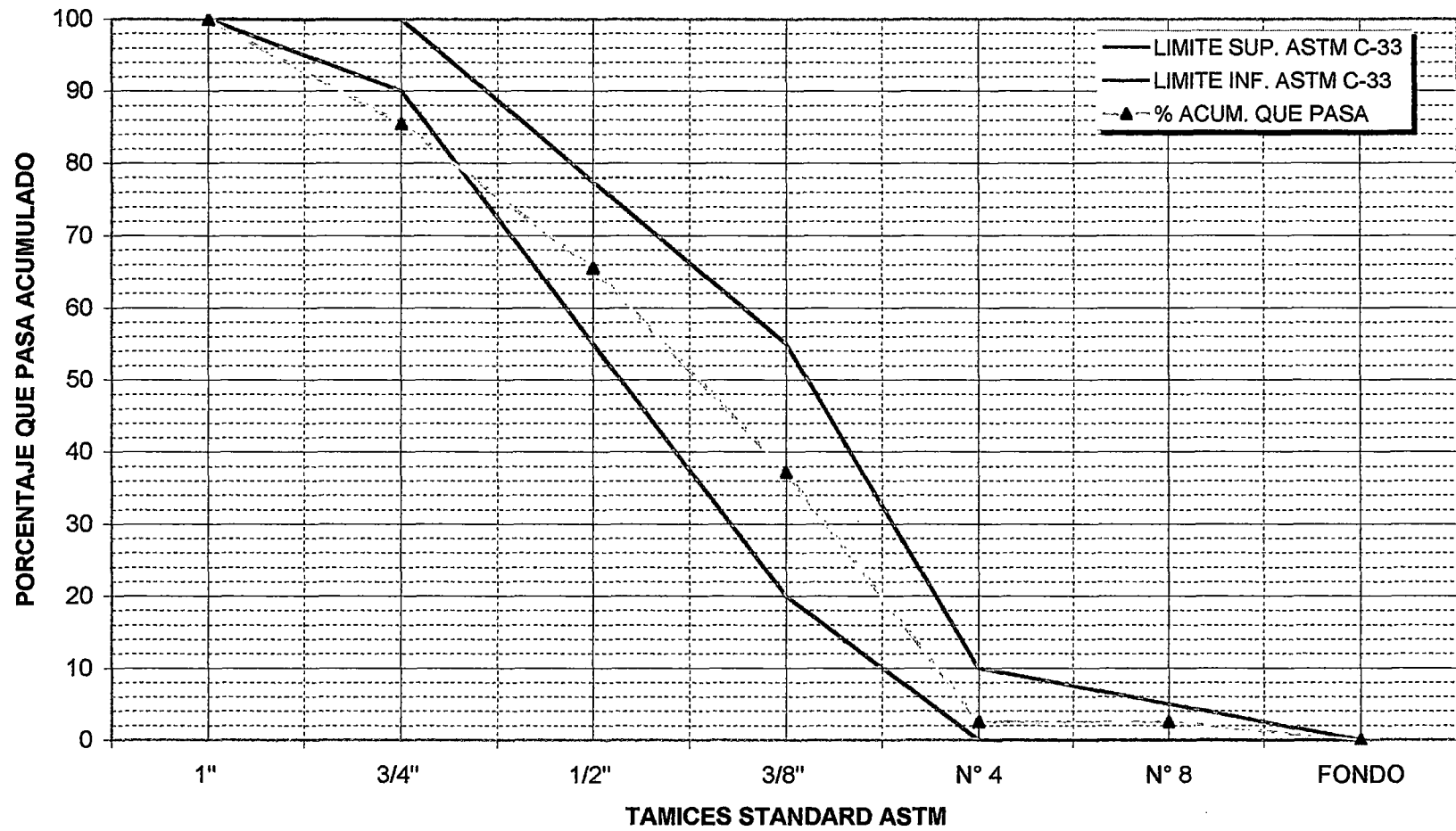
## GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PIEDRA

CUADRO A.1.2

| N° MALLA | PESO<br>RETENIDO | % RETENIDO | % RETENIDO<br>ACUMULADO | % ACUMULADO<br>QUE PASA | HUSO 67<br>% QUE PASA |       |
|----------|------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------|
|          |                  |            |                         |                         | Inf.                  | Sup.  |
| 1"       | 0.0              | 0.0        | 0.0                     | 100.0                   | 100.0                 | 100.0 |
| 3/4"     | 580.0            | 14.5       | 14.5                    | 85.5                    | 90.0                  | 100.0 |
| 1/2"     | 800.0            | 20.0       | 34.5                    | 65.5                    | 55.0                  | 77.5  |
| 3/8"     | 1130.5           | 28.3       | 62.8                    | 37.2                    | 20.0                  | 55.0  |
| N° 4     | 1389.5           | 34.7       | 97.5                    | 2.5                     | 0.0                   | 10.0  |
| N° 8     | 0.0              | 0.0        | 97.5                    | 2.5                     | 0.0                   | 5.0   |
| FONDO    | 100.0            | 2.5        | 100.0                   | 0.0                     | 0.0                   | 0.0   |
| TOTAL    | 4000.0           |            |                         |                         |                       |       |

M.F            6.75  
T.M            3/4"  
T.M.N        3/4"

### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

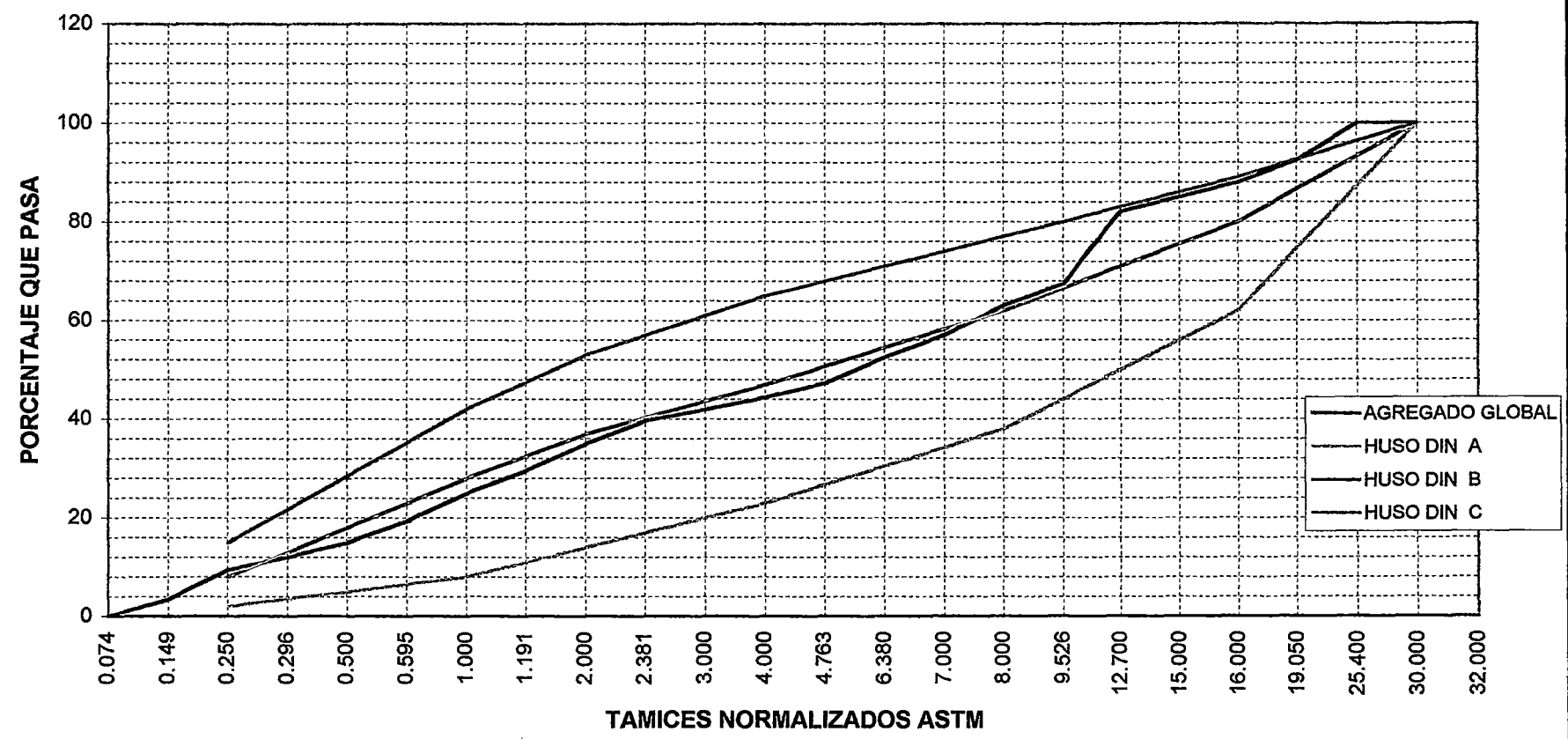


**CUADRO A.1.3**

**GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL**

| Combinación             |           | Arena 48%  |        |                   | Piedra chancada 52%  |                      |            |       |       |
|-------------------------|-----------|------------|--------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|-------|-------|
| N° Malla                |           | % Retenido |        | Combinación 48/52 |                      |                      | Huso       |       |       |
|                         |           | Arena      | Piedra | % Retenido        | % Retenido Acumulado | % Acumulado que pasa | % que Pasa |       |       |
|                         |           |            |        |                   |                      |                      | A          | B     | C     |
| 1"                      | (25.4mm)  |            | 0.00   | 0.00              | 0.00                 | 100.00               | 87.30      | 93.30 | 96.30 |
| 3/4"                    | (19.10mm) |            | 14.50  | 7.54              | 7.54                 | 92.46                | 74.70      | 86.70 | 92.70 |
| 1/2"                    | (12.70mm) |            | 20.00  | 10.40             | 17.94                | 82.06                | 50.00      | 71.00 | 83.00 |
| 3/8"                    | (9.52mm)  | 0.00       | 28.30  | 14.72             | 32.66                | 67.34                | 44.00      | 66.50 | 80.00 |
| N° 4                    | (4.76mm)  | 4.30       | 34.70  | 20.11             | 52.77                | 47.23                | 26.75      | 50.75 | 68.00 |
| N° 8                    | (2.38mm)  | 15.70      | 0.00   | 7.54              | 60.31                | 39.69                | 17.00      | 40.30 | 57.00 |
| N° 16                   | (1.19mm)  | 18.50      | 2.50   | 10.18             | 70.49                | 29.51                | 11.00      | 32.50 | 47.50 |
| N° 30                   | (0.593mm) | 21.20      | 0.00   | 10.18             | 80.67                | 19.33                | 6.50       | 23.00 | 35.25 |
| N° 50                   | (0.250mm) | 20.70      | 0.00   | 9.94              | 90.61                | 9.39                 | 2.00       | 8.00  | 15.00 |
| N° 100                  | (0.149mm) | 12.40      |        | 5.95              | 96.56                | 3.44                 | 0.00       | 0.00  | 0.00  |
| FONDO                   |           | 7.20       |        | 3.44              | 100.00               | 0.00                 |            |       |       |
| TOTAL                   |           | 0.00       |        |                   |                      |                      |            |       |       |
| <b>MODULO DE FINURA</b> |           |            |        |                   | <b>4.92</b>          |                      |            |       |       |

## ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GLOBAL



## **ANEXO II**

### **PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS**

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

### CUADRO N° A.2.1

| AGREGADO FINO  | 1er.Ensayo  | 2do.Ensayo  | Promedio    |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Peso de la muestra s.s.s+                            |             |             |             |
| peso del balon +peso del agua                        | 969.10      | 969.20      | 969.15      |
| Peso de la arena s.s.s +peso del balon               | 655.90      | 656.00      | 655.95      |
| Peso del agua (W)                                    | 313.20      | 313.20      | 313.20      |
| Peso de la arena secado al horno +<br>peso del balon | 652.10      | 652.10      | 652.10      |
| Peso del balon                                       | 156.60      | 156.60      | 156.60      |
| Peso de la arena secada al horno (A)                 | 495.54      | 495.50      | 495.52      |
| Volumen del balon (V)                                | 500.00      | 500.00      | 500.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO DE MASA</b>                       |             |             |             |
|  | <b>2.65</b> | <b>2.65</b> | <b>2.65</b> |
| <b>PORCENTAJE DE ABSORCION</b>                       |             |             |             |
|  | <b>.90</b>  | <b>0.91</b> | <b>0.90</b> |

### CUADRO N°A.2.2

| AGREGADO GRUESO                                     | 1er.Ensayo  | 2do.Ensayo  | Promedio    |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Peso de la muestra s.s.s+                           |             |             |             |
| peso del balon +peso del agua                       | 1336.00     | 1334.00     | 1335.00     |
| Peso de la muestra s.s.s +peso del balon            | 755.60      | 757.66      | 756.63      |
| Peso del agua(w)                                    | 580.40      | 576.34      | 578.37      |
| Peso de la arena secado al horno +<br>no+ del balon | 750.30      | 750.30      | 750.30      |
| Peso del balon                                      | 156.60      | 156.60      | 156.60      |
| Peso de la muestra secada al horno (A)              | 593.70      | 593.70      | 593.70      |
| Volumen del balon (V)                               | 800.00      | 800.00      | 800.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO DE MASA</b>                      |             |             |             |
|   | <b>2.70</b> | <b>2.65</b> | <b>2.68</b> |
| <b>PORCENTAJE DE ABSORCION</b>                      |             |             |             |
|   | <b>1.06</b> | <b>1.06</b> | <b>1.06</b> |

## PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

### CUADRO N°A.2.3

| AGREGADO GRUESO             | 1er.Ensayo | 2do.Ensayo | 3er.Ensayo | Promedio |
|-----------------------------|------------|------------|------------|----------|
| Peso de la muestra + vasija | 32.21      | 32.20      | 32.19      | 32.20    |
| Peso de la vasija           | 11.80      | 11.80      | 11.80      | 11.80    |
| Peso de la muestra          | 20.41      | 20.40      | 20.39      | 20.40    |

|                             |                |                |                |                |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>PESO APARENTE SUELTO</b> | <b>1449.57</b> | <b>1448.86</b> | <b>1448.15</b> | <b>1448.86</b> |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|

### CUADRO N° A.2.4

| AGREGADO GRUESO             | 1er.Ensayo | 2do.Ensayo | 3er.Ensayo | Promedio |
|-----------------------------|------------|------------|------------|----------|
| Peso de la muestra + vasija | 34.19      | 34.20      | 34.21      | 34.20    |
| Peso de la vasija           | 11.80      | 11.80      | 11.80      | 11.80    |
| Peso de la muestra          | 22.39      | 22.40      | 22.41      | 22.40    |

|                                 |                |                |                |                |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>PESO APARENTE COMPACTADO</b> | <b>1590.20</b> | <b>1590.91</b> | <b>1591.62</b> | <b>1590.91</b> |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|

### CUADRO N°A.2.5

| AGREGADO FINO               | 1er.Ensayo | 2do.Ensayo | 3er.Ensayo | Promedio |
|-----------------------------|------------|------------|------------|----------|
| Peso de la muestra + vasija | 7.67       | 7.64       | 7.60       | 7.64     |
| Peso de la vasija           | 2.80       | 2.80       | 2.80       | 2.80     |
| Peso de la muestra          | 4.87       | 4.84       | 4.80       | 4.84     |

|                             |                |                |                |                |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>PESO APARENTE SUELTO</b> | <b>1727.01</b> | <b>1718.14</b> | <b>1703.94</b> | <b>1716.36</b> |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|

### CUADRO N° A.2.6

| AGREGADO FINO               | 1er.Ensayo | 2do.Ensayo | 3er.Ensayo | Promedio |
|-----------------------------|------------|------------|------------|----------|
| Peso de la muestra + vasija | 8.01       | 8.10       | 8.09       | 8.07     |
| Peso de la vasija           | 2.80       | 2.80       | 2.80       | 2.80     |
| Peso de la muestra          | 5.21       | 5.30       | 5.29       | 5.27     |

|                                 |                |                |                |                |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>PESO APARENTE COMPACTADO</b> | <b>1849.84</b> | <b>1881.43</b> | <b>1877.88</b> | <b>1869.72</b> |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|

## CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

**CUADRO N°A.2.7**

| <b>AGREGADO FINO</b>            | <b>1er.Ensayo</b> | <b>2do.Ensayo</b> | <b>3er.Ensayo</b> | <b>Promedio</b> |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Peso del material               | 500.00            | 500.00            | 500.00            | 500.00          |
| Peso del material seco al horno | 496.00            | 496.10            | 496.05            | 496.05          |

|                                 |             |             |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> | <b>0.81</b> | <b>0.79</b> | <b>0.80</b> | <b>0.80</b> |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|

**CUADRO N°A.2.8**

| <b>AGREGADO GRUESO</b>          | <b>1er.Ensayo</b> | <b>2do.Ensayo</b> | <b>3er.Ensayo</b> | <b>Promedio</b> |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Peso del material               | 1000.00           | 1000.00           | 1000.00           | 1000.00         |
| Peso del material seco al horno | 997.00            | 997.10            | 996.90            | 997.00          |

|                                 |             |             |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> | <b>0.30</b> | <b>0.29</b> | <b>0.31</b> | <b>0.30</b> |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|



## SUPERFICIE ESPECIFICA

### CUADRO Nro.A.2.9

#### AGREGADO FINO

| N° MALLA | PORCENTAJE RETENIDO(1) | DIAMETRO PROMEDIO(2) | (1)/(2) |
|----------|------------------------|----------------------|---------|
| N° 4     | 4.3                    | 0.714                | 6.022   |
| N° 8     | 15.7                   | 0.357                | 43.97   |
| N° 16    | 18.5                   | 0.179                | 103.51  |
| N° 30    | 21.2                   | 0.089                | 238.2   |
| N° 50    | 20.7                   | 0.044                | 470.45  |
| N° 100   | 12.4                   | 0.022                | 563.63  |
| FONDO    | 7.2                    | 0.011                | 654.54  |

SUMATORIA= 2074.3

$$Se = 6 \times (2074.3) / (100 \times Pe)$$

$$Se = 46.97 \text{ cm}^2/\text{gr.}$$

### CUADRO Nro.A.2.10

#### AGREGADO GRUESO

| N° MALLA | PORCENTAJE RETENIDO(1) | DIAMETRO PROMEDIO(2) | (1)/(2) |
|----------|------------------------|----------------------|---------|
| 3/4"     | 14.5                   | 1.905                | 7.61    |
| 1/2"     | 20                     | 1.588                | 12.59   |
| 3/8"     | 28.3                   | 1.112                | 25.45   |
| 1/4"     | 34.7                   | 0.794                | 43.7    |
| FONDO    | 2.5                    | 0.556                | 4.5     |

SUMATORIA= 93.85

$$Se = 6 \times (93.85) / (100 \times Pe)$$

$$Se = 2.1 \text{ cm}^2/\text{gr.}$$

## **ANEXO III**

### **DISEÑO DE MEZCLAS**

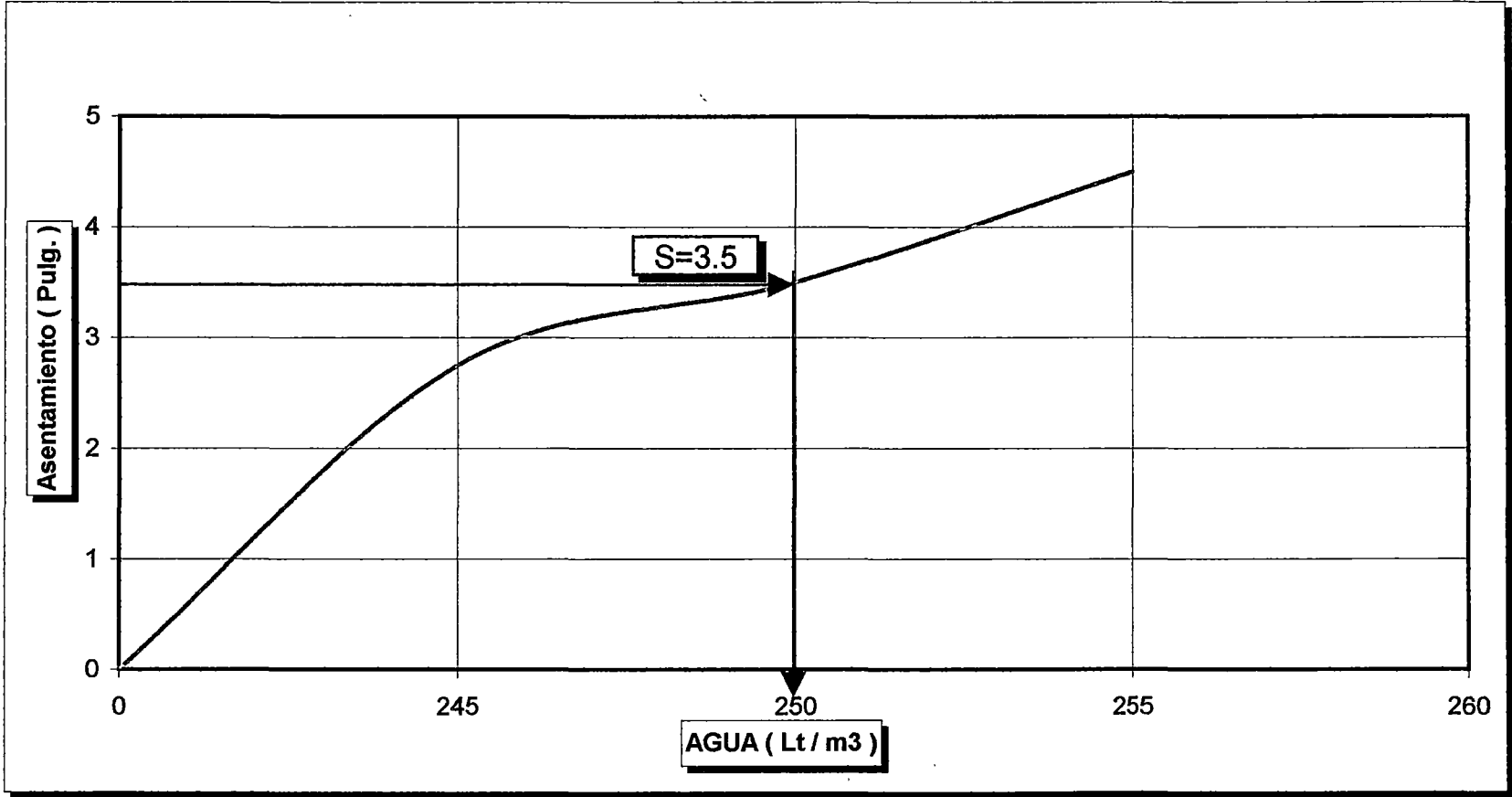
### CUADRO A.3.1

#### MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO

| MEZCLA DE PRUEBA       | MATERIAL                   | DOSIFICACION POR M3.DE CONCRETO |         |                | PROPORCIONAMIENTO   |        | Tanda de prueba<br>50 kg. |
|------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------|----------------|---------------------|--------|---------------------------|
|                        |                            | PESOS Kg/m3.                    |         | VOLUMEN<br>M3. | MATERIAL            | HUMEDO |                           |
|                        |                            | SECO                            | HUMEDO  |                |                     |        |                           |
| a/c=0.40<br>a(lt)= 245 | CEMENTO                    | 612.5                           | 612.5   | 0.1969         | CEMENTO             | 1.00   | 13.3                      |
|                        | AGUA                       | 245                             | 251.38  | 0.245          | AGUA                | 0.41   | 5.4                       |
|                        | ARENA                      | 684.4                           | 689.88  | 0.258          | ARENA               | 1.126  | 15                        |
|                        | PIEDRA                     | 749.8                           | 752.08  | 0.2797         | PIEDRA              | 1.227  | 16.3                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO=2.0%   |                                 |         |                | ASENTAMIENTO=2 3/4" |        |                           |
| a/c=0.40<br>a(lt)= 250 | CEMENTO                    | 625                             | 625     | 0.20           | CEMENTO             | 1.00   | 13.6                      |
|                        | AGUA                       | 250                             | 256.27  | 0.25           | AGUA                | 0.41   | 5.5                       |
|                        | ARENA                      | 672.93                          | 678.31  | 0.254          | ARENA               | 1.085  | 14.8                      |
|                        | PIEDRA                     | 737.26                          | 739.48  | 0.276          | PIEDRA              | 1.18   | 16.1                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO=2.0%   |                                 |         |                | ASENTAMIENTO=3 1/2" |        |                           |
| a/c=0.40<br>a(lt)= 255 | CEMENTO                    | 637.5                           | 637.5   | 0.2049         | CEMENTO             | 1.00   | 13.9                      |
|                        | AGUA                       | 255                             | 261.169 | 0.255          | AGUA                | 0.4096 | 5.7                       |
|                        | ARENA                      | 661.46                          | 666.75  | 0.2496         | ARENA               | 1.0458 | 14.5                      |
|                        | PIEDRA                     | 724.69                          | 726.87  | 0.2704         | PIEDRA              | 1.14   | 15.9                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO = 2.0% |                                 |         |                | ASENTAMIENTO=4 1/2" |        |                           |

GRAFICO N° A.3.1

DETERMINACION DEL AGUA OPTIMA PARA EL DISEÑO PATRON A/C 0.40



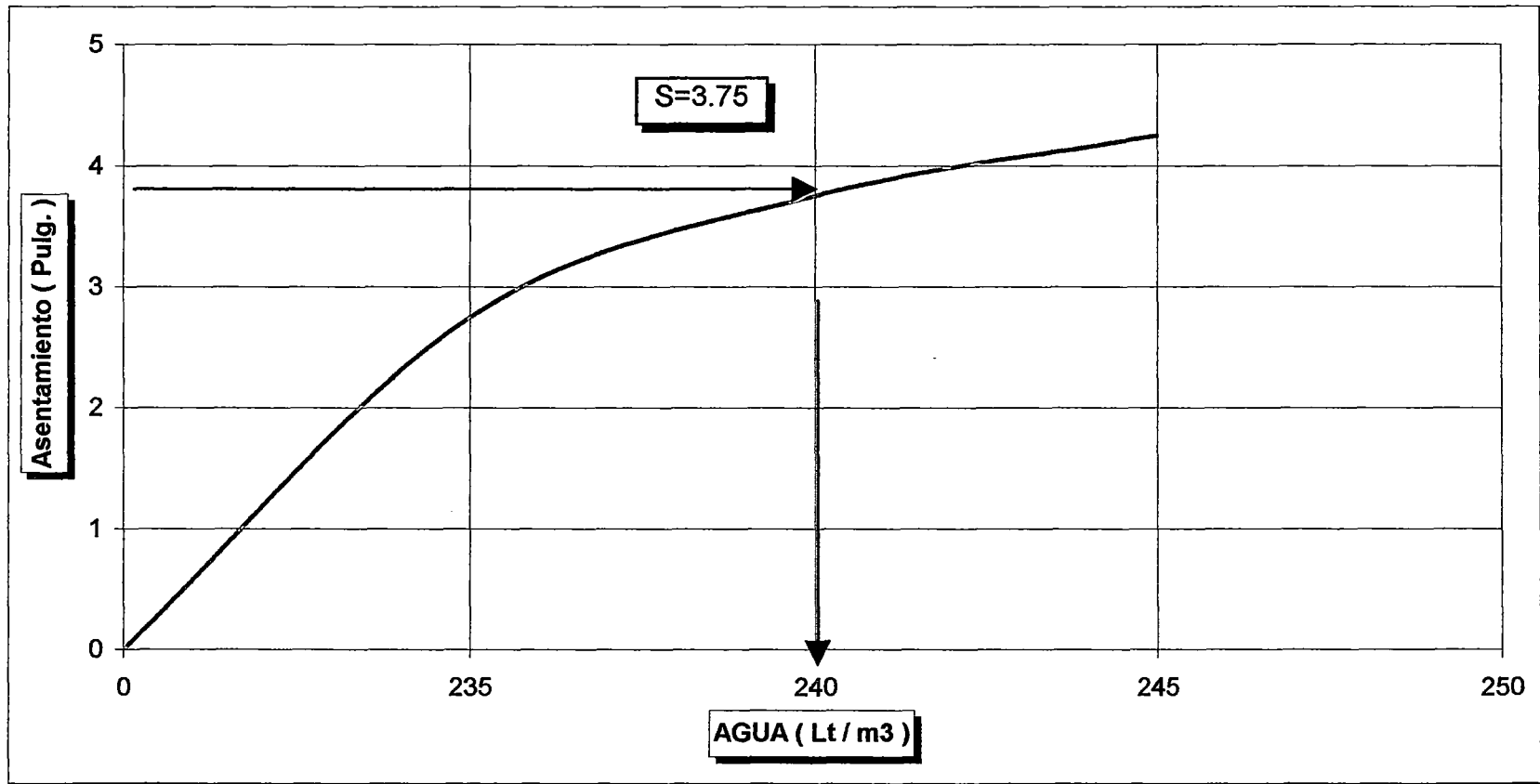
### CUADRO A.3.2

#### MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO

| MEZCLA DE PRUEBA       | MATERIAL                   | DOSIFICACION POR M3. DE CONCRETO |         |                | PROPORCIONAMIENTO   |         | Tanda de prueba<br>50 kg. |
|------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------|----------------|---------------------|---------|---------------------------|
|                        |                            | PESOS Kg/m3.                     |         | VOLUMEN<br>M3. | MATERIAL            | HUMEDO  |                           |
|                        |                            | SECO                             | HUMEDO  |                |                     |         |                           |
| a/c=0.45<br>a(lt)= 235 | CEMENTO                    | 522.22                           | 522.22  | 0.1679         | CEMENTO             | 1.000   | 11.3                      |
|                        | AGUA                       | 235.00                           | 241.846 | 0.2350         | AGUA                | 0.4631  | 5.2                       |
|                        | ARENA                      | 734.049                          | 739.92  | 0.27699        | ARENA               | 1.41687 | 16.0                      |
|                        | PIEDRA                     | 804.22                           | 806.635 | 0.3000         | PIEDRA              | 1.54460 | 17.5                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO=2.0%   |                                  |         |                | ASENTAMIENTO=2 3/4" |         |                           |
| a/c=0.45<br>a(lt)= 240 | CEMENTO                    | 533.33                           | 533.33  | 0.1714         | CEMENTO             | 1.000   | 11.6                      |
|                        | AGUA                       | 240.00                           | 246.74  | 0.2400         | AGUA                | 0.4626  | 5.4                       |
|                        | ARENA                      | 723.14                           | 728.93  | 0.2728         | ARENA               | 1.3667  | 15.8                      |
|                        | PIEDRA                     | 792.28                           | 794.65  | 0.2956         | PIEDRA              | 1.4899  | 17.2                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO=2.0%   |                                  |         |                | ASENTAMIENTO=3 3/4" |         |                           |
| a/c=0.45<br>a(lt)= 245 | CEMENTO                    | 544.44                           | 544.44  | 0.1750         | CEMENTO             | 1.000   | 11.9                      |
|                        | AGUA                       | 245.00                           | 251.64  | 0.2450         | AGUA                | 0.4622  | 5.5                       |
|                        | ARENA                      | 712.24                           | 717.94  | 0.2688         | ARENA               | 1.31866 | 15.6                      |
|                        | PIEDRA                     | 780.33                           | 782.66  | 0.2912         | PIEDRA              | 1.43755 | 17.0                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO = 2.0% |                                  |         |                | ASENTAMIENTO=4 1/4" |         |                           |

GRAFICO N° A.3.2

DETERMINACION DEL AGUA OPTIMA PARA EL DISEÑO PATRON A/C 0.45



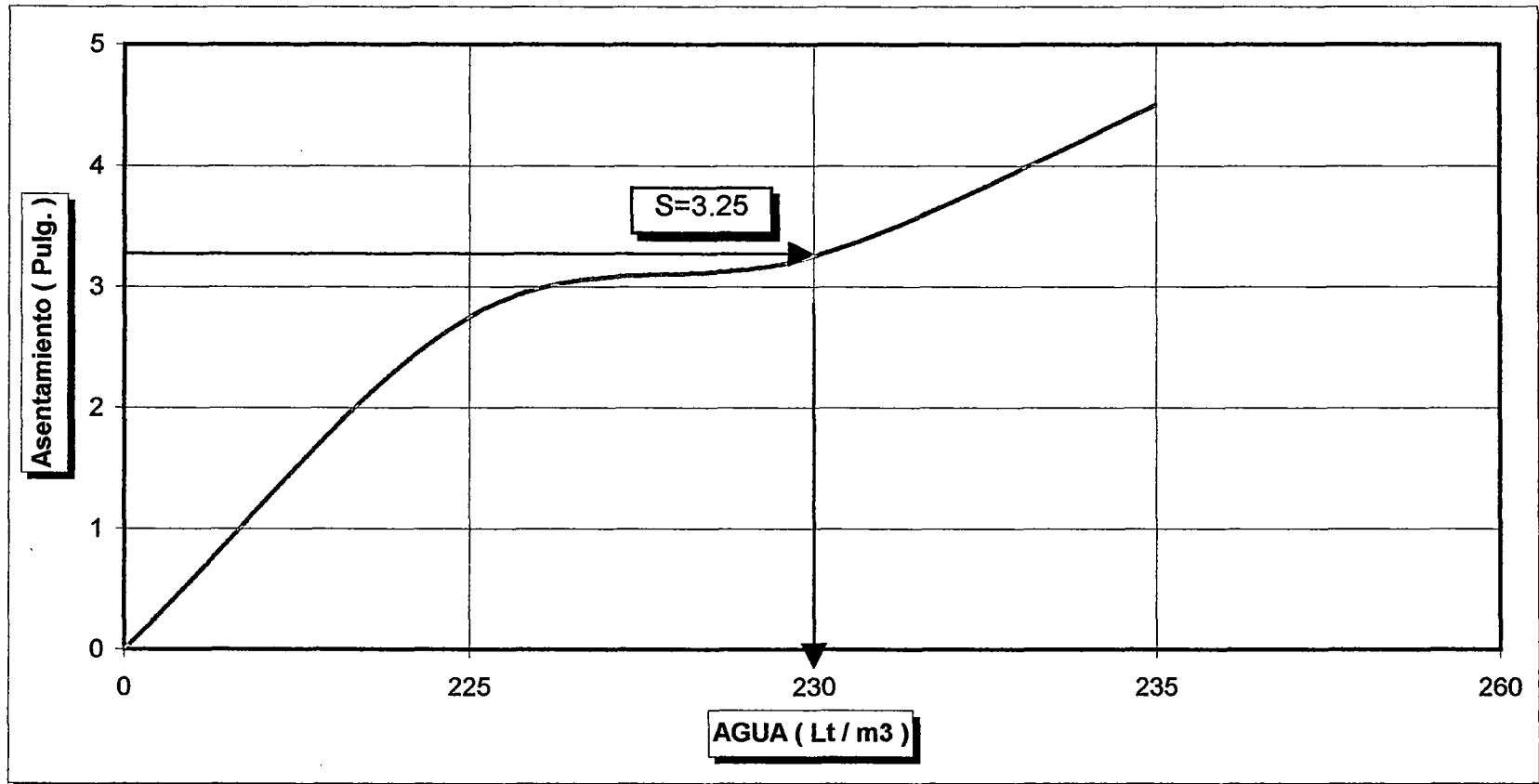
### CUADRO A.3.3

#### MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO

| MEZCLA DE PRUEBA       | MATERIAL                   | DOSIFICACION POR M3. DE CONCRETO |          |                             | PROPORCIONAMIENTO   |        | Tanda de prueba<br>50 kg. |
|------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------|-----------------------------|---------------------|--------|---------------------------|
|                        |                            | PESOS Kg/m <sup>3</sup> .        |          | VOLUMEN<br>M <sup>3</sup> . | MATERIAL            | HUMEDO |                           |
|                        |                            | SECO                             | HUMEDO   |                             |                     |        |                           |
| a/c=0.50<br>a(lt)= 225 | CEMENTO                    | 450.00                           | 450.00   | 0.14469                     | CEMENTO             | 1.000  | 9.7                       |
|                        | AGUA                       | 225.00                           | 232.24   | 0.225                       | AGUA                | 0.516  | 5.0                       |
|                        | ARENA                      | 776.30                           | 782.52   | 0.2929                      | ARENA               | 1.7389 | 16.9                      |
|                        | PIEDRA                     | 850.52                           | 853.07   | 0.31735                     | PIEDRA              | 1.8957 | 18.4                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO=2.0%   |                                  |          |                             | ASENTAMIENTO=2 3/4" |        |                           |
| a/c=0.50<br>a(lt)= 230 | CEMENTO                    | 460.00                           | 460.00   | 0.1479                      | CEMENTO             | 1.000  | 9.9                       |
|                        | AGUA                       | 230.00                           | 237.14   | 0.23                        | AGUA                | 0.5155 | 5.2                       |
|                        | ARENA                      | 765.86                           | 771.985  | 0.289                       | ARENA               | 1.6782 | 16.7                      |
|                        | PIEDRA                     | 839.07                           | 841.589  | 0.313                       | PIEDRA              | 1.8295 | 18.2                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO=2.0%   |                                  |          |                             | ASENTAMIENTO=3 1/4" |        |                           |
| a/c=0.50<br>a(lt)= 235 | CEMENTO                    | 470.00                           | 470.00   | 0.1511                      | CEMENTO             | 1.000  | 10.2                      |
|                        | AGUA                       | 235.00                           | 242.045  | 0.235                       | AGUA                | 0.5149 | 5.3                       |
|                        | ARENA                      | 755.41                           | 761.45   | 0.285                       | ARENA               | 1.6201 | 16.5                      |
|                        | PIEDRA                     | 827.62                           | 830.1065 | 0.30881                     | PIEDRA              | 1.766  | 18.0                      |
|                        | % DE AIRE DE DISEÑO = 2.0% |                                  |          |                             | ASENTAMIENTO=4 1/2" |        |                           |

GRAFICO N° A.3.3

DETERMINACION DEL AGUA OPTIMA PARA EL DISEÑO PATRON A/C 0.50





CUADRO Nro.A. 3.4

RESUMEN DE LOS DISEÑOS

| A/C  | MATERIALES           | DISEÑO |           |           |           |
|------|----------------------|--------|-----------|-----------|-----------|
|      |                      | PATRON | 100cc/bis | 150cc/bls | 200cc/bis |
| 0.40 | CEMENTO              | 13.600 | 13.600    | 13.600    | 13.600    |
|      | AGUA                 | 5.500  | 5.220     | 5.180     | 5.150     |
|      | ARENA                | 14.800 | 14.800    | 14.800    | 14.800    |
|      | PIEDRA               | 16.100 | 16.100    | 16.100    | 16.100    |
|      | REDUCCION DE AGUA ml |        | 280.000   | 320.000   | 350.000   |
|      | REDUCCION DE AGUA %  |        | 5.091     | 5.818     | 6.364     |
|      | SLUMP                | 3 1/2" | 4"        | 3 3/4"    | 3 3/4"    |
| 0.45 | CEMENTO              | 11.600 | 11.6      | 11.6      | 11.6      |
|      | AGUA                 | 5.400  | 5.13      | 5.09      | 5.05      |
|      | ARENA                | 15.800 | 15.8      | 15.8      | 15.8      |
|      | PIEDRA               | 17.200 | 17.200    | 17.200    | 17.200    |
|      | REDUCCION DE AGUA ml |        | 270.000   | 310.000   | 350.000   |
|      | REDUCCION DE AGUA %  |        | 5.000     | 5.741     | 6.481     |
|      | SLUMP                | 3 3/4" | 4"        | 3 3/4"    | 3 3/4"    |
| 0.50 | CEMENTO              | 9.900  | 9.900     | 9.900     | 9.900     |
|      | AGUA                 | 5.200  | 4.950     | 4.900     | 4.870     |
|      | ARENA                | 16.700 | 16.700    | 16.700    | 16.700    |
|      | PIEDRA               | 18.200 | 18.200    | 18.200    | 18.200    |
|      | REDUCCION DE AGUA ml |        | 250.000   | 300.000   | 330.000   |
|      | REDUCCION DE AGUA %  |        | 4.808     | 5.769     | 6.346     |
|      | SLUMP                | 3 1/4" | 3 1/2"    | 3 1/2"    | 3 1/4"    |

# **ANEXO IV**

## **RESISTENCIA A LA COMPRESION**

CUADRO A.4.1.1

| <i>f</i> (kgf)           | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> ' <sub>c</sub> | promedio |
|--------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------|
| <b>A/C 0.40</b>          |               |                         |                         |          |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b> |               |                         |                         |          |
| <b>7 dias</b>            |               |                         |                         |          |
| 59,400.00                | 15.20         | 181.46                  | 327.34                  |          |
| 59,300.00                | 15.10         | 179.08                  | 331.14                  |          |
| 58,500.00                | 15.20         | 181.46                  | 322.39                  | 326.96   |
| <b>14 dias</b>           |               |                         |                         |          |
| 63,000.00                | 15.20         | 181.46                  | 347.18                  |          |
| 63,300.00                | 15.00         | 176.71                  | 358.21                  |          |
| 64,700.00                | 15.20         | 181.46                  | 356.55                  | 353.98   |
| <b>28 dias</b>           |               |                         |                         |          |
| 73,550.00                | 15.30         | 183.85                  | 400.05                  |          |
| 73,000.00                | 15.10         | 179.08                  | 407.64                  |          |
| 73,500.00                | 15.30         | 183.85                  | 399.78                  |          |
| 73,500.00                | 15.20         | 181.46                  | 405.05                  |          |
| 73,750.00                | 15.30         | 183.85                  | 401.14                  |          |
| 74,000.00                | 15.40         | 186.27                  | 397.27                  | 401.15   |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>  |               |                         |                         |          |
| <b>28 dias</b>           |               |                         |                         |          |
| 37,500.00                | 10.30         | 83.32                   | 450.07                  |          |
| 36,000.00                | 10.10         | 80.12                   | 449.33                  |          |
| 35,300.00                | 10.00         | 78.54                   | 449.45                  |          |
| 37,000.00                | 10.20         | 81.71                   | 452.82                  |          |
| 36,500.00                | 10.20         | 81.71                   | 446.70                  |          |
| 36,000.00                | 10.10         | 80.12                   | 449.33                  | 449.62   |

CUADRO A.4.1.2

| <i>f</i> (kfg)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> 'c | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------|----------|
| <b>A/C 0.40(100CCXBLS)</b> |               |                         |             |          |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b>   |               |                         |             |          |
| <b>7 días</b>              |               |                         |             |          |
| 63,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 347.18      |          |
| 63,200.00                  | 15.10         | 179.08                  | 352.91      |          |
| 63,600.00                  | 15.20         | 181.46                  | 350.49      | 350.19   |
| <b>14 días</b>             |               |                         |             |          |
| 69,900.00                  | 15.20         | 181.46                  | 385.21      |          |
| 68,500.00                  | 15.00         | 176.71                  | 387.64      |          |
| 69,800.00                  | 15.20         | 181.46                  | 384.66      | 385.84   |
| <b>28 días</b>             |               |                         |             |          |
| 81,000.00                  | 15.30         | 183.85                  | 440.58      |          |
| 79,000.00                  | 15.10         | 179.08                  | 441.14      |          |
| 80,900.00                  | 15.30         | 183.85                  | 440.03      |          |
| 80,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 440.87      |          |
| 81,100.00                  | 15.30         | 183.85                  | 441.12      |          |
| 82,000.00                  | 15.40         | 186.27                  | 440.22      | 440.66   |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |             |          |
| <b>28 días</b>             |               |                         |             |          |
| 39,000.00                  | 10.30         | 83.32                   | 468.07      |          |
| 37,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 471.79      |          |
| 38,200.00                  | 10.20         | 81.71                   | 467.51      |          |
| 37,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 468.05      |          |
| 37,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 468.05      |          |
| 37,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 471.79      | 469.21   |

| <i>f</i> (kfg)            | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| CUADRO A.4.1.3            |               |                         |                       |          |
| <b>A/C 0.40(150CCXBS)</b> |               |                         |                       |          |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b>  |               |                         |                       |          |
| <b>7 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 73,900.00                 | 15.20         | 181.46                  | 407.25                |          |
| 73,800.00                 | 15.20         | 181.46                  | 406.70                |          |
| 74,000.00                 | 15.20         | 181.46                  | 407.80                | 407.25   |
| <b>14 días</b>            |               |                         |                       |          |
| 80,500.00                 | 15.10         | 179.08                  | 449.52                |          |
| 81,300.00                 | 15.20         | 181.46                  | 448.03                |          |
| 79,900.00                 | 15.00         | 176.71                  | 452.15                | 449.90   |
| <b>28 días</b>            |               |                         |                       |          |
| 93,000.00                 | 15.10         | 179.08                  | 519.32                |          |
| 94,400.00                 | 15.20         | 181.46                  | 520.22                |          |
| 93,100.00                 | 15.10         | 179.08                  | 519.88                |          |
| 95,900.00                 | 15.30         | 183.85                  | 521.62                |          |
| 95,100.00                 | 15.30         | 183.85                  | 517.27                |          |
| 95,700.00                 | 15.30         | 183.85                  | 520.53                | 519.81   |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>   |               |                         |                       |          |
| <b>28 días</b>            |               |                         |                       |          |
| 42,000.00                 | 10.10         | 80.12                   | 524.21                |          |
| 43,000.00                 | 10.20         | 81.71                   | 526.25                |          |
| 42,100.00                 | 10.10         | 80.12                   | 525.46                |          |
| 42,100.00                 | 10.10         | 80.12                   | 525.46                |          |
| 42,200.00                 | 10.10         | 80.12                   | 526.71                |          |
| 43,000.00                 | 10.20         | 81.71                   | 526.25                | 525.72   |

| <i>f(kfg)</i> | <i>D (cm)</i> | <i>Area (cm2)</i> | <i>f'c</i> | <i>promedio</i> |
|---------------|---------------|-------------------|------------|-----------------|
|---------------|---------------|-------------------|------------|-----------------|

CUADRO A.4.1.4

**A/C 0.40(200CCXBS)**

**PROBETAS DE 6x12"**

**7 dias**

|           |       |        |        |        |
|-----------|-------|--------|--------|--------|
| 67,000.00 | 15.20 | 181.46 | 369.23 |        |
| 67,100.00 | 15.20 | 181.46 | 369.78 |        |
| 67,400.00 | 15.20 | 181.46 | 371.43 | 370.15 |

**14 dias**

|           |       |        |        |        |
|-----------|-------|--------|--------|--------|
| 73,100.00 | 15.10 | 179.08 | 408.20 |        |
| 74,000.00 | 15.20 | 181.46 | 407.80 |        |
| 72,100.00 | 15.00 | 176.71 | 408.01 | 408.00 |

**28 dias**

|           |       |        |        |        |
|-----------|-------|--------|--------|--------|
| 85,400.00 | 15.10 | 179.08 | 476.88 |        |
| 86,400.00 | 15.20 | 181.46 | 476.14 |        |
| 85,300.00 | 15.10 | 179.08 | 476.32 |        |
| 87,800.00 | 15.30 | 183.85 | 477.56 |        |
| 87,900.00 | 15.30 | 183.85 | 478.11 |        |
| 88,000.00 | 15.30 | 183.85 | 478.65 | 477.28 |

**PROBETAS DE 4x8"**

**28 dias**

|           |       |       |        |        |
|-----------|-------|-------|--------|--------|
| 39,000.00 | 10.10 | 80.12 | 486.77 |        |
| 40,000.00 | 10.20 | 81.71 | 489.54 |        |
| 39,000.00 | 10.10 | 80.12 | 486.77 |        |
| 40,500.00 | 10.30 | 83.32 | 486.08 |        |
| 39,000.00 | 10.10 | 80.12 | 486.77 |        |
| 39,000.00 | 10.10 | 80.12 | 486.77 | 487.12 |

| <i>f</i> (kgf)           | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|--------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| CUADRO A.4.2.1           |               |                         |                       |          |
| <b>A/C 0.45</b>          |               |                         |                       |          |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b> |               |                         |                       |          |
| <b>7 dias</b>            |               |                         |                       |          |
| 55,500.00                | 15.20         | 181.46                  | 305.85                |          |
| 55,600.00                | 15.20         | 181.46                  | 306.40                |          |
| 55,550.00                | 15.20         | 181.46                  | 306.13                | 306.13   |
| <b>14 dias</b>           |               |                         |                       |          |
| 61,200.00                | 15.10         | 179.08                  | 341.75                |          |
| 61,700.00                | 15.20         | 181.46                  | 340.02                |          |
| 59,900.00                | 15.00         | 176.71                  | 338.97                | 340.25   |
| <b>28 dias</b>           |               |                         |                       |          |
| 70,000.00                | 15.10         | 179.08                  | 390.89                |          |
| 71,000.00                | 15.20         | 181.46                  | 391.27                |          |
| 70,500.00                | 15.10         | 179.08                  | 393.68                |          |
| 71,400.00                | 15.30         | 183.85                  | 388.36                |          |
| 71,700.00                | 15.30         | 183.85                  | 389.99                |          |
| 71,500.00                | 15.30         | 183.85                  | 388.90                | 390.52   |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>  |               |                         |                       |          |
| <b>28 dias</b>           |               |                         |                       |          |
| 34,200.00                | 10.10         | 80.12                   | 426.86                |          |
| 35,000.00                | 10.20         | 81.71                   | 428.34                |          |
| 34,800.00                | 10.20         | 81.71                   | 425.90                |          |
| 34,100.00                | 10.10         | 80.12                   | 425.61                |          |
| 34,200.00                | 10.10         | 80.12                   | 426.86                |          |
| 34,100.00                | 10.10         | 80.12                   | 425.61                | 426.53   |

CUADRO A.4.2.2

| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| <b>A/C 0.45(100CCXBLs)</b> |               |                         |                       |          |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b>   |               |                         |                       |          |
| <b>7 días</b>              |               |                         |                       |          |
| 56,200.00                  | 15.20         | 181.46                  | 309.71                |          |
| 55,400.00                  | 15.10         | 179.08                  | 309.36                |          |
| 56,200.00                  | 15.20         | 181.46                  | 309.71                | 309.59   |
| <b>14 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 64,300.00                  | 15.20         | 181.46                  | 354.35                |          |
| 62,000.00                  | 15.00         | 176.71                  | 350.86                |          |
| 63,800.00                  | 15.20         | 181.46                  | 351.59                | 352.27   |
| <b>28 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 75,600.00                  | 15.30         | 183.85                  | 411.20                |          |
| 73,500.00                  | 15.10         | 179.08                  | 410.43                |          |
| 75,600.00                  | 15.30         | 183.85                  | 411.20                |          |
| 75,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 413.31                |          |
| 75,500.00                  | 15.30         | 183.85                  | 410.66                |          |
| 73,500.00                  | 15.10         | 179.08                  | 410.43                | 411.47   |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |                       |          |
| <b>28 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 35,000.00                  | 10.30         | 83.32                   | 420.07                |          |
| 34,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 424.36                |          |
| 34,400.00                  | 10.20         | 81.71                   | 421.00                |          |
| 34,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 424.36                |          |
| 34,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 424.36                |          |
| 34,400.00                  | 10.20         | 81.71                   | 421.00                | 422.53   |



| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| CUADRO A.4.2.3             |               |                         |                       |          |
| <b>A/C 0.45(150CCXBLS)</b> |               |                         |                       |          |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b>   |               |                         |                       |          |
| <b>7 dias</b>              |               |                         |                       |          |
| 55,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 303.10                |          |
| 55,500.00                  | 15.20         | 181.46                  | 305.85                |          |
| 55,400.00                  | 15.20         | 181.46                  | 305.30                | 304.75   |
| <b>14 dias</b>             |               |                         |                       |          |
| 63,500.00                  | 15.10         | 179.08                  | 354.59                |          |
| 64,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 352.69                |          |
| 62,500.00                  | 15.00         | 176.71                  | 353.69                | 353.66   |
| <b>28 dias</b>             |               |                         |                       |          |
| 74,500.00                  | 15.10         | 179.08                  | 416.02                |          |
| 76,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 418.83                |          |
| 74,600.00                  | 15.10         | 179.08                  | 416.57                |          |
| 77,000.00                  | 15.30         | 183.85                  | 418.82                |          |
| 76,900.00                  | 15.30         | 183.85                  | 418.28                |          |
| 76,700.00                  | 15.30         | 183.85                  | 417.19                | 417.62   |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |                       |          |
| <b>28 dias</b>             |               |                         |                       |          |
| 35,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 436.84                |          |
| 35,400.00                  | 10.20         | 81.71                   | 433.24                |          |
| 35,400.00                  | 10.20         | 81.71                   | 433.24                |          |
| 35,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 436.84                |          |
| 35,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 436.84                |          |
| 34,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 434.35                | 435.23   |

| <i>f</i> (kgf) | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
|----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|

CUADRO A.4.2.4

**A/C 0.45(200CCXBLS)**

**PROBETAS DE 6x12"**

| <b>7 días</b>  |       |        |        |        |
|----------------|-------|--------|--------|--------|
| 56,400.00      | 15.20 | 181.46 | 310.81 |        |
| 56,000.00      | 15.20 | 181.46 | 308.61 |        |
| 56,000.00      | 15.10 | 179.08 | 312.71 | 310.71 |
| <b>14 días</b> |       |        |        |        |
| 63,700.00      | 15.10 | 179.08 | 355.71 |        |
| 64,800.00      | 15.20 | 181.46 | 357.10 |        |
| 63,000.00      | 15.00 | 176.71 | 356.52 | 356.44 |
| <b>28 días</b> |       |        |        |        |
| 77,000.00      | 15.20 | 181.46 | 424.34 |        |
| 77,200.00      | 15.20 | 181.46 | 425.44 |        |
| 76,900.00      | 15.20 | 181.46 | 423.78 |        |
| 76,000.00      | 15.10 | 179.08 | 424.39 |        |
| 77,100.00      | 15.20 | 181.46 | 424.89 |        |
| 78,000.00      | 15.30 | 183.85 | 424.26 | 424.52 |

**PROBETAS DE 4x8"**

| <b>28 días</b> |       |       |        |        |
|----------------|-------|-------|--------|--------|
| 35,000.00      | 10.10 | 80.12 | 436.84 |        |
| 35,300.00      | 10.10 | 80.12 | 440.59 |        |
| 35,000.00      | 10.10 | 80.12 | 436.84 |        |
| 35,800.00      | 10.20 | 81.71 | 438.13 |        |
| 35,800.00      | 10.20 | 81.71 | 438.13 |        |
| 35,800.00      | 10.20 | 81.71 | 438.13 | 438.11 |

| <i>f</i> (kgf) | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
|----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|

---

CUADRO A.4.3.1

---

**A/C 0.50**

---

**PROBETAS DE 6x12"**

---

**7 dias**

|           |       |        |        |        |
|-----------|-------|--------|--------|--------|
| 52,100.00 | 15.20 | 181.46 | 287.12 |        |
| 52,000.00 | 15.20 | 181.46 | 286.56 |        |
| 51,900.00 | 15.20 | 181.46 | 286.01 | 286.56 |

**14 dias**

|           |       |        |        |        |
|-----------|-------|--------|--------|--------|
| 55,100.00 | 15.10 | 179.08 | 307.68 |        |
| 55,300.00 | 15.20 | 181.46 | 304.75 |        |
| 54,200.00 | 15.00 | 176.71 | 306.72 | 306.38 |

**28 dias**

|           |       |        |        |        |
|-----------|-------|--------|--------|--------|
| 63,000.00 | 15.10 | 179.08 | 351.80 |        |
| 64,000.00 | 15.20 | 181.46 | 352.69 |        |
| 63,200.00 | 15.10 | 179.08 | 352.91 |        |
| 65,000.00 | 15.30 | 183.85 | 353.55 |        |
| 64,800.00 | 15.30 | 183.85 | 352.46 |        |
| 64,700.00 | 15.30 | 183.85 | 351.92 | 352.56 |

---

**PROBETAS DE 4x8"**

---

**28 dias**

|           |       |       |        |        |
|-----------|-------|-------|--------|--------|
| 29,100.00 | 10.10 | 80.12 | 363.21 |        |
| 30,000.00 | 10.20 | 81.71 | 367.15 |        |
| 29,200.00 | 10.10 | 80.12 | 364.45 |        |
| 29,300.00 | 10.10 | 80.12 | 365.70 |        |
| 28,500.00 | 10.00 | 78.54 | 362.87 |        |
| 29,200.00 | 10.10 | 80.12 | 364.45 | 364.64 |

## CUADRO A.4.3.2

| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> 'c | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------|----------|
| <b>A/C 0.50(100CCXBLS)</b> |               |                         |             |          |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b>   |               |                         |             |          |
| <b>7 días</b>              |               |                         |             |          |
| 54,200.00                  | 15.10         | 179.08                  | 302.66      |          |
| 54,500.00                  | 15.10         | 179.08                  | 304.33      |          |
| 55,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 303.10      | 303.36   |
| <b>14 días</b>             |               |                         |             |          |
| 59,700.00                  | 15.20         | 181.46                  | 329.00      |          |
| 59,000.00                  | 15.00         | 176.71                  | 333.88      |          |
| 59,800.00                  | 15.20         | 181.46                  | 329.55      | 330.81   |
| <b>28 días</b>             |               |                         |             |          |
| 70,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 385.76      |          |
| 69,800.00                  | 15.10         | 179.08                  | 389.77      |          |
| 70,900.00                  | 15.30         | 183.85                  | 385.64      |          |
| 69,600.00                  | 15.10         | 179.08                  | 388.65      |          |
| 69,000.00                  | 15.10         | 179.08                  | 385.30      |          |
| 68,900.00                  | 15.10         | 179.08                  | 384.74      | 386.23   |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |             |          |
| <b>28 días</b>             |               |                         |             |          |
| 33,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 418.12      |          |
| 34,200.00                  | 10.20         | 81.71                   | 418.55      |          |
| 34,200.00                  | 10.20         | 81.71                   | 418.55      |          |
| 33,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 416.87      |          |
| 33,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 418.12      |          |
| 34,300.00                  | 10.20         | 81.71                   | 419.78      | 418.33   |

| <i>f(kgf)</i>              | <i>D (cm)</i> | <i>Area (cm<sup>2</sup>)</i> | <i>f<sub>c</sub></i> | <i>promedio</i> |
|----------------------------|---------------|------------------------------|----------------------|-----------------|
| <b>CUADRO A.4.3.3</b>      |               |                              |                      |                 |
| <b>A/C 0.50(150CCXBLS)</b> |               |                              |                      |                 |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b>   |               |                              |                      |                 |
| <b>7 días</b>              |               |                              |                      |                 |
| 55,000.00                  | 15.20         | 181.46                       | 303.10               |                 |
| 54,500.00                  | 15.20         | 181.46                       | 300.34               |                 |
| 54,900.00                  | 15.20         | 181.46                       | 302.55               | 302.00          |
| <b>14 días</b>             |               |                              |                      |                 |
| 59,500.00                  | 15.10         | 179.08                       | 332.25               |                 |
| 60,000.00                  | 15.20         | 181.46                       | 330.65               |                 |
| 58,500.00                  | 15.00         | 176.71                       | 331.05               | 331.32          |
| <b>28 días</b>             |               |                              |                      |                 |
| 69,500.00                  | 15.10         | 179.08                       | 388.09               |                 |
| 70,500.00                  | 15.20         | 181.46                       | 388.52               |                 |
| 69,500.00                  | 15.10         | 179.08                       | 388.09               |                 |
| 71,500.00                  | 15.30         | 183.85                       | 388.90               |                 |
| 71,400.00                  | 15.30         | 183.85                       | 388.36               |                 |
| 71,500.00                  | 15.30         | 183.85                       | 388.90               | 388.48          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                              |                      |                 |
| <b>28 días</b>             |               |                              |                      |                 |
| 32,500.00                  | 10.10         | 80.12                        | 405.64               |                 |
| 33,500.00                  | 10.20         | 81.71                        | 409.99               |                 |
| 32,600.00                  | 10.10         | 80.12                        | 406.89               |                 |
| 32,600.00                  | 10.10         | 80.12                        | 406.89               |                 |
| 32,500.00                  | 10.10         | 80.12                        | 405.64               |                 |
| 32,400.00                  | 10.10         | 80.12                        | 404.39               | 406.76          |

| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> ' <sub>c</sub> | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------|
| <b>CUADRO A.4.3.4</b>      |               |                         |                         |          |
| <b>A/C 0.50(200CCXBLS)</b> |               |                         |                         |          |
| <b>PROBETAS DE 6x12"</b>   |               |                         |                         |          |
| <b>7 dias</b>              |               |                         |                         |          |
| 55,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 303.10                  |          |
| 54,500.00                  | 15.20         | 181.46                  | 300.34                  |          |
| 55,000.00                  | 15.20         | 181.46                  | 303.10                  | 302.18   |
| <b>14 dias</b>             |               |                         |                         |          |
| 61,000.00                  | 15.10         | 179.08                  | 340.63                  |          |
| 61,400.00                  | 15.20         | 181.46                  | 338.37                  |          |
| 60,000.00                  | 15.00         | 176.71                  | 339.54                  | 339.51   |
| <b>28 dias</b>             |               |                         |                         |          |
| 71,500.00                  | 15.10         | 179.08                  | 399.26                  |          |
| 72,500.00                  | 15.20         | 181.46                  | 399.54                  |          |
| 71,400.00                  | 15.10         | 179.08                  | 398.70                  |          |
| 73,400.00                  | 15.30         | 183.85                  | 399.24                  |          |
| 73,500.00                  | 15.30         | 183.85                  | 399.78                  |          |
| 73,400.00                  | 15.30         | 183.85                  | 399.24                  | 399.29   |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |                         |          |
| <b>28 dias</b>             |               |                         |                         |          |
| 33,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 420.62                  |          |
| 33,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 420.62                  |          |
| 33,000.00                  | 10.00         | 78.54                   | 420.17                  |          |
| 33,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 419.37                  |          |
| 34,400.00                  | 10.20         | 81.71                   | 421.00                  |          |
| 33,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 420.62                  | 420.40   |

## **ANEXO V**

### **RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO INMERSO EN SOLUCION DE CLORURO DE SODIO**

CUADRO A.5.1.1

| <i>f</i> (kgf)          | <i>D</i> (cm) | <i>Area</i> (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | <i>promedio</i> |
|-------------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|
| <b>A/C 0.40</b>         |               |                                |                       |                 |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b> |               |                                |                       |                 |
| <b>30 días</b>          |               |                                |                       |                 |
| 38,800.00               | 10.20         | 81.71                          | 474.85                |                 |
| 38,100.00               | 10.10         | 80.12                          | 475.54                |                 |
| 38,900.00               | 10.20         | 81.71                          | 476.07                | 475.49          |
| <b>60 días</b>          |               |                                |                       |                 |
| 40,500.00               | 10.20         | 81.71                          | 495.66                |                 |
| 39,000.00               | 10.00         | 78.54                          | 496.56                |                 |
| 40,600.00               | 10.20         | 81.71                          | 496.88                | 496.37          |
| <b>90 días</b>          |               |                                |                       |                 |
| 44,500.00               | 10.20         | 81.71                          | 544.61                |                 |
| 43,600.00               | 10.10         | 80.12                          | 544.18                |                 |
| 43,700.00               | 10.10         | 80.12                          | 545.43                |                 |
| 43,700.00               | 10.10         | 80.12                          | 545.43                |                 |
| 44,500.00               | 10.20         | 81.71                          | 544.61                |                 |
| 43,600.00               | 10.10         | 80.12                          | 544.18                | 544.74          |



CUADRO A.5.1.2

| <i>f</i> (kfg)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> 'c | <i>promedio</i> |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------|-----------------|
| <b>A/C 0.40(100CCXBLS)</b> |               |                         |             |                 |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |             |                 |
| <b>7 dias</b>              |               |                         |             |                 |
| 38,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 481.78      |                 |
| 38,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 483.03      |                 |
| 38,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 481.78      | 482.20          |
| <b>60 dias</b>             |               |                         |             |                 |
| 41,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 511.73      |                 |
| 40,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 509.24      |                 |
| 40,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 509.24      | 510.07          |
| <b>90 dias</b>             |               |                         |             |                 |
| 45,100.00                  | 10.20         | 81.71                   | 551.95      |                 |
| 44,300.00                  | 10.10         | 80.12                   | 552.92      |                 |
| 44,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 554.17      |                 |
| 44,300.00                  | 10.10         | 80.12                   | 552.92      |                 |
| 44,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 554.17      |                 |
| 44,300.00                  | 10.10         | 80.12                   | 552.92      | 553.18          |

| <i>f(kfg)</i>              | <i>D (cm)</i> | <i>Area (cm2)</i> | <i>f'c</i> | <i>promedio</i> |
|----------------------------|---------------|-------------------|------------|-----------------|
| <b>CUADRO A.5.1.3</b>      |               |                   |            |                 |
| <b>A/C 0.40(150CCXBLS)</b> |               |                   |            |                 |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                   |            |                 |
| <b>30 dias</b>             |               |                   |            |                 |
| 43,000.00                  | 10.10         | 80.12             | 536.69     |                 |
| 42,900.00                  | 10.10         | 80.12             | 535.45     |                 |
| 42,900.00                  | 10.10         | 80.12             | 535.45     | 535.86          |
| <b>60 dias</b>             |               |                   |            |                 |
| 44,600.00                  | 10.10         | 80.12             | 556.67     |                 |
| 44,500.00                  | 10.10         | 80.12             | 555.42     |                 |
| 44,400.00                  | 10.10         | 80.12             | 554.17     | 555.42          |
| <b>90 dias</b>             |               |                   |            |                 |
| 47,400.00                  | 10.10         | 80.12             | 591.61     |                 |
| 47,400.00                  | 10.10         | 80.12             | 591.61     |                 |
| 47,500.00                  | 10.10         | 80.12             | 592.86     |                 |
| 47,500.00                  | 10.10         | 80.12             | 592.86     |                 |
| 47,500.00                  | 10.10         | 80.12             | 592.86     |                 |
| 47,400.00                  | 10.10         | 80.12             | 591.61     | 592.24          |

| <i>f</i> (kfg)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| <b>CUADRO A.5.1.4</b>      |               |                         |                       |          |
| <b>A/C 0.40(200CCXBLs)</b> |               |                         |                       |          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |                       |          |
| <b>30 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 40,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 499.25                |          |
| 39,900.00                  | 10.10         | 80.12                   | 498.00                |          |
| 39,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 495.51                | 497.59   |
| <b>60 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 40,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 505.49                |          |
| 40,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 505.49                |          |
| 40,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 504.24                | 505.07   |
| <b>90 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 43,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 545.43                |          |
| 43,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 544.18                |          |
| 43,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 544.18                |          |
| 43,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 545.43                |          |
| 43,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 544.18                |          |
| 43,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 544.18                | 544.60   |

| <i>f</i> (kgf) | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
|----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|

**CUADRO A.5.2.1**

**A/C 0.45**

**PROBETAS DE 4x8"**

| <b>30 días</b> |       |       |        |        |
|----------------|-------|-------|--------|--------|
| 36,900.00      | 10.20 | 81.71 | 451.60 |        |
| 37,000.00      | 10.20 | 81.71 | 452.82 |        |
| 36,900.00      | 10.20 | 81.71 | 451.60 | 452.01 |
| <b>60 días</b> |       |       |        |        |
| 37,600.00      | 10.10 | 80.12 | 469.30 |        |
| 38,600.00      | 10.20 | 81.71 | 472.40 |        |
| 37,800.00      | 10.10 | 80.12 | 471.79 | 471.16 |
| <b>90 días</b> |       |       |        |        |
| 41,500.00      | 10.10 | 80.12 | 517.97 |        |
| 42,200.00      | 10.20 | 81.71 | 516.46 |        |
| 41,400.00      | 10.10 | 80.12 | 516.72 |        |
| 41,500.00      | 10.10 | 80.12 | 517.97 |        |
| 41,500.00      | 10.10 | 80.12 | 517.97 |        |
| 42,200.00      | 10.20 | 81.71 | 516.46 | 517.26 |

CUADRO A.5.2.2

| <i>f</i> (kgf)            | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| <b>A/C 0.45(100CCXBS)</b> |               |                         |                       |          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>   |               |                         |                       |          |
| <b>30 días</b>            |               |                         |                       |          |
| 35,500.00                 | 10.10         | 80.12                   | 443.09                |          |
| 35,400.00                 | 10.10         | 80.12                   | 441.84                |          |
| 35,400.00                 | 10.10         | 80.12                   | 441.84                | 442.26   |
| <b>60 días</b>            |               |                         |                       |          |
| 36,200.00                 | 10.10         | 80.12                   | 451.82                |          |
| 36,300.00                 | 10.10         | 80.12                   | 453.07                |          |
| 36,200.00                 | 10.10         | 80.12                   | 451.82                | 452.24   |
| <b>90 días</b>            |               |                         |                       |          |
| 38,600.00                 | 10.00         | 78.54                   | 491.47                |          |
| 39,200.00                 | 10.10         | 80.12                   | 489.27                |          |
| 39,400.00                 | 10.10         | 80.12                   | 491.76                |          |
| 39,200.00                 | 10.10         | 80.12                   | 489.27                |          |
| 39,300.00                 | 10.10         | 80.12                   | 490.51                |          |
| 39,300.00                 | 10.10         | 80.12                   | 490.51                | 490.47   |

| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| CUADRO A.5.2.3             |               |                         |                       |          |
| <b>A/C 0.45(150CCXBLs)</b> |               |                         |                       |          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |                       |          |
| <b>30 dias</b>             |               |                         |                       |          |
| 36,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 456.81                |          |
| 36,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 458.06                |          |
| 36,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 456.81                | 457.23   |
| <b>60 dias</b>             |               |                         |                       |          |
| 37,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 468.05                |          |
| 37,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 466.80                |          |
| 37,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 468.05                | 467.63   |
| <b>90 dias</b>             |               |                         |                       |          |
| 40,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 505.49                |          |
| 40,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 504.24                |          |
| 40,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 505.49                |          |
| 40,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 505.49                |          |
| 40,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 505.49                |          |
| 40,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 504.24                | 505.07   |

| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> 'c | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------|----------|
| CUADRO A.5.2.4             |               |                         |             |          |
| <b>A/C 0.45(200CCXBLS)</b> |               |                         |             |          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |             |          |
| <b>30 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 38,000.00                  | 10.20         | 81.71                   | 465.06      |          |
| 37,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 466.80      |          |
| 37,300.00                  | 10.10         | 80.12                   | 465.55      | 465.80   |
| <b>60 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 38,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 474.29      |          |
| 38,100.00                  | 10.10         | 80.12                   | 475.54      |          |
| 38,100.00                  | 10.10         | 80.12                   | 475.54      | 475.12   |
| <b>90 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 41,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 519.22      |          |
| 41,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 519.22      |          |
| 41,600.00                  | 10.10         | 80.12                   | 519.22      |          |
| 41,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 517.97      |          |
| 41,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 520.47      |          |
| 41,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 521.72      | 519.64   |

| <i>f</i> (kgf)          | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> 'c | promedio |
|-------------------------|---------------|-------------------------|-------------|----------|
| <b>CUADRO A.5.3.1</b>   |               |                         |             |          |
| <b>A/C 0.50</b>         |               |                         |             |          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b> |               |                         |             |          |
| <b>30 días</b>          |               |                         |             |          |
| 32,700.00               | 10.20         | 81.71                   | 400.20      |          |
| 32,100.00               | 10.10         | 80.12                   | 400.65      |          |
| 32,100.00               | 10.10         | 80.12                   | 400.65      | 400.50   |
| <b>60 días</b>          |               |                         |             |          |
| 33,000.00               | 10.10         | 80.12                   | 411.88      |          |
| 33,600.00               | 10.20         | 81.71                   | 411.21      |          |
| 32,300.00               | 10.00         | 78.54                   | 411.26      | 411.45   |
| <b>90 días</b>          |               |                         |             |          |
| 35,400.00               | 10.00         | 78.54                   | 450.73      |          |
| 36,800.00               | 10.20         | 81.71                   | 450.37      |          |
| 36,100.00               | 10.10         | 80.12                   | 450.57      |          |
| 36,200.00               | 10.10         | 80.12                   | 451.82      |          |
| 36,200.00               | 10.10         | 80.12                   | 451.82      |          |
| 36,100.00               | 10.10         | 80.12                   | 450.57      | 450.98   |



## CUADRO A.5.3.2

| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> 'c | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------|----------|
| <b>A/C 0.50(100CCXBLS)</b> |               |                         |             |          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |             |          |
| <b>30 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 35,300.00                  | 10.10         | 80.12                   | 440.59      |          |
| 35,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 441.84      |          |
| 34,600.00                  | 10.00         | 78.54                   | 440.54      | 440.99   |
| <b>60 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 37,800.00                  | 10.20         | 81.71                   | 462.61      |          |
| 36,300.00                  | 10.00         | 78.54                   | 462.18      |          |
| 37,700.00                  | 10.20         | 81.71                   | 461.39      | 462.06   |
| <b>90 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 40,900.00                  | 10.20         | 81.71                   | 500.55      |          |
| 40,100.00                  | 10.10         | 80.12                   | 500.50      |          |
| 40,200.00                  | 10.10         | 80.12                   | 501.75      |          |
| 40,200.00                  | 10.10         | 80.12                   | 501.75      |          |
| 40,100.00                  | 10.10         | 80.12                   | 500.50      |          |
| 40,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 499.25      | 500.50   |

| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> <sub>c</sub> | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| <b>CUADRO A.5.3.3</b>      |               |                         |                       |          |
| <b>A/C 0.50(150CCXBL5)</b> |               |                         |                       |          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |                       |          |
| <b>30 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 35,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 436.84                |          |
| 34,900.00                  | 10.10         | 80.12                   | 435.60                |          |
| 34,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 434.35                | 435.60   |
| <b>60 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 35,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 446.83                |          |
| 36,400.00                  | 10.20         | 81.71                   | 445.48                |          |
| 35,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 446.83                | 446.38   |
| <b>90 días</b>             |               |                         |                       |          |
| 38,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 484.27                |          |
| 38,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 483.03                |          |
| 38,700.00                  | 10.10         | 80.12                   | 483.03                |          |
| 38,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 484.27                |          |
| 38,900.00                  | 10.10         | 80.12                   | 485.52                |          |
| 38,800.00                  | 10.10         | 80.12                   | 484.27                | 484.07   |

| <i>f</i> (kgf)             | <i>D</i> (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | <i>f</i> 'c | promedio |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------|----------|
| <b>CUADRO A.5.3.4</b>      |               |                         |             |          |
| <b>A/C 0.50(200CCXBLS)</b> |               |                         |             |          |
| <b>PROBETAS DE 4x8"</b>    |               |                         |             |          |
| <b>30 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 36,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 455.57      |          |
| 36,400.00                  | 10.10         | 80.12                   | 454.32      |          |
| 36,500.00                  | 10.10         | 80.12                   | 455.57      | 455.15   |
| <b>60 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 37,300.00                  | 10.10         | 80.12                   | 465.55      |          |
| 37,200.00                  | 10.10         | 80.12                   | 464.30      |          |
| 37,300.00                  | 10.10         | 80.12                   | 465.55      | 465.13   |
| <b>90 dias</b>             |               |                         |             |          |
| 40,000.00                  | 10.10         | 80.12                   | 499.25      |          |
| 41,000.00                  | 10.20         | 81.71                   | 501.77      |          |
| 40,900.00                  | 10.20         | 81.71                   | 500.55      |          |
| 40,100.00                  | 10.10         | 80.12                   | 500.50      |          |
| 40,100.00                  | 10.10         | 80.12                   | 500.50      |          |
| 40,100.00                  | 10.10         | 80.12                   | 500.50      | 500.51   |

# **ANEXO VI**

## **COSTO DEL CONCRETO POR METRO CUBICO**

**CUADRO N° A.6.1****CALCULO DEL COSTO DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO****PARA A/C DE 0,40**

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD  | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|-----------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 625.00    | 0.32        | 200.00  |
| AGUA                                 | L              | 256.27    | 0.05        | 12.81   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.3952026 | 19.00       | 7.51    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.5103874 | 37.00       | 18.88   |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |           |             | 239.21  |

**PARA A/C DE 0,40 Y 100cc/bls DE ADITIVO**

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD  | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|-----------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 625.00    | 0.32        | 200.00  |
| AGUA                                 | L              | 243.22    | 0.05        | 12.16   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.4796    | 19.00       | 9.11    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.3952026 | 37.00       | 14.62   |
| ADITIVO                              | ml             | 1470.59   | 0.005       | 7.35    |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |           |             | 243.25  |

**PARA A/C DE 0,40 Y 150cc/bls DE ADITIVO**

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD  | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|-----------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 625.00    | 0.32        | 200.00  |
| AGUA                                 | L              | 241.36    | 0.05        | 12.07   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.3952026 | 19.00       | 7.51    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.5103874 | 37.00       | 18.88   |
| ADITIVO                              | ml             | 2205.88   | 0.005       | 11.03   |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |           |             | 249.49  |

**PARA A/C DE 0,40 Y 200cc/bls DE ADITIVO**

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD  | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|-----------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 625.00    | 0.32        | 200.00  |
| AGUA                                 | L              | 239.96    | 0.05        | 12.00   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.3952026 | 19.00       | 7.51    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.5103874 | 37.00       | 18.88   |
| ADITIVO                              | ml             | 2941.17   | 0.005       | 14.71   |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |           |             | 253.10  |

**CUADRO Nro.A.6.2**

**CALCULO DEL COSTO DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO**

PARA A/C DE 0,45

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD   | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|------------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 533.33     | 0.32        | 170.67  |
| AGUA                                 | L              | 246.74     | 0.05        | 12.34   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.42469528 | 19.00       | 8.07    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.5484656  | 37.00       | 20.29   |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |            |             | 211.37  |

PARA A/C DE 0,45 Y 100cc/bls DE ADITIVO

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD   | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|------------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 533.33     | 0.32        | 170.67  |
| AGUA                                 | L              | 234.40     | 0.05        | 11.72   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.42469528 | 19.00       | 8.07    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.5484656  | 37.00       | 20.29   |
| ADITIVO                              | ml             | 1254.89    | 0.005       | 6.27    |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |            |             | 217.02  |

PARA A/C DE 0,45 Y 150cc/bls DE ADITIVO

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD   | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|------------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 533.33     | 0.32        | 170.67  |
| AGUA                                 | L              | 232.57     | 0.05        | 11.63   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.42469528 | 19.00       | 8.07    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.5484656  | 37.00       | 20.29   |
| ADITIVO                              | ml             | 1882.34    | 0.005       | 9.41    |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |            |             | 220.07  |

PARA A/C DE 0,45 Y 200cc/bls DE ADITIVO

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD   | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|------------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 533.33     | 0.32        | 170.67  |
| AGUA                                 | L              | 230.75     | 0.05        | 11.54   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.42469528 | 19.00       | 8.07    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.5484656  | 37.00       | 20.29   |
| ADITIVO                              | ml             | 2509.79    | 0.005       | 12.55   |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |            |             | 223.11  |

**CUADRO N° A.6.3**

**CALCULO DEL COSTO DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO**

PARA A/C DE 0,50

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|----------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 460.00   | 0.32        | 147.2   |
| AGUA                                 | L              | 237.14   | 0.05        | 11.86   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.44978  | 19.00       | 8.55    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.580862 | 37.00       | 21.49   |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |          |             | 189.09  |

PARA A/C DE 0,50 Y 100cc/bls DE ADITIVO

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|----------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 460.00   | 0.32        | 147.20  |
| AGUA                                 | L              | 225.74   | 0.05        | 11.29   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.44978  | 19.00       | 8.55    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.580862 | 37.00       | 21.49   |
| ADITIVO                              | ml             | 1082.35  | 0.005       | 5.41    |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |          |             | 193.94  |

PARA A/C DE 0,50 Y 150cc/bls DE ADITIVO

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|----------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 460.00   | 0.32        | 147.20  |
| AGUA                                 | L              | 223.46   | 0.05        | 11.17   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.44978  | 19.00       | 8.55    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.580862 | 37.00       | 21.49   |
| ADITIVO                              | ml             | 1623.53  | 0.005       | 8.12    |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |          |             | 196.53  |

PARA A/C DE 0,50 Y 200cc/bls DE ADITIVO

|                                      | UNIDAD         | CANTIDAD | P.U (SOLES) | PARCIAL |
|--------------------------------------|----------------|----------|-------------|---------|
| CEMENTO                              | Kg             | 460.00   | 0.32        | 147.20  |
| AGUA                                 | L              | 222.09   | 0.05        | 11.10   |
| ARENA                                | M <sup>3</sup> | 0.44978  | 19.00       | 8.55    |
| PIEDRA                               | M <sup>3</sup> | 0.580862 | 37.00       | 21.49   |
| ADITIVO                              | ml             | 2164.7   | 0.005       | 10.82   |
| PRECIO TOTAL (SOLES/M <sup>3</sup> ) |                |          |             | 199.17  |

## **ANEXO VII**

### **NORMA ASTM C-494 HOJA TECNICA ADITIVO CHEMAPLAST**



Designation: C 494/C 494M - 99a

## Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C 494/C 494M; 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 ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

### Scope

1.1 This specification covers materials for use as chemical admixtures to be added to hydraulic-cement concrete mixtures in the field for the purpose or purposes indicated for the seven types as follows:

- 1.1.1 *Type A*—Water-reducing admixtures.
- 1.1.2 *Type B*—Retarding admixtures.
- 1.1.3 *Type C*—Accelerating admixtures.
- 1.1.4 *Type D*—Water-reducing and retarding admixtures.
- 1.1.5 *Type E*—Water-reducing and accelerating admixtures.
- 1.1.6 *Type F*—Water-reducing, high range admixtures, and
- 1.1.7 *Type G*—Water-reducing, high range, and retarding admixtures.

1.2 This specification stipulates tests of an admixture with suitable concreting materials as described in 11.1-11.3 or with cement, pozzolan, aggregates, and an air-entraining admixture proposed for specific work (11.4). Unless specified otherwise by the purchaser, the tests shall be made using concreting materials as described in 11.1-11.3.

NOTE 1—It is recommended that, whenever practicable, tests be made using the cement, pozzolan, aggregates, air-entraining admixture, and the admixture proportions, batching sequence, and other physical conditions proposed for the specific work (11.4) because the specific effects produced by chemical admixtures may vary with the properties and proportions of the other ingredients of the concrete. For instance, Types F and G admixtures may exhibit much higher water reduction in concrete mixtures having higher cement factors than that listed in 12.1.1.

Admixtures having a high range water reduction generally display a higher rate of slump loss. When high-range admixtures are used to impart increased workability (6 to 8-in. slump [150 to 200-mm]), the effect may be of limited duration, reverting to the original slump in 30 to 60 min depending on factors normally affecting rate of slump loss. The use of chemical admixtures to produce high-slump (flowing) concrete is covered in Specification C 1017.

NOTE 2—The purchaser should ensure that the admixture supplied for use in the work is equivalent in composition to the admixture subjected to test under this specification (see Section 6, Uniformity and Equivalence).

NOTE 3—Admixtures that contain relatively large amounts of chloride may accelerate corrosion of prestressing steel. Compliance with the requirements of this specification does not constitute assurance of acceptability of the admixture for use in prestressed concrete.

<sup>1</sup>This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee C-9 on Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C9.23 on Chemical Admixtures.

Current edition approved Oct. 10, 1999. Published December 1999. Originally published as C 494 - 92. Last previous edition C 494 - 99.

1.3 This specification provides for three levels of testing.

1.3.1 *Level 1*—During the initial approval stage, proof of compliance with the performance requirements defined in Table 1 demonstrates that the admixture meets the requirements of this specification. Uniformity and equivalence tests of Section 6 shall be carried out to provide results against which later comparisons can be made.

1.3.2 *Level 2*—Limited retesting is described in 5.2, 5.2.1 and 5.2.2. Proof of compliance with the requirements of Table 1 demonstrates continued conformity of the admixture with the requirements of the specification.

1.3.3 *Level 3*—For acceptance of a lot or for measuring uniformity within or between lots, when specified by the purchaser, the uniformity and equivalence tests of Section 6 shall be used.

1.4 The values stated in either inch-pound or SI units shall be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other, without combining values in any way.

1.5 The text of this standard references notes and footnotes which provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of the standard.

1.6 The following precautionary caveat pertains only to the test method sections, Sections 11-18 of this Specification: *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.*

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 *ASTM Standards:*

C 33 Specification for Concrete Aggregates<sup>2</sup>

C 39/C 39M Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens<sup>2</sup>

C 78 Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)<sup>2</sup>

C 136 Test Method for Sieve Analysis of Fine and Course Aggregates<sup>2</sup>

C 138 Test Method for Unit Weight, Yield, and Air Content

<sup>2</sup>Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

TABLE 1 Physical Requirements<sup>a</sup>

|   | Type A.<br>Water<br>Reducing      | Type B.<br>Retarding | Type C.<br>Accelerating | Type D.<br>Water<br>Reducing<br>and<br>Retarding | Type E.<br>Water<br>Reducing<br>and<br>Accelerating | Type F.<br>Water<br>Reducing,<br>High Range | Type G.<br>Water<br>Reducing,<br>High<br>Range<br>and Retarding |
|---|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|--|---|---|---|
| Water content, max. % of control                                      | 95                                | ...                  | ...                     | 95   | 95  | 88  | 88  |
| Time of setting, allowable deviation from control, h:min:             |                                   |                      |                         |  |   |   |   |
| Initial: at least   | ...                               | 1:00 later           | 1:00 earlier            | 1:00 later                                       | 1:00 earlier  | ...   | 1:00 later  |
| not more than   | 1:00 earlier<br>nor 1:30<br>later | 3:30 later           | 3:30 earlier            | 3:30 later                                       | 3:30 earlier  | 1:00 earlier<br>nor 1:30<br>later           | 3:30 later  |
| Final: at least   | ...                               | ...                  | 1:00 earlier            | ...  | 1:00 earlier  | ...   | ...   |
| not more than   | 1:00 earlier<br>nor 1:30<br>later | 3:30 later           | ...                     | 3:30 later                                       | ...   | 1:00 earlier<br>nor 1:30<br>later           | 3:30 later  |
| Compressive strength, min. % of control: <sup>b</sup>                 |                                   |                      |                         |  |   |   |   |
| 1 day   | ...                               | ...                  | ...                     | ...  | ...   | 140   | 125   |
| 3 days  | 110                               | 90                   | 125                     | 110  | 125   | 125   | 125   |
| 7 days  | 110                               | 90                   | 100                     | 110  | 110   | 115   | 115   |
| 28 days   | 110                               | 90                   | 100                     | 110  | 110   | 110   | 110   |
| 6 months  | 100                               | 90                   | 90                      | 100  | 100   | 100   | 100   |
| 1 year  | 100                               | 90                   | 90                      | 100  | 100   | 100   | 100   |
| Flexural strength, min. % control: <sup>b</sup>                       |                                   |                      |                         |  |   |   |   |
| 3 days  | 100                               | 90                   | 110                     | 100  | 110   | 110   | 110   |
| 7 days  | 100                               | 90                   | 100                     | 100  | 100   | 100   | 100   |
| 28 days   | 100                               | 90                   | 90                      | 100  | 100   | 100   | 100   |
| Length change, max shrinkage (alternative requirements): <sup>c</sup> |                                   |                      |                         |  |   |   |   |
| Percent of control  | 135                               | 135                  | 135                     | 135  | 135   | 135   | 135   |
| Increase over control   | 0.010                             | 0.010                | 0.010                   | 0.010  | 0.010   | 0.010                                       | 0.010   |
| Relative durability factor, min: <sup>d</sup>                         | 80                                | 80                   | 80                      | 80   | 80  | 80  | 80  |

<sup>a</sup> The values in the table include allowance for normal variation in test results. The object of the 90 % compressive strength requirement for a Type-B admixture is to require a level of performance comparable to that of the reference concrete.

<sup>b</sup> The compressive and flexural strength of the concrete containing the admixture under test at any test age shall be not less than 90 % of that attained at any previous test age. The objective of this limit is to require that the compressive or flexural strength of the concrete containing the admixture under test shall not decrease with age.

<sup>c</sup> Alternative requirements, see 17.1.4. % of control limit applies when length change of control is 0.030 % or greater; increase over control limit applies when length change of control is less than 0.030 %.

<sup>d</sup> This requirement is applicable only when the admixture is to be used in air-entrained concrete which may be exposed to freezing and thawing while wet.

- (Gravimetric) of Concrete<sup>2</sup>
- C 143/C 143M Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete<sup>2</sup>
- C 150 Specification for Portland Cement<sup>3</sup>
- C 157/C 157M Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete<sup>2</sup>
- C 183 Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement<sup>3</sup>
- C 192/C 192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory<sup>2</sup>
- C 231 Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method<sup>2</sup>
- C 260 Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete<sup>2</sup>
- C 403/C 403M Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance<sup>2</sup>
- C 666 Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing<sup>2</sup>
- C 1017 Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete<sup>2</sup>

- D 75 Practice for Sampling Aggregates<sup>2</sup>
- D 1193 Specification for Reagent Water<sup>4</sup>
- E 100 Specification for ASTM Hydrometers<sup>5</sup>
- Manual of Aggregate and Concrete Testing<sup>2</sup>
- 2.2 American Concrete Institute Standard: ACI 211.1 Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, Mass Concrete<sup>6</sup>

3. Terminology

- 3.1 Definitions:
  - 3.1.1 accelerating admixture—an admixture that accelerates the setting and early strength development of concrete.
  - 3.1.2 retarding admixture—an admixture that retards the setting of concrete.
  - 3.1.3 water-reducing admixture—an admixture that reduces the quantity of mixing water required to produce concrete of a given consistency.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 11.01.  
<sup>5</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.03.  
<sup>6</sup> Available from the American Concrete Institute, 38800 Country Club Drive, Farmington Hills, MI 48331.

3.1.4 *water-reducing admixture, high range*—an admixture that reduces the quantity of mixing water required to produce concrete of a given consistency by 12 % or greater.

3.1.5 *water-reducing and accelerating admixture*—an admixture that reduces the quantity of mixing water required to produce concrete of a given consistency and accelerates the setting and early strength development of concrete.

3.1.6 *water-reducing and retarding admixture*—an admixture that reduces the quantity of mixing water required to produce concrete of a given consistency and retards the setting of concrete.

3.1.7 *water-reducing, high range, and retarding admixture*—an admixture that reduces the quantity of mixing water required to produce concrete of a given consistency by 12 % or greater and retards the setting of concrete.

## 4. Ordering Information

4.1 The purchaser shall specify the type of chemical admixture desired.

## 5. General Requirements

5.1 For initial compliance with this specification, test concrete in which each type of admixture shown in 1.1 is used shall conform to the respective requirements prescribed in Table 1.

5.2 The purchaser is allowed to require a limited retesting to confirm current compliance of the admixture to specification requirements. The limited retesting will cover physical properties and performance of the admixture.

5.2.1 The physical properties retesting shall consist of uniformity and equivalence tests for infrared analysis, residue by oven drying and specific gravity.

5.2.2 The performance property retesting shall consist of water content of fresh concrete, setting time and compressive strength at 3, 7 and 28 days. Purchasers having special requirements are allowed to require additional tests currently in this standard.

5.3 At the request of the purchaser, the manufacturer shall state in writing that the admixture supplied for use in the work is identical in all essential respects, including concentration, to the admixture tested under this specification.

5.4 At the request of the purchaser, when the admixture is to be used in prestressed concrete, the manufacturer shall state in writing the chloride content of the admixture and whether or not chloride has been added during its manufacture.

5.5 Tests for uniformity and equivalence, as indicated in Section 6, shall be made on the initial sample and the results retained for reference and comparison with the results of tests of samples taken from elsewhere within the lot or subsequent lots of admixture supplied for use in the work.

## 6. Uniformity and Equivalence

6.1 When specified by the purchaser, the uniformity of a lot, or the equivalence of different lots from the same source shall be established by the use of the following requirements:

6.1.1 *Infrared Analysis*—The absorption spectra of the initial sample and the test sample, obtained as specified in 18.1, shall be essentially similar.

dried as specified in 18.2, the oven-dried residues of the initial sample and of subsequent samples shall be within a range of variation of not greater than 5 percentage points.

6.1.3 *Residue by Oven Drying (Nonliquid Admixtures)*—When dried as specified in 18.3, the oven-dried residues of the initial sample and of the subsequent samples shall be within a range of variation not greater than 4 percentage points.

6.1.4 *Specific Gravity (Liquid Admixtures)*—When tested as specified in 18.4, the specific gravity of subsequent test samples shall not differ from the specific gravity of the initial sample by more than 10 % of the difference between the specific gravity of the initial sample and that of reagent water at the same temperature. Reagent water conforming to Specification D 1193, Types III or IV, and prepared by distillation, ion exchange, reverse osmosis, electrodialysis, or a combination of these procedures is adequate.

6.2 When the nature of the admixture or the analytical capability of the purchaser make some or all of these procedures unsuitable, other requirements for uniformity and equivalence from lot to lot or within a lot shall be established by agreement between the purchaser and the manufacturer.

## 7. Packaging and Marking

7.1 When the admixture is delivered in packages or containers, the proprietary name of the admixture, the type under this specification, and the net weight or volume shall be plainly marked thereon. Similar information shall be provided in the shipping advices accompanying packaged or bulk shipments of admixtures.

## 8. Storage

8.1 The admixture shall be stored in such a manner as to permit easy access for proper inspection and identification of each shipment, and in a suitable weathertight building that will protect the admixture from dampness and freezing.

## 9. Sampling and Inspection

9.1 Every facility shall be provided the purchaser for careful sampling and inspection, either at the point of manufacture or at the site of the work, as specified by the purchaser.

9.2 Samples shall be either "grab" or "composite" samples as specified or required by this specification. A grab sample is one obtained in a single operation. A composite sample is one obtained by combining three or more grab samples.

9.3 For the purposes of this specification, it is recognized that samples will be taken for two reasons:

9.3.1 *Quality Tests*—A sample taken for the purpose of evaluating the quality of a source or lot of admixture will be required to meet all the applicable requirements of this specification. Samples used to determine conformance with the requirements of this specification shall be composites of grab samples taken from sufficient locations to ensure that the composite sample will be representative of the lot.

9.3.2 *Uniformity and Equivalence Tests*—When specified by the purchaser, a sample taken for the purpose of evaluating the uniformity of a single lot, or equivalence of different lots from one source shall be tested as provided in Section 6. Such samples shall be composite samples from individual lots when

the uniformity of a single lot is being determined, grab samples shall be used.

9.4 *Liquid Admixtures*—Liquid admixtures shall be agitated thoroughly immediately prior to sampling. Grab samples taken for quality or uniformity tests shall represent a unit shipment or a single production lot. Each grab sample shall have a volume of at least 1 pt [0.5 L]. A minimum of three grab samples shall be taken. Composite samples shall be prepared by thoroughly mixing the grab samples selected and the resultant mixture sampled to provide at least 1 gal [4 L] for quality tests. Grab samples shall be taken from different locations well distributed throughout the quantity to be represented.

9.4.1 Admixtures in bulk storage tanks shall be sampled equally from the upper, intermediate, and lower levels by means of drain cocks in the sides of the tanks or a weighted sampling bottle fitted with a stopper that can be removed after the bottle is lowered to the desired depth.

9.4.2 Samples shall be packaged in impermeable, airtight containers which are resistant to attack by the admixture.

9.5 *Nonliquid Admixtures*—Grab samples taken for quality or uniformity tests shall represent not more than 2 tons [2 Mg] of admixture and shall weigh at least 2 lb [have a mass of at least 1 kg]. A minimum of four grab samples shall be taken. Composite samples shall be prepared by thoroughly mixing the grab samples selected and the resultant mixture sampled to provide at least 5 lb [2.5 kg] for the composite sample. Grab samples shall be taken from different locations well distributed throughout the quantity to be represented.

9.5.1 Samples of packaged admixtures shall be obtained by means of a tube sampler as described in Practice C 183.

9.5.2 Samples shall be packaged in moisture-proof, airtight containers.

9.6 Samples shall be thoroughly mixed before testing to ensure uniformity. When recommended by the manufacturer, the entire sample of a nonliquid admixture shall be dissolved in water prior to testing.

10. Rejection.

10.1 For initial compliance testing, the purchaser is allowed to reject the admixture if it fails to meet any of the applicable requirements for this specification.

10.2 For limited retesting, the purchaser is allowed to reject the admixture if it fails to meet any of the requirements of the Uniformity and Equivalence Section and of the applicable parts of Table 1.

10.3 An admixture stored at the point of manufacture, for more than 6 months prior to shipment, or an admixture in local storage in the hands of a vendor for more than 6 months, after completion of tests, shall be retested before use when requested by the purchaser and is allowed to be rejected if it fails to conform to any of the applicable requirements of this specification.

10.4 Packages or containers varying more than 5 % from the specified weight or volume are allowed to be rejected. If the average weight or volume of 50 packages taken at random is less than that specified, the entire shipment is allowed to be rejected.

10.5 When the admixture is to be used in non-air-entrained concrete, it shall be rejected when the purchaser desires if the

test concrete containing it has an air content greater than 3.5 %; when the admixture is to be used in air-entrained concrete, it can be rejected if the test concrete containing it has an air content greater than 7.0 %.

TEST METHODS

NOTE 4—These tests are based on arbitrary stipulations which make possible highly standardized testing in the laboratory and are not intended to simulate actual job conditions.

11. Materials

TESTS NOT FOR A SPECIFIC USE

11.1 *Cement*—The cement used in any series of tests shall be either the cement proposed for a specific use in accordance with 11.4, a Type I or Type II cement conforming to Specification C 150, or a blend of two or more cements, in equal parts. Each cement of the blend shall conform to the requirements of either Type I or Type II, Specification C 150. If when using a cement other than that proposed for specific work, the air content of the concrete made without admixture, tested as prescribed in 14.3, is more than 3.5 %, select a different cement, or blend, so that the air content of the concrete will be 3.5 % or less.

11.2 *Aggregates*—Except when tests are made in accordance with 11.4 using the aggregates proposed for a specific use, the fine and coarse aggregates used in any series of tests shall come from single lots of well-graded, sound materials that conform to the requirements of Specification C 33, except that the grading of the aggregates shall conform to the following requirements:

11.2.1 *Fine Aggregate Grading:*

| Sieve            | Weight Percent |
|------------------|----------------|
| No. 4 [4.75-mm]  | Passing 100    |
| No. 16 [1.18-mm] | 65 to 75       |
| No. 50 [300 µm]  | 12 to 20       |
| No. 100 [150 µm] | 2 to 5         |

11.2.2 *Coarse Aggregate Grading*—The coarse aggregate shall meet the requirements for size number 57 of Specification C 33. Take care in loading and delivery to avoid segregation.

11.2.3 The coarse aggregate used for each set of reference concrete and comparable test admixture-treated concrete shall be essentially the same. Therefore, a set of test concrete, consists of one reference concrete and as many test admixture-containing concretes as are intended to be compared to that one reference. Thus, coarse aggregate for one set shall consist of enough material for one reference concrete, the test admixture-containing concrete to be compared with that reference and the sample for grading analysis testing.

11.2.3.1 Prepare coarse aggregate for a set, comprising a sample large enough for concrete trials, as follows: Fill tared containers, one each for a sample, a batch of reference concrete and one or more test concretes to the required mass from the aggregate stockpile. Accomplish this by starting with a scoopful into the first container and repeat this procedure until all containers have their required mass. Repeat the process for each of the three or more sets needed. One or more spare sets may be needed. See the Appendix of Practice D 75, Sampling from Stockpiles, and the Manual of Aggregate and Concrete Testing for guidance for conditions and procedures.

11.2.4 Test coarse aggregate samples representing each set by Method C 136 requirements for the sieves shown below. Discard any set for which the sample does not comply with size 57. Average test results for samples which comply with size 57 for each sieve size. Discard any set for which the sample deviates from this average by more than the amount shown in column 3. Continue the process of preparation, testing and averaging until sufficient sets of aggregate within tolerance are obtained.

| Sieve               | Specification C 33, No. 57 |  |
|---------------------|----------------------------|--|
|                     | Percent Passing            | Maximum variation from average passing |
| 1 1/2 in. [37.5-mm] | 100                        | 0.0                                    |
| 1.00 in. [25.0-mm]  | 95 to 100                  | 1.0                                    |
| 3/4 in. [12.5-mm]   | 25 to 60                   | 4.0                                    |
| No. 4 [4.75-mm]     | 0 to 10                    | 4.0                                    |
| No. 8 [2.36-mm]     | 0 to 5                     | 1.0                                    |

NOTE 5—All of the results required for demonstrating compliance under this specification are dependent on the uniformity of the aggregate samples prepared and used. Careful, skilled and well-supervised work is essential.

11.3 Air-Entraining Admixture—Except when tests are made in accordance with 11.4 using the air-entraining admixture proposed for specific work, the air-entraining admixture used in the concrete mixtures specified in Section 12 shall be a material such that when used to entrain the specified amount of air in the concrete mixture will give concrete of satisfactory resistance to freezing and thawing. The material to be so used will be designated by the person or agency for whom the testing is to be performed. If no material is designated, "neutralized Vinsol resin"<sup>7</sup> shall be used. Accomplish neutralization by treating 100 parts of Vinsol resin with 9 to 15 parts of NaOH by mass. In an aqueous solution, the ratio of water to the resin shall not exceed 12 to 1 by mass.

TESTS FOR SPECIFIC USES

11.4 Materials for Tests—The effects of a chemical admixture on the time of setting and water requirement of concrete are known to vary with the time of its addition during the batching and mixing sequence. To test a chemical admixture for use in specific work, the cement, pozzolan, aggregates, and air-entraining admixture used shall be representative of those proposed for use in the work. Add the chemical admixture in the same manner and at the same time during the batching and mixing sequence as it will be added on the job. Proportion the concrete mixtures to have the cement content specified for use in the work. If the maximum size of coarse aggregate is greater than 1 in. [25.0 mm], screen the concrete over a 1-in. [25.0-mm] sieve prior to fabricating the test specimens.

11.4.1 Other Use Conditions—Other conditions are known to affect the overall suitability of the concrete mixture for specific intended uses. These include the temperature of the materials or the surroundings, the humidity, the length of time between mixing and placing, the amount of mixing activity and other factors. These physical conditions may be incorporated into the tests with intention for indicating the potential interactions. These tests would be only for guidance. After incorporation of such test conditions it would not be suitable to expect compliance with this specification requirement.

11.5 Preparation and Batching—Prepare all material and make all weighings as prescribed in Practice C 192/C 192M.

12. Proportioning of Concrete Mixtures

12.1 Proportions—Except when tests are being made for specific uses, all concrete shall be proportioned using ACI 211.1 to conform to the requirements described in 12.1.1. 12.1.4. After evaluation of the trial mixtures, aggregate proportions shall be adjusted as needed to obtain workable, cohesive mixtures with the correct yield to obtain the required contents. Unless otherwise specified, the admixture shall be added with the first increment of mixing water that is added to the mixer.

12.1.1 The cement content shall be  $517 \pm 5 \text{ lb/yd}^3$  [ $307 \pm 3 \text{ kg/m}^3$ ].

12.1.2 For the first trial mixture, refer to the table on volume of coarse aggregate per unit volume of concrete in ACI 211.1 for guidance on the amount of coarse aggregate to use, given the nominal maximum size of the aggregate and the fineness modulus of the fine aggregate being used (see Note 6)

NOTE 6—Values in the referenced table of ACI 211.1 are intended to ensure workable mixtures with the least favorable combinations of aggregate likely to be used. It is suggested, therefore, that for a closer approximation of the proportions required for this test, the values selected from this table be increased by about 7 for the first trial mixture.

12.1.3 For the non-air-entrained mixtures, the air content used in calculating the proportions shall be 1.5, as shown in Table 5.3.3 of ACI 211.1. For the air-entrained mixtures, the air content used for this purpose shall be 5.5.

12.1.4 Adjust the water content to obtain a slump of  $3\frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \text{ in.}$  [ $90 \pm 15 \text{ mm}$ ]. The workability of the concrete mixture shall be suitable for consolidation by hand rodding and the concrete mixture shall have the minimum water content possible. Achieve these conditions by final adjustments in the proportion of fine aggregate to total aggregate or in the amount of total aggregate, or both, while maintaining the yield and slump in the required ranges.

12.2 Conditions—Prepare concrete mixtures both with and without the admixture under test. Refer herein to the concrete mixture without the chemical admixture as the reference or control concrete mixture. Add the admixture in the manner recommended by the manufacturer and in the amount necessary to comply with the applicable requirements of the specifications for water reduction or time of setting, or both. When desired by the person or agency for whom the tests are being performed, the admixture is allowed to be added in an amount such as to produce a specific time of setting of the concrete mixture within the limits of the applicable provisions of this specification.

12.2.1 Non-Air-Entrained Concrete—When the admixture is to be tested for use only in non-air-entrained concrete, the air content of both the mixture containing the admixture under test and the reference concrete mixture shall be 3.5 % or less, and the difference between the air contents of the two mixtures shall not exceed 1.0. If necessary, the air-entraining admixture shall be added to the reference concrete mixture. Tests for resistance to freezing and thawing shall not be made.

12.2.2 Air-Entrained Concrete—When the admixture is to

<sup>7</sup> Vinsol resin is manufactured by Hercules Inc., Wilmington, DE.

TABLE 2 Types and Minimum Number of Specimens and Tests

|  | Number of Types of Specimens <sup>a</sup> | Number of Test Ages | Number of Conditions of Concrete <sup>b</sup> | Number of Specimens, min |
|--|---|---------------------|---|--------------------------|
| Water content                            | ...                                       | 1                   | 2   | C                        |
| Slump                                    | 1   | 1                   | 2   | C                        |
| Air content                              | 1   | 1                   | 2   | C                        |
| Time of setting                          | 1   | 0                   | 2   | 6                        |
| Compressive strength                     | 1   | 5                   | 2   | 30                       |
| Flexural strength                        | 1   | 3                   | 2   | 18                       |
| Freezing and thawing                     | 1   | 1                   | 2   | 12                       |
| Length change                            | 1   | 1                   | 2   | 6                        |
| Water reducing, high range               | ...                                       | 6                   | ...   | 36                       |
| Water reducing, high range and retarding | ...                                       | 6                   | ...   | 36                       |

<sup>a</sup> See Section 14 and 16.2.

<sup>b</sup> See 12.2.

<sup>c</sup> Determined on each batch of concrete mixed.

<sup>d</sup> See 14.4.

tested for use only in air-entrained concrete, the air-entraining admixture shall be added to the reference concrete mixture and, if necessary, to the concrete mixture containing the admixture under test in sufficient amounts to produce air contents in the range 3.5 to 7.0 %, except that for tests for resistance to freezing and thawing, the range shall be 6.0 to 1.0 %. In both cases the difference between the air content of the reference concrete and that of the concrete containing the admixture under test shall not exceed 0.5.

13. Mixing

13.1 Machine mix the concrete as prescribed in Practice C 192/C 192M.

14. Tests and Properties of Freshly Mixed Concrete

14.1 Samples of freshly mixed concrete from at least three separate batches for each condition of concrete shall be tested in accordance with the methods described in 14.2-14.5.

14.2 Slump—Test Method C 143/C 143M.

14.3 Air Content—Test Method C 231.

14.4 Time of Setting—Test Method C 403/C 403M, except that the temperature of each of the ingredients of the concrete mixtures, just prior to mixing, and the temperature at which the time-of-setting specimens are stored during the test period shall be 73 ± 3°F [23.0 ± 2.0°C].

14.5 Water Content:

14.5.1 Report the water-cement ratio of the concrete, computed to the nearest 0.001, as follows: Determine the net water content of the batch as the weight of water in the batch in excess of that present as absorbed water in the aggregates. Calculate the actual volume of concrete in the batch by determining the density of concrete in the batch as prescribed in Test Method C 138. Determine the water-cement ratio by dividing the net weight of water by the weight of cement in the batch.

14.5.2 Calculate the relative water content of the concrete containing the admixture under test as a percentage of the water content of the reference concrete as follows: Divide the average water content of all batches of concrete containing the admixture under test by the average water content of all batches of the reference concrete and multiply the quotient by 100.

15. Preparation of Test Specimens

15.1 Make specimens for tests of hardened concrete, representing each test and age of test and each condition of concrete being compared, from at least three separate batches, and the minimum number of specimens shall be as prescribed in Table 2. On a given day make at least one specimen for each test and age of test from each condition of concrete, except make at least two specimens for the freezing and thawing test from each condition of concrete. If desired, the preparation of all specimens can be completed in one, two, or three days of mixing, provided the test concrete and its reference are made on the same day.

15.2 Manifestly Faulty Specimens—Visually examine each group of specimens representing a given test or a given age of test, including tests of freshly mixed concrete, before or during the test, or both, whichever is appropriate. Discard any

specimen found to be manifestly faulty by such examination without testing. Visually examine all specimens representing a given test at a given age after testing, and should any specimen be found to be manifestly faulty the test results thereof shall be disregarded. Should more than one specimen representing a given test at a given age be found manifestly faulty either before or after testing, the entire test shall be disregarded and repeated. The test result reported shall be the average of the individual test results of the specimens tested or, in the event that one specimen or one result has been discarded, it shall be the average of the test results of the remaining specimens.

16. Test Specimens of Hardened Concrete

16.1 Number of Specimens—Six or more test specimens for the freezing and thawing test and three or more test specimens for each other type of test and age of test specified in Table 2 shall be made for each condition of concrete to be compared.

16.2 Types of Specimens—Specimens made from concrete with and without the chemical admixture under test shall be prepared in accordance with the following:

16.2.1 Compressive Strength—Make and cure test specimens in accordance with Practice C 192/C 192M.

16.2.2 Flexural Strength—Make and cure test specimens in accordance with Practice C 192/C 192M.

16.2.3 Resistance to Freezing and Thawing—Test specimens shall consist of prisms made and cured in accordance with the applicable requirements of Practice C 192/C 192M. Test specimen dimensions shall be as required by Test Method C 666. Make one set of specimens from the concrete mixture containing the chemical admixture under test and from the reference concrete mixture, the air content of each mixture being as specified in 12.2.2.

16.2.4 Length Change—Make and cure test specimens in accordance with Test Method C 157/C 157M. The moist-curing period, including the period in the molds, shall be 14 days.

17. Tests on Hardened Concrete

17.1 Test specimens of hardened concrete (see Table 1) in accordance with the following methods:

17.1.1 *Compressive Strength*—Test Method C 39/C 39M. Test specimens at ages of 1, 3, 7, and 28 days, 6 months, and 1 year. Calculate the compressive strength of the concrete containing the admixture under test as a percentage of the compressive strength of the reference concrete as follows:

17.1.1.1 Divide the average compressive strength of the specimens made from the concrete containing the admixture under test at a given age of test by the average compressive strength of the specimens made from the reference concrete at the same age of test and multiply the quotient by 100.

17.1.1.2 When tests are conducted with materials representative of those proposed for a specific use in accordance with 17.1.4, and if the results of the tests are required in a period of time that will not permit curing of specimens to ages of 6 months and 1 year, the tests at those ages are permitted to be waived.

17.1.2 *Flexural Strength*—Test Method C 78. Test specimens at ages 3, 7, and 28 days. Calculate the flexural strength of the concrete containing the admixture under test as a percentage of the flexural strength of the reference concrete as follows:

17.1.2.1 Divide the average flexural strength of the specimens made from the concrete containing the admixture under test at a given age of test by the average flexural strength of the specimens made from the reference concrete at the same age of test, and multiply the quotient by 100.

17.1.3 *Resistance to Freezing and Thawing*—Comparison tests of the concrete containing the admixture under test with the reference concrete mixture shall be made concurrently using Procedure A of Test Method C 666. Place specimens under test at the age of 14 days. Calculate the relative durability factors as shown in Specification C 260.

17.1.4 *Length Change*—Test specimens shall consist of molded prisms made and tested in accordance with Test Method C 157/C 157M except that the moist curing period, including the period in the molds, shall be 14 days. Then store the specimens in air under conditions specified in the section on Air Storage of Test Method C 157/C 157M for a period of 14 days, at which time determine the length change of the specimen. Consider the drying shrinkage to be the length change during the drying period, based on an initial measurement at the time of removal of the specimen from the mold, and express it as percent to the nearest 0.001 % based on the specimen gage length. If the length change of the reference concrete after 14 days of drying is 0.030 % or greater, the length change on drying of concrete containing the admixture under test, expressed as percent of the length change of the reference concrete, shall not exceed the maximum specified in Table 1. If the length change of the reference concrete after 14 days of drying is less than 0.030 %, the length change on drying of concrete containing the admixture under test shall be not more than 0.010 percentage units greater than that of the reference concrete.

NOTE 7—Since the specific effects produced by chemical admixtures may vary with the properties of the other ingredients of the concrete, results of length change tests using aggregates of such a nature that the length change on drying is low may not accurately indicate relative performance to be expected with other aggregates having properties such as to produce concrete of high length change on drying.

## 18. Uniformity and Equivalence Tests

18.1 *Infrared Analysis*—This test procedure is intended to compare qualitatively the composition of different samples and results should not be interpreted quantitatively. Sections 18.1.1, 18.1.2, and 18.1.3 give a general procedure for the infrared analysis of admixtures (see Note 8).

18.1.1 *Liquid Admixtures*—Determine the dissolved solids concentration by 18.2 and dilute an aliquot of the liquid admixture sample with distilled water to yield a dissolved solids concentration of about 0.015 g/mL, for example, a 5-mL aliquot diluted to 200 mL. Pipet 5 mL of above solution and add it to a petri dish with 2.5 g of potassium bromide of a grade suitable for use in infrared analysis and 5 mL of distilled water. Stir and mix to dissolve. Place in a drying oven (18.2.1.1) and dry for  $17 \pm \frac{1}{4}$  h at  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ . Cool and transfer the dried residue to a mortar and grind to a fine powder. Work quickly to avoid moisture pick-up. Weigh 0.1 g of the powder and 0.4 g of potassium bromide of a grade suitable for use in infrared analysis. Mix in an electric amalgamator for 30 s using stainless steel capsule and balls. Proceed in accordance with 18.1.3.

18.1.2 *Non-liquid Admixtures*—Grind 10 g to a fine powder with mortar and pestle. Transfer the sample to a petri dish, place in a drying oven (18.2.1.1) and dry for  $17 \pm \frac{1}{4}$  h at  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ . Weigh approximately 0.005 g of the dry powder and 0.995 g of potassium bromide of a grade suitable for use in infrared analysis. Mix in an electric amalgamator for 30 s using stainless steel capsule and balls. Proceed in accordance with 18.1.3.

18.1.3 To prepare a disk for infrared analysis, weigh 0.300 g of the mixture prepared in 18.1.1 or 18.1.2 and transfer into a suitable die. If an evacuable die is used, apply vacuum for 2 min prior to pressing. Continue vacuum and press at a suitable force for 3 min, producing a disk about 1 mm thick. Remove the disk from the die, insert into the infrared spectrophotometer and obtain infrared absorption spectra.

NOTE 8—It is important that the same procedures be used on all samples to be compared with each other and preferably that they be conducted by the same analyst. Major changes in infrared spectra may result from (a) water content differences due to drying variations, (b) water picked up by hygroscopic materials, (c) reaction between the potassium bromide and some other compound present, and (d) differences in time between formation of the disk and its use. Also, the threshold for detection of individual components by infrared absorption varies widely depending upon the identity and concentration of accompanying substances. For example, significant amounts of saccharides may be present in a lignosulfonate admixture without their presence being indicated by this method.

## 18.2 Residue by Oven Drying (Liquid Admixtures):

18.2.1 Place 25 to 30 g of standard Ottawa sand (20 to 30 mesh) in a wide-mouth, low-form (about 60 mm inside diameter and 30 mm in height) glass weighing bottle provided with a ground-glass stopper. Place the weighing bottle and stopper, with stopper removed, in a drying oven (18.2.1.1) and dry for  $17 \pm \frac{1}{4}$  h at  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  (Note 7). Insert the stopper in the weighing bottle, transfer to a desiccator, cool to room temperature, and weigh to the nearest 0.001 g. Remove the stopper and, using a pipet, evenly distribute 4 mL of the liquid admixture over the sand. Immediately insert the stopper.

Avoid loss by evaporation and weigh to the nearest 0.001 g. Remove the stopper and place both the bottle and stopper in a drying oven (18.2.1.1). Dry for  $17 \pm \frac{1}{4}$  h at  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ . At the end of the drying period, stopper the weighing bottle, transfer to a desiccator, cool to room temperature, and weigh to the nearest 0.001 g.

18.2.1.1 *Drying Oven*—The drying oven shall be either a forced circulation type or one with provision for free access of air. There shall be precise control of temperature and time of drying so that the degree of volatilization of the material other than water from sample to sample will not vary.

18.2.2 *Calculation:*

18.2.2.1 Record the following masses:

- $m_1$  = mass of stoppered bottle with sand and sample.
- $m_2$  = mass of stoppered bottle with sand,
- $m_3$  =  $m_1 - m_2$  = mass of sample,
- $m_4$  = mass of stoppered bottle with sand and dried residue, and
- $m_5$  =  $m_4 - m_2$  = mass of dried residue.

18.2.2.2 Calculate the residue by using the following equation:

$$\text{Residue by oven drying (percent by mass)} = (m_5 \times 100) / m_3 \quad (1)$$

NOTE 9—For laboratories conducting this test as a routine operation, previously dried sand and weighing bottles can be maintained in desiccators so that they are immediately available for use when a sample is to be tested.

18.2.3 *Precision Statement*—The maximum multilaboratory coefficient of variation for residue by oven drying (liquid admixtures) has been found to be 1.25 %. Therefore, results of tests by two different laboratories on identical samples of an admixture are not expected to differ from each other by more than 3.5 % of their average (Note 10). The maximum single-operator coefficient of variation has been found to be 0.6 %. Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on the same material are not expected to differ by more than 1.7 %.

NOTE 10—The precision statements are based on the maximum variation of tests made in 18 laboratories on sets of three duplicate samples of two different admixtures.

18.3 *Residue by Oven Drying (Nonliquid Admixtures):*

18.3.1 Place about 3 g of the nonliquid admixture into a dried and tared glass-stoppered weighing bottle (similar to the one described in 18.2.1). Stopper and determine the mass of the bottle and contents to the nearest 0.001 g. Remove the stopper and immediately place both bottle and stopper in a drying oven (18.2.1.1). Dry for  $17 \pm \frac{1}{4}$  h at  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ . At the end of the drying period, stopper the weighing bottle, transfer to the desiccator, cool to room temperature, and weigh to the nearest 0.001 g.

18.3.2 *Calculation:*

18.3.2.1 Record the following masses:

- $m_1$  = mass of tared stoppered weighing bottle and sample before drying,
- $m_2$  = mass of empty, stoppered weighing bottle.

$m_3$  = mass of sample =  $(m_1 - m_2)$ ,

$m_4$  = mass of tared stoppered weighing bottle and sample after drying, and

$m_5$  = mass of oven-dried residue =  $m_4 - m_2$ .

18.3.2.2 Calculate the oven-dried residue by using the following equation:

$$\text{Residue by oven drying (mass percent)} = [m \times 100] / m_3 \quad (1)$$

18.3.3 *Precision Statement*—The maximum multilaboratory coefficient of variation for residue by oven-drying (non-liquid admixture) has been found to be 1.40 %. Therefore, results of tests by two different laboratories on identical samples of an admixture are not expected to differ from each other by more than 4.0 % of their average. The maximum single-operator coefficient of variation for residue by oven drying (non-liquid admixture) has been found to be 0.48 %. Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on the same material are not expected to differ by more than 1.4 % of the average. Note 10 also applies to 18.3.3.

18.4 *Specific Gravity (Liquid Admixtures):*

18.4.1 Determine the specific gravity at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  of liquid admixture using hydrometers complying with Specification E 100. Hydrometers No. 112H through 117H will cover the range for most determinations. A 250-mL graduated cylinder and a water bath capable of maintaining  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  will also be required.

18.4.2 Place a sample in the 250-mL graduated cylinder and put in the hydrometer in such a manner that it floats free and does not touch the side of the cylinder. Place the cylinder with sample and hydrometer in the constant-temperature bath until the temperature of the cylinder, hydrometer, and sample is uniform at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . If all are at proper temperature prior to insertion of the hydrometer, approximately 10 min should be allowed for equilibrium. If the sample shows evidence of foaming, hydrometer reading should be continued until constant readings are obtained. Read the hydrometer at the base of the meniscus to the nearest 0.005.

18.4.2.1 If foaming is encountered during transfer of the admixture to the cylinder, sufficient time shall be allowed for the foam to dissipate or rise to the surface, where it shall be removed before inserting the hydrometer. Crusting of the admixture on the hydrometer stem due to evaporation during temperature adjustment shall be avoided.

18.4.3 *Precision Statement*—The maximum multilaboratory coefficient of variation for specific gravity (liquid admixture) has been found to be 0.316 %. Therefore, results of two different laboratories on identical samples of an admixture are not expected to differ from each other by more than 0.9 % of their average (Note 10). The maximum single-operator coefficient of variation has been found to be 0.09 %. Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on the same material are not expected to differ by more than 0.275 %.

19. Report

19.1 Report the following:

19.1.1 Results of the tests specified in Sections 6, 14, and 17, and the relevant specification requirements with which the are compared,



ASTM C 494/C 494M

19.1.2 Brand name, manufacturer's name, and lot number, character of the material, and quantity represented by the sample of the admixture under test.

19.1.3 Brand name, manufacturer's name, and other pertinent data on the material used as the air-entraining admixture.

19.1.4 Brand name, manufacturer's name, type, and test data on the portland cement or cements used.

19.1.5 Description of, and test data on the fine and coarse aggregates used.

19.1.6 Detailed data on the concrete mixtures used, including amounts and proportions of admixtures used, actual cement

factors, water-cement ratios, unit water contents, ratios of fine to total aggregate, slump, and air content, and

19.1.7 In the event that, in accordance with the provisions of 17.1.1.2, some of the tests have been waived, the circumstances under which such action was taken shall be stated.

## 20. Keywords

20.1 accelerating; chemical admixtures; concrete; physical requirements; retarding; testing; water-reducing

*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 19380-2959, 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).*



# Chemaplast

ADITIVOS REDUCTOR DE AGUA Y PLASTIFICANTE  
PARA OBTENER ALTAS RESISTENCIAS INICIALES,  
MAYOR IMPERMEABILIZACION, DURABILIDAD,  
TRABAJABILIDAD Y MAYOR RESISTENCIA A LA  
CORROSION.

PRODUCIDO POR:

**Chem Masters del Perú S.A.**

## DESCRIPCION :

Aditivo reductor de agua para obtener el mismo asentamiento y plastificante para obtener altas resistencias iniciales. Satisface la especificación ASTM C- 45 Tipo A. El CHEMAPLAST es un concentrado listo para usarse, fabricado sobre la base de agentes dispersantes de alta eficacia. No contiene cloruros.

## USOS :

La acción del CHEMAPLAST como un aditivo dispersor y reductor de agua hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación con un contenido hasta 10% menos de agua que trae a su vez el aumento correspondiente en resistencia a la compresión y durabilidad. El CHEMAPLAST no es tóxico, ni tampoco corrosivo.

El concreto tratado con CHEMAPLAST tendrá las siguientes propiedades :

- 1.- MEJOR ACABADO: La plastificación permite obtener un mejor acabado y por lo tanto aumenta la durabilidad.
- 2.- AUMENTA LA TRABAJABILIDAD: Y facilidad de colocación del concreto en elementos con alta densidad de armadura sin necesidad de aumentar la relación agua/cemento.
- 3.- DISMINUCION DE LA CONTRACCION DEBIDO A LA MEJOR RETENCION DEL AGUA: Así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- 4.- AUMENTA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION : Y flexión mejora la adherencia del fierro de construcción.
- 5.- AUMENTA LA HERMETICIDAD AL AGUA: Impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia.
- 6.- Aumenta la durabilidad hasta un 100% adicional, debido a su alto grado de resistencia a salitre, sulfato y cloruros.

## PRECAUCION :

Añada el CHEMAPLAST al agua de la mezcla sin combinarla con otros aditivos. Consultenos sobre su compatibilidad.

## DOSIFICACION :

Para condiciones promedio, temperaturas, diseño, etc. use 4 1/4 onzas fluidas (133 cc) por bolsa de cemento Portland. En algunos casos puede ser necesario aumentar esta dosis ligeramente debido a variaciones normales en los materiales y condiciones climatológicas. Normalmente 1 Cil. de 55 gals. sirve para 250 m3 de concreto de 210 Kg/cm2 (3000 psi).

## ENVASES :

1, 5 Y 55 Galones.

DISTRIBUIDO POR



**Importadora Técnica Industrial y Comercial S.A.**

LIMA: Av. Industrial 765 Lima 1- Telfs.: 336-8407 • 336-8409

336-8410 • 336-8411 • 336-6716 • Fax: 336-8408

(Alt. Cdra. 25 Av. Argentina) Casilla 18 - 1435



## **ANEXO VIII**

### **DURABILITY OF CONCRETE IN SEA WATER METHOD OF ACCELERATED TESTING AND EVALUATION**

Durability of Concrete in Sea Water:  
Method of Accelerated Testing and Evaluation

By Shinzo Nishibayashi, Kiyoshi Yamura, and  
Shoichi Inoue

Synopsis: The seawater resistance of concrete must be considered when it is used for construction on the sea-shore or in the ocean. This paper describes an accelerated test method for assessing durability by subjecting the concrete to repeated cycles of seawater immersion and oven-drying.

Test were <sup>carried out</sup> carried out to evaluate the procedure in which, in addition to visual observation, reduction in dynamic modulus and length changes of the concrete up to 200 cycles were measured. Resistance indicators are proposed which combine these factors.

Among the variables included in the test specimens it was found that seawater resistance of concrete is mainly affected by the type of cement, the water-cement ratio, the mixing water (fresh or seawater) and the age at immersion (period of pre-curing).

Keywords: accelerated tests; concrete durability; corrosion resistance; dynamic modulus of elasticity; immersion tests (corrosion); sea water; shrinkage.

Seashore n. costa, playa, orilla o ribera del mar  
assess v.t. valorar, apreciar, tasar, calcular

S. Nishibayashi, a member of ACI, is a professor of Civil Engineering and the dean of Faculty of Engineering at Tottori University, Japan, and a graduate of Kyoto University, Japan, M.Sc. in 1959 and Dr.Eng. in 1968. He has been active in concrete research for about 20 years and has numerous publications in the area.

ACI member, K. Yamura is an associate professor of Civil Engineering at Tottori University. He graduated in 1967, received his M.Sc. in 1969 and got Dr.Eng. in 1980 from the Kyoto University. He was an associate researcher from 1971 to 1979 at Kyoto University.

S. Inoue is a lecturer of Civil Engineering at Tottori University. He graduated from Tottori University in 1972 and obtained his M.Sc. from Gifu University in 1974. He was an associate researcher from 1974 to 1979 at Tottori University.

## INTRODUCTION

Recently, in Japan, much attention has begun to be paid to marine construction. In such construction, steel and concrete are commonly used just as on land, but it must be ascertained that these materials will perform satisfactorily.

Structures at the seaside or in the ocean fundamentally undergo attack by seawater, and in addition are exposed to the severe weather conditions of the marine environment. For these structures, therefore, sufficient durability and safety are essential, as reinforcement and repair work after construction are generally very difficult to carry out, and maintenance-free conditions are consequently required.

## MATERIALS

Two kinds of cement, i.e., normal portland cement (NP cement) and seawater-resisting cement (SR cement containing about 80 percent of blended blast-furnace slag) for marine underwater work were used. The physical properties and chemical compositions are shown in Table 1.

The aggregates used were crushed stone (specific gravity, 2.65; bulk density, 1550 kg/m<sup>3</sup>; absorption, 0.92% and F.M., 7.13) and river sand (specific gravity, 2.59; absorption, 1.33% and F.M., 2.73). All aggregates were used in a saturated surface dry condition

352

lecturar n. confirmando; confirmando;  
lector (de una universidad).

ascertain v. averiguar, descubrir, determinar

perform v. ejecutar, llevar a cabo, cumplir, hacer

undergo v. sufrir, padecer, experimentar, sufrir,  
sufrir a

Fuente: American Concrete Institute ACI

SP 65 Performance of Concrete in Marine Environment

when mixing concrete.

A typical water-reducing admixture, Pozzolith No. 8A, was used for the purposes of reducing water content, entraining air, and improving the workability of fresh concrete.

Because, in practice, supplying large quantities of fresh water may be difficult out in the ocean, to examine the effect of the mixing water on the properties of concrete both fresh water and seawater were used.

Mix proportions to obtain constant a slump of 6 to 9 cm, an air content of 4 to 6% and two levels of water cement ratio of 0.40 and 0.60 were determined from trial batches for all combinations of proportions. These mix proportions are shown in Table 2.

#### TEST PROGRAM, CONDITIONS AND METHODS

The scope of the tests performed is summarized in Table 3. The test method adopted for this study may be broadly divided into the following:

- a) Long-term Immersion Test... Changes in properties of concrete immersed in fresh water and seawater were measured for approximately 1,000 days.
- b) Accelerated Test... In order to accelerate changes, specimens after standard curing (20°C in water) for 3 or 28 days were subjected to repeated cycles of immersion in seawater for 24 hours and drying in an oven (temperature; 60 to 80°C) for 24 hours, in accordance with the wetting and drying test methods of the U.S. Bureau of Reclamation[1] and Nishibayashi[2].

In the accelerated test, in addition to visual observation, the reduction in dynamic modulus of elasticity in flexural vibration (sonic method) and length changes using a Hugenberger strain meter having a gauge length of 10 in. were measured. These measurements were made with the concrete in the saturated condition, after immersion and just before drying, every 10 cycles for 200 cycles. Whenever the accelerated test had to be suspended midway, specimens were stored in a room of constant temperature and humidity (20 ± 2°C, 90% R.H.); and testing was resumed from the immersion stage. All of the accelerated tests terminated at 200 cycles and the values then were adopted as ultimate characteristic values.

In long-term immersion tests, in addition to measurements of dynamic modulus of elasticity,  $E_D$ , and length change every month, compressive strength tests were carried out about every three months.

Four 10x10x40 cm specimens for immersion test and 10x20 cm cylinders for compressive strength test were prepared for each test item and the results of tests

Long-Term : Plazo largo

sulph density : densidad de masa

sulph specific gravity : peso específico de la masa

Fuente: American Concrete Institute ACI, siempre que, cada vez que  
SP 65 Performance of Concrete in Marine Environment

are shown as averages. Both fresh water and seawater in the testing baths were renewed every month.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

### (1) Long-term Immersion Test

The results of the long-term immersion tests are shown in Fig. 1 through 8. For convenience, the characteristic values of relative dynamic modulus of elasticity ( $RE_D$ ) and relative compressive strength (specific strength) are expressed as ratios of the data at age of 28 days, and length changes by their absolute values ( $\times 10^{-4}$ ) (positive indicates expansion; negative indicates shrinkage).

According to the results, when NP cement (NW and NS) was used, the tendency for deterioration was most evident in concrete having the higher water-cement ratio, having seawater as the mixing water, when immersed in seawater, and subjected to 28-days pre-curing. In particular, with the combination of higher water-cement ratio and seawater as mixing water, deterioration took place with certainly regardless of the age at the start of immersion. Pre-curing was not effective for improvement of durability of the concrete having the higher water-cement ratio.

When using SR cement (SW and SS), there was no recognizable deterioration during the observation period of about 1,000 days.

### (2) Accelerated Test

The  $RE_D$  and length-change values of specimens repeatedly subjected to immersion and drying are shown in Fig. 9 through 16. The characteristic values at the beginning of the accelerated tests were taken as the reference values, and representative values at every 20 to 30 cycles were plotted.

In concretes made with NP cement (NW and NS), length changes tended to be large at early cycles, but the rate of change decrease and approached a maximum value. On the other hand, with concretes containing SR cement (SW and SS), it was found that length changes were very small up to 100 cycles, but suddenly began to increase at 100 cycles or more.

This difference due to kind of cement used may depend on the compositions of the cement. The chemical reaction between seawater and NP cement begins at an early stage, while with SR cement, the reaction is delayed until after a certain number of cycles.

With concrete mixed using NP cement and seawater and subjected to accelerated testing at the age of 3 days, the length change was especially great, presumably because of expansive material (ettringite) produced by a reaction between sulfates in the seawater and cer-

Shrinkage n. Contracción; merma; encogimiento



tain chemical components of the cement.

With NP cement, the reduction in  $RE_D$  tends to be large from some early cycle less than 100 cycles. With SR cement, the reduction does not begin until after at least 100 cycles.

Pre-curing for improvement of durability against seawater does not appear to be effective regardless of kind of cement. O. E. Gjorv[3] and Fukuoka et al[4] have also reported that seawater resistance of pre-cured concrete is inferior. This is assumed to be so because when ettringite is produced at an early stage of cement hydration the restraint of expansion of the ettringite is small and the disruption of the structure caused by this expansion may be repaired with the progress of hydration. On the other hand, when ettringite is produced at a stage of advanced hydration, the restraint of expansion is large and the structure may be disrupted by stresses due to restraint.

#### ESTIMATION OF SEAWATER RESISTANCE BY ACCELERATED TEST

The results obtained from the accelerated test are shown in Table 4. Values of  $E_D$  at 200 cycles were lower than 100 percent for all of the concretes except NW-3W, and  $RE_D$  values in about half the specimens were less than 60%. Length changes were very large in NW-40-28S, NS-40-3S, NS-60-3W and 3S, being in the order of  $40 \times 10^{-4}$ .

The deterioration of concrete due to the action of seawater can be judged to a certain extent simply by comparing the various characteristic values at 200 cycles, but an assessment of seawater resistance considered comprehensively by characteristic values and number of cycles can not be made.

Therefore, indexes similar to the durability factor in freezing and thawing tests were defined and estimations of seawater resistance were tried based on these indexes.

Seawater resistance factor (1) ( $SDF(1)$ ) calculated by the following expression are shown in Table 5.

$$SDF(1) = nP/m$$

where,  $P = RE_D = 60\%$  (if  $RE_D < 60\%$  at 200 cycles,  $P$  to be  $RE_D$  measured),  $m = 200$  cycles, and  $n =$  number of cycles at  $RE_D$  of 60% (200 cycles if  $RE_D < 60\%$ ).

The concretes for which  $SDF(1)$  values were less than 30% and the seawater resistances judged to be particularly inferior were NW-60-28S, NS-40-28S, NS-60-3S, NS-60-28S, and SS-40-28S. Therefore, from this index, with NP cement, it can be judged that concrete having either one or a combination of the conditions high water-cement ratio, seawater as mixing water, precuring,

regardless of sin hacer caso de, prescindiendo de  
restraint o restricción; reserva, circunferencia

and immersion in seawater will have inferior seawater resistance. On the other hand, using SR cement, it can be assumed that deterioration will be marked only when seawater as mixing water, pre-curing and immersion in seawater are selected as conditions of testing.

Another index of seawater resistance (SDF(2)) evaluated through combinations of a number of factors such as P, n, m and length change at 200 cycles, l, calculated by the following formula, is also shown in Table 5.

$$SDF (2) = Pn/lm \times 100$$

With NP cement, the SDF(2) indexes of all concretes except for NW-40-3W, NW-60-3W and NS-40-3W are low, and therefore, it can be judged that deterioration has progressed. In other words, when immersed in seawater, both length change and reduction in  $RE_0$  became large, and these tendencies were more pronounced when seawater was used as mixing water. On the other hand, with SR cement, the indexes of SS-40-3S, SS-40-28S, SS-60-3S and SS-60-28S are low, and therefore, it can be judged that deterioration of concrete using seawater for mixing and immersed in seawater is very pronounced. Moreover, concretes showing low indexes, either SDF (1) or (2), were NW-40-28S, NW-60-28S, NS-40-28S, NS-60-3S, NS-60-28S and SS-60-28S, and therefore, it may be stated that the seawater resistance of a concrete for which four conditions such as NP cement, seawater as mixing water, pre-curing for 28 days, and immersion in seawater overlap, will be particularly inferior.

#### RELATIONSHIP BETWEEN ACCELERATED AND LONG-TERM IMMERSION TEST

The reliability of the accelerated test must be proven in comparison with the long-term immersion test. As the long-term immersion test results obtained in the present study are only for approximately 1,000 days, they are not adequate for a direct comparison with the results of the accelerated tests. Therefore, the reliability of the accelerated test is discussed here with reference to the 30-year test results reported by Gjordv[3]. His data are the results from concretes of nearly the same kind and condition as in the present study relative to such factors as cement type, mix proportions, and with or without pre-curing.

When compared with Gjordv's data, it appears that the characteristic values after 200 cycles of immersion in seawater and drying in an oven are very close to the values of specimens immersed in seawater for approximately 30 years. Therefore, one cycle in the acceler-

ated treatment may roughly correspond to immersion in seawater for 50 to 60 days.

#### CONCLUDING REMARKS

In this study, an accelerated method for evaluating the seawater resistance of concrete by repeated cycles of immersion in seawater and drying in an oven has been proposed and test results presented. The resistance was estimated from the rates of reduction in dynamic modulus of elasticity,  $RE_D$ , and the length changes of specimens.

The conclusions of the present study are summarized as follows:

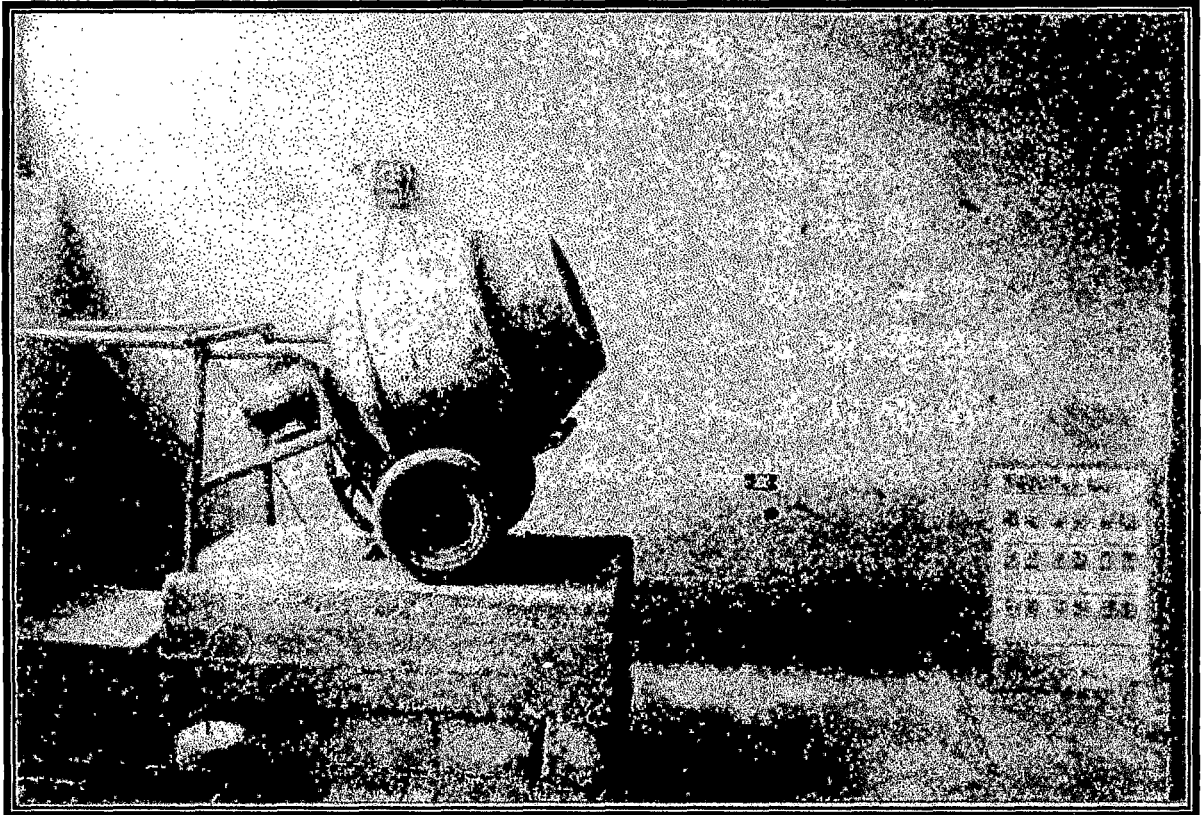
- 1) The seawater resistance of concrete using SR cement is considerably superior to that of concrete using NP cement
- 2) The degree of deterioration under action of seawater is greatest with higher water-cement ratio, seawater as mixing water, and pre-curing.
- 3) The most satisfactory estimation of seawater resistance is obtained by indexes derived from combinations of several factors such as number of cycles of immersion in seawater and oven-drying, reduction in dynamic modulus of elasticity, and length change, similar to the durability factor of freezing and thawing test.
- 4) As changes in characteristics of concrete appear rapidly and evaluation of seawater resistance can be made fairly distinctly, the method is useful as an accelerated durability test.

The effects of concentrated seawater, use of artificial seawater, intervals of wetting and drying, quantitative X-ray diffraction analysis of chemical products formed by immersion in seawater, and relationships between deterioration of concrete and the chemical products thereof are now being examined.

#### ACKNOWLEDGMENTS

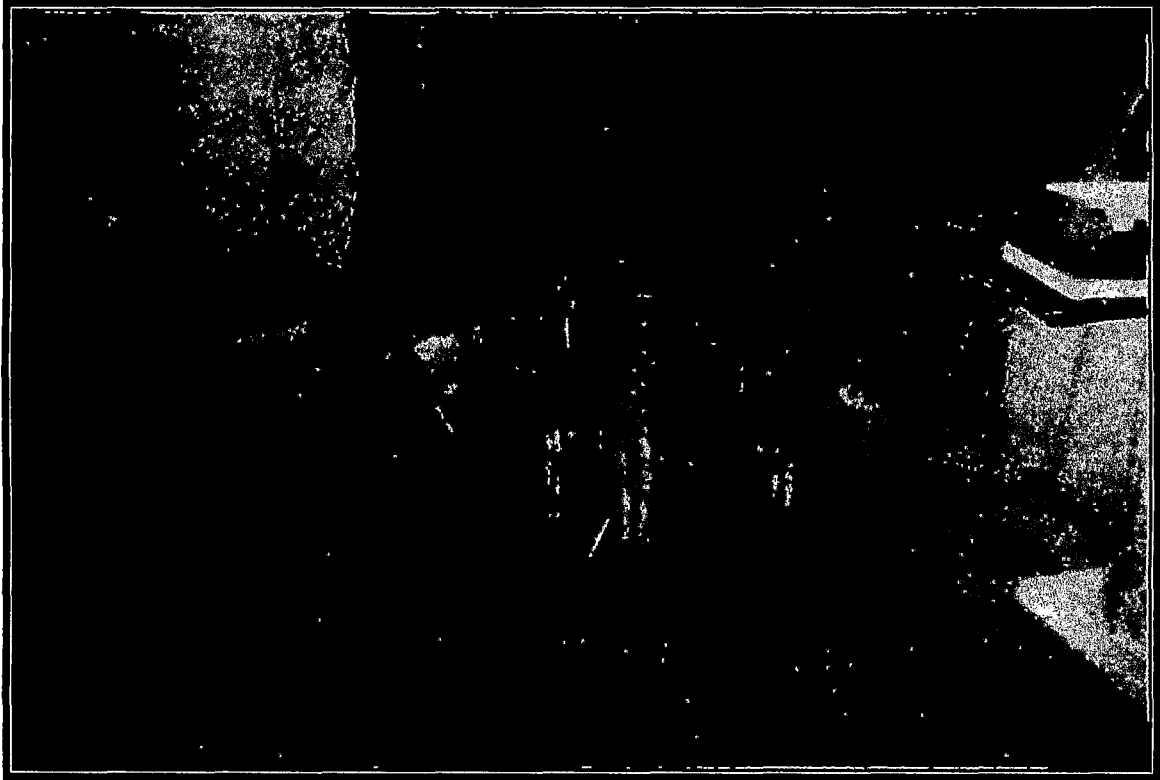
This project was made possible by a grant from the Ministry of Education, Japan, and testing was done at the Civil Engineering Laboratory of Tottori University. The authors express their gratitude to research fellows at the laboratory for their enthusiastic cooperation in the study.

# FOTOGRAFÍAS



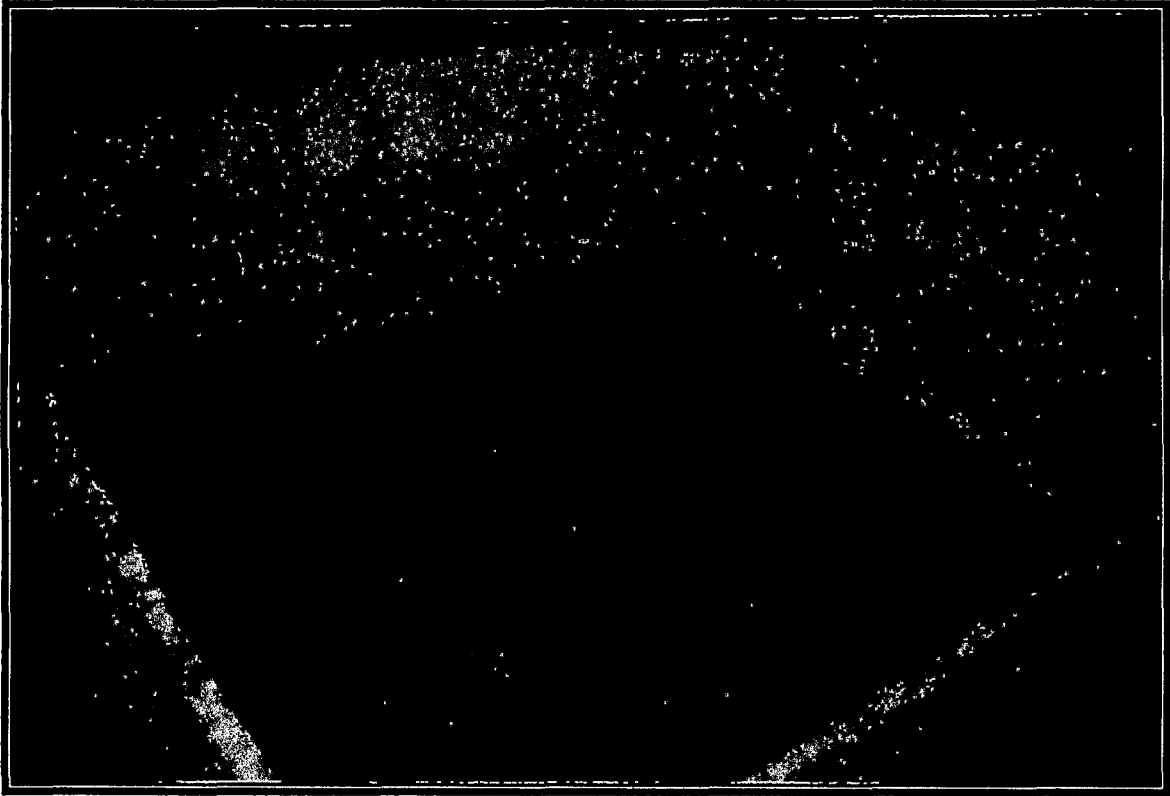
**FOTO N° 01**

**MEZCLADORA UTILIZADA .**



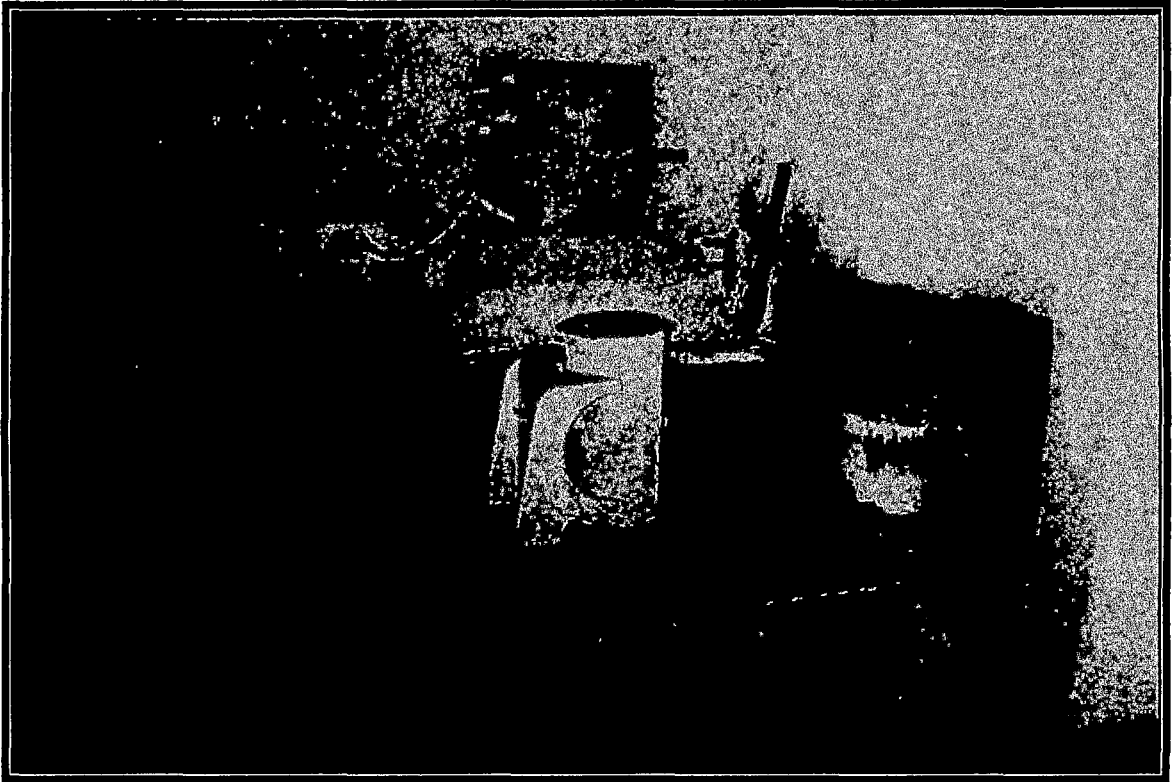
**FOTO N° 02**

**CHUZEADO DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO.**



**FOTO N° 03**

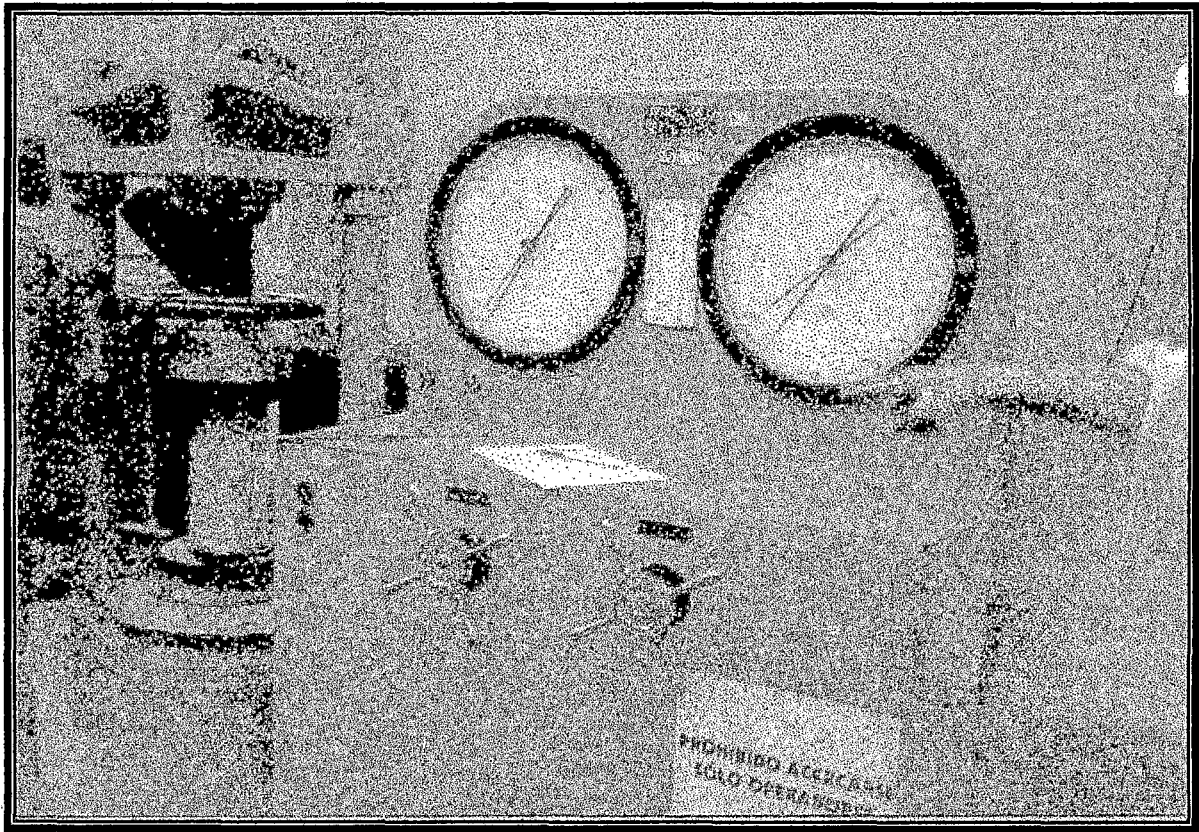
**CURADO DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO.**



**FOTO N° 04**

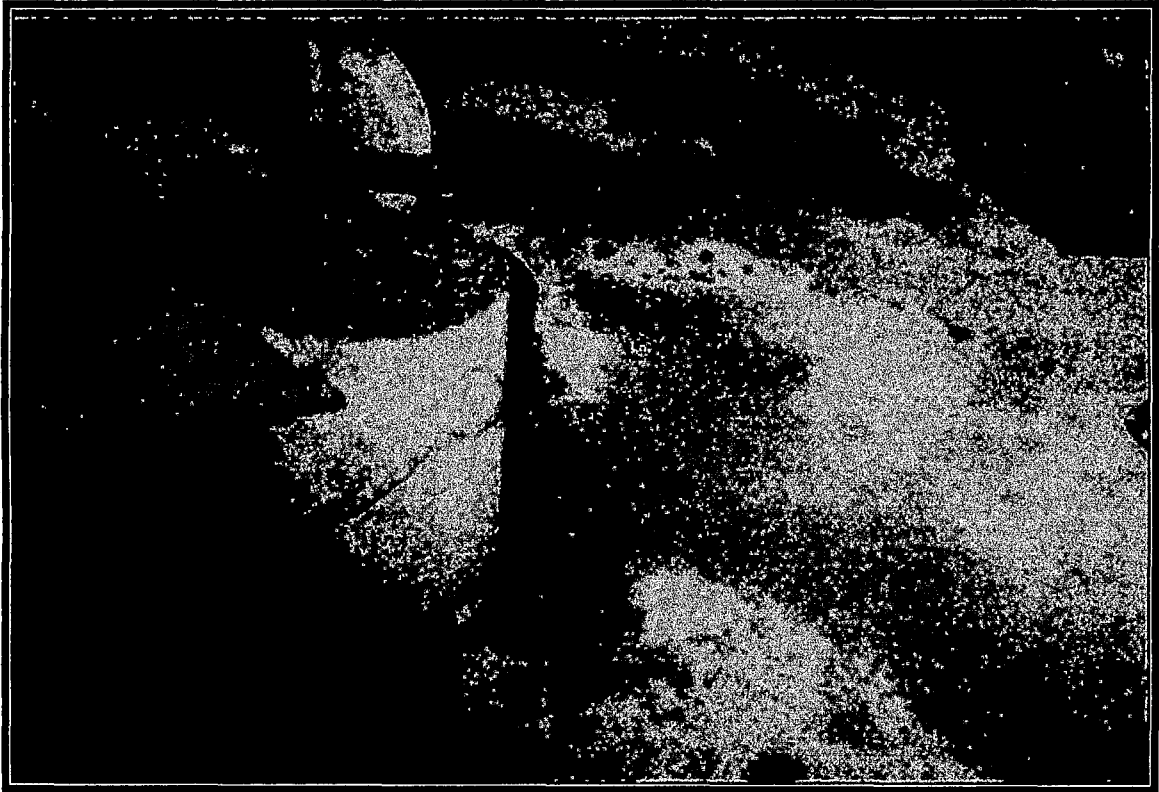
**CAPEADO DE LAS MUESTRA DE CONCRETO.**





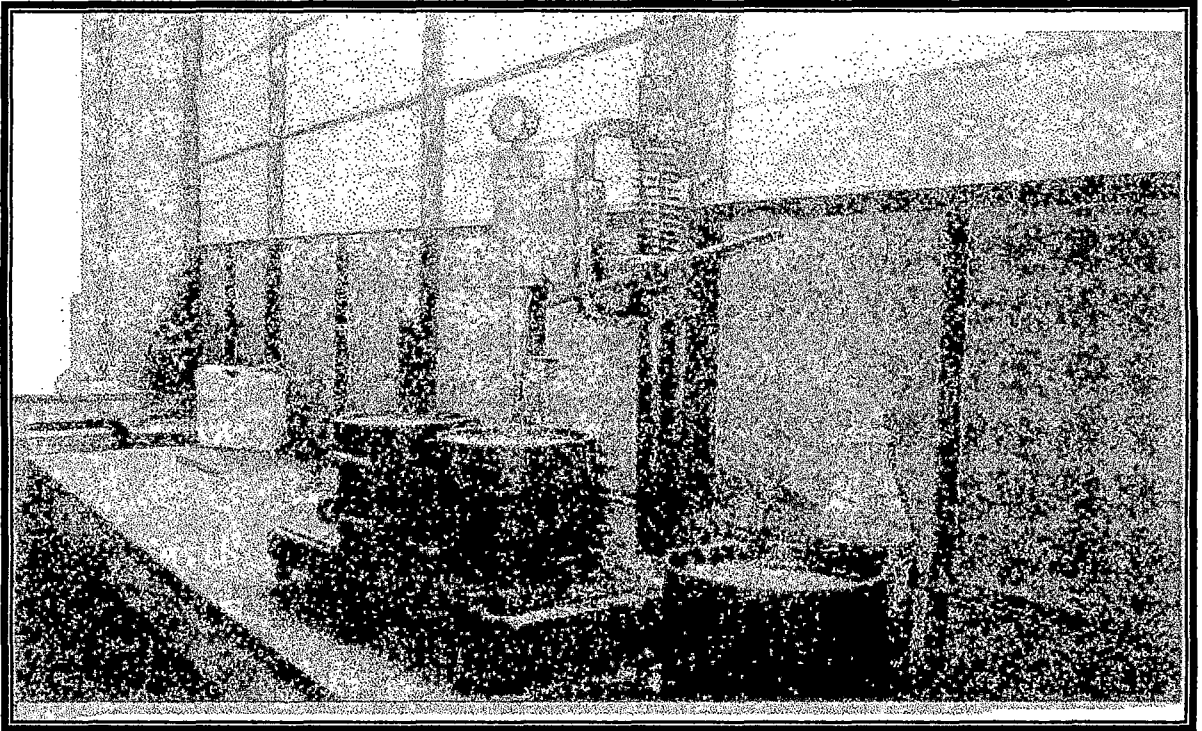
**FOTO N° 05**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.**



**FOTO N° 06**

**ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.**



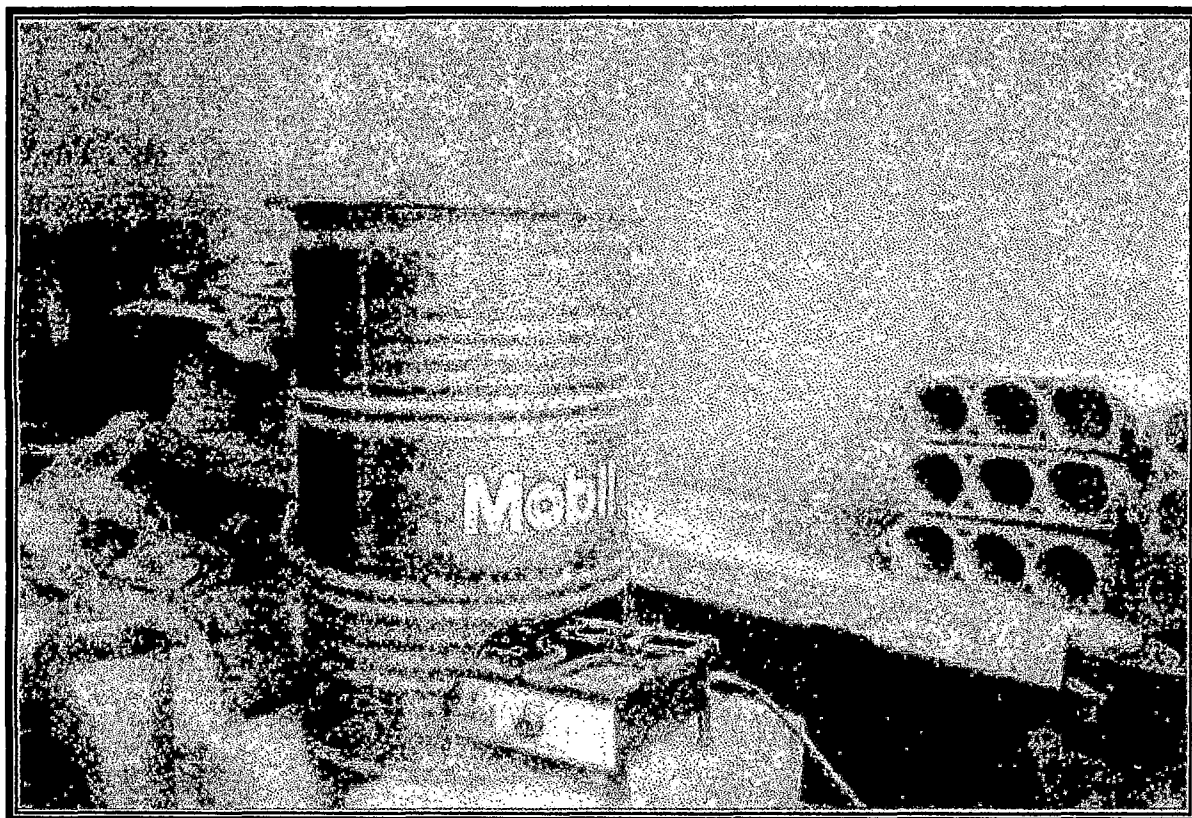
**FOTO N° 07**

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA.**



**FOTO N° 08**

**ENSAYO DE FLUIDEZ.**



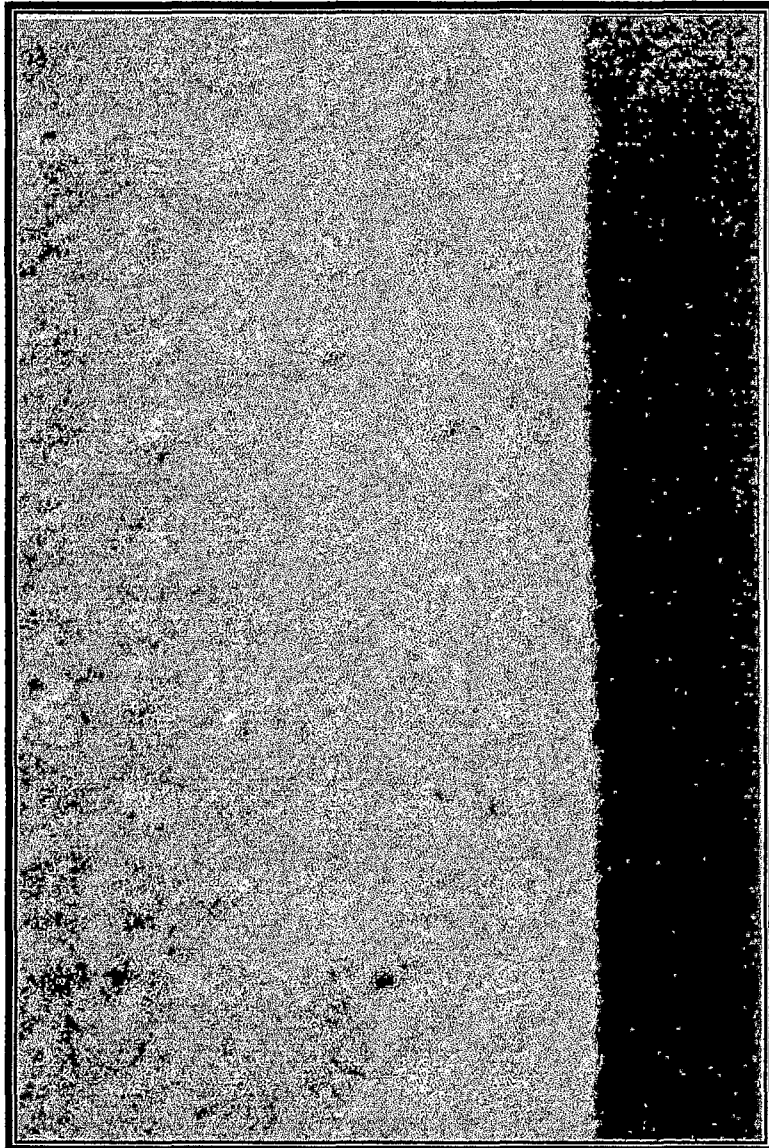
**FOTO N° 09**

**HORNO UTILIZADO EN EL ENSAYO DE HUMEDECIDO Y SECADO.**



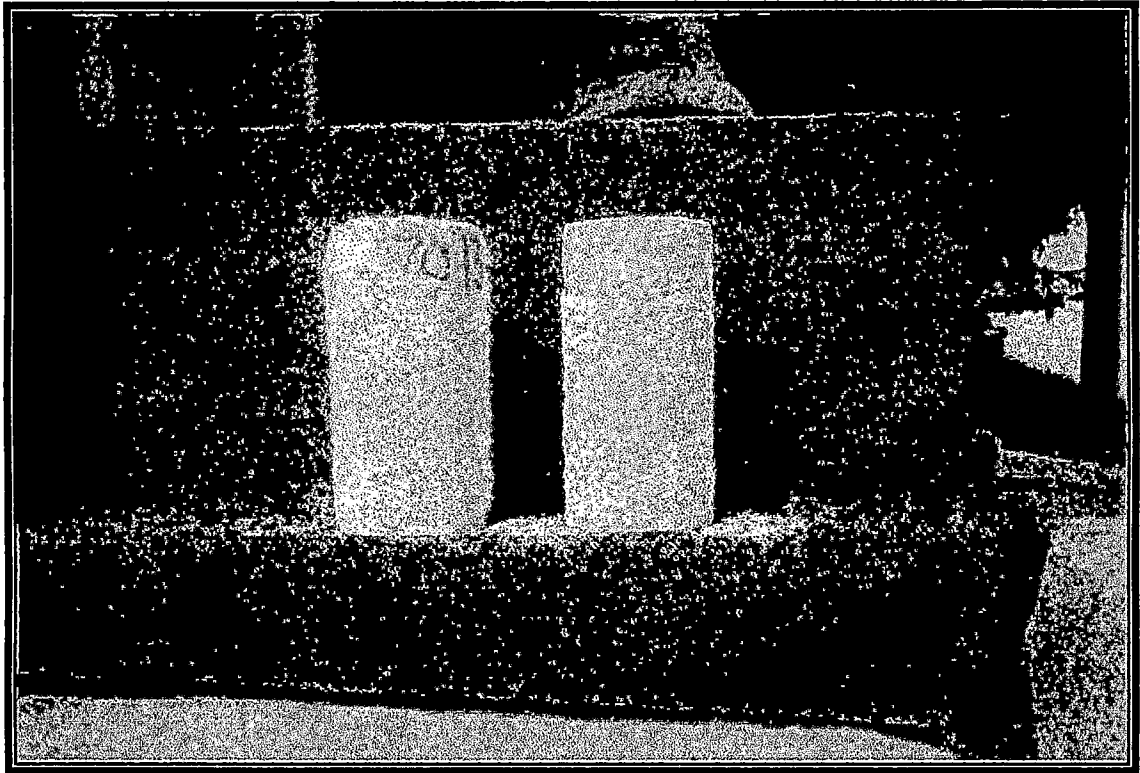
**FOTO N° 10**

**POZA CON SOLUCION DE CLORURO DE SODIO.**



**FOTO N° 11**

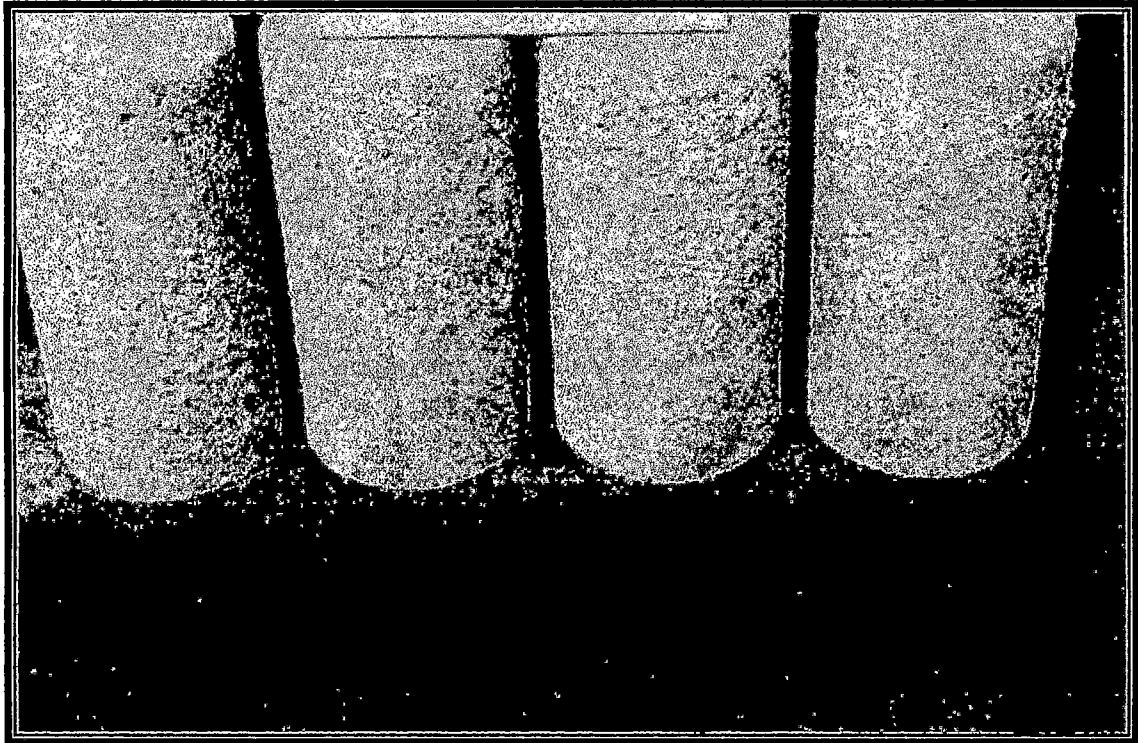
**MUESTRA DE CONCRETO CON EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA.**



**FOTO N° 12**

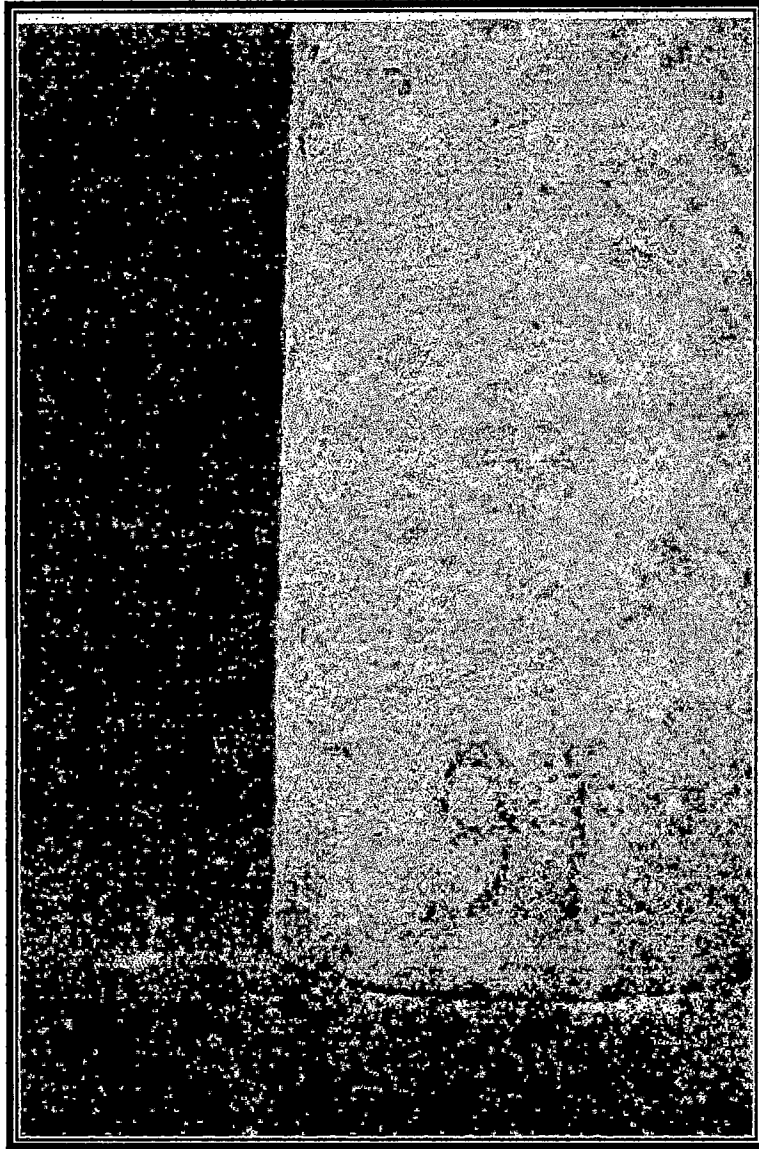
**MUESTRA DE CONCRETO CON EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA EN LOS CICLOS INICIALES.**





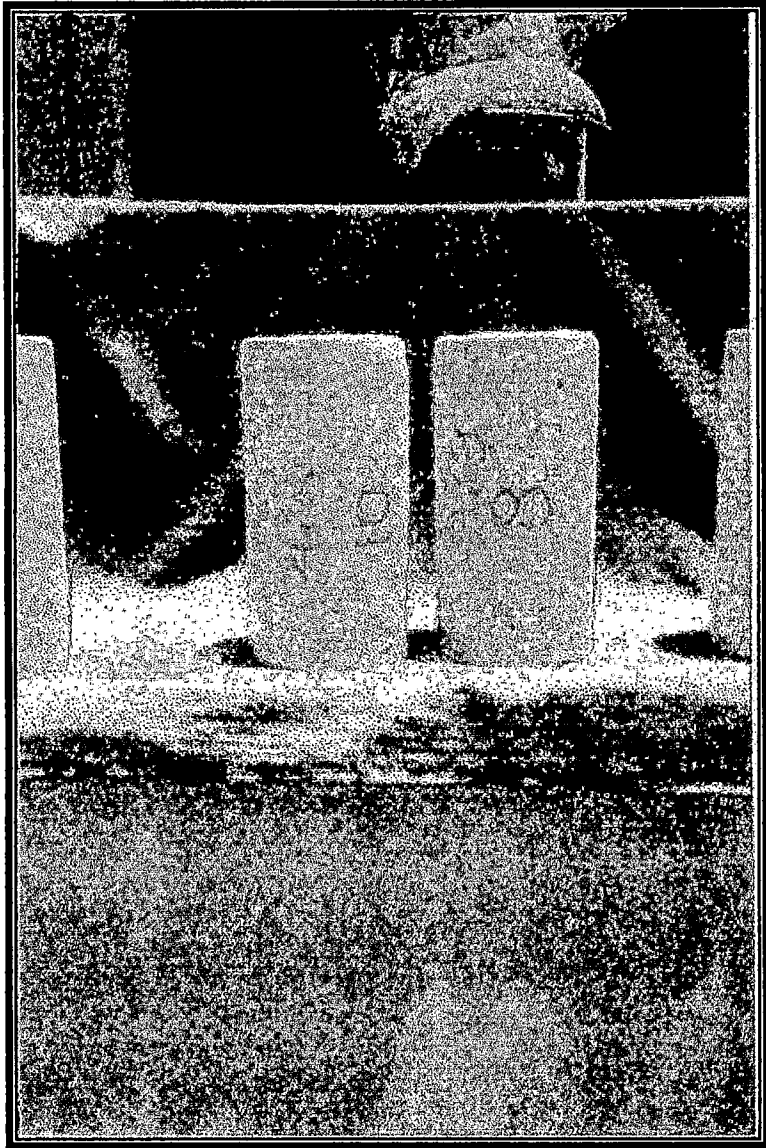
**FOTO N° 13**

**MUESTRAS DE CONCRETO CON EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA.**



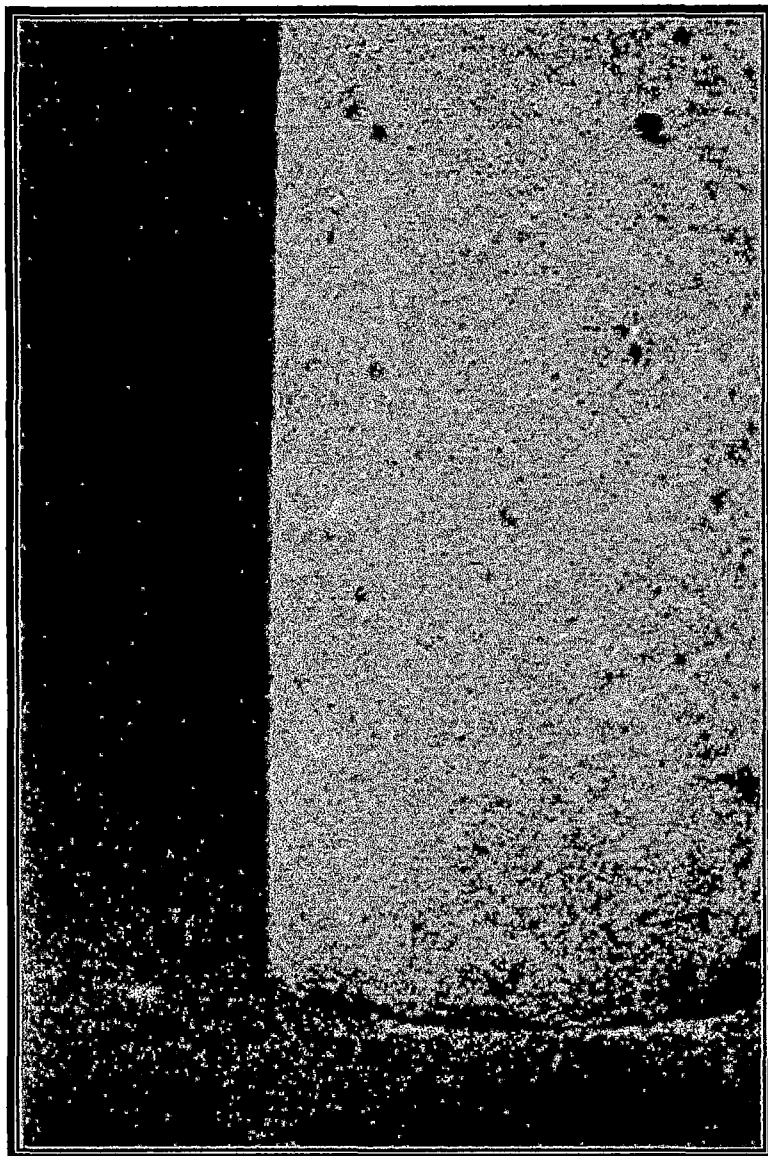
**FOTO N° 14**

**MUESTRAS DE CONCRETO CON EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA EN LOS CICLOS INTERMEDIOS.**



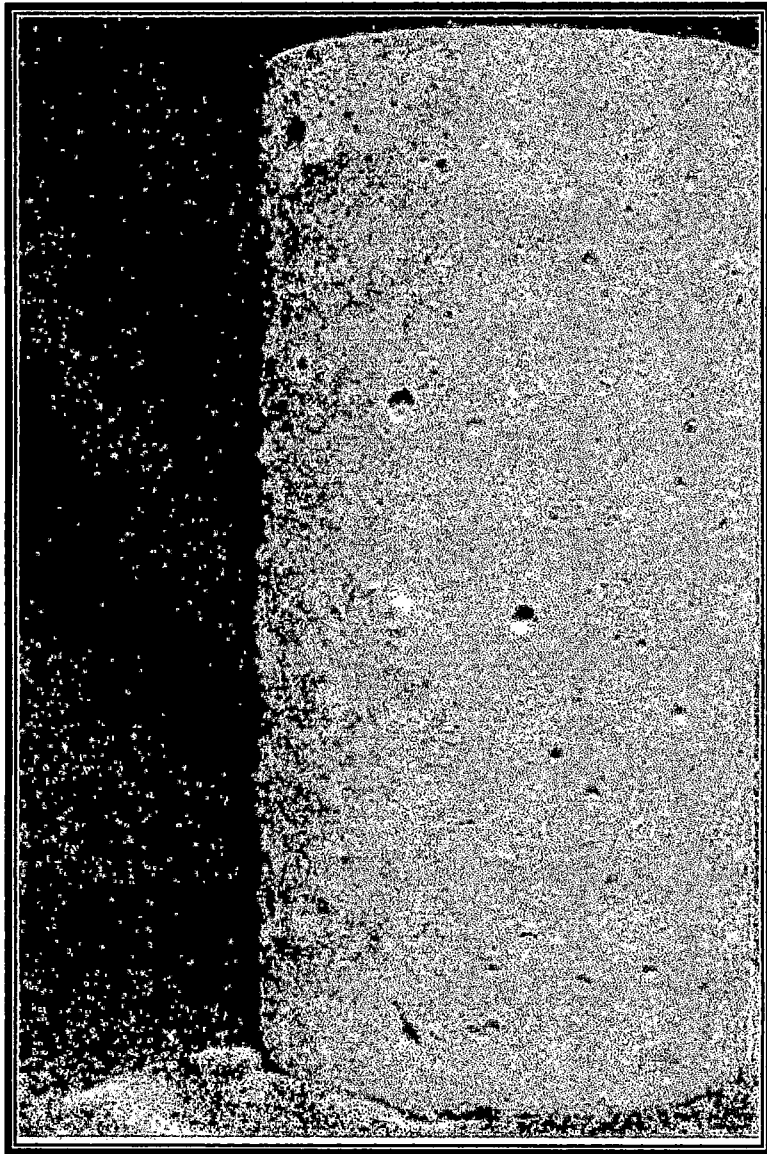
**FOTO N° 15**

**MUESTRAS DE CONCRETO CON EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA**



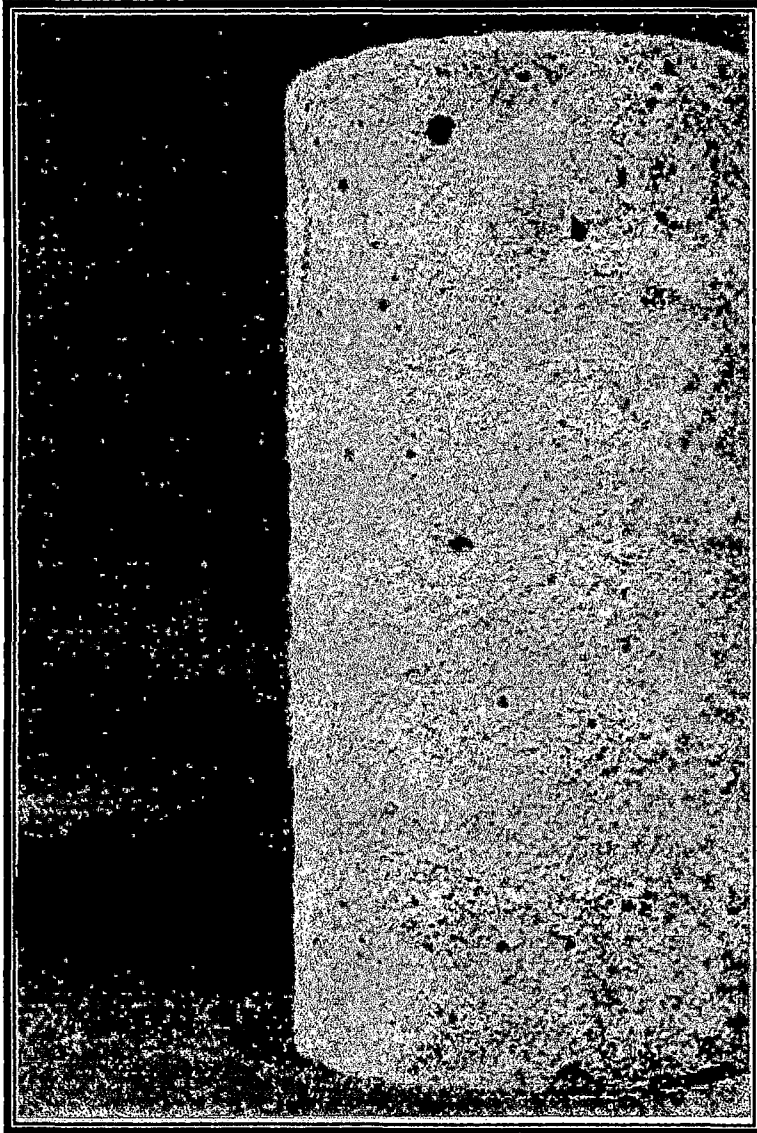
**FOTO N° 16**

**MUESTRAS DE CONCRETO CON EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA EN LOS CICLOS INTERMEDIOS.**



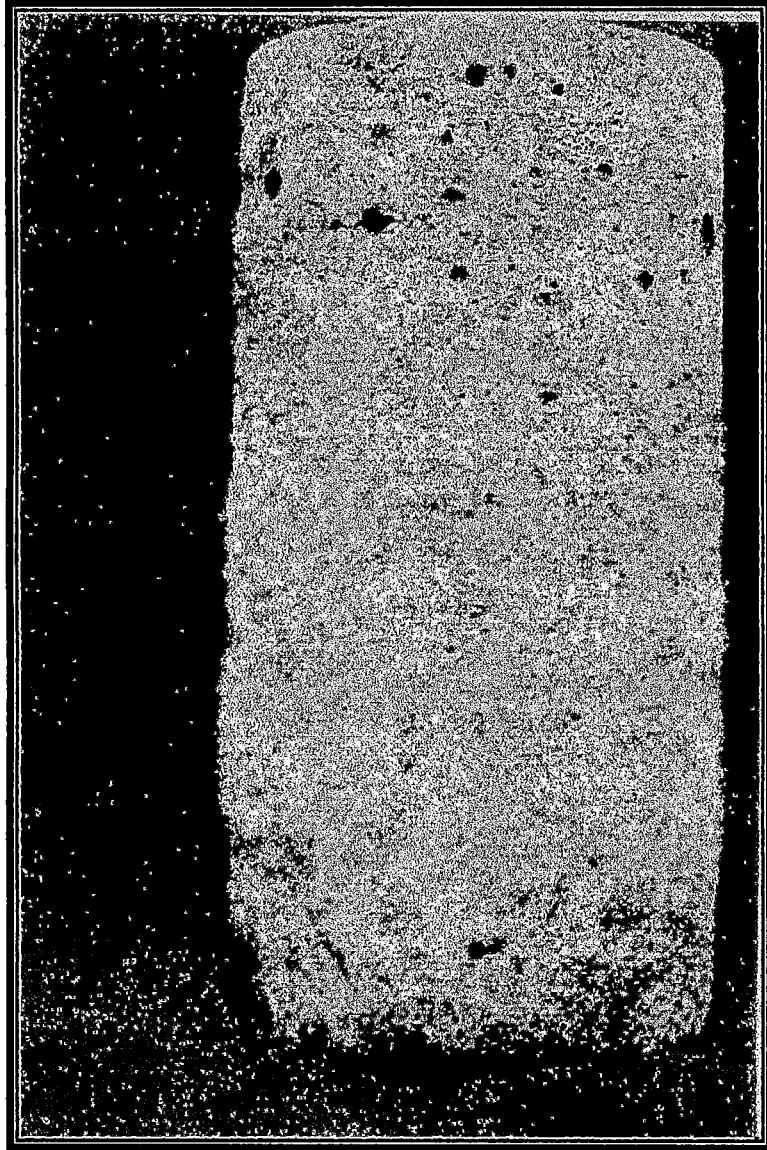
**FOTO N° 17**

**DISMINUCION DE LA EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA EN LOS CICLOS FINALES.**



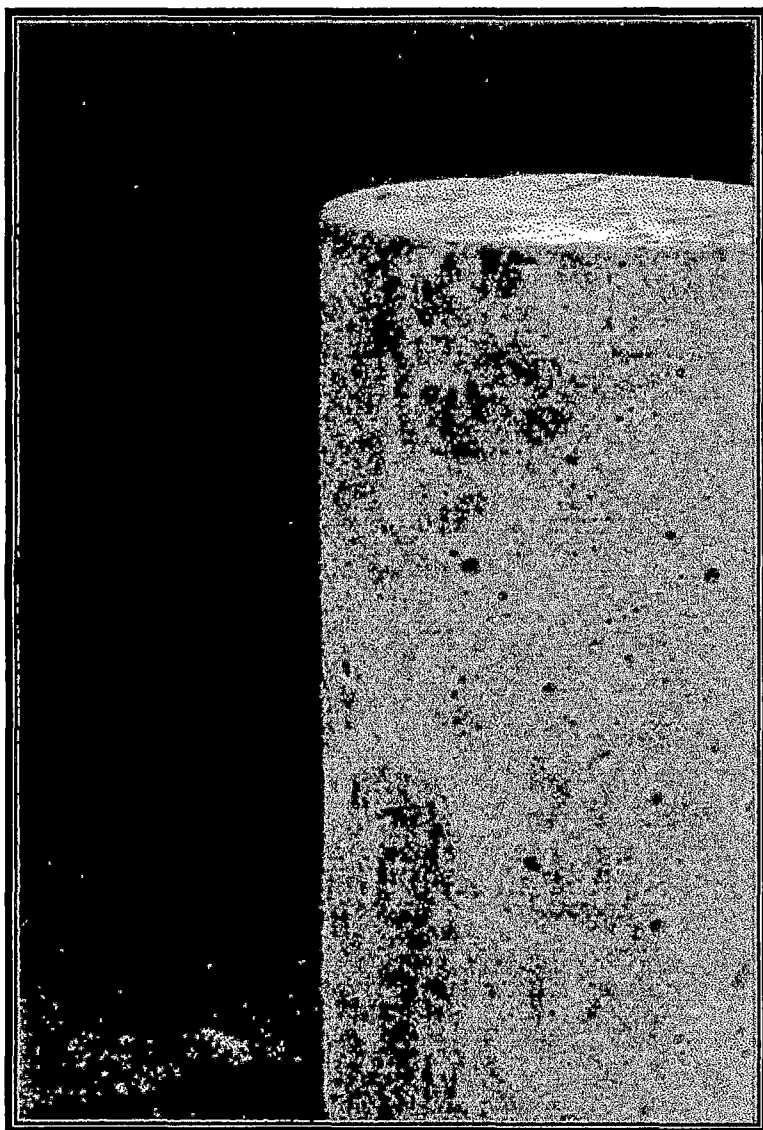
**FOTO N° 18**

**DISMINUCION DE LA EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA EN LOS CICLOS FINALES.**



**FOTO N° 19**

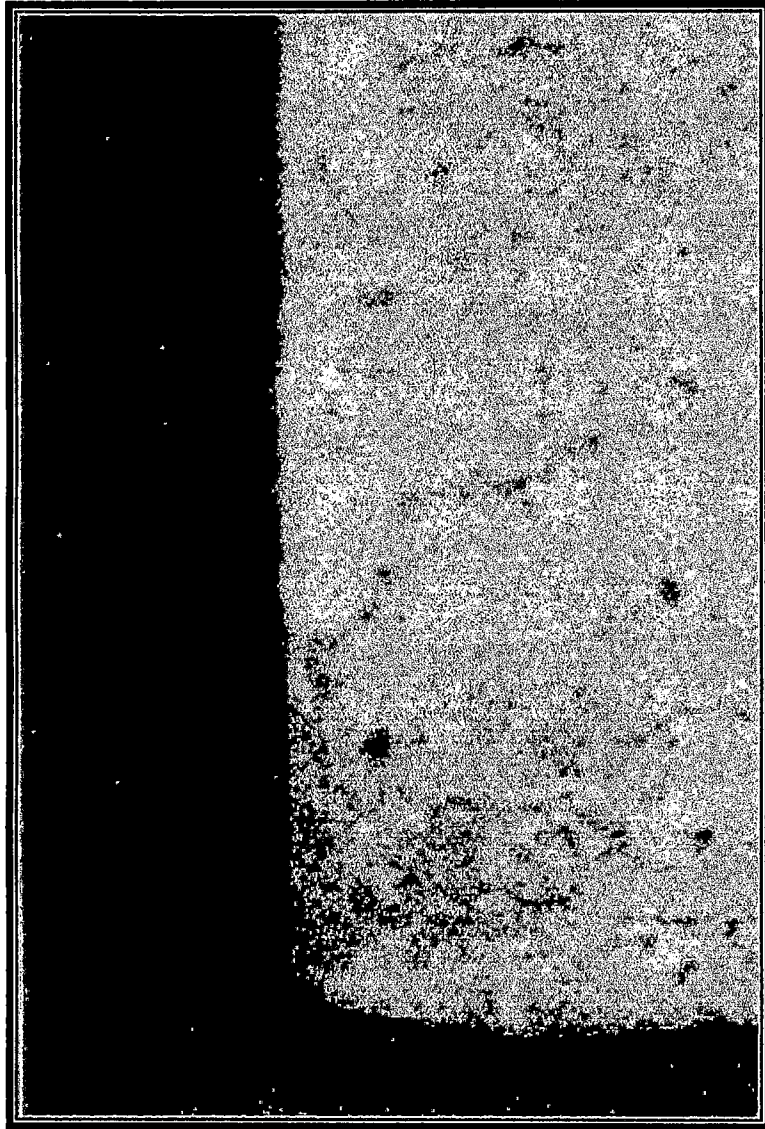
**DISMINUCION DE LA EFLORESCENCIA  
ALGODONOSA EN LOS CICLOS FINALES.**



**FOTO N° 20**

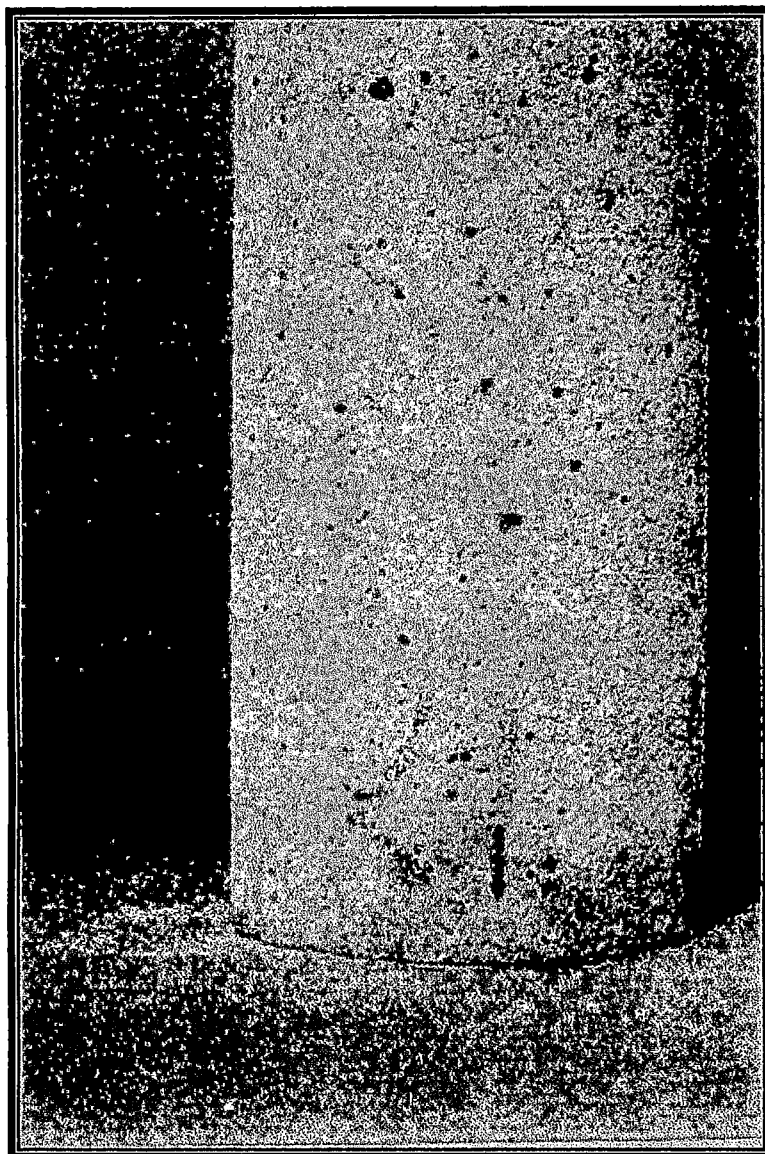
**SE OBSERVA LAS FISURAS Y MANCHAS BLANCAS (CALICHE).**





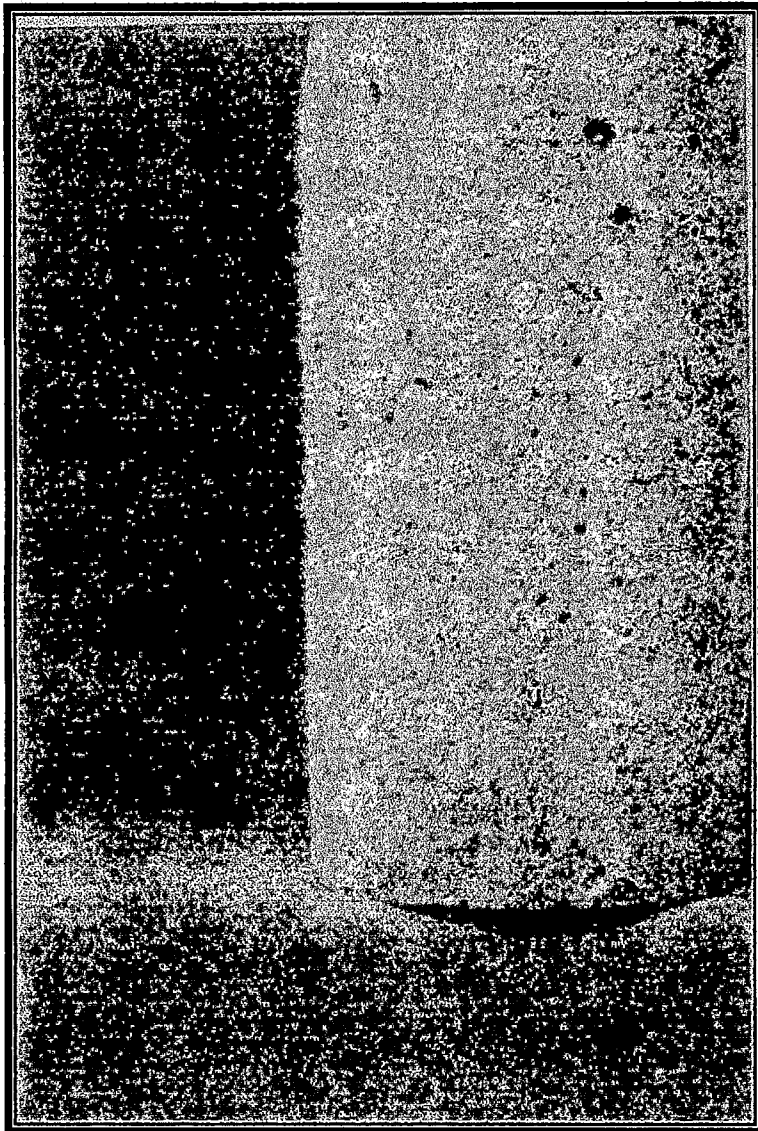
**FOTO N° 21**

**SE OBSERVA LAS FISURAS Y EFLORESCENCIA ALGODONOSA.**



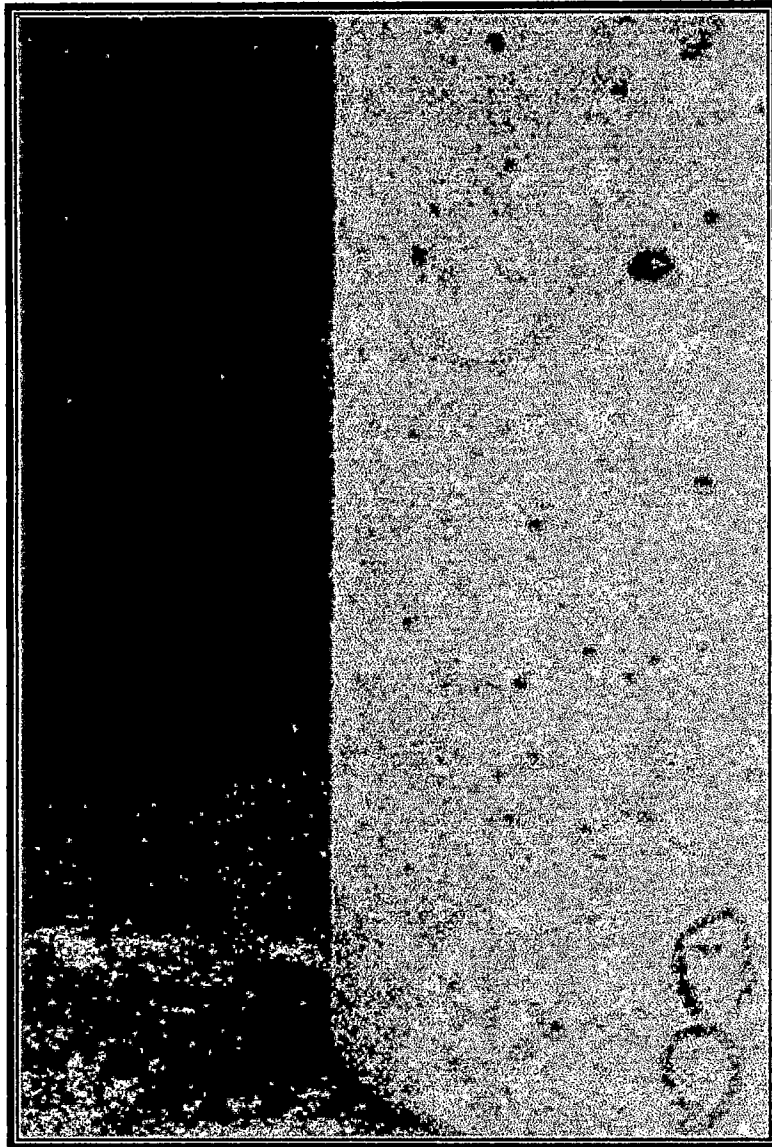
**FOTO N° 22**

**SE OBSERVAN LAS FISURAS .**



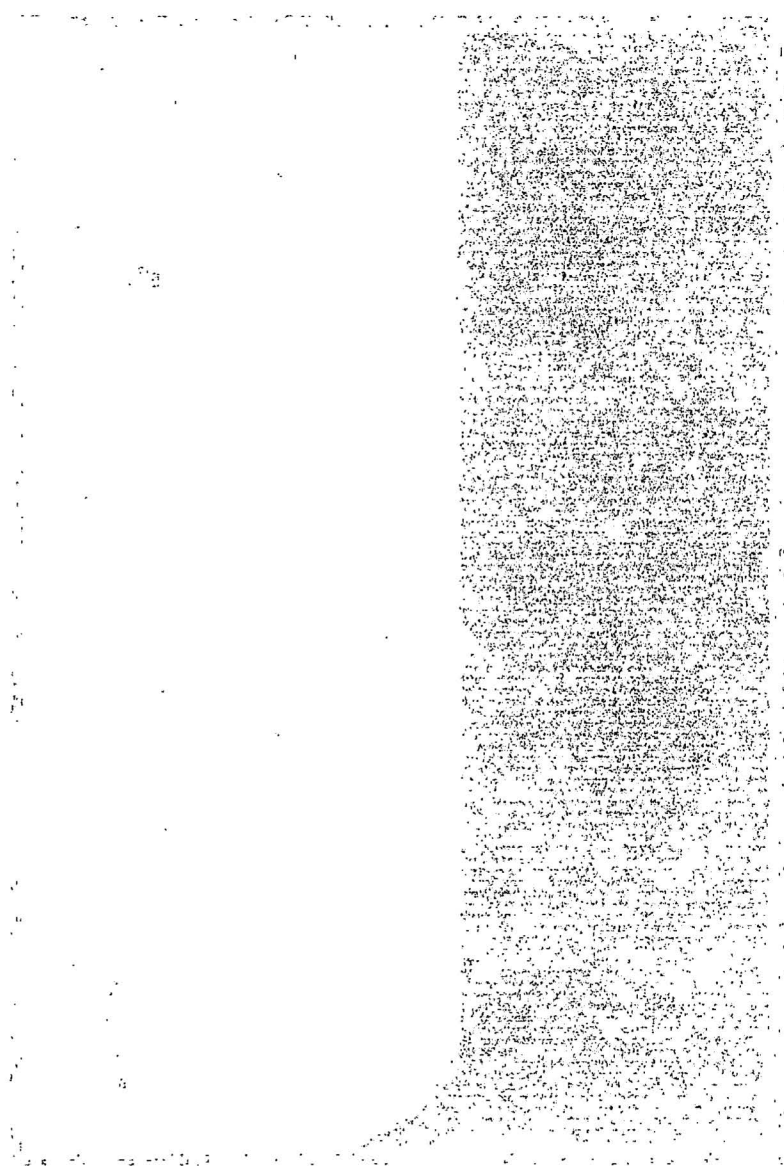
**FOTO N° 23**

**SE OBSERVAN LAS FISURAS .**



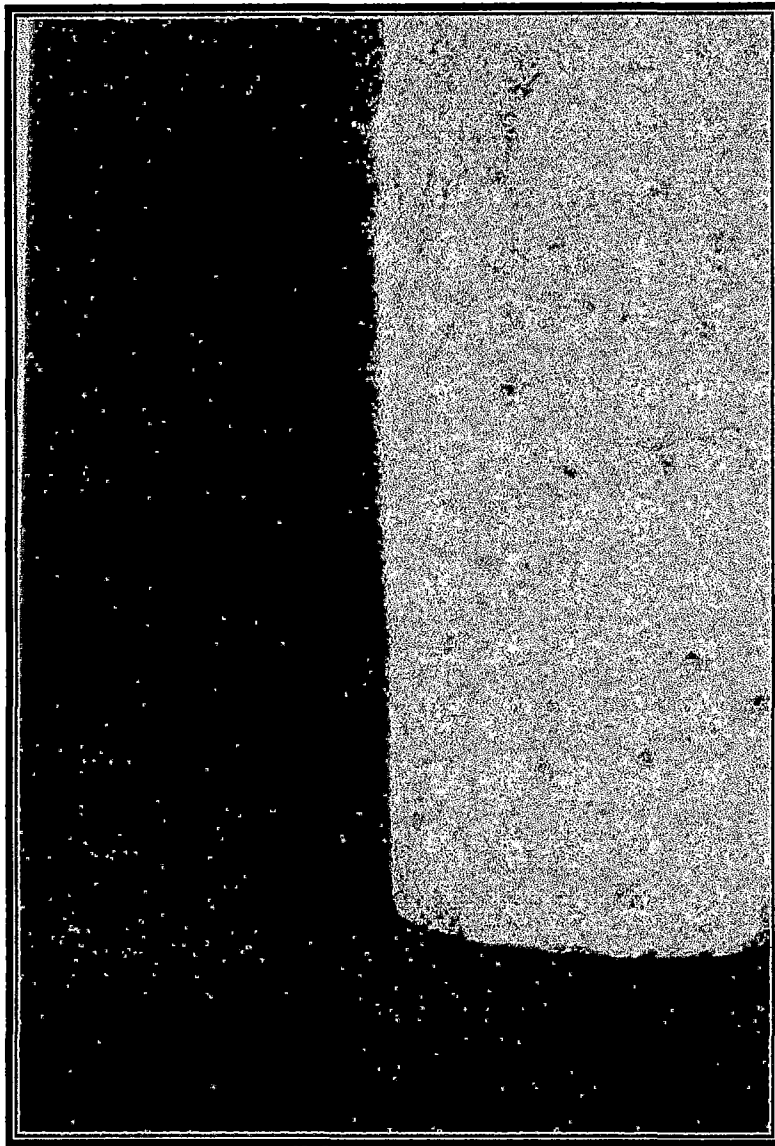
**FOTO N° 24**

**SE OBSERVAN LAS FISURAS .**



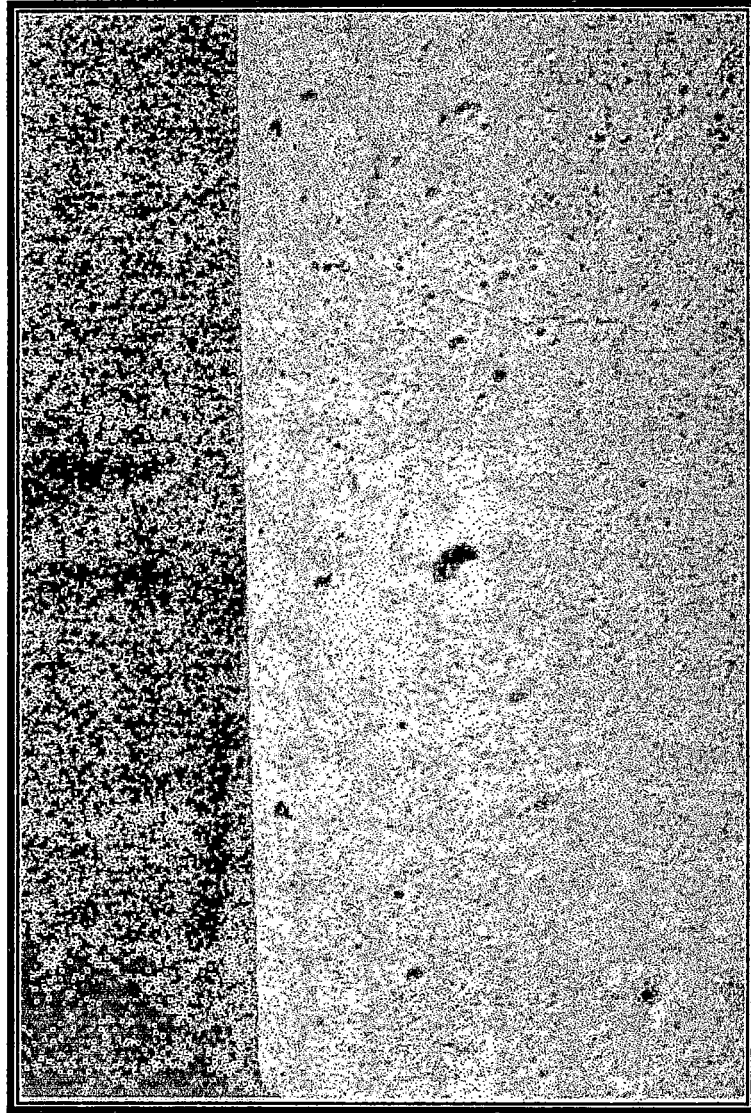
SECRET

CONFIDENTIAL



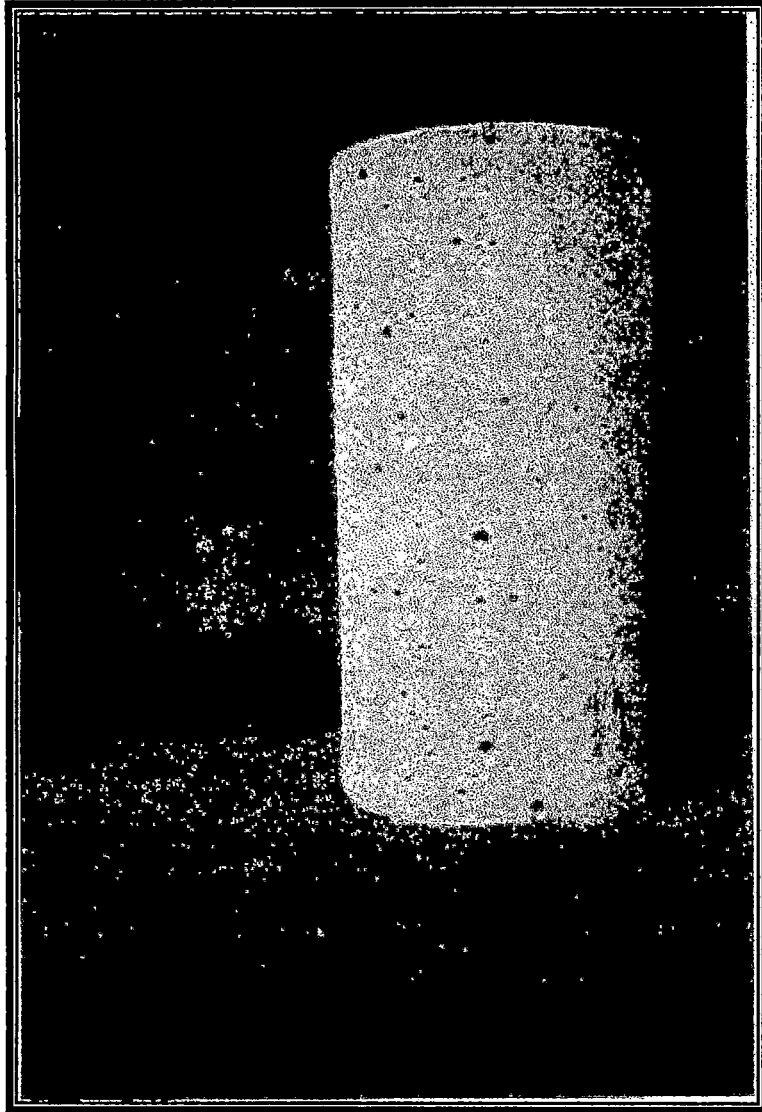
**FOTO N° 25**

**FISURAS CON EFLORESCENCIA ALGODONOSA ,NOS INDICAN EL FIN  
DEL ENSAYO DE HUMEDECIDO Y SECADO.**



**FOTO N° 26**

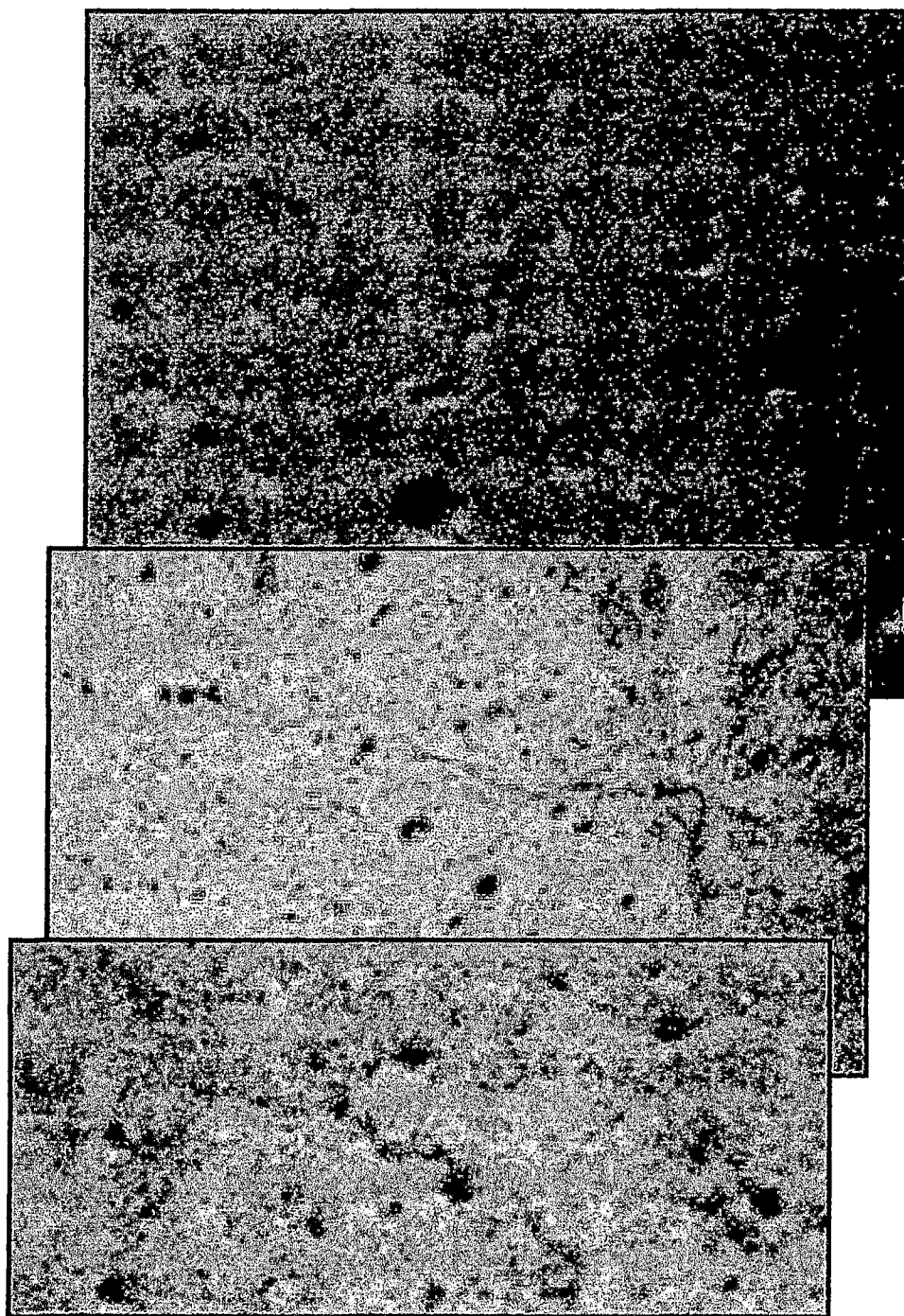
**FISURAS CON EFLORESCENCIA ALGODONOSA ,NOS INDICAN EL FIN  
DEL ENSAYO DE HUMEDECIDO Y SECADO.**



**FOTO N°27**

**SE OBSERVAN LAS FISURAS EN EL CONCRETO.**





**FOTO N° 28**

**FISURAS AMPLIADAS EN EL PROCESO CORROSIVO**

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1. TITULO:** Tópico de Tecnología del Concreto en el Perú  
**AUTOR:** Ing° Enrique Pasquel Carbajal  
**EDITORIAL:** Capitulo de Ingeniería Civil – Consejo departamental de Lima  
**BIBLIOTECA:** UNI-FIC  
**CONTENIDO:**El Cemento Portland
- 2. TITULO:** Estructuras y Construcción  
**AUTOR:** Ing° Enrique Rivva López  
**EDITORIAL:** Capitulo de Ingeniería Civil – Consejo departamental de Lima  
**BIBLIOTECA:** UNI-FIC  
**CONTENIDO:**Durabilidad del Concreto
- 3. TITULO:** Corrosión y protección del Hormigón  
**AUTOR:** Ing° Imre Biczok  
**EDITORIAL:** Urmo, S.A de Ediciones /España  
**BIBLIOTECA:** UNI-FIC  
**CONTENIDO:** Ensayos acelerados a corto plazo de corrosión acelerada
- 4. TITULO:** Boletines Técnicos N° 1 al 58  
**AUTOR:** Asociación de Productores de Cemento ASOCEM  
**CIUDAD:** Lima  
**EDITORIAL:** ASOCEM  
**BIBLIOTECA:** UNI-FIC  
**CONTENIDO:** Normalización del Cemento
- 5. TITULO:** Corrosión del cemento por ataque de sulfatos  
**AUTOR:** Ing° José Luis Díaz Lazo  
**TESIS:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. LIMA-PERU  
**BIBLIOTECA:** UNI-FIC  
**CONTENIDO:** Método de Ensayo de Humedecimiento y secado por pérdida de peso

6. TITULO: Diseño de Mezclas, Método del Agregado Global y Modulo de Finura para concretos de mediana a alta resistencia.

AUTOR: Ing° Rafael Cachay Huaman

EDITORIAL: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. LIMA-PERU

BIBLIOTECA: UNI-FIC

CONTENIDO: Diseño de Mezclas

7. TITULO:Corrosión del Concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con Cemento Portland tipo I.

AUTOR: Ing°Angel Rafael Avendaño Aroni

EDITORIAL: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. LIMA-PERU

BIBLIOTECA: UNI-FIC

CONTENIDO: Método de Ensayo de Humedecimiento y secado por pérdida de peso