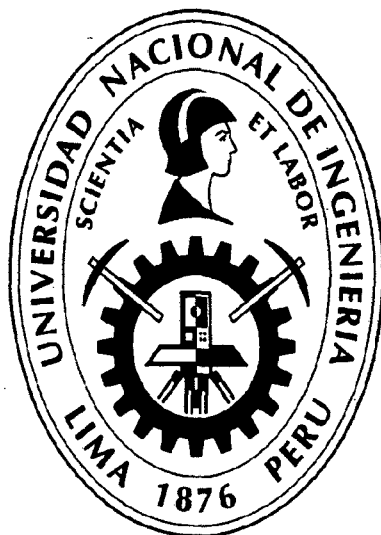


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA  
RESISTENCIA CON ADITIVO ANTICORROSIVO Y CEMENTO  
PORTLAND TIPO I**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**WILLIAMS ERICK CERDÁN VICTORIA**

**LIMA – PERÚ**

**2012**

**Digitalizado por:**

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

**Dedicatoria**

A mis abuelos, Panchita <sup>(†)</sup>, Hilda y Germán <sup>(†)</sup>, quienes siempre están presentes  
en nuestros recuerdos y corazones.

### **Dedicatoria**

A mis padres, Dora y Baldomero, quienes me han brindando todo su apoyo y comprensión durante el largo camino recorrido, decirles **GRACIAS** por encaminarme y guiarme en la vida, siempre con la perspectiva de seguir creciendo tanto en el aspecto personal como en lo profesional.

A mi hermana, Cinthya, darle las gracias por su apoyo y espero ser una fuente más de motivación en su vida.

### **Agradecimientos**

A mi asesor de tesis, Ing. Carlos Barzola Gastelú, quien me aconsejó, guió y transmitió sus conocimientos, tanto para el desarrollo de la presente tesis como para mi vida personal y profesional.

A todas las personas que conforman y son parte del Laboratorio N° 1 de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, así como también a las personas externas al laboratorio, quienes de una u otra forma colaboraron para la realización de la presente tesis.



---

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>13</b>
1.1. CONCRETO	13
1.1.1. Naturaleza del Concreto	13
1.1.1.1 <i>Compacidad</i>	13
1.1.1.2 <i>Porosidad</i>	13
1.1.1.3 <i>Absorción</i>	14
1.1.1.4 <i>Permeabilidad</i>	14
1.1.1.5 <i>Hermeticidad</i>	15
1.1.2. Durabilidad del Concreto	15
1.1.3. Corrosión del Concreto	16
1.1.3.1 <i>Factores en el proceso corrosivo</i>	16
1.1.3.2 <i>Mecanismo de la corrosión</i>	17
1.2. MATERIALES PARA EL CONCRETO	18
1.2.1. Cemento	18
1.2.1.1. <i>Composición química del cemento</i>	18
1.2.1.2. <i>Clasificación del cemento</i>	20
1.2.2. Agregados	22
1.2.2.1. <i>Influencia de los agregados en el concreto</i>	22
1.2.2.2. <i>Clasificación de los agregados</i>	22
1.2.2.3. <i>Características y propiedades de los materiales utilizados</i>	23
1.2.3. Agua	26
1.2.4. Aditivo	26
1.3. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO	27
1.4. PROPIEDADES DEL CONCRETO	28
1.4.1. Propiedades del Concreto Fresco	28
1.4.1.1. <i>Consistencia</i>	28
1.4.1.2. <i>Fluidez</i>	28

1.4.1.3. <i>Peso unitario</i>	29
1.4.1.4. <i>Contenido de aire – método gravimétrico</i>	29
1.4.1.5. <i>Exudación</i>	29
1.4.1.6. <i>Tiempo de fraguado</i>	29
1.4.2. <i>Propiedades del Concreto Endurecido</i>	30
1.4.2.1. <i>Resistencia a la compresión</i>	30
1.4.2.2. <i>Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral</i>	30
1.4.2.3. <i>Módulo de elasticidad estático</i>	30
1.4.2.4. <i>Absorción</i>	31
1.4.2.5. <i>Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado</i>	31
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b>	<b>33</b>
2.1. <b>ELABORACIÓN DEL CONCRETO</b>	<b>33</b>
2.1.1. <b>Características y Propiedades de los Materiales Utilizados</b>	<b>33</b>
2.1.1.1. <i>Cemento</i>	33
2.1.1.2. <i>Agregados</i>	35
2.1.1.3. <i>Agua</i>	43
2.1.1.4. <i>Aditivo</i>	43
2.1.2. <b>Diseño de Mezcla del Concreto</b>	<b>44</b>
2.1.2.1. <i>Criterio de diseño</i>	44
2.1.2.2. <i>Determinación de la combinación óptima de los agregados</i>	44
2.1.2.3. <i>Procedimiento para el diseño de mezcla</i>	45
2.1.2.4. <i>Relación de los diseños de mezcla de concreto elaborados</i>	48
2.1.3. <b>Pruebas Realizadas al Concreto Fresco</b>	<b>49</b>
2.1.3.1. <i>Consistencia</i>	49
2.1.3.2. <i>Fluidez</i>	50
2.1.3.3. <i>Peso unitario</i>	50
2.1.3.4. <i>Contenido de aire – método gravimétrico</i>	51
2.1.3.5. <i>Exudación</i>	51
2.1.3.6. <i>Tiempo de fraguado</i>	52
2.1.4. <b>Pruebas Realizadas al Concreto Endurecido</b>	<b>54</b>
2.1.4.1. <i>Resistencia a la compresión</i>	54
2.1.4.2. <i>Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral</i>	55

2.1.4.3. <i>Módulo de elasticidad estático</i>	55
2.1.4.4. <i>Ensayo de absorción a presión de 0 m de columna de agua (0 psi)</i>	56
2.1.4.5. <i>Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado</i>	57
2.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO	58
<b>CAPÍTULO III: RESULTADO DE LOS ENSAYOS</b>	<b>60</b>
3.1. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	60
3.2. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA DEL CONCRETO	61
3.2.1. Diseño de Mezcla Relación a/c=0.50	61
3.2.1.1. <i>Diseño Patrón (P) – 0.50</i>	61
3.2.1.2. <i>Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.50</i>	61
3.2.1.3. <i>Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.50</i>	62
3.2.1.4. <i>Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.50</i>	62
3.2.2. Diseño de Mezcla Relación a/c=0.45	63
3.2.2.1. <i>Diseño Patrón (P) – 0.45</i>	63
3.2.2.2. <i>Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.45</i>	63
3.2.2.3. <i>Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.45</i>	64
3.2.2.4. <i>Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.45</i>	64
3.2.3. Diseño de Mezcla Relación a/c=0.40	65
3.2.3.1. <i>Diseño Patrón (P) – 0.40</i>	65
3.2.3.2. <i>Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.40</i>	65
3.2.3.3. <i>Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.40</i>	66
3.2.3.4. <i>Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.40</i>	66
3.3. RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO FRESCO	67
3.3.1. Resultados de los Ensayos de Consistencia	67
3.3.2. Resultados de los Ensayos de Fluidéz	67
3.3.3. Resultados de los Ensayos de Peso Unitario	68
3.3.4. Resultados de los Ensayos de Contenido de Aire – Método Gravimétrico	69
3.3.5. Resultados de los Ensayos de Exudación	70
3.3.6. Resultados de los Ensayos de Tiempo de Fraguado	71
3.4. RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO ENDURECIDO	73

3.4.1. Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Compresión	73
3.4.2. Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Tracción Simple del Concreto por Compresión Diametral	74
3.4.3. Resultados de los Ensayos de Módulo de Elasticidad Estático	75
3.4.4. Resultados del Ensayo de Absorción a presión de 0 m de columna de agua (0 psi)	76
3.4.5. Resultados del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado	77
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	<b>79</b>
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA DEL CONCRETO	79
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO FRESCO	80
4.2.1. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Consistencia	80
4.2.2. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Fluidéz	80
4.2.3. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Peso Unitario	81
4.2.4. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Contenido de Aire	82
4.2.5. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Exudación	83
4.2.6. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Tiempo de Fraguado	84
4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO ENDURECIDO	86
4.3.1. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Compresión	86
4.3.2. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Tracción Simple del Concreto por Compresión Diametral	88
4.3.3. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Módulo de Elasticidad Estático	89
4.3.4. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Absorción a presión 0 m de columna de agua (0 psi)	90
4.3.5. Análisis de los Resultados del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado	91
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>102</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>104</b>

## RESUMEN

En la presente tesis se planteó como objetivo el estudio del fenómeno de la corrosión del concreto de mediana a alta resistencia utilizando el aditivo anticorrosivo Z FERRO y el cemento Portland tipo I, con la finalidad de estudiar los efectos de la corrosión en el concreto con y sin aditivo anticorrosivo, y así poder determinar una posible alternativa a ser utilizada para la prevención de la corrosión de las estructuras de concreto.

El estudio se realizó mediante la elaboración de probetas cilíndricas de concreto de mediana a alta resistencia para las relaciones agua / material cementante (a/c) de 0.40, 0.45 y 0.50, los cuales se fabricaron con y sin aditivo anticorrosivo. El aditivo anticorrosivo se utilizó en las proporciones de 0.40%, 1.00% y 1.50% del peso del cemento ó 170 g, 425.0 g y 637.5 g por bolsa de cemento.

El concreto elaborado fue sometido a diversas pruebas tanto en el estado fresco (consistencia, fluidez, peso unitario, contenido de aire, exudación y tiempo de fraguado) como en el estado endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción simple por compresión diametral, módulo de elasticidad estático, absorción y el ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y seco) con el fin de determinar las posibles variaciones que el aditivo anticorrosivo produce. Cabe destacar que los ensayos que permitieron determinar el comportamiento del concreto con aditivo anticorrosivo en cuanto a su durabilidad fueron el ensayo de absorción y el ensayo acelerado de corrosión en una solución de Cloruro de Sodio de concentración 100 g/L, con los cuales se permitieron realizar una comparación de la durabilidad que presenta el concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo).

Para finalizar se puede concluir que con la información obtenida se permite tener otra alternativa en el mercado para hacer frente al fenómeno de la corrosión, lo que se traduce en estructuras de concreto que tengan una mayor durabilidad, lo cual conlleva a efectos positivos en la parte técnica, diseño de obras durables; económica, menores gastos en mantenimiento y/o rehabilitación y social, infraestructura de calidad al servicio de la sociedad.

**LISTA DE CUADROS**

	Pág.
Cuadro 1-1: Composición de los óxidos del cemento	19
Cuadro 1-2: Compuestos químicos del cemento	19
Cuadro 1-3: Clasificación del cemento Portland normal	20
Cuadro 1-4: Clasificación de los cementos Portland adicionados	21
Cuadro 1-5: Requisitos granulométricos del agregado fino	23
Cuadro 1-6: Requisitos granulométricos del agregado grueso	24
Cuadro 1-7: Requisitos granulométricos del agregado global – Husos DIN (1045)	24
Cuadro 1-8: Requisitos de calidad del agua	26
Cuadro 1-9: Composición del agua de mar	32
Cuadro 2-1: Materiales utilizados para la elaboración del concreto	33
Cuadro 2-2: Características del cemento	34
Cuadro 2-3: Capacidad de la medida del recipiente – Peso unitario	37
Cuadro 2-4: Hoja técnica del producto Z FERRO	43
Cuadro 2-5: Volumen de agua (L/m <sup>3</sup> )	47
Cuadro 2-6: Contenido de aire atrapado	47
Cuadro 2-7: Diseño de mezclas de los concretos elaborados	48
Cuadro 2-8: Distribución de las probetas de concreto elaboradas	58
Cuadro 3-1: Propiedades físicas de los agregados – Primer lote	60
Cuadro 3-2: Propiedades físicas de los agregados – Segundo lote	60
Cuadro 3-3: Diseño Patrón (P) – 0.50	61
Cuadro 3-4: Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.50	61
Cuadro 3-5: Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.50	62
Cuadro 3-6: Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.50	62
Cuadro 3-7: Diseño Patrón (P) – 0.45	63
Cuadro 3-8: Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.45	63
Cuadro 3-9: Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.45	64
Cuadro 3-10: Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.45	64
Cuadro 3-11: Diseño Patrón (P) – 0.40	65
Cuadro 3-12: Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.40	65
Cuadro 3-13: Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.40	66
Cuadro 3-14: Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.40	66

Cuadro 3-15: Resultados de los ensayos de consistencia	67
Cuadro 3-16: Resultados de los ensayos de fluidez (%)	67
Cuadro 3-17: Resultados de los ensayos de peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	68
Cuadro 3-18: Resultados de los ensayos de contenido de aire (%)	69
Cuadro 3-19: Resultados de los ensayos de exudación (%)	70
Cuadro 3-20: Resultados de los ensayos de tiempo de fraguado (h)	71
Cuadro 3-21: Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	73
Cuadro 3-22: Resultados de los ensayos de resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral (kg/cm <sup>2</sup> )	74
Cuadro 3-23: Resultados de los ensayos de módulo de elasticidad estático (kg/cm <sup>2</sup> )	75
Cuadro 3-24: Resultados de los ensayos de absorción (0 psi) (%)	76
Cuadro 3-25: Resultados del ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad (ciclos)	77
Cuadro 4-1: % Reducción del agua efectiva con respecto al concreto patrón	79
Cuadro 4-2: Fluidez con respecto al concreto patrón (%)	80
Cuadro 4-3: Peso unitario con respecto al concreto patrón (%)	81
Cuadro 4-4: Contenido de aire con respecto al concreto patrón (%)	82
Cuadro 4-5: Exudación con respecto al concreto patrón (%)	83
Cuadro 4-6: Tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón (%)	84
Cuadro 4-7: Resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón (%)	86
Cuadro 4-8: Resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto al concreto patrón (%)	88
Cuadro 4-9: Módulo de elasticidad estático con respecto al concreto patrón (%)	89
Cuadro 4-10: Absorción (0 psi) con respecto al concreto patrón (%)	90
Cuadro 4-11: Análisis de los resultados del ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad	91

Cuadro 4-12: Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad con respecto al concreto patrón (%)	93
Cuadro 4-13: Rango de acumulación máxima de sales	94
Cuadro 4-14: Rango de variación del peso por ciclo (%)	96
Cuadro 4-15: Rango de pérdida del peso acumulado (%)	97
Cuadro 4-16: Manifestaciones físicas en el concreto durante el proceso corrosivo	98



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3-1: Fluidez (%) vs Relación a/c	68
Figura 3-2: Peso unitario vs Relación a/c	69
Figura 3-3: Contenido de aire (%) vs Relación a/c	70
Figura 3-4: Exudación (%) vs Relación a/c	71
Figura 3-5: Tiempo de fraguado vs Relación a/c	72
Figura 3-6: Resistencia a la compresión vs Relación a/c	74
Figura 3-7: Resistencia a la tracción simple por compresión diametral vs Relación a/c	75
Figura 3-8: Módulo de elasticidad estático vs Relación a/c	76
Figura 3-9: % Absorción (0 psi) vs Relación a/c	77
Figura 3-10: Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad vs Relación a/c	78
Figura 4-1: % Reducción del agua efectiva con respecto al concreto patrón	79
Figura 4-2: Fluidez con respecto al concreto patrón	81
Figura 4-3: Peso unitario con respecto al concreto patrón	82
Figura 4-4: Contenido de aire con respecto al concreto patrón	83
Figura 4-5: Exudación con respecto al concreto patrón	84
Figura 4-6: Tiempo de fraguado inicial con respecto al concreto patrón	85
Figura 4-7: Tiempo de fraguado final con respecto al concreto patrón	85
Figura 4-8: Resistencia a la compresión – 7 días con respecto al concreto patrón	87
Figura 4-9: Resistencia a la compresión – 28 días con respecto al concreto patrón	87
Figura 4-10: Resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto al concreto patrón	88
Figura 4-11: Módulo de elasticidad estático con respecto al concreto patrón	89
Figura 4-12: % Absorción (0 psi) con respecto al concreto patrón	90
Figura 4-13: Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad con respecto al concreto patrón	93

## LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

### SÍMBOLO:

Cv	: Coeficiente de variación.
$\sigma$	: Desviación estándar.
$\pm$	: Más o menos.
N°	: Número.
%	: Porcentaje.
"	: Pulgada.
$\pi$	: Pi.
a/c	: Relación agua / material cementante.
f'c	: Resistencia a la compresión.
E	: Módulo de elasticidad estático.
cm	: centímetro.
mm	: milímetro.
kg	: kilogramo.
g	: gramo.
onz	: onza.
gal	: galón.
L	: litros.
h	: horas.
min	: minutos.
°C	: grados centígrados.
mm <sup>2</sup>	: milímetro cuadrado
m <sup>3</sup>	: metro cúbico.
pie <sup>3</sup>	: pie cúbico.
kg/cm <sup>2</sup>	: kilogramo por centímetro cuadrado.
Lb/pulg <sup>2</sup> ó psi	: libra por pulgada cuadrada o pounds per square inch.
g/cm <sup>3</sup>	: gramo por centímetro cúbico.
g/L	: gramo por litro.
kg/m <sup>3</sup>	: kilogramo por metro cúbico.
Mpa/s	: megapascal por segundo.
ppm	: partes por millón.
A.F.	: Agregado fino.

A.G.	: Agregado grueso.
B.C.	: Bolsa de cemento.
Abs.	: Absorción.
CH	: Contenido de humedad.
MF	: Módulo de finura.
P.U.C.	: Peso unitario compactado.
P.U.C.F.	: Peso unitario del concreto fresco.
P.U.D.	: Peso unitario de diseño.
P.U.S.	: Peso unitario suelto.
RC	: Resistencia a la compresión.
TCD	: Resistencia a la tracción por compresión diametral.
MEE	: Módulo de elasticidad estático.
C	: Corrosión.
pH	: Potencial de hidrógeno.
P	: Carga.
D	: Diámetro.
L	: Longitud.
V	: Volumen.
Wc	: Peso del cemento.
Ps	: Peso seco.
PS	: Peso suelto.
PC	: Peso compactado.
Máx.	: Máximo.
Mín.	: Mínimo.

**SIGLA:**

AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials.
ACI	: American Concrete Institute.
ASTM	: American Society for Texting Materials.
NTP	: Norma Técnica Peruana.
UNI	: Universidad Nacional de Ingeniería.

## INTRODUCCIÓN

El estudio del fenómeno de la corrosión del concreto es un tema de suma importancia en estos tiempos, debido a que el poco conocimiento y entendimiento de este problema hace que las estructuras de concreto existentes tengan una vida útil inferior a la proyectada no solamente originando mayores gastos de mantenimiento y/o rehabilitación sino también existiendo implicancias en el aspecto social, por lo que es necesario estudiar, comprender, prever y/o solucionar todo aquel problema producto de la corrosión del concreto.

Por tal motivo la realización de la presente investigación tiene como objetivo principal y fundamental el estudio de la corrosión del concreto de mediana a alta resistencia con aditivo anticorrosivo y cemento Portland tipo I, en la cual se investiga al aditivo anticorrosivo Z FERRO y sus posibles efectos en la durabilidad del concreto endurecido, además de las posibles variaciones de las propiedades del concreto fresco y endurecido.

El estudio se hace posible gracias a la experiencia obtenida por el ingeniero Díaz Lazo, José Luis, *Corrosión del Cemento por Ataque de Sulfatos*, 1994, quien desarrolló el ensayo acelerado de corrosión por humedecido y secado, el cual permite conocer la durabilidad del concreto en un corto plazo.

La presente tesis cuenta con cuatro capítulos, en el Capítulo I se presenta el marco teórico correspondiente en donde se dan las definiciones más importantes para entender al concreto (naturaleza, durabilidad, corrosión), materiales para el concreto, diseño de mezcla del concreto y propiedades del concreto fresco y endurecido; Capítulo II, la metodología experimental en donde se explican los procedimientos de los ensayos realizados para y después de la elaboración del concreto, además de cómo fueron identificadas las probetas de concreto; Capítulo III, los resultados de los ensayos realizados; Capítulo IV, los análisis de los ensayos realizados; para luego presentarse las conclusiones y recomendaciones respectivas, además de la bibliografía y los posteriores anexos al tema.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. CONCRETO

El concreto es un material de construcción de uso común o convencional producto de la combinación adecuadamente dosificada y convenientemente mezclada de cemento Portland, agua, agregado fino y agregado grueso; al cual se le puede añadir aditivos, adiciones y/o fibra para modificar determinadas propiedades en el concreto fresco y/o endurecido.

#### 1.1.1. Naturaleza del Concreto

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso, por lo que es necesario tener un amplio conocimiento de su naturaleza, lo cual permitiría mejorar su calidad y por ende tener una mayor durabilidad frente a los diversos ataques a los que están expuestos. A continuación se presentan los siguientes conceptos:

##### 1.1.1.1 *Compacidad*

La compacidad del concreto se define como la capacidad de acomodamiento que tienen las partículas de los ingredientes sólidos, y está definida como la cantidad de materiales sólidos (en volumen absoluto), por unidad de volumen de concreto.

##### 1.1.1.2 *Porosidad*

La porosidad del concreto se define como la cantidad de espacios vacíos que se encuentran dentro de su masa, los cuales se originan por la evaporación del agua libre de la mezcla y del aire que queda naturalmente atrapado. Los poros del concreto se subdividen en:

- Poros de aire o macroporos, corresponden a las burbujas de aire que quedan naturalmente atrapadas (poros de compactación) y/o intencionalmente incluidas (mediante aditivos que incorporan aire) en la masa de concreto. Presentan un diámetro mayor de 0.2 mm (200 micras) y no suelen estar interconectados.

- Poros capilares, son aquellos que se encuentran por fuera del gel de cemento, presentan una forma variable y poseen un diámetro que se encuentra entre 0.00002 mm (0.02 micras) y 0.2 mm (200 micras). Si estos tipos de poros se encuentran interconectados y abiertos al exterior, pueden ser saturados produciendo la permeabilidad del concreto a los fluidos. Se debe tener en cuenta que cuando aumenta la cantidad de poros capilares, se reduce significativamente la resistencia del concreto a los ataques físicos, químicos y/o biológicos
- Poros de gel o microporos, son los poros que presenta la pasta de cemento hidratada y endurecida (poros intersticiales del gel de cemento), poseen un diámetro menor a 0.00002 mm (0.02 micras). Usualmente estos poros no intercambian agua con el medio ambiente, a menos que la humedad que presentan se encuentre por debajo del 20%.

#### 1.1.1.3 Absorción

La absorción del concreto se define como la relación que existe entre la masa de agua que penetra los poros saturables y el peso seco de la muestra penetrada por el agua.

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

Donde:

%Abs: Porcentaje de absorción (%).

P<sub>sss</sub>: Peso saturado superficialmente seco de la probeta cilíndrica (g).

P<sub>s</sub>: Peso seco de la probeta cilíndrica (g).

#### 1.1.1.4 Permeabilidad

La permeabilidad del concreto consiste en que puede ser atravesado por un fluido (líquido, gas y/o ión) a causa de una diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material.

La permeabilidad del concreto al agua, depende de: la permeabilidad de la pasta de cemento (poros capilares); de la permeabilidad y granulometría de los agregados; de la proporción de pasta en relación a los agregados; y de los vacíos causados por una compactación deficiente (macroporos) o por los capilares del agua de exudación. La velocidad, profundidad de penetración y efectos del fluido y/o agentes agresivos disueltos, desde luego están regidos por

la forma y estructura de los poros y por el microclima que rodea la superficie del concreto.

En general, la permeabilidad de la pasta depende de la relación agua / material cementante, del grado de hidratación del cemento y de la edad de la pasta.

#### 1.1.1.5 Hermeticidad

La hermeticidad se refiere a la capacidad del concreto de refrenar o retener el agua sin escapes visibles.

Al igual que con la permeabilidad, las bajas relaciones agua / material cementante, reducen la segregación y la exudación, contribuyendo a la hermeticidad del concreto. Para ser hermético, desde luego el concreto también debe tener una alta compacidad y estar libre de fisuras y vacíos.

#### 1.1.2. Durabilidad del Concreto

El ACI define la durabilidad del concreto de cemento Portland como la habilidad de resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras que produzcan deterioro del concreto.

La durabilidad del concreto depende de diversos factores determinantes como son: el diseño y el cálculo estructural (geometría y cuantía del acero de refuerzo), los materiales empleados (concreto, acero y productos de protección), los procesos constructivos (mano de obra calificada y control de calidad), y los procedimientos de protección y curado (condiciones de humedad y temperatura). En donde el diseño y el cálculo estructural proporcionan una capacidad resistente y de deformación máxima permisible ante las cargas de servicio, mientras que los otros factores desarrollan una textura superficial para el intercambio con el exterior (microclima), y también permiten obtener una microestructura del concreto, que a su vez definen la naturaleza y distribución de los poros al interior de la masa.

### 1.1.3. Corrosión del Concreto

La corrosión del concreto puede ser definida como el deterioro producido por acciones mecánicas, físicas, químicas y/o biológicas, los cuales afectan su comportamiento a través del tiempo (resistencia, rigidez, permeabilidad y condiciones superficiales), reflejándose negativamente en la seguridad, funcionalidad, hermeticidad, aspecto y apariencia de la estructura provocando de esta forma vulnerabilidades, es decir un potencial mal comportamiento de la estructura de concreto con respecto a una sollicitación.

#### 1.1.3.1 Factores en el proceso corrosivo

Los procesos corrosivos del concreto se ven afectados por la localización geográfica y el micro-clima preponderante en la zona donde se encuentren, en donde el clima está definido por el efecto de tres factores: la humedad, temperatura y la presión.

- La humedad afecta al concreto cuando se presentan frecuentes ciclos de humedecido y secado.
- La temperatura incide en la velocidad de las reacciones químicas, debido a que un aumento de la temperatura de 10°C, dobla la velocidad de la reacción. Por tal motivo los climas tropicales (cálidos y húmedos) se consideran como los más agresivos.
- La presión atmosférica y los vientos contribuyen al deterioro del concreto, ya que las partículas arrastradas por el viento producen su erosión; además de que producen ciclos de humedecido y secado, y porque pueden afectar los ciclos de enfriamiento y calentamiento de la superficie de la tierra.

Para estructuras sumergidas en el suelo o en el agua, la acción de la presión del medio que los rodea, el cual puede ser: líquido (agua), sólido (suelo contaminado o húmedo), o gaseoso (vapor de agua, oxígeno u otros gases), puede ser más agresiva, debido a que se produce la penetración de elementos o sustancias en el concreto.



### 1.1.3.2 Mecanismo de la corrosión

Los mecanismos de la corrosión son aquellos que se producen por acciones mecánicas, físicas, químicas y/o biológicas los cuales deterioran las estructuras de concreto. A continuación se las presenta:

- **Acciones mecánicas**

Dentro de los factores de deterioro producto de acciones mecánicas están la deformación lenta (fluencia); las sobrecargas y deformaciones impuestas (fisuras estructurales; deflexiones y movimientos excesivos imprevistos o fortuitos; y las fracturas y los aplastamientos); los impactos; las vibraciones excesivas; y los daños por abrasión (frotamiento, rozamiento, erosión y cavitación), que están relacionados con el uso que se le da a la estructura.

- **Acciones físicas**

Las acciones físicas se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua) y/o temperatura (frio, calor, fuego). Cabe decir que las acciones físicas también hacen referencia a las variaciones que el concreto puede tener en su masa y afectan el peso unitario, la porosidad y la permeabilidad.

Aunque el concreto es muy resistente a la compresión, su capacidad de tolerar esfuerzos de tracción es relativamente débil; y por ello, los movimientos que el experimenta y que se manifiestan pueden desarrollar microfisuras, fisuras y grietas.

- **Acciones químicas**

El ataque, degradación y/o desintegración del concreto, como consecuencia de su contacto con sustancias químicas agresivas que se pueden encontrar en forma líquida, gaseosa o aún sólida (aunque usualmente los productos químicos agresivos deben presentarse en solución y en una concentración crítica), están muy ligadas a la condición de exposición y sobre todo al microclima que rodea a la superficie del concreto.

Como mecanismos de deterioro del concreto por reacciones químicas de este ante un agente agresor, se pueden mencionar: las reacciones que provocan la descomposición y el lavado (lixiviación) de los compuestos de las pastas de cemento endurecido que generan productos solubles e insolubles no expansivos; y las reacciones que forman nuevos productos que son expansivos.

- **Acciones biológicas**

La actividad biológica también presenta un papel preponderante debido a sus interacciones con el material. La presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre las estructuras de concreto, no solamente pueden afectar el confort ambiental y la estética de las construcciones, sino que también puede producir una gran variedad de daños y defectos de carácter físico (cambios de humedad que causan manchas y cambios de color), mecánico (sobrecargas por la presencia de incrustaciones y capas de colonias establecidas), químico (a causa de fluidos orgánicos que se producen y reaccionan) o biológico (bacterias que consumen algunos compuestos del concreto).

## 1.2. MATERIALES PARA EL CONCRETO

### 1.2.1. Cemento

Se define como cemento a los aglomerantes hidráulicos que, convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables tanto al aire como bajo agua. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas, y los yesos.

#### 1.2.1.1. *Composición química del cemento*

Para conocer la composición química del cemento es necesario conocer la materia prima del cual esta se compone, por lo que se define:

- *El Clinker*

El clinker es el componente principal del cemento Portland, el cual provee sus componentes principales, el clinker proviene de la combinación finamente molida de calizas, producto de fuentes de cal; arcillas, producto de fuentes de sílice y alúmina, y mineral de hierro, producto de fuentes de óxido de hierro, los cuales son calentados a altas temperaturas, aproximadamente 1500 °C, con el fin de que se produzcan las reacciones entre los componentes. A continuación se muestra el Cuadro 1-1 con la composición de los óxidos del cemento:

Cuadro 1-1: Composición de los óxidos del cemento

Compuestos del Clinker Óxidos	Porcentaje
CaO	60% al 67%
SiO <sub>2</sub>	17% al 25%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3% al 8%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5% al 6%

Fuente: Rivva López, Enrique, Materiales para el Concreto, ICG, Lima - Perú, 2010.

Durante el proceso de fusión de los compuestos del clinker se producen los componentes químicos del cemento como son los silicatos cálcicos, aluminatos cálcicos y ferritos de composición compleja. A continuación se muestra el Cuadro 1-2 con los compuestos químicos del cemento:

Cuadro 1-2: Compuestos químicos del cemento

Compuesto	Propiedades
Silicato tricálcico – alita (C3S)	Más importante de los compuestos. Hidrata y endurece rápido. Provee la resistencia inicial del cemento. Provee el calor de hidratación. Provee la resistencia al intemperismo.
Silicato dicálcico – belita (C2S)	Es el segundo de más importancia Hidrata y endurece con lentitud, Provee las resistencias mayores a una semana. Eleva la resistencia a la compresión a largo plazo.

Compuesto	Propiedades
Aluminato tricálcico (C3A)	Primero en hidratarse, es decir fragua con mucha rapidez. Baja resistencia al intemperismo. Poca resistencia a la acción de los sulfatos y ataques químicos.
Ferrito aluminato tetracálcico (C4AF)	Reduce la temperatura de formación del clinker. Rápida velocidad de hidratación. Influye en el color final del cemento.

Fuente: Rivva López, Enrique, Materiales para el Concreto, ICG, Lima - Perú, 2010.

### 1.2.1.2. Clasificación del cemento

- **Cemento Portland normal (NTP 334.009)**

El cemento Portland Normal es el producto obtenido de la pulverización del clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio.

Los tipos de cementos Portland establecidos en la NTP están clasificados de acuerdo a sus propiedades específicas, los cuales se muestran en el Cuadro 1-3 presentado a continuación:

Cuadro 1-3: Clasificación del cemento Portland normal

Cemento Portland Normal	Descripción
Tipo I	Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.
Tipo II	Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
Tipo III	Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
Tipo IV	Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
Tipo V	Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Fuente: NTP 334.009.

De los tipos de cemento Portland mencionados en el Perú se fabrican los cementos Portland Tipo I, Tipo II, y Tipo V.

- **Cemento Portland adicionados (NTP 334.090)**

Los cementos Portland adicionados son aquellos productos obtenidos por la pulverización conjunta del clinker portland y otros materiales denominados como adiciones, como lo son las puzolanas y las escorias, añadiéndose eventualmente sulfato de calcio. La incorporación de adiciones contribuye a mejorar las propiedades del cemento, siendo el contenido de adiciones limitado por la norma específica correspondiente mencionada.

En el Cuadro 1-4 se muestra la clasificación de los cementos Portland adicionados:

Cuadro 1-4: Clasificación de los cementos Portland adicionados

<b>Cemento Portland adicionados</b>	<b>Descripción</b>
Tipo IP	Cemento Portland puzolánico, en donde la puzolana presente se encuentra entre el 15% y 40%.
Tipo I (PM)	Cemento Portland puzolánico modificado, en donde la puzolana presente es menor del 15%.
Tipo IS	Cemento Portland de escoria de altos hornos, presenta hasta 25% de escoria.
Tipo ICo	Cemento Portland compuesto Tipo ICo, presenta hasta 30% de filler calizo.

Fuente: NTP 334.090.

### 1.2.2. Agregados

Se define como agregados al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, los cuales debido a sus características y propiedades influyen considerablemente en todas las propiedades del concreto.

#### 1.2.2.1. *Influencia de los agregados en el concreto*

- Actúa como relleno ocupando aproximadamente del 65 a 80% del volumen de la unidad cúbica del concreto reducen la cantidad de cemento a utilizarse.
- Según sean las características y propiedades de los agregados estas afectan la trabajabilidad y consistencia del concreto fresco, además de influir sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido.
- Con respecto a las reacciones químicas que podrían producir a causa de los agregados (reacción álcali-sílice y reacción álcali-carbonatos) se debe tener en cuenta que no exceden de ciertos límites establecidos en las normas, a fin de que no sean dañinos para el concreto.

#### 1.2.2.2. *Clasificación de los agregados*

- *Agregado fino*, es aquel material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan por el tamiz 4.75 mm (Nº 4) y queda retenido en el tamiz 75  $\mu$ m (Nº 200). Debe cumplir con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C 33.
- *Agregado grueso*, es aquel material que proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca, y que no pasa el tamiz 4.75 mm (Nº 4). Debe cumplir con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C 33.
- *Agregado global*, es aquel material que se produce de la mezcla del agregado fino con el agregado grueso, el cual es combinado en ciertas proporciones.

### 1.2.2.3. Características y propiedades de los materiales utilizados

- *Contenido de humedad (NTP 339.185)*, se define como la cantidad de agua que se encuentra en el interior del agregado en forma natural.
- *Granulometría (NTP 400.012)*, consiste en determinar la distribución de las partículas por tamaños. Se expresa en términos del porcentaje del peso retenido acumulado.

Es recomendable que la granulometría del agregado fino, agregado grueso y agregado global se encuentren dentro de los límites establecidos en el Cuadro 1-5, Cuadro 1-6 y Cuadro 1-7 respectivamente, los cuales se muestran a continuación:

Cuadro 1-5: Requisitos granulométricos del agregado fino

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO NTP 400.037 Y ASTM C 33			
TAMIZ (MALLA)		% QUE PASA	
ASTM	mm	GRUESO C	
3/8"	9.50	100	100
Nº 4	4.75	95	100
Nº 8	2.36	80	100
Nº 16	1.18	50	85
Nº 30	0.60	25	60
Nº 50	0.30	10	30
Nº 100	0.15	2	10

Fuente: NTP 400.037.

Cuadro 1-6: Requisitos granulométricos del agregado grueso

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO, NTP 400.037													
ASTM	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS											
		100 mm 4"	90 mm 3 1/2"	75 mm 3"	63 mm 2 1/2"	50 mm 2"	37.5 mm 1 1/2"	25 mm 1"	19 mm 3/4"	12.5 mm 1/2"	9.5 mm 3/8"	4.75 mm Nº 4	2.36 mm Nº 8
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
3	50 mm a 25 mm (2" a 1")	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—
357	50 mm a 4.75 mm (2" a Nº 4)	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—
4	37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a Nº 4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—
5	25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—
56	25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—
57	25 mm a 4.75 mm (1" a Nº 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—
67	19 mm a 4.75 mm (3/4" a Nº 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a Nº 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a Nº 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10

SE PERMITIRÁ EL USO DE AGREGADOS QUE NO CUMPLAN CON LAS GRADACIONES ESPECIFICADAS, SIEMPRE Y CUANDO EXISTAN ESTUDIOS CALIFICADOS DE LAS PARTES, QUE ASEGUREN QUE EL MATERIAL PRODUCIRÁ CONCRETO DE LA CALIDAD REQUERIDA

Fuente: NTP 400.037.

Cuadro 1-7: Requisitos granulométricos del agregado global – Husos DIN (1045)

HUSOS DIN (1045)			
TAMIZ (mm)	% QUE PASA		
	I	II	III
31.5	100	100	100
16	62	80	89
8	38	62	77
4	23	47	65
2	14	37	53
1	8	28	42
0.25	2	8	15

Fuente: Norma DIN 1045.

- **Módulo de finura o fineza (NTP 400.012)**, es utilizado como un índice de la finura del agregado, el cual indica que tan fino o grueso es el material.
- **Tamaño máximo (NTP 400.037)**, es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.



- **Tamaño máximo nominal (NTP 400.037)**, es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.
- **Peso unitario (NTP 400.017)**, es el peso que generalmente alcanza un determinado volumen unitario, se expresa en  $\text{Kg/m}^3$ . Se definen dos tipos de pesos unitarios, el suelto y el compactado, los cuales se describen a continuación:
  - **Peso unitario suelto (P.U.S.)**, corresponde al estado en el cual las partículas se acomodan dentro de un recipiente solamente por la acción de la gravedad, es decir en forma de caída libre.
  - **Peso unitario compactado (P.U.C.)**, es aquel que se obtiene cuando la masa de agregado es apisonada con una varilla normalizada dentro de un recipiente.
- **Peso específico (NTP 400.021 - NTP 400.022)**, es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que para bajos valores generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles. Cabe resaltar que el peso específico de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario.

Dependiendo del valor del peso específico, estos se pueden clasificar en:

- **Ligeros**, cuando el peso específico es menor a  $2.50 \text{ g/cm}^3$ .
  - **Normales**, cuando el peso específico se encuentra entre  $2.50$  a  $2.75 \text{ g/cm}^3$ .
  - **Pesados**, cuando el peso específico es mayor a  $2.75 \text{ g/cm}^3$ .
- **Absorción (NTP 400.021 - NTP 400.022)**, es definida como la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergido en el agua durante 24 horas.

### 1.2.3. Agua

La calidad del agua que se emplea tanto para elaborar y curar el concreto es considerada un aspecto importante, debido a que influye de manera significativa en el comportamiento y propiedades del concreto, por lo que el agua a utilizarse debe presentarse libre de sustancias dañinas, tales como aceites, azúcares, ácidos y materia vegetal, debido a que estos impiden o retardan la hidratación. En general se utilizará agua que sea potable que cumpla con los requisitos de la NTP 339.088, los cuales son mostrados en el Cuadro 1-8 presentado a continuación:

Cuadro 1-8: Requisitos de calidad del agua

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en $\text{NaHCO}_3$	1000 ppm máximo
Sulfatos (ión $\text{SO}_4$ )	600 ppm máximo
Cloruros (ión $\text{Cl}$ )	1000 ppm máximo
pH	Entre 5.5 y 8
Fierro (ión $\text{Fe}$ ) (Control de variación de color)	1 ppm

Fuente: NTP 339.088.

### 1.2.4. Aditivo

Un aditivo es definido por la Norma ASTM C 125 y el comité 116R del ACI como “un material diferente del agua, agregados, cemento hidráulico y refuerzo de fibra, el cual se emplea como un ingrediente del cemento o mortero, y es añadido a la tanda de la mezcladora inmediatamente antes o durante el mezclado” con la finalidad de cambiar o mejorar las propiedades del concreto, como pueden ser:

- *En el concreto fresco*
  - Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua o disminuir el contenido de agua a la misma trabajabilidad.
  - Retardar o acelerar el tiempo de fragua inicial.
  - Modificar la rapidez o la capacidad de exudación o sangrado.
  - Reducir la segregación.
  - Mejorar la bombeabilidad.
  - Reducir, incrementar o controlar el asentamiento.
  
- *En el concreto endurecido*
  - Retardar o reducir la evolución del calor de hidratación durante el endurecimiento inicial.
  - Acelerar el desarrollo de la resistencia.
  - Incrementar la durabilidad o resistencia frente a condiciones severas de exposición.
  - Disminuir la permeabilidad del concreto.
  - Incrementar la adherencia entre el concreto y el acero.
  - Incrementar la adherencia entre concreto antiguo y concreto fresco.
  - Inhibir la corrosión del acero embebido.

En general los aditivos deben cumplir con los requisitos de la norma especificada NTP 334.088 – ASTM C494.

### 1.3. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

El diseño de mezcla del concreto es el proceso de seleccionar los ingredientes adecuados y determinar sus cantidades relativas a utilizar en la elaboración de una unidad cúbica de concreto, con el objetivo de producir una mezcla durable y económica tanto como sea posible. Para lograr tal objetivo, un buen diseño de mezcla de concreto deberá poseer las propiedades siguientes:

- En el concreto fresco, trabajabilidad aceptable.
- En el concreto endurecido, durabilidad, resistencia y presentación homogénea.

Los elementos que intervienen en la elaboración del diseño de mezcla del concreto son:

- Cemento.
- Agregado fino.
- Agregado grueso.
- Agua.
- Aditivo (en algunos diseños de mezcla).
- Aire (Elemento pasivo).

#### 1.4. PROPIEDADES DEL CONCRETO

##### 1.4.1. Propiedades del Concreto Fresco

El concreto fresco es aquel concreto recién preparado cuyo estado es plástico y moldeable, en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento y adopta la forma del encofrado. El concreto fresco presenta las siguientes propiedades:

###### 1.4.1.1. *Consistencia (NTP 339.035)*

Se denomina consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el concreto fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. La consistencia es medida con el asentamiento o slump del concreto en el cono de Abrams.

Dependiendo del rango en que se encuentre la consistencia, esta se puede clasificar en:

- *Seca*, cuando el asentamiento se encuentra de 0" a 2".
- *Plástica*, cuando el asentamiento se encuentra de 2" a 4".
- *Fluida*, cuando el asentamiento es mayor a 4".

###### 1.4.1.2. *Fluidez (NTP 339.085)*

El ensayo de fluidez permite determinar la capacidad que tiene el concreto para compactarse como un líquido en determinadas circunstancias, se logra medir esta propiedad mediante la mesa de sacudidas.

#### 1.4.1.3. *Peso unitario (NTP 339.046)*

El peso unitario del concreto fresco es un ensayo que permite determinar el grado de densidad del concreto, el cual se expresa en Kg/m<sup>3</sup>.

Dependiendo del valor del peso unitario, el concreto se puede clasificar en:

- *Ligero*, cuando el peso unitario se encuentra entre 1200 – 2000 kg/m<sup>3</sup>.
- *Normal*, cuando el peso unitario se encuentra entre 2000 – 2800 kg/m<sup>3</sup>.
- *Pesado*, cuando el peso unitario es mayor que 2800 kg/m<sup>3</sup>.

#### 1.4.1.4. *Contenido de aire – método gravimétrico (NTP 339.083)*

El contenido de aire en el concreto fresco compactado es un parámetro muy importante para conocer el comportamiento del concreto a la intemperie, y para verificar la variación del contenido de aire debido al uso de aditivos químicos.

#### 1.4.1.5. *Exudación (NTP 339.077)*

La exudación o sangrado se produce cuando el agua de la mezcla fluye hacia la superficie del concreto recién mezclado, generalmente debido al asentamiento de los materiales sólidos (cemento y agregados). El asentamiento de estos sólidos es consecuencia del efecto combinado de la vibración y de la gravedad. Una exudación excesiva aumenta la relación agua / material cementante (a/c) en la parte superior, dando como resultado una cara superior débil, y de baja durabilidad.

#### 1.4.1.6. *Tiempo de fraguado (NTP 339.082)*

Este ensayo permite determinar el tiempo que demora en ganar el concreto una determinada resistencia desde el momento en que el agua entra en contacto con el cemento. Se consideran dos definiciones:

- El tiempo de fraguado inicial, que se produce cuando la mezcla ha perdido cierta plasticidad con el consecuente aumento de su temperatura. Ocurre cuando el concreto alcanza una resistencia a la penetración de 500 Lb/pulg<sup>2</sup> (35 kg/cm<sup>2</sup>), para conseguir una penetración de 1 pulgada.
- El tiempo de fraguado final, que se produce cuando la mezcla ha perdido su total plasticidad. Ocurre cuando el concreto alcanza una resistencia a la

penetración de 4,000 Lb/pulg<sup>2</sup> (250 kg/cm<sup>2</sup>), para conseguir una penetración de 1 pulgada.

#### 1.4.2. Propiedades del Concreto Endurecido

El concreto endurecido se obtiene cuando el concreto ha terminado de fraguar, es decir cuando el concreto ha alcanzado su fraguado final y empieza a ganar resistencia y se va endureciendo. El concreto endurecido se caracteriza por ser un elemento sólido, durable y resistente, el cual presenta las siguientes propiedades:

##### 1.4.2.1. *Resistencia a la compresión (NTP 339.034)*

La resistencia a la compresión es definida como la capacidad de soportar cargas y esfuerzos sin colapsar, además de ser la medida más común del desempeño del concreto, la cual es utilizada principalmente para el diseño y control en todo tipo de estructuras, generalmente su valor de aceptación es tomado a los 28 días de fabricado el concreto. El ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a las probetas de concreto, a una determinada velocidad, hasta que ocurra la falla.

##### 1.4.2.2. *Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral (NTP 339.084)*

La resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral es utilizada principalmente para el diseño y control de la calidad en todo tipo de obras, principalmente en las estructuras hidráulicas y de pavimentación. El ensayo consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a toda la longitud de una probeta cilíndrica de concreto, a una velocidad prescrita, hasta que ocurra la falla. Esta carga induce un esfuerzo de tracción en el plano bajo la carga y un relativamente elevado esfuerzo de compresión en el área inmediata alrededor de la carga aplicada.

##### 1.4.2.3. *Módulo de elasticidad estático (ASTM C 469)*

La elasticidad es definida como la capacidad del concreto de deformarse bajo carga sin presentar deformación permanente, en donde el concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no presenta un comportamiento lineal en ningún tramo su diagrama esfuerzo vs deformación en compresión, sin

embargo, se acostumbra definir un módulo 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 es un 40% de la carga máxima a compresión.

Los módulos de elasticidad estático normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm<sup>2</sup> y están en relación inversa con la relación a/c.

#### 1.4.2.4. *Absorción*

La absorción del concreto se define como la relación existente entre la masa de agua que penetra los poros saturables y el peso seco de la muestra penetrada por el agua, mediante su determinación se puede conocer la permeabilidad que el concreto presenta a los fluidos. Cuando se presentan valores bajos de permeabilidad se obtienen un buen desempeño y durabilidad de las estructuras de concreto.

#### 1.4.2.5. *Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado*

El ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado es considerado como un ensayo de durabilidad del concreto, el cual fue investigado, desarrollado y aplicado en el Perú en las tesis de los ingenieros Díaz Lazo, José Luis, *Corrosión del Cemento por Ataque de Sulfatos*, 1994; Orozco Carlos, Luis Alberto, *Corrosión Acelerada del Concreto de Mediana a Alta Resistencia por Acción del Cloruro de Sodio con Cemento Portland Tipo I*, 2001; Chalco Durán, Antonino, *Corrosión del Concreto de Mediana a Alta Resistencia con Cemento Portland Tipo I y Aditivo Plastificante por Acción del Cloruro de Sodio*, 2002; Espejo Alvarado, Hugo Augusto, *Corrosión del Concreto de Mediana a Alta Resistencia por Acción del Cloruro de Sodio Usando Cemento Portland Tipo I y Aditivo Superplastificante y Autocompactante*, 2004.

El método consiste en acelerar el proceso corrosivo del concreto mediante ciclos de humedecido y secado en una solución de 100 g/L de Cloruro de Sodio, ello se hace debido a que los procesos corrosivos en la naturaleza son lentos, lo cual implicaría años de estudio.

A continuación se explican las razones del por qué de utilizar el cloruro de sodio y realizar ciclos de humedecido y secado.

- **Cloruro de sodio**

En el Cuadro 1-9 se presenta la cantidad de compuestos que se encuentran aproximadamente en el agua de mar, en el cual se aprecia que el compuesto predominante es el Cloruro de Sodio.

Cuadro 1-9: Composición del agua de mar

Compuesto	Contenido (g/L)
Cloruro de Sodio, NaCl	27
Cloruro de Magnesio, MgCl <sub>2</sub>	3.2
Sulfato de Magnesio, MgSO <sub>4</sub>	1.6
Sulfato de Calcio, SO <sub>4</sub> Ca	1.3
Sulfato de Potasio, SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub>	0.8
Cloruro de Potasio, ClK	0.5
Carbonato de Calcio, CO <sub>3</sub> Ca	0.1
Varios (Bromuros, fosfatos)	0.5
Total	35.0

Fuente: Rivva López, Enrique, Ataques al Concreto, ICG, Lima - Perú, 2010.

Debido a que el proceso corrosivo es muy lento se procedió a triplicar aproximadamente la cantidad total de sales, pero reemplazándolas por el Cloruro de Sodio, con lo cual se aceleró el proceso corrosivo.

- Ciclos de humedecido y secado, son una de las causas más comunes del deterioro del concreto, los cuales ocurren con mayor incidencia en ambientes agresivos como lo es el ambiente marino, en donde el agua tiende a concentrarse en diferentes partes de la estructura, en la cual se aprecia las siguientes fases:
  - Penetración y acumulación de las sales durante el humedecido.
  - Cristalización y por consiguiente expansión de las sales durante el secado.
  - Fisuras y desprendimientos del concreto producto de la expansión de las sales.



## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### 2.1. ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Los materiales utilizados para la elaboración del concreto se muestran en el Cuadro 2-1, el cual se presenta a continuación:

Cuadro 2-1: Materiales utilizados para la elaboración del concreto

Material	Procedencia
Cemento	Sol (cemento Portland tipo I) - Cementos Lima
Agregado fino	<sup>(1)</sup> Huachipa, procedencia desconocida <sup>(2)</sup> Huachipa, Cerro Camote
Agregado grueso	<sup>(1)</sup> Huachipa, UNICON <sup>(2)</sup> Huachipa, UNICON
Agua	Laboratorio N° 1 de Ensayos de Materiales - Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Nacional de Ingeniería
Aditivo anticorrosivo (en algunos casos)	Z FERRO – Z Aditivos

Fuente: Elaboración propia.

- <sup>(1)</sup> Primer lote de agregado fino y agregado grueso adquiridos, los cuales fueron utilizados para el diseño de mezcla con la relación  $a/c = 0.50$
- <sup>(2)</sup> Segundo lote de agregado fino y agregado grueso adquiridos, los cuales fueron utilizados para los diseños de mezcla con la relación  $a/c = 0.45$  y la relación  $a/c = 0.40$

#### 2.1.1. Características y Propiedades de los Materiales Utilizados

##### 2.1.1.1. Cemento (NTP 334.009)

El cemento que se utilizó para la fabricación de las probetas de concreto fue el cemento Sol (cemento Portland tipo I), el cual presentó las características mostradas en el Cuadro 2-2.

Cuadro 2-2: Características del cemento

ANÁLISIS QUÍMICO	Valores	NTP334.009, ASTM C 150 Cemento Portland Requisitos	
Dióxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> ) %	19.28		
Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) %	5.75		
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) %	3.01		
Óxido de calcio (CaO) %	62.05		
Óxido de Magnesio (MgO) %	3.05	Máx.	6.00%
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> ) %	2.73	Máx.	3.50%
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O) %	0.80		
Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O) %	0.22		
Otros (%)	0.62		
Pérdida por Ignición (P.I.) (%)	2.14	Máx.	3.00%
Insolubles (%)	0.71	Máx.	0.75%
Álcalis Totales (%)	0.75		
Álcalis Solubles en Agua (%)	0.63		
Cal libre (CaO (l)) (%)	0.33		
CO <sub>2</sub> (%)	1.31		
<b>Fases Mineralógicas (según Bogue)</b>			
C3S	48.56		
C2S	18.64		
C3A	10.14		
<b>ENSAYOS FÍSICOS</b>			
Retenido malla 100 (%)	0.13		
malla 200 (%)	0.82		
malla 325 (%)	6.51		
Superficie Específica Blaine (m <sup>2</sup> /kg)	323	Min.	280 m <sup>2</sup> /kg
Contenido de Aire (%)	7.15	Máx.	12.00%
Expansión Autoclave (%)	0.11	Máx.	0.80%
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	3.13		
Fraguado Vicat Inicial (min)	129	Min.	45 min
Fraguado Vicat Final (min)	297	Máx.	375 min
Calor de Hidratación 7 días	79.5		

ENSAYOS FÍSICOS	Valores	NTP334.009, ASTM C 150 Cemento Portland Requisitos	
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			
24 hrs	153		
3 días	269	Min.	122 kg/cm <sup>2</sup>
7 días	331	Min.	194 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	392		

Fuente: Cementos Lima.

### 2.1.1.2. Agregados

Los ensayos realizados a los agregados fueron los siguientes:

- Contenido de humedad.
- Granulometría.
- Peso unitario.
- Peso específico.
- Absorción.

#### ❖ Agregado fino

A continuación se describen los procedimientos realizados para los ensayos.

#### ➤ Contenido de humedad (NTP 339.185)

El procedimiento para la determinación del contenido de humedad del agregado fino fue el siguiente:

- Se seleccionó una muestra por el método del cuarteo.
- Se pesó 500 g de material libre de impurezas en estado natural.
- Se colocó la muestra en un recipiente metálico y se secó en el horno a una temperatura de 110 °C ± 5 °C durante 24 horas.
- Se pesó la muestra secada al horno.
- Con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

$$\%CH = \left( \frac{P_n - P_s}{P_s} \right) \times 100$$

Donde:

%CH: Contenido de humedad (%).

Pn: Peso natural de la muestra (g).

Ps: Peso seco de la muestra (g).

➤ Granulometría (NTP 400.012)

El procedimiento para la determinación de la granulometría del agregado fino fue el siguiente:

- Se seleccionó una muestra por el método del cuarteo.
- Se peso 500 g de material.
- Se verifico el estado y el orden decreciente de los tamices (3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y fondo).
- Se coloco la muestra sobre el tamiz superior y se zarandeo el material por 1 minuto.
- Se peso el material retenido en cada tamiz.
- Se realizaron los cálculos respectivos determinándose los porcentajes de pesos retenidos acumulados, realizándose luego el análisis granulométrico correspondiente.

➤ Módulo de finura (NTP 400.012)

El procedimiento para la determinación del módulo de finura del agregado fino fue el siguiente:

- A partir de los pesos retenidos acumulados obtenidos del análisis granulométrico se realizó el siguiente cálculo para la obtención del módulo de finura:

$$MF = \frac{\sum Pac(3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Donde:

MF: Módulo de finura.

➤ **Peso unitario (NTP 400.017)**

Para el ensayo del peso unitario se tuvo presente lo indicado en la NTP, lo cual se presenta a continuación en el Cuadro 2-3.

**Cuadro 2-3: Capacidad de la medida del recipiente – Peso unitario**

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		CAPACIDAD DE LA MEDIDA (*)	
mm	Pulgadas	L (m3)	Pie <sup>3</sup>
12.5	½	0.0028	1/10
25.0	1	0.0093	1/3
37.5	1 ½	0.014	½
75.0	3	0.028	1
112.0	4 ½	0.070	2 ½
150.0	6	0.1	3 1/2

Fuente: NTP 400.017.

(\*) La medida indicada se utiliza para ensayar agregados con Tamaño Máximo Nominal igual o menor.

De acuerdo con el Cuadro 2-3 para el agregado fino se realizó el ensayo con el balde de capacidad de 1/10 pie<sup>3</sup>.

○ **Peso unitario suelto**

El procedimiento para la determinación del peso unitario suelto del agregado fino fue el siguiente:

- Se seleccionó una muestra por el método del cuarteo.
- Se llenó el balde metálico de 1/10 pie<sup>3</sup> con el material, se enrasó y se pesó.
- Con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

$$P.U.S = \frac{PS}{V}$$

Donde:

P.U.S: Peso unitario suelto (Kg/m<sup>3</sup>).

PS: Peso suelto del material (kg).

V: Volumen del balde de 1/10 pie<sup>3</sup> (m<sup>3</sup>).

○ **Peso unitario compactado**

El procedimiento para la determinación del peso unitario compactado del agregado fino fue el siguiente:

- Se seleccionó una muestra por el método del cuarteo.
- Se llenó el balde metálico de 1/10 pie<sup>3</sup> con el material en tres capas.
- Cada capa fue compactada con una barra recta de acero liso, de 5/8" de diámetro con una longitud aproximada de 60 cm y terminada en punta semiesférica, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente, siendo la última capa enrasada, eliminándose de esta manera el material sobrante.
- Se pesó el material.
- Con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

$$P. U. C = \frac{PC}{V}$$

Donde:

P.U.C: Peso unitario compactado (Kg/m<sup>3</sup>).

PC: Peso compactado del material (kg).

V: Volumen del balde de 1/10 pie<sup>3</sup> (m<sup>3</sup>).

➤ **Peso específico y absorción (NTP 400.022)**

El procedimiento para la determinación del peso específico y la absorción del agregado fino fue el siguiente:

- Se seleccionó 1 kg de material por el método del cuarteo.
- La muestra seleccionada fue cubierta con agua y se dejó reposar durante 24 horas.
- Se esparció el material sobre una superficie plana, de tal modo que se obtenga un secado uniforme. Se continuó este proceso hasta que el material no se adhiriera marcadamente entre sí.
- Se colocó en el molde cónico la muestra y se golpeó su superficie suavemente con 25 golpes con una barra de metal, para luego levantar el molde verticalmente. Si existiese humedad en el agregado, este mantendría su forma y se continuaría secando el material. Si el material se secase en demasía, este se desmoronaría totalmente y sería necesario añadirle una cierta cantidad de agua y se mezclaría completamente. Si el material se

desmoronara parcialmente significa que el agregado fino se encuentra en un estado saturado superficialmente seco (s.s.s.) y se aceptaría la muestra para el siguiente paso.

- Se introdujo 500 g del material en el estado s.s.s. en el frasco (balón) y se llenó de agua hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup>, teniéndose presente que debe quitarse el aire contenido en el frasco mediante suaves movimientos.
- Se sacó el agregado fino del frasco y se procedió a secarlo a una temperatura de 110 °C ± 5 °C durante 24 horas, para luego enfriarlo a temperatura ambiente y posteriormente pesar la muestra seca.
- Con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

$$P.e. = \frac{Ps}{V} \qquad \%Abs = \left( \frac{P_{SSS} - Ps}{Ps} \right) \times 100$$

Donde:

P.e.: Peso específico (g/cm<sup>3</sup>).

%Abs: Porcentaje de absorción (%).

Ps: Peso seco de la muestra (g).

Psss: Peso saturado superficialmente seco de la probeta cilíndrica (g).

V: Volumen de la muestra (cm<sup>3</sup>).

#### ❖ *Agregado grueso*

A continuación se describen los procedimientos realizados para cada ensayo.

#### ➤ Contenido de humedad (NTP 339.185)

El procedimiento para la determinación del contenido de humedad del agregado grueso fue el siguiente:

- Se seleccionó una muestra por el método del cuarteo.
- Se pesó 1,000 g de material libre de impurezas en estado natural.
- Se colocó la muestra en un recipiente metálico y se secó en el horno a una temperatura de 110 °C ± 5 °C durante 24 horas.
- Se pesó la muestra secada al horno.
- Con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

$$\%CH = \left( \frac{Pn - Ps}{Ps} \right) \times 100$$

Donde:

%CH: Contenido de humedad (%).

Pn: Peso natural de la muestra (g).

Ps: Peso seco de la muestra (g).

➤ Granulometría (NTP 400.012)

El procedimiento para la determinación de la granulometría del agregado grueso fue el siguiente:

- Se seleccionó una muestra por el método del cuarteo.
- Se peso 10 kg de material.
- Se verifico el estado y el orden decreciente de los tamices (1½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N° 4, N° 8).
- Se coloco la muestra sobre el tamiz superior y se zarandeo el material por 1.5 minutos.
- Se peso el material retenido en cada tamiz.
- Se realizaron los cálculos respectivos determinándose los porcentajes de pesos retenidos acumulados, realizándose luego el análisis granulométrico correspondiente.

➤ Módulo de finura (NTP 400.012)

El procedimiento para la determinación del módulo de finura del agregado grueso fue el siguiente:

- A partir de los pesos retenidos acumulados obtenidos del análisis granulométrico se realizó el siguiente cálculo para la obtención del módulo de finura:

$$MF = \frac{\sum Pac(3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Donde:

MF: Módulo de finura.



➤ **Peso unitario (NTP 400.017)**

De acuerdo con el Cuadro 2-3 para el agregado grueso se realizó el ensayo con el balde de capacidad de  $1/3 \text{ pie}^3$ .

○ **Peso unitario suelto**

El procedimiento para la determinación del peso unitario suelto del agregado grueso fue el siguiente:

- Se seleccionó una muestra por el método del cuarteo.
- Se llenó el balde metálico de  $1/3 \text{ pie}^3$  con el material, se enrasó y se pesó.
- Con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

$$P.U.S = \frac{PS}{V}$$

Donde:

P.U.S: Peso unitario suelto ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ).

PS: Peso suelto del material (kg).

V: Volumen del balde de  $1/3 \text{ pie}^3$  ( $\text{m}^3$ ).

○ **Peso unitario compactado**

El procedimiento para la determinación del peso unitario compactado del agregado grueso fue el siguiente:

- Se seleccionó una muestra por el método del cuarteo.
- Se llenó el balde metálico de  $1/3 \text{ pie}^3$  con el material en tres capas.
- Cada capa fue compactada con una barra recta de acero liso, de  $5/8''$  de diámetro con una longitud aproximada de 60 cm y terminada en punta semiesférica, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente, siendo la última capa enrasada, eliminándose de esta manera el material sobrante.
- Se pesó el material.
- Con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

$$P.U.C = \frac{PC}{V}$$

Donde:

P.U.C: Peso unitario compactado ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ).

PC: Peso compactado del material (kg).

V: Volumen del balde de  $1/3 \text{ pie}^3$  ( $\text{m}^3$ ).

➤ **Peso específico y absorción (NTP 400.021)**

El procedimiento para la determinación del peso específico y absorción del agregado grueso fue el siguiente:

- Se seleccionó 3 kg de material por el método del cuarteo.
- La muestra seleccionada fue cubierta con agua y se dejó reposar durante 24 horas.
- Se removió el agua y se hizo rodar la muestra de material sobre un paño grande y absorbente, hasta que toda película de agua visible en la superficie del material desaparezca, llegando de este modo a un estado saturado superficialmente seco (s.s.s.)
- Se pesó 2 kg de material en el estado s.s.s.
- Se colocó la muestra s.s.s. en la cesta de alambre, para luego introducirla dentro de un depósito con agua y de esta manera determinar su peso en el agua. Este peso se determina cuando deja de gotear la salida del depósito de la balanza hidrostática.
- Se sacó la muestra de material de la cesta y se procedió a secarla a una temperatura de  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 24 horas, para luego enfriarlo a temperatura ambiente y posteriormente pesar la muestra seca.
- Con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos:

$$P. e. = \frac{P_s}{V} \qquad \%Abs = \left( \frac{P_{sss} - P_s}{P_s} \right) \times 100$$

Donde:

P.e.: Peso específico ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

%Abs: Porcentaje de absorción (%).

Ps: Peso seco de la muestra (g).

Psss: Peso saturado superficialmente seco de la probeta cilíndrica (g).

V: Volumen de la muestra ( $\text{cm}^3$ ).

### 2.1.1.3. Agua (NTP 339.088)

El agua que se utilizó para la elaboración y curado de las probetas de concreto fue el agua potable proveniente de las instalaciones del Laboratorio N° 1 de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, la cual cumple con los requerimientos de la NTP 339.088.

### 2.1.1.4. Aditivo (NTP 334.088 – ASTM C494)

El aditivo utilizado fue el Z FERRO, el cual es un aditivo anticorrosivo. A continuación se presenta el Cuadro 2-4 con las características y propiedades del aditivo anticorrosivo Z FERRO.

**Cuadro 2-4: Hoja técnica del producto Z FERRO**

Descripción:	Aditivo líquido para proteger, contra la corrosión del acero de refuerzo al concreto. Inhibidor de corrosión catódico y anódico. Normas: ASTM C 494 tipo C, AASHTO M-194 tipo C, CRD C 87 tipo C.
Ventajas:	<p>Protege al concreto de la corrosión porque está en contacto con el metal evitando fisuramiento o resquebrajamiento del concreto, el cual se convierte en un inhibidor de corrosión, ya que no permite que el concreto absorba el óxido producido en el metal, teniendo así una mayor vida el concreto.</p> <p>Es compatible con otros aditivos.</p> <p>No afecta negativamente las propiedades del concreto.</p> <p>Acelera el proceso de fraguado, consultar dosificación.</p> <p>Aprox. 1 litro x B.C. (Bolsa de cemento).</p>
Usos:	<p>Se agrega junto con el agua de amasado y no se mezcla con ningún aditivo antes de ingresarlo a la mezcla, es compatible con otros aditivos pero por separado.</p> <p>Almacenar bajo techo temperatura 18 °C</p>
Aplicación:	<p>Se recomienda especialmente para revestir la corrosión en:</p> <p>Concreto estructural, reforzado con acero.</p> <p>Túneles.</p> <p>Muros de contención.</p> <p>Muelles.</p> <p>Base de torres.</p>

Aplicación	Postes de concreto. Puentes.
Rendimiento:	El Z FERRO se utiliza del 0.40% al 1.50% del peso del cemento. Se usa 170.10 g x B.C. = 6 onz. x B.C.
Densidad:	1.1 kg/L
Envases:	1 Gal, 5 Gal, 55 Gal.

Fuente: Z Aditivos.

## 2.1.2. Diseño de Mezcla del Concreto

### 2.1.2.1. Criterio de diseño

El criterio de diseño de mezcla del concreto utilizado en la presente tesis es el "Método del Agregado Global y Módulo de Finura", el cual se basa en el método descrito por el comité ACI 211.1-81, pero con la variación en la determinación de la combinación óptima de los agregados.

### 2.1.2.2. Determinación de la combinación óptima de los agregados

Para determinar la combinación óptima de los agregados se realizan los siguientes procedimientos:

➤ *Determinación del máximo peso unitario compactado del agregado global*

Con el fin de obtener el máximo peso unitario compactado del agregado global se realizaron los siguientes pasos:

- Se establecieron 5 combinaciones porcentuales de arena y piedra, de tal forma que la suma de cada combinación sea 100%.
- Cada combinación porcentual de arena y piedra se realizó sobre una cantidad de 30 kg del agregado global.
- Cada combinación porcentual de arena y piedra se procedió a mezclar obteniéndose un agregado global.
- Se siguió el procedimiento del ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso para cada combinación porcentual de arena y piedra.
- A partir de los 5 pesos unitarios compactados se procedió a graficar la curva P.U.C. vs % Arena, de la cual se determinó el máximo peso unitario

compactado y por ende una aproximación a la combinación óptima de los agregados.

- Se dice que es una aproximación a la combinación óptima de los agregados, ya que el máximo peso unitario del agregado global no asegura que se obtenga una trabajabilidad óptima y una resistencia máxima, por lo que se realiza necesariamente la determinación de la máxima resistencia a la compresión del agregado global como forma de obtener la combinación óptima de los agregados.

➤ *Determinación de la máxima resistencia a la compresión del agregado global*

Con el fin de obtener la máxima resistencia a la compresión del agregado global se realizaron los siguientes pasos:

- A partir de la aproximación al porcentaje óptimo del agregado fino, se escogieron 2 porcentajes de agregado fino, uno por debajo del óptimo y otro por encima del óptimo.
- Se procedió a realizar el diseño de mezcla para cada uno de las combinaciones de agregados con la relación  $a/c=0.45$  y con un slump de 3 a 4 pulgadas.
- Se procedió a la elaboración y posterior curado de las 4 probetas de concreto por cada diseño de mezcla, las cuales fueron ensayadas a compresión a los 7 días de fabricadas.
- A partir del promedio de las resistencias a la compresión de las 4 probetas por cada diseño, se procedió a graficar la curva Resistencia a la compresión ( $f'c$ ) vs % Arena, de la cual se determinó la máxima resistencia a la compresión y por ende la combinación óptima de los agregados.

2.1.2.3. *Procedimiento para el diseño de mezcla*

Para el diseño de mezcla del concreto con y sin aditivo anticorrosivo se procedió de la siguiente manera:

➤ *Procedimiento para el diseño de mezcla del concreto sin aditivo*

El procedimiento para el diseño de mezcla de concreto sin aditivo fue el siguiente:

- Determinación las características y propiedades de los materiales.
- Cálculo del Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Diseño de las mezclas de concreto para un asentamiento (Slump) de 3" a 4".
- Cálculo del agua de diseño (ver Cuadro 2-5).
- Cálculo del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto (ver Cuadro 2-6).
- Relación (a/c) según sea el caso.
- Cemento = agua / (a/c).
- $\sum$  Vol. Abs. (Sumatoria de volúmenes absolutos) = Vol. Cemento + Vol. Aire + Vol. Agua.
- Volumen de agregados =  $1 - \sum$  Vol. Abs.
- Determinación de la combinación óptima de los agregados.
- Cálculo de los volúmenes de agregado fino y grueso.  
Vol. A.F. = % A.F. x Vol. agregados  
Vol. A.G. = % A.G. x Vol. Agregados
- Cálculo de los pesos secos de los agregados  
Peso seco A.F. = Vol. A.F. x Peso específico A.F. x 1000  
Peso seco A.G. = Vol. A.G. x Peso específico A.G. x 1000
- Obtención de las cantidades de material por m<sup>3</sup>.
- Corrección por humedad de los agregados.  
A.F. = Peso seco A.F. x (1 + % C.H.<sub>A.F.</sub>/100)  
A.G. = Peso seco A.G. x (1 + % C.H.<sub>A.G.</sub>/100)
- Corrección por humedad superficial.  
H A.F. = Peso seco A.F. x (% C.H.<sub>A.F.</sub> - % Abs.<sub>A.F.</sub>)/100  
H A.G. = Peso seco A.G. x (% C.H.<sub>A.G.</sub> - % Abs.<sub>A.G.</sub>)/100  
 $\sum$  Vol. = Aporte de humedad  
Donde:  
% C.H.: Porcentaje de contenido de humedad  
% Abs.: Porcentaje de absorción
- Agua efectiva = Agua diseño – aporte de humedad
- Obtención de las cantidades de material por m<sup>3</sup> corregida por humedad.
- Cálculo de la tanda húmeda (48 kg).
- Tanda Húmeda (48 kg) = (Peso húmedo material / ( $\sum$  Pesos húmedos)) x 48
- Cálculo del peso por bolsa de cemento.
- Peso x bolsa Cemento = (Peso húmedo material / Pesos cemento) x 42.5

- Si la consistencia, medida por el asentamiento o slump, cumple el requisito de diseño (3" a 4") entonces se obtiene el diseño del concreto patrón, caso contrario se deberá aumentar o disminuir el agua de diseño, para lo cual se realizan nuevamente los pasos anteriores, hasta obtener la consistencia deseada.

A continuación se presentan el Cuadro 2-5 y el Cuadro 2-6 para el diseño de mezcla:

Cuadro 2-5: Volumen de agua (L/m<sup>3</sup>)

Asentamiento	Tamaño máximo nominal del agregado grueso (TMN)							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

Fuente: Comité ACI 211.

Cuadro 2-6: Contenido de aire atrapado

TMN	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: Comité ACI 211.

➤ *Procedimiento para el diseño de mezcla del concreto con aditivo anticorrosivo*

El procedimiento para el diseño de mezcla de concreto con aditivo anticorrosivo fue el siguiente:

- Se procedió a la adición de una cierta cantidad de aditivo anticorrosivo (170.0 g, 425.0 g ó 637.5 g x B.C.), según sea el caso, al diseño del concreto patrón para una tanda de 48 kg.
- Debido a que el aditivo anticorrosivo plastificó al concreto, es decir le proporcionó un mayor asentamiento o slump, se procedió a reducir la cantidad de agua efectiva con el fin de obtener un slump de 3" a 4", determinándose de este modo el diseño de mezcla del concreto con aditivo anticorrosivo.

2.1.2.4. *Relación de los diseños de mezcla de concreto elaborados*

A partir del procedimiento descrito en el punto anterior, se procedió a realizar los diseños de mezcla del concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas, los cuales se muestran en el Cuadro 2-7 a continuación:

Cuadro 2-7: Diseño de mezclas de los concretos elaborados

Relación a/c	Concreto	Descripción
0.40 / 0.45 / 0.50	Patrón (P)	Concreto sin aditivo, para las relaciones a/c establecidas.
	P + 0.40%Wc ó P + 170.0 g x B.C	Concreto con aditivo, 0.40% del peso del cemento Aditivo anticorrosivo = 170.0 g x B.C., para las relaciones a/c establecidas.
	P + 1.00%Wc ó P + 425.0 g x B.C	Concreto con aditivo, 1.00% del peso del cemento Aditivo anticorrosivo = 425.0 g x B.C., para las relaciones a/c establecidas.
	P + 1.50%Wc ó P + 637.5 g x B.C	Concreto con aditivo, 1.50% del peso del cemento Aditivo anticorrosivo = 637.5 g x B.C., para las relaciones a/c establecidas.

Fuente: Elaboración propia.



### 2.1.3. Pruebas Realizadas al Concreto Fresco

Las pruebas realizadas al concreto fresco fueron las siguientes:

- Consistencia.
- Fluidez.
- Peso unitario.
- Contenido de aire.
- Exudación.
- Tiempo de fraguado.

#### 2.1.3.1. Consistencia (NTP 339.035)

El procedimiento para la determinación de la consistencia del concreto fresco por el método de medición del asentamiento con el cono de Abrams fue el siguiente:

- Se humedecieron todos aquellos equipos y instrumentos que fueron utilizados en el ensayo (molde tronco-cónico, la mezcladora, la carretilla, el badilejo, la varilla compactadora), a fin de no dar ni quitar agua a la mezcla.
- El molde tronco-cónico, el cual presenta una base inferior de diámetro de 20 cm, una base superior de diámetro de 10 cm y una altura de 30 cm, se colocó sobre una superficie plana no absorbente, para posteriormente llenarlo en tres capas, de forma que cada capa ocupe la tercera parte del volumen del molde, teniéndose en cuenta que durante el llenado de las capas se mantiene inmóvil el molde pisando firmemente sus aletas laterales.
- Cada capa fue compactada con una barra recta de acero liso, de 5/8" de diámetro con una longitud aproximada de 60 cm y terminada en punta semiesférica (previamente remojada), mediante 25 golpes distribuidos uniformemente en forma espiral, teniéndose en cuenta que la barra penetre ligeramente la capa inmediata inferior.
- La última capa se llenó por exceso de material y se procedió a la compactación, procediéndose luego al enrasado de la parte superior del molde con la barra compactadora.
- Se levanta el molde en forma vertical de manera cuidadosa, para luego medir el asentamiento (slump) determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro del material desplazado.

### 2.1.3.2. *Fluidez (NTP 339.085)*

El procedimiento para la determinación de la fluidez del concreto fresco fue el siguiente:

- Se humedecieron todos aquellos equipos y instrumentos que fueron utilizados en el ensayo (molde tronco-cónico, mesa de sacudidas, la mezcladora, la carretilla, el badilejo, la varilla compactadora), a fin de no dar ni quitar agua a la mezcla.
- El molde tronco-cónico, el cual presenta una base inferior de diámetro de 25 cm, una base superior de diámetro de 12 cm y una altura de 13 cm, se colocó sobre la mesa de sacudidas,
- Se llenó el molde en dos capas de igual volumen y se procedió a compactar mediante 25 golpes por cada capa.
- Se retira en forma vertical el molde tronco-cónico y se procede a sacudir la mesa mediante 15 golpes en 15 segundos, producto de girar la manivela del equipo de sacudidas.
- Luego de sacudir la mesa, se tomaron seis mediciones del diámetro de la muestra de concreto esparcida en la mesa y se procedió al cálculo de la fluidez del concreto fresco de la siguiente manera:

$$\%fluidez = \left( \frac{Df - Di}{100} \right) \times 100$$

Donde:

%f: Índice de consistencia expresado en porcentaje.

Df: Diámetro promedio final del concreto en centímetros.

Di: Diámetro de la base inferior del molde tronco-cónico (25 cm).

### 2.1.3.3. *Peso unitario (NTP 339.046)*

El procedimiento para la determinación del peso unitario del concreto fresco fue el siguiente:

- Se humedecieron todos aquellos equipos y instrumentos que fueron utilizados en el ensayo (balde metálico  $\frac{1}{2}$  pie<sup>3</sup>, la mezcladora, la carretilla, el badilejo, la varilla compactadora), a fin de no dar ni quitar agua a la mezcla.
- Se llenó el balde metálico de  $\frac{1}{2}$  pie<sup>3</sup> en tres capas de igual volumen.

- Cada capa fue compactada con una barra recta de acero liso, de 5/8" de diámetro con una longitud aproximada de 60 cm y terminada en punta semiesférica, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente, siendo la última capa enrasada, eliminándose de esta manera el material sobrante. Después de compactar cada capa se golpeo ligeramente las caras del balde 10 a 15 veces con un martillo de goma para eliminar las burbujas de aire que se pudieran haber formado.
- Se pesó el material.
- A partir del peso del material compactado y el volumen del balde metálico de 1/2 pie<sup>3</sup> se calculó el peso unitario compactado.

#### 2.1.3.4. Contenido de aire – método gravimétrico (NTP 339.083)

El procedimiento para la determinación del contenido de aire del concreto fresco fue el siguiente:

- A partir de la determinación del peso unitario del concreto fresco se procedió a calcular el contenido de aire del concreto de la siguiente manera:

$$\% \text{ Contenido de aire} = \left( \frac{P.U.C.F. - P.U.D.}{P.U.C.F.} \right)$$

Donde:

P.U.C.F.: Peso unitario del concreto fresco.

P.U.D.: Peso unitario del concreto fresco del diseño.

#### 2.1.3.5. Exudación (NTP 339.077)

El procedimiento para la determinación de la exudación del concreto fresco fue el siguiente:

- Se humedecieron todos aquellos equipos y instrumentos que fueron utilizados en el ensayo (balde metálico 1/2 pie<sup>3</sup>, la mezcladora, la carretilla, el badilejo, la varilla compactadora), a fin de no dar ni quitar agua a la mezcla.
- Se llenó el balde metálico de 1/2 pie<sup>3</sup> en tres capas de igual volumen, teniéndose en cuenta que la última capa tuvo 1 pulgada libre de altura sin llenar de concreto.

- Cada capa fue compactada con una barra recta de acero liso, de 5/8" de diámetro con una longitud aproximada de 60 cm y terminada en punta semiesférica, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente, siendo la última capa enrasada, eliminándose de esta manera el material sobrante. Se tuvo en cuenta que después de compactar cada capa se golpeo ligeramente las caras del balde 10 a 15 veces con un martillo de goma para eliminar las burbujas de aire que se pudieran haber formado.
- Se niveló la superficie de la muestra, se registró la hora y se determinó el peso del recipiente y su contenido.
- Luego se colocó el recipiente y su contenido sobre una superficie nivelada y se cubrió el recipiente para que no se evaporara el agua exudada mientras que duraba el ensayo.
- Se fue retirando el agua que se acumulaba en la superficie a razón de 10 min durante los primeros 40 min, y luego a razón de 30 min hasta que el proceso de exudación terminara.
- Con los datos obtenidos se calculó la exudación de la siguiente manera:

$$C = \left(\frac{w}{W}\right) \times S \qquad \% \text{ Exudación} = \left(\frac{D}{C}\right) \times 100$$

Donde:

C: Peso del agua en la muestra de ensayo, en g.

w: Peso del agua de mezclado neta (cantidad de agua total menos el agua absorbida por los agregados).

W: Peso total de la tanda, en kg.

S: Peso de la muestra, en g.

D: Peso del agua de exudación, en g.

#### 2.1.3.6. Tiempo de fraguado (NTP 339.082)

El procedimiento para la determinación del tiempo de fraguado del concreto fresco fue el siguiente:

- Se humedecieron todos aquellos equipos y instrumentos que fueron utilizados en el ensayo (2 moldes cilíndricos, la mezcladora, la carretilla, el badilejo, la varilla compactadora), a fin de no dar ni quitar agua a la mezcla.

- Se registro el tiempo en el que se inicia el contacto entre el agua y el cemento.
- Se tamizó el concreto fresco por la malla N° 4 y luego se mezcló el mortero a mano.
- Se colocó el mortero en los moldes cilíndricos, de diámetro 17.7 cm y altura 17.7 cm, en una sola capa y con la parte semiesférica de la varilla compactadora se compactó uniformemente el mortero una vez por cada 650 mm<sup>2</sup> del área superficial, para dichos moldes correspondían 38 golpes en cada uno. Se completo la compactación golpeando los lados del contenedor para eliminar el aire y nivelar la superficie.
- Según el estado de endurecimiento del mortero se colocó una aguja del tamaño apropiado, para luego insertarla en el aparato de penetración y ponerlo en contacto con la superficie del mortero, antes de realizar la penetración se retiró el agua producto de la exudación.
- Se aplicó gradualmente una fuerza vertical hacia abajo hasta que la aguja penetre en el mortero a una profundidad de 25 mm hasta la marca en la aguja en un tiempo aproximado de 10 segundos.
- Se registró la fuerza aplicada, el área de la aguja de penetración y la hora de ensayo.
- Se tuvo en consideración para posteriores ensayos de penetración evitar las zonas alteradas por penetraciones anteriores, para esto la distancia entre la aguja y una penetración anterior debe ser al menos 2 diámetros de la aguja que se está utilizando y en ningún caso menos de 15 mm. Además la distancia entre la aguja y la pared del molde debe ser al menos 25 mm.
- Para cada ensayo de fraguado se realizo por lo menos 6 penetraciones y los intervalos de tiempo entre ellas fueron tales que suministraron puntos adecuados y lo suficientemente espaciados para obtener una curva satisfactoria de resistencia a la penetración versus tiempo transcurrido.
- Se continuo el ensayo hasta que la resistencia a la penetración sea de por lo menos 27.6 MPa (4,000 Lb/pulg<sup>2</sup>).

#### 2.1.4. Pruebas Realizadas al Concreto Endurecido

Las pruebas realizadas al concreto endurecido fueron las siguientes:

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral.
- Módulo de elasticidad estático.
- Ensayo de absorción a presión de 0 m de columna de agua (0 psi).
- Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado.

##### 2.1.4.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034)

El procedimiento para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto endurecido fue el siguiente:

- Se retiraron las probetas cilíndricas de la poza de curado a los 28 días de fabricado el concreto.
- Se midió el diámetro y la altura de cada probeta cilíndrica a ensayar con una aproximación de 0.1 mm con un vernier o pie de rey.
- Se colocó la probeta sobre el bloque inferior de apoyo de la máquina de compresión y se centro.
- Se aplicó una carga en forma continua y constante, la velocidad de carga estuvo en el rango de 0.14 a 0.34 MPa/s, hasta que falle la probeta por el esfuerzo de compresión.
- Se anotó la carga máxima.
- Con los datos obtenidos se calculó la resistencia a la compresión de la siguiente manera:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f'c$ : Resistencia a la compresión ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

P: Carga máxima de rotura en kilogramos (kg).

A: Área de la superficie de contacto ( $\text{cm}^2$ ).

#### 2.1.4.2. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral (NTP 339.084)

El procedimiento para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del concreto endurecido fue el siguiente:

- Se retiraron las probetas cilíndricas de la poza de curado a los 28 días de fabricado el concreto.
- Se midió el diámetro y la longitud de cada probeta cilíndrica a ensayar con una aproximación de 0.1 mm con un vernier o pie de rey.
- Se colocan las superficies planas de metal, los listones de apoyo de madera y la probeta en forma horizontal en la máquina de compresión y se centro.
- Se aplicó una carga en forma continua y constante, la velocidad de carga estuvo en el rango de 689 kPa/min a 1380 kPa/min, hasta que falle la probeta por el esfuerzo de tracción por compresión diametral.
- Se anotó la carga máxima.
- Con los datos obtenidos se calculó la resistencia a la tracción por compresión diametral de la siguiente manera:

$$T = \frac{2P}{\pi LD}$$

Donde:

T: Resistencia a la tracción por compresión diametral (kg/cm<sup>2</sup>).

P: Carga máxima de rotura en kilogramos (kg).

L: Longitud de la probeta cilíndrica (cm).

D: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

#### 2.1.4.3. Módulo de elasticidad estático (ASTM C 469)

El procedimiento para la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto endurecido fue el siguiente:

- Se retiraron las probetas cilíndricas de la poza de curado a los 28 días de fabricado el concreto.
- Se procedió a la instalación del equipo utilizado para la determinación del módulo de elasticidad estático, para lo cual la probeta cilíndrica es centrada en el interior del equipo y se fija a este.

- La probeta conjuntamente con el equipo se colocaron en la máquina de compresión y se procedió a calibrar el extensómetro del equipo de módulo de elasticidad estático.
- Después de calibrado el equipo, se procedió a aplicar una carga en forma continua y constante con la máquina de compresión, con lo cual se procedió a tomar las lecturas del extensómetro cada 2 toneladas hasta llegar a una carga máxima correspondiente al 40% de la carga de resistencia a la compresión.
- Con los datos obtenidos se calculó el módulo de elasticidad estático de la siguiente manera:

$$M.E.E. = \frac{e2 - e1}{d2 - 0.00005}$$

Donde:

e2: Esfuerzo al 40% del  $f'c$  (kg/cm<sup>2</sup>).

e1: Esfuerzo cuando la deformación es de  $0.5 \times 10^{-4}$  (kg/cm<sup>2</sup>).

d2: Deformación unitaria correspondiente al esfuerzo e2.

- El cálculo del módulo de elasticidad estático del material también se puede realizar utilizando la fórmula según el ACI 318 de la siguiente manera:

$$Ec = 4700 \times f'c^{0.5}$$

Donde:

$f'c$ : Resistencia a la compresión (MPa).

#### 2.1.4.4. *Ensayo de absorción a presión de 0 m de columna de agua (0 psi)*

El procedimiento para la determinación de la absorción del concreto endurecido fue el siguiente:

- Se retiraron las probetas cilíndricas de la poza de curado a los 28 días de fabricado el concreto.
- Se procedió al secado superficial y posterior pesado de las probetas cilíndricas obteniéndose sus pesos saturados superficialmente secos.
- Se secaron las probetas cilíndricas en un horno a una temperatura de  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 3 a 4 horas.



- Se pesaron las probetas cilíndricas obteniéndose sus pesos secos.
- Con los datos obtenidos se calculó la absorción del concreto endurecido de la siguiente manera:

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

Donde:

%Abs: Porcentaje de absorción (%).

P<sub>sss</sub>: Peso saturado superficialmente seco de la probeta cilíndrica (g).

P<sub>s</sub>: Peso seco de la probeta cilíndrica (g).

#### 2.1.4.5. *Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado*

El procedimiento para el ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado en el concreto endurecido fue el siguiente:

- Se retiraron las probetas cilíndricas de la poza de curado a los 28 días de fabricado el concreto.
- Fase inicial (ciclo 0):
  - Se secaron las probetas cilíndricas en un horno a una temperatura de 110 °C ± 5 °C durante 3 a 4 horas.
  - Se retiraron las probetas cilíndricas del horno y se dejaron enfriar.
  - Se pesaron las probetas cilíndricas obteniéndose sus pesos iniciales.
- Fase de humedecido y secado:
  - Se procedió a sumergir las probetas cilíndricas en la solución de Cloruro de sodio durante 24 horas.
  - Se secaron las probetas cilíndricas en un horno a una temperatura de 110 °C ± 5 °C durante 3 a 4 horas.
  - Se retiraron las probetas cilíndricas del horno y se dejaron enfriar.
  - Se pesaron las probetas cilíndricas obteniéndose sus pesos para un ciclo de ensayo.
- Se siguió con la fase de humedecido y secado por una cantidad determinada de ciclos hasta que la pérdida del peso acumulado de las probetas cilíndricas sea por lo menos un 40% del máximo peso acumulado.

## 2.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

Para la presente investigación se elaboraron 348 probetas de concreto de 4"x8" y 36 probetas de concreto de 6"x12" dando un total de 384 probetas de concreto, las cuales se distribuyeron dependiendo del tipo de ensayo a realizar según se muestra en el Cuadro 2-8 a continuación:

Cuadro 2-8: Distribución de las probetas de concreto elaboradas

Ensayo	Probeta	Días de curado en agua	Relación a/c: 0.40 / 0.45 / 0.50
			Concreto: Patrón (P) / P + 170.0 g x B.C / P + 425.0 g x B.C / P + 637.5 g x B.C
RC	4"x8"	7	3
		28	6
TCD	6"x12"	28	2
MEE	6"x12"	28	1
%Abs, C	4"x8"	28	20
Sub-total	-	-	32x3x4
Total	-	-	384

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

RC: Resistencia a la compresión.

TCD: Resistencia a la tracción simple por compresión diametral.

MEE: Módulo de elasticidad estático.

%Abs: Porcentaje de absorción.

C: Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado.

Para la identificación de las probetas se uso el siguiente distintivo:

# de probeta	Concreto – a/c
	Ensayo
Fecha de Obtención:	
Fecha de ensayo:	

Donde:

N° de probeta : 1 hasta 32

Concreto : Patrón (P), P+0.40%Wc, P+1.00%Wc, P+1.50%Wc

Relación a/c : 0.40, 0.45, 0.50

Ensayo :

Resistencia a la compresión a los 7 días	RC-7-1 hasta RC-7-3
Resistencia a la compresión a los 28 días	RC-28-1 hasta RC-28-6
Resistencia a la tracción por compresión diametral	TCD-1 y TCD-2
Módulo de elasticidad estático	MEE
Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado	C-1 hasta C-20

### CAPÍTULO III: RESULTADO DE LOS ENSAYOS

#### 3.1. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

En el Cuadro 3-1 y en el Cuadro 3-2 se presentan los resultados de las propiedades físicas de los agregados utilizados.

Cuadro 3-1: Propiedades físicas de los agregados – Primer lote

AGREGADOS	ITEM	Arena	Piedra
	P.e. (g/cm <sup>3</sup> )	2.66	2.66
	P.U.S. (kg/m <sup>3</sup> )	1,737	1,356
	P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )	1,955	1,536
	Abs. (%)	1.39	0.84
	C.H. (%)	1.87	0.32
	TMN (pulg)	-	1
	MF	3.11	7.59
COMBINACIÓN (%)		50.00	50.00

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3-2: Propiedades físicas de los agregados – Segundo lote

AGREGADOS	ITEM	Arena	Piedra
	P.e. (g/cm <sup>3</sup> )	2.70	2.69
	P.U.S. (kg/m <sup>3</sup> )	1,693	1,409
	P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )	1,962	1,605
	Abs. (%)	0.86	0.95
	C.H. (%)	3.04	0.48
	TMN (pulg)	-	1
	MF	3.11	7.36
COMBINACIÓN (%)		55.00	45.00

Fuente: Elaboración propia.

En el anexo A se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.2. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA DEL CONCRETO

#### 3.2.1. Diseño de Mezcla Relación a/c=0.50

##### 3.2.1.1. *Diseño Patrón (P) – 0.50*

En el Cuadro 3-3 se presenta el diseño de mezcla del concreto sin aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.50.

Cuadro 3-3: Diseño Patrón (P) – 0.50

Agua 235 L Slump 4"	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
	Cemento	470	470	9.73	42.50	Kg
	Agua	235	235	4.87	21.28	L
	Arena	798	813	16.83	73.49	Kg
	Piedra	798	800	16.57	72.37	Kg
	Aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	g
	P.U.C.F.	2301	2318	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

##### 3.2.1.2. *Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.50*

En el Cuadro 3-4 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 170.0 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.50.

Cuadro 3-4: Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.50

Agua 227 L Slump 4"	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
	Cemento	470	470	9.73	42.50	Kg
	Agua	227	227	4.70	20.53	L
	Arena	798	813	16.83	73.49	Kg
	Piedra	798	800	16.57	72.37	Kg
	Aditivo	1880	1880	38.90	170.00	g
	P.U.C.F.	2295	2312	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1.3. *Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.50*

En el Cuadro 3-5 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 425.0 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.50.

Cuadro 3-5: Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.50

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
217 L	Cemento	470	470	9.73	42.50	Kg
Slump	Agua	217	217	4.49	19.61	L
4"	Arena	798	813	16.83	73.49	Kg
	Piedra	798	800	16.57	72.37	Kg
	Aditivo	4700	4700	97.30	425.00	g
	P.U.C.F.	2288	2305	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1.4. *Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.50*

En el Cuadro 3-6 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 637.5 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.50.

Cuadro 3-6: Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.50

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
198 L	Cemento	470	470	9.73	42.50	Kg
Slump	Agua	198	198	4.10	17.91	L
4"	Arena	798	813	16.83	73.49	Kg
	Piedra	798	800	16.57	72.37	Kg
	Aditivo	7050	7050	146.00	637.50	g
	P.U.C.F.	2271	2288	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Diseño de Mezcla Relación a/c=0.45

3.2.2.1. *Diseño Patrón (P) – 0.45*

En el Cuadro 3-7 se presenta el diseño de mezcla del concreto sin aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.45.

Cuadro 3-7: Diseño Patrón (P) – 0.45

	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
Agua 268 L Slump 4"	Cemento	596	596	12.45	42.50	Kg
	Agua	268	254	5.31	18.12	L
	Arena	782	806	16.85	57.52	Kg
	Piedra	638	641	13.39	45.72	Kg
	Aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	g
	P.U.C.F.	2283	2296	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.2. *Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.45*

En el Cuadro 3-8 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 170.0 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.45.

Cuadro 3-8: Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.45

	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
Agua 250 L Slump 4"	Cemento	596	596	12.45	42.50	Kg
	Agua	250	236	4.93	16.83	L
	Arena	782	806	16.85	57.52	Kg
	Piedra	638	641	13.39	45.72	Kg
	Aditivo	2382	2382	49.80	170.00	g
	P.U.C.F.	2268	2280	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.3. *Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.45*

En el Cuadro 3-9 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 425.0 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.45.

Cuadro 3-9: Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.45

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
230 L	Cemento	596	596	12.45	42.50	Kg
Slump	Agua	230	216	4.52	15.43	L
4"	Arena	782	806	16.85	57.52	Kg
	Piedra	638	641	13.39	45.72	Kg
	Aditivo	5956	5956	124.50	425.00	g
	P.U.C.F.	2252	2264	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.4. *Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.45*

En el Cuadro 3-10 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 637.5 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.45.

Cuadro 3-10: Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.45

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
225 L	Cemento	596	596	12.45	42.50	Kg
Slump	Agua	225	211	4.42	15.09	L
4"	Arena	782	806	16.85	57.52	Kg
	Piedra	638	641	13.39	45.72	Kg
	Aditivo	8933	8933	186.70	637.50	g
	P.U.C.F.	2249	2263	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.



### 3.2.3. Diseño de Mezcla Relación a/c=0.40

#### 3.2.3.1. Diseño Patrón (P) – 0.40

En el Cuadro 3-11 se presenta el diseño de mezcla del concreto sin aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.40.

Cuadro 3-11: Diseño Patrón (P) – 0.40

Agua 280 L Slump 4"	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
	Cemento	700	700	14.68	42.50	Kg
	Agua	280	267	5.60	16.22	L
	Arena	715	737	15.44	44.72	Kg
	Piedra	583	585	12.28	35.55	Kg
	Aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	g
	P.U.C.F.	2278	2289	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2.3.2. Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.40

En el Cuadro 3-12 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 170.0 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.40.

Cuadro 3-12: Diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.40

Agua 261 L Slump 4"	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
	Cemento	700	700	14.68	42.50	Kg
	Agua	261	248	5.20	15.06	L
	Arena	715	737	15.44	44.72	Kg
	Piedra	583	585	12.28	35.55	Kg
	Aditivo	2800	2800	58.70	170.00	g
	P.U.C.F.	2262	2273	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.3. *Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.40*

En el Cuadro 3-13 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 425.0 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.40.

Cuadro 3-13: Diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.40

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
254 L	Cemento	700	700	14.68	42.50	Kg
Slump	Agua	254	241	5.05	14.62	L
4"	Arena	715	737	15.44	44.72	Kg
	Piedra	583	585	12.28	35.55	Kg
	Aditivo	7000	7000	146.80	425.00	g
	P.U.C.F.	2259	2270	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.4. *Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.40*

En el Cuadro 3-14 se presenta el diseño de mezcla del concreto al cual se le añadió 637.5 g por bolsa de cemento de cantidad de aditivo anticorrosivo para la relación a/c=0.40.

Cuadro 3-14: Diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.40

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
245 L	Cemento	700	700	14.68	42.50	Kg
Slump	Agua	245	232	4.87	14.10	L
4"	Arena	715	737	15.44	44.72	Kg
	Piedra	583	585	12.28	35.55	Kg
	Aditivo	10500	10500	220.20	637.50	g
	P.U.C.F.	2254	2265	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

En el anexo B se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.3. RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO FRESCO

#### 3.3.1. Resultados de los Ensayos de Consistencia

En el Cuadro 3-15 se presentan los resultados de los ensayos de consistencia obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-15: Resultados de los ensayos de consistencia

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	4"	4"	4"	4"
0.45	4"	4"	4"	4"
0.50	4"	4"	4"	4"

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.2. Resultados de los Ensayos de Fluidéz

En el Cuadro 3-16 se presentan los resultados de los ensayos de fluidéz obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-16: Resultados de los ensayos de fluidéz (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	73.33	71.00	71.00	72.67
0.45	77.67	75.67	75.00	74.67
0.50	80.00	78.00	79.67	78.67

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-1 se aprecia la fluidéz obtenida para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

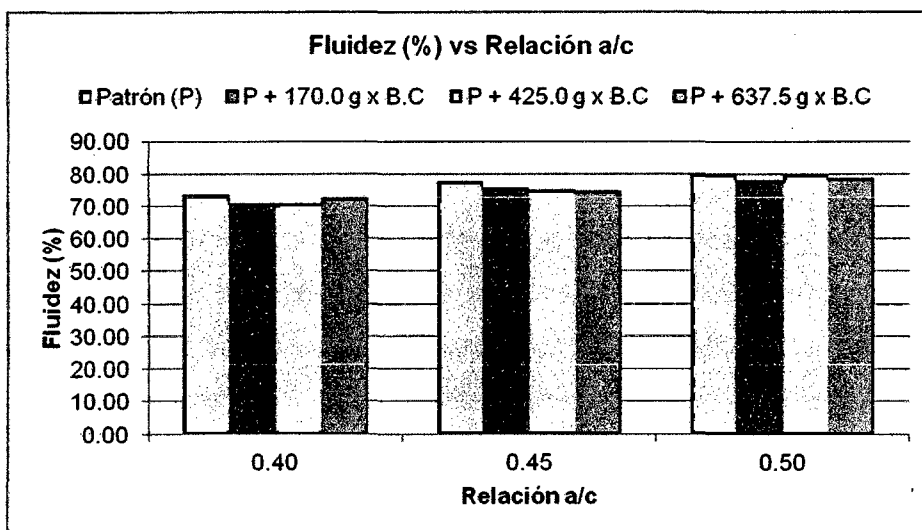


Figura 3-1: Fluidez (%) vs Relación a/c

En el anexo C.1. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.3.3. Resultados de los Ensayos de Peso Unitario

En el Cuadro 3-17 se presentan los resultados de los ensayos de peso unitario obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-17: Resultados de los ensayos de peso unitario (Kg/m<sup>3</sup>)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	2336	2344	2348	2331
0.45	2358	2343	2360	2345
0.50	2374	2385	2366	2361

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-2 se aprecia el peso unitario obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

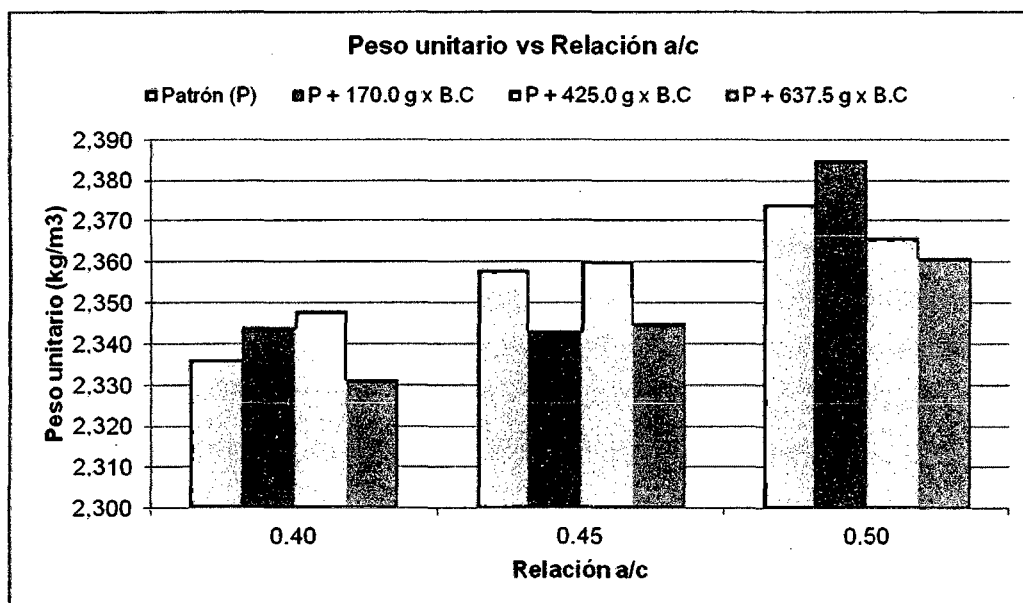


Figura 3-2: Peso unitario vs Relación a/c

En el anexo C.2. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.3.4. Resultados de los Ensayos de Contenido de Aire – Método Gravimétrico

En el Cuadro 3-18 se presentan los resultados de los ensayos de contenido de aire obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-18: Resultados de los ensayos de contenido de aire (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	2.00	3.04	3.33	2.84
0.45	2.62	2.67	4.05	3.52
0.50	2.34	3.06	2.59	3.09

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-3 se aprecia el contenido de aire obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

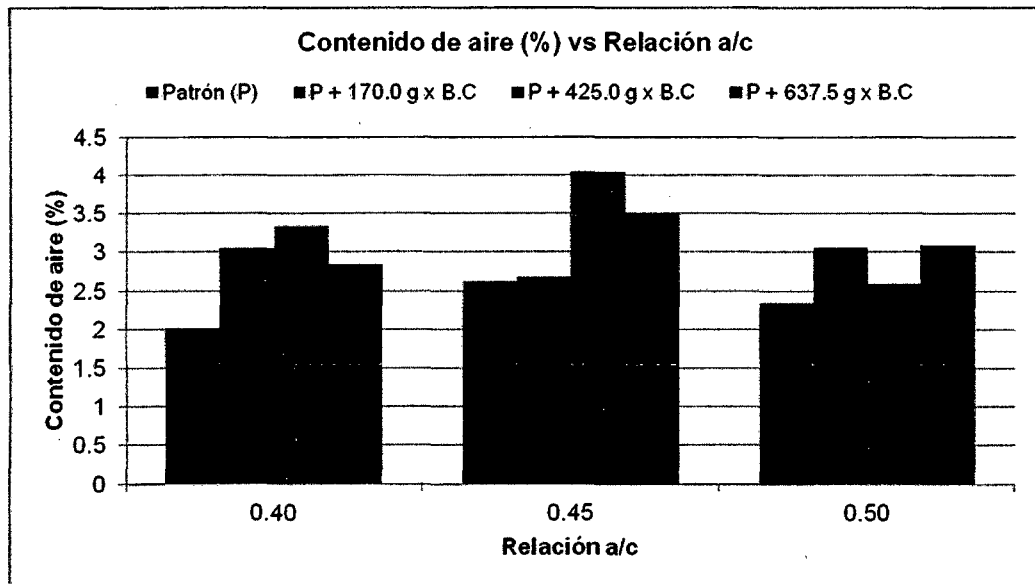


Figura 3-3: Contenido de aire (%) vs Relación a/c

En el anexo C.3. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.3.5. Resultados de los Ensayos de Exudación

En el Cuadro 3-19 se presentan los resultados de los ensayos de exudación obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-19: Resultados de los ensayos de exudación (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	0.25	0.18	0.30	0.05
0.45	0.32	0.20	0.27	0.07
0.50	0.54	0.16	0.18	0.02

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-4 se aprecia la exudación obtenida para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

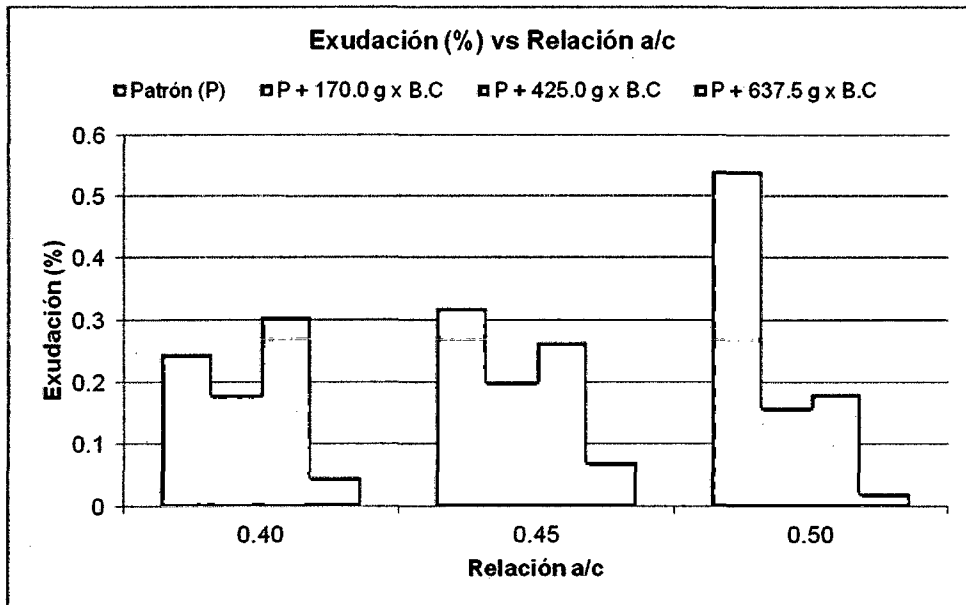


Figura 3-4: Exudación (%) vs Relación a/c

En el anexo C.4. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.3.6. Resultados de los Ensayos de Tiempo de Fraguado

En el Cuadro 3-20 se presentan los resultados de los ensayos de tiempo de fraguado obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-20: Resultados de los ensayos de tiempo de fraguado (h)

Relación a/c	Concreto	Tiempo de fraguado	
		Inicial	Final
0.40	Patrón (P)	5:13:56	6:59:42
	P + 170.0 g x B.C.	6:25:00	8:16:12
	P + 425.0 g x B.C.	8:54:41	11:22:10
	P + 637.5 g x B.C.	10:54:50	15:00:03
0.45	Patrón (P)	4:32:18	5:52:35
	P + 170.0 g x B.C.	5:34:14	7:10:31
	P + 425.0 g x B.C.	8:56:36	11:39:03
	P + 637.5 g x B.C.	10:03:45	12:58:47

Relación a/c	Concreto	Tiempo de fraguado	
		Inicial	Final
0.50	Patrón (P)	04:55:46	06:21:42
	P + 170.0 g x B.C.	05:10:45	06:29:31
	P + 425.0 g x B.C.	09:51:50	11:56:30
	P + 637.5 g x B.C.	09:03:03	10:48:30

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-5 se aprecia el tiempo de fraguado inicial y final obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

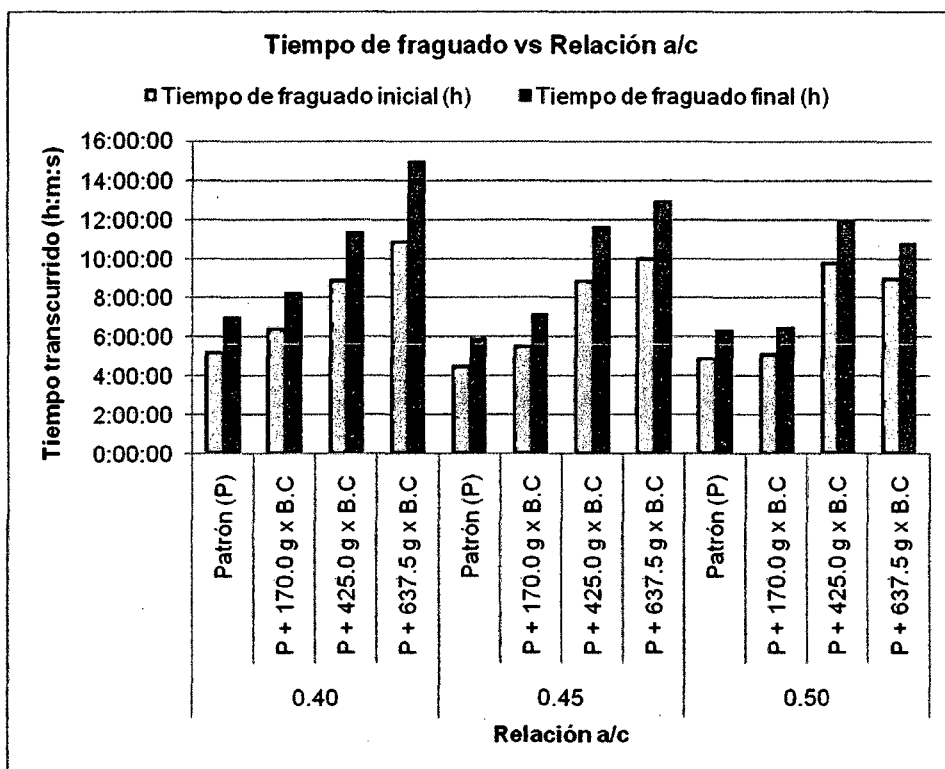


Figura 3-5: Tiempo de fraguado vs Relación a/c

En el anexo C.5. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.



### 3.4. RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO ENDURECIDO

#### 3.4.1. Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Compresión

En el Cuadro 3-21 se presentan los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-21: Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

Relación a/c	Concreto	Resistencia a la compresión - f'c	
		7 días	28 días
0.40	Patrón (P)	433	508
	P + 170.0 g x B.C.	453	511
	P + 425.0 g x B.C.	457	531
	P + 637.5 g x B.C.	518	555
0.45	Patrón (P)	361	441
	P + 170.0 g x B.C.	396	448
	P + 425.0 g x B.C.	435	518
	P + 637.5 g x B.C.	472	561
0.50	Patrón (P)	318	367
	P + 170.0 g x B.C.	319	370
	P + 425.0 g x B.C.	341	399
	P + 637.5 g x B.C.	387	475

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-6 se aprecia la resistencia a la compresión obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

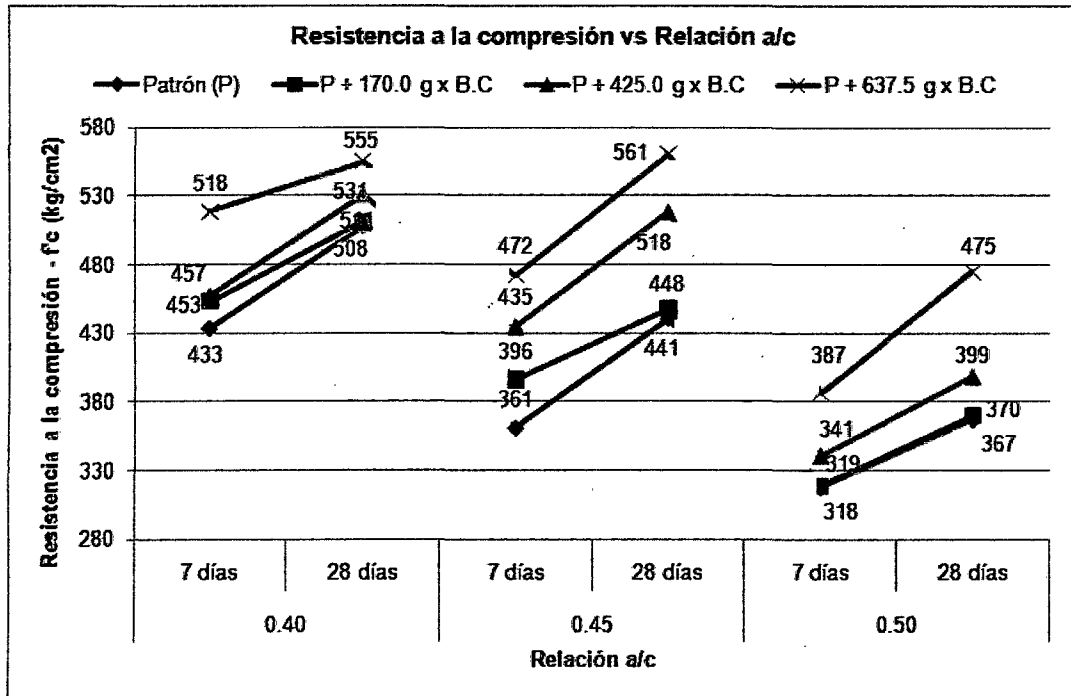


Figura 3-6: Resistencia a la compresión vs Relación a/c

En el anexo D.1. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.4.2. Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Tracción Simple del Concreto por Compresión Diametral

En el Cuadro 3-22 se presentan los resultados de los ensayos de resistencia a la tracción simple por compresión diametral obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-22: Resultados de los ensayos de resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral (kg/cm<sup>2</sup>)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	34	34	35	35
0.45	31	35	38	39
0.50	29	30	32	33

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-7 se aprecia la resistencia a la tracción simple por compresión diametral obtenida para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

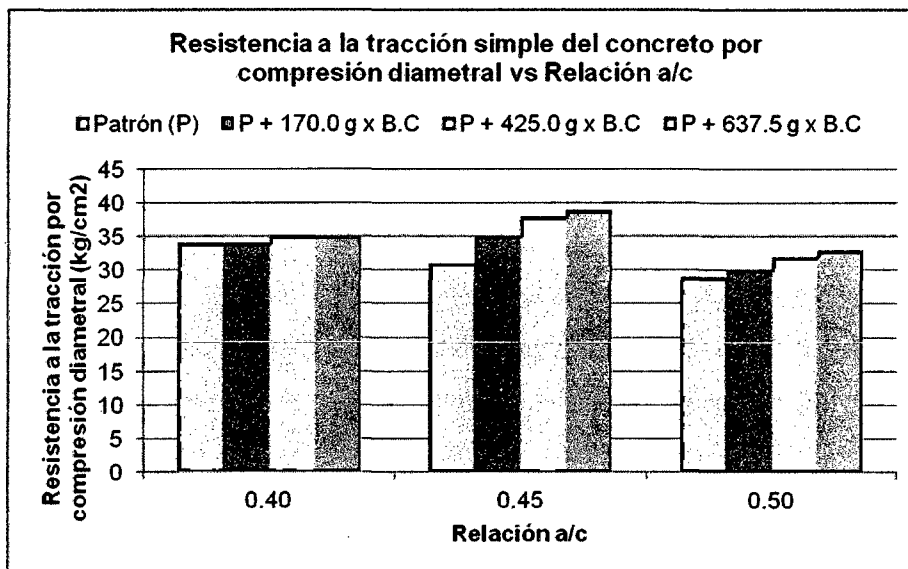


Figura 3-7: Resistencia a la tracción simple por compresión diametral vs Relación a/c

En el anexo D.2. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.4.3. Resultados de los Ensayos de Módulo de Elasticidad Estático

En el Cuadro 3-23 se presentan los resultados de los ensayos de módulo de elasticidad estático obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-23: Resultados de los ensayos de módulo de elasticidad estático (kg/cm<sup>2</sup>)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C	P + 425.0 g x B.C	P + 637.5 g x B.C
0.40	290,972	281,138	269,127	312,840
0.45	308,656	299,604	303,392	328,221
0.50	295,017	298,087	285,938	287,555

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-8 se aprecia el módulo de elasticidad estático obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

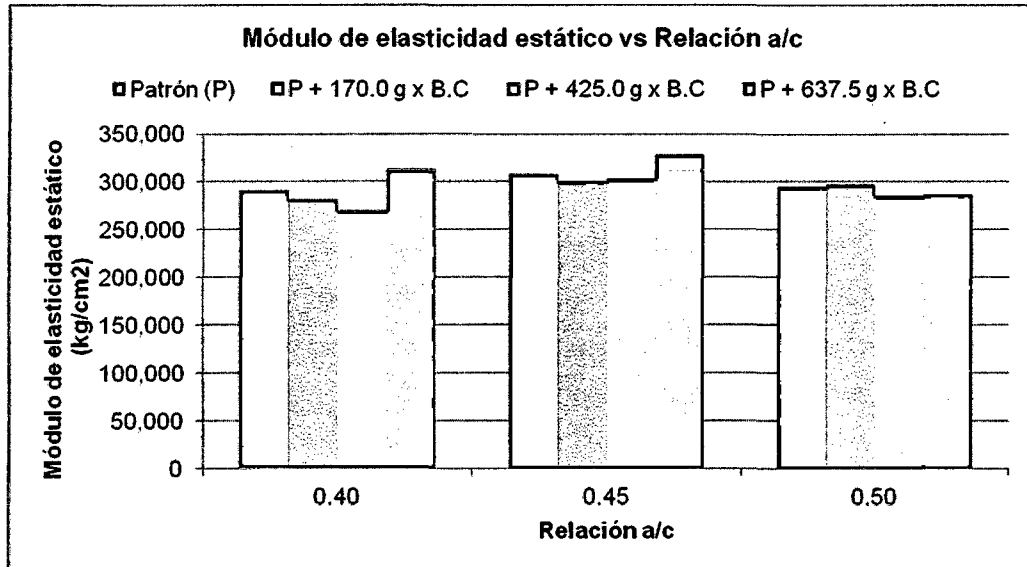


Figura 3-8: Módulo de elasticidad estático vs Relación a/c

En el anexo D.3. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

#### 3.4.4. Resultados del Ensayo de Absorción a presión de 0 m de columna de agua (0 psi)

En el Cuadro 3-24 se presentan los resultados de los ensayos de absorción a presión de 0 m de columna de agua (0 psi) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-24: Resultados de los ensayos de absorción (0 psi) (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	5.02	2.68	3.81	4.62
0.45	5.13	2.96	3.85	4.28
0.50	6.34	5.23	5.57	5.83

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-9 se aprecia la absorción a presión de 0 m de columna de agua (0 psi) obtenida para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

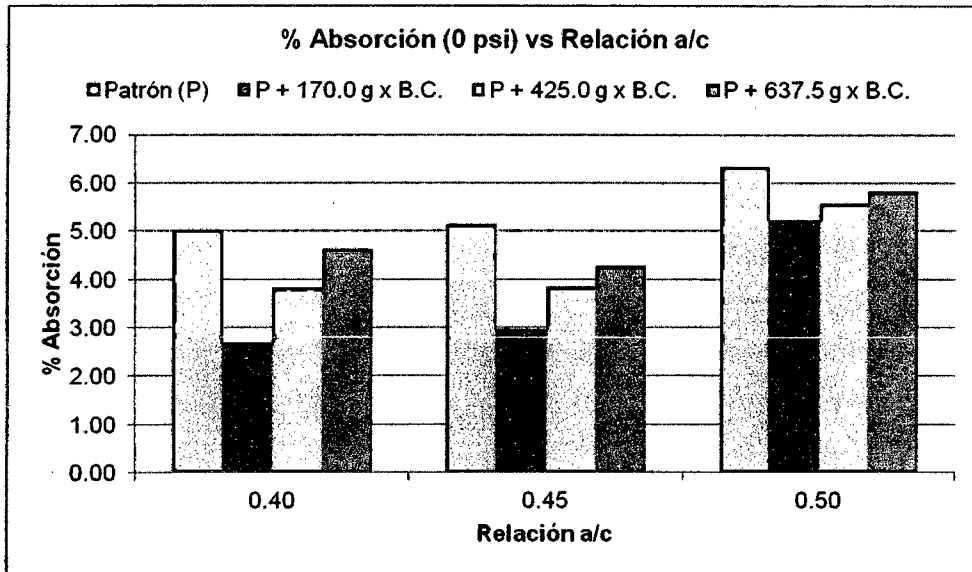


Figura 3-9: % Absorción (0 psi) vs Relación a/c

En el anexo D.4. se muestran los cálculos realizados para los resultados obtenidos.

### 3.4.5. Resultados del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado

En el Cuadro 3-25 se presentan los resultados del ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 3-25: Resultados del ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad (ciclos)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	25	34	28	26
0.45	24	32	28	27
0.50	18	22	21	20

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-10 se aprecia la durabilidad obtenida para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

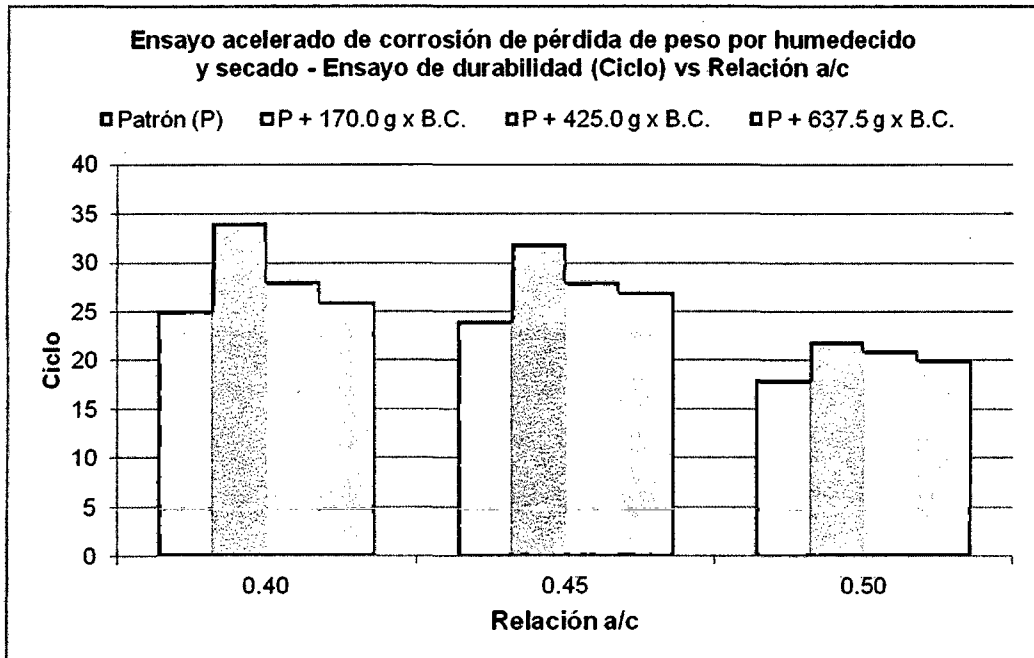


Figura 3-10: Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad vs Relación a/c

En el anexo D.5. se muestran los cuadros y figuras de los datos obtenidos del ensayo realizado.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA DEL CONCRETO

En el Cuadro 4-1 se presentan los porcentajes de reducción del agua efectiva del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-1: % Reducción del agua efectiva con respecto al concreto patrón

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	0.00	7.14	9.82	13.04
0.45	0.00	7.16	14.88	16.76
0.50	0.00	3.49	7.80	15.81

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-1 se muestran los porcentajes de reducción del agua efectiva con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas, de la cual se puede apreciar que conforme aumenta la cantidad de aditivo anticorrosivo, la reducción de agua efectiva también aumenta.

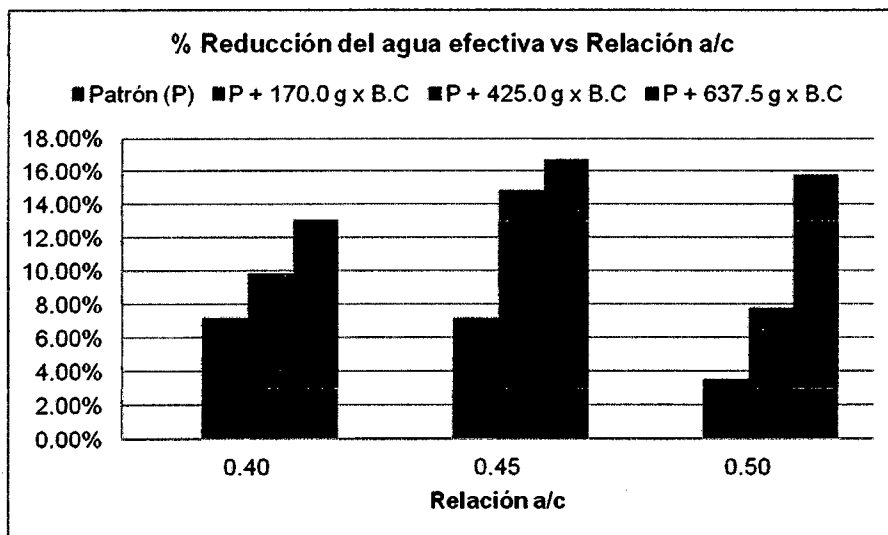


Figura 4-1: % Reducción del agua efectiva con respecto al concreto patrón

## 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO FRESCO

### 4.2.1. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Consistencia

Debido a que el aditivo anticorrosivo plastifico al concreto patrón, es decir produjo un mayor asentamiento al establecido en el diseño (3" a 4"), se tuvo que reducir el agua efectiva, para que de esta forma se homogenicen los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas y así poder realizar diversas comparaciones teniendo como referencia al asentamiento o slump de 4" (caso más desfavorable en el diseño).

### 4.2.2. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Fluidéz

En el Cuadro 4-2 se compara la fluidez del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-2: Fluidéz con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	100.00	96.82	96.82	99.09
0.45	100.00	97.42	96.57	96.14
0.50	100.00	97.50	99.58	98.33

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-2 se aprecia que existe una disminución de la fluidez con respecto al concreto patrón cuando se añade el aditivo anticorrosivo, sin embargo no se puede establecer una tendencia clara cuando se incrementa la cantidad de aditivo anticorrosivo.



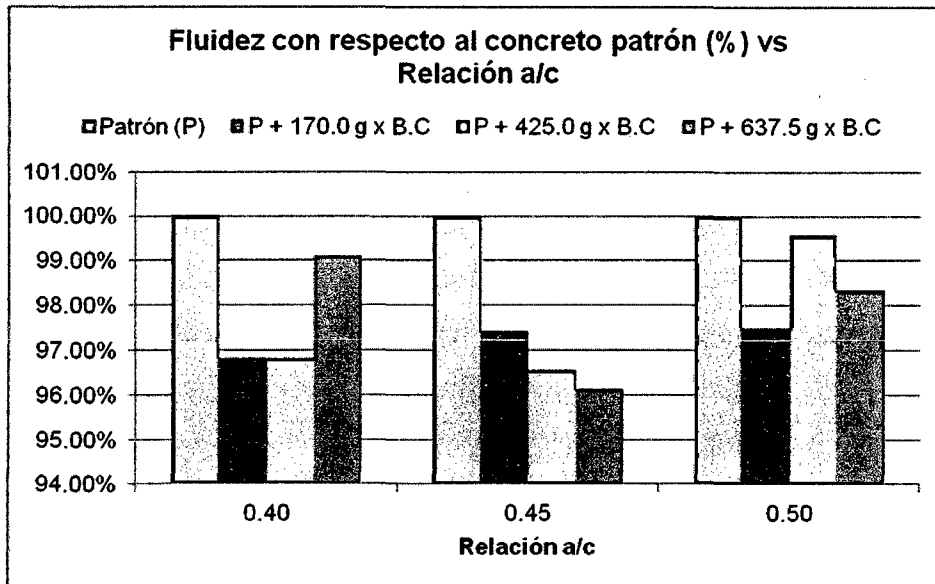


Figura 4-2: Fluidez con respecto al concreto patrón

#### 4.2.3. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Peso Unitario

Debido a que los pesos unitarios obtenidos se encuentran en el rango de 2000 – 2800 kg/m<sup>3</sup> se puede afirmar que los concretos son normales.

En el Cuadro 4-3 se comparan los pesos unitarios del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-3: Peso unitario con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	100.00	100.34	100.51	99.79
0.45	100.00	99.36	100.08	99.45
0.50	100.00	100.46	99.66	99.45

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-3 se aprecia que no existe una tendencia clara cuando se incrementa la cantidad de aditivo anticorrosivo, sin embargo se puede afirmar que las variaciones con respecto al concreto patrón son insignificantes.

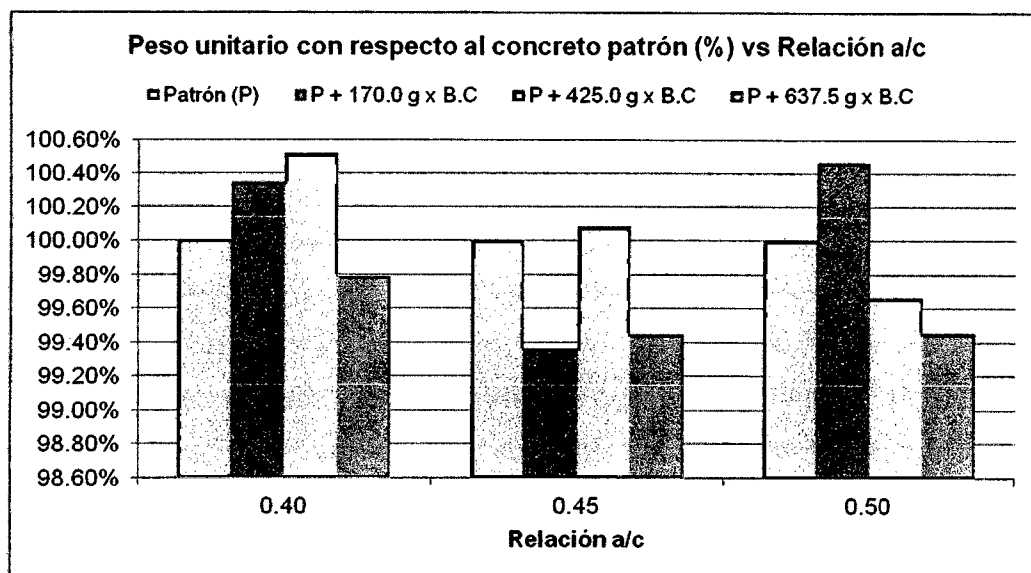


Figura 4-3: Peso unitario con respecto al concreto patrón

#### 4.2.4. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Contenido de Aire – Método Gravimétrico

En el Cuadro 4-4 se compara el contenido de aire del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-4: Contenido de aire con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	100.00	151.52	166.03	141.74
0.45	100.00	101.83	154.45	134.00
0.50	100.00	130.73	110.72	131.71

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-4 se aprecia que existe un aumento del contenido de aire con respecto al concreto patrón cuando se añade el aditivo anticorrosivo, sin embargo no se puede establecer una tendencia clara cuando se incrementa la cantidad de aditivo anticorrosivo.

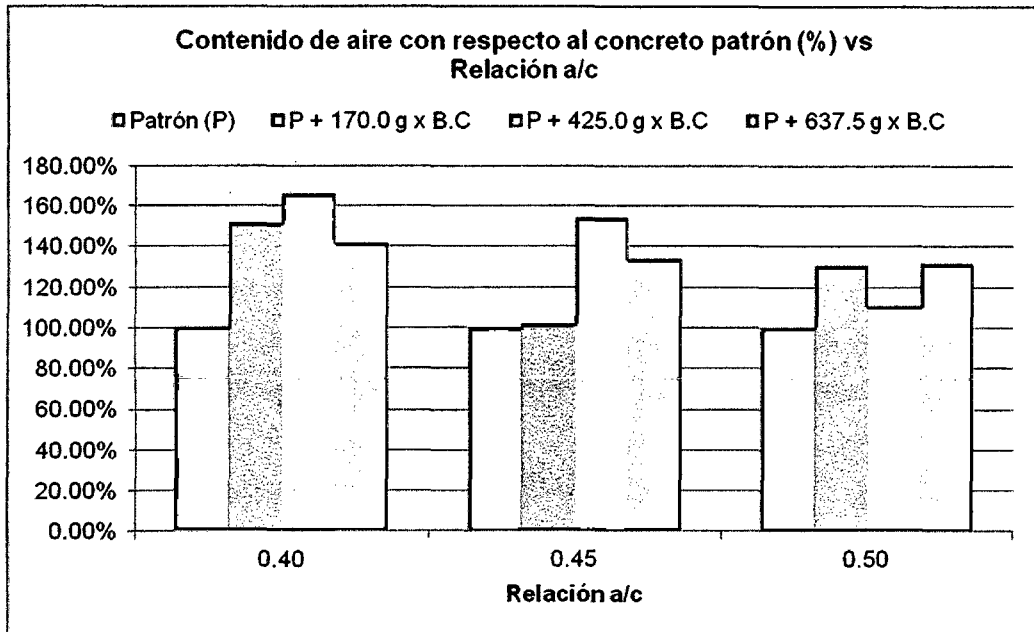


Figura 4-4: Contenido de aire con respecto al concreto patrón

#### 4.2.5. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Exudación

En el Cuadro 4-5 se compara la exudación del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-5: Exudación con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	100.00	73.47	123.89	18.49
0.45	100.00	62.61	83.48	22.39
0.50	100.00	29.38	33.38	3.93

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-5 se aprecia que existe en general una disminución de la exudación con respecto al concreto patrón cuando se añade el aditivo anticorrosivo, sin embargo para el diseño de mezcla P + 425.0 g x B.C - 0.40 la exudación es mayor que la del concreto patrón. Además se puede afirmar que la exudación es casi nula cuando se añade 637.5 g x B.C. de aditivo anticorrosivo.

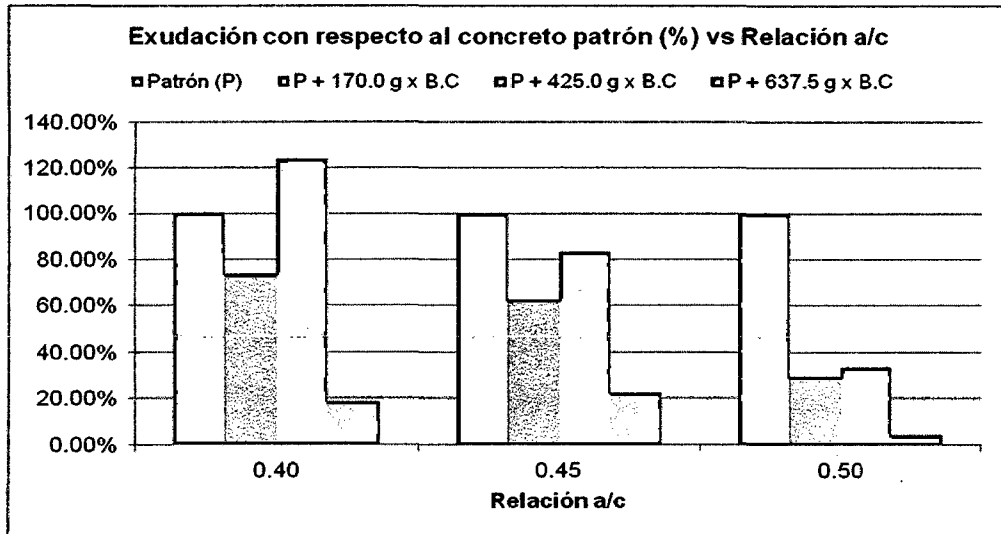


Figura 4-5: Exudación con respecto al concreto patrón

#### 4.2.6. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Tiempo de Fraguado

En el Cuadro 4-6 se comparan los tiempos de fraguado del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-6: Tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Concreto	Tiempo de fraguado	
		Inicial	Final
0.40	Patrón (P)	100.00	100.00
	P + 170.0 g x B.C.	122.64	118.23
	P + 425.0 g x B.C.	170.32	162.54
	P + 637.5 g x B.C.	208.59	214.45
0.45	Patrón (P)	100.00	100.00
	P + 170.0 g x B.C.	122.75	122.10
	P + 425.0 g x B.C.	197.06	198.26
	P + 637.5 g x B.C.	221.72	220.87
0.50	Patrón (P)	100.00	100.00
	P + 170.0 g x B.C.	105.06	102.05
	P + 425.0 g x B.C.	200.10	187.72
	P + 637.5 g x B.C.	183.61	169.90

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-6 y Figura 4-7 se aprecia que existe una tendencia al aumento del tiempo de fraguado inicial y final con respecto al concreto patrón, la cual aumenta cuando se incrementa la cantidad del aditivo anticorrosivo.

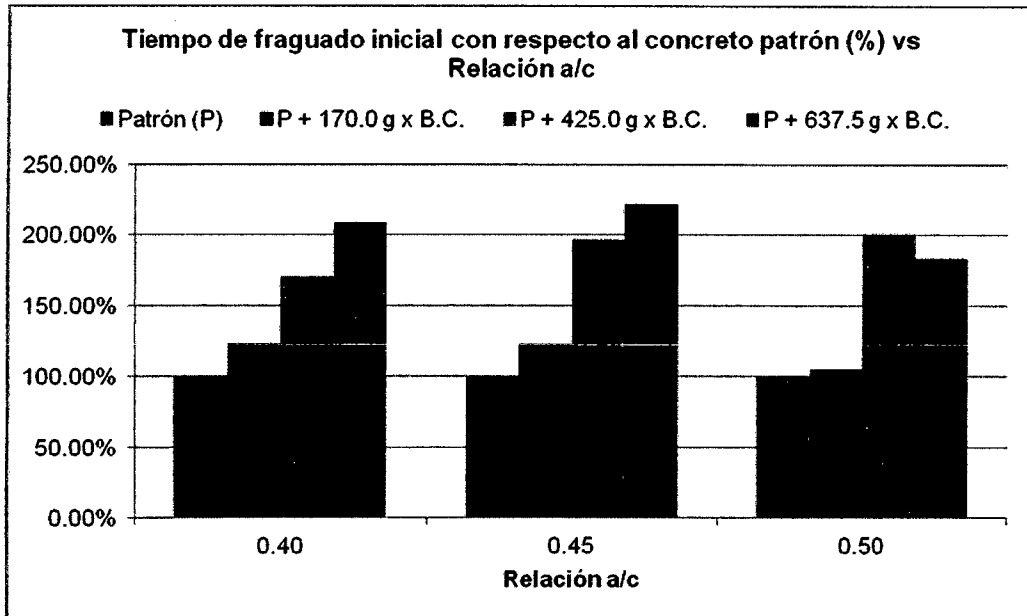


Figura 4-6: Tiempo de fraguado inicial con respecto al concreto patrón

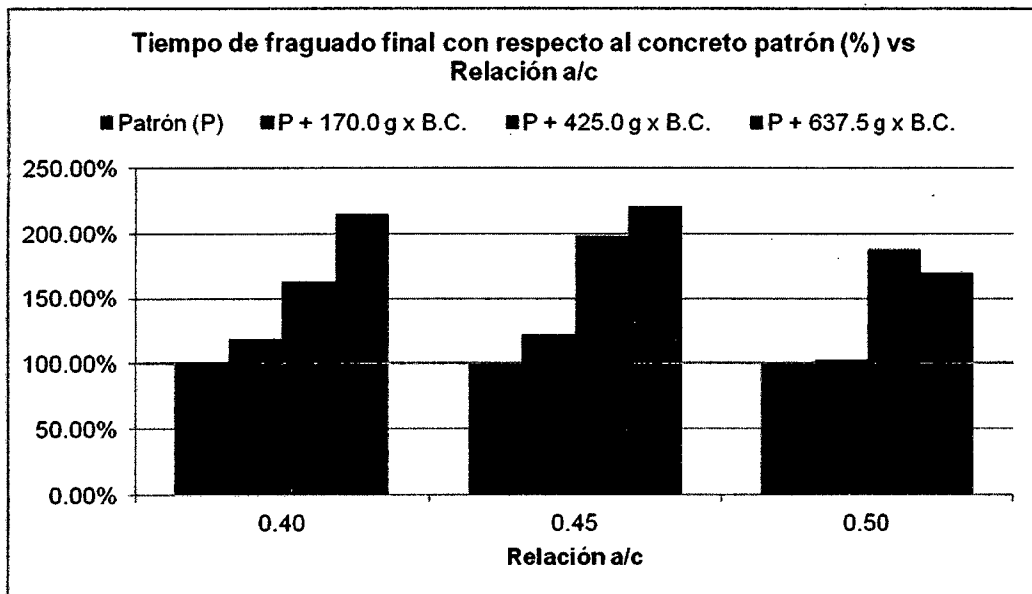


Figura 4-7: Tiempo de fraguado final con respecto al concreto patrón

### 4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO ENDURECIDO

#### 4.3.1. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Compresión

En el Cuadro 4-7 se compara la resistencia a la compresión del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-7: Resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Concreto	Resistencia a la compresión - $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	
		7 días	28 días
0.40	Patrón (P)	100.00	100.00
	P + 170.0 g x B.C	104.62	100.59
	P + 425.0 g x B.C	105.54	104.53
	P + 637.5 g x B.C	119.63	109.25
0.45	Patrón (P)	100.00	100.00
	P + 170.0 g x B.C	109.70	101.59
	P + 425.0 g x B.C	120.50	117.46
	P + 637.5 g x B.C	130.75	127.21
0.50	Patrón (P)	100.00	100.00
	P + 170.0 g x B.C	100.31	100.82
	P + 425.0 g x B.C	107.23	108.72
	P + 637.5 g x B.C	121.70	129.43

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-8 y Figura 4-9 se aprecia que existe una tendencia al aumento de la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, la cual aumenta cuando se incrementa la cantidad del aditivo anticorrosivo. El aumento de la resistencia a la compresión se debe a que el aditivo anticorrosivo actúa como un plastificante – reductor de agua, lo que permite reducir la relación a/c incrementado de esta manera la resistencia a la compresión.

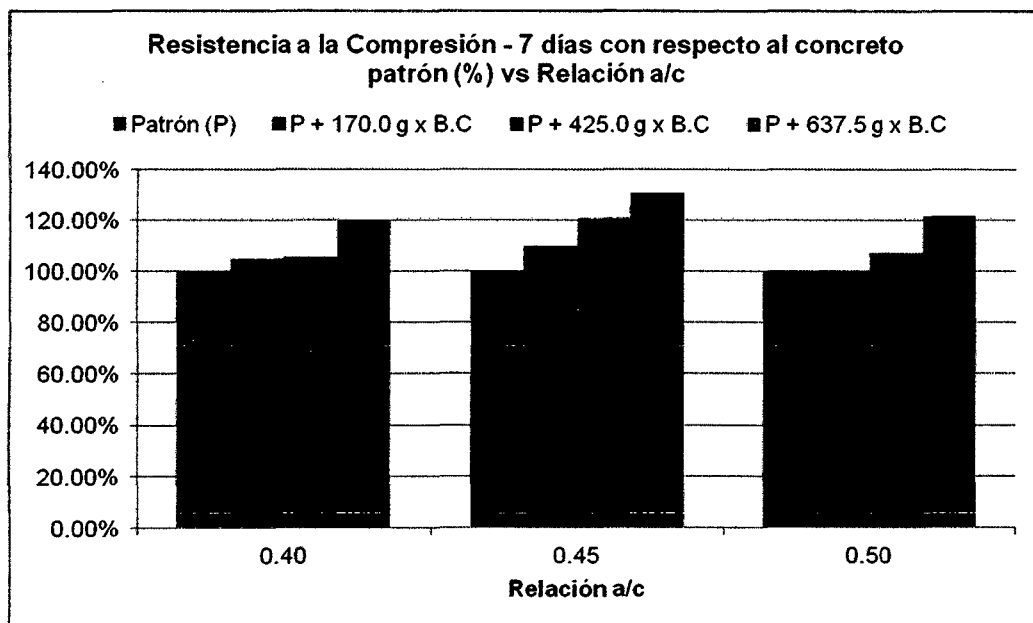


Figura 4-8: Resistencia a la compresión – 7 días con respecto al concreto patrón

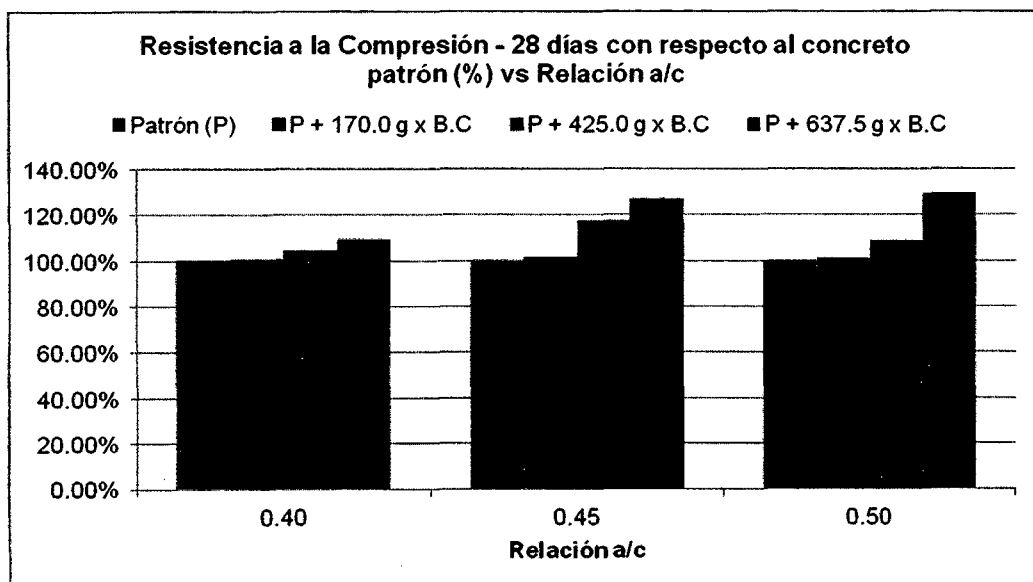


Figura 4-9: Resistencia a la compresión – 28 días con respecto al concreto patrón

### 4.3.2. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Tracción Simple del Concreto por Compresión Diametral

En el Cuadro 4-8 se compara la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenidos para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-8: Resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	100.00	100.00	102.94	102.94
0.45	100.00	112.90	122.58	125.81
0.50	100.00	103.45	110.34	113.79

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-10 se aprecia que existe una tendencia al aumento de la resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto al concreto patrón, la cual aumenta cuando se incrementa la cantidad del aditivo anticorrosivo.

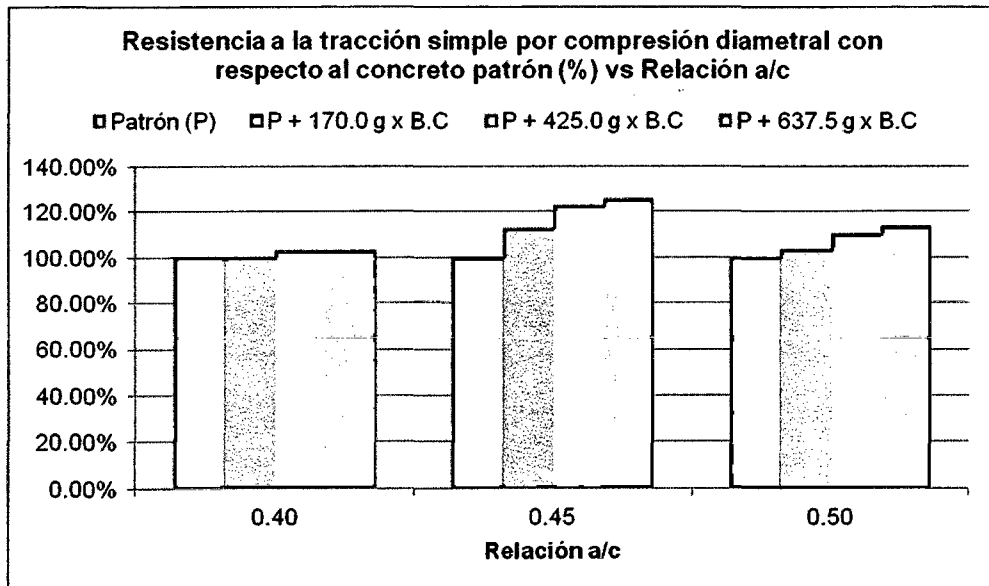


Figura 4-10: Resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto al concreto patrón



### 4.3.3. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Módulo de Elasticidad Estático

En el Cuadro 4-9 se compara el módulo de elasticidad estático del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-9: Módulo de elasticidad estático con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C	P + 425.0 g x B.C	P + 637.5 g x B.C
0.40	100.00%	96.62%	92.49%	107.52%
0.45	100.00%	97.07%	98.29%	106.34%
0.50	100.00%	101.04%	96.92%	97.47%

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-11 se aprecia que existe una tendencia a la disminución del módulo de elasticidad estático con respecto al concreto patrón cuando se añade el aditivo anticorrosivo en las cantidades 170.0 g x B.C. y 425.0 g x B.C. para todas las relaciones a/c establecidas, mientras que cuando se añade el aditivo anticorrosivo en la cantidad de 637.5 g x B.C. el módulo de elasticidad estático presenta una tendencia a aumentar conforme la relación a/c disminuye.

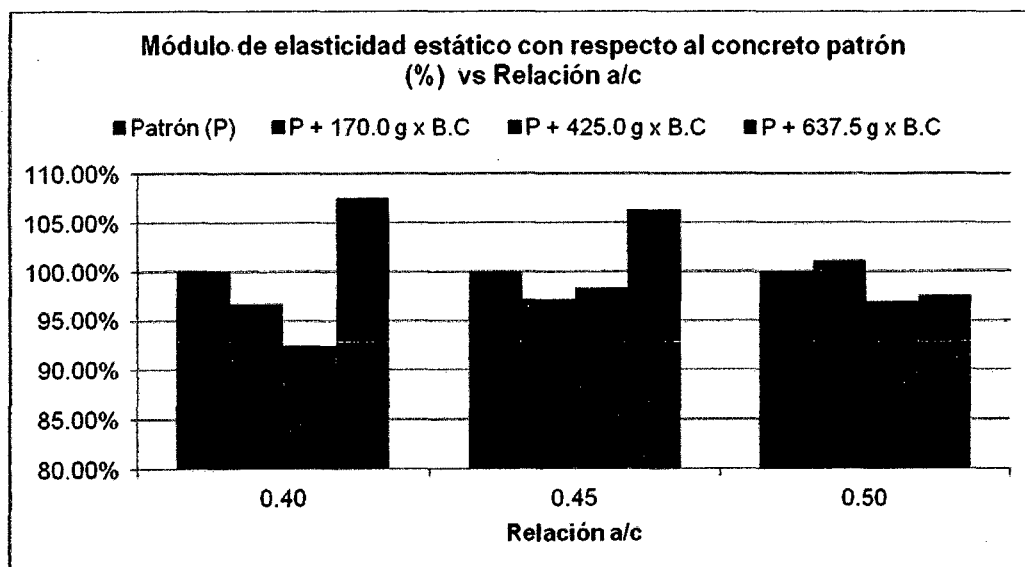


Figura 4-11: Módulo de elasticidad estático con respecto al concreto patrón

#### 4.3.4. Análisis de los Resultados de los Ensayos de Absorción a presión 0 m de columna de agua (0 psi)

En el Cuadro 4-10 se compara la absorción a presión 0 m de columna de agua (0 psi) del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-10: Absorción (0 psi) con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	100.00	53.39	75.90	92.03
0.45	100.00	57.70	75.05	83.43
0.50	100.00	82.49	87.85	91.96

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-12 se aprecia que existe una tendencia a la disminución de la absorción a presión 0 m de columna de agua (0 psi) con respecto al concreto patrón, la cual disminuye cuando se reduce la cantidad del aditivo anticorrosivo.

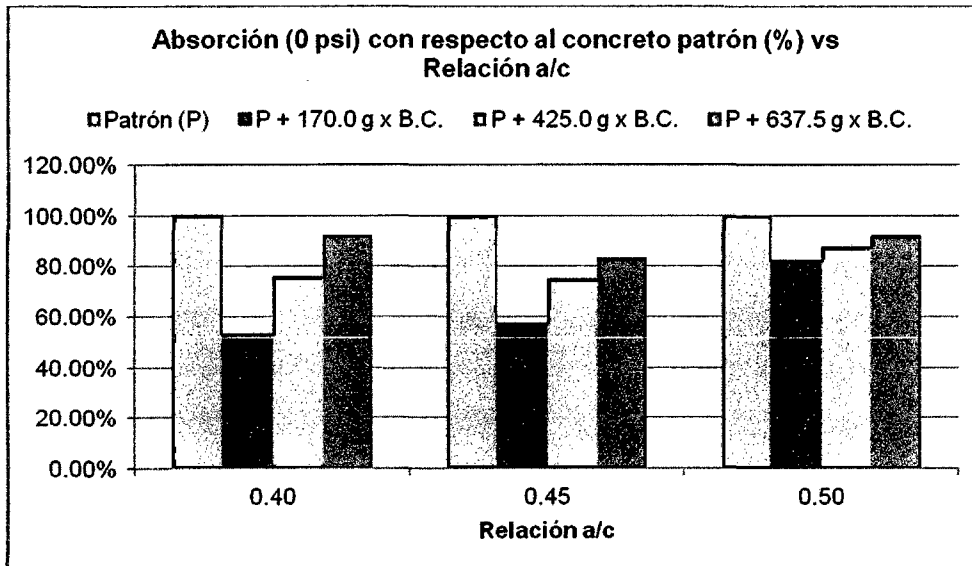


Figura 4-12: % Absorción (0 psi) con respecto al concreto patrón

#### 4.3.5. Análisis de los Resultados del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado

A partir de los datos obtenidos (ver anexo D.5.) se analizaron los ciclos en los cuales las probetas (15) presentaban un peso menor o igual al 40% del peso acumulado (ver Cuadro 4-11), los cuales presentaban ciertas frecuencias, de tal forma teniendo las frecuencias y los ciclos respectivos se realizó un promedio ponderado para calcular el valor de la durabilidad para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas, con el cual se obtuvo los resultados correspondientes mostrados en el Cuadro 3-25.

Cuadro 4-11: Análisis de los resultados del ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad

Relación a/c=0.40							
Patrón (P)		P + 170.0 g x B.C.		P + 425.0 g x B.C.		P + 637.5 g x B.C.	
Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.
15	1	31	1	22	1	11	2 <sup>(*)</sup>
17	3	32	2	23	1	17	3 <sup>(*)</sup>
22	1	33	3	27	1	18	2
23	2	34	2	28	5	19	1
27	2	35	3	29	1	20	1
28	1	36	4	30	2	29	1
29	1	-	-	31	3	31	2
30	1	-	-	32	1	32	3
31	3	-	-	-	-	-	-
<b>Prom. Pond.</b>	<b>25</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>34</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>28</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>26</b>

(\*) No se consideraron estos valores debido que presentan origen una dispersión considerable, que no guardan relación con las tendencias halladas.

Relación a/c=0.45							
Patrón (P)		P + 170.0 g x B.C.		P + 425.0 g x B.C.		P + 637.5 g x B.C.	
Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.
16	1	28	1	26	1	14	1
17	1	31	3	27	2	16	1
20	2	32	9	28	4	19	2
21	1	33	2	29	8	25	1
23	2	-	-	-	-	30	1
25	1	-	-	-	-	31	2
28	4	-	-	-	-	32	7
30	3	-	-	-	-	-	-
<b>Prom. Pond.</b>	<b>24</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>32</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>28</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>27</b>

Relación a/c=0.50							
Patrón (P)		P + 170.0 g x B.C.		P + 425.0 g x B.C.		P + 637.5 g x B.C.	
Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.
15	4	17	1	20	5	10	2
16	3	19	1	21	10	15	1
18	1	21	5	-	-	17	1
19	2	22	1	-	-	22	5
20	3	23	2	-	-	23	6
21	2	24	1	-	-	-	-
-	-	25	4	-	-	-	-
<b>Prom. Pond.</b>	<b>18</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>22</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>21</b>	<b>Prom. Pond.</b>	<b>20</b>

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 4-12 se compara la durabilidad del concreto con aditivo anticorrosivo con respecto al concreto patrón (sin aditivo) obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-12: Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad con respecto al concreto patrón (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	100.00	136.00	112.00	104.00
0.45	100.00	133.33	116.67	112.50
0.50	100.00	122.22	116.67	111.11

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-13 se aprecia que existe una tendencia al aumento de la durabilidad con respecto al concreto patrón, la cual disminuye conforme se incrementa la cantidad del aditivo anticorrosivo.

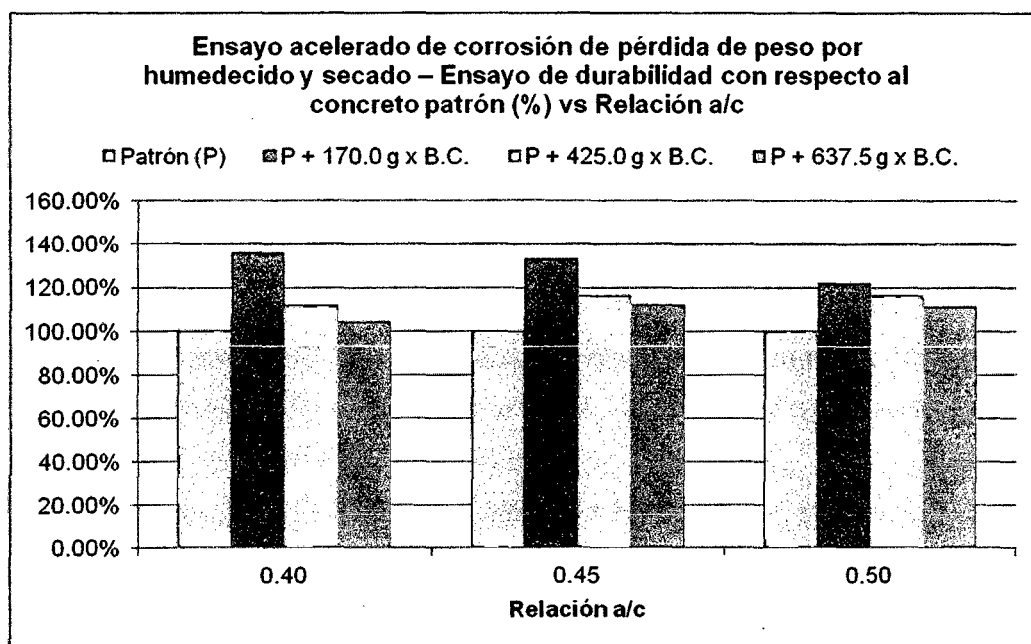


Figura 4-13: Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado – Ensayo de durabilidad con respecto al concreto patrón

Analizando el por qué de la variación del peso de las probetas durante los ciclos de humedecido y secado se puede decir que la corrosión del concreto por el ataque del Cloruro de Sodio presenta las siguientes fases:

- Penetración y acumulación de las sales durante el humedecido.
- Cristalización y por consiguiente expansión de las sales durante el secado.

- Fisuras y desprendimientos del concreto producto de la expansión de las sales.

#### Acumulación máxima de sales

En el Cuadro 4-13 se muestran los rangos en los cuales se aprecian que existen 2 puntos máximos de acumulación de sal para cierto ciclo, el primero que ocurre cuando las sales se acumulan en el interior de las probetas hasta un punto máximo, luego de este las probetas presentan una pérdida del peso acumulado, producto del fisuramiento y desprendimiento parcial, de los cuales existe un punto máximo (evidentemente menor al primer punto) en el cual las probetas tienen una mínima pérdida del peso acumulado.

Cuadro 4-13: Rango de acumulación máxima de sales

Relación a/c=0.40							
Patrón (P)		P + 170.0 g x B.C.		P + 425.0 g x B.C.		P + 637.5 g x B.C.	
Máximo peso acumulado (M1)							
Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.
15	5	10	5	13	5	4	5
10	5	26	2	9	4	9	4
12	2	3	2	7	2	6	3
18	1	28	1	15	1	10	2
13	1	23	1	14	1	12	1
3	1	14	1	12	1	-	-
-	-	13	1	11	1	-	-
-	-	8	1	-	-	-	-
-	-	5	1	-	-	-	-
Mínima pérdida del peso acumulado (M2)							
Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.
16	3	29	2	14	6	10	4
13	3	11	2	11	3	5	3
17	2	28	1	10	3	11	2
12	2	24	1	17	1	9	2
11	2	20	1	15	1	6	2
19	1	19	1	13	1	14	1
14	1	18	1	-	-	8	1
5	1	17	1	-	-	-	-

Relación a/c=0.40							
Patrón (P)		P + 170.0 g x B.C.		P + 425.0 g x B.C.		P + 637.5 g x B.C.	
Mínima pérdida del peso acumulado (M2)							
Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.
-	-	16	1	-	-	-	-
-	-	14	1	-	-	-	-
-	-	10	1	-	-	-	-
-	-	8	1	-	-	-	-
-	-	4	1	-	-	-	-
R. M1	<3 -18>	R. M1	<3 -28>	R. M1	<7 - 15>	R. M1	<4 -12>
R. M2	<5 - 19>	R. M2	<4 -29>	R. M2	<10 - 17>	R. M2	<5 - 14>

Relación a/c=0.45							
Patrón (P)		P + 170.0 g x B.C.		P + 425.0 g x B.C.		P + 637.5 g x B.C.	
Máximo peso acumulado (M1)							
Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.
5	3	6	8	11	8	12	6
13	2	4	2	7	4	7	3
12	2	20	1	13	1	18	2
6	2	19	1	8	1	10	2
4	2	15	1	6	1	17	1
3	2	10	1	-	-	4	1
14	1	5	1	-	-	-	-
10	1	-	-	-	-	-	-
Mínima pérdida del peso acumulado (M2)							
14	3	13	3	13	6	14	3
5	3	10	3	12	3	11	3
15	2	12	2	9	2	10	3
13	2	26	1	15	1	20	2
6	2	23	1	14	1	13	2
10	1	20	1	10	1	18	1
9	1	16	1	8	1	16	1
7	1	9	1	-	-	-	-
-	-	6	1	-	-	-	-
-	-	5	1	-	-	-	-
R. M1	<3 - 14>	R. M1	<4 - 20>	R. M1	<6 - 13>	R. M1	<4 - 18>
R. M2	<5 - 15>	R. M2	<5 - 26>	R. M2	<8 - 15>	R. M2	<10 - 20>

Relación a/c=0.50							
Patrón (P)		P + 170.0 g x B.C.		P + 425.0 g x B.C.		P + 637.5 g x B.C.	
Máximo peso acumulado (M1)							
Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.	Ciclo	Frec.
5	5	7	6	7	9	10	9
3	5	6	5	6	5	8	4
4	4	4	2	13	1	9	2
6	1	3	1	-	-	-	-
-	-	2	1	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima pérdida del peso acumulado (M2)							
6	6	10	6	10	5	9	4
10	2	7	5	13	2	11	3
5	2	8	1	12	2	15	2
13	1	6	1	8	2	14	2
12	1	5	1	17	1	13	2
11	1	4	1	15	1	10	2
8	1	-	-	11	1	-	-
4	1	-	-	7	1	-	-
R. M1	<3 -- 6>	R. M1	<2 -- 7>	R. M1	<6 -- 13>	R. M1	<8 -- 10>
R. M2	<4 -- 13>	R. M2	<4 -- 10>	R. M2	<7 -- 17>	R. M2	<9 -- 15>

Fuente: Elaboración propia.

#### Variación porcentual del peso por ciclo

En el Cuadro 4-14 se muestran los rangos de la variación porcentual del peso por ciclo, obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-14: Rango de variación del peso por ciclo (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	3.66 a -66.48	1.30 a -78.02	2.15 a -60.99	3.53 a -62.27
0.45	3.65 a -86.20	1.67 a -67.43	2.02 a -64.07	2.84 a -60.82
0.50	4.20 a -72.58	2.96 a -93.44	3.61 a -64.29	2.68 a -61.10

Fuente: Elaboración propia.



### Pérdida del peso acumulado

En el Cuadro 4-15 se muestran los rangos de pérdida del peso acumulado, obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-15: Rango de pérdida del peso acumulado (%)

Relación a/c	Patrón (P)	P + 170.0 g x B.C.	P + 425.0 g x B.C.	P + 637.5 g x B.C.
0.40	-0.13 a -100	-0.02 a -100	-0.02 a -100	-0.05 a -100
0.45	-0.05 a -100	-0.02 a -100	-0.02 a -100	-0.02 a -100
0.50	-0.07 a -100	-0.02 a -100	-0.02 a -100	-0.07 a -100

Fuente: Elaboración propia.

### Manifestaciones físicas en el concreto durante el proceso corrosivo

Durante el ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado se observó que las probetas de concreto presentaban una serie de cambios en su aspecto físico, esto producto de los ciclos de ensayo en los cuales se aceleraba e incrementaba el proceso corrosivo de los cuales se pueden distinguir tres períodos:

- Primer período, el cual empieza en el ciclo 0 y se caracteriza por la acumulación y aparición de las sales en el concreto, este periodo finaliza cuando aparecen las primeras fisuras en el concreto.
- Segundo período, el cual empieza con la aparición de fisuras en el concreto, en donde la acumulación de sales continua y las fisuras incrementan su tamaño, este período finaliza cuando se produce un desprendimiento parcial del concreto. Cabe destacar que para los diseños de mezcla con aditivo 170 g y 425 g por bolsa de cemento, las fisuras son casi imperceptibles a simple vista.
- Tercer período, el cual empieza con el desprendimiento parcial del concreto producto de la acumulación y cristalización de las sales en su interior, este período finaliza cuando se produce un desprendimiento mayor o igual al 40% del peso acumulado.

En el Cuadro 4-16 se muestra el rango de ciclos que comprende cada período descrito, obtenido para los diferentes diseños de mezcla de concreto con y sin aditivo anticorrosivo para las relaciones a/c establecidas.

Cuadro 4-16: Manifestaciones físicas en el concreto durante el proceso corrosivo

Relación a/c=0.40	Período		
	1	2	3
Concreto			
Patrón (P)	0 - 6	7 - 15	16 - 25
P + 170.0 g x B.C	0 - 13	14 - 20	21 - 34
P + 425.0 g x B.C	0 - 11	12 - 18	19 - 28
P + 637.5 g x B.C	0 - 4	5 - 14	15 - 26

Relación a/c=0.45	Período		
	1	2	3
Concreto			
Patrón (P)	0 - 5	6 - 14	15 - 24
P + 170.0 g x B.C	0 - 12	13 - 17	18 - 32
P + 425.0 g x B.C	0 - 10	11 - 15	16 - 28
P + 637.5 g x B.C	0 - 9	10 - 14	15 - 27

Relación a/c=0.50	Período		
	1	2	3
Concreto			
Patrón (P)	0 - 4	5 - 10	11 - 18
P + 170.0 g x B.C	0 - 10	11 - 15	16 - 22
P + 425.0 g x B.C	0 - 8	9 - 14	15 - 21
P + 637.5 g x B.C	0 - 7	8 - 12	13 - 20

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Período 1: Acumulación y aparición de sales hasta aparición de fisuras.

Período 2: Aparición de fisuras hasta desprendimiento parcial.

Período 3: Desprendimiento parcial hasta desprendimiento 40% peso acumulado.

## CONCLUSIONES

En la presente tesis se plantea como objetivo el estudio del fenómeno de la corrosión del concreto de mediana a alta resistencia con aditivo anticorrosivo Z FERRO y cemento Portland tipo I. Con la finalidad de estudiar los efectos de la corrosión en una solución de Cloruro de Sodio de concentración 100 g/L se elaboraron probetas cilíndricas de concreto para las relaciones a/c 0.40, 0.45 y 0.50, los cuales se fabricaron con y sin aditivo anticorrosivo. El aditivo anticorrosivo se utilizó en las proporciones de 0.40%, 1.00% y 1.50% del peso del cemento ó 170 g, 425.0 g y 637.5 g por bolsa de cemento.

El concreto elaborado con y sin aditivo anticorrosivo fue sometido a diversas pruebas tanto en el estado fresco como en el estado endurecido. En el estado fresco del concreto se realizaron los siguientes pruebas: consistencia, fluidez, peso unitario, contenido de aire, exudación y tiempo de fraguado; en el estado endurecido del concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción simple por compresión diametral, módulo de elasticidad estático, absorción y el ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado.

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- En el concreto fresco
  - *Ensayo de consistencia*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce un aumento del asentamiento, lo cual permitió reducir la cantidad de agua hasta un 16.76% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.45.
  - *Ensayo de fluidez*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce una disminución de la fluidez hasta el 96.14% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.45.
  - *Ensayo de peso unitario*, el concreto con aditivo anticorrosivo no produce una variación del peso unitario mayor al 0.64% con respecto al concreto patrón.

- *Ensayo de contenido de aire – método gravimétrico*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce un aumento del contenido de aire hasta el 166.03% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 425.0 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.40.
- *Ensayo de exudación*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce una disminución de la exudación hasta el 3.93% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.50.
- *Ensayo de tiempo fraguado*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce un aumento del tiempo de fraguado inicial y final. El tiempo de fraguado inicial aumenta hasta el 221.72% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.45 y el tiempo de fraguado final aumenta hasta el 220.87% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.45. Se puede afirmar que el aditivo anticorrosivo presenta una tendencia a retardar el fraguado del concreto fresco.
- En el concreto endurecido
  - *Ensayo de resistencia a la compresión*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce un aumento de la resistencia a la compresión. A los 7 días la resistencia a la compresión aumenta hasta el 130.75% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.45 y a los 28 días la resistencia a la compresión aumenta hasta el 129.43% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.50.
  - *Resistencia a la Tracción Simple del Concreto por Compresión Diametral*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce un aumento de la resistencia a la tracción por compresión diametral hasta el 125.81% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.45.
  - *Ensayo de Módulo de Elasticidad Estático*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce una disminución del módulo de elasticidad estático hasta el 92.49% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 425.0

g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.40 y un aumento del módulo de elasticidad estático hasta el 107.52% con respecto al concreto, cuando se añadió 637.5 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.40.

- *Ensayo de absorción a presión 0 m de columna de agua (0 psi)*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce una disminución de la absorción hasta el 53.39% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 170 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.40.
- *Ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado*, el concreto con aditivo anticorrosivo produce un aumento de la durabilidad del concreto hasta el 136.00% con respecto al concreto patrón, cuando se añadió 170 g por bolsa de cemento de aditivo anticorrosivo para la relación a/c - 0.40.

Con los valores obtenidos del ensayo de absorción y del ensayo acelerado de corrosión de pérdida de peso por humedecido y secado se confirma que un concreto que presenta una relación a/c baja, es menos permeable que un concreto con una relación a/c alta, lo cual hace que disminuya el ingreso de la solución salina y por lo tanto sea posible un incremento de la durabilidad del concreto.

De la investigación se concluye que el concreto con aditivo anticorrosivo Z FERRO produce un aumento del asentamiento permitiendo una reducción de la cantidad de agua, lo cual produce una disminución de la fluidez, sin modificar significativamente el peso unitario, aumenta el contenido de aire, disminuye la exudación, aumenta el tiempo de fraguado, aumenta la resistencia a la compresión, aumenta la resistencia a la tracción por compresión diametral, modifica el módulo de elasticidad estático, disminuye la absorción y principalmente cumple su función de reducir los efectos de la corrosión aumentando la durabilidad del concreto.

## RECOMENDACIONES

- Durante el mezclado del concreto se recomienda combinar toda el agua de mezclado con el correspondiente porcentaje de aditivo anticorrosivo para un asentamiento dado, evitando añadir posteriormente más agua al concreto fresco con aditivo anticorrosivo, caso contrario se recomienda un mayor tiempo de mezclado para así obtener un concreto fresco con aditivo anticorrosivo que sea lo más homogéneo posible.
- Debido a que el concreto con aditivo anticorrosivo produce un incremento de su durabilidad, se recomienda utilizarlo para diversas estructuras de concreto que estén expuestas a ambientes agresivos, de tal forma que se incremente la vida útil de las infraestructuras, evitando gastos mayores por mantenimiento y/o rehabilitación.
- El uso del concreto con aditivo anticorrosivo es recomendado para estructuras que presenten gran concentración de acero, debido a que el aditivo plastifica al concreto, es decir produce un mayor asentamiento, lo que permite un mejor acomodo de la mezcla de concreto conjuntamente con las armaduras de acero.
- Debido a que el aditivo anticorrosivo presenta una tendencia a retardar el fraguado del concreto, se recomienda su uso para climas cálidos.
- Se recomienda profundizar la investigación del aditivo anticorrosivo Z FERRO y su implicancia en el concreto armado, para de esta manera determinar cuan efectivo es el aditivo con respecto a la reducción de la corrosión del acero de refuerzo, además de conocer que sucede con la interacción entre la adherencia del concreto con aditivo y el acero de refuerzo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Biczok, Imre, Corrosión y Protección del Hormigón, Urmo S.A. de Ediciones, Bilbao - España, 1981.
2. Cachay Huamán, Rafael, Diseño de Mezclas - Método de Agregado Global y Módulo de Finura, para Concretos de Mediana a Alta Resistencia, Tesis UNI - FIC, Lima - Perú, 1995.
3. Chalco Durán, Antonino, Corrosión del Concreto de Mediana a Alta Resistencia con Cemento Portland Tipo I y Aditivo Plastificante por Acción del Cloruro de Sodio, Tesis UNI - FIC, Lima - Perú, 2002.
4. Díaz Lazo, José Luis, Corrosión del Cemento por Ataque de Sulfatos, Tesis UNI - FIC, Lima - Perú, 1994.
5. Espejo Alvarado, Hugo Augusto, Corrosión del Concreto de Mediana a Alta Resistencia por Acción del Cloruro de Sodio Usando Cemento Portland Tipo I y Aditivo Superplastificante y Autocompactante, Tesis UNI - FIC, Lima - Perú, 2004.
6. Gonzales de la Cotera S., Manuel, La Corrosión del Concreto en Ambiente Marino, Publicación ACI, Capítulo Peruano, Lima - Perú, 1998.
7. Orozco Carlos, Luis Alberto, Corrosión Acelerada del Concreto de Mediana a Alta Resistencia por Acción del Cloruro de Sodio con Cemento Portland Tipo I, Tesis UNI - FIC Lima - Perú, 2001.
8. Rivva López, Enrique, Ataques al Concreto, ICG, Lima - Perú, 2010.
9. Rivva López, Enrique, Materiales para el Concreto, ICG, Lima - Perú, 2010.

# ANEXOS



## ANEXO A: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

### A.1. Propiedades Físicas de los Agregados – Primer Lote

#### A.1.1. Agregado fino - primer lote

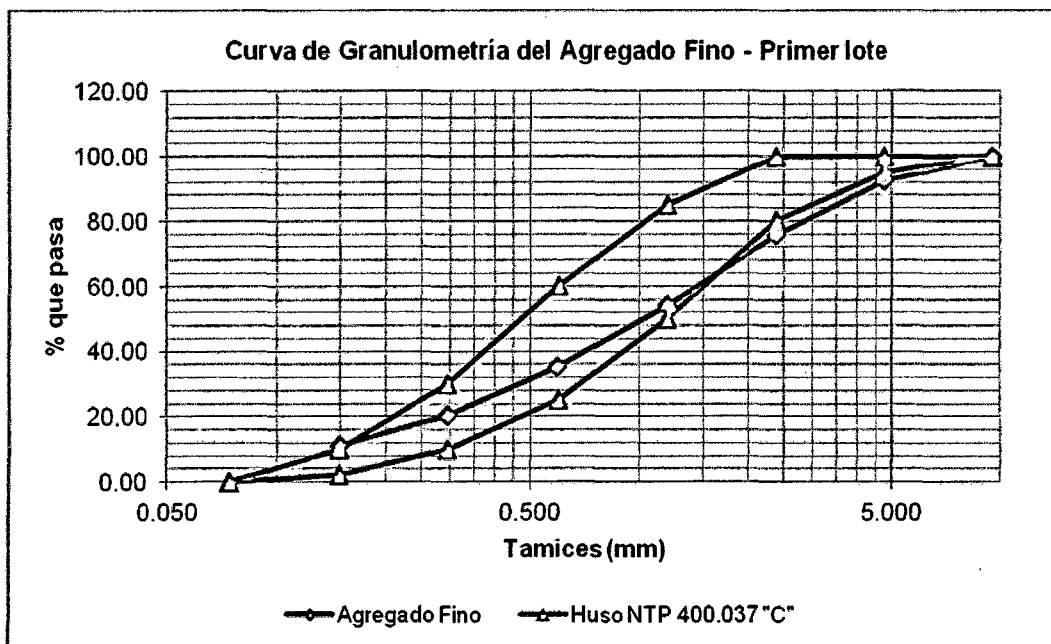
##### A.1.1.1. Contenido de humedad (NTP 339.185)

Id	Descripción	Und.	Muestras		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra natural	g	500.0	500.0	500.0
2	Peso de la muestra natural secada al horno	g	490.5	491.0	491.0
3	Contenido de humedad $((1)-(2))/(2)*100$	%	1.94	1.83	1.83

<b>Contenido de humedad promedio</b>	<b>%</b>	<b>1.87</b>
--------------------------------------	----------	-------------

##### A.1.1.2. Granulometría - Módulo de finura o fineza (NTP 400.012)

Tamiz (Malla)		Peso retenido (PR)	%PR	%PR acum.	% que pasa
ASTM	mm				
3/8"	9.526	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.763	37.50	7.50	7.50	92.50
Nº 8	2.381	84.50	16.90	24.40	75.60
Nº 16	1.191	106.50	21.30	45.70	54.30
Nº 30	0.595	96.00	19.20	64.90	35.10
Nº 50	0.296	74.00	14.80	79.70	20.30
Nº 100	0.149	46.00	9.20	88.90	11.10
Fondo		55.50	11.10	100.00	0.00
<b>Total (g)</b>		<b>500.00</b>	<b>MF</b>	<b>3.11</b>	



### A.1.1.3. Peso unitario (NTP 400.017)

#### A.1.1.3.1. Peso unitario suelto (P.U.S.)

Id	Descripción	Und.	Muestras		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + balde 1/10 pie <sup>3</sup>	kg	7.55	7.65	7.65
2	Peso del balde 1/10 pie <sup>3</sup>	kg	2.70	2.70	2.70
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	4.85	4.95	4.95
4	Volumen del balde 1/10 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00283	0.00283	0.00283
5	Peso unitario suelto (P.U.S.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	1,714	1,749	1,749

<b>Peso unitario suelto (P.U.S.) prom.</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,737</b>
--	-------------------------	--------------

A.1.1.3.2. Peso unitario compactado (P.U.C.)

Id	Descripción	Und.	Muestras		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + balde 1/10 pie <sup>3</sup>	kg	8.25	8.20	8.25
2	Peso del balde 1/10 pie <sup>3</sup>	kg	2.70	2.70	2.70
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	5.55	5.50	5.55
4	Volumen del balde 1/10 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00283	0.00283	0.00283
5	Peso unitario compactado (P.U.C.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	1,961	1,943	1,961

<b>Peso unitario compactado (P.U.C.) prom.</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,955</b>
--	-------------------------	--------------

A.1.1.4. Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.022)

Id	Descripción	Und.	Muestras		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (s.s.s.)	g	500.0	500.0	500.0
2	Peso de la muestra s.s.s + peso del balón + peso del agua	g	978.5	978.0	978.0
3	Peso del balón	g	163.5	163.5	163.5
4	Peso del agua (W)=(2)-(1)-(3)	g	315.0	314.5	314.5
5	Peso de la muestra secada al horno (A)	g	494.5	491.5	493.5
6	Volumen del balón (V)	cm <sup>3</sup>	500.0	500.0	500.0
7	Peso específico de masa A/(V-W)	g/cm <sup>3</sup>	2.67	2.65	2.66
8	Peso específico de masa superficialmente seco (1)/(V-W)	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.70	2.70
9	Peso específico aparente A/((V-W)-((1)-A))	g/cm <sup>3</sup>	2.75	2.78	2.76
10	Porcentaje de absorción ((1)-(A))x100/A	%	1.11	1.73	1.32

<b>Peso específico promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.66</b>
<b>Porcentaje de absorción promedio</b>	<b>%</b>	<b>1.39</b>

A.1.2. Agregado grueso - primer lote

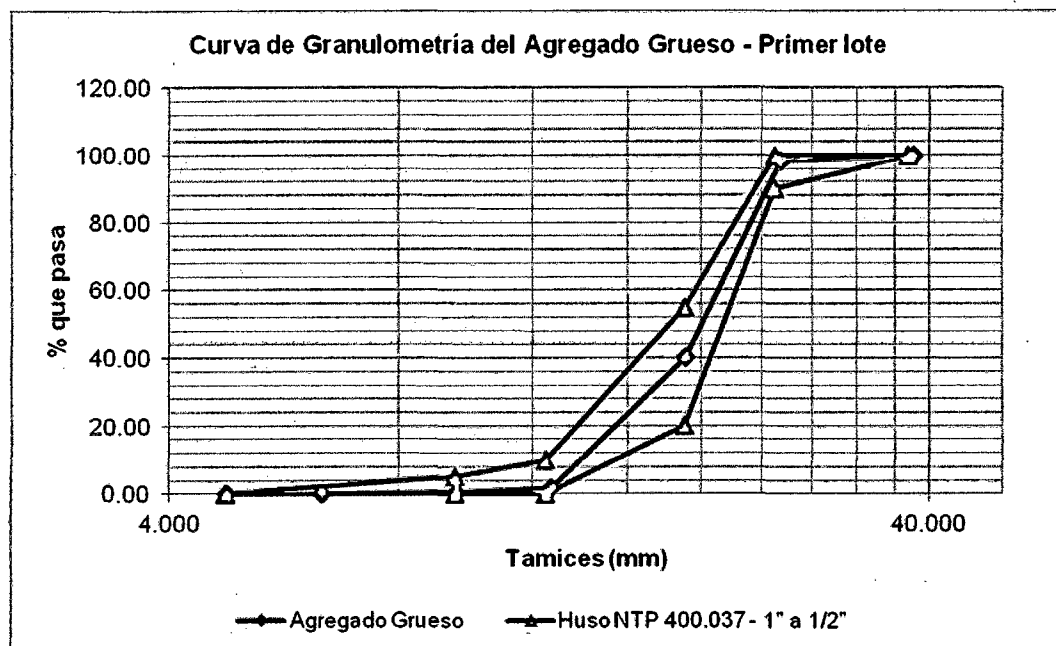
A.1.2.1. Contenido de humedad (NTP 339.185)

Id	Descripción	Und.	Muestras		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra natural	g	1000.0	1000.0	1000.0
2	Peso de la muestra natural secada al horno	g	997.5	996.0	997.0
3	Contenido de humedad $((1)-(2))/(2)*100$	%	0.25	0.40	0.30

<b>Contenido de humedad promedio</b>	<b>%</b>	<b>0.32</b>
--------------------------------------	----------	-------------

A.1.2.2. Granulometría - Módulo de finura o fineza (NTP 400.012)

Tamiz (Malla)		Peso retenido (PR)	%PR	%PR acum.	% que pasa
ASTM	mm				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	194.00	1.94	1.94	98.06
3/4"	19.050	5,773.00	57.73	59.67	40.33
1/2"	12.700	3,865.00	38.65	98.32	1.68
3/8"	9.526	151.50	1.52	99.84	0.17
1/4"	6.350	15.00	0.15	99.99	0.02
Nº 4	4.763	0.00	0.00	99.99	0.02
Nº 8	2.381	1.50	0.02	100.00	0.00
<b>Total (g)</b>		<b>10,000.00</b>	<b>MF</b>	<b>7.59</b>	



A.1.2.3. *Tamaño máximo (NTP 400.037) = Malla 1 ½*

A.1.2.4. *Tamaño máximo nominal (NTP 400.037) = Malla 1"*

A.1.2.5. *Peso unitario (NTP 400.017)*

A.1.2.5.1. *Peso unitario suelto (P.U.S.)*

Id	Descripción	Und.	Muestras		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	19.75	19.65	19.55
2	Peso del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	6.85	6.85	6.85
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	12.90	12.80	12.70
4	Volumen del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00944	0.00944	0.00944
5	Peso unitario suelto (P.U.S.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	1,367	1,356	1,345

<b>Peso unitario suelto (P.U.S.) prom.</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,356</b>
--	-------------------------	--------------

A.1.2.5.2. Peso unitario compactado (P.U.C.)

Id	Descripción	Und.	Muestras		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	21.35	21.30	21.40
2	Peso del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	6.85	6.85	6.85
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	14.50	14.45	14.55
4	Volumen del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00944	0.00944	0.00944
5	Peso unitario compactado (P.U.C.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	1,536	1,531	1,541

<b>Peso unitario compactado (P.U.C.) prom.</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,536</b>
--	-------------------------	--------------

A.1.2.6. Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.021)

Id	Descripción	Und.	Muestras		
			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra secada al horno (A)	g	1983.00	1983.00	1984.00
2	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (s.s.s.) (B)	g	2000.00	2000.00	2000.00
3	Peso de la muestra saturada en agua + peso de la canastilla	g	3084.00	3084.00	3082.00
4	Peso de la canastilla	g	1828.0	1828.0	1828.0
5	Peso de la muestra saturada en agua (C)	g	1256.0	1256.0	1254.0
6	Peso específico de masa A/(B-C)	g/cm <sup>3</sup>	2.67	2.67	2.66
7	Peso específico de masa superficialmente seco B/(B-C)	g/cm <sup>3</sup>	2.69	2.69	2.68
8	Peso específico aparente A/(A-C)	g/cm <sup>3</sup>	2.73	2.73	2.72
9	Porcentaje de absorción (B-A)x100/A	%	0.86	0.86	0.81

<b>Peso específico promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.66</b>
<b>Porcentaje de absorción promedio</b>	<b>%</b>	<b>0.84</b>

## A.2. Propiedades Físicas de los Agregados – Segundo Lote

### A.2.1. Agregado fino – segundo lote

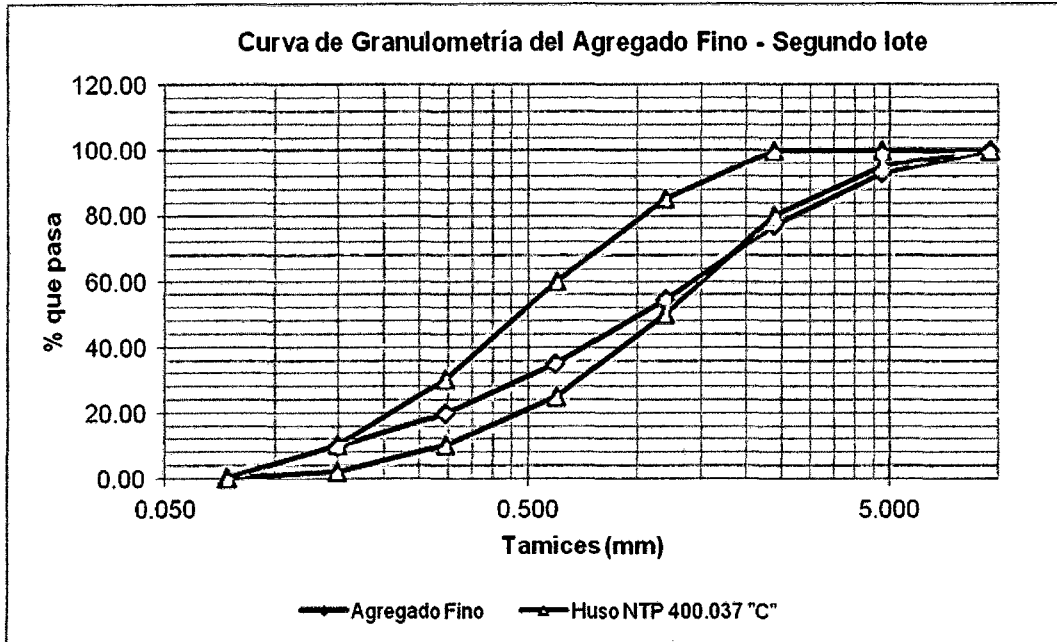
#### A.2.1.1. Contenido de humedad (NTP 339.185)

Id	Descripción	Und.	Muestras	
			M-1	M-2
1	Peso de la muestra natural	g	500.0	500.0
2	Peso de la muestra natural secada al horno	g	485.5	485.0
3	Contenido de humedad $((1)-(2))/(2)*100$	%	2.99	3.09

<b>Contenido de humedad promedio</b>	<b>%</b>	<b>3.04</b>
--------------------------------------	----------	-------------

#### A.2.1.2. Granulometría - Módulo de finura o fineza (NTP 400.012)

Tamiz (Malla)		Peso retenido (PR)	%PR	%PR acum.	% que pasa
ASTM	mm				
3/8"	9.526	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.763	36.00	7.20	7.20	92.80
Nº 8	2.381	78.00	15.60	22.80	77.20
Nº 16	1.191	114.00	22.80	45.60	54.40
Nº 30	0.595	97.00	19.40	65.00	35.00
Nº 50	0.296	76.50	15.30	80.30	19.70
Nº 100	0.149	50.50	10.10	90.40	9.60
Fondo		48.00	9.60	100.00	0.00
<b>Total (g)</b>		<b>500.00</b>	<b>MF</b>	<b>3.11</b>	



**A.2.1.3. Peso unitario (NTP 400.017)**

**A.2.1.3.1. Peso unitario suelto (P.U.S.)**

Id	Descripción	Und.	Muestras	
			M-1	M-2
1	Peso de la muestra + balde 1/10 pie <sup>3</sup>	kg	7.67	7.67
2	Peso del balde 1/10 pie <sup>3</sup>	kg	2.88	2.88
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	4.79	4.79
4	Volumen del balde 1/10 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00283	0.00283
5	Peso unitario suelto (P.U.S.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	1,693	1,693

<b>Peso unitario suelto (P.U.S.) prom.</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,693</b>
--	-------------------------	--------------

**A.2.1.3.2. Peso unitario compactado (P.U.C.)**

Id	Descripción	Und.	Muestras	
			M-1	M-2
1	Peso de la muestra + balde 1/10 pie <sup>3</sup>	kg	8.44	8.42
2	Peso del balde 1/10 pie <sup>3</sup>	kg	2.88	2.88
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	5.56	5.54
4	Volumen del balde 1/10 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00283	0.00283
5	Peso unitario compactado (P.U.C.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	1,965	1,958

<b>Peso unitario compactado (P.U.C.) prom.</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,962</b>
--	-------------------------	--------------



A.2.1.4. *Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.022)*

Id	Descripción	Und.	Muestras	
			M-1	M-2
1	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (s.s.s.)	g	500.0	500.0
2	Peso de la muestra s.s.s + peso del balón + peso del agua	g	980.0	980.5
3	Peso del balón	g	164	164
4	Peso del agua $(W)=(2)-(1)-(3)$	g	316.0	316.5
5	Peso de la muestra secada al horno (A)	g	496.0	495.5
6	Volumen del balón (V)	cm <sup>3</sup>	500.0	500.0
7	Peso específico de masa $A/(V-W)$	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.70
8	Peso específico de masa superficialmente seco $(1)/(V-W)$	g/cm <sup>3</sup>	2.72	2.72
9	Peso específico aparente $A/((V-W)-((1)-A))$	g/cm <sup>3</sup>	2.76	2.77
10	Porcentaje de absorción $((1)-(A))\times 100/A$	%	0.81	0.91

<b>Peso específico promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.70</b>
<b>Porcentaje de absorción promedio</b>	<b>%</b>	<b>0.86</b>

A.2.2. *Agregado grueso – segundo lote*

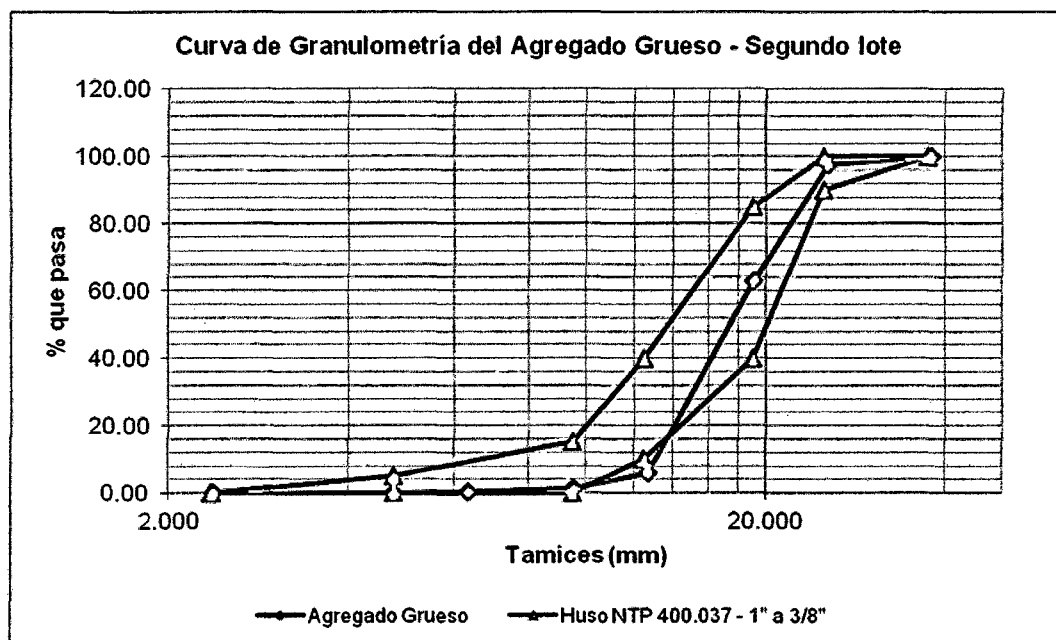
A.2.2.1. *Contenido de humedad (NTP 339.185)*

Id	Descripción	Und.	Muestras	
			M-1	M-2
1	Peso de la muestra natural	g	1000.0	1000.0
2	Peso de la muestra natural secada al horno	g	995.0	995.5
3	Contenido de humedad $((1)-(2))/(2)*100$	%	0.50	0.45

<b>Contenido de humedad promedio</b>	<b>%</b>	<b>0.48</b>
--------------------------------------	----------	-------------

A.2.2.2. Granulometría - Módulo de finura o fineza (NTP 400.012)

Tamiz (Malla)		Peso retenido (PR)	%PR	%PR acum.	% que pasa
ASTM	mm				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	245.50	2.46	2.46	97.55
3/4"	19.050	3,463.00	34.63	37.09	62.92
1/2"	12.700	5,703.00	57.03	94.12	5.88
3/8"	9.526	472.00	4.72	98.84	1.16
1/4"	6.350	106.50	1.07	99.90	0.10
N° 4	4.763	6.50	0.07	99.97	0.03
N° 8	2.381	3.50	0.04	100.00	0.00
<b>Total (g)</b>		<b>10,000.00</b>	<b>MF</b>	<b>7.36</b>	



A.2.2.3. Tamaño máximo (NTP 400.037) = Malla 1 1/2"

A.2.2.4. Tamaño máximo nominal (NTP 400.037) = Malla 1"

A.2.2.5. *Peso unitario (NTP 400.017)*

A.2.2.5.1. *Peso unitario suelto (P.U.S.)*

Id	Descripción	Und.	Muestras	
			M-1	M-2
1	Peso de la muestra + balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	20.43	20.44
2	Peso del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	7.14	7.14
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	13.29	13.30
4	Volumen del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00944	0.00944
5	Peso unitario suelto (P.U.S.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	1,408	1,409

<b>Peso unitario suelto (P.U.S.) prom.</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,409</b>
--	-------------------------	--------------

A.2.2.5.2. *Peso unitario compactado (P.U.C.)*

Id	Descripción	Und.	Muestras	
			M-1	M-2
1	Peso de la muestra + balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	22.27	22.30
2	Peso del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	7.14	7.14
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	15.13	15.16
4	Volumen del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00944	0.00944
5	Peso unitario compactado (P.U.C.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	1,603	1,606

<b>Peso unitario compactado (P.U.C.) prom.</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,605</b>
--	-------------------------	--------------

A.2.2.6. *Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.021)*

Id	Descripción	Und.	Muestras	
			M-1	M-2
1	Peso de la muestra secada al horno (A)	g	2,971.00	2,972.50
2	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (s.s.s.) (B)	g	3,000.00	3,000.00
3	Peso de la muestra saturada en agua + peso de la canastilla	g	3,782.00	3,787.00
4	Peso de la canastilla	g	1,890.00	1,890.00
5	Peso de la muestra saturada en agua (C)	g	1,892.00	1,897.00
6	Peso específico de masa $A/(B-C)$	$g/cm^3$	2.68	2.69
7	Peso específico de masa superficialmente seco $B/(B-C)$	$g/cm^3$	2.71	2.72
8	Peso específico aparente $A/(A-C)$	$g/cm^3$	2.75	2.76
9	Porcentaje de absorción $(B-A) \times 100/A$	%	0.98	0.93

<b>Peso específico promedio</b>	<b><math>g/cm^3</math></b>	<b>2.69</b>
<b>Porcentaje de absorción promedio</b>	<b>%</b>	<b>0.95</b>

## ANEXO B: DISEÑOS DE MEZCLA DEL CONCRETO

### B.1. Determinación de la Combinación Óptima de los Agregados

#### B.1.1. Agregados - Primer lote

##### B.1.1.1. Determinación de la combinación óptima de los agregados

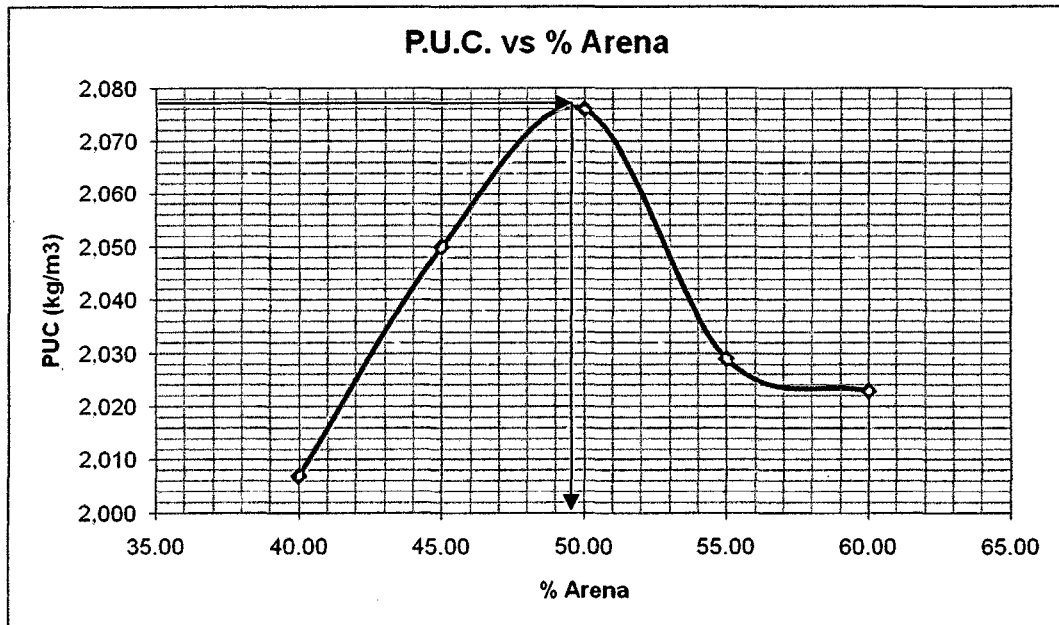
##### B.1.1.1.1. Determinación del máximo peso unitario compactado del agregado global

Material	Muestras				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Arena (%)	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0
Piedra (%)	60.0	55.0	50.0	45.0	40.0

Muestra de agregado global (kg)	30
---------------------------------	----

Agregado	Muestras				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Arena (kg)	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00
Piedra (kg)	18.00	16.50	15.00	13.50	12.00

Id	Descripción	Und.	Muestras				
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
1	Peso de la muestra + balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	25.80	26.20	26.45	26.00	25.95
2	Peso del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	18.95	19.35	19.60	19.15	19.10
4	Volumen del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00944	0.00944	0.00944	0.00944	0.00944
5	Peso unitario compactado (P.U.C.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	2,007	2,050	2,076	2,029	2,023

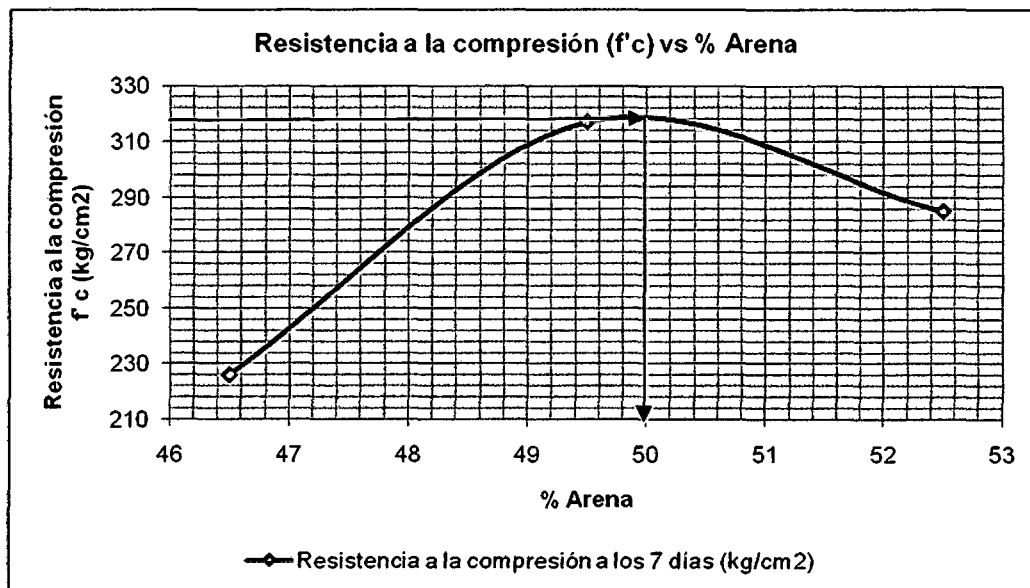


Arena = 49.50%      Piedra = 50.50%

**B.1.1.1.2. Determinación de la máxima resistencia a la compresión del agregado global**

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f <sub>c</sub> prom (kg/cm <sup>2</sup> )
1	a/c=0.45 A=46.5%	10.1	18,000	80.12	225	226
2		10.1	17,400	80.12	217	
3		10.1	19,100	80.12	238	
4		10.1	17,800	80.12	222	
5	a/c=0.45 A=49.5%	10.1	25,400	80.12	317	317
6		10.1	25,200	80.12	315	
7		10.1	26,000	80.12	325	
8		10.1	25,000	80.12	312	
9	a/c=0.45 A=52.5%	10.1	23,800	80.12	297	285
10		10.1	22,200	80.12	277	
11		10.1	23,200	80.12	290	
12		10.1	22,000	80.12	275	

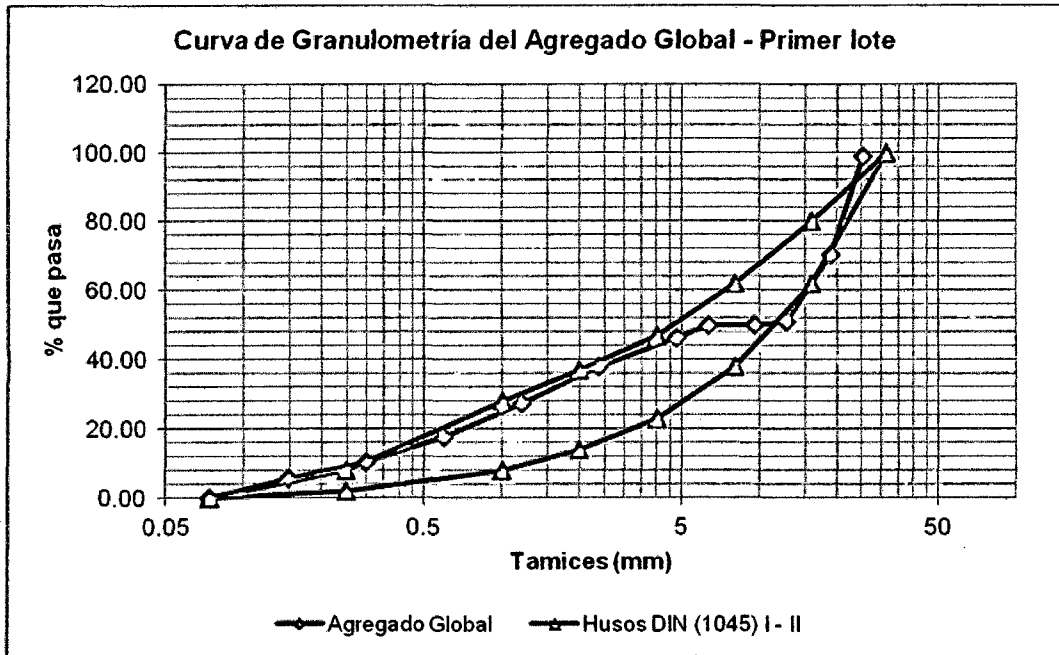
	A=46.5%	A=49.5%	A=52.5%
$\sigma$ (desviación estándar)	8.96	5.56	10.53
Coefficiente de variación (Cv) (%)	3.96	1.75	3.69
Máx Cv (%)	7.80	7.80	7.80



Arena = 50.00%      Piedra = 50.00%

**B.1.1.1.3. Granulometría – Módulo de finura del agregado global**

Tamiz (Malla)		Piedra		Arena		%Piedra	%Arena	Ag. Global	
ASTM	mm	%PR	%PR acum	%PR	%PR acum	50.00%	50.00%	%PR	%PR acum
1"	25.400	1.94	1.94	0.00	0.00	0.97	0.00	0.97	0.97
3/4"	19.050	57.73	59.67	0.00	0.00	28.87	0.00	28.87	29.84
1/2"	12.700	38.65	98.32	0.00	0.00	19.33	0.00	19.33	49.16
3/8"	9.526	1.52	99.84	0.00	0.00	0.76	0.00	0.76	49.92
1/4"	6.350	0.15	99.99	0.00	0.00	0.08	0.00	0.08	49.99
Nº 4	4.763	0.00	99.99	7.50	7.50	0.00	3.75	3.75	53.74
Nº 8	2.381	0.02	100.00	16.90	24.40	0.01	8.45	8.46	62.20
Nº 16	1.191	0.00	100.00	21.30	45.70	0.00	10.65	10.65	72.85
Nº 30	0.595	0.00	100.00	19.20	64.90	0.00	9.60	9.60	82.45
Nº 50	0.296	0.00	100.00	14.80	79.70	0.00	7.40	7.40	89.85
Nº 100	0.149	0.00	100.00	9.20	88.90	0.00	4.60	4.60	94.45
Fondo		0.00	100.00	11.10	100.00	0.00	5.55	5.55	100.00
-		MF	7.59	MF	3.11	-		MF	5.35



### B.1.2. Agregados - Segundo lote

#### B.1.2.1. Determinación de la combinación óptima de los agregados

##### B.1.2.1.1. Determinación del máximo peso unitario compactado del agregado global

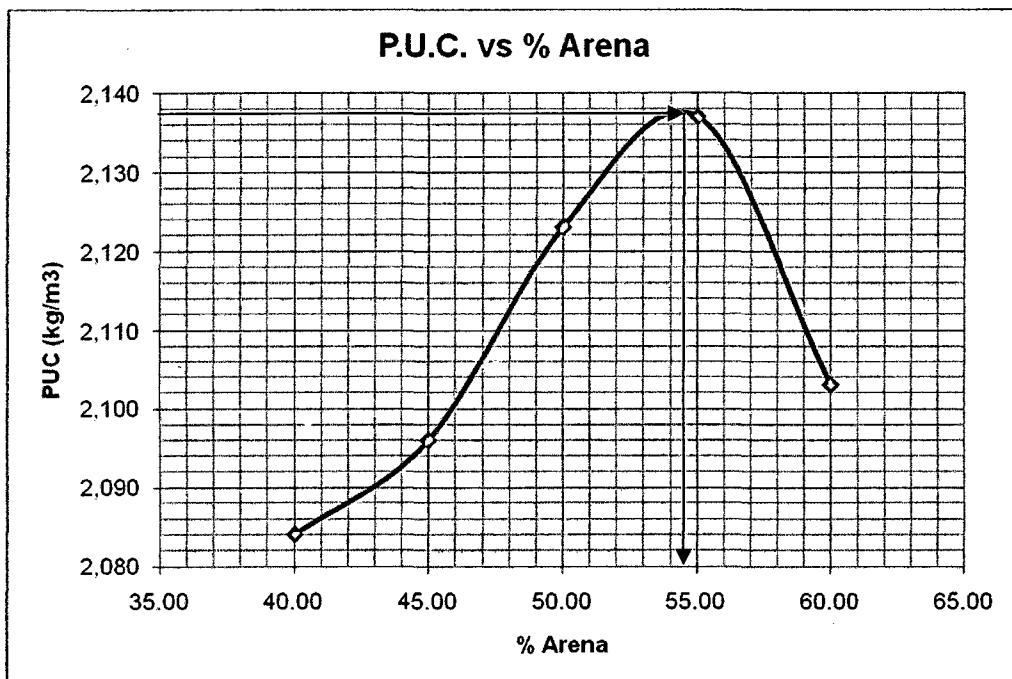
Material	Muestras				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Arena (%)	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00
Piedra (%)	60.00	55.00	50.00	45.00	40.00

Muestra de agregado global (kg)	30
---------------------------------	----

Agregado	Muestras				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Arena (kg)	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00
Piedra (kg)	18.00	16.50	15.00	13.50	12.00



Id	Descripción	Und.	Muestras				
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
1	Peso de la muestra + balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	26.83	26.95	27.20	27.34	27.01
2	Peso del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	kg	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16
3	Peso de la muestra (1)-(2)	kg	19.67	19.79	20.04	20.18	19.85
4	Volumen del balde 1/3 pie <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.00944	0.00944	0.00944	0.00944	0.00944
5	Peso unitario compactado (P.U.C.) (3)/(4)	Kg/m <sup>3</sup>	2,084	2,096	2,123	2,137	2,103



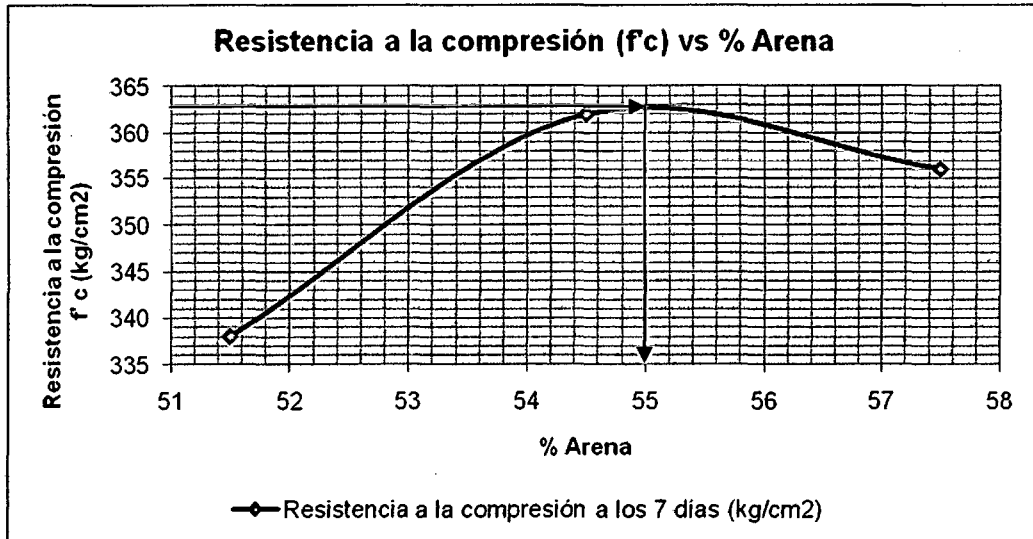
Arena = 54.5%

Piedra = 45.5%

B.1.2.1.2. *Determinación de la máxima resistencia a la compresión del agregado global*

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f'c prom (kg/cm <sup>2</sup> )
1	a/c=0.45 A=51.5%	10.1	27,400	80.12	342	338
2		10.1	27,400	80.12	342	
3		10.1	26,600	80.12	332	
4		10.1	27,000	80.12	337	
5	a/c=0.45 A=54.5%	10.1	27,600	80.12	344	362
6		10.1	30,000	80.12	374	
7		10.1	29,400	80.12	367	
8		10.1	29,000	80.12	362	
9	a/c=0.45 A=57.5%	10.1	30,000	80.12	374	356
10		10.1	28,200	80.12	352	
11		10.1	27,800	80.12	347	
12		10.1	28,200	80.12	352	

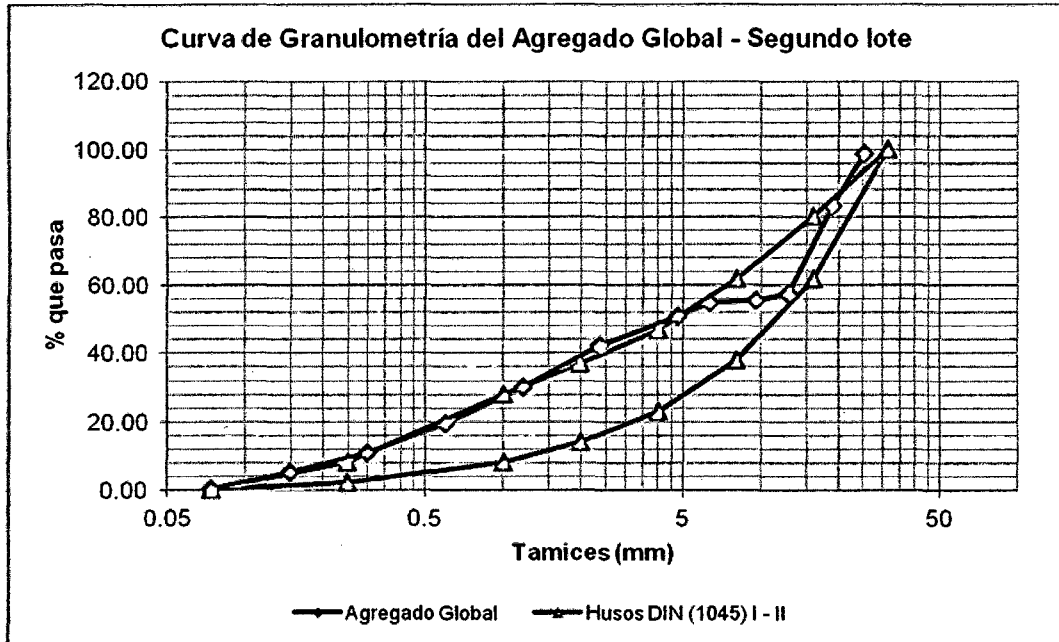
	A=51.5%	A=54.5%	A=57.5%
<b>σ (desviación estándar)</b>	4.79	12.82	12.07
<b>Coficiente de variación (Cv) (%)</b>	1.42	3.54	3.39
<b>Máx Cv (%)</b>	7.80	7.80	7.80



Arena = 55.00%      Piedra = 45.00%

**B.1.2.1.3. Granulometría – Módulo de finura del agregado global**

Tamiz (Malla)		Piedra		Arena		%Piedra	%Arena	Ag. Global	
ASTM	mm	%PR	%PR acum.	%PR	%PR acum.	45.00%	55.00%	%PR	%PR acum.
1"	25.400	2.46	2.46	0.00	0.00	1.10	0.00	1.10	1.10
3/4"	19.050	34.63	37.09	0.00	0.00	15.58	0.00	15.58	16.69
1/2"	12.700	57.03	94.12	0.00	0.00	25.66	0.00	25.66	42.35
3/8"	9.526	4.72	98.84	0.00	0.00	2.12	0.00	2.12	44.48
1/4"	6.350	1.07	99.90	0.00	0.00	0.48	0.00	0.48	44.96
Nº 4	4.763	0.07	99.97	7.20	7.20	0.03	3.96	3.99	48.94
Nº 8	2.381	0.04	100.00	15.60	22.80	0.02	8.58	8.60	57.54
Nº 16	1.191	0.00	100.00	22.80	45.60	0.00	12.54	12.54	70.08
Nº 30	0.595	0.00	100.00	19.40	65.00	0.00	10.67	10.67	80.75
Nº 50	0.296	0.00	100.00	15.30	80.30	0.00	8.42	8.42	89.17
Nº 100	0.149	0.00	100.00	10.10	90.40	0.00	5.56	5.56	94.72
Fondo		0.00	100.00	9.60	100.00	0.00	5.28	5.28	100.00
-		MF	7.36	MF	3.11	-	-	MF	5.02



## B.2. Procedimiento para el Diseño de Mezcla

### B.2.1. Procedimiento para el diseño de mezcla del concreto sin aditivo

A continuación se presentan, los procedimientos y cálculos realizados para el diseño de mezcla de concreto sin aditivo que se indica.

- Propiedades físicas de los agregados (primer lote), las cuales fueron determinadas anteriormente.
- Tamaño máximo nominal = 1"
- Asentamiento (slump) = 3" a 4"
- Agua diseño = 195 L
- Contenido de aire atrapado = 1.50%
- Relación a/c = 0.50
- Cemento = agua / (a/c) = 195/0.50 = 390 kg
- $\sum$  Vol. Abs. (Sumatoria de volúmenes absolutos) = Vol. Cemento + Vol. Aire + Vol. Agua.

Materiales	Peso seco (kg)	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Absoluto (m <sup>3</sup> )
Cemento	390	3.13	0.1246
Agua	195	1.00	0.1950
Aire atrapado	1.5	-----	0.0150
$\Sigma$ Vol. Abs. =			0.3346

- Volumen de agregados =  $1 - \Sigma \text{ Vol. Abs.} = 1 - 0.3346 = 0.6654 \text{ m}^3$
- Determinación de la combinación óptima de los agregados (las cuales fueron determinadas anteriormente).  
 Arena (A.F.) = 50.00%  
 Piedra (A.G.) = 50.00%
- Cálculo de los volúmenes de agregado fino y grueso.  
 Vol. A.F. = % A.F. x Vol. Agregados =  $0.50 \times 0.6654 = 0.3327 \text{ m}^3$   
 Vol. A.G. = % A.G. x Vol. Agregados =  $0.50 \times 0.6654 = 0.3327 \text{ m}^3$
- Cálculo de los pesos secos de los agregados.  
 Peso seco A.F. = Vol. A.F. x Peso específico A.F. x 1000  
 Peso seco A.G. = Vol. A.G. x Peso específico A.G. x 1000

Materiales	Volumen Absoluto (m <sup>3</sup> )	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	Peso seco (kg)
Arena (A.F.)	0.3327	2.66	885
Piedra (A.G.)	0.3327	2.66	885

- Se obtuvieron las cantidades de material por m<sup>3</sup>.
- Corrección por humedad de los agregados.  
 A.F. = Peso seco A.F. x  $(1 + \% \text{ C.H.}_{A.F.}/100)$   
 A.F. =  $885 \times (1 + 1.87/100) = 902 \text{ kg}$   
 A.G. = Peso seco A.G. x  $(1 + \% \text{ C.H.}_{A.G.}/100)$   
 A.G. =  $885 \times (1 + 0.32/100) = 888 \text{ kg}$
- Corrección por humedad superficial.  
 H A.F. =  $\text{Peso seco A.F.} \times (\% \text{ C.H.}_{A.F.} - \% \text{ Abs.}_{A.F.})/100$   
H A.G. =  $\text{Peso seco A.G.} \times (\% \text{ C.H.}_{A.G.} - \% \text{ Abs.}_{A.G.})/100$   
 $\Sigma \text{ Vol.} = \text{Aporte de humedad}$   
 H A.F. =  $885 \times (1.87 - 1.39)/100 = 4.25 \text{ L}$

$$H.A.G. = 885 \times (0.32 - 0.84)/100 = -4.60 \text{ L}$$

$$\Sigma \text{ Vol.} = -0.35 \text{ L}$$

Donde:

% C.H.: Porcentaje de contenido de humedad

% Abs.: Porcentaje de absorción

- Agua efectiva = Agua diseño – aporte de humedad.  
Agua efectiva = 195 – (-0.35) = 195 L
- Se obtuvieron las cantidades de material por m<sup>3</sup> corregida por humedad
- Tanda Húmeda (48 kg) = (Peso húmedo material / (Σ Pesos húmedos)) x 48
- Peso x bolsa Cemento = (Peso húmedo material / Pesos cemento) x 42.5

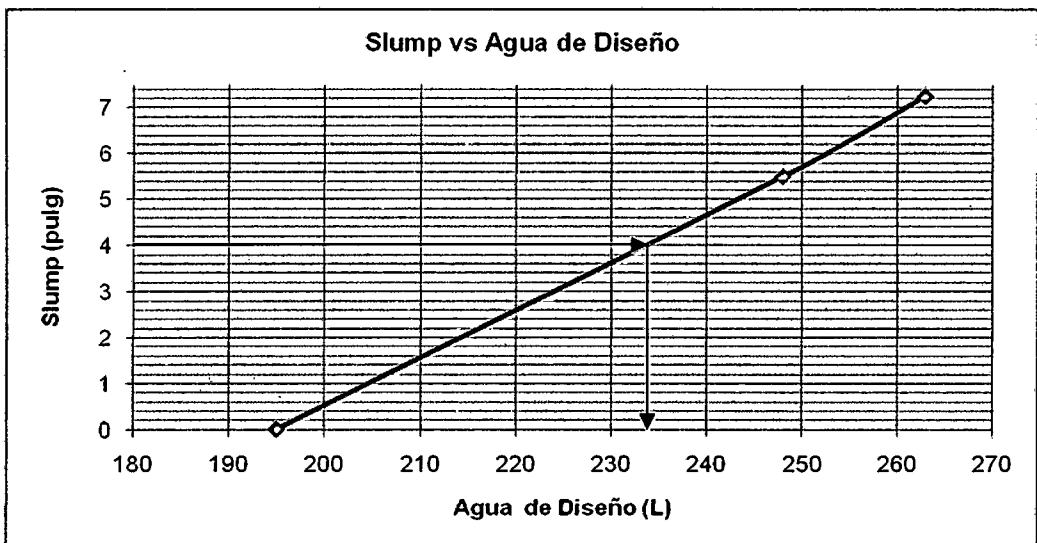
Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
195 L	Cemento	390	390	7.88	42.50	Kg
Slump 0"	Agua	195	195	3.95	21.29	L
	Arena	885	902	18.22	98.24	Kg
	Piedra	885	888	17.95	96.75	Kg
	Aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	g
	P.U.C.F.	2355	2375	-	-	-

- Debido a que la consistencia, medida por el slump, no cumple el requisito de diseño de 3" a 4", se aumentó la cantidad de agua de diseño, por lo que se realizó un rediseño siguiendo los pasos anteriores.

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
263 L	Cemento	526	526	11.08	42.50	Kg
Slump 7 1/4"	Agua	263	263	5.55	21.27	L
	Arena	737	751	15.81	60.64	Kg
	Piedra	737	739	15.57	59.72	Kg
	Aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	g
	P.U.C.F.	2263	2279	-	-	-

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
248 L	Cemento	496	496	10.35	42.50	Kg
Slump 5 1/2"	Agua	248	248	5.18	21.28	L
	Arena	769	784	16.36	67.16	Kg
	Piedra	769	772	16.11	66.14	Kg
	Aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	g
	P.U.C.F.	2283	2300	-	-	-

- A partir de los diseños anteriores se procedió a graficar el Slump vs Agua de Diseño, del cual se obtuvo una aproximación al agua de diseño para un slump de 4".



- De la figura anterior se escogió como agua de diseño la cantidad de 235 L, obteniéndose finalmente el diseño de mezclas para las condiciones especificadas.

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
235 L	Cemento	470	470	9.73	42.50	Kg
Slump	Agua	235	235	4.87	21.28	L
4"	Arena	798	813	16.83	73.49	Kg
	Piedra	798	800	16.57	72.37	Kg
	Aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	g
	P.U.C.F.	2301	2318	-	-	-

- Se siguió el mismo procedimiento para los diseños de mezcla del concreto para la relación a/c=0.45 y relación a/c=0.40.

#### B.2.2. Procedimiento para el diseño de mezcla del concreto con aditivo

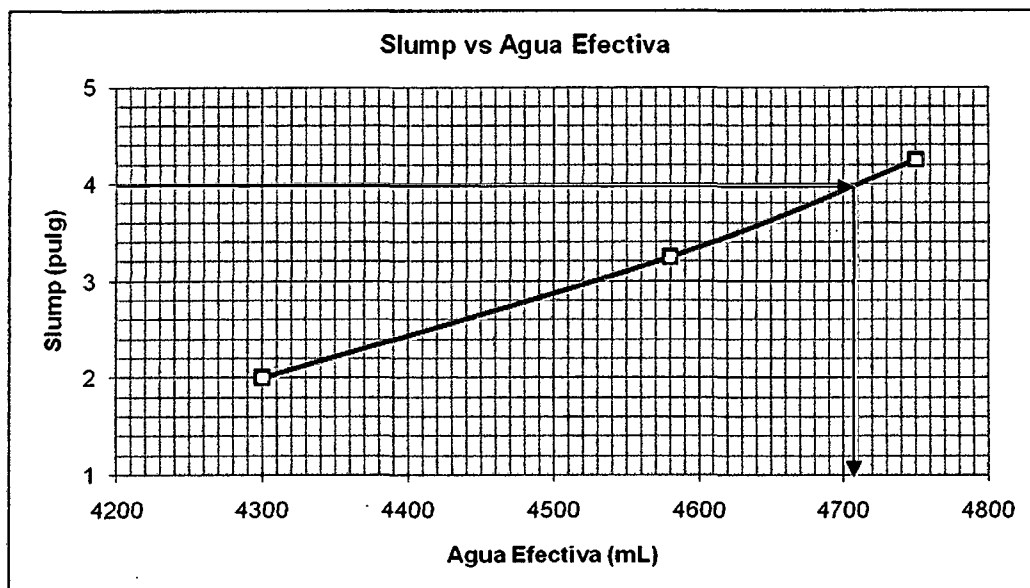
A continuación se presentan los procedimientos y cálculos realizados para el diseño de mezcla del concreto con aditivo anticorrosivo que se indica.

- Diseño de mezcla del concreto patrón (sin aditivo), obtenido en el punto anterior.
- Se trabajo para una tanda de 48 kg.
- Aditivo = % de Peso del cemento x 1000 = 0.40% x 9.73 x 1000 = 38.9 g
- Debido a que el aditivo anticorrosivo plastificó al concreto, es decir produjo un aumento del asentamiento o slump, se procedió a reducir el agua efectiva con el fin de obtener un slump de 4", obteniéndose lo siguiente:

Material	Tanda Húmeda (48 kg)	Tanda Húmeda (48 kg)	Tanda Húmeda (48 kg)
Cemento	9.73	9.73	9.73
Agua	4.30	4.58	4.75
Arena	16.83	16.83	16.83
Piedra	16.57	16.57	16.57
Aditivo	38.9	38.9	38.9
Slump	2"	3 1/4"	4 1/4"



- A partir de los diseños anteriores se procedió a graficar el Slump vs Agua Efectiva, del cual se obtuvo una aproximación al agua efectiva para un slump de 4".



- De la figura anterior se escogió como agua efectiva la cantidad de 4.70 L, obteniéndose finalmente el diseño de mezclas para las condiciones especificadas.

Agua	Material	Peso Seco/m <sup>3</sup>	Peso Húmedo/m <sup>3</sup>	Tanda Húmeda (48 kg)	Peso x bolsa Cemento/m <sup>3</sup>	Unidades
227 Slump 4"	Cemento	470	470	9.73	42.50	Kg
	Agua	227	227	4.70	20.53	L
	Arena	798	813	16.83	73.49	Kg
	Piedra	798	800	16.57	72.37	Kg
	Aditivo	1880	1880	38.90	170.00	g
	P.U.C.F.	2295	2312	-	-	-

## ANEXO C: PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO FRESCO

### C.1. Ensayo de Fluidéz (NTP 339.085)

Diseño		Diámetros						Dp (cm)	Fluidéz (%)
Relación a/c	Concreto	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)		
0.40	Patrón (P)	43.50	43.00	43.50	43.50	43.50	43.00	43.33	73.33
	P + 170.0 g x B.C	42.00	42.50	43.00	43.00	43.00	43.00	42.75	71.00
	P + 425.0 g x B.C	43.00	42.50	43.00	43.00	43.00	42.00	42.75	71.00
	P + 637.5 g x B.C	43.50	43.00	43.50	42.50	43.50	43.00	43.17	72.67
0.45	Patrón (P)	44.00	44.00	44.50	45.00	44.50	44.50	44.42	77.67
	P + 170.0 g x B.C	44.00	44.00	43.50	43.50	44.00	44.50	43.92	75.67
	P + 425.0 g x B.C	43.50	44.00	44.00	43.50	43.50	44.00	43.75	75.00
	P + 637.5 g x B.C	44.00	43.50	43.00	43.50	44.00	44.00	43.67	74.67
0.50	Patrón (P)	45.00	45.50	45.50	45.50	44.00	44.50	45.00	80.00
	P + 170.0 g x B.C	45.00	44.00	45.00	43.50	44.00	45.50	44.50	78.00
	P + 425.0 g x B.C	45.00	44.50	45.00	45.00	45.00	45.00	44.92	79.67
	P + 637.5 g x B.C	43.50	45.00	45.50	44.50	45.00	44.50	44.67	78.67

### C.2. Ensayo de Peso Unitario (NTP 339.046)

$$\%fluidéz = \left( \frac{Df - 25}{100} \right) \times 100$$

Diseño		Balde 1/2 pie <sup>3</sup> (kg) (B)	Peso bruto (kg) (C)+(B)	Peso concreto (kg) (C)	Volumen balde 1/2 pie <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )
Relación a/c	Concreto					
0.40	Patrón (P)	11.84	44.54	32.7	0.014	2336
	P + 170.0 g x B.C	11.84	44.65	32.81	0.014	2344
	P + 425.0 g x B.C	11.84	44.71	32.87	0.014	2348
	P + 637.5 g x B.C	11.84	44.47	32.63	0.014	2331
0.45	Patrón (P)	11.84	44.85	33.01	0.014	2358
	P + 170.0 g x B.C	11.84	44.64	32.8	0.014	2343
	P + 425.0 g x B.C	11.84	44.88	33.04	0.014	2360
	P + 637.5 g x B.C	11.84	44.67	32.83	0.014	2345
0.50	Patrón (P)	11.84	45.07	33.23	0.014	2374
	P + 170.0 g x B.C	11.84	45.23	33.39	0.014	2385
	P + 425.0 g x B.C	11.84	44.97	33.13	0.014	2366
	P + 637.5 g x B.C	11.84	44.90	33.06	0.014	2361

### C.3. Ensayos de Contenido de Aire – Método Gravimétrico (NTP 339.083)

Diseño		Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> ) (P.U.C.F.)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> ) (P.U.D.)	Contenido de aire (%)
Relación a/c	Concreto			
0.40	Patrón (P)	2336	2289	2.00
	P + 170.0 g x B.C	2344	2273	3.04
	P + 425.0 g x B.C	2348	2270	3.33
	P + 637.5 g x B.C	2331	2265	2.84
0.45	Patrón (P)	2358	2296	2.62
	P + 170.0 g x B.C	2343	2280	2.67
	P + 425.0 g x B.C	2360	2264	4.05
	P + 637.5 g x B.C	2345	2263	3.52
0.50	Patrón (P)	2374	2318	2.34
	P + 170.0 g x B.C	2385	2312	3.06
	P + 425.0 g x B.C	2366	2305	2.59
	P + 637.5 g x B.C	2361	2288	3.09

$$\% \text{ Contenido de aire} = \left( \frac{P.U.C.F. - P.U.D.}{P.U.C.F.} \right)$$

### C.4. Ensayos de Exudación (NTP 339.077)

$$\% \text{ Exudación} = \left( \frac{D}{\left(\frac{w}{W}\right) \times S} \right) \times 100$$

Relación a/c	Diseño Concreto	Peso de la tanda (kg) (W)	Peso Agua efectiva (kg) (w)	Peso Concreto (kg) (S)	Tiempo (min)												T. Acum. (min)		Exudación (%)
					10	10	10	10	30	30	30	30	30	30	30	30	220		
					Volumen (mL)												Vol. Acum. (mL) (D)		
0.40	Patrón (P)	48.00	5.60	32.70	0.00	2.20	2.25	2.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.35	0.25	
	P + 170.0 g x B.C	48.00	5.20	32.81	0.00	0.95	0.55	1.10	1.30	0.80	0.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.18	
	P + 425.0 g x B.C	48.00	5.05	32.87	0.00	1.60	1.75	1.40	4.00	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	0.30	
	P + 637.5 g x B.C	48.00	4.87	32.63	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.05	
0.45	Patrón (P)	48.00	5.31	33.01	0.50	1.40	1.50	2.20	3.70	1.40	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.60	0.32	
	P + 170.0 g x B.C	48.00	4.93	32.80	0.00	0.00	0.00	0.50	2.30	1.90	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	0.20	
	P + 425.0 g x B.C	48.00	4.52	33.04	0.00	0.75	1.25	1.25	1.00	0.75	0.75	1.00	1.25	0.25	0.00	0.00	8.25	0.27	
	P + 637.5 g x B.C	48.00	4.42	32.83	0.00	0.90	0.75	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	0.07	
0.50	Patrón (P)	48.00	4.87	33.23	2.10	2.60	2.85	3.85	6.10	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.25	0.54	
	P + 170.0 g x B.C	48.00	4.70	33.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	3.25	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	0.16	
	P + 425.0 g x B.C	48.00	4.49	33.13	0.00	0.00	0.00	0.40	1.40	1.40	0.80	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	5.60	0.18	
	P + 637.5 g x B.C	48.00	4.10	33.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.02	

C.5. Ensayos de Tiempo de Fraguado (NTP 339.082)

C.5.1. Relación a/c=0.40

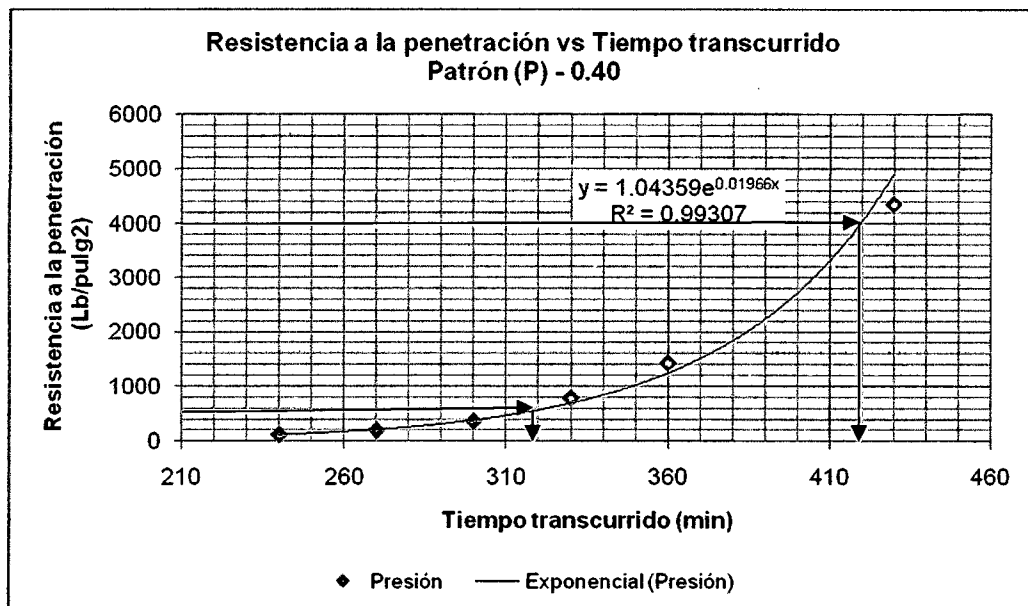
C.5.1.1. Tiempo de fraguado del diseño Patrón (P) – 0.40

Hora inicio (h) 10:00:00

Fecha: 18/07/2011

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	14:00:00	4:00:00	240	115	0.99	116
13/16	14:30:00	4:30:00	270	100	0.52	193
9/16	15:00:00	5:00:00	300	90	0.25	362
5/16	15:30:00	5:30:00	330	60	0.08	782
1/4	16:00:00	6:00:00	360	70	0.05	1426
3/16	17:10:00	7:10:00	430	120	0.03	4346

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	5:13:56 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	6:59:42 h



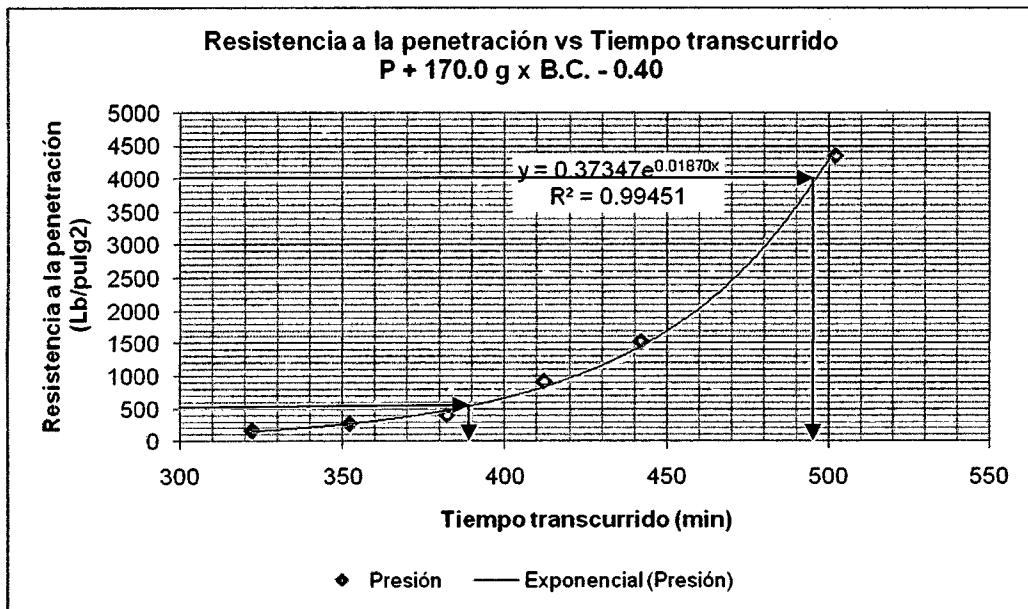
C.5.1.2. Tiempo de fraguado del diseño P + 170.0 g x B.C. - 0.40

Hora inicio (h) 10:38:00

Fecha: 20/07/2011

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	16:00:00	5:22:00	322	160	0.99	161
13/16	16:30:00	5:52:00	352	140	0.52	270
9/16	17:00:00	6:22:00	382	100	0.25	402
5/16	17:30:00	6:52:00	412	70	0.08	913
1/4	18:00:00	7:22:00	442	75	0.05	1528
3/16	19:00:00	8:22:00	502	120	0.03	4346

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	6:25:00 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	8:16:12 h



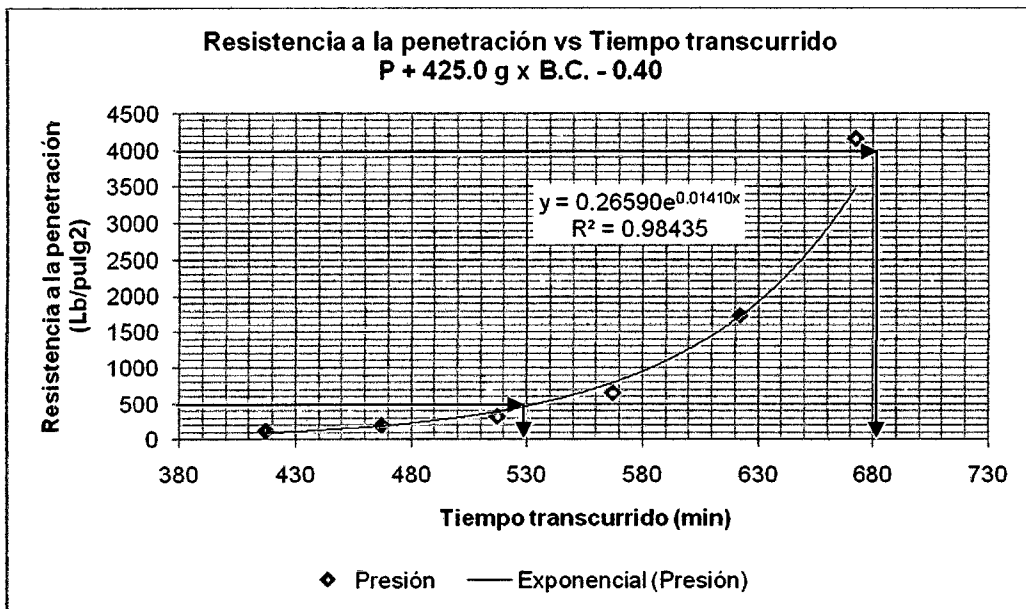
C.5.1.3. Tiempo de fraguado del diseño P + 425.0 g x B.C. - 0.40

Hora inicio (h) 9:13:00

Fecha: 22/07/2011

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	16:10:00	6:57:00	417	115	0.99	116
13/16	17:00:00	7:47:00	467	100	0.52	193
9/16	17:50:00	8:37:00	517	80	0.25	322
5/16	18:40:00	9:27:00	567	50	0.08	652
1/4	19:35:00	10:22:00	622	85	0.05	1732
3/16	20:25:00	11:12:00	672	115	0.03	4165

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	8:54:41 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	11:22:10 h



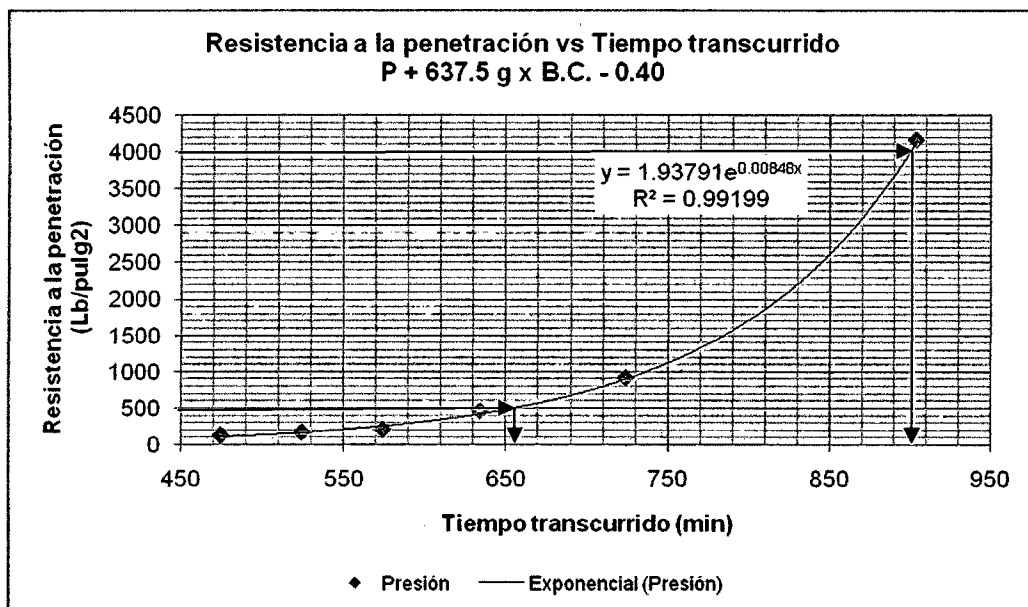
C.5.1.4. Tiempo de fraguado del diseño P + 637.5 g x B.C. - 0.40

Hora inicio (h)	8:46:00
-----------------	---------

Fecha:	26/07/2011
--------	------------

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	16:40:00	7:54:00	474	120	0.99	121
13/16	17:30:00	8:44:00	524	85	0.52	164
9/16	18:20:00	9:34:00	574	50	0.25	201
5/16	19:20:00	10:34:00	634	35	0.08	456
1/4	20:50:00	12:04:00	724	45	0.05	917
3/16	23:50:00	15:04:00	904	115	0.03	4165

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	10:54:50 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	15:00:03 h



C.5.2. Relación  $a/c=0.45$

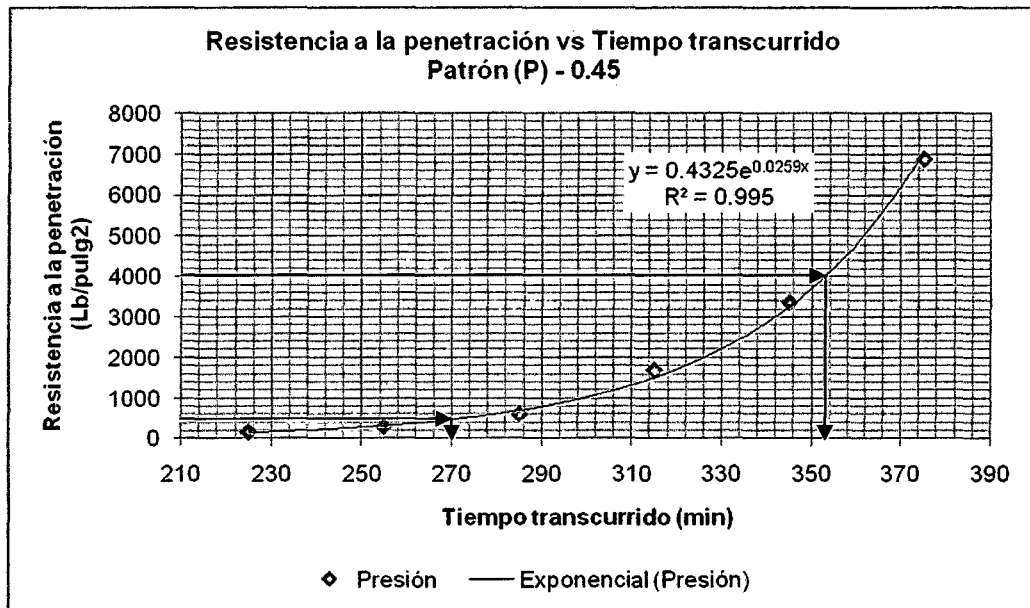
C.5.2.1. Tiempo de fraguado del diseño Patrón (P) – 0.45

Hora inicio (h)	9:45:00
-----------------	---------

Fecha:	16/06/2011
--------	------------

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área aguja (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	13:30:00	3:45:00	225	160	0.99	161
13/16	14:00:00	4:15:00	255	150	0.52	289
9/16	14:30:00	4:45:00	285	150	0.25	604
5/16	15:00:00	5:15:00	315	130	0.08	1695
1/4	15:30:00	5:45:00	345	165	0.05	3361
3/16	16:00:00	6:15:00	375	190	0.03	6881

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	4:32:18 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	5:52:35 h





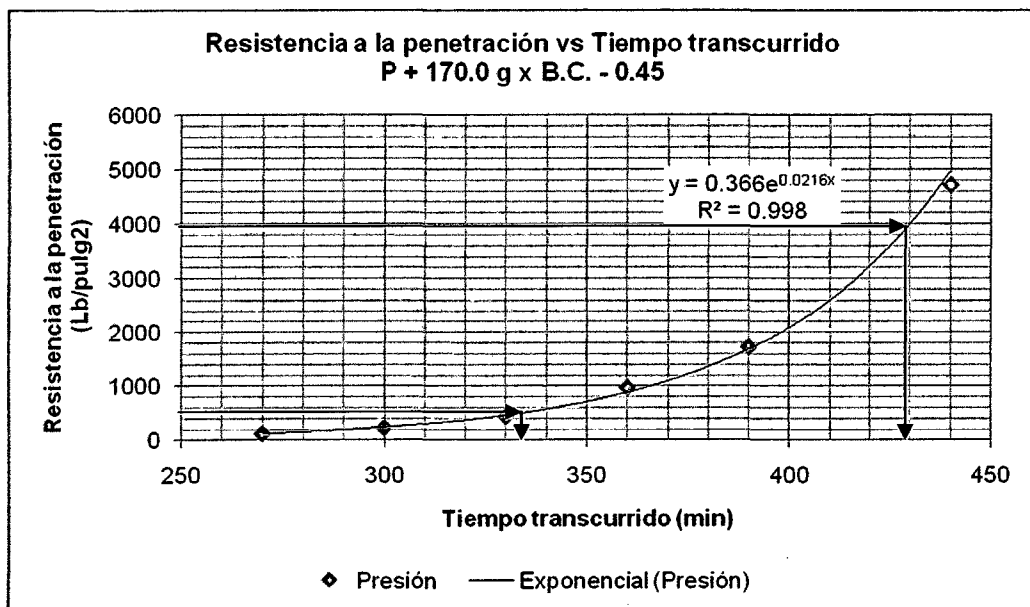
C.5.2.2. Tiempo de fraguado del diseño P + 170.0 g x B.C. - 0.45

Hora inicio (h)	9:35:00
-----------------	---------

Fecha:	21/06/2011
--------	------------

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área aguja (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	14:05:00	4:30:00	270	125	0.99	126
13/16	14:35:00	5:00:00	300	120	0.52	231
9/16	15:05:00	5:30:00	330	110	0.25	443
5/16	15:35:00	6:00:00	360	75	0.08	978
1/4	16:05:00	6:30:00	390	85	0.05	1732
3/16	16:55:00	7:20:00	440	130	0.03	4708

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	5:34:14 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	7:10:31 h



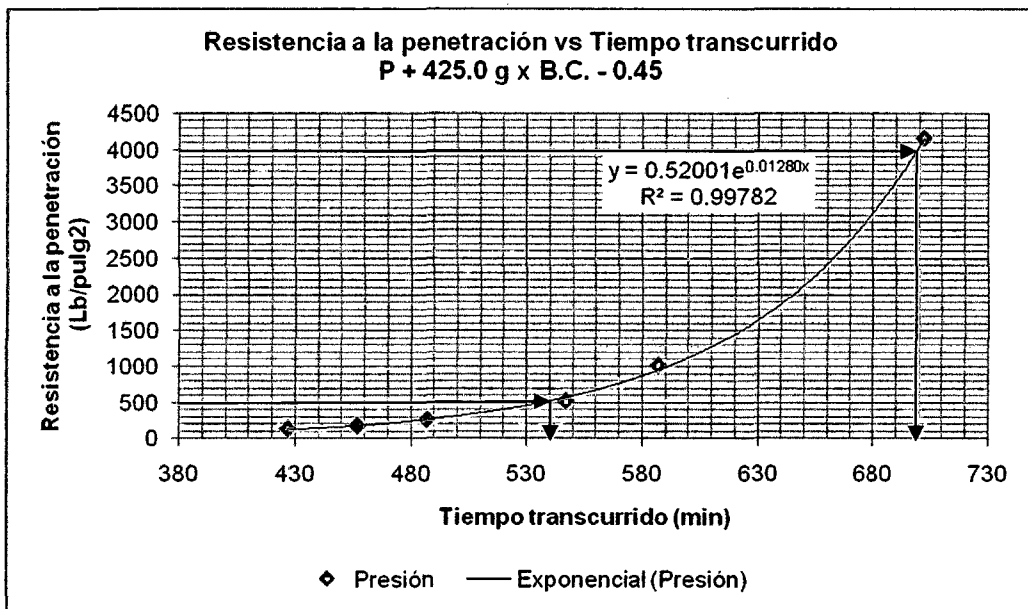
C.5.2.3. Tiempo de fraguado del diseño P + 425.0 g x B.C. - 0.45

Hora inicio (h) 8:53:00

Fecha: 01/07/2011

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área aguja (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	16:00:00	7:07:00	427	130	0.99	131
13/16	16:30:00	7:37:00	457	90	0.52	174
9/16	17:00:00	8:07:00	487	65	0.25	262
5/16	18:00:00	9:07:00	547	40	0.08	522
1/4	18:40:00	9:47:00	587	50	0.05	1019
3/16	20:35:00	11:42:00	702	115	0.03	4165

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	8:56:36 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	11:39:03 h



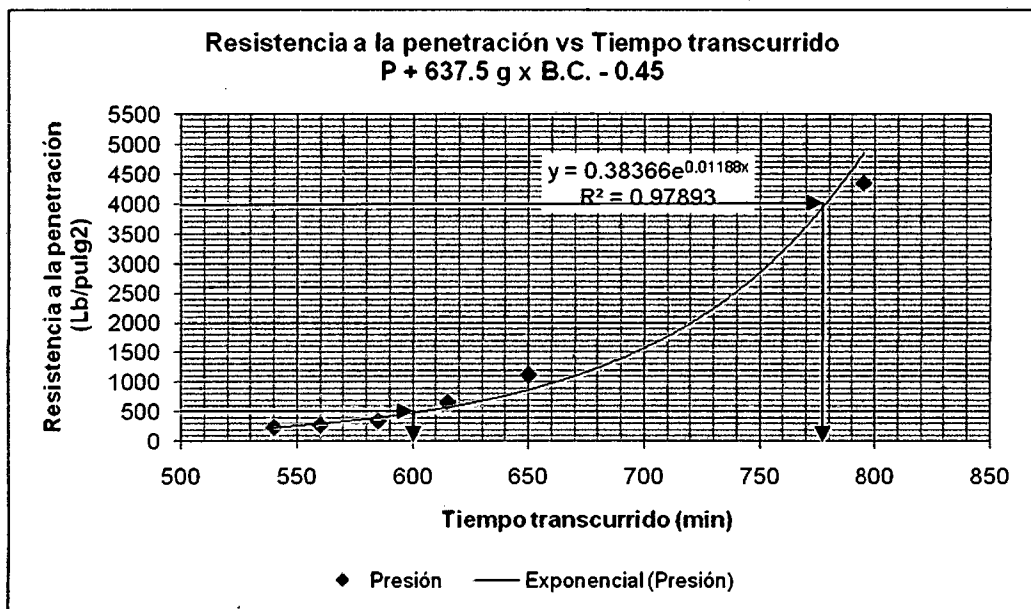
C.5.2.4. *Tiempo de fraguado del diseño P + 637.5 g x B.C. - 0.45*

<b>Hora inicio (h)</b>	9:30:00
------------------------	---------

<b>Fecha:</b>	05/07/2011
---------------	------------

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área aguja (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	18:30:00	9:00:00	540	230	0.99	231
13/16	18:50:00	9:20:00	560	140	0.52	270
9/16	19:15:00	9:45:00	585	85	0.25	342
5/16	19:45:00	10:15:00	615	50	0.08	652
1/4	20:20:00	10:50:00	650	55	0.05	1120
3/16	22:45:00	13:15:00	795	120	0.03	4346

<b>Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg<sup>2</sup>)</b>	10:03:45 h
<b>Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg<sup>2</sup>)</b>	12:58:47 h



C.5.3. Relación a/c=0.50

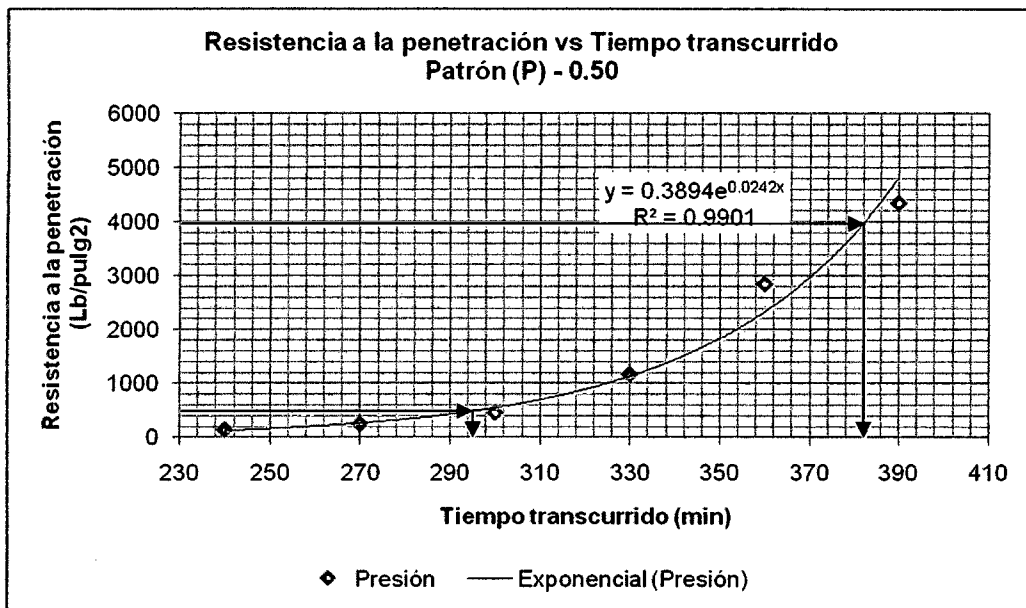
C.5.3.1. Tiempo de fraguado del diseño Patrón (P) – 0.50

Hora inicio (h)	10:10:00
-----------------	----------

Fecha:	23/05/2011
--------	------------

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área aguja (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	14:10:00	4:00:00	240	140	0.99	141
13/16	14:40:00	4:30:00	270	130	0.52	251
9/16	15:10:00	5:00:00	300	115	0.25	463
5/16	15:40:00	5:30:00	330	90	0.08	1173
1/4	16:10:00	6:00:00	360	140	0.05	2852
3/16	16:40:00	6:30:00	390	120	0.03	4346

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	4:55:46 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	6:21:42 h



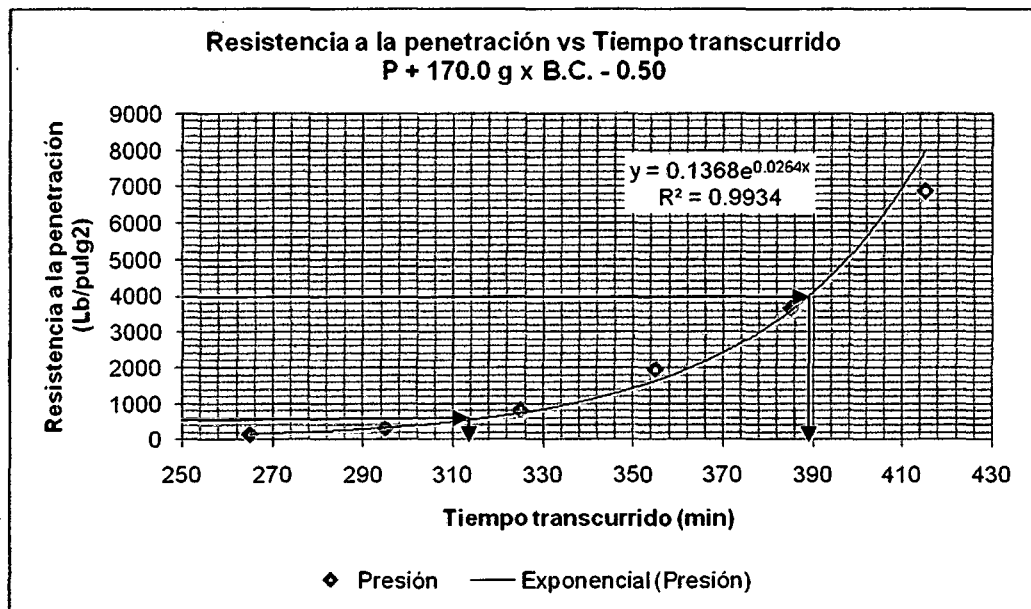
C.5.3.2. Tiempo de fraguado del diseño P + 170.0 g x B.C. - 0.50

Hora inicio (h) 10:25:00

Fecha: 27/05/2011

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área aguja (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	14:50:00	4:25:00	265	140	0.99	141
13/16	15:20:00	4:55:00	295	160	0.52	309
9/16	15:50:00	5:25:00	325	200	0.25	805
5/16	16:20:00	5:55:00	355	150	0.08	1956
1/4	16:50:00	6:25:00	385	180	0.05	3667
3/16	17:20:00	6:55:00	415	190	0.03	6881

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	5:10:45 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	6:29:31 h



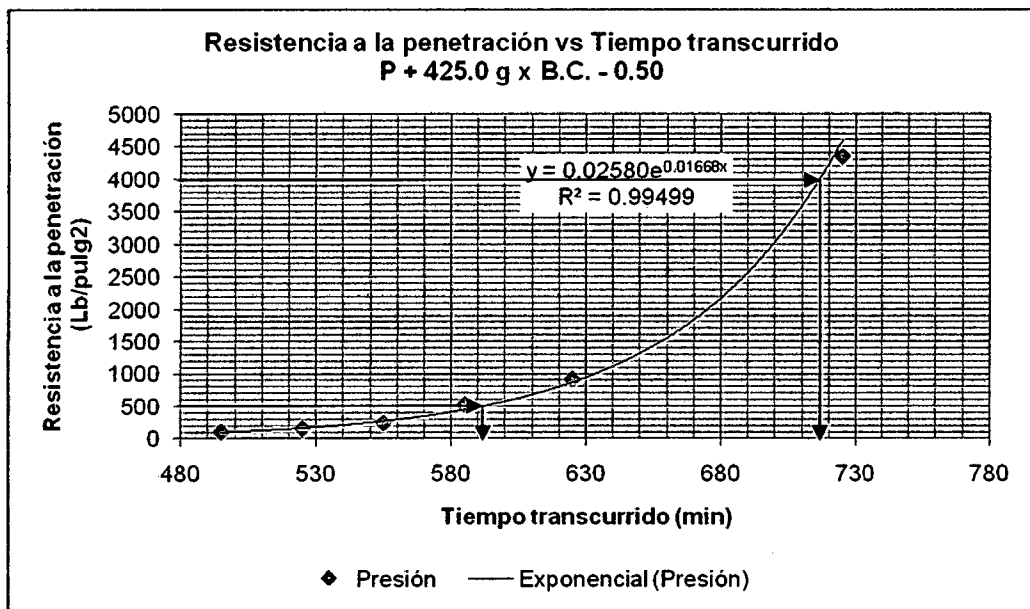
C.5.3.3. Tiempo de fraguado del diseño P + 425.0 g x B.C. - 0.50

Hora inicio (h) 9:15:00

Fecha: 30/06/2011

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área aguja (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	17:30:00	8:15:00	495	100	0.99	101
13/16	18:00:00	8:45:00	525	80	0.52	154
9/16	18:30:00	9:15:00	555	60	0.25	241
5/16	19:00:00	9:45:00	585	40	0.08	522
1/4	19:40:00	10:25:00	625	45	0.05	917
3/16	21:20:00	12:05:00	725	120	0.03	4346

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	9:51:50 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	11:56:30 h



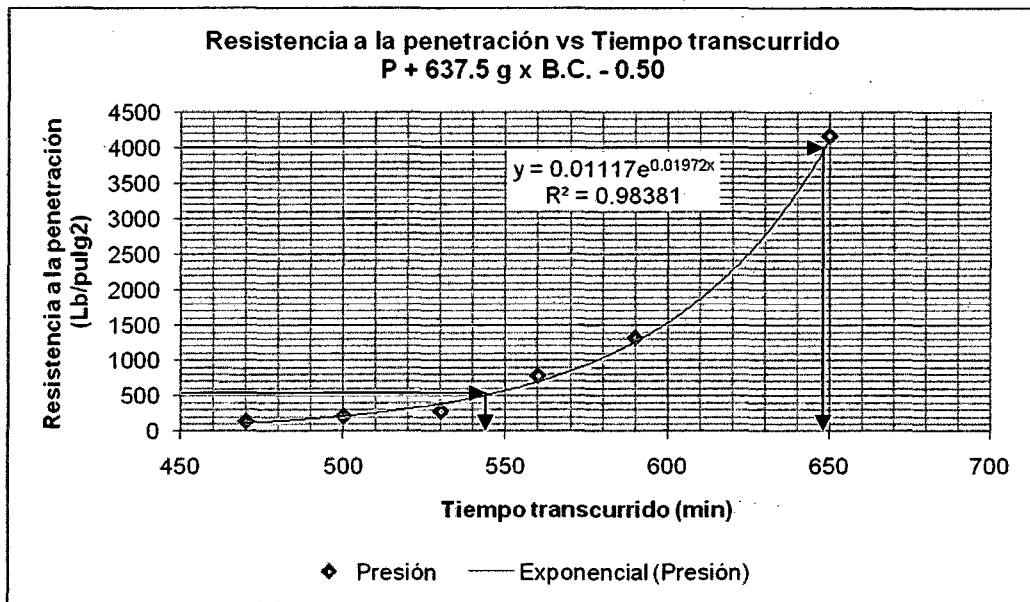
C.5.3.4. Tiempo de fraguado del diseño P + 637.5 g x B.C. - 0.50

Hora inicio (h) 9:40:00

Fecha: 14/06/2011

Diámetro aguja (pulg)	Hora (h)	Tiempo transcurrido (h)	Tiempo transcurrido (min)	Fuerza (Lb)	Área aguja (pulg <sup>2</sup> )	Presión (Lb/pulg <sup>2</sup> )
1 1/8	17:30:00	7:50:00	470	135	0.99	136
13/16	18:00:00	8:20:00	500	110	0.52	212
9/16	18:30:00	8:50:00	530	70	0.25	282
5/16	19:00:00	9:20:00	560	60	0.08	782
1/4	19:30:00	9:50:00	590	65	0.05	1324
3/16	20:30:00	10:50:00	650	115	0.03	4165

Tiempo de fraguado Inicial (500 Lb/pulg <sup>2</sup> )	9:03:03 h
Tiempo de fraguado Final (4000 Lb/pulg <sup>2</sup> )	10:48:30 h



**ANEXO D: PRUEBAS REALIZADAS AL CONCRETO ENDURECIDO**

**D.1. Ensayos de Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)**

**D.1.1. Relación a/c=0.40**

**D.1.1.1. Resistencia a la compresión del diseño Patrón (P) – 0.40**

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f <sub>c</sub> prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	35,400	80.12	442	433
2	RC-7-2	10.1	33,400	80.12	417	
3	RC-7-3	10.1	35,200	80.12	439	
4	RC-28-1	10.1	43,200	80.12	539	508
5	RC-28-2	10.1	40,000	80.12	499	
6	RC-28-3	10.1	41,400	80.12	517	
7	RC-28-4	10.1	40,100	80.12	500	
8	RC-28-5	10.1	41,200	80.12	514	
9	RC-28-6	10.1	38,500	80.12	481	

	7 días	28 días
<b>σ (desviación estándar)</b>	13.65	19.76
<b>Coficiente de variación (Cv) (%)</b>	3.15	3.89
<b>Máx. Cv (%)</b>	7.80	7.80



D.1.1.2. Resistencia a la compresión del diseño  $P + 170.0 \text{ g x B.C.} - 0.40$

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	36,800	80.12	459	453
2	RC-7-2	10.1	36,200	80.12	452	
3	RC-7-3	10.1	35,800	80.12	447	
4	RC-28-1	10.1	42,600	80.12	532	511
5	RC-28-2	10.1	40,200	80.12	502	
6	RC-28-3	10.1	41,400	80.12	517	
7	RC-28-4	10.1	40,000	80.12	499	
8	RC-28-5	10.1	40,800	80.12	509	
9	RC-28-6	10.1	40,600	80.12	507	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	6.03	12.02
Coefficiente de variación (Cv) (%)	1.33	2.35
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.1.3. Resistencia a la compresión del diseño  $P + 425.0 \text{ g x B.C.} - 0.40$

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	36,000	80.12	449	457
2	RC-7-2	10.1	37,200	80.12	464	
3	RC-7-3	10.1	36,800	80.12	459	
4	RC-28-1	10.1	43,000	80.12	537	531
5	RC-28-2	10.1	40,600	80.12	507	
6	RC-28-3	10.1	44,000	80.12	549	
7	RC-28-4	10.1	41,400	80.12	517	
8	RC-28-5	10.1	43,400	80.12	542	
9	RC-28-6	10.1	42,800	80.12	534	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	7.64	15.89
Coefficiente de variación (Cv) (%)	1.67	2.99
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.1.4. Resistencia a la compresión del diseño  $P + 637.5 \text{ g} \times \text{B.C.} - 0.40$

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	41,200	80.12	514	518
2	RC-7-2	10.1	41,200	80.12	514	
3	RC-7-3	10.1	42,200	80.12	527	
4	RC-28-1	10.1	44,800	80.12	559	555
5	RC-28-2	10.1	44,400	80.12	554	
6	RC-28-3	10.1	42,000	80.12	524	
7	RC-28-4	10.1	43,800	80.12	547	
8	RC-28-5	10.1	48,000	80.12	599	
9	RC-28-6	10.1	44,000	80.12	549	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	7.51	24.55
Coefficiente de variación (Cv) (%)	1.45	4.42
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.2. Relación a/c=0.45

D.1.2.1. Resistencia a la compresión del diseño Patrón (P) – 0.45

Nº	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f <sub>c</sub> prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	29,000	80.12	362	361
2	RC-7-2	10.1	28,200	80.12	352	
3	RC-7-3	10.1	29,500	80.12	368	
4	RC-28-1	10.1	38,000	80.12	474	441
5	RC-28-2	10.1	34,800	80.12	434	
6	RC-28-3	10.1	35,000	80.12	437	
7	RC-28-4	10.1	33,000	80.12	412	
8	RC-28-5	10.1	36,000	80.12	449	
9	RC-28-6	10.1	35,000	80.12	437	

	7 días	28 días
σ (desviación estándar)	8.08	20.36
Coefficiente de variación (Cv) (%)	2.24	4.62
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.2.2. Resistencia a la compresión del diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.45

Nº	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión f <sub>c</sub> prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	30,200	80.12	377	396
2	RC-7-2	10.1	32,500	80.12	406	
3	RC-7-3	10.1	32,400	80.12	404	
4	RC-28-1	10.1	35,600	80.12	444	448
5	RC-28-2	10.1	33,800	80.12	422	
6	RC-28-3	10.1	36,400	80.12	454	
7	RC-28-4	10.1	37,000	80.12	462	
8	RC-28-5	10.1	37,400	80.12	467	
9	RC-28-6	10.1	35,200	80.12	439	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	16.20	16.53
Coefficiente de variación (Cv) (%)	4.09	3.69
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.2.3. Resistencia a la compresión del diseño  $P + 425.0 \text{ g x B.C.} - 0.45$

Nº	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	35,000	80.12	437	435
2	RC-7-2	10.1	35,700	80.12	446	
3	RC-7-3	10.1	33,800	80.12	422	
4	RC-28-1	10.1	41,200	80.12	514	518
5	RC-28-2	10.1	43,000	80.12	537	
6	RC-28-3	10.1	41,800	80.12	522	
7	RC-28-4	10.1	41,200	80.12	514	
8	RC-28-5	10.1	41,800	80.12	522	
9	RC-28-6	10.1	40,000	80.12	499	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	12.12	12.54
Coefficiente de variación (Cv) (%)	2.79	2.42
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.2.4. Resistencia a la compresión del diseño  $P + 637.5 \text{ g x B.C.} - 0.45$

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	36,800	80.12	459	472
2	RC-7-2	10.1	38,200	80.12	477	
3	RC-7-3	10.1	38,400	80.12	479	
4	RC-28-1	10.1	45,200	80.12	564	561
5	RC-28-2	10.1	45,000	80.12	562	
6	RC-28-3	10.1	44,800	80.12	559	
7	RC-28-4	10.1	46,000	80.12	574	
8	RC-28-5	10.1	44,600	80.12	557	
9	RC-28-6	10.1	44,200	80.12	552	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	11.02	7.47
Coefficiente de variación (Cv) (%)	2.33	1.33
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.3. Relación  $a/c=0.50$

D.1.3.1. Resistencia a la compresión del diseño Patrón (P) - 0.50

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	24,800	80.12	310	318
2	RC-7-2	10.1	25,200	80.12	315	
3	RC-7-3	10.1	26,300	80.12	328	
4	RC-28-1	10.1	30,200	80.12	377	367
5	RC-28-2	10.1	28,000	80.12	349	
6	RC-28-3	10.1	28,000	80.12	349	
7	RC-28-4	10.1	28,800	80.12	359	
8	RC-28-5	10.1	30,200	80.12	377	
9	RC-28-6	10.1	31,200	80.12	389	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	9.29	16.71
Coefficiente de variación (Cv) (%)	2.92	4.55
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.3.2. Resistencia a la compresión del diseño  $P + 170.0 \text{ g} \times B.C. - 0.50$

N°	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	26,000	80.12	325	319
2	RC-7-2	10.1	26,000	80.12	325	
3	RC-7-3	10.1	24,700	80.12	308	
4	RC-28-1	10.1	30,600	80.12	382	370
5	RC-28-2	10.1	28,600	80.12	357	
6	RC-28-3	10.1	29,200	80.12	364	
7	RC-28-4	10.1	31,200	80.12	389	
8	RC-28-5	10.1	29,600	80.12	369	
9	RC-28-6	10.1	28,800	80.12	359	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	9.81	12.90
Coefficiente de variación (Cv) (%)	3.08	3.49
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.3.3. Resistencia a la compresión del diseño  $P + 425.0 \text{ g} \times B.C. - 0.50$

Nº	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	27,400	80.12	342	341
2	RC-7-2	10.1	27,300	80.12	341	
3	RC-7-3	10.1	27,300	80.12	341	
4	RC-28-1	10.1	33,000	80.12	412	399
5	RC-28-2	10.1	32,400	80.12	404	
6	RC-28-3	10.1	31,800	80.12	397	
7	RC-28-4	10.1	31,800	80.12	397	
8	RC-28-5	10.1	30,800	80.12	384	
9	RC-28-6	10.1	31,800	80.12	397	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	0.58	9.27
Coefficiente de variación (Cv) (%)	0.17	2.32
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.1.3.4. Resistencia a la compresión del diseño  $P + 637.5 \text{ g} \times B.C. - 0.50$

Nº	Marca de identificación	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Área nominal a la carga (cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la compresión $f_c$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	RC-7-1	10.1	31,800	80.12	397	387
2	RC-7-2	10.1	30,400	80.12	379	
3	RC-7-3	10.1	30,800	80.12	384	
4	RC-28-1	10.1	36,200	80.12	452	475
5	RC-28-2	10.1	37,400	80.12	467	
6	RC-28-3	10.1	38,200	80.12	477	
7	RC-28-4	10.1	39,000	80.12	487	
8	RC-28-5	10.1	38,400	80.12	479	
9	RC-28-6	10.1	39,200	80.12	489	

	7 días	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	9.29	13.80
Coefficiente de variación (Cv) (%)	2.40	2.91
Máx. Cv (%)	7.80	7.80

D.2. Ensayos de Resistencia a la Tracción Simple del Concreto por Compresión Diametral (NTP 339.084)

D.2.1. Relación a/c=0.40

D.2.1.1. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño Patrón (P) – 0.40

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	14.9	30.7	24,000	33	34
2	TCD-2	15.2	30.3	25,600	35	

	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	1.41
Coefficiente de variación (Cv) (%)	4.15
Máx. Cv (%)	5.00

D.2.1.2. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.40

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.2	30.3	25,200	35	34
2	TCD-2	15.2	30.4	24,200	33	

	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	1.41
Coefficiente de variación (Cv) (%)	4.15
Máx. Cv (%)	5.00



D.2.1.3. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.40

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.1	30.2	26,000	36	35
2	TCD-2	15.0	30.0	24,000	34	

	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	1.41
Coefficiente de variación (Cv) (%)	4.03
Máx. Cv (%)	5.00

D.2.1.4. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.40

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.2	30.2	25,600	36	35
2	TCD-2	15.2	30.2	24,200	34	

	28 días
$\sigma$ (desviación estándar)	1.41
Coefficiente de variación (Cv) (%)	4.03
Máx. Cv (%)	5.00

D.2.2. Relación a/c=0.45

D.2.2.1. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño Patrón (P) – 0.45

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.1	30.1	21,800	31	31
2	TCD-2	15.1	30.2	21,200	30	

28 días	
$\sigma$ (desviación estándar)	0.71
Coefficiente de variación (Cv) (%)	2.29
Máx. Cv (%)	5.00

D.2.2.2. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.45

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.0	30.0	24,000	34	35
2	TCD-2	15.1	30.1	25,200	35	

28 días	
$\sigma$ (desviación estándar)	0.71
Coefficiente de variación (Cv) (%)	2.03
Máx. Cv (%)	5.00

D.2.2.3. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.45

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.0	30.1	28,000	39	38
2	TCD-2	15.1	30.2	26,200	37	

28 días	
$\sigma$ (desviación estándar)	1.41
Coefficiente de variación (Cv) (%)	3.71
Máx. Cv (%)	5.00

D.2.2.4. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.45

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.0	30.7	28,000	39	39
2	TCD-2	14.9	29.9	26,400	38	

28 días	
$\sigma$ (desviación estándar)	0.71
Coefficiente de variación (Cv) (%)	1.82
Máx. Cv (%)	5.00

D.2.3. Relación a/c=0.50

D.2.3.1. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño Patrón (P) – 0.50

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	14.9	30.0	20,200	29	29
2	TCD-2	14.9	30.0	19,400	28	

28 días	
$\sigma$ (desviación estándar)	0.71
Coefficiente de variación (Cv) (%)	2.45
Máx. Cv (%)	5.00

D.2.3.2. Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.50

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	14.9	30.1	22,000	31	30
2	TCD-2	15.0	30.2	20,600	29	

<b>28 días</b>	
<b><math>\sigma</math> (desviación estándar)</b>	1.41
<b>Coefficiente de variación (Cv) (%)</b>	4.70
<b>Máx. Cv (%)</b>	5.00

D.2.3.3. *Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.50*

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.0	30.1	22,650	32	32
2	TCD-2	15.1	30.6	22,150	31	

<b>28 días</b>	
<b><math>\sigma</math> (desviación estándar)</b>	0.71
<b>Coefficiente de variación (Cv) (%)</b>	2.22
<b>Máx. Cv (%)</b>	5.00

D.2.3.4. *Resistencia a la tracción simple del concreto por compresión diametral del diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.50*

N°	Marca de identificación	Dimensiones (cm)		Carga de rotura (kg)	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción prom. (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro	Longitud			
1	TCD-1	15.1	30.6	24,000	33	33
2	TCD-2	15.0	30.0	23,000	33	

<b>28 días</b>	
<b><math>\sigma</math> (desviación estándar)</b>	0
<b>Coefficiente de variación (Cv) (%)</b>	0
<b>Máx. Cv (%)</b>	5.00

D.3. Ensayos de Módulo de Elasticidad Estático (ASTM C 469)

D.3.1. Relación a/c=0.40

D.3.1.1. Módulo de Elasticidad Estático del diseño Patrón (P) – 0.40

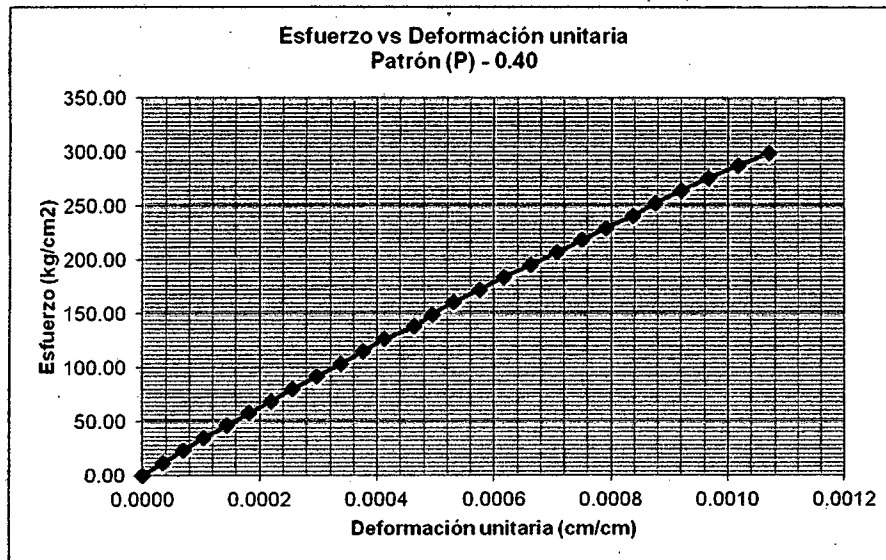
Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	14.9	174.37	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00055	0.00070	14.9	174.37	20.30	11.47	0.000034
4000	0.00110	0.00140	14.9	174.37	20.30	22.94	0.000069
6000	0.00165	0.00210	14.9	174.37	20.30	34.41	0.000103
8000	0.00230	0.00292	14.9	174.37	20.30	45.88	0.000144
10000	0.00290	0.00368	14.9	174.37	20.30	57.35	0.000181
12000	0.00350	0.00445	14.9	174.37	20.30	68.82	0.000219
14000	0.00410	0.00521	14.9	174.37	20.30	80.29	0.000257
16000	0.00475	0.00603	14.9	174.37	20.30	91.76	0.000297
18000	0.00540	0.00686	14.9	174.37	20.30	103.23	0.000338
20000	0.00600	0.00762	14.9	174.37	20.30	114.70	0.000375
22000	0.00660	0.00838	14.9	174.37	20.30	126.17	0.000413
24000	0.00740	0.00940	14.9	174.37	20.30	137.64	0.000463
26000	0.00790	0.01003	14.9	174.37	20.30	149.11	0.000494
28000	0.00850	0.01080	14.9	174.37	20.30	160.58	0.000532
30000	0.00920	0.01168	14.9	174.37	20.30	172.05	0.000576
32000	0.00985	0.01251	14.9	174.37	20.30	183.52	0.000616
34000	0.01060	0.01346	14.9	174.37	20.30	194.99	0.000663
36000	0.01130	0.01435	14.9	174.37	20.30	206.46	0.000707
38000	0.01200	0.01524	14.9	174.37	20.30	217.93	0.000751
40000	0.01265	0.01607	14.9	174.37	20.30	229.40	0.000791
42000	0.01340	0.01702	14.9	174.37	20.30	240.87	0.000838
44000	0.01400	0.01778	14.9	174.37	20.30	252.34	0.000876
46000	0.01470	0.01867	14.9	174.37	20.30	263.81	0.000920
48000	0.01545	0.01962	14.9	174.37	20.30	275.28	0.000967
50000	0.01625	0.02064	14.9	174.37	20.30	286.75	0.001017
52000	0.01710	0.02172	14.9	174.37	20.30	298.22	0.001070

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.94	0.000069

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
194.99	0.000663
203.20	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	203.20	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	16.67	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000691	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

<b>E =</b>	290,972	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	338,274	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	33,174	Mpa
<b>Carga Máxima =</b>	88,578	Kg
<b>Esfuerzo Máximo =</b>	508	kg/cm <sup>2</sup>



D.3.1.2. *Módulo de Elasticidad Estático del diseño P + 170.0 g x B.C. - 0.40*

Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00040	0.00051	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000025
4000	0.00095	0.00121	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000059
6000	0.00150	0.00191	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000094
8000	0.00215	0.00273	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000135
10000	0.00279	0.00354	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000175
12000	0.00340	0.00432	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000213
14000	0.00400	0.00508	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000250
16000	0.00465	0.00591	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000291
18000	0.00525	0.00667	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000328
20000	0.00590	0.00749	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000369
22000	0.00660	0.00838	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000413
24000	0.00725	0.00921	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000454
26000	0.00790	0.01003	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000494
28000	0.00855	0.01086	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000535
30000	0.00920	0.01168	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000576
32000	0.00992	0.01260	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000621
34000	0.01065	0.01353	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000666
36000	0.01130	0.01435	15.0	176.71	20.30	203.72	0.000707
38000	0.01200	0.01524	15.0	176.71	20.30	215.04	0.000751
40000	0.01270	0.01613	15.0	176.71	20.30	226.35	0.000795
42000	0.01340	0.01702	15.0	176.71	20.30	237.67	0.000838

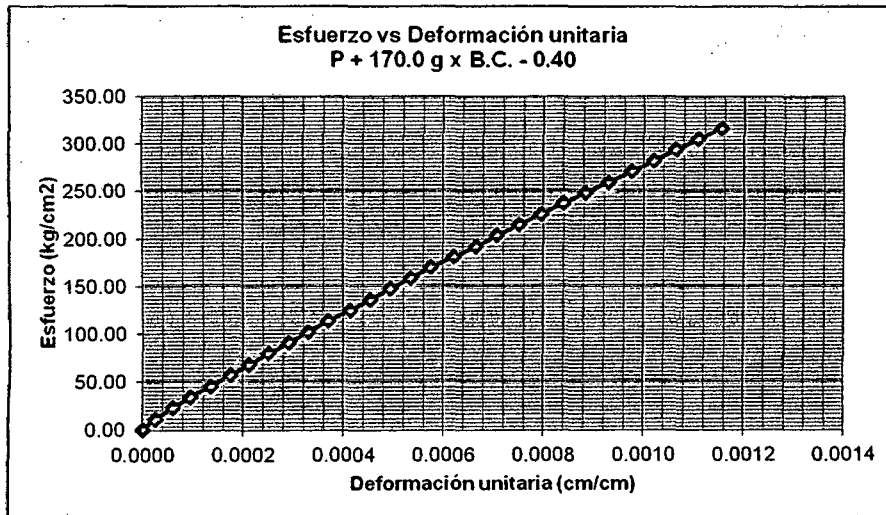
44000	0.01410	0.01791	15.0	176.71	20.30	248.99	0.000882
46000	0.01485	0.01886	15.0	176.71	20.30	260.31	0.000929
48000	0.01560	0.01981	15.0	176.71	20.30	271.62	0.000976
50000	0.01630	0.02070	15.0	176.71	20.30	282.94	0.001020
52000	0.01700	0.02159	15.0	176.71	20.30	294.26	0.001064
54000	0.01770	0.02248	15.0	176.71	20.30	305.58	0.001107
56000	0.01845	0.02343	15.0	176.71	20.30	316.90	0.001154

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000059

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
203.72	0.000707
204.40	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	204.40	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	19.04	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000709	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

E =	281,138	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	339,271	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	33,271	Mpa
Carga Máxima =	90,301	Kg
Esfuerzo Máximo =	511	kg/cm <sup>2</sup>



D.3.1.3. Módulo de Elasticidad Estático del diseño  $P + 425.0 \text{ g} \times B.C. - 0.40$

Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00060	0.00076	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000038
4000	0.00119	0.00151	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000074
6000	0.00180	0.00229	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000113
8000	0.00250	0.00318	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000156
10000	0.00320	0.00406	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000200
12000	0.00389	0.00494	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000243
14000	0.00452	0.00574	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000283
16000	0.00518	0.00658	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000324
18000	0.00582	0.00739	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000364
20000	0.00650	0.00826	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000407
22000	0.00720	0.00914	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000450
24000	0.00785	0.00997	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000491
26000	0.00850	0.01080	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000532
28000	0.00920	0.01168	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000576
30000	0.00990	0.01257	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000619
32000	0.01060	0.01346	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000663
34000	0.01135	0.01441	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000710
36000	0.01200	0.01524	15.0	176.71	20.30	203.72	0.000751
38000	0.01275	0.01619	15.0	176.71	20.30	215.04	0.000798
40000	0.01350	0.01715	15.0	176.71	20.30	226.35	0.000845
42000	0.01420	0.01803	15.0	176.71	20.30	237.67	0.000888
44000	0.01498	0.01902	15.0	176.71	20.30	248.99	0.000937
46000	0.01570	0.01994	15.0	176.71	20.30	260.31	0.000982
48000	0.01650	0.02096	15.0	176.71	20.30	271.62	0.001032
50000	0.01725	0.02191	15.0	176.71	20.30	282.94	0.001079
52000	0.01805	0.02292	15.0	176.71	20.30	294.26	0.001129
54000	0.01890	0.02400	15.0	176.71	20.30	305.58	0.001182
56000	0.01970	0.02502	15.0	176.71	20.30	316.90	0.001232
58000	0.02070	0.02629	15.0	176.71	20.30	328.21	0.001295

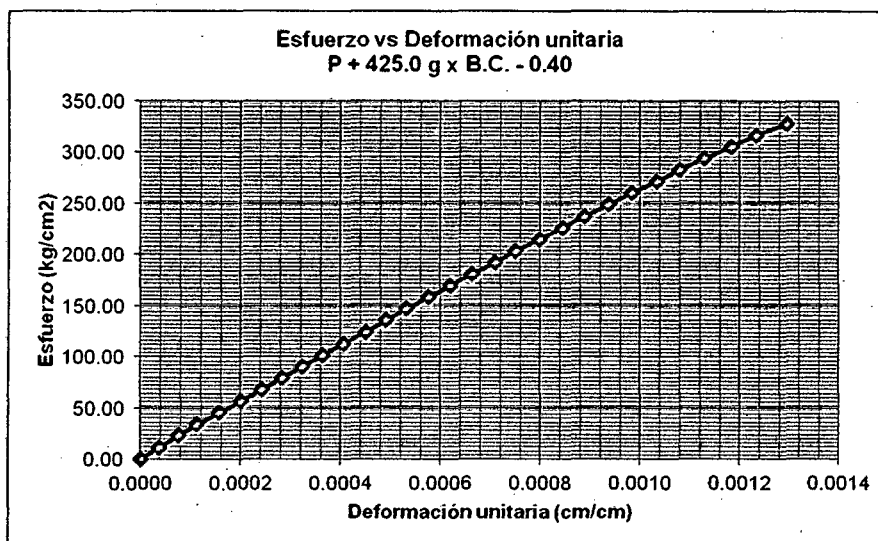
Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000074

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
203.72	0.000751
212.40	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	212.40	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	15.20	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000783	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1



<b>E =</b>	269,127	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	345,847	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	33,916	Mpa
<b>Carga Máxima =</b>	93,835	Kg
<b>Esfuerzo Máximo =</b>	531	kg/cm <sup>2</sup>



**D.3.1.4. Módulo de Elasticidad Estático del diseño P + 637.5 g x B.C. - 0.40**

Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	14.9	174.37	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00050	0.00064	14.9	174.37	20.30	11.47	0.000031
4000	0.00100	0.00127	14.9	174.37	20.30	22.94	0.000063
6000	0.00158	0.00201	14.9	174.37	20.30	34.41	0.000099
8000	0.00210	0.00267	14.9	174.37	20.30	45.88	0.000131
10000	0.00270	0.00343	14.9	174.37	20.30	57.35	0.000169
12000	0.00328	0.00417	14.9	174.37	20.30	68.82	0.000205
14000	0.00380	0.00483	14.9	174.37	20.30	80.29	0.000238
16000	0.00435	0.00552	14.9	174.37	20.30	91.76	0.000272
18000	0.00490	0.00622	14.9	174.37	20.30	103.23	0.000307
20000	0.00550	0.00699	14.9	174.37	20.30	114.70	0.000344
22000	0.00610	0.00775	14.9	174.37	20.30	126.17	0.000382
24000	0.00670	0.00851	14.9	174.37	20.30	137.64	0.000419
26000	0.00730	0.00927	14.9	174.37	20.30	149.11	0.000457
28000	0.00790	0.01003	14.9	174.37	20.30	160.58	0.000494
30000	0.00850	0.01080	14.9	174.37	20.30	172.05	0.000532
32000	0.00910	0.01156	14.9	174.37	20.30	183.52	0.000569
34000	0.00980	0.01245	14.9	174.37	20.30	194.99	0.000613
36000	0.01040	0.01321	14.9	174.37	20.30	206.46	0.000651
38000	0.01100	0.01397	14.9	174.37	20.30	217.93	0.000688
40000	0.01165	0.01480	14.9	174.37	20.30	229.40	0.000729
42000	0.01230	0.01562	14.9	174.37	20.30	240.87	0.000770
44000	0.01295	0.01645	14.9	174.37	20.30	252.34	0.000810

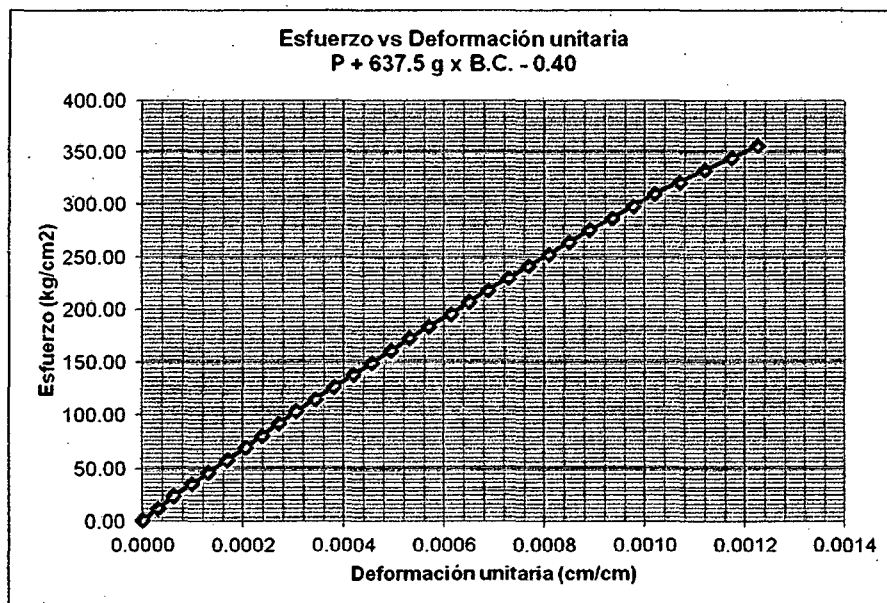
46000	0.01360	0.01727	14.9	174.37	20.30	263.81	0.000851
48000	0.01425	0.01810	14.9	174.37	20.30	275.28	0.000892
50000	0.01495	0.01899	14.9	174.37	20.30	286.75	0.000935
52000	0.01562	0.01984	14.9	174.37	20.30	298.22	0.000977
54000	0.01630	0.02070	14.9	174.37	20.30	309.69	0.001020
56000	0.01708	0.02169	14.9	174.37	20.30	321.16	0.001069
58000	0.01790	0.02273	14.9	174.37	20.30	332.63	0.001120
60000	0.01875	0.02381	14.9	174.37	20.30	344.10	0.001173
62000	0.01960	0.02489	14.9	174.37	20.30	355.57	0.001226

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.94	0.000063

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
217.93	0.000688
222.00	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	222.00	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	18.33	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000701	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

E =	312,840	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	353,576	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	34,674	Mpa
Carga Máxima =	96,773	Kg
Esfuerzo Máximo =	555	kg/cm <sup>2</sup>



### D.3.2. Relación a/c=0.45

#### D.3.2.1. Módulo de Elasticidad Estático del diseño Patrón (P) – 0.45

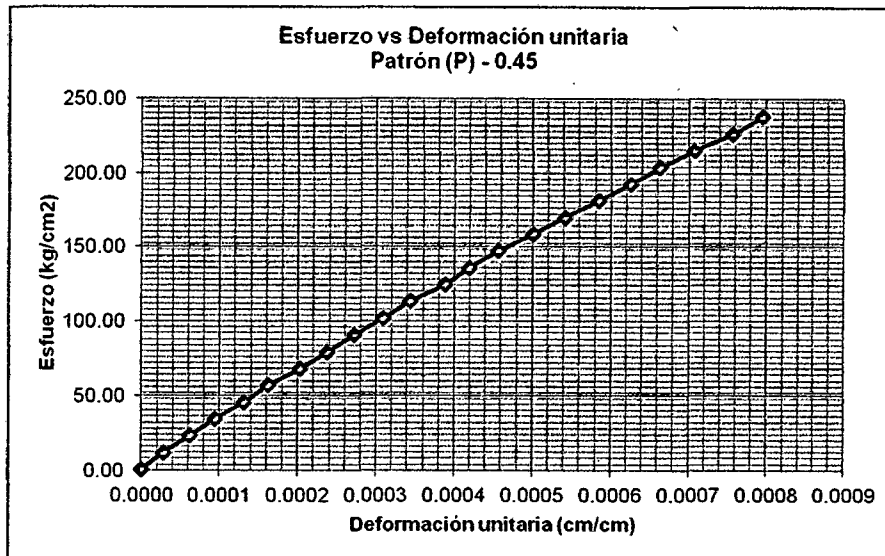
Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00045	0.00057	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000028
4000	0.00099	0.00126	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000062
6000	0.00150	0.00191	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000094
8000	0.00210	0.00267	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000131
10000	0.00260	0.00330	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000163
12000	0.00325	0.00413	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000203
14000	0.00380	0.00483	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000238
16000	0.00435	0.00552	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000272
18000	0.00495	0.00629	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000310
20000	0.00550	0.00699	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000344
22000	0.00620	0.00787	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000388
24000	0.00670	0.00851	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000419
26000	0.00730	0.00927	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000457
28000	0.00800	0.01016	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000500
30000	0.00865	0.01099	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000541
32000	0.00935	0.01187	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000585
34000	0.01000	0.01270	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000626
36000	0.01060	0.01346	15.0	176.71	20.30	203.72	0.000663
38000	0.01130	0.01435	15.0	176.71	20.30	215.04	0.000707
40000	0.01210	0.01537	15.0	176.71	20.30	226.35	0.000757
42000	0.01270	0.01613	15.0	176.71	20.30	237.67	0.000795

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000062

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
169.77	0.000541
176.40	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	176.40	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	18.27	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000562	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

<b>E =</b>	308,656	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	315,178	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	30,909	Mpa
<b>Carga Máxima =</b>	77,931	Kg
<b>Esfuerzo Máximo =</b>	441	kg/cm <sup>2</sup>



D.3.2.2. *Módulo de Elasticidad Estático del diseño P + 170.0 g x B.C. - 0.45*

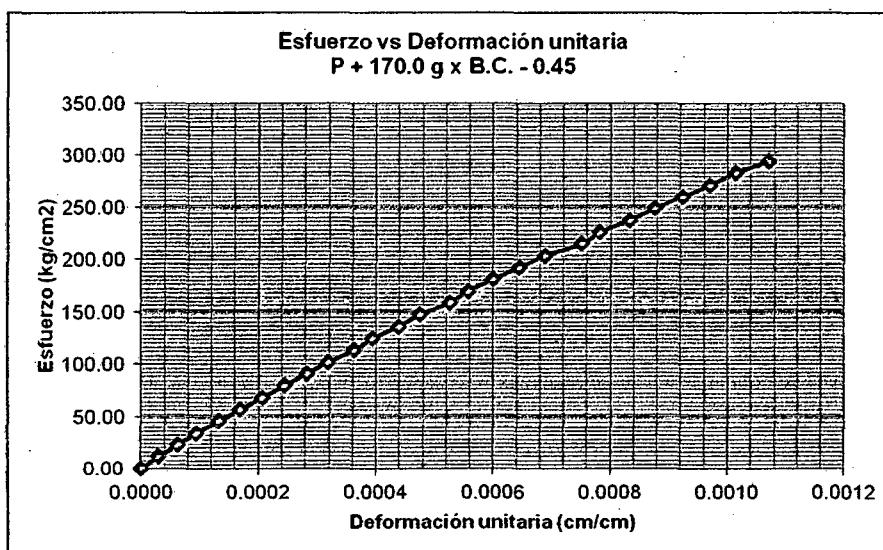
Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00049	0.00062	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000031
4000	0.00100	0.00127	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000063
6000	0.00150	0.00191	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000094
8000	0.00210	0.00267	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000131
10000	0.00270	0.00343	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000169
12000	0.00330	0.00419	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000206
14000	0.00390	0.00495	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000244
16000	0.00450	0.00572	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000282
18000	0.00510	0.00648	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000319
20000	0.00580	0.00737	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000363
22000	0.00630	0.00800	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000394
24000	0.00700	0.00889	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000438
26000	0.00760	0.00965	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000475
28000	0.00840	0.01067	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000526
30000	0.00890	0.01130	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000557
32000	0.00960	0.01219	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000601
34000	0.01030	0.01308	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000644
36000	0.01100	0.01397	15.0	176.71	20.30	203.72	0.000688
38000	0.01200	0.01524	15.0	176.71	20.30	215.04	0.000751
40000	0.01250	0.01588	15.0	176.71	20.30	226.35	0.000782
42000	0.01330	0.01689	15.0	176.71	20.30	237.67	0.000832
44000	0.01400	0.01778	15.0	176.71	20.30	248.99	0.000876
46000	0.01475	0.01873	15.0	176.71	20.30	260.31	0.000923
48000	0.01550	0.01969	15.0	176.71	20.30	271.62	0.000970
50000	0.01620	0.02057	15.0	176.71	20.30	282.94	0.001013
52000	0.01710	0.02172	15.0	176.71	20.30	294.26	0.001070

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000063

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
169.77	0.000557
179.20	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	179.20	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	18.09	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000588	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

E =	299,604	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	317,669	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	31,153	Mpa
Carga Máxima =	79,168	Kg
Esfuerzo Máximo =	448	kg/cm <sup>2</sup>



### D.3.2.3. Módulo de Elasticidad Estático del diseño P + 425.0 g x B.C. - 0.45

Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00050	0.00064	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000031
4000	0.00102	0.00130	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000064
6000	0.00158	0.00201	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000099
8000	0.00215	0.00273	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000135
10000	0.00275	0.00349	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000172
12000	0.00330	0.00419	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000206
14000	0.00385	0.00489	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000241
16000	0.00445	0.00565	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000278

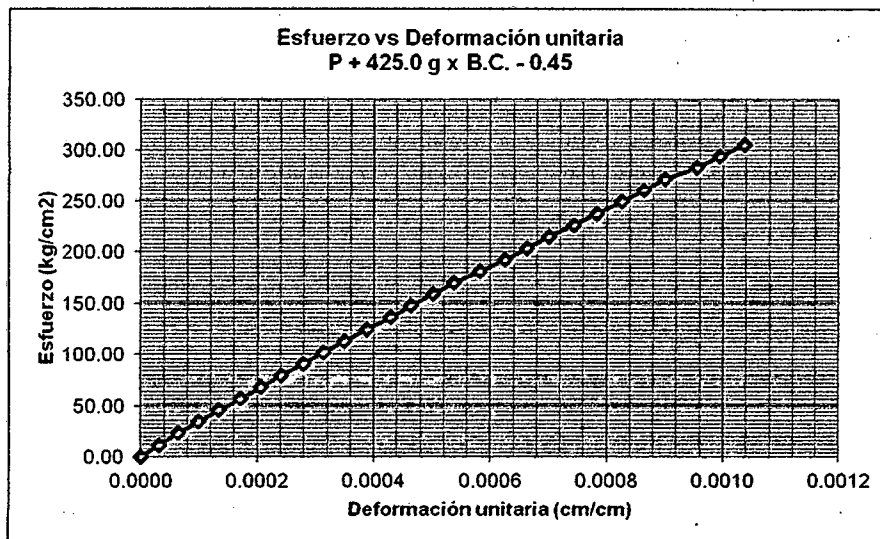
18000	0.00500	0.00635	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000313
20000	0.00560	0.00711	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000350
22000	0.00620	0.00787	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000388
24000	0.00685	0.00870	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000429
26000	0.00740	0.00940	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000463
28000	0.00800	0.01016	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000500
30000	0.00860	0.01092	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000538
32000	0.00930	0.01181	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000582
34000	0.01000	0.01270	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000626
36000	0.01060	0.01346	15.0	176.71	20.30	203.72	0.000663
38000	0.01120	0.01422	15.0	176.71	20.30	215.04	0.000701
40000	0.01188	0.01509	15.0	176.71	20.30	226.35	0.000743
42000	0.01252	0.01590	15.0	176.71	20.30	237.67	0.000783
44000	0.01320	0.01676	15.0	176.71	20.30	248.99	0.000826
46000	0.01380	0.01753	15.0	176.71	20.30	260.31	0.000863
48000	0.01439	0.01828	15.0	176.71	20.30	271.62	0.000900
50000	0.01525	0.01937	15.0	176.71	20.30	282.94	0.000954
52000	0.01590	0.02019	15.0	176.71	20.30	294.26	0.000995
54000	0.01658	0.02106	15.0	176.71	20.30	305.58	0.001037

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000064

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
203.72	0.000663
207.20	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	207.20	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	17.74	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000674	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

<b>E =</b>	303,392	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	341,587	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	33,498	Mpa
<b>Carga Máxima =</b>	91,538	Kg
<b>Esfuerzo Máximo =</b>	518	kg/cm <sup>2</sup>



D.3.2.4. *Módulo de Elasticidad Estático del diseño P + 637.5 g x B.C. - 0.45*

Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00040	0.00051	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000025
4000	0.00090	0.00114	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000056
6000	0.00135	0.00171	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000084
8000	0.00185	0.00235	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000116
10000	0.00235	0.00298	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000147
12000	0.00290	0.00368	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000181
14000	0.00340	0.00432	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000213
16000	0.00380	0.00483	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000238
18000	0.00435	0.00552	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000272
20000	0.00495	0.00629	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000310
22000	0.00540	0.00686	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000338
24000	0.00600	0.00762	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000375
26000	0.00660	0.00838	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000413
28000	0.00710	0.00902	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000444
30000	0.00780	0.00991	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000488
32000	0.00840	0.01067	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000526
34000	0.00909	0.01154	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000569
36000	0.00970	0.01232	15.0	176.71	20.30	203.72	0.000607
38000	0.01030	0.01308	15.0	176.71	20.30	215.04	0.000644
40000	0.01100	0.01397	15.0	176.71	20.30	226.35	0.000688
42000	0.01170	0.01486	15.0	176.71	20.30	237.67	0.000732
44000	0.01230	0.01562	15.0	176.71	20.30	248.99	0.000770
46000	0.01310	0.01664	15.0	176.71	20.30	260.31	0.000820
48000	0.01380	0.01753	15.0	176.71	20.30	271.62	0.000863
50000	0.01440	0.01829	15.0	176.71	20.30	282.94	0.000901
52000	0.01510	0.01918	15.0	176.71	20.30	294.26	0.000945
54000	0.01575	0.02000	15.0	176.71	20.30	305.58	0.000985
56000	0.01650	0.02096	15.0	176.71	20.30	316.90	0.001032

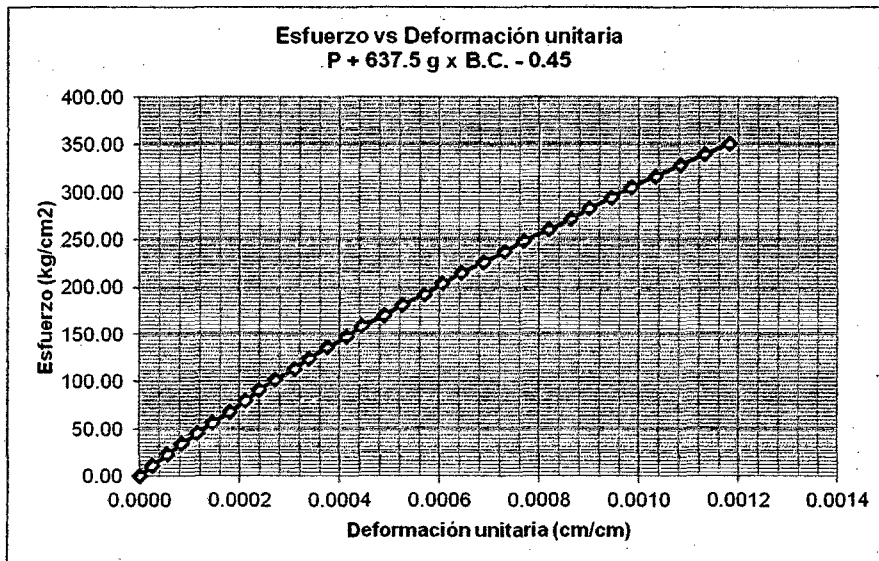
58000	0.01730	0.02197	15.0	176.71	20.30	328.21	0.001082
60000	0.01808	0.02296	15.0	176.71	20.30	339.53	0.001131
62000	0.01889	0.02399	15.0	176.71	20.30	350.85	0.001182

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000056

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
215.04	0.000644
224.40	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	224.40	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	20.10	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000672	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

<b>E =</b>	328,221	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	355,482	kg/cm <sup>2</sup>
<b>E teórica ACI =</b>	34,861	Mpa
<b>Carga Máxima =</b>	99,137	Kg
<b>Esfuerzo Máximo =</b>	561	kg/cm <sup>2</sup>





### D.3.3. Relación a/c=0.50

#### D.3.3.1. Módulo de Elasticidad Estático del diseño Patrón (P) – 0.50

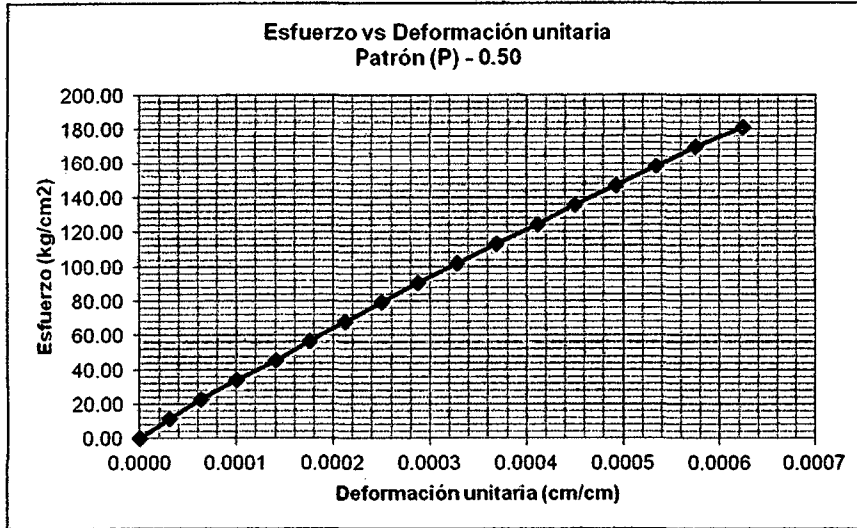
Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00050	0.00064	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000031
4000	0.00101	0.00128	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000063
6000	0.00161	0.00204	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000101
8000	0.00225	0.00286	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000141
10000	0.00280	0.00356	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000175
12000	0.00340	0.00432	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000213
14000	0.00400	0.00508	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000250
16000	0.00460	0.00584	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000288
18000	0.00525	0.00667	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000328
20000	0.00590	0.00749	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000369
22000	0.00658	0.00836	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000412
24000	0.00720	0.00914	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000450
26000	0.00788	0.01001	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000493
28000	0.00855	0.01086	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000535
30000	0.00920	0.01168	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000576
32000	0.00998	0.01267	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000624

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000063

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
135.81	0.000450
146.80	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	146.80	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	17.91	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000487	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

E =	295,017	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	287,521	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	28,196	Mpa
Carga Máxima =	64,854	Kg
Esfuerzo Máximo =	367	kg/cm <sup>2</sup>



D.3.3.2. Módulo de Elasticidad Estático del diseño P + 170.0 g x B.C. - 0.50

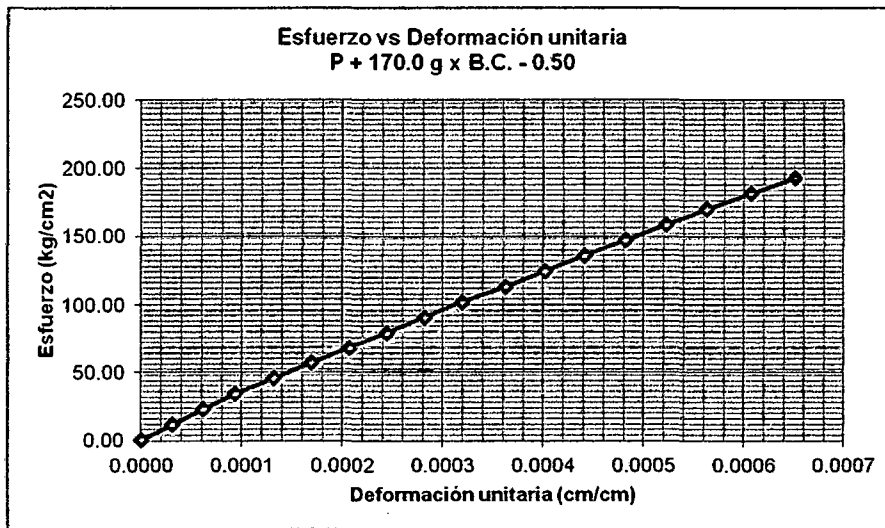
Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00050	0.00064	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000031
4000	0.00098	0.00124	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000061
6000	0.00150	0.00191	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000094
8000	0.00210	0.00267	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000131
10000	0.00270	0.00343	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000169
12000	0.00330	0.00419	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000206
14000	0.00390	0.00495	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000244
16000	0.00450	0.00572	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000282
18000	0.00510	0.00648	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000319
20000	0.00580	0.00737	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000363
22000	0.00642	0.00815	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000402
24000	0.00705	0.00895	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000441
26000	0.00770	0.00978	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000482
28000	0.00835	0.01060	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000522
30000	0.00900	0.01143	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000563
32000	0.00970	0.01232	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000607
34000	0.01040	0.01321	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000651

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000061

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
147.13	0.000482
148.00	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	148.00	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	18.46	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000485	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

E =	298,087	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	288,694	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	28,311	Mpa
Carga Máxima =	65,384	Kg
Esfuerzo Máximo =	370	kg/cm <sup>2</sup>



### D.3.3.3. Módulo de Elasticidad Estático del diseño P + 425.0 g x B.C. - 0.50

Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00050	0.00064	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000031
4000	0.00118	0.00150	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000074
6000	0.00180	0.00229	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000113
8000	0.00247	0.00314	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000155
10000	0.00310	0.00394	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000194
12000	0.00380	0.00483	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000238
14000	0.00440	0.00559	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000275
16000	0.00508	0.00645	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000318
18000	0.00579	0.00735	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000362
20000	0.00640	0.00813	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000400
22000	0.00710	0.00902	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000444
24000	0.00770	0.00978	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000482
26000	0.00820	0.01041	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000513

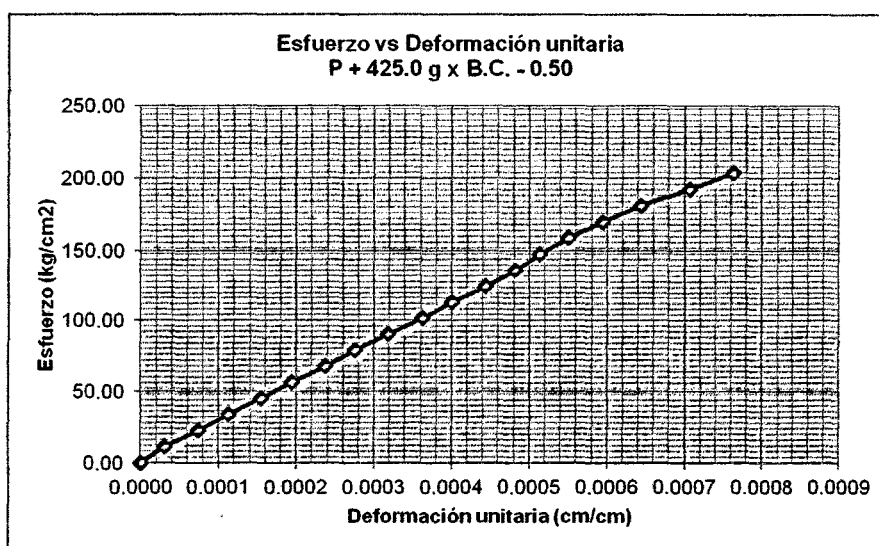
28000	0.00880	0.01118	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000551
30000	0.00950	0.01207	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000594
32000	0.01030	0.01308	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000644
34000	0.01130	0.01435	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000707
36000	0.01220	0.01549	15.0	176.71	20.30	203.72	0.000763

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000074

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
158.45	0.000551
159.60	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	159.60	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	15.33	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000555	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

E =	285,938	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	299,794	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	29,400	Mpa
Carga Máxima =	70,509	Kg
Esfuerzo Máximo =	399	kg/cm <sup>2</sup>



D.3.3.4. *Módulo de Elasticidad Estático del diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.50*

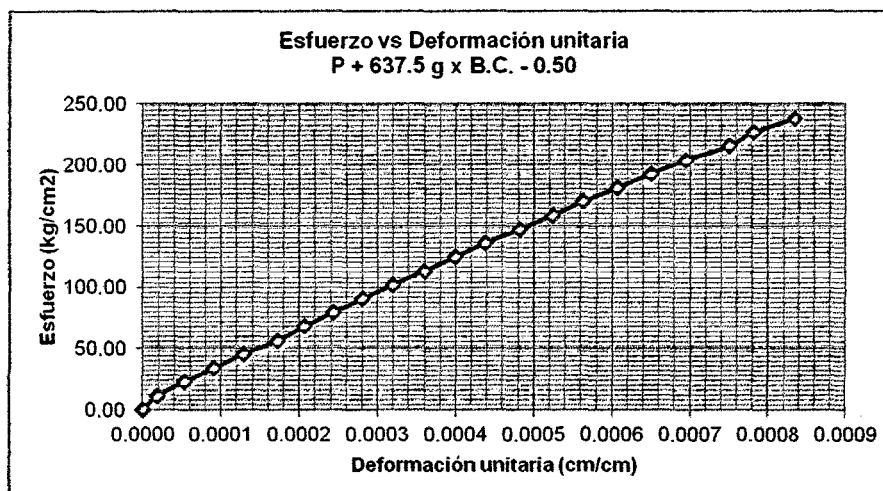
Carga (kg)	Lectura (pulg)	Deformación (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Longitud (cm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria (cm/cm)
0	0.00000	0.00000	15.0	176.71	20.30	0.00	0.000000
2000	0.00030	0.00038	15.0	176.71	20.30	11.32	0.000019
4000	0.00085	0.00108	15.0	176.71	20.30	22.64	0.000053
6000	0.00145	0.00184	15.0	176.71	20.30	33.95	0.000091
8000	0.00205	0.00260	15.0	176.71	20.30	45.27	0.000128
10000	0.00275	0.00349	15.0	176.71	20.30	56.59	0.000172
12000	0.00330	0.00419	15.0	176.71	20.30	67.91	0.000206
14000	0.00389	0.00494	15.0	176.71	20.30	79.22	0.000243
16000	0.00449	0.00570	15.0	176.71	20.30	90.54	0.000281
18000	0.00510	0.00648	15.0	176.71	20.30	101.86	0.000319
20000	0.00575	0.00730	15.0	176.71	20.30	113.18	0.000360
22000	0.00638	0.00810	15.0	176.71	20.30	124.49	0.000399
24000	0.00700	0.00889	15.0	176.71	20.30	135.81	0.000438
26000	0.00770	0.00978	15.0	176.71	20.30	147.13	0.000482
28000	0.00838	0.01064	15.0	176.71	20.30	158.45	0.000524
30000	0.00900	0.01143	15.0	176.71	20.30	169.77	0.000563
32000	0.00970	0.01232	15.0	176.71	20.30	181.08	0.000607
34000	0.01040	0.01321	15.0	176.71	20.30	192.40	0.000651
36000	0.01110	0.01410	15.0	176.71	20.30	203.72	0.000694
38000	0.01200	0.01524	15.0	176.71	20.30	215.04	0.000751
40000	0.01250	0.01588	15.0	176.71	20.30	226.35	0.000782
42000	0.01335	0.01695	15.0	176.71	20.30	237.67	0.000835

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
e1	0.000050
22.64	0.000053

Esfuerzo	Deformación
0.00	0.000000
181.08	0.000607
190.00	d2

Descripción	Magnitud	Unidades	Observaciones
e2 =	190.00	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
e1 =	21.28	kg/cm <sup>2</sup>	esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.00005
d2 =	0.000637	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S2
d1 =	0.000050	cm/cm	deformación unitaria producida por el esfuerzo S1

E =	287,555	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	327,102	kg/cm <sup>2</sup>
E teórica ACI =	32,078	Mpa
Carga Máxima =	83,939	Kg
Esfuerzo Máximo =	475	kg/cm <sup>2</sup>



D.4. Ensayo de Absorción a presión 0 m de columna de agua (0 psi)

Relación a/c	Concreto	Psss (g)	Pseco (g)	Diferencia	Abs. (%)	Abs. prom. (%)
0.40	Patrón (P)	4,000.0	3,830.0	170.0	4.44	5.02
		4,043.5	3,874.0	169.5	4.38	
		4,015.5	3,806.0	209.5	5.50	
		3,990.0	3,805.0	185.0	4.86	
		4,036.0	3,843.0	193.0	5.02	
		4,057.5	3,872.0	185.5	4.79	
		4,026.5	3,792.0	234.5	6.18	
0.40	P + 170.0 g x B.C.	3,982.0	3,891.0	91.0	2.34	2.68
		3,992.5	3,889.0	103.5	2.66	
		4,000.5	3,910.0	90.5	2.31	
		3,992.5	3,873.0	119.5	3.09	
		4,062.0	3,950.0	112.0	2.84	
		4,009.0	3,890.0	119.0	3.06	
		4,083.5	3,985.0	98.5	2.47	
0.40	P + 425.0 g x B.C.	3,947.5	3,785.0	162.5	4.29	3.81
		3,979.0	3,858.0	121.0	3.14	
		3,975.0	3,843.0	132.0	3.43	
		3,964.0	3,811.0	153.0	4.01	
		3,980.5	3,809.0	171.5	4.50	
		4,026.0	3,881.0	145.0	3.74	
		3,989.5	3,853.0	136.5	3.54	

0.40	P + 637.5 g x B.C.	3,999.5	3,804.0	195.5	5.14	4.62
		4,017.0	3,824.0	193.0	5.05	
		4,007.5	3,809.0	198.5	5.21	
		4,058.5	3,883.0	175.5	4.52	
		4,063.0	3,905.0	158.0	4.05	
		3,991.5	3,844.0	147.5	3.84	
		3,996.5	3,823.0	173.5	4.54	
0.45	Patrón (P)	4,088.0	3,870.0	218.0	5.63	5.13
		4,115.0	3,918.0	197.0	5.03	
		4,004.5	3,796.0	208.5	5.49	
		4,027.5	3,808.0	219.5	5.76	
		4,099.5	3,882.0	217.5	5.60	
		4,005.5	3,839.0	166.5	4.34	
		4,052.0	3,894.0	158.0	4.06	
0.45	P + 170.0 g x B.C.	4,034.5	3,913.0	121.5	3.11	2.96
		4,074.5	3,947.0	127.5	3.23	
		4,022.0	3,910.0	112.0	2.86	
		4,066.5	3,945.0	121.5	3.08	
		4,026.0	3,920.0	106.0	2.70	
		4,159.0	4,061.0	98.0	2.41	
		4,018.5	3,889.0	129.5	3.33	
0.45	P + 425.0 g x B.C.	4,063.0	3,936.0	127.0	3.23	3.85
		4,003.5	3,878.0	125.5	3.24	
		4,085.5	3,929.0	156.5	3.98	
		4,133.5	3,968.0	165.5	4.17	
		4,045.5	3,877.0	168.5	4.35	
		4,048.5	3,882.0	166.5	4.29	
		4,088.5	3,943.0	145.5	3.69	
0.45	P + 637.5 g x B.C.	4,033.5	3,891.0	142.5	3.66	4.28
		4,080.0	3,926.0	154.0	3.92	
		4,083.0	3,936.0	147.0	3.73	
		4,061.0	3,899.0	162.0	4.15	
		4,044.0	3,857.0	187.0	4.85	
		4,054.0	3,847.0	207.0	5.38	
		4,028.0	3,864.0	164.0	4.24	

<b>0.50</b>	<b>Patrón (P)</b>	4,086.0	3,834.0	252.0	6.57	<b>6.34</b>
		4,085.0	3,821.0	264.0	6.91	
		4,152.5	3,913.0	239.5	6.12	
		4,138.5	3,895.0	243.5	6.25	
		4,124.0	3,875.0	249.0	6.43	
		4,126.0	3,896.0	230.0	5.90	
		4,114.0	3,875.0	239.0	6.17	
<b>0.50</b>	<b>P + 170.0 g x B.C.</b>	4,150.0	3,953.0	197.0	4.98	<b>5.23</b>
		4,126.0	3,917.0	209.0	5.34	
		4,130.5	3,919.0	211.5	5.40	
		4,100.5	3,892.0	208.5	5.36	
		4,108.5	3,913.0	195.5	5.00	
		4,183.5	3,956.0	227.5	5.75	
		4,092.5	3,907.0	185.5	4.75	
<b>0.50</b>	<b>P + 425.0 g x B.C.</b>	4,121.5	3,943.0	178.5	4.53	<b>5.57</b>
		4,122.0	3,940.0	182.0	4.62	
		4,142.0	3,892.0	250.0	6.42	
		4,113.0	3,897.0	216.0	5.54	
		4,094.5	3,849.0	245.5	6.38	
		4,106.5	3,874.0	232.5	6.00	
		4,126.5	3,912.0	214.5	5.48	
<b>0.50</b>	<b>P + 637.5 g x B.C.</b>	4,077.0	3,855.0	222.0	5.76	<b>5.83</b>
		4,048.0	3,814.0	234.0	6.14	
		4,019.5	3,778.0	241.5	6.39	
		4,028.0	3,772.0	256.0	6.79	
		4,060.5	3,822.0	238.5	6.24	
		4,042.0	3,852.0	190.0	4.93	
		4,058.0	3,882.0	176.0	4.53	



D.5. Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado

D.5.1. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado

D.5.1.1. Relación a/c=0.40

D.5.1.1.1. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño Patrón (P) – 0.40

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - Patrón (P) – 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	3840	3886	3919	3865	3916	3944	3802	3760	3748	3800	3787	3722	3904	3830	3940
1	3848	3892	3865	3881	3942	3953	3852	3768	3702	3756	3796	3726	3920	3887	3926
2	3868	3930	3816	3895	3867	3927	3810	3859	3706	3703	3830	3732	3916	3684	3838
3	3908	3765	3904	3918	3895	3882	3867	3876	3837	3835	3903	3778	3946	3824	3715
4	3902	3764	3929	3695	3935	3887	3894	3836	3828	3850	3784	3853	3805	3720	3838
5	3888	3889	3910	3815	3853	3882	3866	3846	3792	3791	3912	3929	3919	3726	3890
6	3875	3860	3818	3783	3867	3915	3899	3847	3870	3773	3762	3800	3778	3736	3836
7	3887	3902	3853	3824	3908	3954	3940	3875	3917	3823	3811	3835	3786	3781	3859
8	3905	3953	3873	3870	3940	3984	3967	3892	3931	3870	3864	3890	3821	3816	3872
9	3922	3972	3883	3882	3948	4002	3967	3888	3940	3876	3884	3885	3843	3837	3883
10	3944	4009	3901	3891	3963	4010	3994	3920	3965	3888	3916	3931	3895	3888	3911
11	3926	3971	3898	3896	3949	3982	3971	3904	3922	3871	3897	3894	3884	3855	3886
12	3928	3996	3914	3909	3974	4014	4003	3928	3948	2985	3069	3934	3897	3877	3893
13	3927	4000	3927	3919	3970	4008	4005	3928	3942	2393	2733	3300	3893	2961	3889
14	3910	3880	3872	3042	3907	3910	3973	3938	3666	2399	2663	3154	3352	2877	3900
15	3947	3463	3930	2990	3981	4003	4023	3955	3225	2148	2513	2765	3255	2722	3951
16	3930	3297	3435	2491	3503	3989	3986	3934	3186	2067	2415	2607	2911	2437	3932
17	3652	3145	3249	2449	3325	3427	4015	3957	3211	1293	2128	2309	2734	2017	3946

18	3605	3162	3290	2493	3353	3391	3429	3964	3193	0	2072	2302	2768	1826	3892
19	3607	3111	3237	2481	3269	3391	3421	3864	3142	0	1463	2264	2734	1852	3810
20	3567	2643	2932	2466	3254	3391	3419	3849	3148	0	0	0	2638	0	3825
21	3511	2554	2838	2413	3172	3295	3362	3802	2773	0	0	0	2637	0	3460
22	3510	2552	2871	2408	3226	3335	3392	3664	2657	0	0	0	2229	0	3465
23	3455	2090	2807	2325	3096	3335	3405	3742	2670	0	0	0	0	0	3536
24	3337	0	2661	0	3030	3205	3151	3482	2593	0	0	0	0	0	2748
25	3256	0	2581	0	2913	3074	3000	3409	2516	0	0	0	0	0	2483
26	3043	0	2556	0	2567	3145	2970	3381	2448	0	0	0	0	0	2410
27	3007	0	2574	0	2635	3170	2992	3385	0	0	0	0	0	0	0
28	2786	0	2238	0	2471	2862	2838	2728	0	0	0	0	0	0	0
29	2675	0	0	0	2119	2764	2620	2627	0	0	0	0	0	0	0
30	2460	0	0	0	0	2622	2518	2154	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - Patrón (P) – 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.21	0.15	-1.38	0.41	0.66	0.23	1.32	0.21	-1.23	-1.16	0.24	0.11	0.41	1.49	-0.36
2	0.52	0.98	-1.25	0.36	-1.92	-0.66	-1.10	2.42	0.11	-1.39	0.90	0.16	-0.10	-5.30	-2.23
3	1.04	-4.25	2.25	0.60	0.72	-1.14	1.50	0.45	3.50	3.47	1.93	1.24	0.77	3.66	-3.12
4	-0.16	-0.03	0.64	-5.77	1.02	0.13	0.71	-1.06	-0.24	0.39	-3.14	2.02	-3.61	-2.72	3.12
5	-0.36	3.22	-0.48	3.10	-2.09	-0.13	-0.74	0.27	-0.96	-1.55	3.38	2.04	2.92	0.16	1.32
6	-0.34	-0.75	-2.35	-0.83	0.36	0.84	0.87	0.03	2.08	-0.47	-3.96	-3.47	-3.61	0.26	-1.37
7	0.31	1.08	0.89	1.06	1.05	0.99	1.08	0.74	1.25	1.32	1.29	0.94	0.20	1.17	0.58
8	0.47	1.31	0.51	1.19	0.82	0.76	0.71	0.45	0.37	1.24	1.40	1.48	0.90	0.91	0.33
9	0.44	0.49	0.26	0.31	0.20	0.46	0.00	-0.11	0.24	0.16	0.53	-0.13	0.56	0.55	0.28
10	0.57	0.95	0.46	0.23	0.38	0.20	0.71	0.85	0.67	0.32	0.84	1.24	1.33	1.33	0.71

11	-0.47	-0.98	-0.08	0.13	-0.36	-0.71	-0.60	-0.43	-1.15	-0.45	-0.50	-0.99	-0.28	-0.86	-0.63
12	0.05	0.64	0.41	0.34	0.64	0.81	0.84	0.64	0.69	-23.32	-21.86	1.07	0.33	0.57	0.18
13	-0.03	0.10	0.33	0.26	-0.10	-0.15	0.05	0.00	-0.16	-15.58	-8.87	-17.03	-0.10	-23.92	-0.10
14	-0.44	-3.09	-1.40	-22.69	-1.61	-2.48	-0.84	0.27	-7.36	0.16	-1.85	-3.92	-13.86	-2.19	0.28
15	0.96	-10.73	1.48	-1.35	1.89	2.36	1.32	0.45	-11.77	-6.61	-3.96	-10.45	-2.48	-4.05	1.29
16	-0.44	-4.27	-12.63	-12.91	-12.21	-0.35	-0.97	-0.56	-1.04	-2.13	-2.59	-4.25	-8.81	-7.44	-0.48
17	-7.24	-3.91	-4.75	-1.09	-4.55	-14.25	0.76	0.61	0.67	-20.37	-7.58	-8.01	-4.53	-10.97	0.36
18	-1.22	0.44	1.05	1.14	0.72	-0.91	-15.41	0.19	-0.48	-34.03	-1.48	-0.19	0.87	-4.99	-1.37
19	0.05	-1.31	-1.35	-0.31	-2.15	0.00	-0.21	-2.66	-1.36	0.00	-16.08	-1.02	-0.87	0.68	-2.08
20	-1.04	-12.04	-7.78	-0.39	-0.38	0.00	-0.05	-0.40	0.16	0.00	-38.63	-60.83	-2.46	-48.36	0.38
21	-1.46	-2.29	-2.40	-1.37	-2.09	-2.43	-1.50	-1.25	-10.01	0.00	0.00	0.00	-0.03	0.00	-9.26
22	-0.03	-0.05	0.84	-0.13	1.38	1.01	0.79	-3.67	-3.09	0.00	0.00	0.00	-10.45	0.00	0.13
23	-1.43	-11.89	-1.63	-2.15	-3.32	0.00	0.34	2.07	0.35	0.00	0.00	0.00	-57.10	0.00	1.80
24	-3.07	-53.78	-3.73	-60.16	-1.69	-3.30	-6.68	-6.91	-2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.00
25	-2.11	0.00	-2.04	0.00	-2.99	-3.32	-3.97	-1.94	-2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.73
26	-5.55	0.00	-0.64	0.00	-8.84	1.80	-0.79	-0.74	-1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.85
27	-0.94	0.00	0.46	0.00	1.74	0.63	0.58	0.11	-65.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-61.17
28	-5.76	0.00	-8.57	0.00	-4.19	-7.81	-4.05	-17.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	-2.89	0.00	-57.11	0.00	-8.99	-2.48	-5.73	-2.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	-5.60	0.00	0.00	0.00	-54.11	-3.60	-2.68	-12.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	-64.06	0.00	0.00	0.00	0.00	-66.48	-66.23	-57.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - Patrón (P) – 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.57	0.00	0.00

5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.68	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.26	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.05	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.17	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.61	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.29	0.00	0.00
11	0.00	-0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.08	-0.44	-0.49	0.00	0.00	-1.57	-0.85	0.00
12	0.00	-0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.43	-23.23	-21.63	0.00	0.00	-1.24	-0.28	0.00
13	0.00	-0.22	0.00	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00	-0.58	-38.45	-30.21	-16.12	0.00	-1.34	-23.84	0.00
14	0.00	-3.22	0.00	-22.38	0.00	-2.59	0.00	0.00	-7.54	-38.30	-32.00	-19.83	0.00	-15.05	-26.00	0.00
15	0.00	-13.62	0.00	-23.71	0.00	-0.27	0.00	0.00	-18.66	-44.75	-35.83	-29.72	0.00	-17.51	-29.99	0.00
16	-0.43	-17.76	-12.60	-36.44	-12.01	-0.62	-0.92	0.00	-19.65	-46.84	-38.33	-33.73	0.00	-26.23	-37.32	-0.48
17	-7.47	-21.55	-17.33	-37.51	-16.48	-14.62	-0.20	0.00	-19.02	-66.74	-45.66	-41.31	0.00	-30.71	-48.12	-0.13
18	-8.66	-21.13	-16.28	-36.39	-15.77	-15.52	-14.77	0.00	-19.47	-100.00	-47.09	-41.48	0.00	-29.85	-53.03	-1.49
19	-8.61	-22.40	-17.63	-36.69	-17.88	-15.52	-14.96	-2.52	-20.76	-100.00	-62.64	-42.45	0.00	-30.71	-52.37	-3.57
20	-9.63	-34.07	-25.39	-37.08	-18.26	-15.52	-15.01	-2.90	-20.61	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-33.15	-100.00	-3.19
21	-11.05	-36.29	-27.79	-38.43	-20.32	-17.91	-16.43	-4.09	-30.06	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-33.17	-100.00	-12.43
22	-11.07	-36.34	-26.95	-38.56	-18.97	-16.92	-15.68	-7.57	-32.99	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-43.51	-100.00	-12.30
23	-12.47	-47.87	-28.58	-40.67	-22.23	-16.92	-15.36	-5.60	-32.66	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-10.50
24	-15.45	-100.00	-32.29	-100.00	-23.89	-20.15	-21.68	-12.16	-34.60	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-30.45
25	-17.51	-100.00	-34.33	-100.00	-26.83	-23.42	-25.43	-14.00	-36.54	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-37.16
26	-22.90	-100.00	-34.96	-100.00	-35.52	-21.65	-26.17	-14.71	-38.26	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-39.00
27	-23.82	-100.00	-34.50	-100.00	-33.81	-21.03	-25.63	-14.61	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-100.00
28	-29.41	-100.00	-43.05	-100.00	-37.93	-28.70	-29.46	-31.18	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-100.00
29	-32.23	-100.00	-100.00	-100.00	-46.77	-31.14	-34.87	-33.73	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-100.00
30	-37.67	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-34.68	-37.41	-45.66	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-100.00
31	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	0.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.1.2. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 170.0 g x B.C. – 0.40

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 170.0 g x B.C. – 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	3955	3966	3974	3965	4035	3983	4059	3967	3995	4021	3998	3963	4028	3995	3985
1	3958	3939	3967	3949	3999	3982	4058	3965	3997	3996	3996	3959	4030	3990	3980
2	3932	3948	3967	3913	3990	3962	4055	3951	3961	4015	3992	3961	4018	3993	3977
3	3958	3966	3978	3962	4038	3963	4060	3965	3977	4022	3997	3962	4028	3961	3983
4	3931	3967	3950	3964	4043	3965	4055	3959	3994	4016	3991	3962	4028	3987	3977
5	3953	3970	3973	3967	4018	3930	4045	3963	3961	4006	3973	3962	3973	3976	3931
6	3955	3963	3971	3963	4039	3970	4044	3967	3968	4015	3985	3934	4008	3986	3969
7	3957	3965	3965	3977	4019	3980	4062	3970	3994	4000	3985	3953	4020	3992	3978
8	3963	3960	3977	3981	4042	3988	4066	3971	4001	4003	3994	3962	4030	3995	3985
9	3962	3929	3966	3962	4038	3970	4067	3970	3997	4006	3995	3963	4026	3990	3987
10	3967	3960	3976	3977	4048	3992	4069	3972	4006	4009	3995	3965	4036	3999	3991
11	3959	3950	3943	3946	4033	3982	4059	3972	4003	4003	3993	3963	4031	3991	3988
12	3959	3957	3941	3944	4033	3979	4025	3972	4005	4008	3994	3961	4036	3991	3984
13	3958	3934	3936	3963	4019	3993	4030	3972	4006	4006	3994	3960	4031	3994	3986
14	3949	3959	3929	3956	3996	3984	4030	3922	4007	4003	3991	3959	4032	3990	3964
15	3955	3966	3958	3938	4025	3970	4037	3929	4004	4002	3991	3959	4020	3990	3979
16	3955	3968	3936	3935	4021	3968	4048	3959	4006	4000	3988	3957	4024	3986	3983
17	3955	3969	3944	3948	4010	3172	4036	3964	4001	4000	3987	3959	4033	3991	3984

18	3960	3967	3957	3961	3937	3137	4059	3964	4005	3992	3988	3959	4031	3993	3982
19	3960	3970	3961	3964	3922	3166	4059	3967	4004	4005	3991	3962	4034	3995	3986
20	3960	3956	3959	3969	3841	3152	4066	3969	4005	4005	3992	3963	4033	3995	3974
21	3952	3945	3953	3935	3644	3127	4034	3965	4000	3999	3990	3959	4019	3978	3972
22	3939	3893	3912	3890	3610	3159	4067	3958	4000	4002	3991	3937	4016	3970	3954
23	3944	3928	3443	3550	3605	3111	4071	3966	3925	3986	3986	3962	4028	3975	3970
24	3941	3856	3434	3444	3635	3103	4053	3966	3970	3962	3936	3967	4027	3992	3966
25	3947	3863	3450	3413	3602	3148	3294	3959	3966	3964	3988	3966	4030	3988	3955
26	3950	3037	3443	3363	3527	3138	3248	3969	3984	3968	4003	3970	4036	3981	3962
27	3939	2999	3373	3303	3492	3134	3236	3962	3977	3967	4001	3959	4026	3977	3963
28	3924	2984	3418	3271	3485	3144	3265	3967	3984	3928	4002	3955	4045	3982	3969
29	3905	2978	3356	3266	3437	3128	3272	3961	3272	3952	3998	3969	3488	3976	3102
30	3889	2976	3402	3232	3455	3115	3261	2582	3253	3959	3322	3968	3478	3902	3032
31	3841	2986	2459	3188	3030	2390	3111	2546	3230	3962	3246	3962	3453	3883	3005
32	3792	2970	2226	3191	2258	0	3105	2461	3217	3947	3225	3252	3445	3335	2962
33	2872	1878	0	2008	0	0	1979	2493	3155	3860	3210	3238	3430	3322	2850
34	2806	0	0	0	0	0	0	2249	2503	2410	3040	3159	3352	3234	2465
35	2678	0	0	0	0	0	0	0	2422	0	2785	3092	2222	1969	1783
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 170.0 g x B.C. – 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.08	-0.68	-0.18	-0.40	-0.89	-0.03	-0.02	-0.05	0.05	-0.62	-0.05	-0.10	0.05	-0.13	-0.13
2	-0.66	0.23	0.00	-0.91	-0.22	-0.50	-0.07	-0.35	-0.90	0.47	-0.10	0.05	-0.30	0.08	-0.08
3	0.66	0.45	0.28	1.24	1.19	0.03	0.12	0.35	0.40	0.17	0.13	0.03	0.25	-0.80	0.15
4	-0.68	0.03	-0.70	0.05	0.12	0.05	-0.12	-0.15	0.43	-0.15	-0.15	0.00	0.00	0.65	-0.15

5	0.56	0.08	0.58	0.08	-0.62	-0.88	-0.25	0.10	-0.83	-0.25	-0.45	0.00	-1.37	-0.28	-1.15
6	0.05	-0.18	-0.05	-0.10	0.52	1.00	-0.02	0.10	0.18	0.22	0.30	-0.71	0.87	0.25	0.95
7	0.05	0.05	-0.15	0.35	-0.50	0.25	0.44	0.08	0.65	-0.37	0.00	0.48	0.30	0.15	0.23
8	0.15	-0.13	0.30	0.10	0.57	0.20	0.10	0.03	0.18	0.07	0.23	0.23	0.25	0.08	0.18
9	-0.03	-0.78	-0.28	-0.48	-0.10	-0.45	0.02	-0.03	-0.10	0.07	0.03	0.03	-0.10	-0.13	0.05
10	0.13	0.78	0.25	0.38	0.25	0.55	0.05	0.05	0.23	0.07	0.00	0.05	0.25	0.23	0.10
11	-0.20	-0.25	-0.83	-0.78	-0.37	-0.25	-0.25	0.00	-0.08	-0.15	-0.05	-0.05	-0.12	-0.20	-0.08
12	0.00	0.18	-0.05	-0.05	0.00	-0.08	-0.84	0.00	0.05	0.12	0.03	-0.05	0.12	0.00	-0.10
13	-0.03	-0.58	-0.13	0.48	-0.35	0.35	0.12	0.00	0.03	-0.05	0.00	-0.03	-0.12	0.08	0.05
14	-0.23	0.63	-0.18	-0.18	-0.57	-0.23	0.00	-1.26	0.03	-0.07	-0.08	-0.03	0.02	-0.10	-0.55
15	0.15	0.18	0.73	-0.45	0.72	-0.35	0.17	0.18	-0.08	-0.02	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.38
16	0.00	0.05	-0.55	-0.08	-0.10	-0.05	0.27	0.76	0.05	-0.05	-0.08	-0.05	0.10	-0.10	0.10
17	0.00	0.03	0.20	0.33	-0.27	-19.98	-0.30	0.13	-0.13	0.00	-0.03	0.05	0.22	0.13	0.03
18	0.13	-0.05	0.33	0.33	-1.81	-0.88	0.57	0.00	0.10	-0.20	0.03	0.00	-0.05	0.05	-0.05
19	0.00	0.08	0.10	0.08	-0.37	0.73	0.00	0.08	-0.03	0.32	0.08	0.08	0.07	0.05	0.10
20	0.00	-0.35	-0.05	0.13	-2.01	-0.35	0.17	0.05	0.03	0.00	0.03	0.03	-0.02	0.00	-0.30
21	-0.20	-0.28	-0.15	-0.86	-4.88	-0.63	-0.79	-0.10	-0.13	-0.15	-0.05	-0.10	-0.35	-0.43	-0.05
22	-0.33	-1.31	-1.03	-1.13	-0.84	0.80	0.81	-0.18	0.00	0.07	0.03	-0.56	-0.07	-0.20	-0.45
23	0.13	0.88	-11.80	-8.58	-0.12	-1.21	0.10	0.20	-1.88	-0.40	-0.13	0.63	0.30	0.13	0.40
24	-0.08	-1.82	-0.23	-2.67	0.74	-0.20	-0.44	0.00	1.13	-0.60	-1.25	0.13	-0.02	0.43	-0.10
25	0.15	0.18	0.40	-0.78	-0.82	1.13	-18.70	-0.18	-0.10	0.05	1.30	-0.03	0.07	-0.10	-0.28
26	0.08	-20.83	-0.18	-1.26	-1.86	-0.25	-1.13	0.25	0.45	0.10	0.38	0.10	0.15	-0.18	0.18
27	-0.28	-0.96	-1.76	-1.51	-0.87	-0.10	-0.30	-0.18	-0.18	-0.02	-0.05	-0.28	-0.25	-0.10	0.03
28	-0.38	-0.38	1.13	-0.81	-0.17	0.25	0.71	0.13	0.18	-0.97	0.03	-0.10	0.47	0.13	0.15
29	-0.48	-0.15	-1.56	-0.13	-1.19	-0.40	0.17	-0.15	-17.82	0.60	-0.10	0.35	-13.83	-0.15	-21.76
30	-0.40	-0.05	1.16	-0.86	0.45	-0.33	-0.27	-34.76	-0.48	0.17	-16.91	-0.03	-0.25	-1.85	-1.76
31	-1.21	0.25	-23.73	-1.11	-10.53	-18.20	-3.70	-0.91	-0.58	0.07	-1.90	-0.15	-0.62	-0.48	-0.68
32	-1.24	-0.40	-5.86	0.08	-19.13	-60.01	-0.15	-2.14	-0.33	-0.37	-0.53	-17.92	-0.20	-13.72	-1.08
33	-23.26	-27.53	-56.01	-29.84	-55.96	0.00	-27.74	0.81	-1.55	-2.16	-0.38	-0.35	-0.37	-0.33	-2.81
34	-1.67	-47.35	0.00	-50.64	0.00	0.00	-48.76	-6.15	-16.32	-36.06	-4.25	-1.99	-1.94	-2.20	-9.66
35	-3.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-56.69	-2.03	-59.94	-6.38	-1.69	-28.05	-31.66	-17.11

36	-67.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-60.63	0.00	-69.66	-78.02	-55.16	-49.29	-44.74
----	--------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------	------	--------	--------	--------	--------	--------

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 170.0 g x B.C. - 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	-0.18	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	-0.13	-0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	-0.25	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	-1.03	-0.30	-0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	-0.25	-0.05	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	-0.20	-0.50	-0.88	-0.88	-0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.47	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.08
12	-0.20	-0.33	-0.93	-0.93	-0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.35	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.18
13	-0.23	-0.91	-1.06	-0.45	-0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.40	0.00	0.00	0.00	-0.13	-0.13
14	-0.45	-0.28	-1.23	-0.63	-1.28	-0.23	0.00	-1.26	0.00	-0.47	0.00	0.00	0.00	-0.23	-0.68
15	-0.30	-0.10	-0.50	-1.08	-0.57	-0.58	0.00	-1.08	-0.07	-0.50	0.00	0.00	0.00	-0.23	-0.30
16	-0.30	-0.05	-1.06	-1.16	-0.67	-0.63	0.00	-0.33	-0.02	-0.55	0.00	0.00	0.00	-0.33	-0.20
17	-0.30	-0.03	-0.85	-0.83	-0.94	-20.56	0.00	-0.20	-0.15	-0.55	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.18
18	-0.18	-0.08	-0.53	-0.50	-2.74	-21.44	0.00	-0.20	-0.05	-0.75	0.00	0.00	0.00	-0.15	-0.23
19	-0.18	0.00	-0.43	-0.43	-3.11	-20.71	0.00	-0.13	-0.07	-0.42	0.00	0.00	0.00	-0.10	-0.13
20	-0.18	-0.35	-0.48	-0.30	-5.11	-21.06	0.00	-0.08	-0.05	-0.42	0.00	0.00	0.00	-0.10	-0.43
21	-0.38	-0.63	-0.63	-1.16	-9.98	-21.69	0.00	-0.18	-0.17	-0.57	0.00	0.00	0.00	-0.53	-0.48
22	-0.71	-1.94	-1.66	-2.29	-10.82	-20.89	0.00	-0.35	-0.17	-0.50	0.00	0.00	0.00	-0.73	-0.93



23	-0.58	-1.06	-13.45	-10.83	-10.94	-22.09	0.00	-0.15	-2.05	-0.90	0.00	0.00	0.00	-0.60	-0.53
24	-0.66	-2.87	-13.68	-13.49	-10.20	-22.29	-0.44	-0.15	-0.92	-1.49	0.00	0.00	0.00	-0.18	-0.63
25	-0.50	-2.70	-13.27	-14.27	-11.02	-21.16	-19.09	-0.33	-1.02	-1.44	0.00	0.00	0.00	-0.28	-0.90
26	-0.43	-23.50	-13.45	-15.52	-12.87	-21.41	-20.22	-0.08	-0.57	-1.34	0.00	0.00	0.00	-0.45	-0.73
27	-0.71	-24.46	-15.21	-17.03	-13.74	-21.51	-20.51	-0.25	-0.75	-1.37	-0.05	-0.28	0.00	-0.55	-0.70
28	-1.08	-24.84	-14.08	-17.83	-13.91	-21.26	-19.80	-0.13	-0.57	-2.34	-0.02	-0.38	0.00	-0.43	-0.55
29	-1.56	-24.99	-15.64	-17.96	-15.09	-21.66	-19.63	-0.28	-18.34	-1.74	-0.12	-0.03	-13.77	-0.58	-22.28
30	-1.97	-25.04	-14.48	-18.81	-14.65	-21.99	-19.90	-34.99	-18.82	-1.57	-17.01	-0.05	-14.02	-2.43	-24.03
31	-3.18	-24.79	-38.19	-19.92	-25.15	-40.15	-23.58	-35.90	-19.39	-1.49	-18.91	-0.20	-14.64	-2.90	-24.71
32	-4.41	-25.19	-44.04	-19.84	-44.22	-100.00	-23.73	-38.04	-19.72	-1.86	-19.44	-18.09	-14.83	-16.60	-25.78
33	-27.60	-52.70	-100.00	-49.56	-100.00	-100.00	-51.39	-37.24	-21.26	-4.03	-19.81	-18.44	-15.20	-16.93	-28.59
34	-29.27	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-43.38	-37.53	-40.08	-24.06	-20.43	-17.13	-19.13	-38.24
35	-32.49	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-39.56	-100.00	-30.43	-22.12	-45.07	-50.76	-55.32
36	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.1.3. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 425.0 g x B.C.  
- 0.40

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 425.0 g x B.C. - 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	3850	3931	3908	3876	3859	3974	3931	3972	3926	3998	3997	3949	3947	3940	3895
1	3913	3960	3957	3927	3942	3972	3921	3994	3947	4020	3997	3971	4000	3969	3946
2	3934	3962	3948	3884	3920	3946	3957	3997	3946	4010	3992	3974	4008	3970	3962
3	3936	3955	3961	3943	3955	4002	3933	4001	3960	4028	4013	3976	4012	3970	3963
4	3926	3965	3926	3925	3925	4012	3918	3974	3958	4008	4030	3974	4004	3970	3957

5	3920	3968	3956	3897	3962	3985	3973	3961	3960	4026	4034	3976	3991	3969	3955
6	3920	3972	3927	3933	3939	3971	3980	3995	3957	4029	4035	3976	4002	3963	3944
7	3940	3972	3955	3922	3962	3993	3976	3986	3959	4030	4018	3975	4004	3971	3961
8	3934	3939	3950	3950	3945	3986	3972	3996	3960	4028	4030	3973	4004	3950	3940
9	3939	3958	3958	3958	3962	3994	3980	4001	3960	4030	4035	3974	4012	3927	3926
10	3933	3963	3949	3926	3939	3997	3953	3999	3957	4028	4030	3973	4004	3940	3959
11	3940	3923	3958	3948	3949	3973	3987	4001	3898	4029	4035	3972	3985	3954	3945
12	3918	3949	3949	3943	3945	4012	3985	4002	3943	4028	4036	3972	3996	3924	3947
13	3912	3957	3958	3892	3948	3979	3964	4002	3952	4030	4037	3976	3998	3882	3964
14	3926	3928	3954	3933	3941	3935	3987	4000	3953	4027	4036	3970	3983	3891	3927
15	3921	3949	3962	3513	3353	3316	3462	3998	3946	4022	3980	3944	3968	3929	3643
16	3914	3947	3954	2958	3258	3295	3412	3993	3910	4015	3966	3904	3975	3918	3585
17	3919	3954	3958	2919	3296	3303	3301	3975	3856	4018	3957	3887	3991	3944	3609
18	3919	3939	3947	2760	3232	3210	3226	3213	3827	4015	3212	2518	3978	3907	2887
19	3839	3946	3951	2820	3235	3219	3154	3104	3217	4013	3193	2511	3977	3943	2935
20	3742	3937	3914	2766	3194	3248	3179	3042	3195	4006	3193	2480	3942	3934	2721
21	3715	3883	3142	2818	3264	3277	3199	3036	3170	3879	3104	2393	2745	2691	2435
22	3706	3849	3114	2798	3140	3268	3187	3027	3176	3818	3100	2375	2653	2663	2448
23	3665	3841	3116	2798	3158	3266	3177	2930	3158	2814	3026	0	2712	2670	2244
24	3677	3832	3118	2807	3129	3252	3168	2899	3133	2868	3071	0	2726	2682	0
25	3660	3731	3110	2798	3132	3238	3147	2870	3096	2783	3094	0	2695	2628	0
26	3636	3718	3115	2800	3132	3247	3153	2885	3138	2718	3093	0	2738	2601	0
27	3618	3714	3097	2781	3086	3210	3109	2779	3128	2661	3052	0	2041	2629	0
28	2348	3717	3102	2192	2229	2186	3154	2801	3162	2583	2492	0	0	2094	0
29	0	3688	3091	0	0	0	3135	2523	3042	2479	2416	0	0	0	0
30	0	2196	3083	0	0	0	3149	2526	3057	2381	2258	0	0	0	0

<b>31</b>	0	0	2034	0	0	0	1867	1763	3102	0	0	0	0	0	0
<b>32</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1716	0	0	0	0	0	0
<b>33</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 425.0 g x B.C. - 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.64	0.74	1.25	1.32	2.15	-0.05	-0.25	0.55	0.53	0.55	0.00	0.56	1.34	0.74	1.31
2	0.55	0.05	-0.23	-1.11	-0.57	-0.65	0.92	0.08	-0.03	-0.25	-0.13	0.08	0.20	0.03	0.41
3	0.05	-0.18	0.33	1.52	0.91	1.41	-0.61	0.10	0.36	0.45	0.53	0.05	0.10	0.00	0.03
4	-0.26	0.25	-0.90	-0.46	-0.78	0.25	-0.38	-0.68	-0.05	-0.50	0.43	-0.05	-0.20	0.00	-0.15
5	-0.16	0.08	0.77	-0.72	0.96	-0.68	1.40	-0.33	0.05	0.45	0.10	0.05	-0.33	-0.03	-0.05
6	0.00	0.10	-0.74	0.93	-0.60	-0.35	0.18	0.86	-0.08	0.08	0.03	0.00	0.28	-0.15	-0.28
7	0.52	0.00	0.72	-0.28	0.60	0.55	-0.10	-0.23	0.05	0.03	-0.43	-0.03	0.05	0.20	0.44
8	-0.16	-0.84	-0.13	0.72	-0.44	-0.18	-0.10	0.25	0.03	-0.05	0.30	-0.05	0.00	-0.53	-0.54
9	0.13	0.48	0.20	0.21	0.44	0.20	0.20	0.13	0.00	0.05	0.13	0.03	0.21	-0.58	-0.36
10	-0.16	0.13	-0.23	-0.83	-0.60	0.08	-0.69	-0.05	-0.08	-0.05	-0.13	-0.03	-0.21	0.33	0.85
11	0.18	-1.02	0.23	0.57	0.26	-0.60	0.86	0.05	-1.50	0.03	0.13	-0.03	-0.48	0.36	-0.36
12	-0.57	0.66	-0.23	-0.13	-0.10	0.98	-0.05	0.03	1.15	-0.03	0.03	0.00	0.28	-0.76	0.05
13	-0.16	0.20	0.23	-1.32	0.08	-0.83	-0.53	0.00	0.23	0.05	0.03	0.10	0.05	-1.07	0.44
14	0.36	-0.74	-0.10	1.06	-0.18	-1.11	0.59	-0.05	0.03	-0.08	-0.03	-0.15	-0.38	0.23	-0.95
15	-0.13	0.53	0.20	-10.84	-15.24	-15.58	-13.36	-0.05	-0.18	-0.13	-1.40	-0.66	-0.38	0.96	-7.29
16	-0.18	-0.05	-0.20	-14.32	-2.46	-0.53	-1.27	-0.13	-0.92	-0.18	-0.35	-1.01	0.18	-0.28	-1.49
17	0.13	0.18	0.10	-1.01	0.98	0.20	-2.82	-0.45	-1.38	0.08	-0.23	-0.43	0.41	0.66	0.62
18	0.00	-0.38	-0.28	-4.10	-1.66	-2.34	-1.91	-19.18	-0.74	-0.08	-18.64	-34.67	-0.33	-0.94	-18.54
19	-2.08	0.18	0.10	1.55	0.08	0.23	-1.83	-2.74	-15.54	-0.05	-0.48	-0.18	-0.03	0.91	1.23
20	-2.52	-0.23	-0.95	-1.39	-1.06	0.73	0.64	-1.56	-0.56	-0.18	0.00	-0.79	-0.89	-0.23	-5.49
21	-0.70	-1.37	-19.75	1.34	1.81	0.73	0.51	-0.15	-0.64	-3.18	-2.23	-2.20	-30.33	-31.55	-7.34
22	-0.23	-0.86	-0.72	-0.52	-3.21	-0.23	-0.31	-0.23	0.15	-1.53	-0.10	-0.46	-2.33	-0.71	0.33
23	-1.06	-0.20	0.05	0.00	0.47	-0.05	-0.25	-2.44	-0.46	-25.11	-1.85	-60.14	1.49	0.18	-5.24

24	0.31	-0.23	0.05	0.23	-0.75	-0.35	-0.23	-0.78	-0.64	1.35	1.13	0.00	0.35	0.30	-57.61
25	-0.44	-2.57	-0.20	-0.23	0.08	-0.35	-0.53	-0.73	-0.94	-2.13	0.58	0.00	-0.79	-1.37	0.00
26	-0.62	-0.33	0.13	0.05	0.00	0.23	0.15	0.38	1.07	-1.63	-0.03	0.00	1.09	-0.69	0.00
27	-0.47	-0.10	-0.46	-0.49	-1.19	-0.93	-1.12	-2.67	-0.25	-1.43	-1.03	0.00	-17.66	0.71	0.00
28	-32.99	0.08	0.13	-15.20	-22.21	-25.77	1.14	0.55	0.87	-1.95	-14.01	0.00	-51.71	-13.58	0.00
29	-60.99	-0.74	-0.28	-56.55	-57.76	-55.01	-0.48	-7.00	-3.06	-2.60	-1.90	0.00	0.00	-53.15	0.00
30	0.00	-37.95	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.36	0.08	0.38	-2.45	-3.95	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	-55.86	-26.84	0.00	0.00	0.00	-32.61	-19.21	1.15	-59.55	-56.49	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	-52.05	0.00	0.00	0.00	-47.49	-44.39	-35.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-43.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 425.0 g x B.C. - 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	-0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.53	0.00
9	0.00	-0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.11	0.00
10	0.00	-0.23	0.00	-0.81	-0.58	0.00	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.78	0.00
11	0.00	-1.24	0.00	-0.25	-0.33	0.00	0.00	0.00	-1.57	0.00	0.00	0.00	-0.68	-0.43	0.00
12	-0.56	-0.58	0.00	-0.38	-0.43	0.00	0.00	0.00	-0.43	0.00	0.00	0.00	-0.40	-1.18	0.00
13	-0.71	-0.38	0.00	-1.67	-0.36	-0.83	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.00	-0.35	-2.24	0.00

14	-0.36	-1.11	0.00	-0.63	-0.53	-1.92	0.00	-0.05	-0.18	-0.08	-0.02	-0.15	-0.73	-2.01	-0.93
15	-0.48	-0.58	0.00	-11.24	-15.37	-17.35	-13.17	-0.10	-0.36	-0.20	-1.41	-0.81	-1.10	-1.06	-8.10
16	-0.66	-0.63	-0.20	-25.27	-17.77	-17.87	-14.42	-0.23	-1.27	-0.37	-1.76	-1.81	-0.92	-1.33	-9.56
17	-0.54	-0.46	-0.10	-26.25	-16.81	-17.67	-17.21	-0.68	-2.63	-0.30	-1.98	-2.24	-0.53	-0.68	-8.96
18	-0.54	-0.83	-0.38	-30.27	-18.43	-19.99	-19.09	-19.72	-3.36	-0.37	-20.44	-36.67	-0.85	-1.61	-27.17
19	-2.57	-0.66	-0.28	-28.75	-18.35	-19.77	-20.89	-22.44	-18.76	-0.42	-20.91	-36.85	-0.87	-0.71	-25.96
20	-5.03	-0.88	-1.21	-30.12	-19.39	-19.04	-20.27	-23.99	-19.32	-0.60	-20.91	-37.63	-1.75	-0.93	-31.36
21	-5.71	-2.24	-20.70	-28.80	-17.62	-18.32	-19.77	-24.14	-19.95	-3.75	-23.11	-39.82	-31.58	-32.23	-38.57
22	-5.94	-3.10	-21.40	-29.31	-20.75	-18.55	-20.07	-24.36	-19.80	-5.26	-23.21	-40.27	-33.88	-32.94	-38.24
23	-6.98	-3.30	-21.35	-29.31	-20.29	-18.60	-20.32	-26.79	-20.25	-30.18	-25.04	-100.00	-32.40	-32.76	-43.39
24	-6.68	-3.53	-21.30	-29.08	-21.03	-18.95	-20.54	-27.56	-20.89	-28.84	-23.93	-100.00	-32.06	-32.46	-100.00
25	-7.11	-6.07	-21.50	-29.31	-20.95	-19.29	-21.07	-28.29	-21.82	-30.94	-23.36	-100.00	-32.83	-33.82	-100.00
26	-7.72	-6.40	-21.38	-29.26	-20.95	-19.07	-20.92	-27.91	-20.76	-32.56	-23.38	-100.00	-31.76	-34.50	-100.00
27	-8.17	-6.50	-21.83	-29.74	-22.11	-19.99	-22.02	-30.56	-21.01	-33.97	-24.40	-100.00	-49.13	-33.80	-100.00
28	-40.41	-6.42	-21.71	-44.62	-43.74	-45.51	-20.89	-30.01	-20.15	-35.91	-38.27	-100.00	-100.00	-47.27	-100.00
29	-100.00	-7.15	-21.98	-100.00	-100.00	-100.00	-21.37	-36.96	-23.18	-38.49	-40.15	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
30	-100.00	-44.71	-22.19	-100.00	-100.00	-100.00	-21.02	-36.88	-22.80	-40.92	-44.07	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
31	-100.00	-100.00	-48.66	-100.00	-100.00	-100.00	-53.17	-55.95	-21.67	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
32	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-56.67	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
33	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.1.4. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.40

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 637.5 g x B.C. – 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	3798	3876	3895	3958	3980	3919	3898	3900	3867	3722	3723	3722	3714	3793	3830
1	3744	3824	3894	3979	3994	3945	3940	3947	3931	3748	3758	3767	3707	3814	3826
2	3803	3845	3926	4016	4041	3972	3982	3998	3986	3854	3846	3840	3766	3948	3812
3	3846	3849	3879	4008	4038	3975	3985	4001	3989	3800	3863	3863	3788	3898	3890
4	3922	3912	3949	4038	4046	3980	3990	4010	3999	3831	3907	3897	3845	3964	3920
5	3937	3953	3964	4032	4050	3978	3984	4002	3993	3859	3893	3871	3856	3934	3942
6	3954	3973	3964	4030	4051	3977	3988	4008	3999	3871	3895	3909	3878	3970	3990
7	3920	3935	3936	4020	4046	3971	3973	3983	3975	3845	3869	3858	3855	3947	3953
8	3931	3940	3956	4027	4047	3970	3980	3994	3986	3856	3904	3881	3886	3963	3948
9	3961	3958	3947	4021	4043	3967	3980	3997	3987	3874	3905	3914	3903	3982	3968
10	3931	3954	3963	4026	4041	3966	3979	3997	3982	3865	3920	3852	3910	3980	3958
11	3914	3954	3959	4014	4032	3959	3966	3979	3967	2893	3895	3022	2234	2362	2939
12	3293	3122	3974	4019	4033	3957	3969	3982	3955	2858	3251	3019	0	0	2830
13	3259	3083	3960	3995	4017	3945	3957	3965	3951	2659	3123	2889	0	0	2762
14	3050	3008	3965	4007	4024	3951	3963	3978	3959	2600	3057	2899	0	0	2782
15	2662	2831	3640	4012	4025	3949	3963	3981	3950	2463	2925	2652	0	0	2721
16	2392	2803	3550	4020	4019	3953	3967	3991	3970	2349	2854	2597	0	0	2685
17	2225	2472	3373	4002	4015	3952	3966	3983	3962	2159	2757	2461	0	0	1801
18	0	2341	3340	3994	4005	3946	3963	3980	3947	0	2695	1754	0	0	0
19	0	0	2376	3982	4005	3893	3931	3811	3782	0	2399	0	0	0	0

20	0	0	0	4006	4008	3554	3960	3833	3531	0	1637	0	0	0	0
21	0	0	0	4009	4016	3474	3945	3761	3491	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	4030	4010	3471	3949	3757	3532	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	3999	3967	3441	3916	3609	3510	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	4003	3887	3409	3006	3614	3447	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	3962	3892	3307	3013	3621	3415	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	3865	2809	2518	2965	3665	3407	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	3679	2693	2496	2910	3637	3369	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	3580	2720	2527	2961	3649	3343	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	3537	2049	2572	2918	2952	2636	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	3354	0	2544	2982	2915	2553	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	3255	0	2252	2135	2854	2415	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	1903	0	0	0	1895	2383	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 637.5 g x B.C. - 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-1.42	-1.34	-0.03	0.53	0.35	0.66	1.08	1.21	1.66	0.70	0.94	1.21	-0.19	0.55	-0.10
2	1.55	0.54	0.82	0.93	1.18	0.69	1.08	1.31	1.42	2.85	2.36	1.96	1.59	3.53	-0.37
3	1.13	0.10	-1.21	-0.20	-0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	-1.45	0.46	0.62	0.59	-1.32	2.04
4	2.00	1.63	1.80	0.76	0.20	0.13	0.13	0.23	0.26	0.83	1.18	0.91	1.53	1.74	0.78
5	0.39	1.06	0.39	-0.15	0.10	-0.05	-0.15	-0.21	-0.16	0.75	-0.38	-0.70	0.30	-0.79	0.57
6	0.45	0.52	0.00	-0.05	0.03	-0.03	0.10	0.15	0.16	0.32	0.05	1.02	0.59	0.95	1.25
7	-0.90	-0.98	-0.72	-0.25	-0.13	-0.15	-0.38	-0.64	-0.62	-0.70	-0.70	-1.37	-0.62	-0.61	-0.97
8	0.29	0.13	0.51	0.18	0.03	-0.03	0.18	0.28	0.28	0.30	0.94	0.62	0.83	0.42	-0.13
9	0.79	0.46	-0.23	-0.15	-0.10	-0.08	0.00	0.08	0.03	0.48	0.03	0.89	0.46	0.50	0.52
10	-0.79	-0.10	0.41	0.13	-0.05	-0.03	-0.03	0.00	-0.13	-0.24	0.40	-1.67	0.19	-0.05	-0.26

11	-0.45	0.00	-0.10	-0.30	-0.23	-0.18	-0.33	-0.46	-0.39	-26.11	-0.67	-22.30	-45.13	-42.66	-26.61
12	-16.35	-21.47	0.39	0.13	0.03	-0.05	0.08	0.08	-0.31	-0.94	-17.30	-0.08	-60.15	-62.27	-2.85
13	-0.90	-1.01	-0.36	-0.61	-0.40	-0.31	-0.31	-0.44	-0.10	-5.35	-3.44	-3.49	0.00	0.00	-1.78
14	-5.50	-1.93	0.13	0.30	0.18	0.15	0.15	0.33	0.21	-1.59	-1.77	0.27	0.00	0.00	0.52
15	-10.22	-4.57	-8.34	0.13	0.03	-0.05	0.00	0.08	-0.23	-3.68	-3.55	-6.64	0.00	0.00	-1.59
16	-7.11	-0.72	-2.31	0.20	-0.15	0.10	0.10	0.26	0.52	-3.06	-1.91	-1.48	0.00	0.00	-0.94
17	-4.40	-8.54	-4.54	-0.45	-0.10	-0.03	-0.03	-0.21	-0.21	-5.10	-2.61	-3.65	0.00	0.00	-23.08
18	-58.58	-3.38	-0.85	-0.20	-0.25	-0.15	-0.08	-0.08	-0.39	-58.01	-1.67	-19.00	0.00	0.00	-47.02
19	0.00	-60.40	-24.75	-0.30	0.00	-1.35	-0.82	-4.33	-4.27	0.00	-7.95	-47.13	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	-61.00	0.61	0.08	-8.65	0.74	0.56	-6.49	0.00	-20.47	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.08	0.20	-2.04	-0.38	-1.85	-1.03	0.00	-43.97	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.53	-0.15	-0.08	0.10	-0.10	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	-0.78	-1.08	-0.77	-0.85	-3.79	-0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.10	-2.01	-0.82	-23.35	0.13	-1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	-1.04	0.13	-2.60	0.18	0.18	-0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	-2.45	-27.21	-20.13	-1.23	1.13	-0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	-4.70	-2.91	-0.56	-1.41	-0.72	-0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	-2.50	0.68	0.79	1.31	0.31	-0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	-1.09	-16.86	1.15	-1.10	-17.87	-18.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	-4.62	-51.48	-0.71	1.64	-0.95	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	-2.50	0.00	-7.45	-21.73	-1.56	-3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	-34.16	0.00	-57.46	-54.77	-24.59	-0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00	-48.08	0.00	0.00	0.00	-48.59	-61.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 637.5 g x B.C. - 0.40														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	-0.15	0.00	-0.05	-0.15	-0.20	-0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	-0.20	0.00	-0.08	-0.05	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	-0.96	0.00	-0.45	-0.12	-0.23	-0.43	-0.67	-0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.93
8	0.00	-0.83	0.00	-0.27	-0.10	-0.25	-0.25	-0.40	-0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.05
9	0.00	-0.38	0.00	-0.42	-0.20	-0.33	-0.25	-0.32	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.55
10	-0.76	-0.48	0.00	-0.30	-0.25	-0.35	-0.28	-0.32	-0.43	-0.23	0.00	-1.58	0.00	-0.05	-0.80
11	-1.19	-0.48	0.00	-0.59	-0.47	-0.53	-0.60	-0.77	-0.80	-25.32	-0.64	-22.79	-42.86	-40.68	-26.34
12	-16.86	-21.42	0.00	-0.47	-0.44	-0.58	-0.53	-0.70	-1.10	-26.23	-17.07	-22.87	-100.00	-100.00	-29.07
13	-17.72	-22.40	-0.35	-1.06	-0.84	-0.88	-0.83	-1.12	-1.20	-31.36	-20.33	-26.19	-100.00	-100.00	-30.78
14	-23.00	-24.29	-0.23	-0.77	-0.67	-0.73	-0.68	-0.80	-1.00	-32.89	-22.02	-25.93	-100.00	-100.00	-30.28
15	-32.79	-28.74	-8.40	-0.64	-0.64	-0.78	-0.68	-0.72	-1.23	-36.42	-25.38	-32.24	-100.00	-100.00	-31.80
16	-39.61	-29.45	-10.67	-0.45	-0.79	-0.68	-0.58	-0.47	-0.73	-39.36	-27.19	-33.65	-100.00	-100.00	-32.71
17	-43.83	-37.78	-15.12	-0.89	-0.89	-0.70	-0.60	-0.67	-0.93	-44.27	-29.67	-37.12	-100.00	-100.00	-54.86
18	-100.00	-41.08	-15.95	-1.09	-1.14	-0.85	-0.68	-0.75	-1.30	-100.00	-31.25	-55.19	-100.00	-100.00	-100.00
19	-100.00	-100.00	-40.21	-1.39	-1.14	-2.19	-1.48	-4.96	-5.43	-100.00	-38.80	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
20	-100.00	-100.00	-100.00	-0.79	-1.06	-10.70	-0.75	-4.41	-11.70	-100.00	-58.24	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
21	-100.00	-100.00	-100.00	-0.72	-0.86	-12.71	-1.13	-6.21	-12.70	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
22	-100.00	-100.00	-100.00	-0.20	-1.01	-12.79	-1.03	-6.31	-11.68	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
23	-100.00	-100.00	-100.00	-0.97	-2.07	-13.54	-1.85	-10.00	-12.23	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
24	-100.00	-100.00	-100.00	-0.87	-4.05	-14.35	-24.66	-9.88	-13.80	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
25	-100.00	-100.00	-100.00	-1.88	-3.92	-16.91	-24.49	-9.70	-14.60	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
26	-100.00	-100.00	-100.00	-4.28	-30.66	-36.73	-25.69	-8.60	-14.80	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
27	-100.00	-100.00	-100.00	-8.89	-33.52	-37.29	-27.07	-9.30	-15.75	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
28	-100.00	-100.00	-100.00	-11.34	-32.86	-36.51	-25.79	-9.00	-16.40	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
29	-100.00	-100.00	-100.00	-12.41	-49.42	-35.38	-26.87	-26.38	-34.08	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
30	-100.00	-100.00	-100.00	-16.94	-100.00	-36.08	-25.26	-27.31	-36.16	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

<b>31</b>	-100.00	-100.00	-100.00	-19.39	-100.00	-43.42	-46.49	-28.83	-39.61	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
<b>32</b>	-100.00	-100.00	-100.00	-52.87	-100.00	-100.00	-100.00	-52.74	-40.41	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
<b>33</b>	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.2. *Relación a/c=0.45*

D.5.1.2.1. *Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño Patrón (P) – 0.45*

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - Patrón (P) – 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	4010	4034	3929	3965	4039	3953	3993	4037	3905	3918	3958	3939	3920	3972	3995
1	4001	3955	3904	3949	3891	3849	3997	4005	3963	3881	3969	3914	3973	3996	3845
2	3982	3948	3826	3828	3832	3923	3936	4013	3971	3844	3950	3951	3967	3938	3827
3	3900	4023	3908	3941	3906	3950	3914	4047	3894	3954	3957	3882	3986	3991	3973
4	3990	4062	3940	3977	4000	3886	3982	3936	3984	3823	3909	3881	3839	3987	4018
5	3984	4028	3829	3927	3963	3885	4010	4030	3935	3935	3974	3963	3951	3997	4007
6	4024	4061	3907	3963	4046	3956	4017	4054	3892	3848	3937	3926	3837	3926	3971
7	4028	4058	3910	3910	4019	3940	4014	4060	3974	3819	3822	3908	3851	3861	3984
8	4030	4059	3916	3841	3973	3867	3974	4048	3981	3810	3785	3877	3878	3869	3992
9	4037	4061	3945	3933	4027	3933	4001	4057	3993	3861	3847	3904	3896	3865	3991
10	4033	4058	3930	3930	4024	3945	4007	4061	4002	3859	3864	3934	3889	3897	3985
11	4031	4056	3926	3907	3997	3905	3972	4039	3981	3868	3854	3898	3908	3916	3988
12	4042	4067	3953	3954	4026	3930	3991	4045	3980	3910	3882	3916	3924	3899	3982
13	4034	4065	3955	3634	3928	3971	4010	4048	3968	3699	3936	3644	3162	3889	3919
14	4018	3967	3892	3246	3062	3884	3999	4048	4011	3073	3947	3193	2976	3900	3938

15	3998	3893	3525	3254	3017	3866	4013	4054	3967	2879	3947	3138	2907	3871	3647
16	3812	3880	3243	3103	2679	3396	3986	4045	3619	2443	2292	2778	2617	2963	3580
17	3374	3554	3212	3051	2604	3396	3911	3975	3548	2262	2045	2469	2469	2754	3196
18	3367	3554	3208	3077	2627	3390	3911	3974	3548	2206	1985	2431	2496	2768	3201
19	3364	3529	3105	2926	2505	3295	3897	3978	3465	2079	1927	2416	2422	2702	3188
20	3367	3526	3082	2616	2447	3211	3919	3921	3398	0	0	2282	2337	2614	3163
21	3305	3505	3072	2533	2402	3113	3901	3886	3360	0	0	0	0	2520	3030
22	3215	3509	2971	2488	0	3083	3880	3876	2971	0	0	0	0	2466	3046
23	3116	3372	2873	2336	0	2994	3864	3886	2984	0	0	0	0	1690	3031
24	3102	3330	2877	0	0	2909	3849	3875	2867	0	0	0	0	0	3095
25	3083	3231	2776	0	0	2330	3651	3837	2851	0	0	0	0	0	2978
26	3060	3073	2664	0	0	0	3382	3689	2853	0	0	0	0	0	2825
27	2958	3029	2537	0	0	0	3261	3587	2753	0	0	0	0	0	2507
28	0	2902	2276	0	0	0	3186	3501	2114	0	0	0	0	0	2398
29	0	2828	0	0	0	0	3218	3480	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - Patrón (P) – 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-0.22	-1.96	-0.64	-0.40	-3.66	-2.63	0.10	-0.79	1.49	-0.94	0.28	-0.63	1.35	0.60	-3.75
2	-0.47	-0.17	-1.99	-3.05	-1.46	1.87	-1.53	0.20	0.20	-0.94	-0.48	0.94	-0.15	-1.46	-0.45
3	-2.04	1.86	2.09	2.85	1.83	0.68	-0.55	0.84	-1.97	2.81	0.18	-1.75	0.48	1.33	3.65
4	2.24	0.97	0.81	0.91	2.33	-1.62	1.70	-2.75	2.30	-3.34	-1.21	-0.03	-3.75	-0.10	1.13
5	-0.15	-0.84	-2.83	-1.26	-0.92	-0.03	0.70	2.33	-1.25	2.86	1.64	2.08	2.86	0.25	-0.28
6	1.00	0.82	1.99	0.91	2.05	1.80	0.18	0.59	-1.10	-2.22	-0.93	-0.94	-2.91	-1.79	-0.90
7	0.10	-0.07	0.08	-1.34	-0.67	-0.40	-0.08	0.15	2.10	-0.74	-2.91	-0.46	0.36	-1.64	0.33

8	0.05	0.02	0.15	-1.74	-1.14	-1.85	-1.00	-0.30	0.18	-0.23	-0.93	-0.79	0.69	0.20	0.20
9	0.17	0.05	0.74	2.32	1.34	1.67	0.68	0.22	0.31	1.30	1.57	0.69	0.46	-0.10	-0.03
10	-0.10	-0.07	-0.38	-0.08	-0.07	0.30	0.15	0.10	0.23	-0.05	0.43	0.76	-0.18	0.81	-0.15
11	-0.05	-0.05	-0.10	-0.58	-0.67	-1.01	-0.88	-0.54	-0.54	0.23	-0.25	-0.91	0.48	0.48	0.08
12	0.27	0.27	0.69	1.19	0.72	0.63	0.48	0.15	-0.03	1.07	0.71	0.46	0.41	-0.43	-0.15
13	-0.20	-0.05	0.05	-8.07	-2.43	1.04	0.48	0.07	-0.31	-5.39	1.36	-6.91	-19.44	-0.25	-1.58
14	-0.40	-2.43	-1.60	-9.79	-21.44	-2.20	-0.28	0.00	1.10	-15.98	0.28	-11.45	-4.74	0.28	0.48
15	-0.50	-1.83	-9.34	0.20	-1.11	-0.46	0.35	0.15	-1.13	-4.95	0.00	-1.40	-1.76	-0.73	-7.28
16	-4.64	-0.32	-7.18	-3.81	-8.37	-11.89	-0.68	-0.22	-8.91	-11.13	-41.81	-9.14	-7.40	-22.86	-1.68
17	-10.92	-8.08	-0.79	-1.31	-1.86	0.00	-1.88	-1.73	-1.82	-4.62	-6.24	-7.84	-3.78	-5.26	-9.61
18	-0.17	0.00	-0.10	0.66	0.57	-0.15	0.00	-0.02	0.00	-1.43	-1.52	-0.96	0.69	0.35	0.13
19	-0.07	-0.62	-2.62	-3.81	-3.02	-2.40	-0.35	0.10	-2.13	-3.24	-1.47	-0.38	-1.89	-1.66	-0.33
20	0.07	-0.07	-0.59	-7.82	-1.44	-2.12	0.55	-1.41	-1.72	-53.06	-48.69	-3.40	-2.17	-2.22	-0.63
21	-1.55	-0.52	-0.25	-2.09	-1.11	-2.48	-0.45	-0.87	-0.97	0.00	0.00	-57.93	-59.62	-2.37	-3.33
22	-2.24	0.10	-2.57	-1.13	-59.47	-0.76	-0.53	-0.25	-9.96	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.36	0.40
23	-2.47	-3.40	-2.49	-3.83	0.00	-2.25	-0.40	0.25	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	-19.54	-0.38
24	-0.35	-1.04	0.10	-58.92	0.00	-2.15	-0.38	-0.27	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-42.55	1.60
25	-0.47	-2.45	-2.57	0.00	0.00	-14.65	-4.96	-0.94	-0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.93
26	-0.57	-3.92	-2.85	0.00	0.00	-58.94	-6.74	-3.67	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.83
27	-2.54	-1.09	-3.23	0.00	0.00	0.00	-3.03	-2.53	-2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.96
28	-73.77	-3.15	-6.64	0.00	0.00	0.00	-1.88	-2.13	-16.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.73
29	0.00	-1.83	-57.93	0.00	0.00	0.00	0.80	-0.52	-54.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-60.03
30	0.00	-70.10	0.00	0.00	0.00	0.00	-80.59	-86.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - Patrón (P) - 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.31	0.00	0.00	-3.69	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.48	0.00	0.00	-0.88	0.00	-0.27
6	0.00	0.00	0.00	-0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.68	-0.93	-0.93	-3.74	-1.78	-1.17
7	0.00	0.00	0.00	-1.68	-0.67	0.00	-0.07	0.00	0.00	-3.41	-3.82	-1.39	-3.39	-3.40	-0.85
8	0.00	0.00	0.00	-3.42	-1.80	0.00	-1.07	0.00	0.00	-3.64	-4.76	-2.17	-2.71	-3.20	-0.65
9	0.00	0.00	0.00	-1.11	-0.47	0.00	-0.40	0.00	0.00	-2.35	-3.20	-1.49	-2.26	-3.30	-0.67
10	0.00	0.00	0.00	-1.18	-0.54	0.00	-0.25	0.00	0.00	-2.40	-2.77	-0.73	-2.43	-2.50	-0.82
11	0.00	0.00	0.00	-1.76	-1.21	0.00	-1.12	-0.54	0.00	-2.18	-3.02	-1.64	-1.96	-2.03	-0.75
12	0.00	0.00	0.00	-0.58	-0.49	0.00	-0.65	-0.39	0.00	-1.11	-2.32	-1.19	-1.56	-2.45	-0.90
13	-0.20	-0.05	0.00	-8.62	-2.92	0.00	-0.17	-0.32	0.00	-6.45	-0.96	-8.05	-20.67	-2.70	-2.46
14	-0.59	-2.46	-1.59	-18.38	-24.32	-2.19	-0.45	-0.32	0.00	-22.28	-0.68	-19.43	-25.34	-2.43	-1.99
15	-1.09	-4.28	-10.87	-18.18	-25.43	-2.64	-0.10	-0.17	-1.10	-27.19	-0.68	-20.82	-27.07	-3.15	-9.23
16	-5.69	-4.60	-18.00	-21.98	-33.79	-14.48	-0.77	-0.39	-9.77	-38.21	-42.33	-29.90	-34.35	-25.87	-10.90
17	-16.53	-12.61	-18.79	-23.28	-35.64	-14.48	-2.64	-2.12	-11.54	-42.79	-48.54	-37.70	-38.06	-31.10	-20.46
18	-16.70	-12.61	-18.89	-22.63	-35.07	-14.63	-2.64	-2.14	-11.54	-44.21	-50.05	-38.66	-37.38	-30.75	-20.33
19	-16.77	-13.23	-21.49	-26.43	-38.09	-17.02	-2.99	-2.04	-13.61	-47.42	-51.51	-39.04	-39.24	-32.40	-20.66
20	-16.70	-13.30	-22.07	-34.22	-39.52	-19.14	-2.44	-3.45	-15.28	-100.00	-100.00	-42.42	-41.37	-34.60	-21.28
21	-18.23	-13.82	-22.33	-36.31	-40.63	-21.61	-2.89	-4.31	-16.23	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-36.95	-24.59
22	-20.46	-13.72	-24.88	-37.44	-100.00	-22.36	-3.41	-4.56	-25.93	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-38.30	-24.19
23	-22.91	-17.09	-27.36	-41.26	-100.00	-24.60	-3.81	-4.31	-25.60	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-57.72	-24.56
24	-23.26	-18.12	-27.26	-100.00	-100.00	-26.74	-4.18	-4.58	-28.52	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-22.97
25	-23.73	-20.56	-29.81	-100.00	-100.00	-41.32	-9.11	-5.52	-28.92	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-25.88
26	-24.29	-24.44	-32.64	-100.00	-100.00	-100.00	-15.81	-9.16	-28.87	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-29.69
27	-26.82	-25.52	-35.85	-100.00	-100.00	-100.00	-18.82	-11.67	-31.36	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-37.61
28	-100.00	-28.65	-42.45	-100.00	-100.00	-100.00	-20.69	-13.79	-47.29	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-40.32
29	-100.00	-30.46	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-19.89	-14.31	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
30	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.2.2. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 170.0 g x B.C.  
- 0.45

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 170.0 g x B.C. - 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	4000	4041	3990	4035	3996	4126	3987	3976	3974	3931	3955	3945	3972	3983	3929
1	3973	4046	3990	4041	3999	4128	3988	3960	3976	3933	3954	3946	3976	3978	3936
2	4002	4044	3991	4032	3996	4121	3993	3938	3969	3935	3966	3939	3960	3982	3937
3	4005	4042	3996	4048	4000	4136	3997	3953	3984	3941	3973	3955	3986	3990	3942
4	4013	4050	3985	4028	3992	4137	3997	3982	3985	3944	3971	3957	3987	4002	3943
5	4015	4007	4000	4049	4007	4134	3949	3989	3987	3905	3963	3957	3972	4001	3921
6	4021	4032	4007	4056	4001	4133	3985	3998	3992	3944	3977	3963	3993	4006	3948
7	4007	4028	3971	4005	3981	4129	3981	3977	3978	3902	3891	3940	3959	3977	3934
8	4016	4050	3988	4012	3984	4121	3982	3986	3981	3928	3957	3950	3984	3994	3946
9	4018	4054	3970	4022	3980	4132	3977	3992	3983	3921	3968	3954	3990	3998	3947
10	4020	4060	3998	4034	3984	4131	3996	3994	3985	3935	3969	3955	3993	4001	3952
11	4018	4056	3969	4027	3983	4132	3981	3991	3982	3918	3967	3954	3988	4000	3949
12	4019	4061	3984	4014	3988	4123	3982	3991	3982	3941	3972	3954	3993	4002	3950
13	4015	4055	3982	4000	3983	4111	3976	3991	3980	3943	3973	3956	3990	4002	3933
14	4005	4045	3957	3984	3948	4101	3978	3987	3964	3938	3972	3955	3990	4001	3934
15	4015	4015	3975	4007	3980	4108	3998	3986	3971	3944	3947	3955	3990	3997	3947
16	4014	4047	3957	4013	3971	4104	3971	3986	3978	3939	3966	3943	3988	3994	3948

17	4016	4055	3888	3549	3983	4100	3951	3983	3977	3392	3966	3923	3668	3193	3769
18	4019	4058	3769	3534	3985	4099	3956	3983	3980	3388	3966	3925	3664	3189	3766
19	4021	4062	3718	3546	3991	4096	3952	3984	3984	3382	3964	3925	3662	3190	3767
20	4023	4061	3706	3559	3985	4117	3950	3986	3985	3385	3967	3929	3666	3195	3769
21	4022	4044	3612	3524	3991	4117	3641	3950	3943	3373	3954	3926	3666	3185	3716
22	4020	4021	3603	3492	3926	4093	3639	3971	3971	3381	3963	3923	3657	3187	3707
23	4022	4056	3543	3457	3943	4095	3539	3918	3981	3364	3937	3918	3662	3186	3711
24	4017	3513	3438	3411	3873	3995	3544	3959	3956	3383	3959	3903	3656	3167	3637
25	4021	3512	3403	3384	3872	3758	3447	3975	3978	3376	3964	3916	3639	3160	3606
26	4021	3506	3229	3384	3566	3540	3438	3981	3991	3377	3297	3918	3631	3157	3605
27	2996	3492	3133	3362	3485	3520	3419	3974	3978	3335	3217	3905	3629	3106	3593
28	2996	3497	2185	3294	3164	3512	3388	3978	3110	3266	3206	3901	3619	3081	3590
29	2906	3452	0	3310	3050	3427	3331	3040	3098	3151	3207	3751	3617	3077	3581
30	2823	3198	0	3312	2591	3071	2995	3001	3066	3142	3208	3726	3606	3022	3582
31	2774	3120	0	3193	2424	2947	2862	2379	3007	2114	2096	2607	3372	2923	3524
32	2369	2136	0	2721	2153	1848	1931	0	1962	0	0	2305	2430	2033	2334
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 170.0 g x B.C. - 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-0.68	0.12	0.00	0.15	0.08	0.05	0.03	-0.40	0.05	0.05	-0.03	0.03	0.10	-0.13	0.18
2	0.73	-0.05	0.03	-0.22	-0.08	-0.17	0.13	-0.55	-0.18	0.05	0.30	-0.18	-0.40	0.10	0.03
3	0.08	-0.05	0.13	0.40	0.10	0.36	0.10	0.38	0.38	0.15	0.18	0.41	0.65	0.20	0.13
4	0.20	0.20	-0.28	-0.50	-0.20	0.02	0.00	0.73	0.03	0.08	-0.05	0.05	0.03	0.30	0.03
5	0.05	-1.06	0.38	0.52	0.38	-0.07	-1.20	0.18	0.05	-0.99	-0.20	0.00	-0.38	-0.03	-0.56
6	0.15	0.62	0.18	0.17	-0.15	-0.02	0.90	0.23	0.13	0.99	0.35	0.15	0.53	0.13	0.69

7	-0.35	-0.10	-0.90	-1.26	-0.50	-0.10	-0.10	-0.53	-0.35	-1.07	-2.17	-0.58	-0.86	-0.73	-0.36
8	0.23	0.54	0.43	0.17	0.08	-0.19	0.03	0.23	0.08	0.66	1.67	0.25	0.63	0.43	0.31
9	0.05	0.10	-0.45	0.25	-0.10	0.27	-0.13	0.15	0.05	-0.18	0.28	0.10	0.15	0.10	0.03
10	0.05	0.15	0.70	0.30	0.10	-0.02	0.48	0.05	0.05	0.36	0.03	0.03	0.08	0.08	0.13
11	-0.05	-0.10	-0.73	-0.17	-0.03	0.02	-0.38	-0.08	-0.08	-0.43	-0.05	-0.03	-0.13	-0.03	-0.08
12	0.03	0.12	0.38	-0.32	0.13	-0.22	0.03	0.00	0.00	0.59	0.13	0.00	0.13	0.05	0.03
13	-0.10	-0.15	-0.05	-0.35	-0.13	-0.29	-0.15	0.00	-0.05	0.05	0.03	0.05	-0.08	0.00	-0.43
14	-0.25	-0.25	-0.63	-0.40	-0.88	-0.24	0.05	-0.10	-0.40	-0.13	-0.03	-0.03	0.00	-0.03	0.03
15	0.25	-0.74	0.45	0.57	0.80	0.17	0.50	-0.03	0.18	0.15	-0.63	0.00	0.00	-0.10	0.33
16	-0.03	0.79	-0.45	0.15	-0.23	-0.10	-0.68	0.00	0.18	-0.13	0.48	-0.30	-0.05	-0.08	0.03
17	0.05	0.20	-1.73	-11.50	0.30	-0.10	-0.50	-0.08	-0.03	-13.92	0.00	-0.51	-8.06	-20.11	-4.56
18	0.08	0.07	-2.98	-0.37	0.05	-0.02	0.13	0.00	0.08	-0.10	0.00	0.05	-0.10	-0.10	-0.08
19	0.05	0.10	-1.28	0.30	0.15	-0.07	-0.10	0.03	0.10	-0.15	-0.05	0.00	-0.05	0.03	0.03
20	0.05	-0.02	-0.30	0.32	-0.15	0.51	-0.05	0.05	0.03	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13	0.05
21	-0.03	-0.42	-2.36	-0.87	0.15	0.00	-7.75	-0.91	-1.06	-0.31	-0.33	-0.08	0.00	-0.25	-1.35
22	-0.05	-0.57	-0.23	-0.79	-1.63	-0.58	-0.05	0.53	0.70	0.20	0.23	-0.08	-0.23	0.05	-0.23
23	0.05	0.87	-1.50	-0.87	0.43	0.05	-2.51	-1.33	0.25	-0.43	-0.66	-0.13	0.13	-0.03	0.10
24	-0.13	-13.44	-2.63	-1.14	-1.75	-2.42	0.13	1.03	-0.63	0.48	0.56	-0.38	-0.15	-0.48	-1.88
25	0.10	-0.02	-0.88	-0.67	-0.03	-5.74	-2.43	0.40	0.55	-0.18	0.13	0.33	-0.43	-0.18	-0.79
26	0.00	-0.15	-4.36	0.00	-7.66	-5.28	-0.23	0.15	0.33	0.03	-16.86	0.05	-0.20	-0.08	-0.03
27	-25.63	-0.35	-2.41	-0.55	-2.03	-0.48	-0.48	-0.18	-0.33	-1.07	-2.02	-0.33	-0.05	-1.28	-0.31
28	0.00	0.12	-23.76	-1.69	-8.03	-0.19	-0.78	0.10	-21.84	-1.76	-0.28	-0.10	-0.25	-0.63	-0.08
29	-2.25	-1.11	-54.76	0.40	-2.85	-2.06	-1.43	-23.59	-0.30	-2.93	0.03	-3.80	-0.05	-0.10	-0.23
30	-2.08	-6.29	0.00	0.05	-11.49	-8.63	-8.43	-0.98	-0.81	-0.23	0.03	-0.63	-0.28	-1.38	0.03
31	-1.23	-1.93	0.00	-2.95	-4.18	-3.01	-3.34	-15.64	-1.48	-26.15	-28.12	-28.37	-5.89	-2.49	-1.48
32	-10.13	-24.35	0.00	-11.70	-6.78	-26.64	-23.35	-59.83	-26.30	-53.78	-53.00	-7.66	-23.72	-22.34	-30.29
33	-59.23	-52.86	0.00	-67.43	-53.88	-44.79	-48.43	0.00	-49.37	0.00	0.00	-58.43	-61.18	-51.04	-59.40



Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 170.0 g x B.C. - 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.00	-0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.15	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	-0.90	-1.26	-0.65	-0.19	0.00	-0.53	-0.35	-1.06	-2.16	-0.58	-0.85	-0.72	0.00
8	0.00	0.00	-0.47	-1.08	-0.57	-0.39	0.00	-0.30	-0.28	-0.41	-0.50	-0.33	-0.23	-0.30	0.00
9	0.00	0.00	-0.92	-0.84	-0.67	-0.12	0.00	-0.15	-0.23	-0.58	-0.23	-0.23	-0.08	-0.20	0.00
10	0.00	0.00	-0.22	-0.54	-0.57	-0.15	0.00	-0.10	-0.18	-0.23	-0.20	-0.20	0.00	-0.12	0.00
11	0.00	0.00	-0.95	-0.71	-0.60	-0.12	0.00	-0.18	-0.25	-0.66	-0.25	-0.23	-0.13	-0.15	-0.08
12	0.00	0.00	-0.57	-1.04	-0.47	-0.34	0.00	-0.18	-0.25	-0.08	-0.13	-0.23	0.00	-0.10	-0.05
13	0.00	0.00	-0.62	-1.38	-0.60	-0.63	0.00	-0.18	-0.30	-0.03	-0.10	-0.18	-0.08	-0.10	-0.48
14	0.00	0.00	-1.25	-1.78	-1.47	-0.87	0.00	-0.28	-0.70	-0.15	-0.13	-0.20	-0.08	-0.12	-0.46
15	0.00	0.00	-0.80	-1.21	-0.67	-0.70	0.00	-0.30	-0.53	0.00	-0.75	-0.20	-0.08	-0.22	-0.13
16	0.00	0.00	-1.25	-1.06	-0.90	-0.80	-0.68	-0.30	-0.35	-0.13	-0.28	-0.50	-0.13	-0.30	-0.10
17	0.00	0.00	-2.97	-12.50	-0.60	-0.89	-1.18	-0.38	-0.38	-14.00	-0.28	-1.01	-8.14	-20.29	-4.63
18	0.00	0.00	-5.94	-12.87	-0.55	-0.92	-1.05	-0.38	-0.30	-14.10	-0.28	-0.96	-8.24	-20.39	-4.71
19	0.00	0.00	-7.21	-12.57	-0.40	-0.99	-1.15	-0.35	-0.20	-14.25	-0.33	-0.96	-8.29	-20.37	-4.68
20	0.00	-0.02	-7.51	-12.25	-0.55	-0.48	-1.20	-0.30	-0.18	-14.17	-0.25	-0.86	-8.19	-20.24	-4.63
21	-0.02	-0.44	-9.86	-13.12	-0.40	-0.48	-8.93	-1.20	-1.23	-14.48	-0.58	-0.93	-8.19	-20.49	-5.97
22	-0.07	-1.01	-10.08	-13.91	-2.02	-1.06	-8.98	-0.68	-0.53	-14.27	-0.35	-1.01	-8.41	-20.44	-6.20
23	-0.02	-0.15	-11.58	-14.77	-1.60	-1.02	-11.48	-2.00	-0.28	-14.71	-1.01	-1.14	-8.29	-20.47	-6.10
24	-0.15	-13.52	-14.20	-15.90	-3.34	-3.43	-11.36	-0.98	-0.90	-14.22	-0.45	-1.51	-8.44	-20.94	-7.97
25	-0.05	-13.54	-15.07	-16.57	-3.37	-9.16	-13.78	-0.58	-0.35	-14.40	-0.33	-1.19	-8.87	-21.12	-8.76

26	-0.05	-13.69	-19.42	-16.57	-11.01	-14.43	-14.01	-0.43	-0.03	-14.38	-17.10	-1.14	-9.07	-21.19	-8.78
27	-25.53	-14.03	-21.81	-17.11	-13.03	-14.91	-14.48	-0.60	-0.35	-15.44	-19.11	-1.46	-9.12	-22.47	-9.08
28	-25.53	-13.91	-45.47	-18.79	-21.04	-15.11	-15.26	-0.50	-22.09	-17.19	-19.39	-1.56	-9.37	-23.09	-9.16
29	-27.77	-15.02	-100.00	-18.39	-23.88	-17.16	-16.68	-23.96	-22.39	-20.11	-19.36	-5.35	-9.42	-23.19	-9.39
30	-29.83	-21.27	-100.00	-18.34	-35.34	-25.77	-25.09	-24.94	-23.20	-20.33	-19.34	-5.98	-9.69	-24.56	-9.36
31	-31.05	-23.19	-100.00	-21.28	-39.51	-28.76	-28.41	-40.50	-24.67	-46.40	-47.30	-34.22	-15.55	-27.03	-10.83
32	-41.11	-47.42	-100.00	-32.91	-46.27	-55.33	-51.70	-100.00	-50.85	-100.00	-100.00	-41.84	-39.14	-49.25	-40.94
33	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.2.3. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 425.0 g x B.C. – 0.45

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 425.0 g x B.C. – 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	4006	3953	3999	4038	3947	3942	3993	3972	3966	4008	4004	3985	3957	3970	4013
1	4037	3973	4040	4079	4002	4008	4039	4014	4001	4041	4033	4012	3992	4004	4054
2	4051	3987	4066	4095	4010	4031	4056	4023	4012	4048	4041	4018	4002	4011	4064
3	4048	3974	4050	4089	4005	4031	4076	4021	4013	4046	4039	4014	4000	4011	4062
4	4049	3990	4052	4102	4030	4006	4049	4024	4012	4052	4044	4019	4001	4014	4064
5	4051	3992	4078	4082	4009	4017	4081	4014	4015	4048	4047	4024	4007	4018	4071
6	4057	3995	4036	4099	4023	4004	4066	4026	4017	4058	4049	4023	4009	4020	4070
7	4058	3996	4045	4093	4030	4018	4066	4031	4019	4058	4051	4026	4010	4022	4071
8	4055	3993	4058	4125	4033	4028	4034	4029	4018	4054	4049	4026	4009	4021	4074
9	4057	3995	4065	4128	4046	4044	4076	4029	4018	4055	4049	4026	4009	4020	4072

10	4055	3993	4046	4122	4024	4011	4088	4031	4020	4053	4049	4026	4009	4021	4073
11	4058	3995	4083	4145	4047	4053	4099	4031	4021	4056	4053	4027	4007	4023	4073
12	4053	3994	4055	4112	4035	3983	4087	4031	4019	4055	4052	4028	4006	4019	4045
13	4054	3995	4061	4143	4012	4006	4093	4030	4018	4056	4052	4029	4006	4022	4037
14	4053	3993	4081	4102	4029	3996	4071	4029	4015	4054	4050	4027	4004	4017	4005
15	4027	3993	3552	3836	3929	3765	4081	4019	4016	4055	4052	4028	4006	4020	4033
16	4050	3992	3527	3838	3890	3615	3991	4019	4011	4054	4050	4027	3995	3983	3969
17	4048	3989	3523	3775	3890	3618	4000	4019	4010	4051	4050	4028	3987	3977	3944
18	4048	3992	3522	3823	3902	3577	3965	4021	4006	4055	4051	4029	4000	3999	3989
19	4044	3989	3505	3782	3684	3470	3860	4017	4009	4051	4042	4029	3940	4003	2729
20	4031	3989	3503	3242	3658	3477	3866	4017	4008	4052	4038	4028	3982	3962	2678
21	4034	3991	3504	3191	3686	3515	3874	4018	4007	4053	4041	4028	3991	3965	2692
22	3907	3918	3438	3235	3705	3454	3829	3916	3953	4048	3862	4020	3907	3966	2613
23	3988	3895	3447	3237	3705	3458	3768	3934	3979	4035	3785	3912	3875	3970	2683
24	3875	3817	3461	3186	3701	3495	3806	3947	3953	4021	3810	3915	3780	3912	2676
25	3910	3849	3395	3208	3668	3474	3822	3959	3974	4028	3089	3964	3072	2608	2688
26	2865	3905	3390	3132	2387	3408	3204	3525	3962	2517	3028	3981	3044	2568	2448
27	2770	2656	3356	3099	0	3385	3164	3137	3721	2396	2910	3027	2974	2508	1542
28	2706	2624	1762	2439	0	2463	3014	3046	1180	0	2162	2792	2888	2457	0
29	1798	1838	0	2206	0	2003	2034	2102	0	0	0	1668	1961	1897	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 425.0 g x B.C. - 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.77	0.51	1.03	1.02	1.39	1.67	1.15	1.06	0.88	0.82	0.72	0.68	0.88	0.86	1.02
2	0.35	0.35	0.65	0.40	0.20	0.58	0.43	0.23	0.28	0.17	0.20	0.15	0.25	0.18	0.25
3	-0.07	-0.33	-0.40	-0.15	-0.13	0.00	0.50	-0.05	0.03	-0.05	-0.05	-0.10	-0.05	0.00	-0.05
4	0.02	0.40	0.05	0.32	0.63	-0.63	-0.68	0.08	-0.03	0.15	0.12	0.13	0.03	0.08	0.05
5	0.05	0.05	0.65	-0.50	-0.53	0.28	0.80	-0.25	0.08	-0.10	0.07	0.13	0.15	0.10	0.17
6	0.15	0.08	-1.05	0.42	0.35	-0.33	-0.38	0.30	0.05	0.25	0.05	-0.03	0.05	0.05	-0.02
7	0.02	0.03	0.23	-0.15	0.18	0.36	0.00	0.13	0.05	0.00	0.05	0.08	0.03	0.05	0.02
8	-0.07	-0.08	0.33	0.79	0.08	0.25	-0.80	-0.05	-0.03	-0.10	-0.05	0.00	-0.03	-0.03	0.07
9	0.05	0.05	0.18	0.07	0.33	0.41	1.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.05
10	-0.05	-0.05	-0.48	-0.15	-0.56	-0.84	0.30	0.05	0.05	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02
11	0.07	0.05	0.93	0.57	0.58	1.07	0.28	0.00	0.03	0.07	0.10	0.03	-0.05	0.05	0.00
12	-0.12	-0.03	-0.70	-0.82	-0.30	-1.78	-0.30	0.00	-0.05	-0.02	-0.02	0.03	-0.03	-0.10	-0.70
13	0.02	0.03	0.15	0.77	-0.58	0.58	0.15	-0.03	-0.03	0.02	0.00	0.03	0.00	0.08	-0.20
14	-0.02	-0.05	0.50	-1.02	0.43	-0.25	-0.55	-0.03	-0.08	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.13	-0.80
15	-0.65	0.00	-13.23	-6.59	-2.53	-5.86	0.25	-0.25	0.03	0.02	0.05	0.03	0.05	0.08	0.70
16	0.57	-0.03	-0.63	0.05	-0.99	-3.81	-2.25	0.00	-0.13	-0.02	-0.05	-0.03	-0.28	-0.93	-1.59
17	-0.05	-0.08	-0.10	-1.56	0.00	0.08	0.23	0.00	-0.03	-0.07	0.00	0.03	-0.20	-0.15	-0.62
18	0.00	0.08	-0.03	1.19	0.30	-1.04	-0.88	0.05	-0.10	0.10	0.02	0.03	0.33	0.55	1.12
19	-0.10	-0.08	-0.43	-1.02	-5.52	-2.71	-2.63	-0.10	0.08	-0.10	-0.22	0.00	-1.52	0.10	-31.40
20	-0.32	0.00	-0.05	-13.37	-0.66	0.18	0.15	0.00	-0.03	0.02	-0.10	-0.03	1.06	-1.03	-1.27
21	0.07	0.05	0.03	-1.26	0.71	0.96	0.20	0.03	-0.03	0.02	0.07	0.00	0.23	0.08	0.35
22	-3.17	-1.85	-1.65	1.09	0.48	-1.55	-1.13	-2.57	-1.36	-0.12	-4.47	-0.20	-2.12	0.03	-1.97
23	2.02	-0.58	0.23	0.05	0.00	0.10	-1.53	0.45	0.66	-0.32	-1.92	-2.71	-0.81	0.10	1.74
24	-2.82	-1.97	0.35	-1.26	-0.10	0.94	0.95	0.33	-0.66	-0.35	0.62	0.08	-2.40	-1.46	-0.17
25	0.87	0.81	-1.65	0.54	-0.84	-0.53	0.40	0.30	0.53	0.17	-18.01	1.23	-17.89	-32.85	0.30
26	-26.09	1.42	-0.13	-1.88	-32.46	-1.67	-15.48	-10.93	-0.30	-37.70	-1.52	0.43	-0.71	-1.01	-5.98
27	-2.37	-31.60	-0.85	-0.82	-60.48	-0.58	-1.00	-9.77	-6.08	-3.02	-2.95	-23.94	-1.77	-1.51	-22.58

<b>28</b>	-1.60	-0.81	-39.86	-16.34	0.00	-23.39	-3.76	-2.29	-64.07	-59.78	-18.68	-5.90	-2.17	-1.28	-38.43
<b>29</b>	-22.67	-19.88	-44.06	-5.77	0.00	-11.67	-24.54	-23.77	-29.75	0.00	-54.00	-28.21	-23.43	-14.11	0.00
<b>30</b>	-44.88	-46.50	0.00	-54.63	0.00	-50.81	-50.94	-52.92	0.00	0.00	0.00	-41.86	-49.56	-47.78	0.00

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 425.0 g x B.C. - 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	-0.07	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.05	0.00	-0.10	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
9	-0.02	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.05	0.00	-0.07	0.00	0.00	-0.02	0.00	-0.05
10	-0.07	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.12	0.00	0.00	-0.02	0.00	-0.02
11	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00	-0.07	0.00	-0.02
12	-0.12	-0.05	-0.69	-0.80	-0.30	-1.73	-0.29	0.00	-0.05	-0.07	-0.02	0.00	-0.10	-0.10	-0.71
13	-0.10	-0.03	-0.54	-0.05	-0.86	-1.16	-0.15	-0.02	-0.07	-0.05	-0.02	0.00	-0.10	-0.02	-0.91
14	-0.12	-0.08	-0.05	-1.04	-0.44	-1.41	-0.68	-0.05	-0.15	-0.10	-0.07	-0.05	-0.15	-0.15	-1.69
15	-0.76	-0.08	-13.01	-7.45	-2.92	-7.11	-0.44	-0.30	-0.12	-0.07	-0.02	-0.02	-0.10	-0.07	-1.01
16	-0.20	-0.10	-13.62	-7.41	-3.88	-10.81	-2.63	-0.30	-0.25	-0.10	-0.07	-0.05	-0.37	-0.99	-2.58
17	-0.25	-0.18	-13.72	-8.93	-3.88	-10.73	-2.42	-0.30	-0.27	-0.17	-0.07	-0.02	-0.57	-1.14	-3.19
18	-0.25	-0.10	-13.74	-7.77	-3.58	-11.74	-3.27	-0.25	-0.37	-0.07	-0.05	0.00	-0.25	-0.60	-2.09
19	-0.34	-0.18	-14.16	-8.76	-8.97	-14.38	-5.83	-0.35	-0.30	-0.17	-0.27	0.00	-1.75	-0.50	-33.01
20	-0.67	-0.18	-14.21	-21.79	-9.61	-14.21	-5.68	-0.35	-0.32	-0.15	-0.37	-0.02	-0.70	-1.52	-34.27

21	-0.59	-0.13	-14.18	-23.02	-8.92	-13.27	-5.49	-0.32	-0.35	-0.12	-0.30	-0.02	-0.47	-1.44	-33.92
22	-3.72	-1.95	-15.80	-21.95	-8.45	-14.78	-6.59	-2.85	-1.69	-0.25	-4.71	-0.22	-2.57	-1.42	-35.86
23	-1.72	-2.53	-15.58	-21.91	-8.45	-14.68	-8.08	-2.41	-1.04	-0.57	-6.61	-2.90	-3.37	-1.32	-34.14
24	-4.51	-4.48	-15.23	-23.14	-8.55	-13.77	-7.15	-2.08	-1.69	-0.91	-6.00	-2.83	-5.74	-2.76	-34.32
25	-3.65	-3.68	-16.85	-22.61	-9.36	-14.29	-6.76	-1.79	-1.17	-0.74	-23.78	-1.61	-23.39	-35.17	-34.02
26	-29.40	-2.28	-16.97	-24.44	-41.02	-15.91	-21.83	-12.55	-1.47	-37.97	-25.29	-1.19	-24.09	-36.17	-39.91
27	-31.74	-33.53	-17.81	-25.24	-100.00	-16.48	-22.81	-22.18	-7.46	-40.96	-28.20	-24.87	-25.84	-37.66	-62.15
28	-33.32	-34.33	-56.85	-41.16	-100.00	-39.23	-26.47	-24.44	-70.65	-100.00	-46.66	-30.70	-27.98	-38.93	-100.00
29	-55.69	-54.00	-100.00	-46.78	-100.00	-50.58	-50.38	-47.85	-100.00	-100.00	-100.00	-58.60	-51.10	-52.85	-100.00
30	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.2.4. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 637.5 g x B.C. – 0.45

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 637.5 g x B.C. – 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	3980	4022	4024	3985	3949	3982	3967	4039	3964	3869	3841	3864	3940	3782	3899
1	3976	4006	4016	3939	3897	3907	3944	4037	3964	3825	3801	3834	3906	3794	3912
2	4012	4057	4044	3981	3934	3961	3979	4065	3995	3933	3889	3898	4018	3883	3984
3	4012	4063	4057	4026	4000	4028	4001	4069	3989	3918	3923	3941	3984	3865	3957
4	4016	4062	4053	3958	4001	4033	4010	4076	4004	3909	3917	3952	3978	3918	3988
5	4007	4054	4046	4013	4005	4028	4005	4069	3987	3899	3917	3943	3935	3870	3953
6	4014	4065	4059	4032	4016	4024	4007	4075	3999	3933	3950	3958	4004	3923	3988
7	4022	4074	4073	4055	4032	4034	4012	4073	3999	3989	3988	3975	4000	3972	4000
8	4017	4069	4066	4040	4010	4017	4002	4069	3992	3942	3948	3969	4005	3897	3982

9	4013	4065	4051	4036	4015	4039	4006	4073	3997	3928	3967	3975	3976	3943	3984
10	4021	4074	4068	4049	4020	4036	4008	4071	4000	3985	3980	3990	4057	3965	4002
11	4022	4075	4074	4055	4036	4040	4011	4077	4003	3385	2830	3027	4052	3065	3998
12	4024	4078	4078	4061	4043	4045	4016	4081	4004	3355	2626	2769	4040	3003	4003
13	4018	4068	4047	3998	3982	4016	3999	4068	4002	3234	2416	2723	4021	2955	3993
14	4018	4070	4063	4028	4015	4034	4008	4072	3997	3099	2336	2697	3376	2904	3991
15	4004	4064	4057	3894	3926	4031	4004	4071	3989	2846	0	2447	3270	2745	3973
16	4011	4068	4067	3782	3867	4040	4010	4076	3996	2867	0	2394	2914	2757	3877
17	3946	4021	4049	3638	3678	4052	4017	4083	4003	2732	0	1787	2855	2540	3755
18	3966	4053	4060	3644	3582	3883	4018	4087	3997	2527	0	0	2746	2493	3744
19	3949	4053	4056	3633	3541	3768	4011	4082	3986	1770	0	0	2748	2272	3698
20	3910	4051	4056	3637	3537	3761	4012	4085	3997	0	0	0	2756	0	3778
21	3915	4036	4041	3622	3524	3752	4011	4083	3993	0	0	0	2699	0	3705
22	3906	4031	4042	3618	3499	3748	4010	4082	3993	0	0	0	2721	0	3676
23	3898	4012	4032	3249	3467	3738	4008	4081	3985	0	0	0	2700	0	3665
24	3919	4029	4043	3244	3464	3735	4006	4080	3995	0	0	0	2469	0	3626
25	3809	4013	4041	3197	3458	3719	4004	4068	3982	0	0	0	2260	0	2652
26	3068	4023	4044	3179	3447	3704	4001	4066	3990	0	0	0	0	0	2650
27	3040	4003	4045	3174	3445	3710	4002	4071	3987	0	0	0	0	0	2635
28	3008	3983	4033	3145	3440	3704	3993	4067	3984	0	0	0	0	0	2587
29	2910	3943	3995	3129	3423	3690	3881	3884	3967	0	0	0	0	0	2586
30	2878	3923	3976	3117	3412	3684	3894	2756	3926	0	0	0	0	0	2258
31	2204	2728	2518	1995	2848	2668	2950	2738	3896	0	0	0	0	0	0
32	0	1954	2298	0	1926	2143	2159	1959	2210	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 637.5 g x B.C. - 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-0.10	-0.40	-0.20	-1.15	-1.32	-1.88	-0.58	-0.05	0.00	-1.14	-1.04	-0.78	-0.86	0.32	0.33
2	0.90	1.27	0.70	1.05	0.94	1.36	0.88	0.69	0.78	2.79	2.29	1.66	2.84	2.35	1.85
3	0.00	0.15	0.32	1.13	1.67	1.68	0.55	0.10	-0.15	-0.39	0.89	1.11	-0.86	-0.48	-0.69
4	0.10	-0.02	-0.10	-1.71	0.03	0.13	0.23	0.17	0.38	-0.23	-0.16	0.28	-0.15	1.40	0.80
5	-0.23	-0.20	-0.17	1.38	0.10	-0.13	-0.13	-0.17	-0.43	-0.26	0.00	-0.23	-1.09	-1.27	-0.90
6	0.18	0.27	0.32	0.48	0.28	-0.10	0.05	0.15	0.30	0.88	0.86	0.39	1.75	1.40	0.90
7	0.20	0.22	0.35	0.58	0.41	0.25	0.13	-0.05	0.00	1.45	0.99	0.44	-0.10	1.30	0.31
8	-0.13	-0.12	-0.17	-0.38	-0.56	-0.43	-0.25	-0.10	-0.18	-1.21	-1.04	-0.16	0.13	-1.98	-0.46
9	-0.10	-0.10	-0.37	-0.10	0.13	0.55	0.10	0.10	0.13	-0.36	0.49	0.16	-0.74	1.22	0.05
10	0.20	0.22	0.42	0.33	0.13	-0.08	0.05	-0.05	0.08	1.47	0.34	0.39	2.06	0.58	0.46
11	0.03	0.02	0.15	0.15	0.41	0.10	0.08	0.15	0.08	-15.51	-29.94	-24.92	-0.13	-23.80	-0.10
12	0.05	0.07	0.10	0.15	0.18	0.13	0.13	0.10	0.03	-0.78	-5.31	-6.68	-0.30	-1.64	0.13
13	-0.15	-0.25	-0.77	-1.58	-1.54	-0.73	-0.43	-0.32	-0.05	-3.13	-5.47	-1.19	-0.48	-1.27	-0.26
14	0.00	0.05	0.40	0.75	0.84	0.45	0.23	0.10	-0.13	-3.49	-2.08	-0.67	-16.37	-1.35	-0.05
15	-0.35	-0.15	-0.15	-3.36	-2.25	-0.08	-0.10	-0.02	-0.20	-6.54	-60.82	-6.47	-2.69	-4.20	-0.46
16	0.18	0.10	0.25	-2.81	-1.49	0.23	0.15	0.12	0.18	0.54	0.00	-1.37	-9.04	0.32	-2.46
17	-1.63	-1.17	-0.45	-3.61	-4.79	0.30	0.18	0.17	0.18	-3.49	0.00	-15.71	-1.50	-5.74	-3.13
18	0.50	0.80	0.27	0.15	-2.43	-4.24	0.03	0.10	-0.15	-5.30	0.00	-46.25	-2.77	-1.24	-0.28
19	-0.43	0.00	-0.10	-0.28	-1.04	-2.89	-0.18	-0.12	-0.28	-19.57	0.00	0.00	0.05	-5.84	-1.18
20	-0.98	-0.05	0.00	0.10	-0.10	-0.18	0.03	0.07	0.28	-45.75	0.00	0.00	0.20	-60.07	2.05
21	0.13	-0.37	-0.37	-0.38	-0.33	-0.23	-0.03	-0.05	-0.10	0.00	0.00	0.00	-1.45	0.00	-1.87
22	-0.23	-0.12	0.02	-0.10	-0.63	-0.10	-0.03	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	-0.74
23	-0.20	-0.47	-0.25	-9.26	-0.81	-0.25	-0.05	-0.02	-0.20	0.00	0.00	0.00	-0.53	0.00	-0.28
24	0.53	0.42	0.27	-0.13	-0.08	-0.08	-0.05	-0.02	0.25	0.00	0.00	0.00	-5.86	0.00	-1.00
25	-2.76	-0.40	-0.05	-1.18	-0.15	-0.40	-0.05	-0.30	-0.33	0.00	0.00	0.00	-5.30	0.00	-24.98
26	-18.62	0.25	0.07	-0.45	-0.28	-0.38	-0.08	-0.05	0.20	0.00	0.00	0.00	-57.36	0.00	-0.05
27	-0.70	-0.50	0.02	-0.13	-0.05	0.15	0.03	0.12	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.38



<b>28</b>	-0.80	-0.50	-0.30	-0.73	-0.13	-0.15	-0.23	-0.10	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.23
<b>29</b>	-2.46	-0.99	-0.94	-0.40	-0.43	-0.35	-2.82	-4.53	-0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03
<b>30</b>	-0.80	-0.50	-0.47	-0.30	-0.28	-0.15	0.33	-27.93	-1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.41
<b>31</b>	-16.93	-29.71	-36.23	-28.16	-14.28	-25.51	-23.80	-0.45	-0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-57.91
<b>32</b>	-55.38	-19.24	-5.47	-50.06	-23.35	-13.18	-19.94	-19.29	-42.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>33</b>	0.00	-48.58	-57.11	0.00	-48.77	-53.82	-54.42	-48.50	-55.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 637.5 g x B.C. - 0.45														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
<b>0</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>1</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>2</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>3</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>4</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>5</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>6</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>7</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>8</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.30	-1.18	-1.00	0.00	0.00	-1.89	0.00
<b>9</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.17	-1.53	-0.53	0.00	0.00	-0.73	0.00
<b>10</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	0.00	-0.18	0.00
<b>11</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-15.14	-29.04	-24.14	-0.12	-22.83	0.00
<b>12</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.89	-34.15	-30.60	-0.42	-24.40	0.00
<b>13</b>	-0.15	-0.25	-0.76	-1.55	-1.51	0.00	0.00	0.00	-0.05	-18.93	-39.42	-31.75	-0.89	-25.60	-0.25
<b>14</b>	-0.15	-0.20	-0.37	-0.81	-0.69	0.00	0.00	0.00	-0.17	-22.31	-41.42	-32.41	-16.79	-26.89	-0.30
<b>15</b>	-0.50	-0.34	-0.51	-4.11	-2.89	0.00	0.00	0.00	-0.37	-28.65	-100.00	-38.67	-19.40	-30.89	-0.75
<b>16</b>	-0.32	-0.25	-0.27	-6.87	-4.35	0.00	0.00	0.00	-0.20	-28.13	-100.00	-40.00	-28.17	-30.59	-3.15
<b>17</b>	-1.94	-1.40	-0.71	-10.42	-9.03	0.00	0.00	0.00	-0.02	-31.51	-100.00	-55.21	-29.63	-36.05	-6.20

<b>18</b>	-1.44	-0.61	-0.44	-10.27	-11.40	-4.17	0.00	0.00	-0.17	-36.65	-100.00	-100.00	-32.31	-37.24	-6.47
<b>19</b>	-1.86	-0.61	-0.54	-10.54	-12.42	-7.01	-0.17	-0.12	-0.45	-55.63	-100.00	-100.00	-32.27	-42.80	-7.62
<b>20</b>	-2.83	-0.66	-0.54	-10.44	-12.52	-7.18	-0.15	-0.05	-0.17	-100.00	-100.00	-100.00	-32.07	-100.00	-5.62
<b>21</b>	-2.71	-1.03	-0.91	-10.81	-12.84	-7.40	-0.17	-0.10	-0.27	-100.00	-100.00	-100.00	-33.47	-100.00	-7.44
<b>22</b>	-2.93	-1.15	-0.88	-10.91	-13.46	-7.50	-0.20	-0.12	-0.27	-100.00	-100.00	-100.00	-32.93	-100.00	-8.17
<b>23</b>	-3.13	-1.62	-1.13	-20.00	-14.25	-7.75	-0.25	-0.15	-0.47	-100.00	-100.00	-100.00	-33.45	-100.00	-8.44
<b>24</b>	-2.61	-1.20	-0.86	-20.12	-14.32	-7.82	-0.30	-0.17	-0.22	-100.00	-100.00	-100.00	-39.14	-100.00	-9.42
<b>25</b>	-5.34	-1.59	-0.91	-21.28	-14.47	-8.22	-0.35	-0.46	-0.55	-100.00	-100.00	-100.00	-44.29	-100.00	-33.75
<b>26</b>	-23.76	-1.35	-0.83	-21.72	-14.74	-8.59	-0.42	-0.51	-0.35	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-33.80
<b>27</b>	-24.45	-1.84	-0.81	-21.84	-14.79	-8.44	-0.40	-0.39	-0.42	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-34.17
<b>28</b>	-25.25	-2.33	-1.10	-22.56	-14.91	-8.59	-0.62	-0.49	-0.50	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-35.37
<b>29</b>	-27.68	-3.31	-2.04	-22.95	-15.34	-8.93	-3.41	-4.97	-0.92	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-35.40
<b>30</b>	-28.48	-3.80	-2.50	-23.25	-15.61	-9.08	-3.09	-32.57	-1.95	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-43.59
<b>31</b>	-45.23	-33.10	-38.25	-50.87	-29.56	-34.16	-26.58	-33.01	-2.70	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
<b>32</b>	-100.00	-52.08	-43.65	-100.00	-52.36	-47.11	-46.27	-52.07	-44.81	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
<b>33</b>	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.3. *Relación a/c=0.50*

D.5.1.3.1. *Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño Patrón (P) – 0.50*

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - Patrón (P) – 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	4004	3831	3923	3905	3885	3906	3885	3982	3970	3950	3912	3980	4002	4027	4096
1	3981	3836	3932	3915	3894	3918	3897	3997	3993	3983	3969	3972	4019	4002	4053
2	3992	3844	4003	3996	4049	3999	3961	3992	3934	3901	3857	4012	4013	3851	4081
3	3931	3920	3956	4071	3986	4030	4059	3997	3953	4036	3974	4050	4068	4020	4116
4	4024	4040	4103	4099	4050	4087	4007	4008	3967	3936	3887	4050	3994	3889	4098
5	4031	4030	4077	4005	4086	4040	3971	4067	4055	3910	4008	3996	3933	4019	4068
6	4014	4007	4076	4069	4086	4079	4013	3936	3996	3908	3943	4007	4026	4044	4113
7	3876	3913	4031	4039	4033	4034	4005	3960	3986	3835	3863	3807	3815	3812	3920
8	3901	3893	3979	3959	3943	3980	4026	4012	4026	3835	3856	3818	3851	3941	3959
9	3844	3884	3982	3954	3956	3987	3976	3950	3875	3849	3865	3817	3852	3881	3913
10	3952	3970	4054	4042	4025	4037	4032	4026	3881	3889	3866	3851	3881	3972	4032
11	3988	4003	4060	4055	4042	4015	4028	4044	4015	3893	3818	3876	3898	3846	4068
12	3932	3953	4056	4082	4041	4013	4010	3991	3954	3902	3026	3894	3865	3816	3982
13	3930	3768	3859	4067	4044	4033	3987	4011	3876	3714	2921	3868	3774	3744	3978
14	3475	3097	3266	3894	3853	3874	3957	4019	3458	3255	2619	3974	2820	2969	3987
15	3170	2798	3039	3501	3455	3971	3751	3564	3332	2397	2044	1974	2135	2429	3152
16	2809	2307	2889	3090	3255	3753	3698	3538	3053	1322	1468	0	0	1763	1282
17	2743	2141	2560	3016	3137	3354	3177	3408	2691	0	0	0	0	0	0
18	2692	2070	2311	2825	2803	3234	2981	3277	2481	0	0	0	0	0	0
19	0	1827	2021	2582	2679	3126	2770	2840	2262	0	0	0	0	0	0

<b>20</b>	0	0	0	2353	2413	2835	2634	2334	0	0	0	0	0	0	0
<b>21</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - Patrón (P) – 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-0.57	0.13	0.23	0.26	0.23	0.31	0.31	0.38	0.58	0.84	1.46	-0.20	0.42	-0.62	-1.05
2	0.27	0.21	1.81	2.07	3.99	2.07	1.65	-0.13	-1.49	-2.08	-2.86	1.01	-0.15	-3.75	0.68
3	-1.52	1.98	-1.20	1.92	-1.62	0.79	2.52	0.13	0.48	3.42	2.99	0.95	1.37	4.20	0.85
4	2.32	3.13	3.75	0.72	1.65	1.46	-1.34	0.28	0.35	-2.53	-2.22	0.00	-1.85	-3.25	-0.44
5	0.17	-0.26	-0.66	-2.41	0.93	-1.20	-0.93	1.48	2.22	-0.66	3.09	-1.36	-1.52	3.23	-0.73
6	-0.42	-0.60	-0.03	1.64	0.00	1.00	1.08	-3.29	-1.49	-0.05	-1.66	0.28	2.32	0.62	1.10
7	-3.45	-2.45	-1.15	-0.77	-1.36	-1.15	-0.21	0.60	-0.25	-1.85	-2.04	-5.03	-5.27	-5.76	-4.71
8	0.62	-0.52	-1.33	-2.05	-2.32	-1.38	0.54	1.31	1.01	0.00	-0.18	0.28	0.90	3.20	0.95
9	-1.42	-0.23	0.08	-0.13	0.33	0.18	-1.29	-1.56	-3.80	0.35	0.23	-0.03	0.02	-1.49	-1.12
10	2.70	2.24	1.84	2.25	1.78	1.28	1.44	1.91	0.15	1.01	0.03	0.85	0.72	2.26	2.91
11	0.90	0.86	0.15	0.33	0.44	-0.56	-0.10	0.45	3.38	0.10	-1.23	0.63	0.42	-3.13	0.88
12	-1.40	-1.31	-0.10	0.69	-0.03	-0.05	-0.46	-1.33	-1.54	0.23	-20.25	0.45	-0.82	-0.74	-2.10
13	-0.05	-4.83	-5.02	-0.38	0.08	0.51	-0.59	0.50	-1.96	-4.76	-2.68	-0.65	-2.27	-1.79	-0.10
14	-11.36	-17.52	-15.12	-4.43	-4.92	-4.07	-0.77	0.20	-10.53	-11.62	-7.72	2.66	-23.84	-19.25	0.22
15	-7.62	-7.80	-5.79	-10.06	-10.24	2.48	-5.30	-11.43	-3.17	-21.72	-14.70	-50.25	-17.12	-13.41	-20.39
16	-9.02	-12.82	-3.82	-10.52	-5.15	-5.58	-1.36	-0.65	-7.03	-27.22	-14.72	-49.60	-53.35	-16.54	-45.65
17	-1.65	-4.33	-8.39	-1.90	-3.04	-10.22	-13.41	-3.26	-9.12	-33.47	-37.53	0.00	0.00	-43.78	-31.30
18	-1.27	-1.85	-6.35	-4.89	-8.60	-3.07	-5.05	-3.29	-5.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	-67.23	-6.34	-7.39	-6.22	-3.19	-2.76	-5.43	-10.97	-5.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	-47.69	-51.52	-5.86	-6.85	-7.45	-3.50	-12.71	-56.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	-60.26	-62.11	-72.58	-67.80	-58.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - Patrón (P) – 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.28	0.00	0.00	-2.48	0.00	0.00	-1.82	0.00	-0.44
5	0.00	-0.25	-0.63	-2.29	0.00	-1.15	-2.17	0.00	0.00	-3.12	0.00	-1.33	-3.32	0.00	-1.17
6	-0.42	-0.82	-0.66	-0.73	0.00	-0.20	-1.13	-3.22	-1.45	-3.17	-1.62	-1.06	-1.03	0.00	-0.07
7	-3.85	-3.14	-1.75	-1.46	-1.30	-1.30	-1.33	-2.63	-1.70	-4.98	-3.62	-6.00	-6.22	-5.74	-4.76
8	-3.23	-3.64	-3.02	-3.42	-3.50	-2.62	-0.81	-1.35	-0.72	-4.98	-3.79	-5.73	-5.33	-2.55	-3.81
9	-4.64	-3.86	-2.95	-3.54	-3.18	-2.45	-2.04	-2.88	-4.44	-4.63	-3.57	-5.75	-5.31	-4.03	-4.93
10	-1.96	-1.73	-1.19	-1.39	-1.49	-1.22	-0.67	-1.01	-4.29	-3.64	-3.54	-4.91	-4.60	-1.78	-2.04
11	-1.07	-0.92	-1.05	-1.07	-1.08	-1.76	-0.76	-0.57	-0.99	-3.54	-4.74	-4.30	-4.18	-4.90	-1.17
12	-2.46	-2.15	-1.15	-0.41	-1.10	-1.81	-1.21	-1.87	-2.49	-3.32	-24.50	-3.85	-4.99	-5.64	-3.26
13	-2.51	-6.73	-5.95	-0.78	-1.03	-1.32	-1.77	-1.38	-4.41	-7.98	-27.12	-4.49	-7.23	-7.42	-3.35
14	-13.79	-23.34	-20.40	-5.00	-5.70	-5.21	-2.51	-1.18	-14.72	-19.35	-34.66	-1.88	-30.68	-26.58	-3.13
15	-21.36	-30.74	-25.93	-14.59	-15.44	-2.84	-7.59	-12.37	-17.83	-40.61	-49.00	-51.26	-47.52	-39.94	-23.42
16	-30.32	-42.90	-29.59	-24.62	-20.34	-8.17	-8.89	-13.01	-24.71	-67.24	-63.37	-100.00	-100.00	-56.40	-68.85
17	-31.95	-47.00	-37.61	-26.42	-23.23	-17.93	-21.73	-16.20	-33.64	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
18	-33.22	-48.76	-43.68	-31.08	-31.40	-20.87	-26.56	-19.42	-38.82	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
19	-100.00	-54.78	-50.74	-37.01	-34.43	-23.51	-31.76	-30.17	-44.22	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
20	-100.00	-100.00	-100.00	-42.60	-40.94	-30.63	-35.11	-42.61	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00
21	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.3.2. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 170.0 g x B.C.  
– 0.50

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 170.0 g x B.C. – 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	4098	4077	4080	4053	4062	4133	4046	4070	4076	4044	4071	4046	4080	4073	4056
1	4103	4081	4074	4051	4062	4139	4043	4069	4066	4026	4064	4023	4081	4041	4041
2	4082	4082	4088	4044	4023	4145	4052	4053	4084	4053	4070	4058	4079	4076	4054
3	4105	4088	4088	4060	4068	4150	4057	4074	4087	4052	4082	4044	4088	4053	4054
4	4115	4052	4084	4052	4063	4152	4060	4074	4079	4060	4085	4061	4096	4090	4067
5	4043	4069	4036	4064	4065	4147	4038	4068	4040	4055	4078	4058	4091	4076	4017
6	4092	4076	4088	4068	4072	4152	4055	4066	4088	4043	4087	4066	4099	4096	4073
7	4106	4069	4032	4067	4056	4128	4065	4095	4088	4062	4093	4054	4086	4097	4077
8	4083	4038	4029	4001	4006	4079	4020	4069	4056	3973	4027	4003	4056	4046	4050
9	4023	3962	3964	3892	3983	4001	3952	4019	4003	3942	3969	3937	3984	3985	3992
10	4099	4069	4064	4012	4023	4089	4021	4060	4065	4004	4043	3998	4067	4057	4055
11	4061	3984	3929	3976	4004	4056	3994	4047	4056	3978	3978	3985	4051	4040	4038
12	4044	4026	3920	3969	3882	3947	3919	4002	4007	3969	3910	3941	4002	3990	4012
13	4020	3915	3901	3947	3835	3953	3907	3992	3992	3927	3918	3934	3976	3987	3993
14	3982	3933	3947	3949	3848	3971	3922	3965	3961	3912	3930	3909	3939	3970	3937
15	4007	3924	3959	3898	3650	3946	3926	3978	3984	3938	3945	3922	3963	3981	3959
16	4038	3939	3436	3867	3333	3635	4006	3997	4008	3932	3997	3900	4015	3675	3962
17	3334	3551	3178	2744	1987	2651	3865	3915	3494	3440	3489	3356	3339	3294	3408
18	3341	3528	3224	2820	1876	2573	3852	3931	3392	3455	3490	3385	3380	3310	3417
19	3263	3421	2937	2718	0	2430	3753	3892	3321	3304	3348	3272	3308	3214	3338

20	3258	3044	2814	2694	0	0	3368	3803	3326	3135	2827	3269	3207	3204	3267
21	3264	2942	2056	2392	0	0	0	0	0	2736	2483	2875	3001	3016	2889
22	3299	2716	0	0	0	0	0	0	0	2633	2417	2859	3017	2999	2872
23	3158	2515	0	0	0	0	0	0	0	2267	0	2839	2952	2962	2446
24	2665	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2639	2779	2878	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 170.0 g x B.C. - 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.12	0.10	-0.15	-0.05	0.00	0.15	-0.07	-0.02	-0.25	-0.45	-0.17	-0.57	0.02	-0.79	-0.37
2	-0.51	0.02	0.34	-0.17	-0.96	0.15	0.22	-0.39	0.44	0.67	0.15	0.87	-0.05	0.86	0.32
3	0.56	0.15	0.00	0.39	1.11	0.12	0.12	0.52	0.07	-0.02	0.29	-0.35	0.22	-0.56	0.00
4	0.24	-0.88	-0.10	-0.20	-0.12	0.05	0.07	0.00	-0.20	0.20	0.07	0.42	0.20	0.91	0.32
5	-1.76	0.42	-1.18	0.30	0.05	-0.12	-0.54	-0.15	-0.96	-0.12	-0.17	-0.07	-0.12	-0.34	-1.23
6	1.20	0.17	1.27	0.10	0.17	0.12	0.42	-0.05	1.18	-0.30	0.22	0.20	0.20	0.49	1.38
7	0.34	-0.17	-1.37	-0.02	-0.39	-0.58	0.25	0.71	0.00	0.47	0.15	-0.30	-0.32	0.02	0.10
8	-0.56	-0.76	-0.07	-1.63	-1.23	-1.19	-1.11	-0.64	-0.79	-2.20	-1.62	-1.26	-0.74	-1.25	-0.67
9	-1.46	-1.86	-1.59	-2.69	-0.57	-1.89	-1.68	-1.23	-1.30	-0.77	-1.42	-1.63	-1.76	-1.50	-1.43
10	1.85	2.62	2.45	2.96	0.98	2.13	1.71	1.01	1.52	1.53	1.82	1.51	2.03	1.77	1.55
11	-0.93	-2.08	-3.31	-0.89	-0.47	-0.80	-0.67	-0.32	-0.22	-0.64	-1.60	-0.32	-0.39	-0.42	-0.42
12	-0.41	1.03	-0.22	-0.17	-3.00	-2.64	-1.85	-1.11	-1.20	-0.22	-1.67	-1.09	-1.20	-1.23	-0.64
13	-0.59	-2.72	-0.47	-0.54	-1.16	0.15	-0.30	-0.25	-0.37	-1.04	0.20	-0.17	-0.64	-0.07	-0.47
14	-0.93	0.44	1.13	0.05	0.32	0.44	0.37	-0.66	-0.76	-0.37	0.29	-0.62	-0.91	-0.42	-1.38
15	0.61	-0.22	0.29	-1.26	-4.87	-0.60	0.10	0.32	0.56	0.64	0.37	0.32	0.59	0.27	0.54
16	0.76	0.37	-12.82	-0.76	-7.80	-7.52	1.98	0.47	0.59	-0.15	1.28	-0.54	1.27	-7.51	0.07
17	-17.18	-9.52	-6.32	-27.71	-33.14	-23.81	-3.48	-2.01	-12.61	-12.17	-12.48	-13.45	-16.57	-9.35	-13.66
18	0.17	-0.56	1.13	1.88	-2.73	-1.89	-0.32	0.39	-2.50	0.37	0.02	0.72	1.00	0.39	0.22
19	-1.90	-2.62	-7.03	-2.52	-46.18	-3.46	-2.45	-0.96	-1.74	-3.73	-3.49	-2.79	-1.76	-2.36	-1.95

20	-0.12	-9.25	-3.01	-0.59	0.00	-58.80	-9.52	-2.19	0.12	-4.18	-12.80	-0.07	-2.48	-0.25	-1.75
21	0.15	-2.50	-18.58	-7.45	0.00	0.00	-83.24	-93.44	-81.60	-9.87	-8.45	-9.74	-5.05	-4.62	-9.32
22	0.85	-5.54	-50.39	-59.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.55	-1.62	-0.40	0.39	-0.42	-0.42
23	-3.44	-4.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.05	-59.37	-0.49	-1.59	-0.91	-10.50
24	-12.03	-61.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-56.06	0.00	-4.94	-4.24	-2.06	-60.31
25	-65.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-65.22	-68.11	-70.66	0.00

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 170.0 g x B.C. - 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	-0.88	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-1.75	-0.46	-1.27	0.00	0.00	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-0.56	-0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-0.22	-0.46	-1.37	-0.02	-0.39	-0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.30	-0.32	0.00	0.00
8	-0.78	-1.22	-1.44	-1.65	-1.62	-1.76	-1.11	-0.63	-0.78	-2.19	-1.61	-1.55	-1.05	-1.24	-0.66
9	-2.24	-3.08	-3.03	-4.33	-2.19	-3.64	-2.78	-1.86	-2.08	-2.95	-3.03	-3.17	-2.81	-2.73	-2.08
10	-0.39	-0.46	-0.59	-1.38	-1.20	-1.52	-1.08	-0.85	-0.56	-1.43	-1.22	-1.67	-0.78	-0.98	-0.54
11	-1.31	-2.54	-3.89	-2.26	-1.67	-2.31	-1.75	-1.17	-0.78	-2.07	-2.81	-1.99	-1.17	-1.39	-0.96
12	-1.73	-1.52	-4.11	-2.43	-4.67	-4.94	-3.59	-2.27	-1.98	-2.29	-4.47	-3.07	-2.37	-2.61	-1.59
13	-2.31	-4.23	-4.57	-2.97	-5.82	-4.79	-3.89	-2.52	-2.35	-3.32	-4.28	-3.25	-3.00	-2.68	-2.06
14	-3.23	-3.79	-3.45	-2.93	-5.50	-4.36	-3.52	-3.17	-3.11	-3.69	-3.98	-3.86	-3.90	-3.10	-3.43
15	-2.62	-4.01	-3.16	-4.18	-10.36	-4.96	-3.42	-2.86	-2.54	-3.05	-3.62	-3.54	-3.32	-2.83	-2.89
16	-1.87	-3.64	-15.95	-4.94	-18.15	-12.45	-1.45	-2.39	-1.96	-3.20	-2.35	-4.08	-2.05	-10.30	-2.82
17	-18.98	-13.14	-22.26	-32.55	-51.20	-36.15	-4.92	-4.40	-14.53	-15.31	-14.76	-17.46	-18.54	-19.60	-16.41



18	-18.81	-13.70	-21.14	-30.68	-53.93	-38.03	-5.24	-4.00	-17.03	-14.94	-14.73	-16.75	-17.54	-19.21	-16.19
19	-20.70	-16.32	-28.16	-33.19	-100.00	-41.47	-7.68	-4.96	-18.76	-18.66	-18.20	-19.53	-19.30	-21.55	-18.13
20	-20.83	-25.54	-31.16	-33.78	-100.00	-100.00	-17.15	-7.13	-18.64	-22.82	-30.93	-19.60	-21.76	-21.80	-19.87
21	-20.68	-28.03	-49.71	-41.20	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-32.64	-39.34	-29.29	-26.79	-26.39	-29.14
22	-19.83	-33.56	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-35.18	-40.95	-29.69	-26.40	-26.80	-29.56
23	-23.26	-38.48	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-44.19	-100.00	-30.18	-27.98	-27.70	-40.00
24	-35.24	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-35.10	-32.20	-29.75	-100.00
25	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.3.3. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 425.0 g x B.C.  
- 0.50

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 425.0 g x B.C. - 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	4023	4020	3932	4004	3959	3952	3882	4022	3992	3975	3968	3960	3995	3989	3996
1	4065	4064	3948	4046	3973	3971	3917	4056	4058	4028	4018	3989	4043	4040	4032
2	4057	4052	3968	4005	3919	4012	4041	4056	4049	4023	4012	3989	4026	4018	4005
3	4020	4037	3961	3967	4003	3944	4043	4037	4000	3978	3948	3950	3993	3996	3966
4	4099	4099	4103	4079	4072	4066	4116	4082	4080	4063	4048	4027	4091	4074	4058
5	4099	4105	4142	4068	4079	4091	4103	4091	4089	4067	4023	4034	4087	4078	4057
6	4115	4113	4143	4107	4098	4112	4139	4101	4100	4077	4066	4044	4111	4093	4071
7	4113	4121	4149	4102	4086	4102	4131	4102	4104	4081	4068	4051	4114	4095	4056
8	4100	4110	4130	4088	4058	4085	4115	4091	4095	4068	4062	4039	4101	4074	4043
9	4097	4109	4132	4090	4068	4058	4103	4075	4090	4066	4053	4033	4097	4069	4020

10	4111	4111	4146	4091	4086	4108	4133	4091	4099	4075	4063	4039	4101	4076	4030
11	4104	4110	4128	4106	4087	4076	4109	4091	4097	4075	4061	4032	4103	4077	4029
12	4112	4114	4125	4087	4067	4082	4116	4088	4097	4071	4063	4034	4105	4081	4038
13	4114	4116	4132	4109	4085	4101	4111	4084	4096	4071	4061	4034	4102	4075	4032
14	4105	4113	4095	4066	4038	4056	4062	4074	4094	4066	4048	4032	4101	4076	4015
15	4107	4106	2826	4098	3455	3629	3494	4079	4098	4059	4055	3987	4097	4075	3993
16	4107	4115	2813	4097	3415	3591	3482	4074	4086	4060	4060	3261	4105	4068	4005
17	2977	3252	2805	2710	3430	2887	3494	3186	3194	4062	4063	3259	4090	4075	2730
18	2881	3229	2777	2692	3460	2868	3488	3184	3185	2901	2959	3231	2929	2867	2724
19	2761	3182	2690	2531	3357	2815	3442	3172	3169	2881	2946	3180	2912	2853	2681
20	2736	1903	2497	2574	2261	1549	1459	3129	3139	2778	2890	1982	2904	2846	2683
21	1744	0	1808	0	0	0	0	1771	2056	1726	1509	0	2238	1671	1378
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 425.0 g x B.C. - 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.04	1.09	0.41	1.05	0.35	0.48	0.90	0.85	1.65	1.33	1.26	0.73	1.20	1.28	0.90
2	-0.20	-0.30	0.51	-1.02	-1.36	1.04	3.19	0.00	-0.23	-0.13	-0.15	0.00	-0.43	-0.55	-0.68
3	-0.92	-0.37	-0.18	-0.95	2.12	-1.72	0.05	-0.47	-1.23	-1.13	-1.61	-0.98	-0.83	-0.55	-0.98
4	1.96	1.54	3.61	2.80	1.74	3.09	1.88	1.12	2.00	2.14	2.52	1.94	2.45	1.96	2.30
5	0.00	0.15	0.99	-0.27	0.18	0.63	-0.33	0.22	0.23	0.10	-0.63	0.18	-0.10	0.10	-0.03
6	0.40	0.20	0.03	0.97	0.48	0.53	0.93	0.25	0.28	0.25	1.08	0.25	0.60	0.38	0.35
7	-0.05	0.20	0.15	-0.12	-0.30	-0.25	-0.21	0.02	0.10	0.10	0.05	0.18	0.08	0.05	-0.38
8	-0.32	-0.27	-0.48	-0.35	-0.71	-0.43	-0.41	-0.27	-0.23	-0.33	-0.15	-0.30	-0.33	-0.53	-0.33
9	-0.07	-0.02	0.05	0.05	0.25	-0.68	-0.31	-0.40	-0.13	-0.05	-0.23	-0.15	-0.10	-0.13	-0.58
10	0.35	0.05	0.36	0.02	0.45	1.27	0.77	0.40	0.23	0.23	0.25	0.15	0.10	0.18	0.25
11	-0.17	-0.02	-0.46	0.37	0.03	-0.81	-0.62	0.00	-0.05	0.00	-0.05	-0.18	0.05	0.03	-0.03

12	0.20	0.10	-0.08	-0.47	-0.51	0.15	0.18	-0.07	0.00	-0.10	0.05	0.05	0.05	0.10	0.23
13	0.05	0.05	0.18	0.55	0.45	0.48	-0.13	-0.10	-0.03	0.00	-0.05	0.00	-0.08	-0.15	-0.15
14	-0.22	-0.07	-0.94	-1.07	-1.19	-1.14	-1.26	-0.25	-0.05	-0.13	-0.33	-0.05	-0.03	0.03	-0.43
15	0.05	-0.17	-32.27	0.80	-14.73	-10.80	-14.63	0.12	0.10	-0.18	0.18	-1.14	-0.10	-0.03	-0.55
16	0.00	0.22	-0.33	-0.02	-1.01	-0.96	-0.31	-0.12	-0.30	0.03	0.13	-18.33	0.20	-0.18	0.30
17	-28.09	-21.47	-0.20	-34.64	0.38	-17.81	0.31	-22.08	-22.34	0.05	0.08	-0.05	-0.38	0.18	-31.91
18	-2.39	-0.57	-0.71	-0.45	0.76	-0.48	-0.15	-0.05	-0.23	-29.21	-27.82	-0.71	-29.06	-30.28	-0.15
19	-2.98	-1.17	-2.21	-4.02	-2.60	-1.34	-1.18	-0.30	-0.40	-0.50	-0.33	-1.29	-0.43	-0.35	-1.08
20	-0.62	-31.82	-4.91	1.07	-27.68	-32.03	-51.08	-1.07	-0.75	-2.59	-1.41	-30.25	-0.20	-0.18	0.05
21	-24.66	-47.34	-17.52	-64.29	-57.11	-39.20	-37.58	-33.76	-27.13	-26.47	-34.80	-50.05	-16.67	-29.46	-32.66
22	-43.35	0.00	-45.98	0.00	0.00	0.00	0.00	-44.03	-51.50	-43.42	-38.03	0.00	-56.02	-41.89	-34.48

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 425.0 g x B.C. - 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.29	-0.24	-0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.37
8	-0.36	-0.27	-0.46	0.00	-0.98	-0.66	-0.58	-0.27	-0.22	-0.32	-0.15	-0.30	-0.32	-0.51	-0.69
9	-0.44	-0.29	-0.41	0.00	-0.73	-1.31	-0.87	-0.66	-0.34	-0.37	-0.37	-0.44	-0.41	-0.63	-1.25
10	-0.10	-0.24	-0.07	0.00	-0.29	-0.10	-0.14	-0.27	-0.12	-0.15	-0.12	-0.30	-0.32	-0.46	-1.01
11	-0.27	-0.27	-0.51	0.00	-0.27	-0.88	-0.72	-0.27	-0.17	-0.15	-0.17	-0.47	-0.27	-0.44	-1.03
12	-0.07	-0.17	-0.58	0.00	-0.76	-0.73	-0.56	-0.34	-0.17	-0.25	-0.12	-0.42	-0.22	-0.34	-0.81
13	-0.02	-0.12	-0.41	0.00	-0.32	-0.27	-0.68	-0.44	-0.19	-0.25	-0.17	-0.42	-0.29	-0.49	-0.96

<b>14</b>	-0.24	-0.19	-1.30	-1.05	-1.46	-1.36	-1.86	-0.68	-0.24	-0.37	-0.49	-0.47	-0.32	-0.46	-1.38
<b>15</b>	-0.19	-0.36	-31.89	-0.27	-15.69	-11.75	-15.58	-0.56	-0.15	-0.54	-0.32	-1.58	-0.41	-0.49	-1.92
<b>16</b>	-0.19	-0.15	-32.20	-0.29	-16.67	-12.67	-15.87	-0.68	-0.44	-0.51	-0.20	-19.50	-0.22	-0.66	-1.62
<b>17</b>	-27.65	-21.09	-32.39	-34.05	-16.30	-29.79	-15.58	-22.33	-22.17	-0.47	-0.12	-19.55	-0.58	-0.49	-32.94
<b>18</b>	-29.99	-21.65	-33.07	-34.49	-15.57	-30.25	-15.73	-22.38	-22.39	-28.91	-27.26	-20.24	-28.80	-29.99	-33.09
<b>19</b>	-32.90	-22.79	-35.17	-38.40	-18.08	-31.54	-16.84	-22.67	-22.78	-29.40	-27.58	-21.50	-29.22	-30.33	-34.14
<b>20</b>	-33.51	-53.82	-39.82	-37.36	-44.83	-62.33	-64.75	-23.72	-23.51	-31.93	-28.96	-51.07	-29.41	-30.50	-34.09
<b>21</b>	-57.62	-100.00	-56.42	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-56.83	-49.90	-57.71	-62.91	-100.00	-45.60	-59.19	-66.15
<b>22</b>	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

D.5.1.3.4. Cuadros del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 637.5 g x B.C.  
- 0.50

Ciclo	Peso de las probetas por ciclo (g) - P + 637.5 g x B.C. - 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
<b>0</b>	3957	3926	3844	3870	3954	3929	3947	4007	3960	3738	3738	3937	3884	3830	3905
<b>1</b>	3980	3922	3859	3889	3939	3948	3973	4035	3999	3731	3755	3960	3890	3828	3937
<b>2</b>	3920	3879	3843	3837	3887	3917	3951	4032	4014	3741	3777	3993	3882	3891	3913
<b>3</b>	4025	3980	3932	3901	3963	3971	3999	4060	4039	3812	3819	4056	3986	3982	4002
<b>4</b>	4019	3974	3965	3979	4025	4010	4030	4086	4055	3859	3895	4102	4001	4010	3995
<b>5</b>	4050	4017	3989	3987	4024	4010	4036	4083	4051	3877	3837	4080	3991	3999	4011
<b>6</b>	4025	3977	3897	3908	3954	3954	4003	4061	4021	3811	3800	4020	3912	3895	3990
<b>7</b>	4046	4010	3965	3976	4003	3975	4014	4066	4033	3910	3895	4062	4014	3973	3998
<b>8</b>	4020	3994	3993	4017	4045	4012	4030	4078	4047	3942	3940	4101	4031	4013	3983

9	4051	4016	4003	4015	4047	4030	4046	4093	4065	2596	2482	4132	2863	3207	4019
10	4054	4041	4039	4048	4065	4040	4051	4097	4062	2284	1941	4142	2671	3149	3988
11	4029	4031	4026	4038	4059	4033	4043	4088	4052	0	0	4103	2676	3143	3948
12	4032	4029	4020	4023	4041	4010	4011	4037	3979	0	0	3949	2665	3101	3918
13	4039	4035	4018	4033	4054	4033	4037	4080	4034	0	0	3953	2679	3101	3967
14	4010	4025	4006	4035	4062	4035	4046	4088	4046	0	0	3919	2694	3125	3988
15	3918	3848	3670	3277	4060	4032	4048	4092	4054	0	0	3542	2090	3089	3711
16	3806	3781	3650	3263	4050	4024	4037	4065	4029	0	0	3485	0	2508	3682
17	3750	3494	3159	3228	4050	4025	4039	3195	4047	0	0	3160	0	2291	3527
18	3703	3456	3131	3198	4037	4005	4010	3057	4025	0	0	3092	0	0	3402
19	3654	3477	3136	3211	4053	4023	2934	3062	4030	0	0	3119	0	0	3479
20	3576	3484	3069	3215	3912	4022	2926	3069	3843	0	0	2867	0	0	3407
21	3483	3450	3052	3198	3882	3054	2917	2894	3695	0	0	2710	0	0	3306
22	2368	2150	3002	2606	2986	3000	2897	1985	2159	0	0	2278	0	0	2659
23	0	0	1548	1635	1698	1552	1945	0	0	0	0	0	0	0	1680
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ciclo	Variación del peso de las probetas entre ciclos consecutivos (%) - P + 637.5 g x B.C. - 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.58	-0.10	0.39	0.49	-0.38	0.48	0.66	0.70	0.98	-0.19	0.45	0.58	0.15	-0.05	0.82
2	-1.52	-1.10	-0.42	-1.34	-1.32	-0.79	-0.56	-0.07	0.38	0.27	0.59	0.84	-0.21	1.64	-0.61
3	2.65	2.57	2.32	1.65	1.92	1.37	1.22	0.70	0.63	1.90	1.12	1.60	2.68	2.38	2.28
4	-0.15	-0.15	0.86	2.02	1.57	0.99	0.79	0.65	0.40	1.26	2.03	1.17	0.39	0.73	-0.18
5	0.78	1.10	0.62	0.21	-0.03	0.00	0.15	-0.07	-0.10	0.48	-1.55	-0.56	-0.26	-0.29	0.41
6	-0.63	-1.02	-2.39	-2.04	-1.77	-1.43	-0.84	-0.55	-0.76	-1.77	-0.99	-1.52	-2.03	-2.72	-0.54
7	0.53	0.84	1.77	1.76	1.24	0.53	0.28	0.12	0.30	2.65	2.54	1.07	2.63	2.04	0.20

8	-0.66	-0.41	0.73	1.06	1.06	0.94	0.41	0.30	0.35	0.86	1.20	0.99	0.44	1.04	-0.38
9	0.78	0.56	0.26	-0.05	0.05	0.46	0.41	0.37	0.45	-36.01	-39.00	0.79	-30.07	-21.04	0.92
10	0.08	0.64	0.94	0.85	0.46	0.25	0.13	0.10	-0.08	-8.35	-14.47	0.25	-4.94	-1.51	-0.79
11	-0.63	-0.25	-0.34	-0.26	-0.15	-0.18	-0.20	-0.22	-0.25	-61.10	-51.93	-0.99	0.13	-0.16	-1.02
12	0.08	-0.05	-0.16	-0.39	-0.46	-0.59	-0.81	-1.27	-1.84	0.00	0.00	-3.91	-0.28	-1.10	-0.77
13	0.18	0.15	-0.05	0.26	0.33	0.59	0.66	1.07	1.39	0.00	0.00	0.10	0.36	0.00	1.25
14	-0.73	-0.25	-0.31	0.05	0.20	0.05	0.23	0.20	0.30	0.00	0.00	-0.86	0.39	0.63	0.54
15	-2.32	-4.51	-8.74	-19.59	-0.05	-0.08	0.05	0.10	0.20	0.00	0.00	-9.58	-15.55	-0.94	-7.09
16	-2.83	-1.71	-0.52	-0.36	-0.25	-0.20	-0.28	-0.67	-0.63	0.00	0.00	-1.45	-53.81	-15.17	-0.74
17	-1.42	-7.31	-12.77	-0.90	0.00	0.03	0.05	-21.71	0.45	0.00	0.00	-8.26	0.00	-5.67	-3.97
18	-1.19	-0.97	-0.73	-0.78	-0.33	-0.51	-0.73	-3.44	-0.56	0.00	0.00	-1.73	0.00	-59.82	-3.20
19	-1.24	0.53	0.13	0.34	0.40	0.46	-27.26	0.12	0.13	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	1.97
20	-1.97	0.18	-1.74	0.10	-3.57	-0.03	-0.20	0.17	-4.72	0.00	0.00	-6.40	0.00	0.00	-1.84
21	-2.35	-0.87	-0.44	-0.44	-0.76	-24.64	-0.23	-4.37	-3.74	0.00	0.00	-3.99	0.00	0.00	-2.59
22	-28.18	-33.11	-1.30	-15.30	-22.66	-1.37	-0.51	-22.69	-38.79	0.00	0.00	-10.97	0.00	0.00	-16.57
23	-59.84	-54.76	-37.83	-25.09	-32.57	-36.85	-24.12	-49.54	-54.52	0.00	0.00	-57.86	0.00	0.00	-25.07
24	0.00	0.00	-40.27	-42.25	-42.94	-39.50	-49.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-43.02

Ciclo	Pérdida del peso acumulado (%) - P + 637.5 g x B.C. - 0.50														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

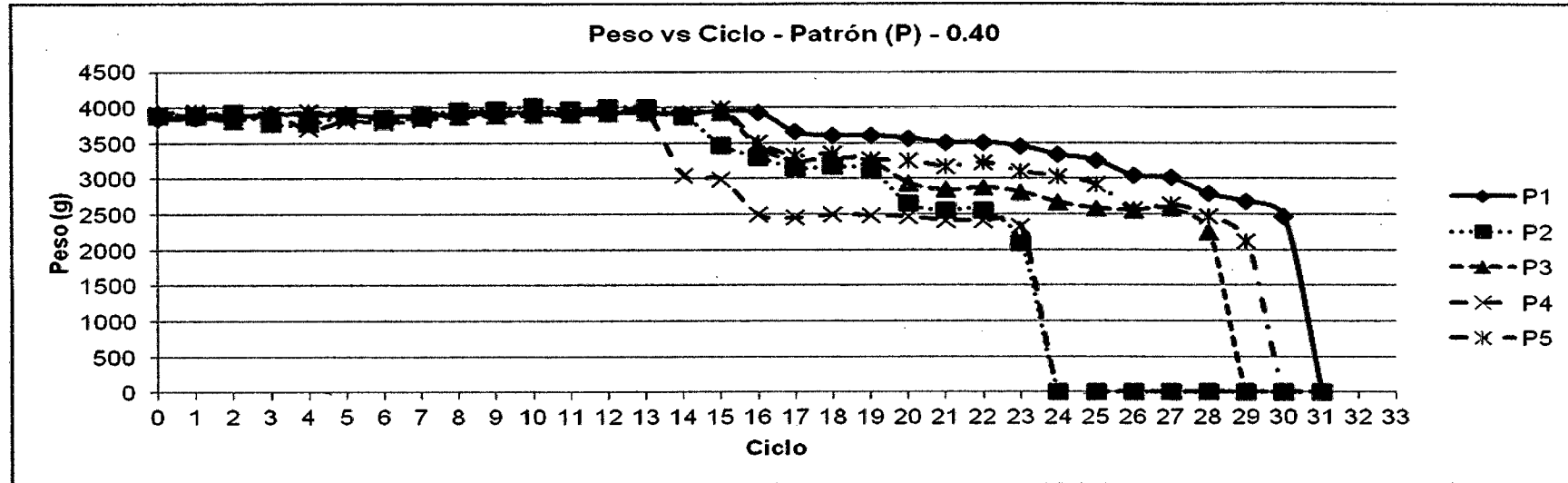
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-34.15	-37.01	0.00	-28.98	-20.08	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.07	-42.06	-50.74	0.00	-33.74	-21.53	-0.77
11	-0.62	-0.25	-0.32	-0.25	-0.15	-0.17	-0.20	-0.22	-0.32	-100.00	-100.00	-0.94	-33.61	-21.68	-1.77
12	-0.54	-0.30	-0.47	-0.62	-0.59	-0.74	-0.99	-1.46	-2.12	-100.00	-100.00	-4.66	-33.89	-22.73	-2.51
13	-0.37	-0.15	-0.52	-0.37	-0.27	-0.17	-0.35	-0.41	-0.76	-100.00	-100.00	-4.56	-33.54	-22.73	-1.29
14	-1.09	-0.40	-0.82	-0.32	-0.07	-0.12	-0.12	-0.22	-0.47	-100.00	-100.00	-5.38	-33.17	-22.13	-0.77
15	-3.35	-4.78	-9.14	-19.05	-0.12	-0.20	-0.07	-0.12	-0.27	-100.00	-100.00	-14.49	-48.15	-23.03	-7.66
16	-6.12	-6.43	-9.63	-19.39	-0.37	-0.40	-0.35	-0.78	-0.89	-100.00	-100.00	-15.86	-100.00	-37.50	-8.39
17	-7.50	-13.54	-21.79	-20.26	-0.37	-0.37	-0.30	-22.02	-0.44	-100.00	-100.00	-23.71	-100.00	-42.91	-12.24
18	-8.66	-14.48	-22.48	-21.00	-0.69	-0.87	-1.01	-25.38	-0.98	-100.00	-100.00	-25.35	-100.00	-100.00	-15.35
19	-9.87	-13.96	-22.36	-20.68	-0.30	-0.42	-27.57	-25.26	-0.86	-100.00	-100.00	-24.70	-100.00	-100.00	-13.44
20	-11.79	-13.78	-24.02	-20.58	-3.76	-0.45	-27.77	-25.09	-5.46	-100.00	-100.00	-30.78	-100.00	-100.00	-15.23
21	-14.08	-14.63	-24.44	-21.00	-4.50	-24.41	-27.99	-29.36	-9.10	-100.00	-100.00	-34.57	-100.00	-100.00	-17.74
22	-41.59	-46.80	-25.67	-35.62	-26.54	-25.74	-28.49	-51.55	-46.89	-100.00	-100.00	-45.00	-100.00	-100.00	-33.84
23	-100.00	-100.00	-61.67	-59.61	-58.23	-61.58	-51.99	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-58.20
24	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00	-100.00

Pi= Probeta de 4"x8" en solución de Cloruro de Sodio (100 g/L)

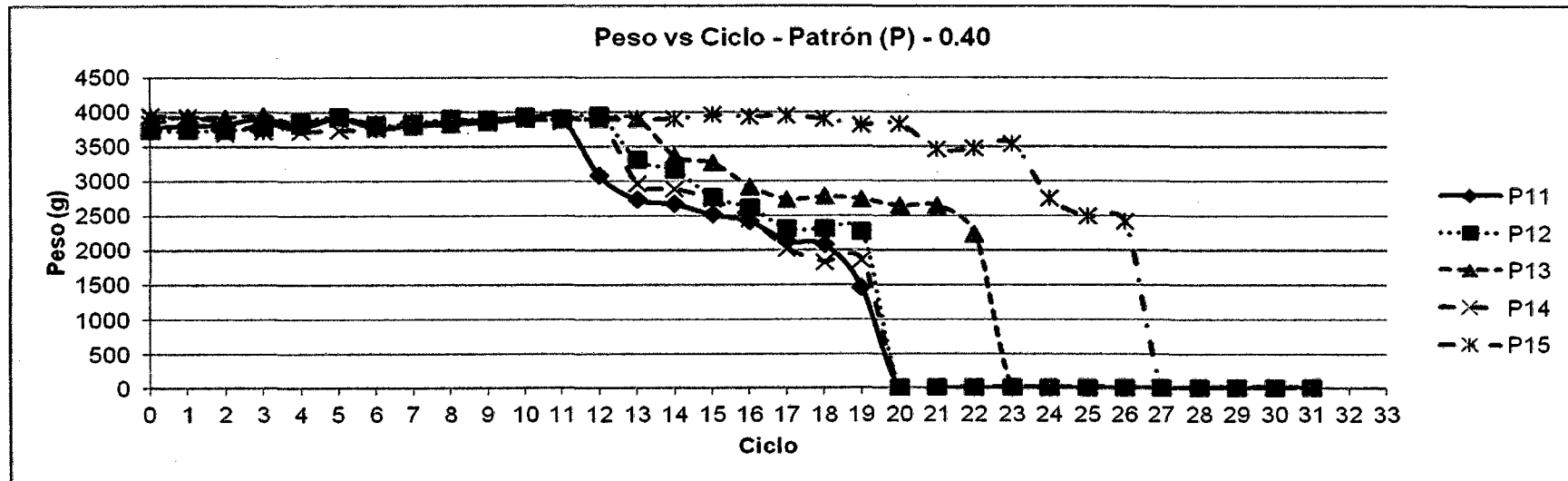
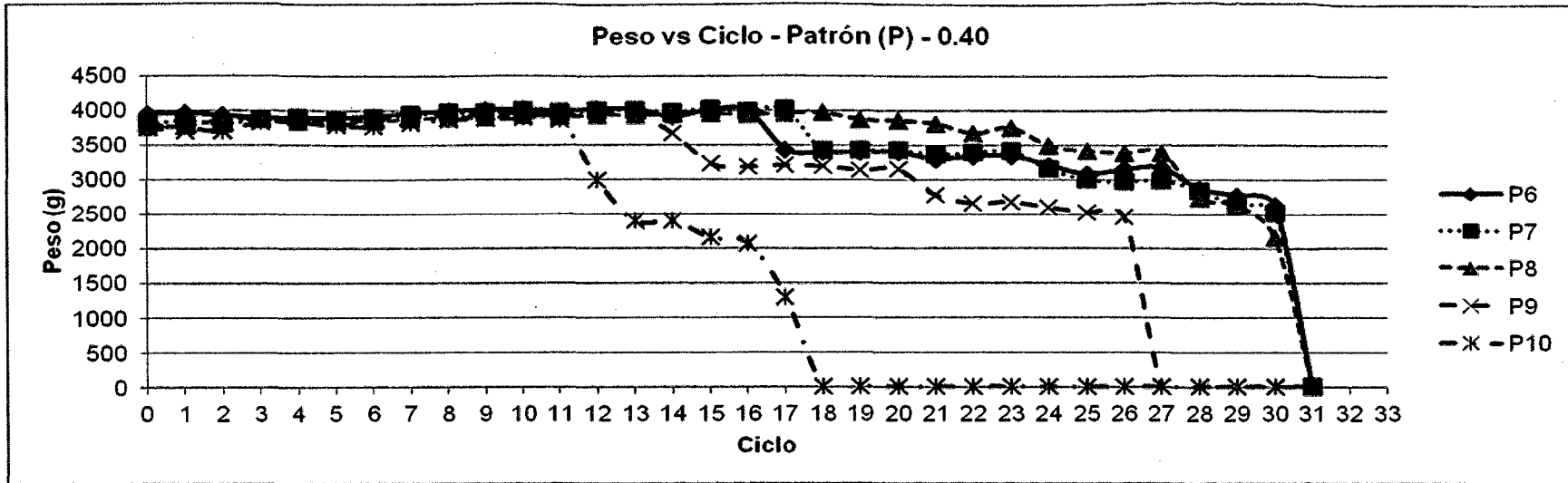
D.5.2. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado

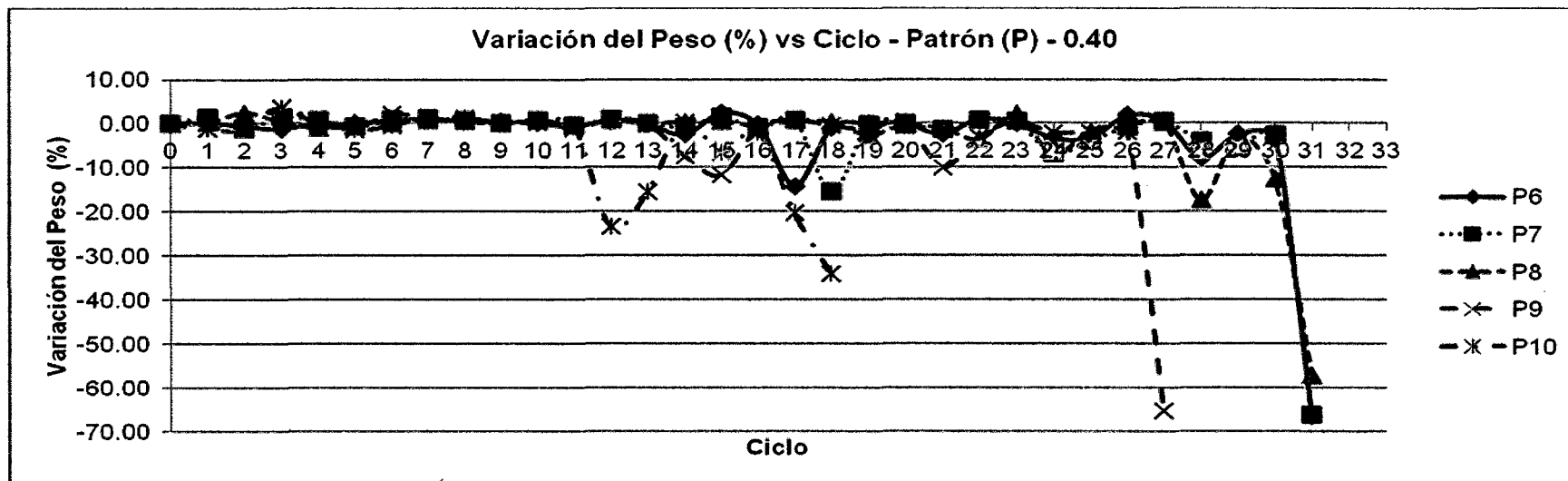
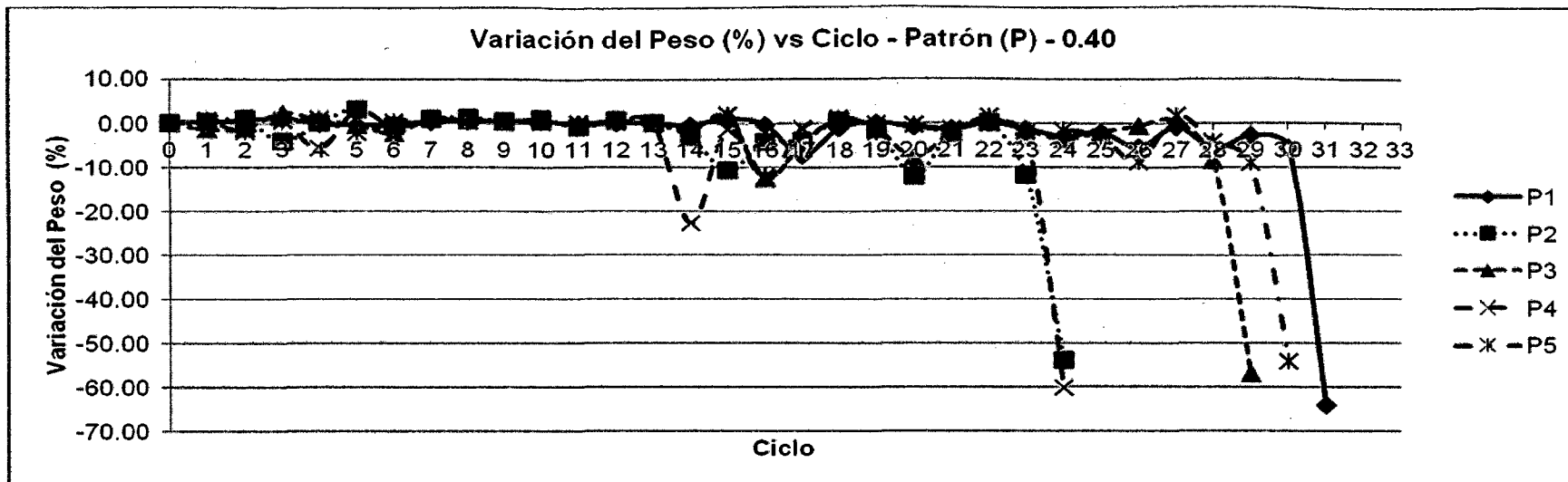
D.5.2.1. Relación  $a/c=0.40$

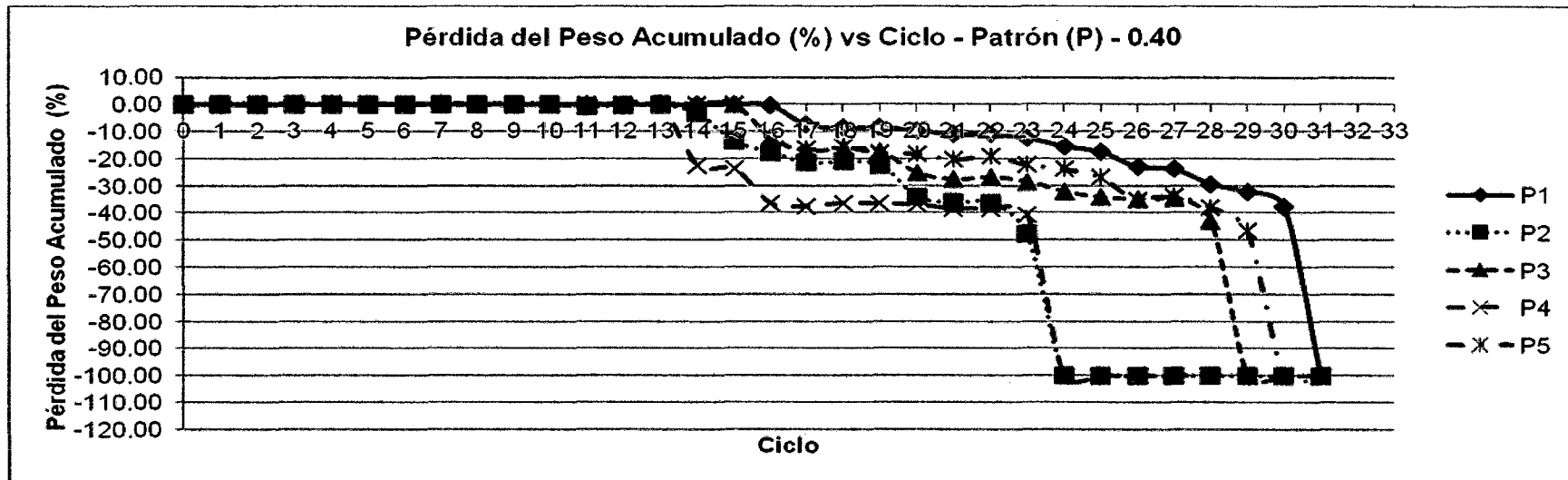
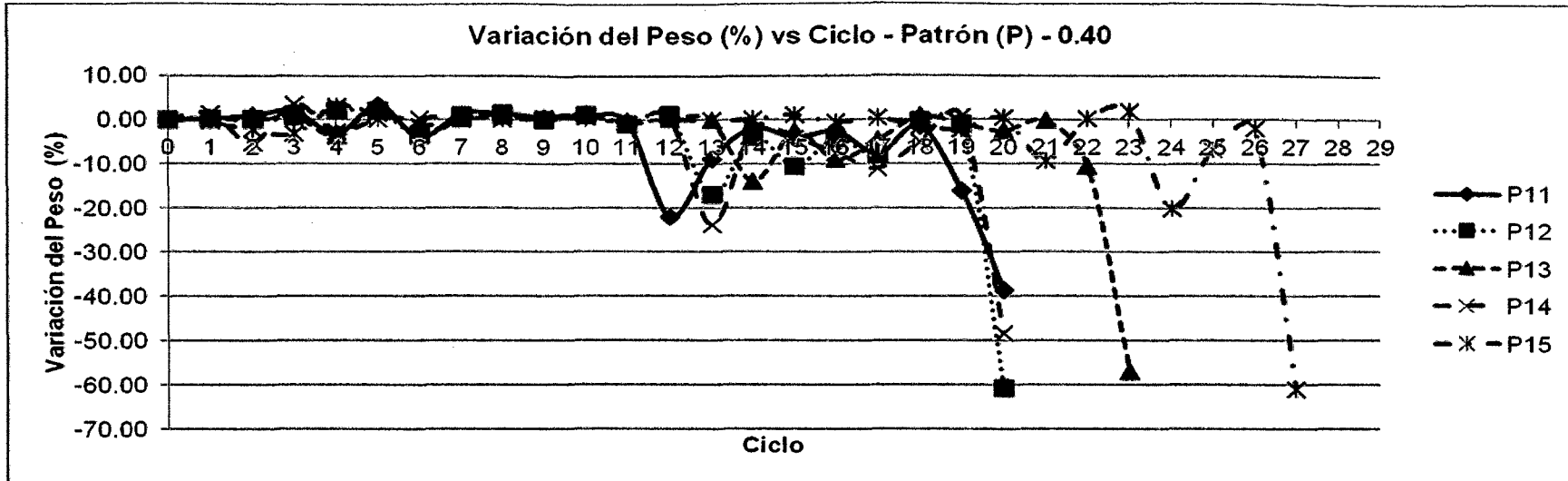
D.5.2.1.1. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño Patrón (P) – 0.40

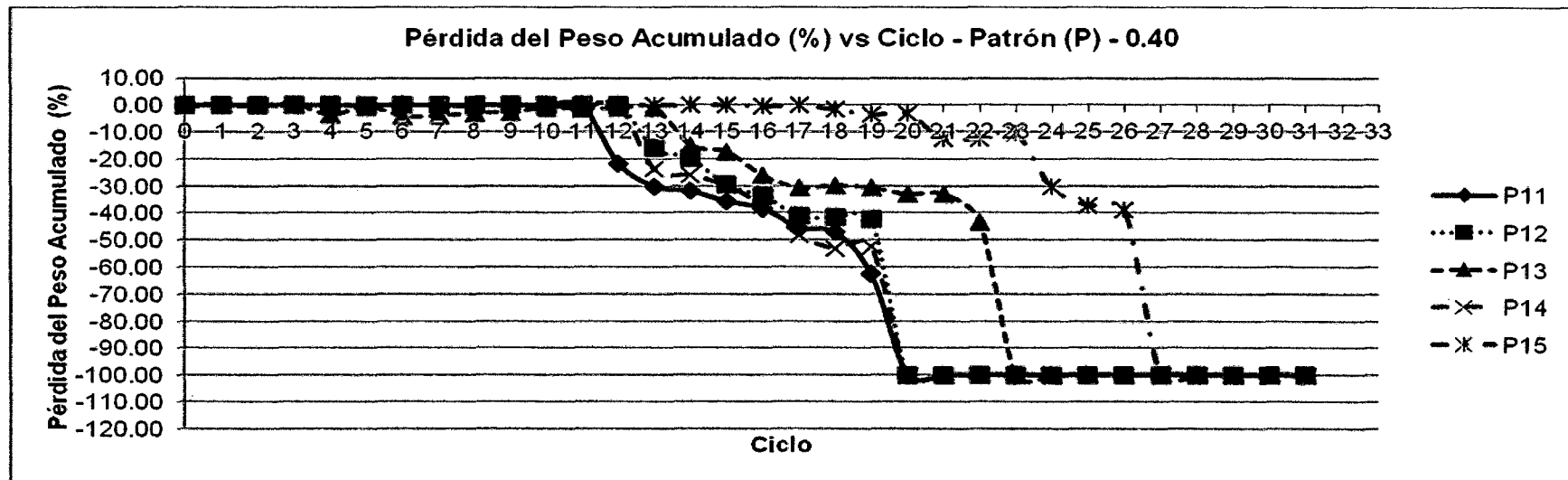
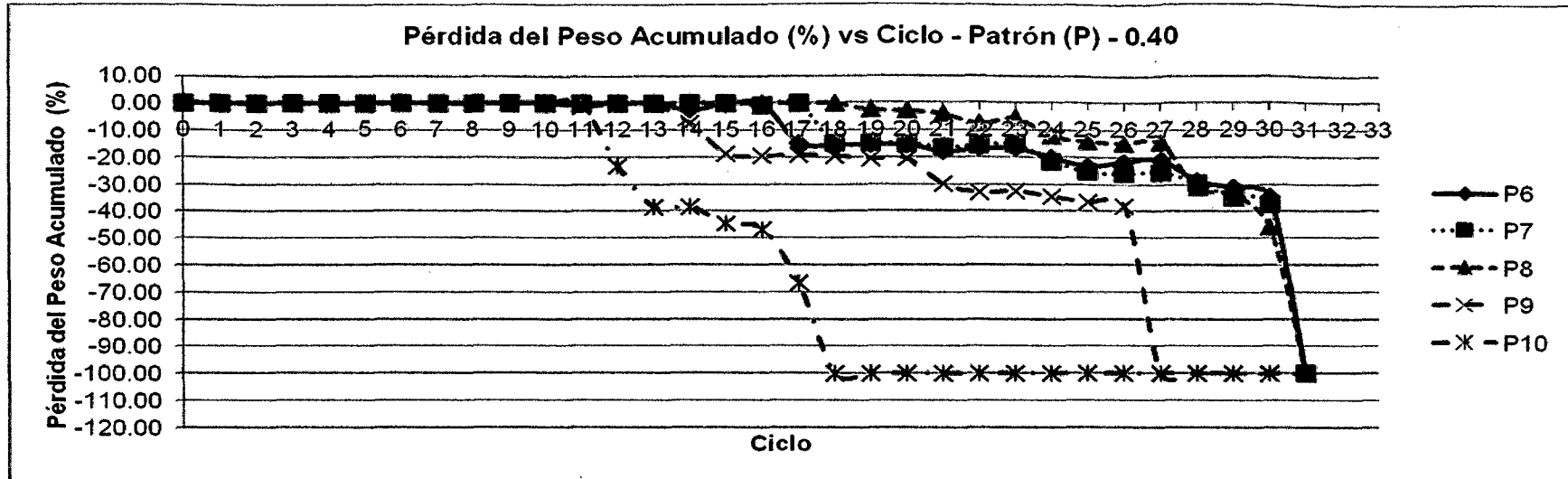




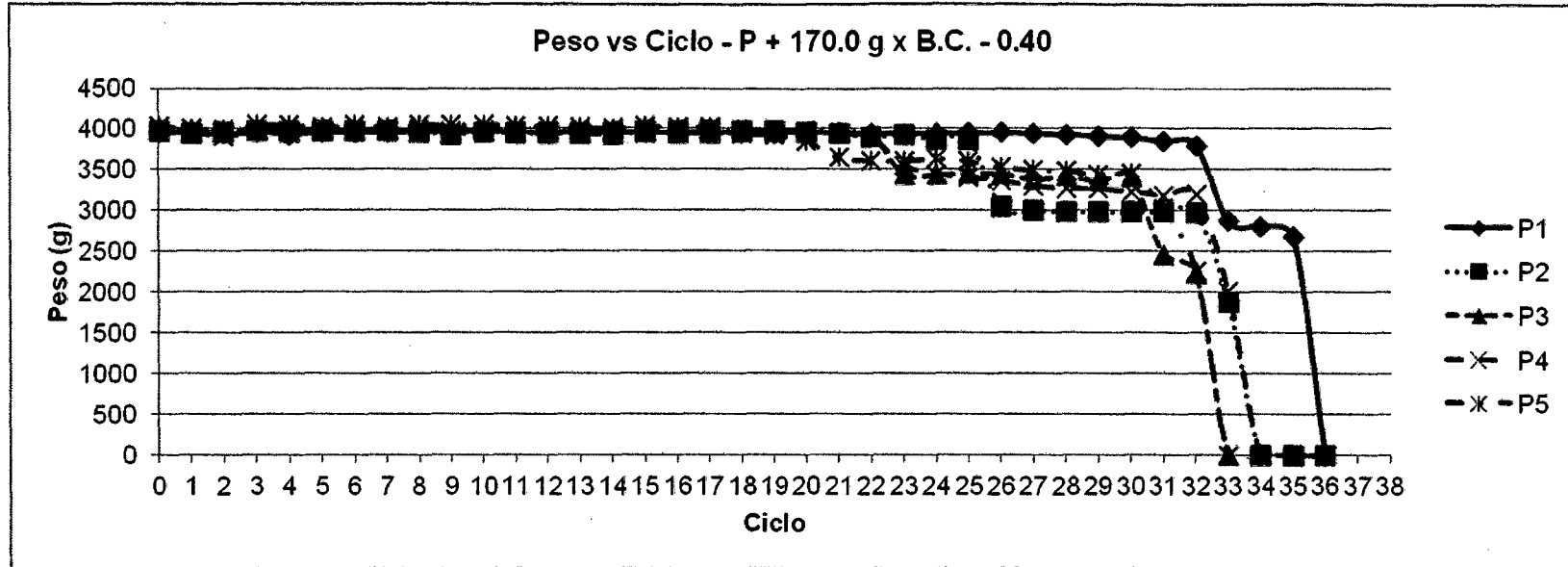


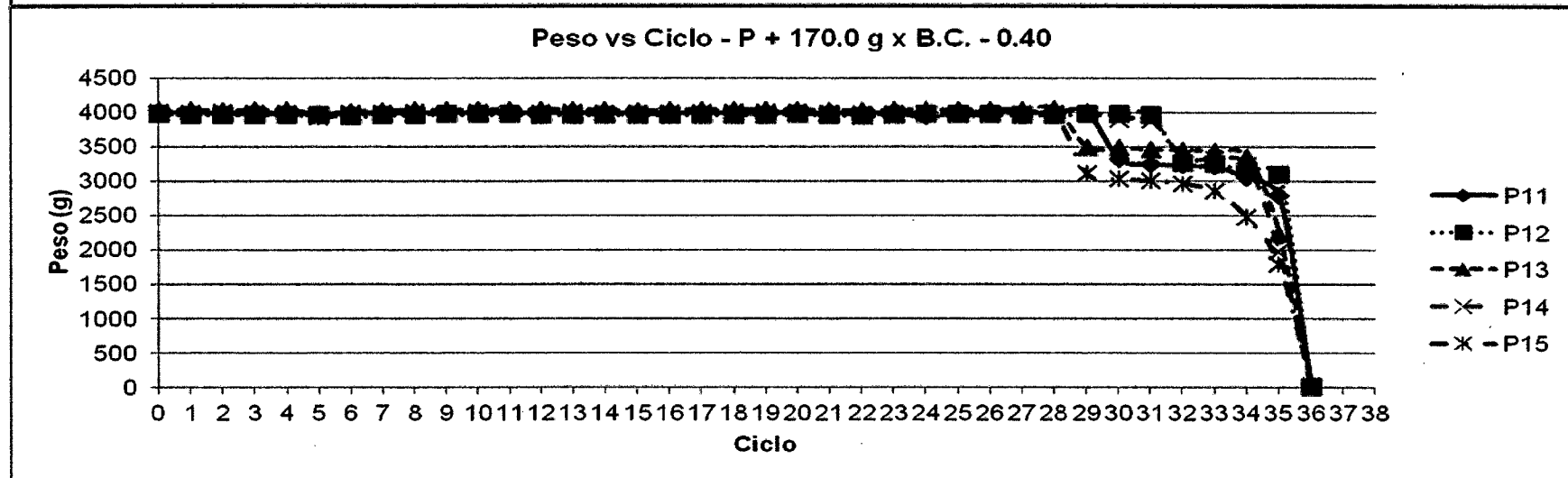
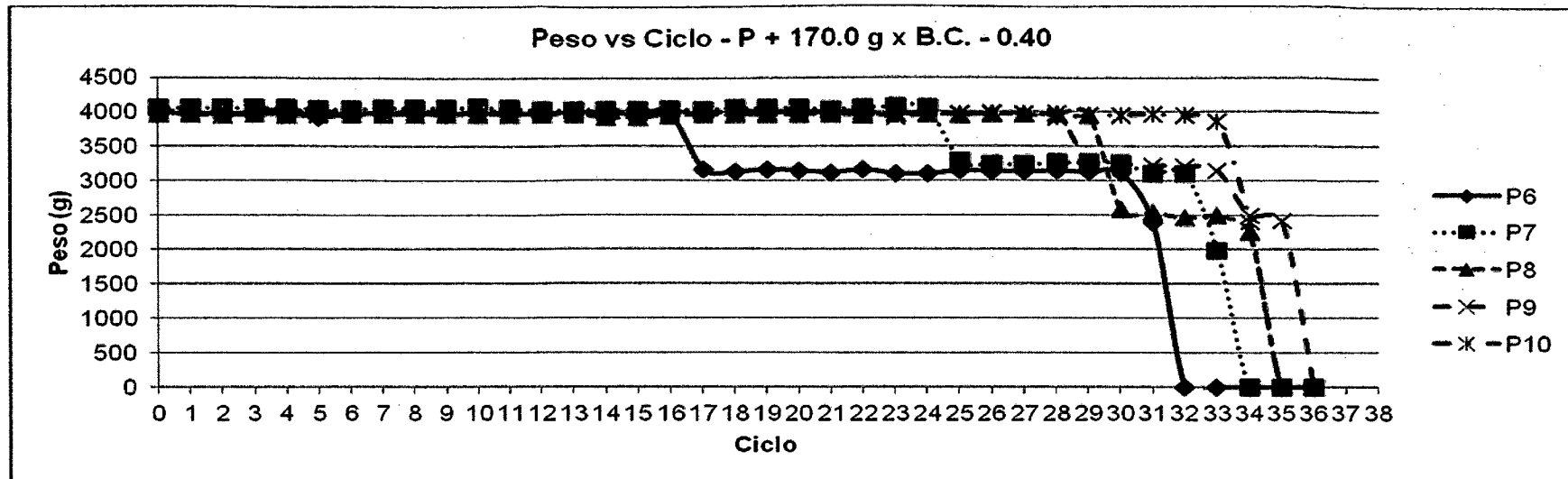


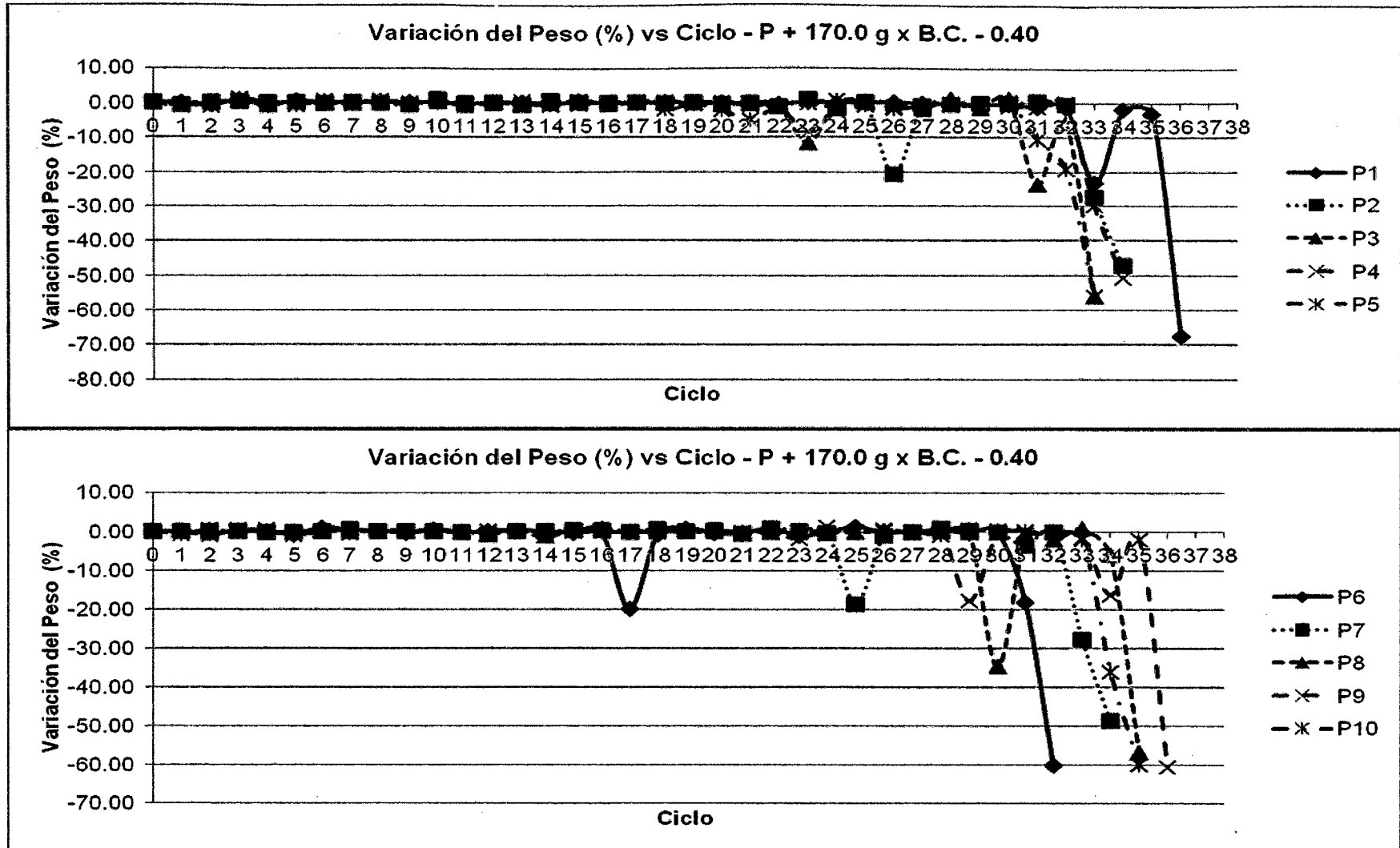


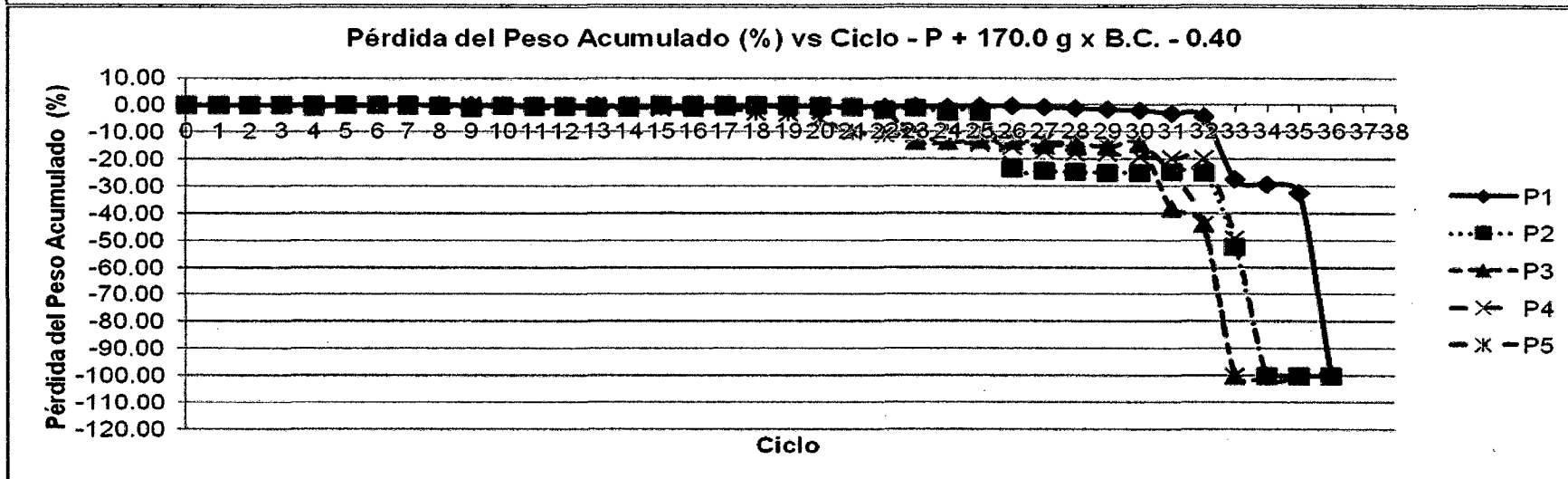
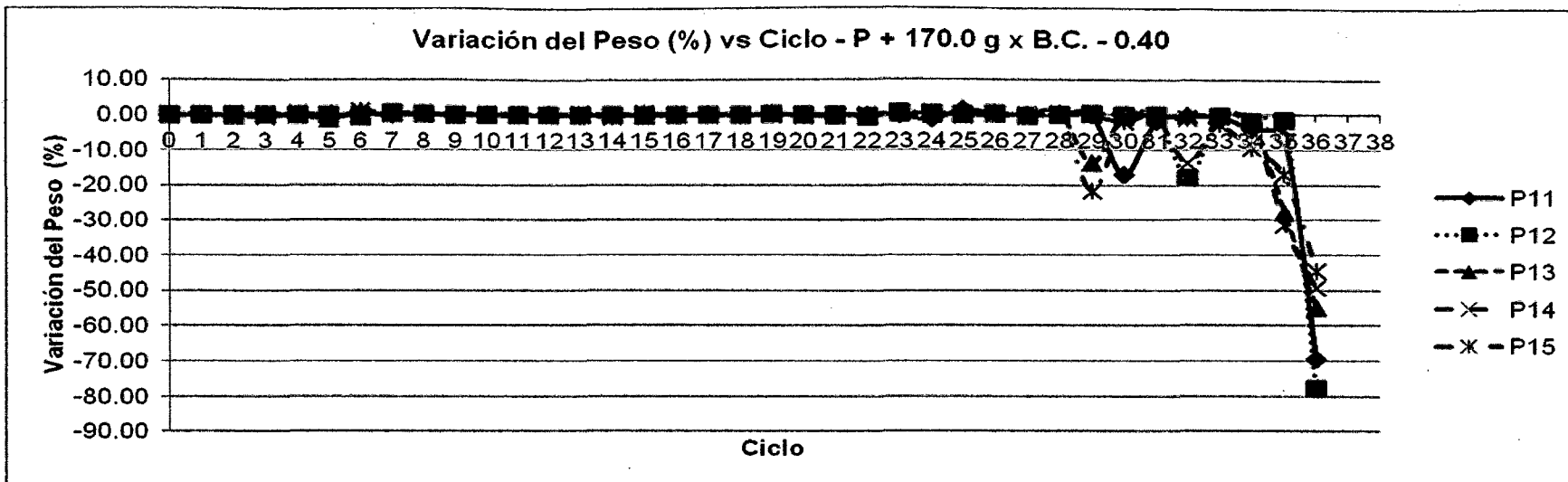


D.5.2.1.2. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 170.0 g x B.C - 0.40

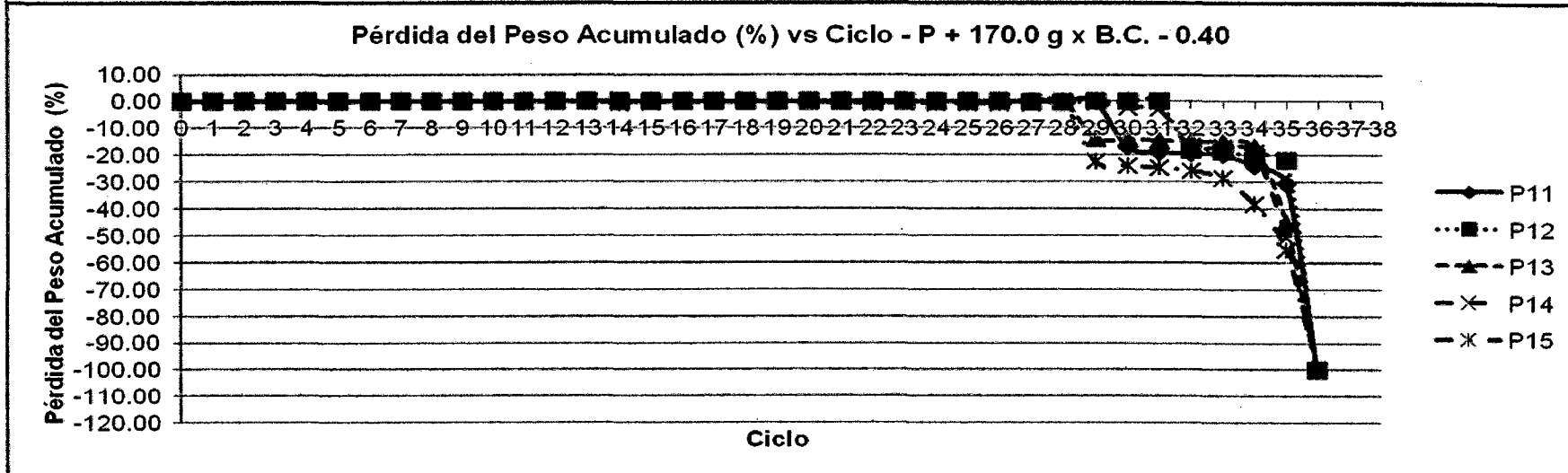
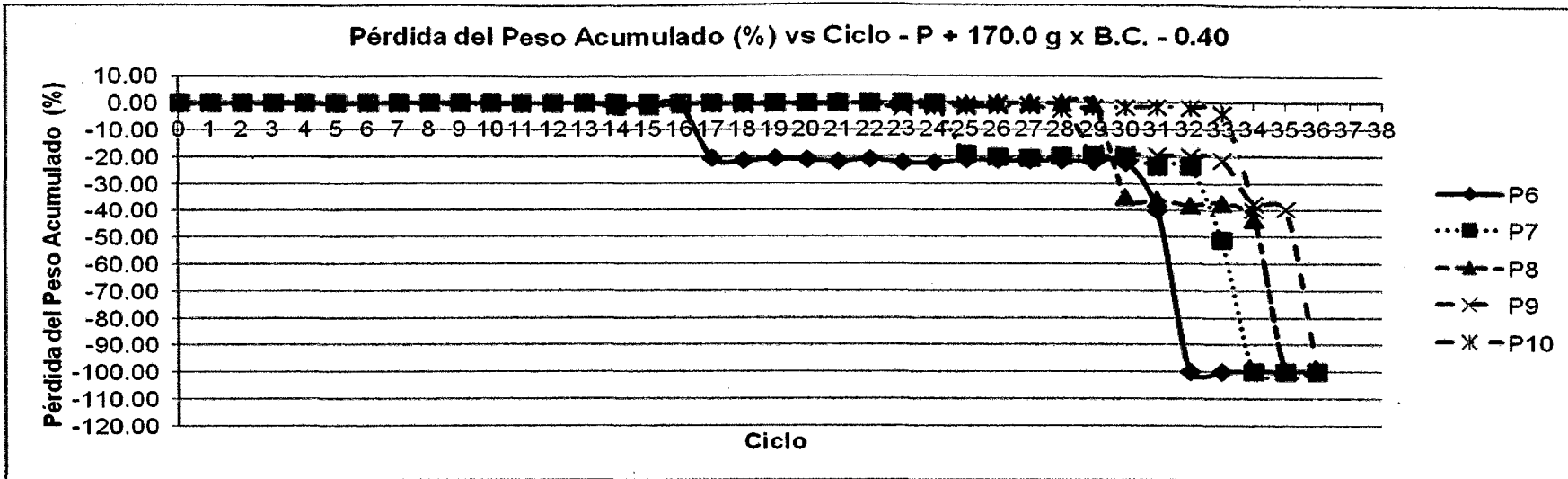




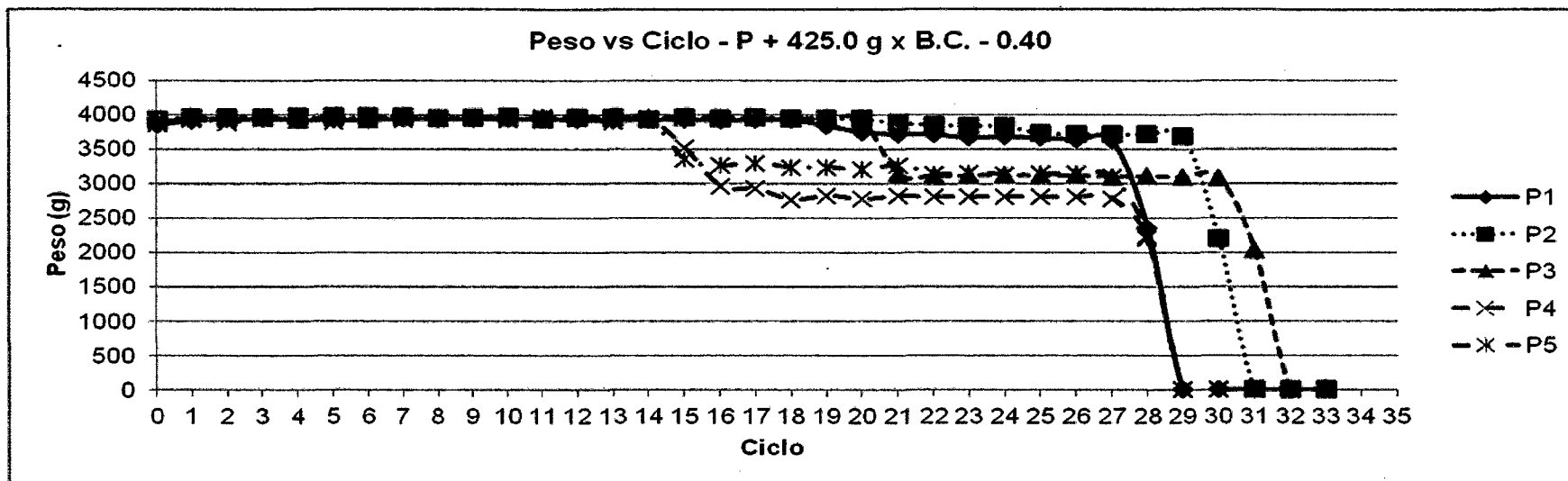


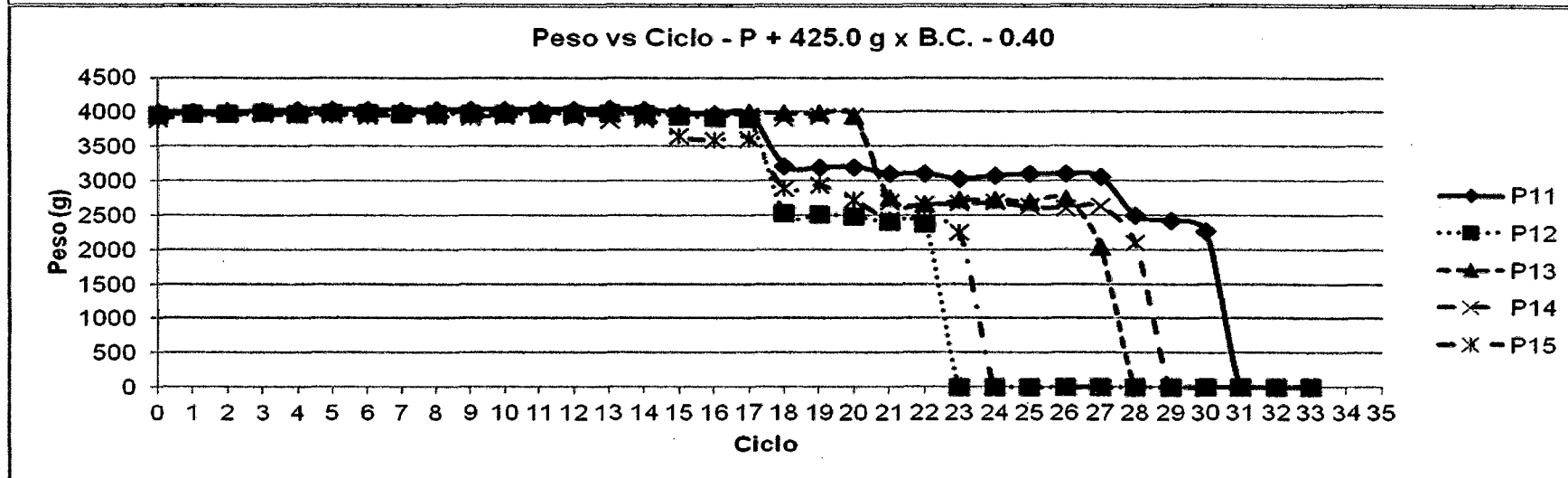
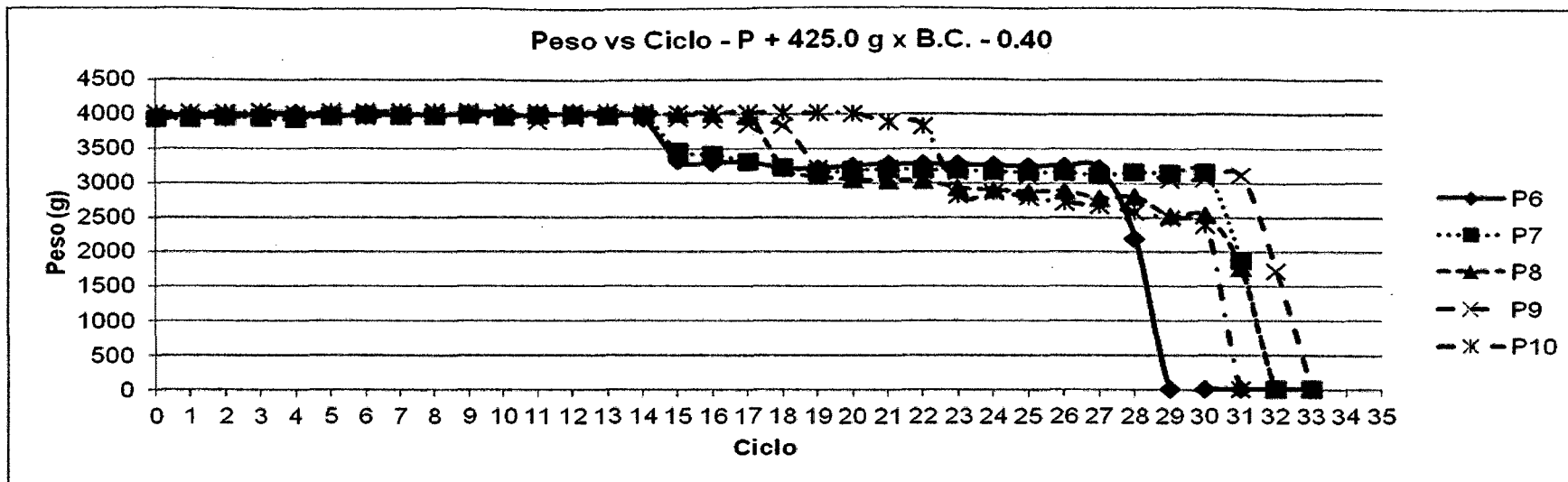


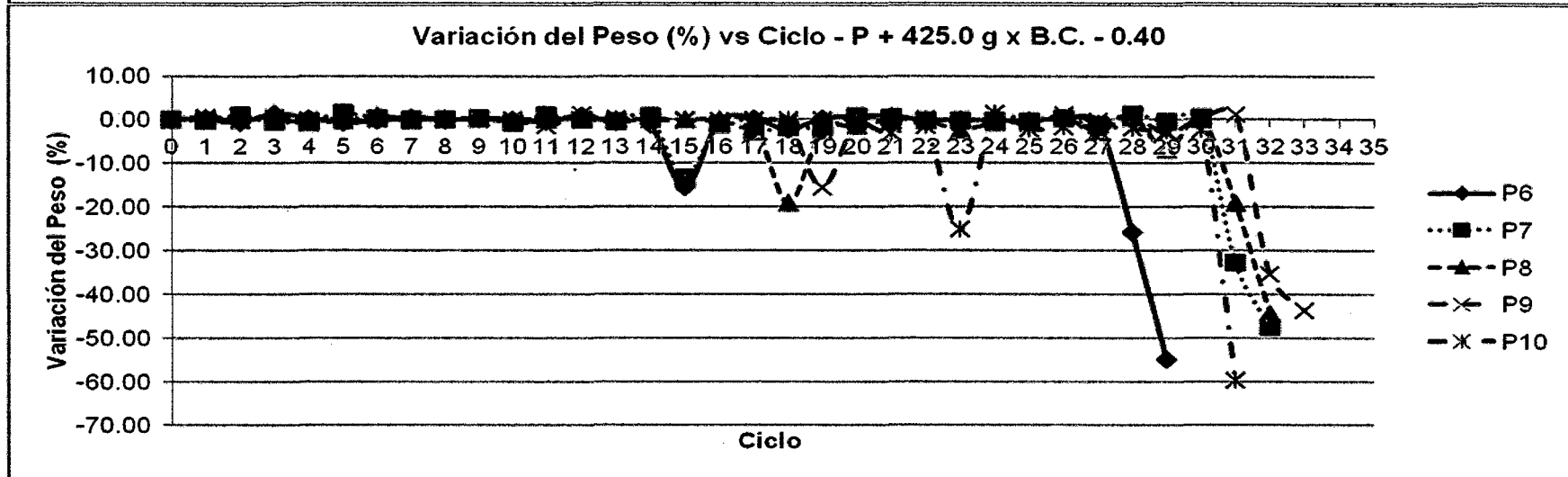
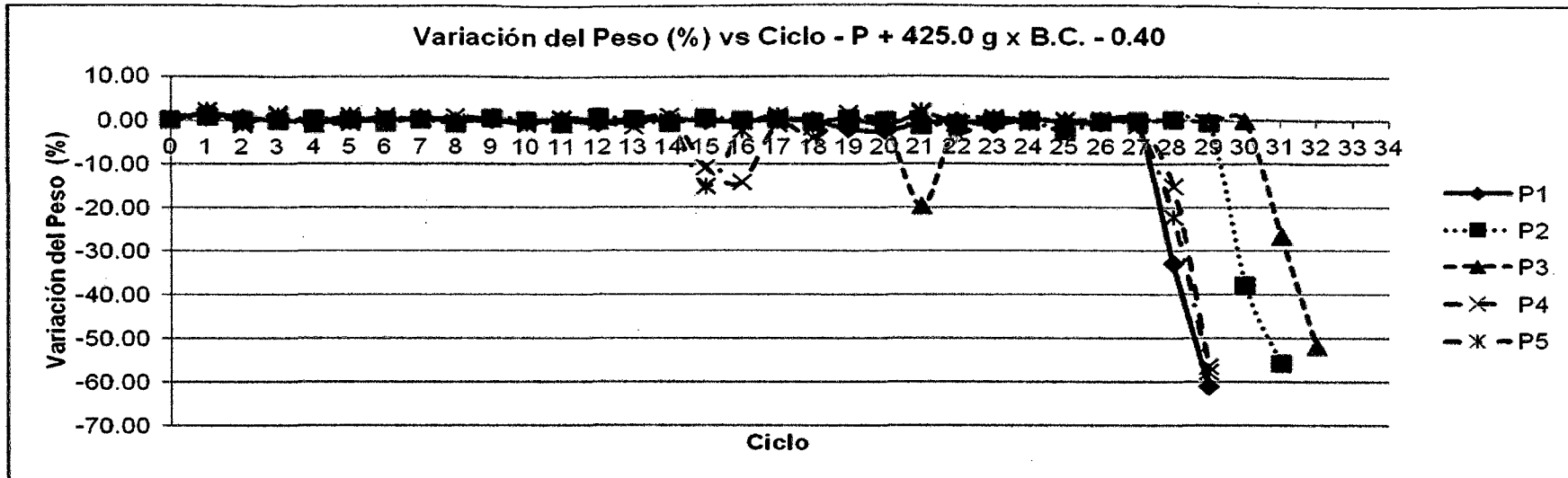


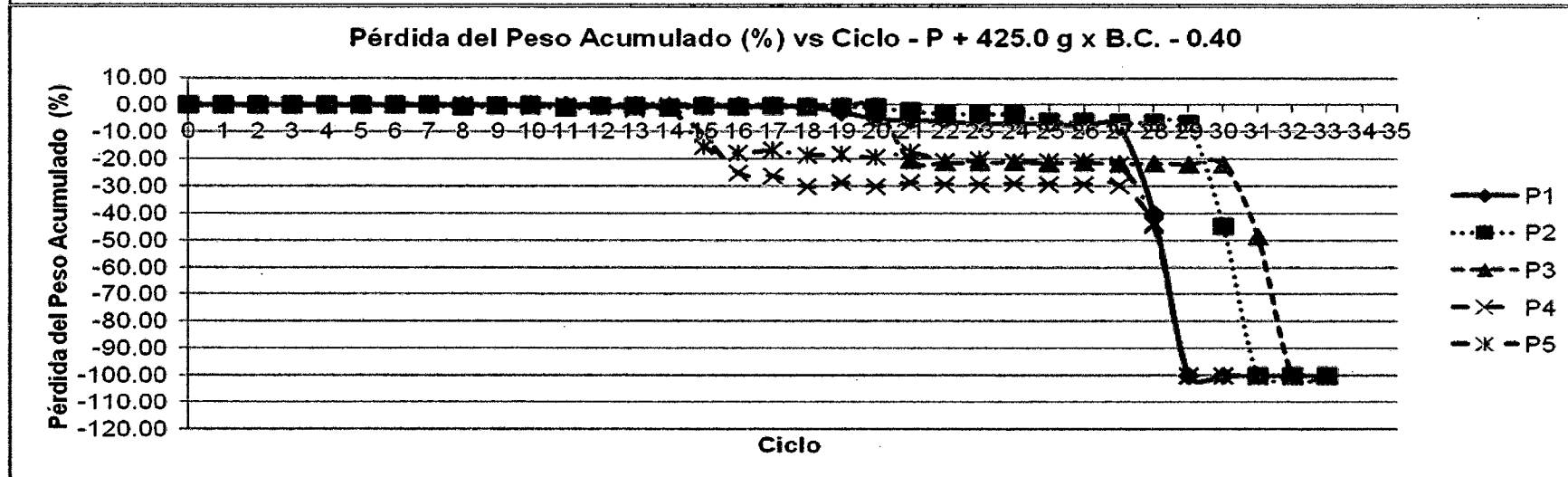
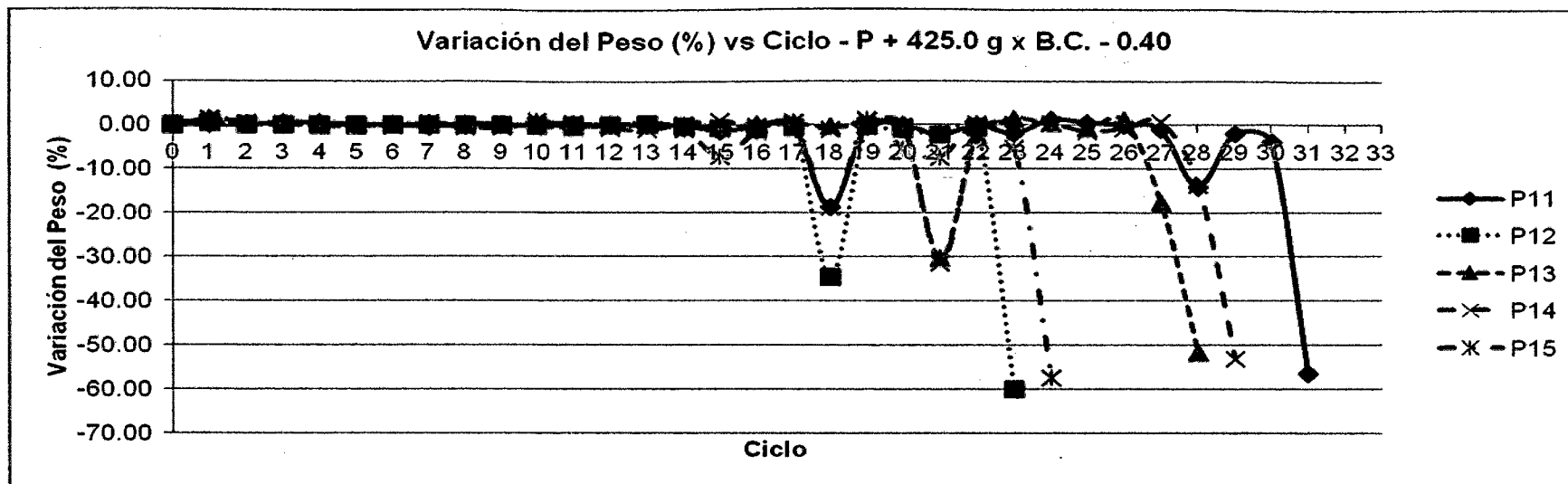


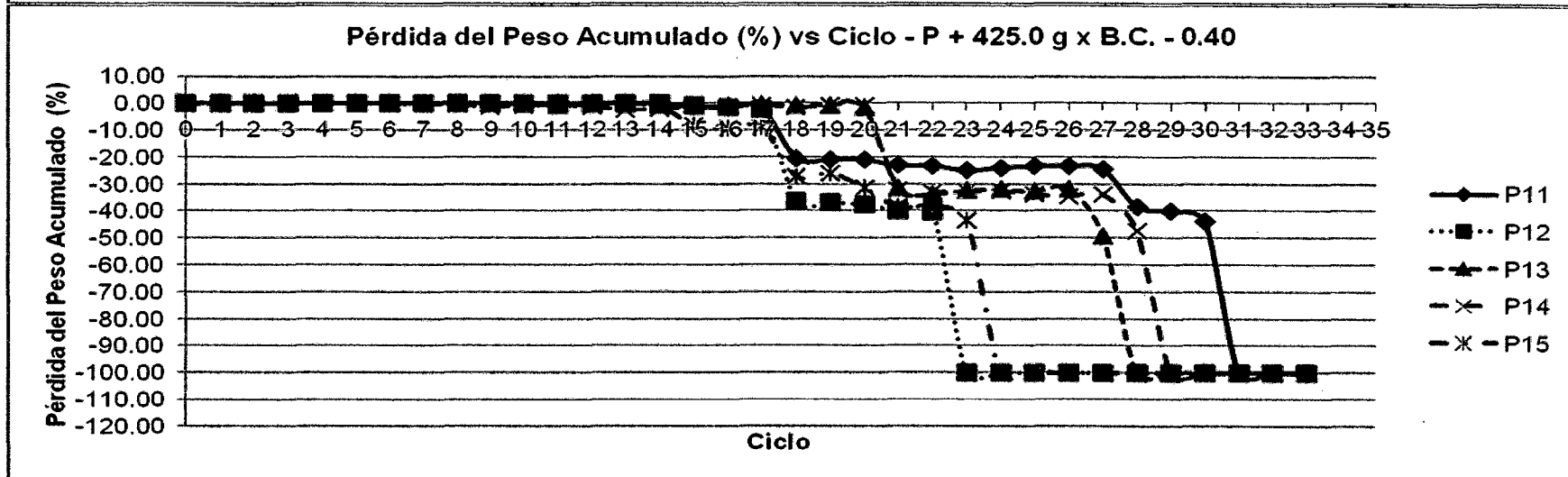
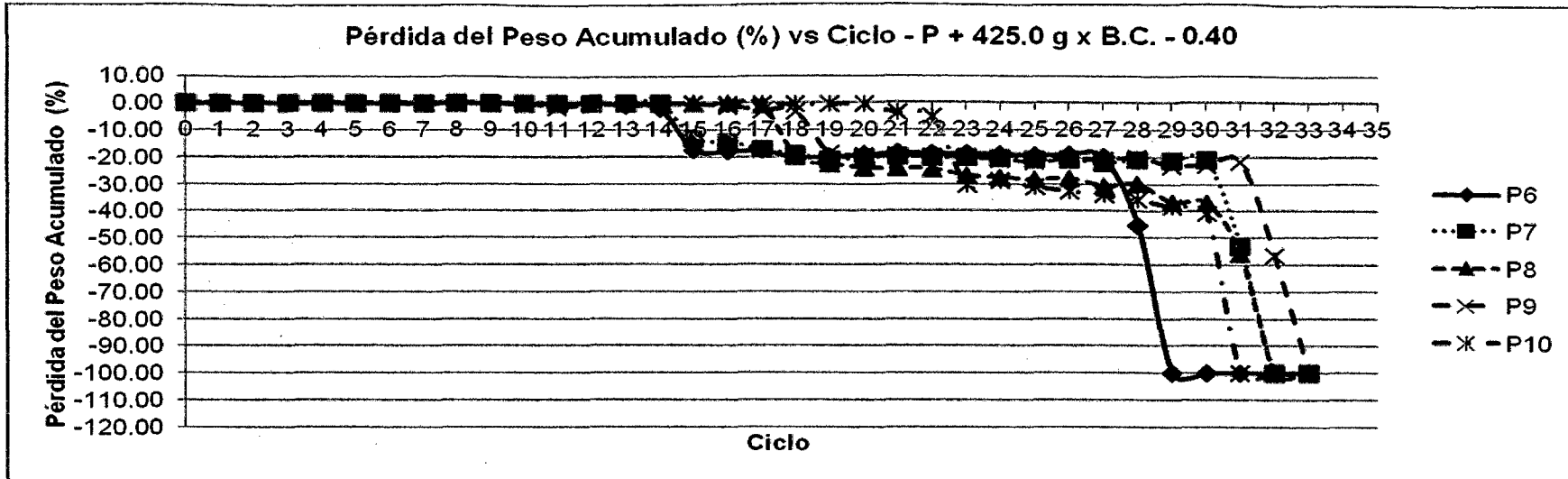
D.5.2.1.3. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 425.0 g x B.C - 0.40



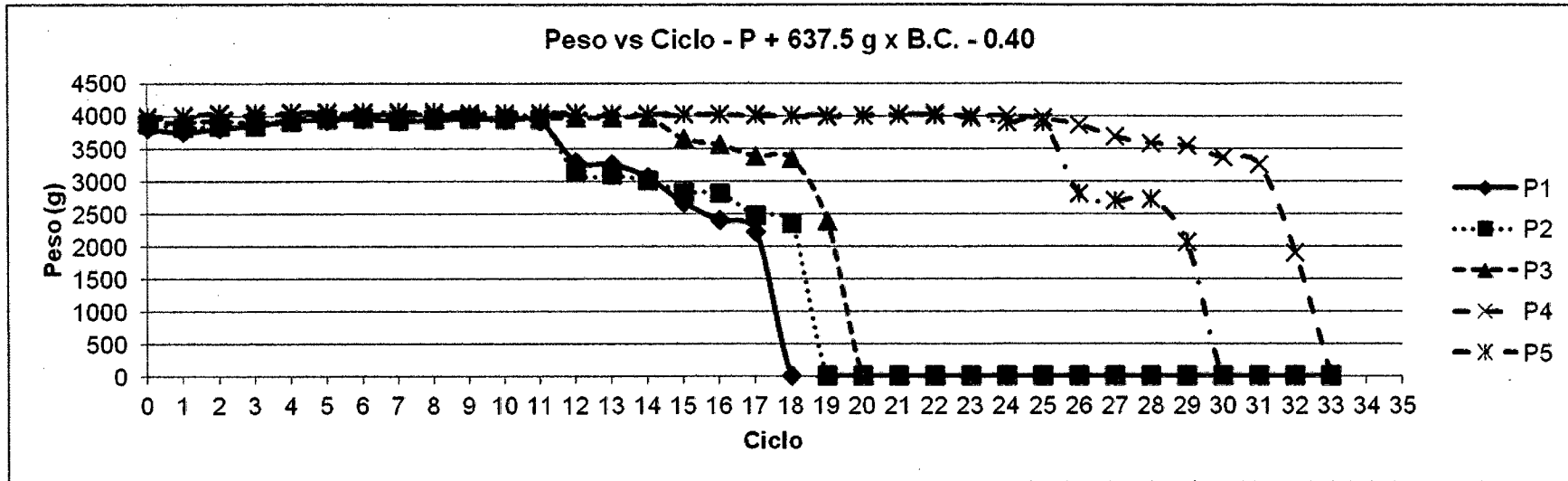


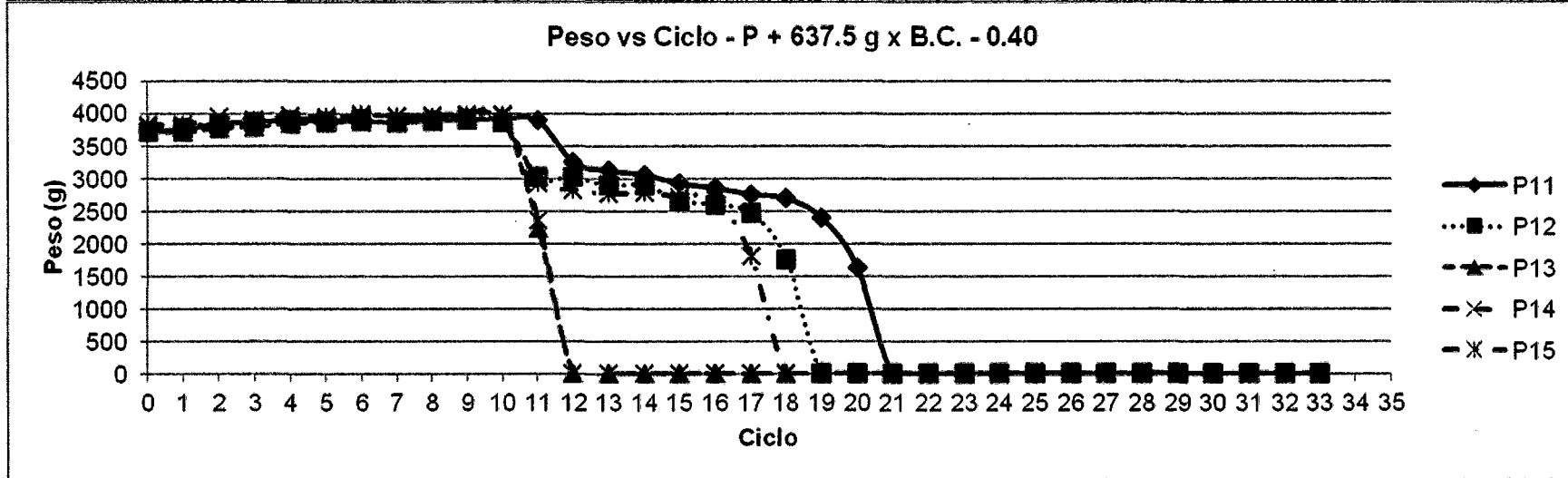
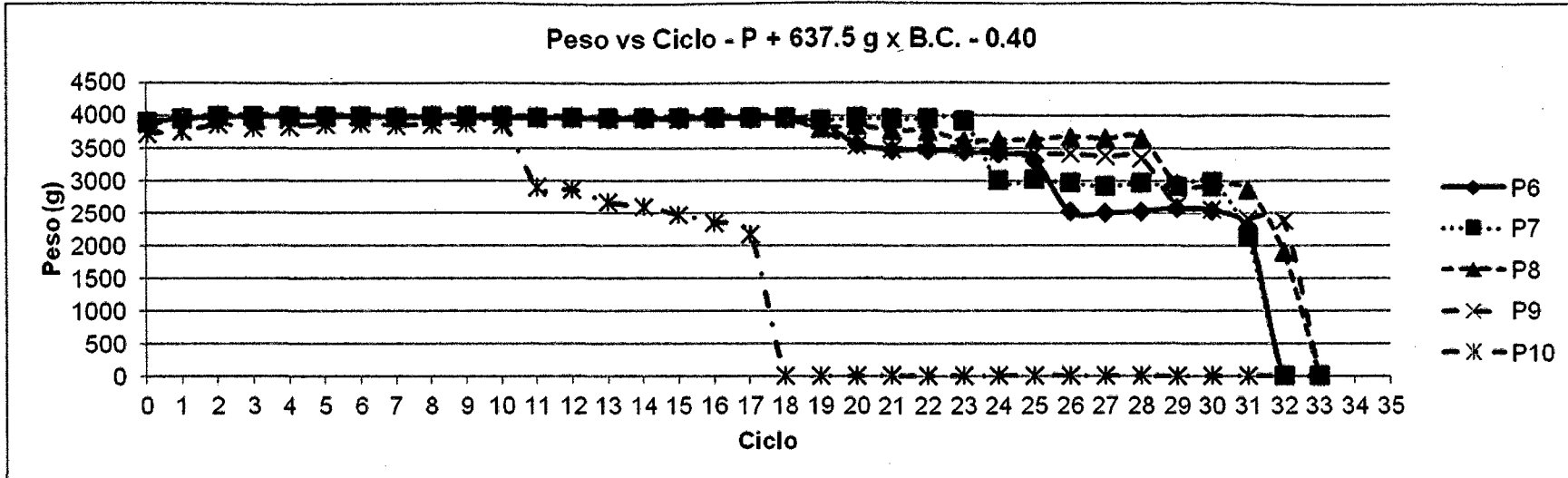




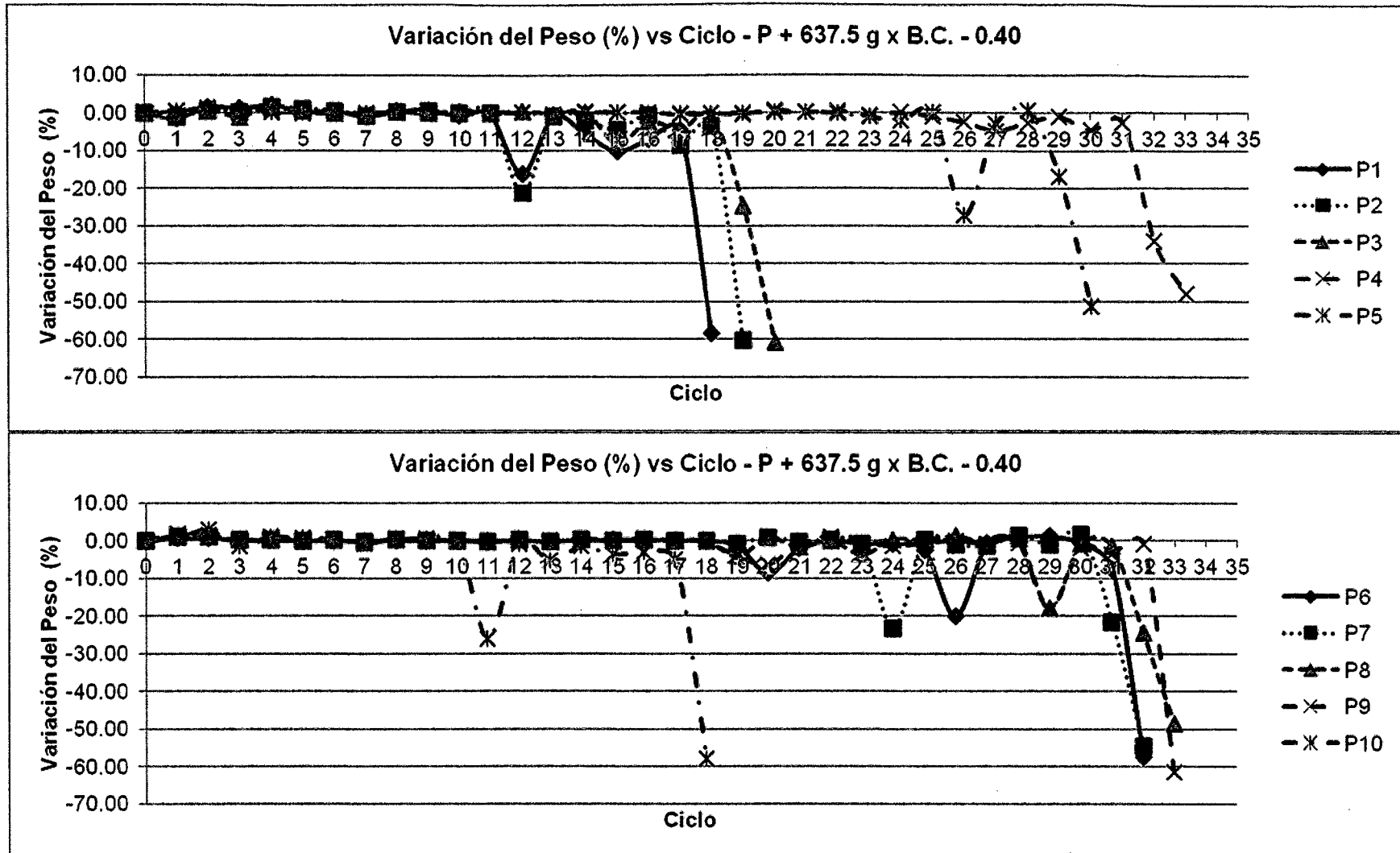


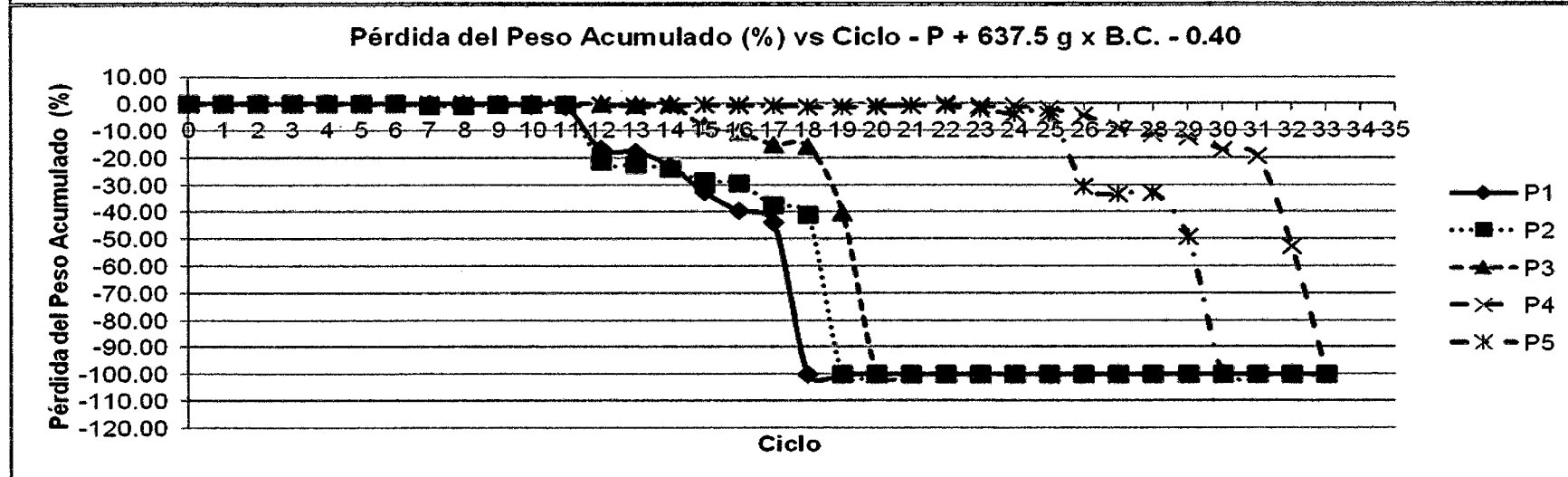
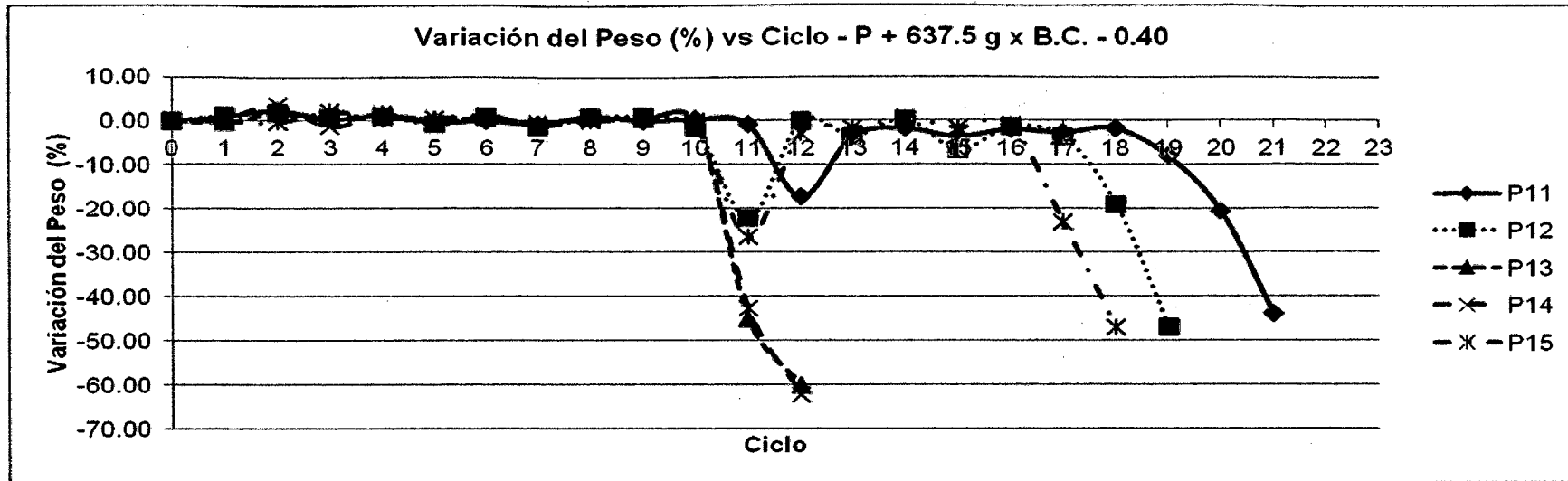
D.5.2.1.4. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 637.5 g x B.C - 0.40

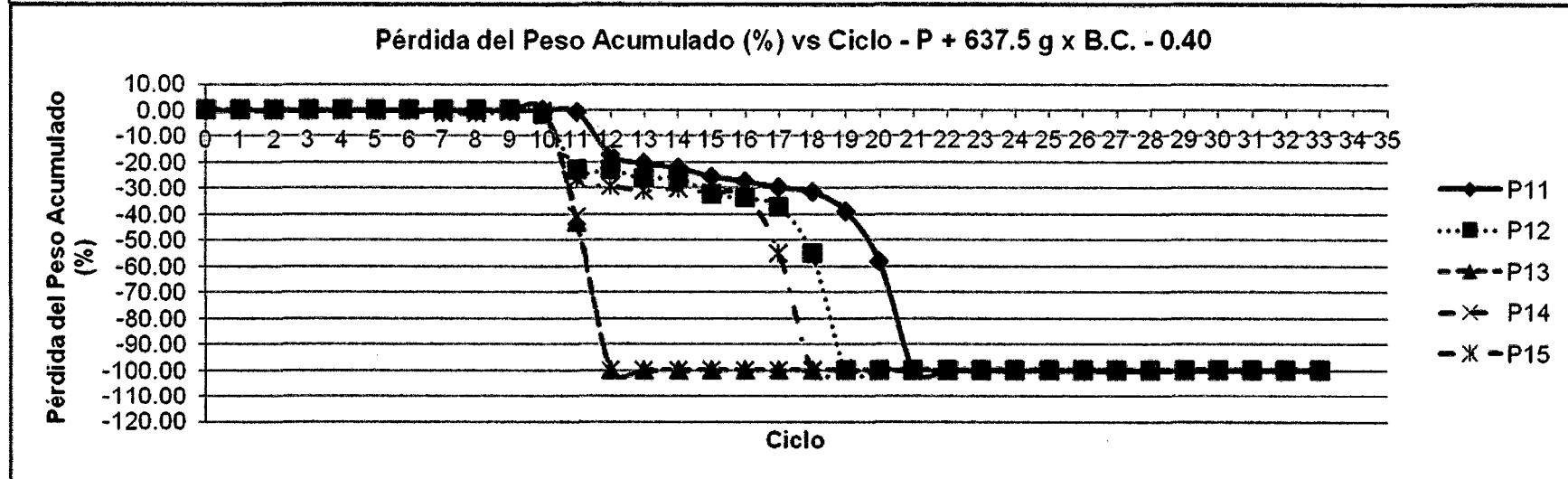
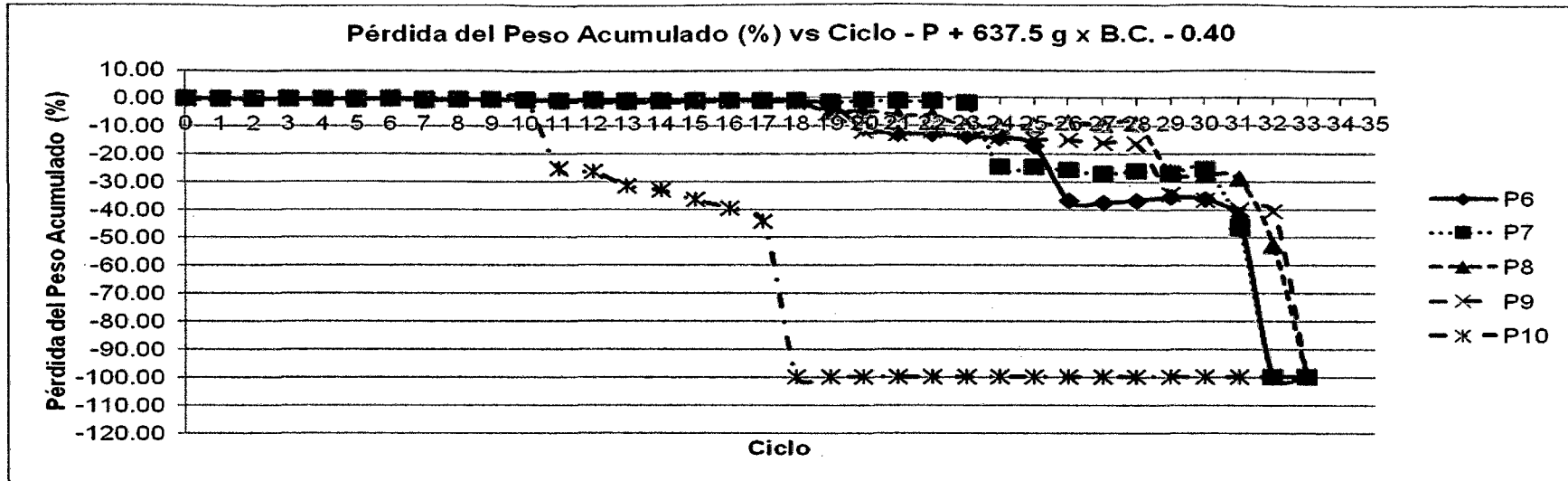






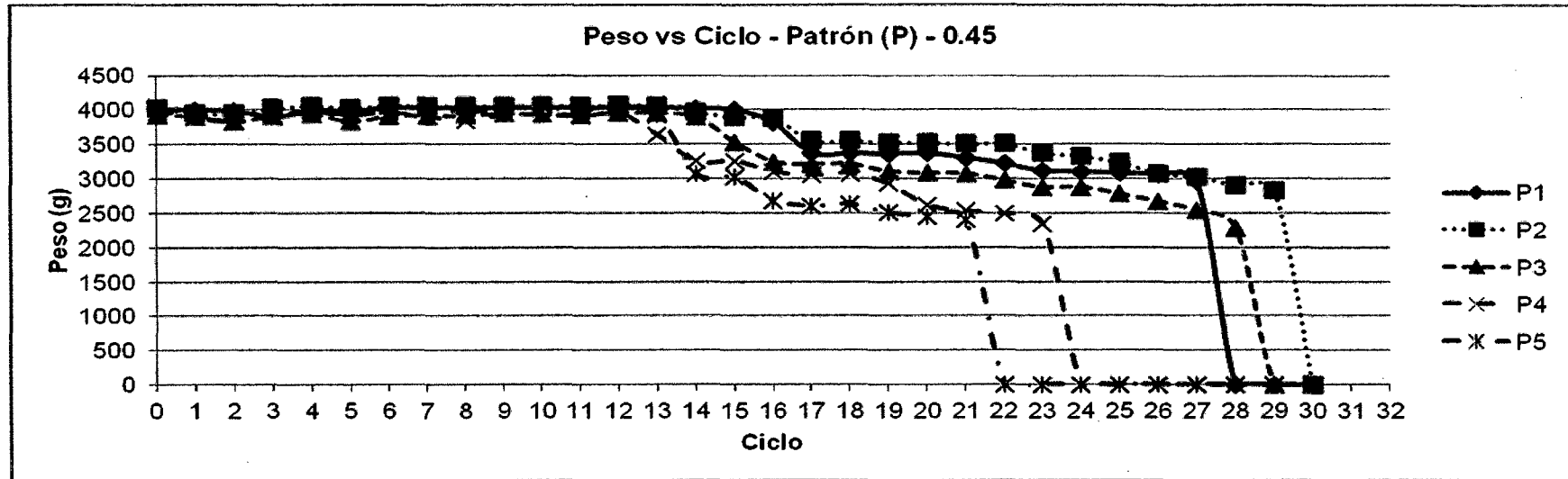


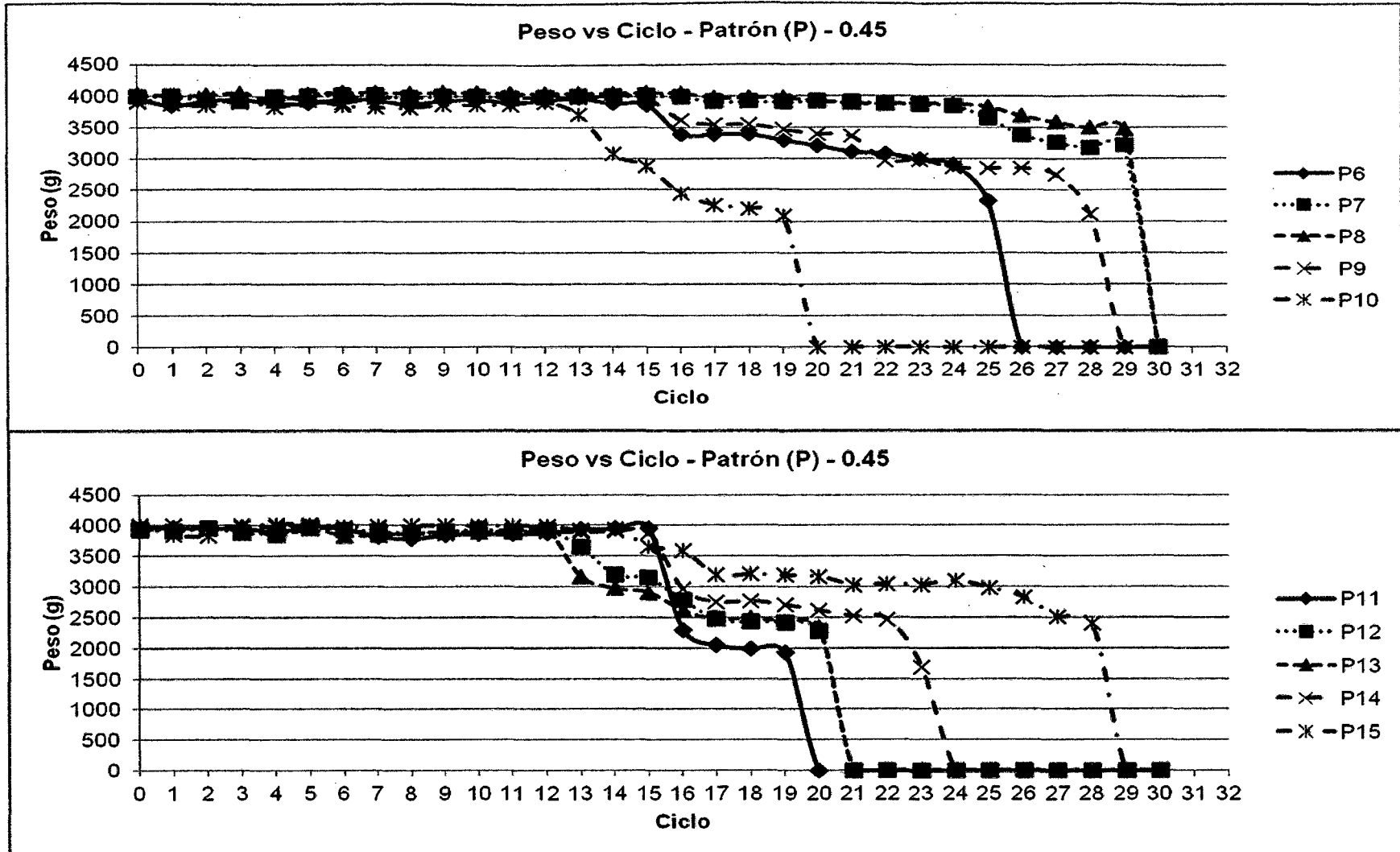


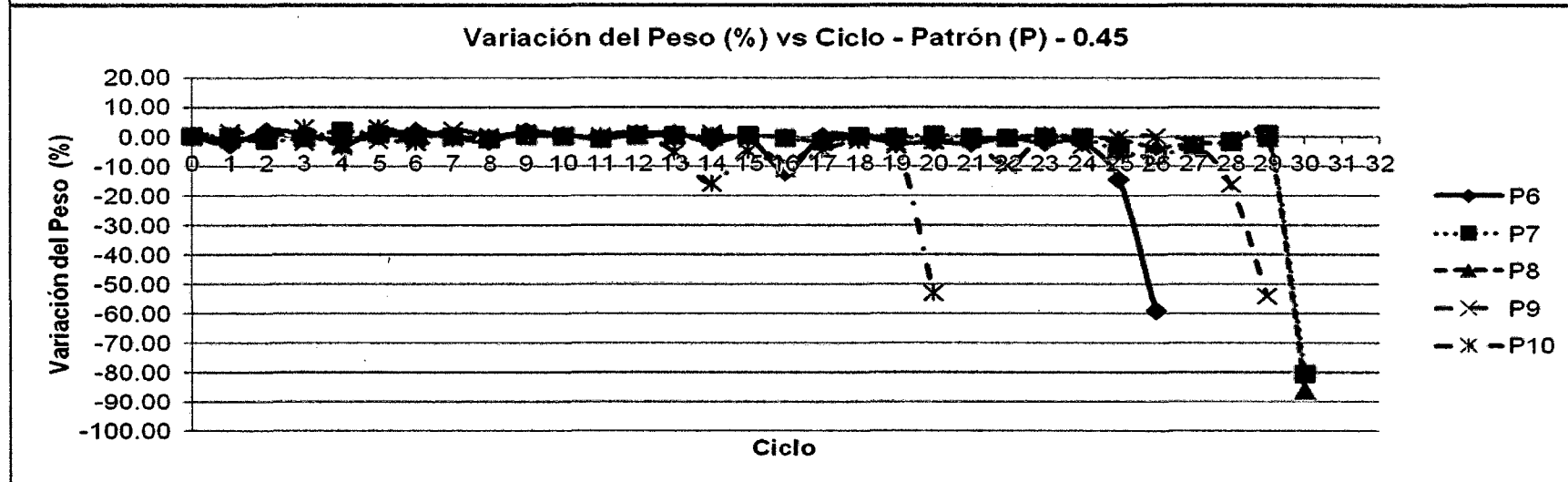
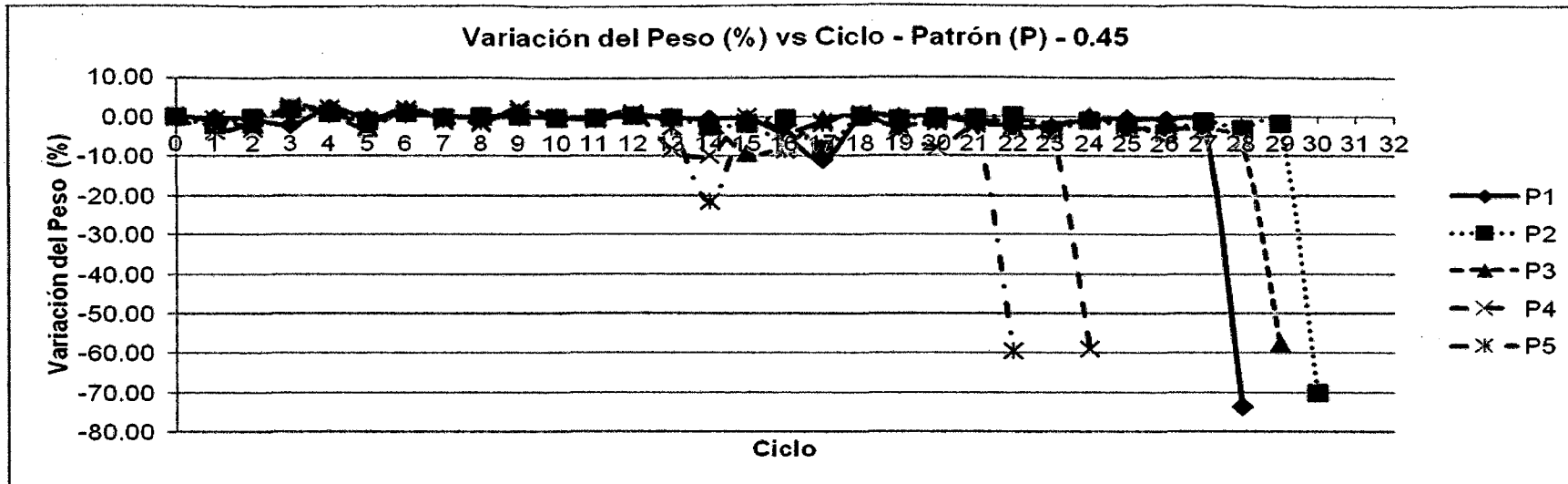


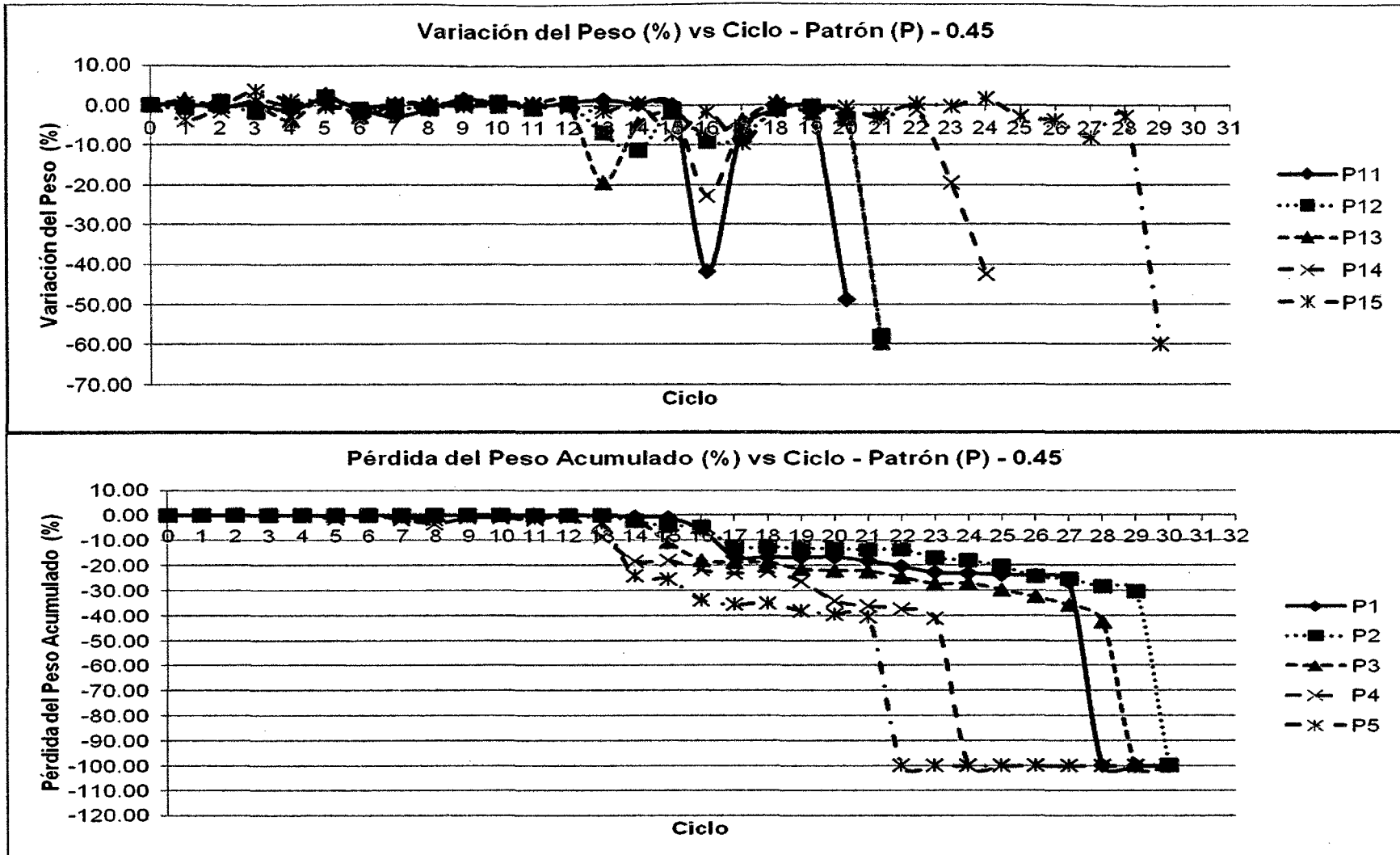
D.5.2.2. Relación a/c=0.45

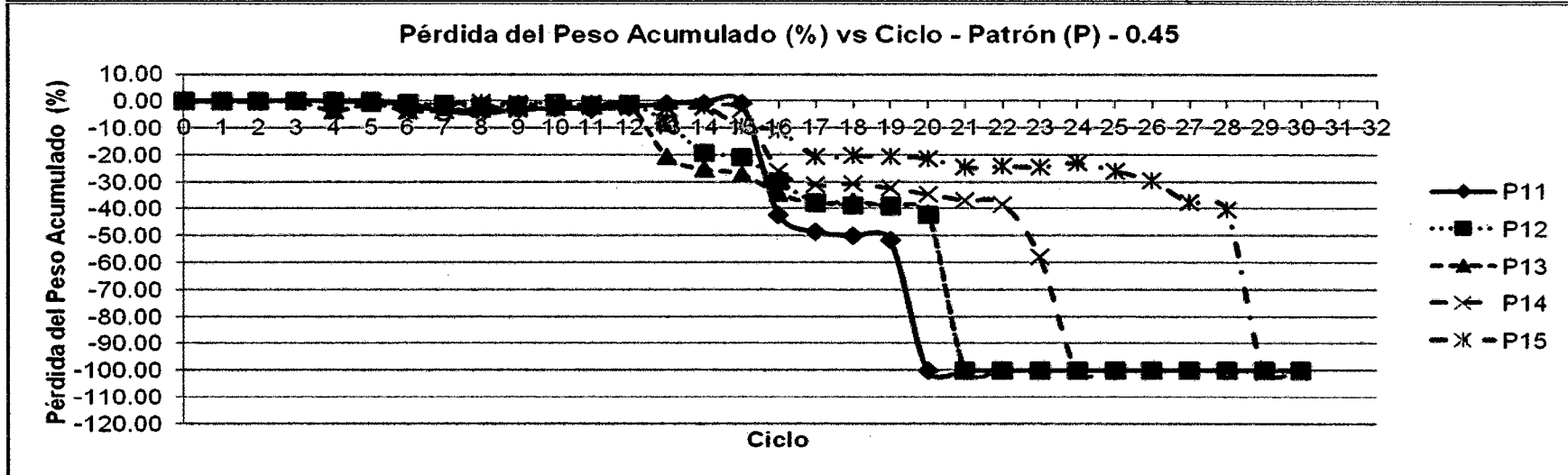
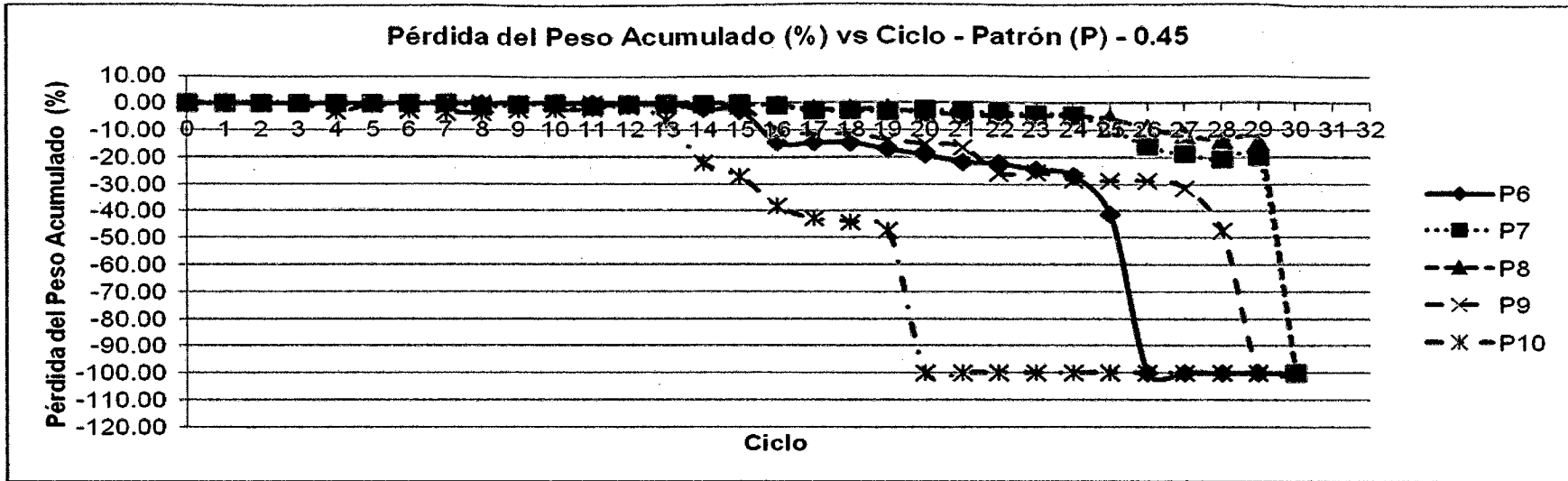
D.5.2.2.1. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño Patrón (P) – 0.45





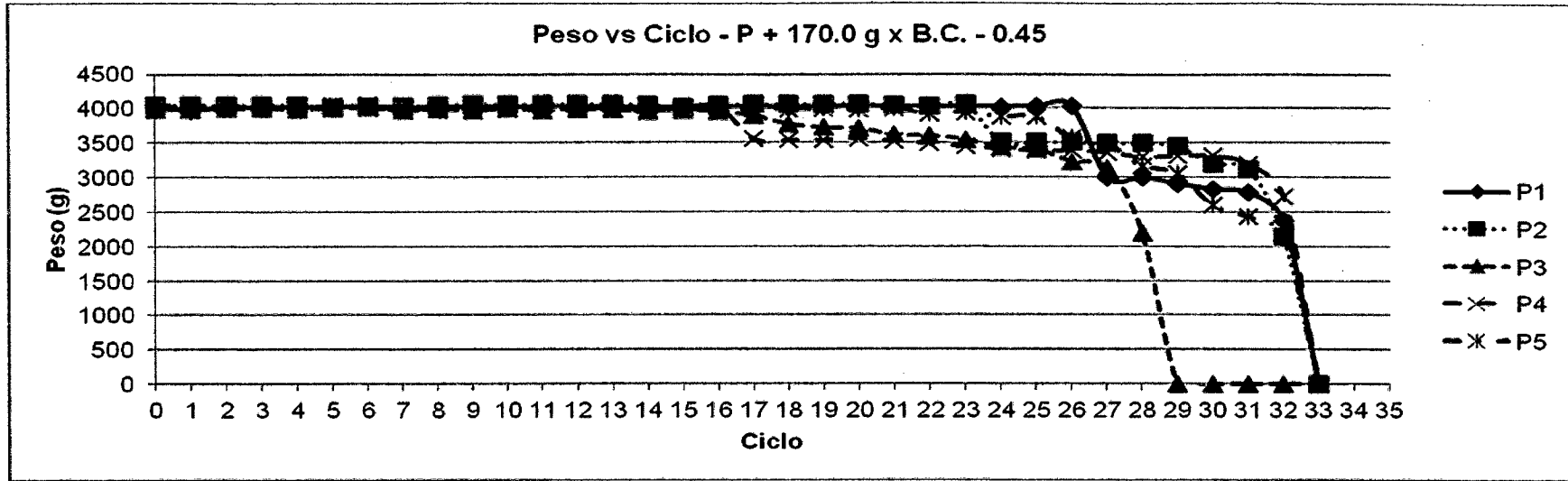


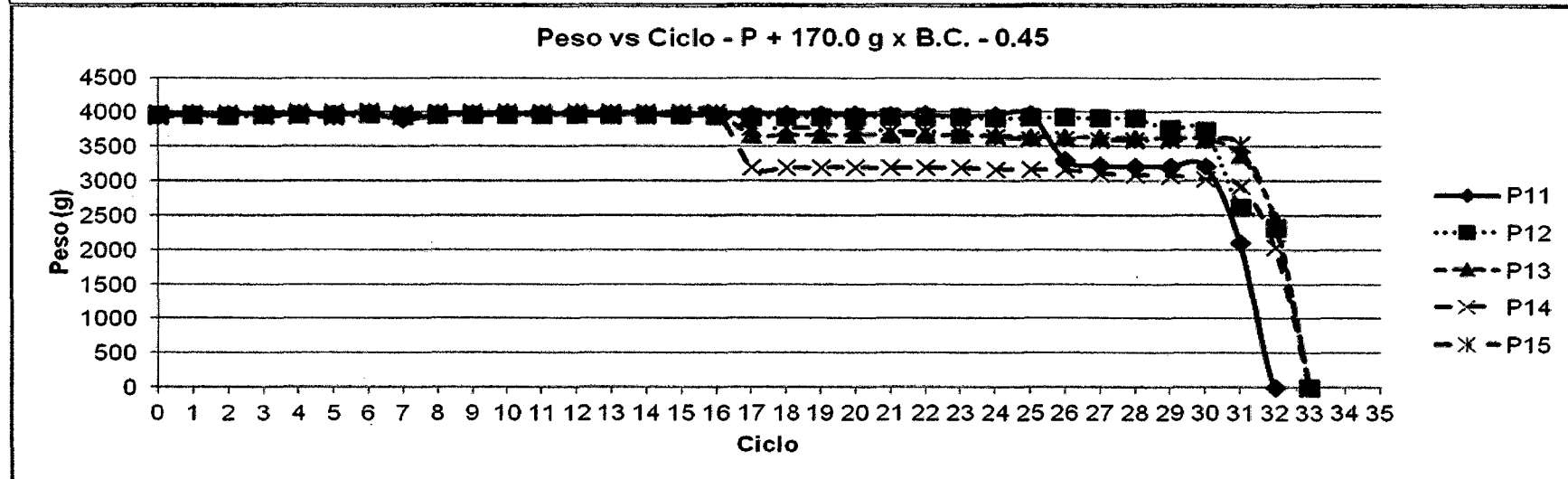
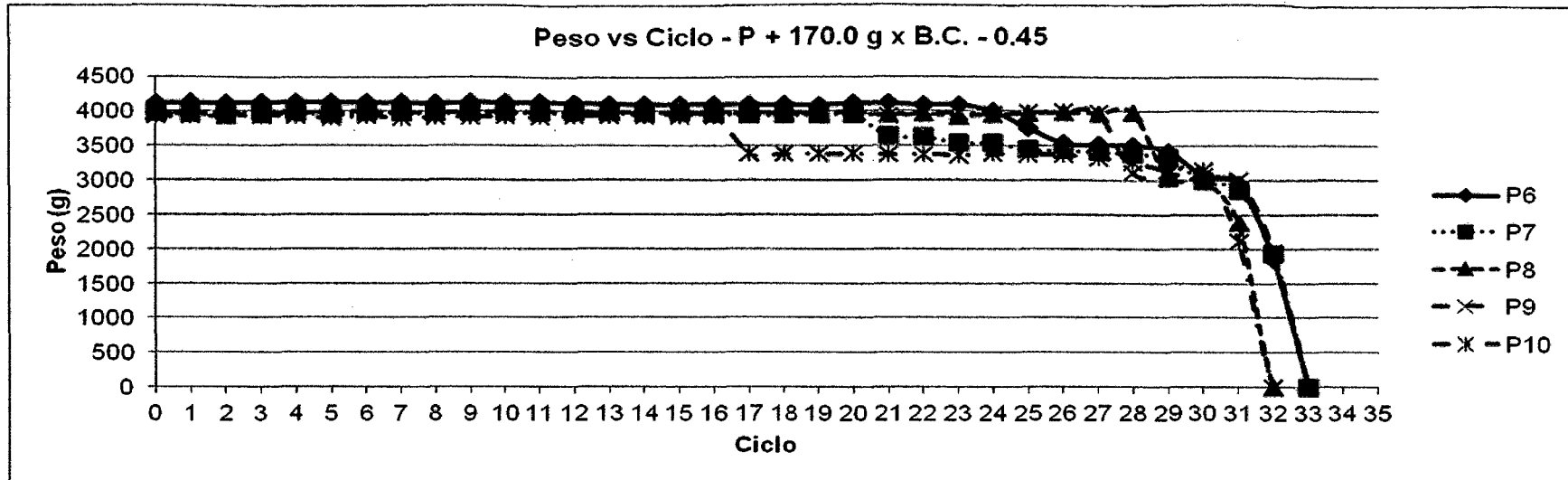


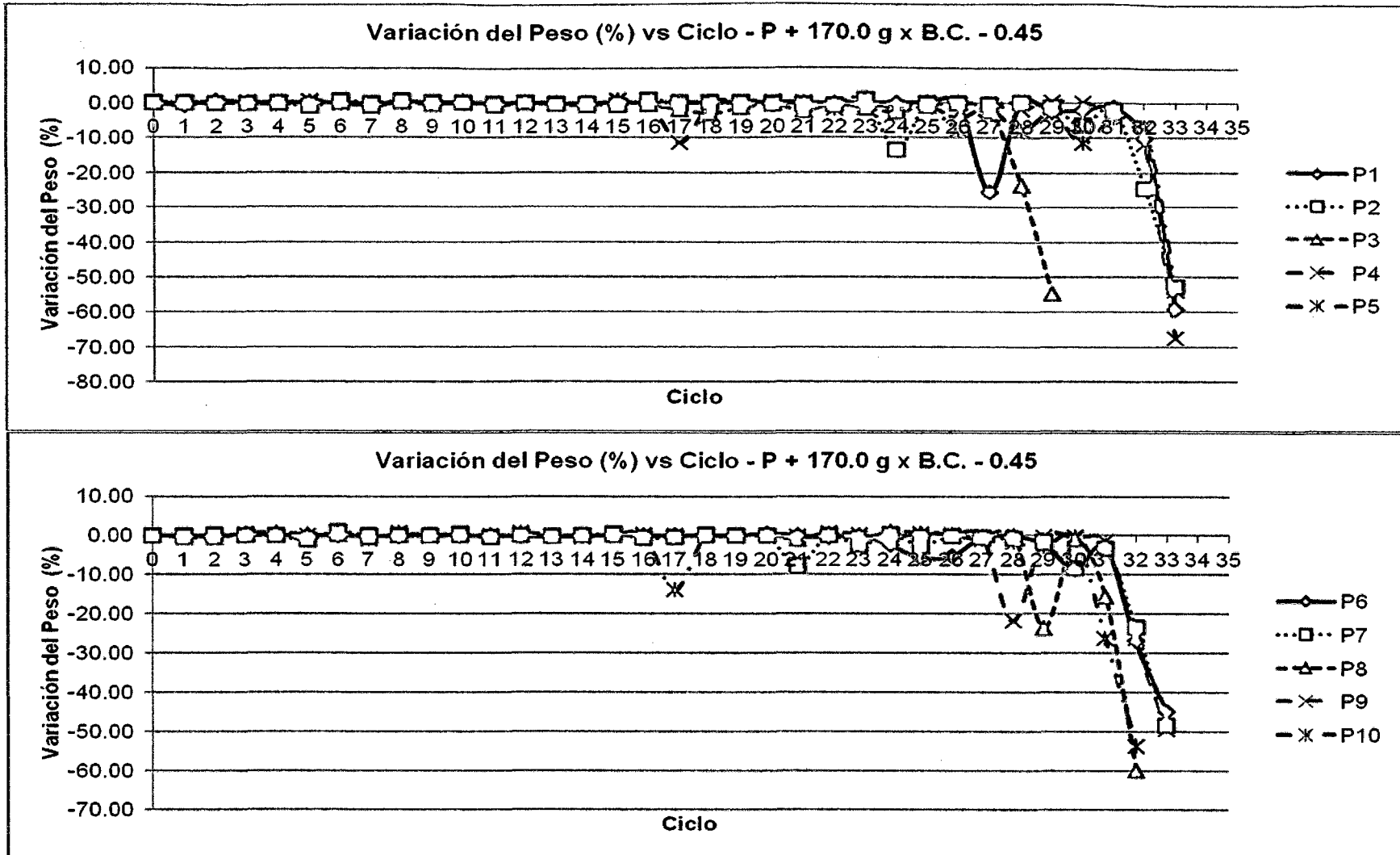


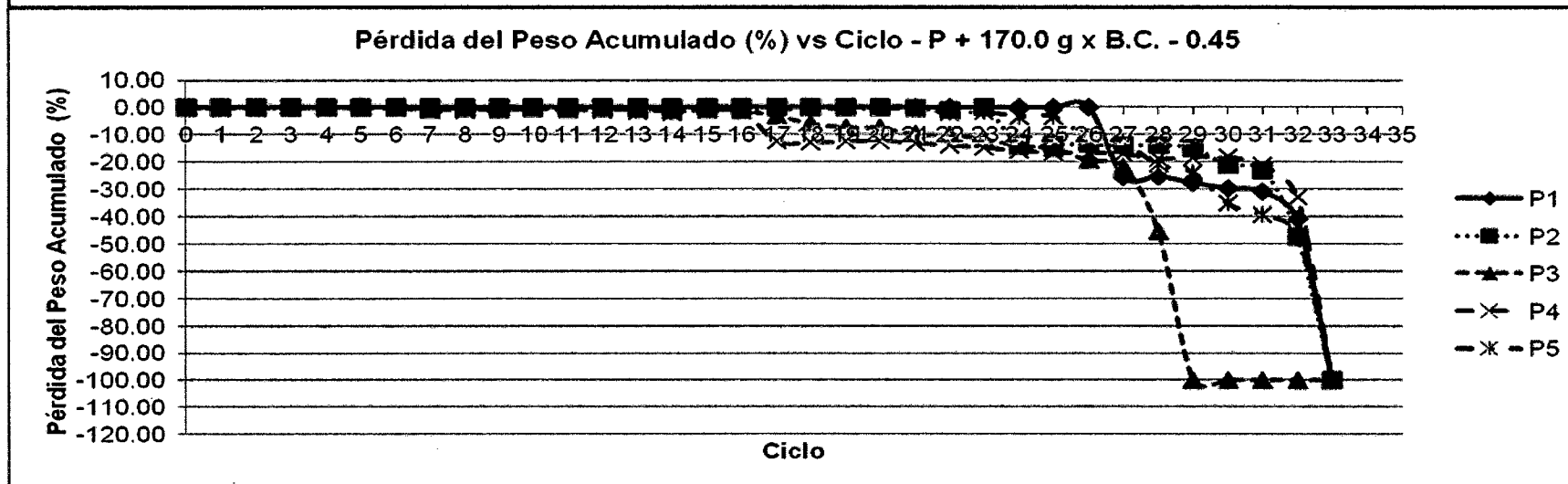
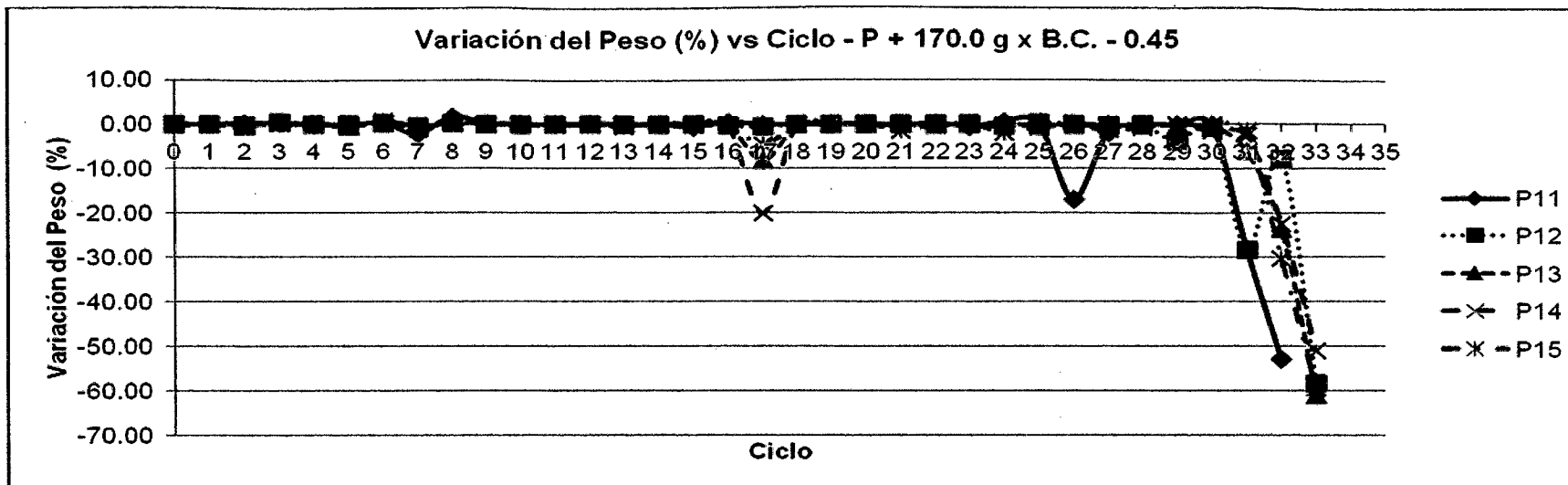


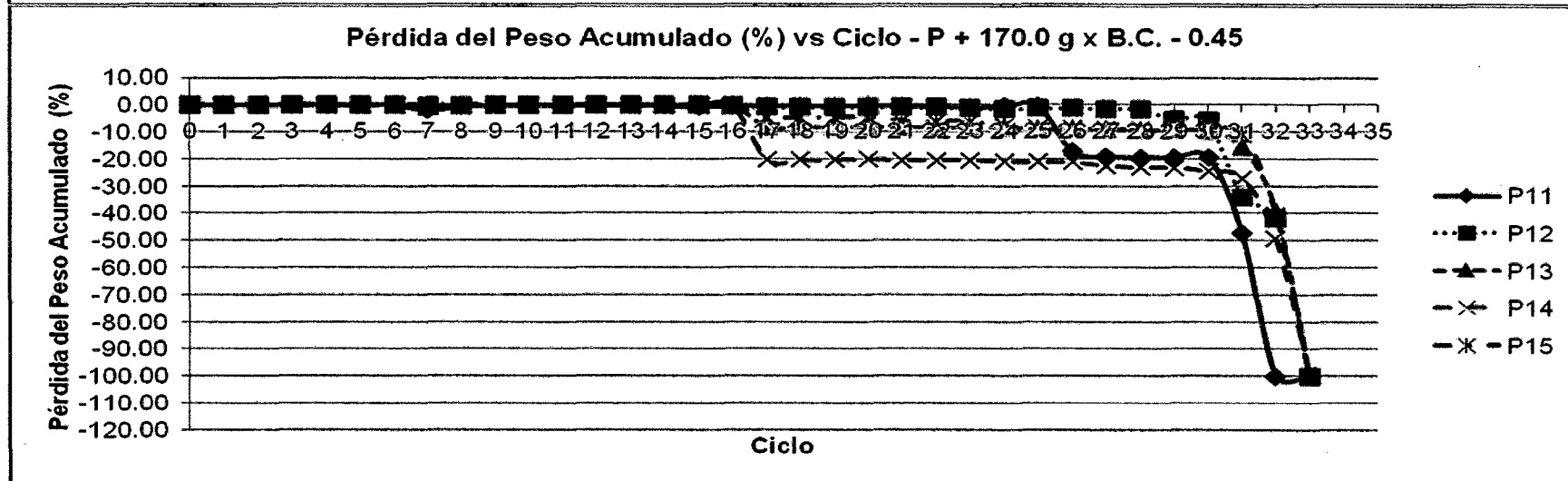
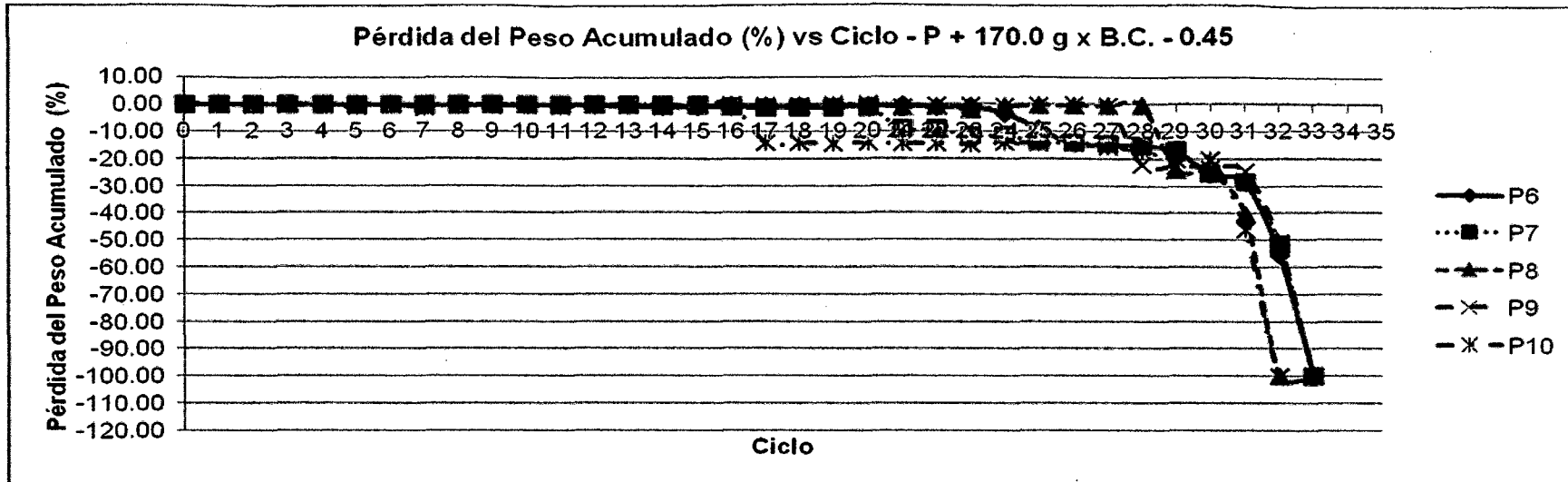
D.5.2.2.2. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 170.0 g x B.C. - 0.45



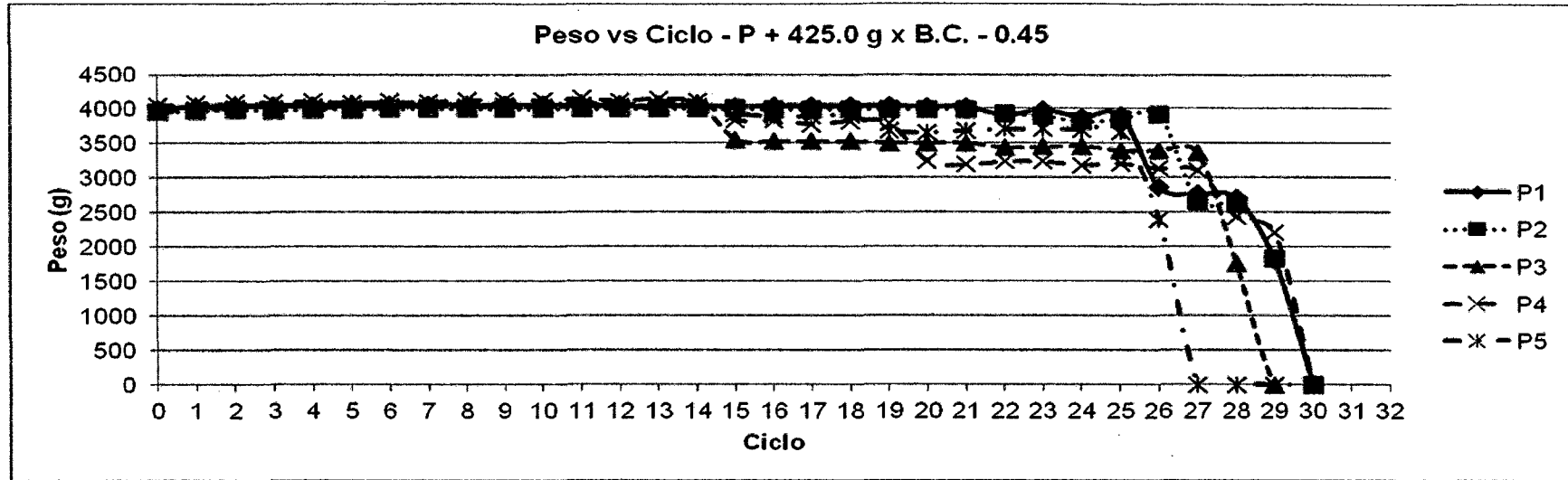


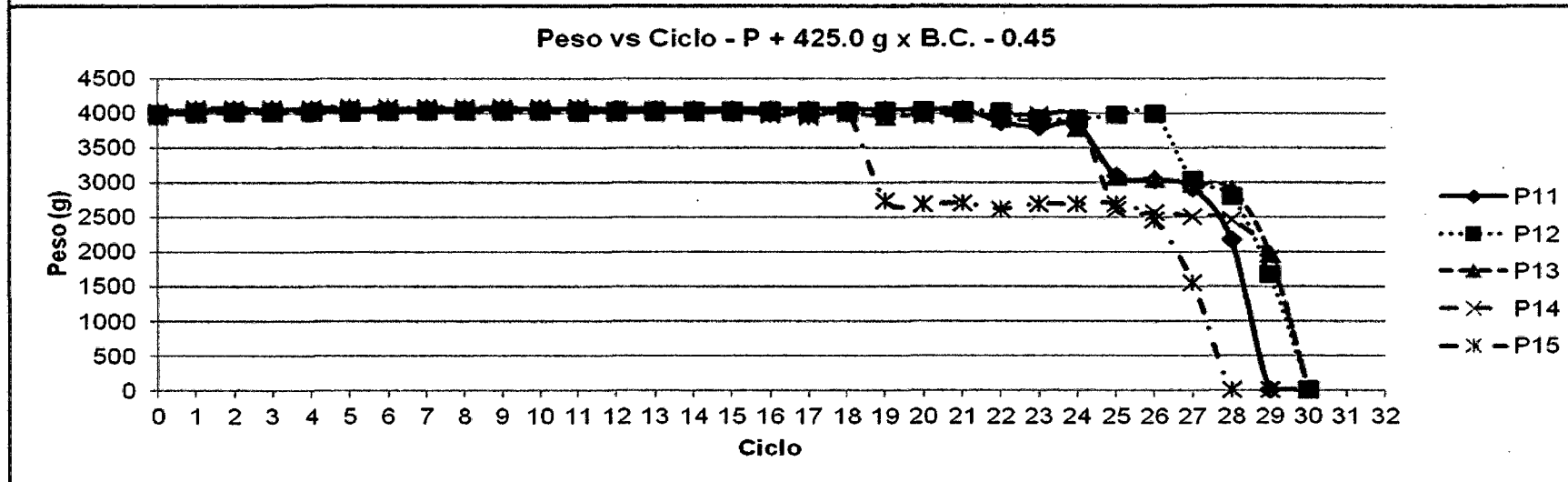
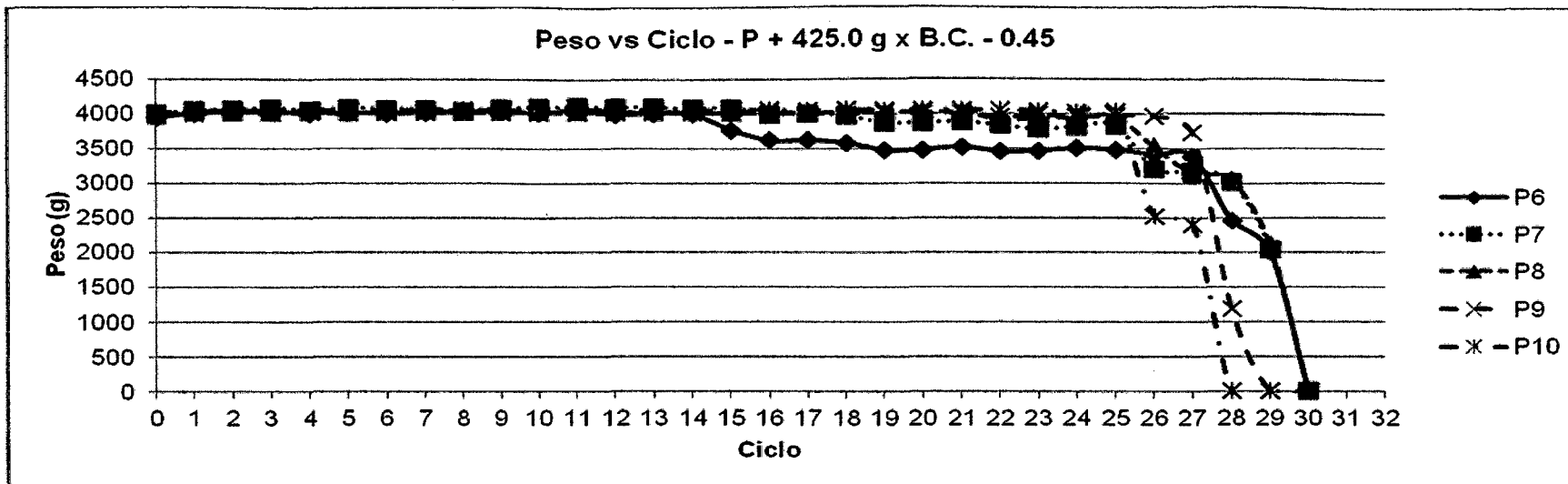


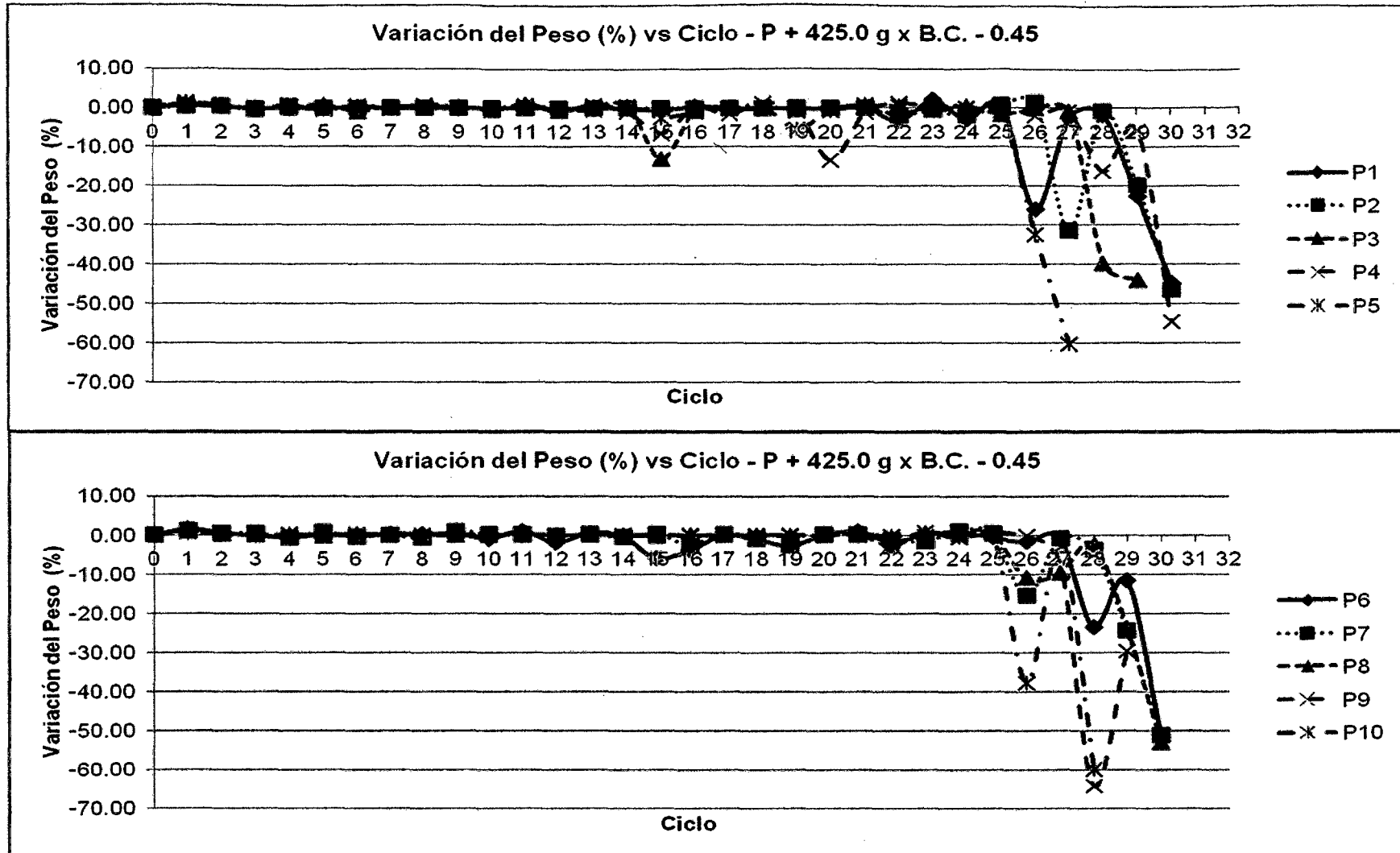




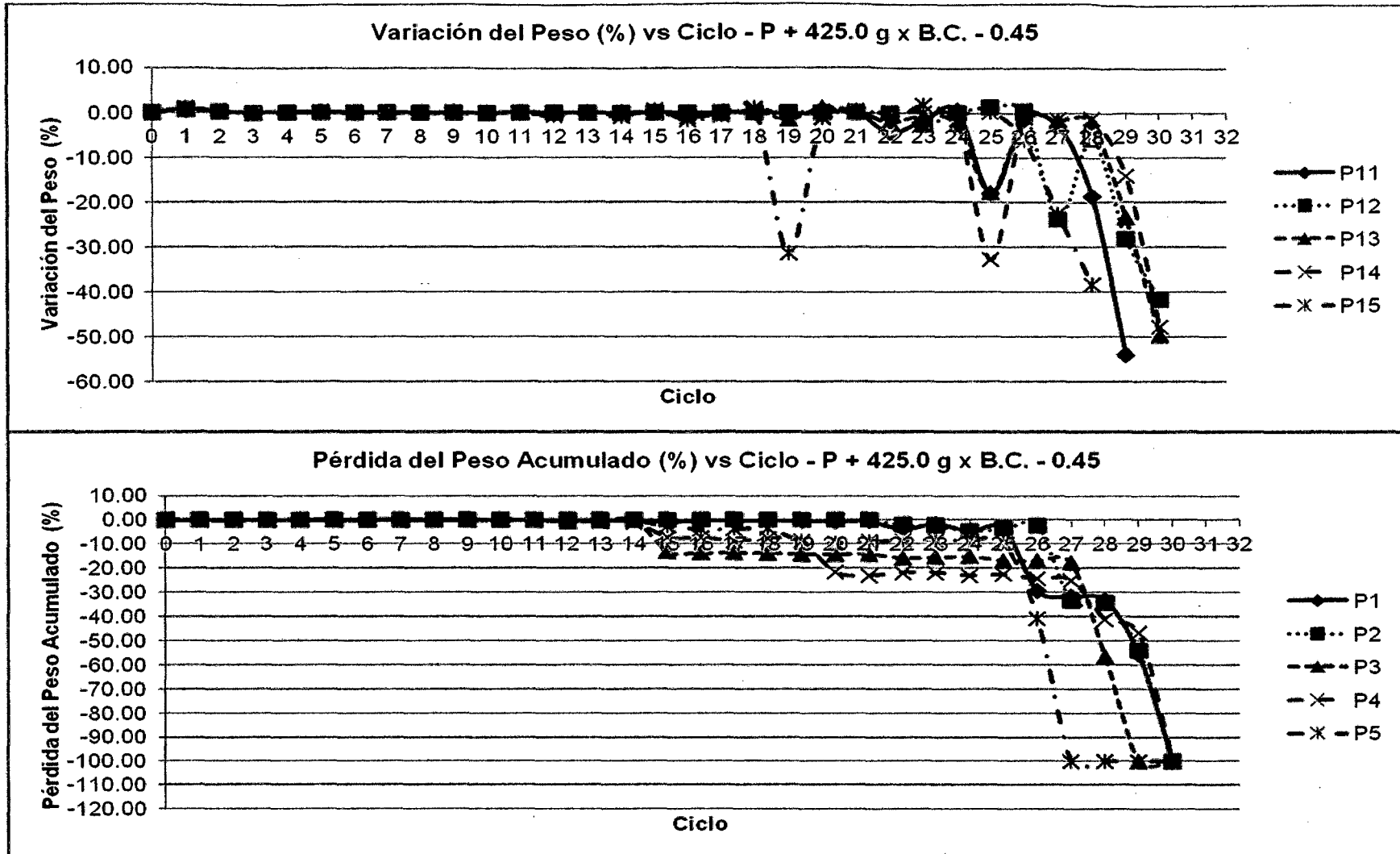
D.5.2.2.3. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 425.0 g x B.C - 0.45

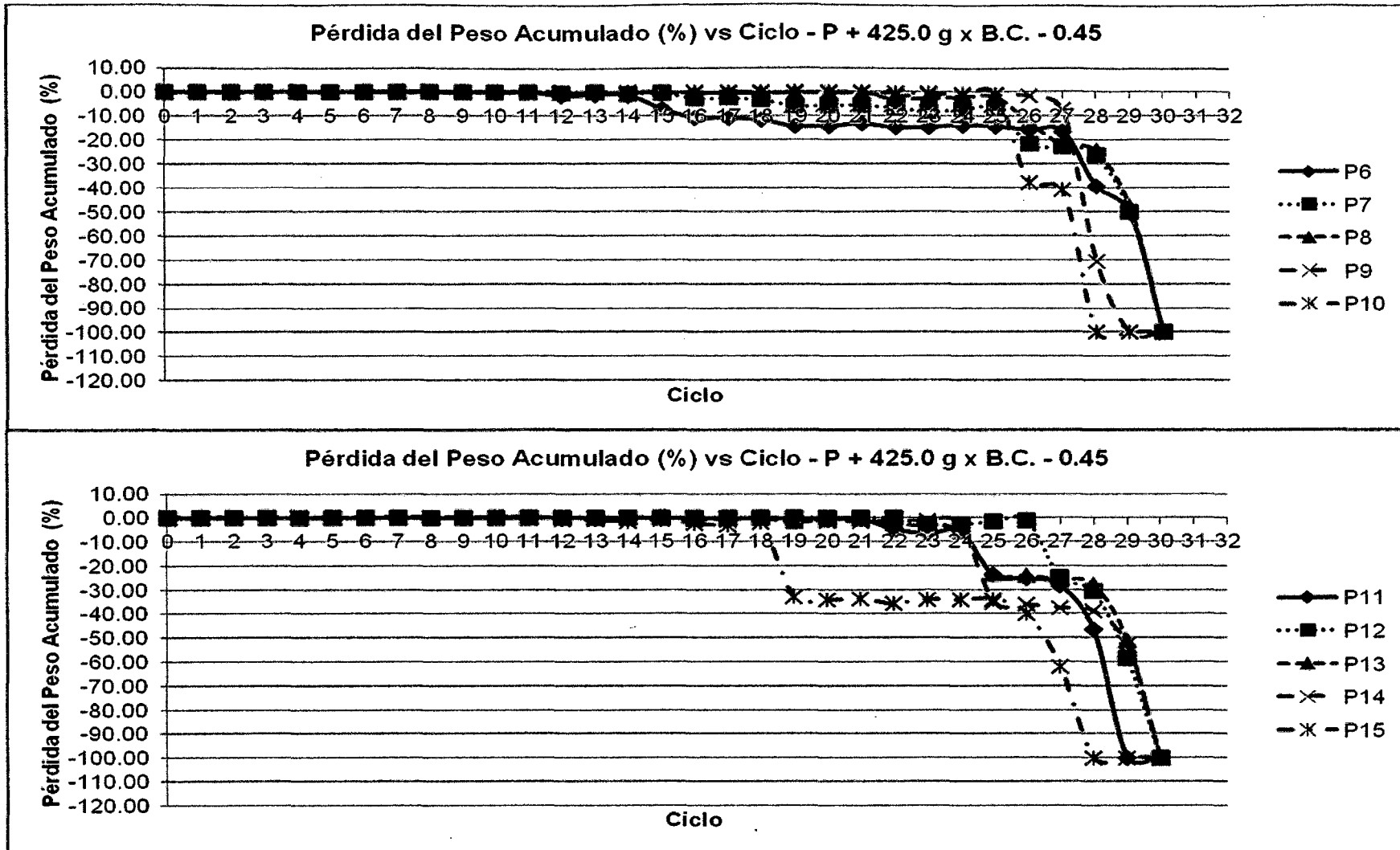




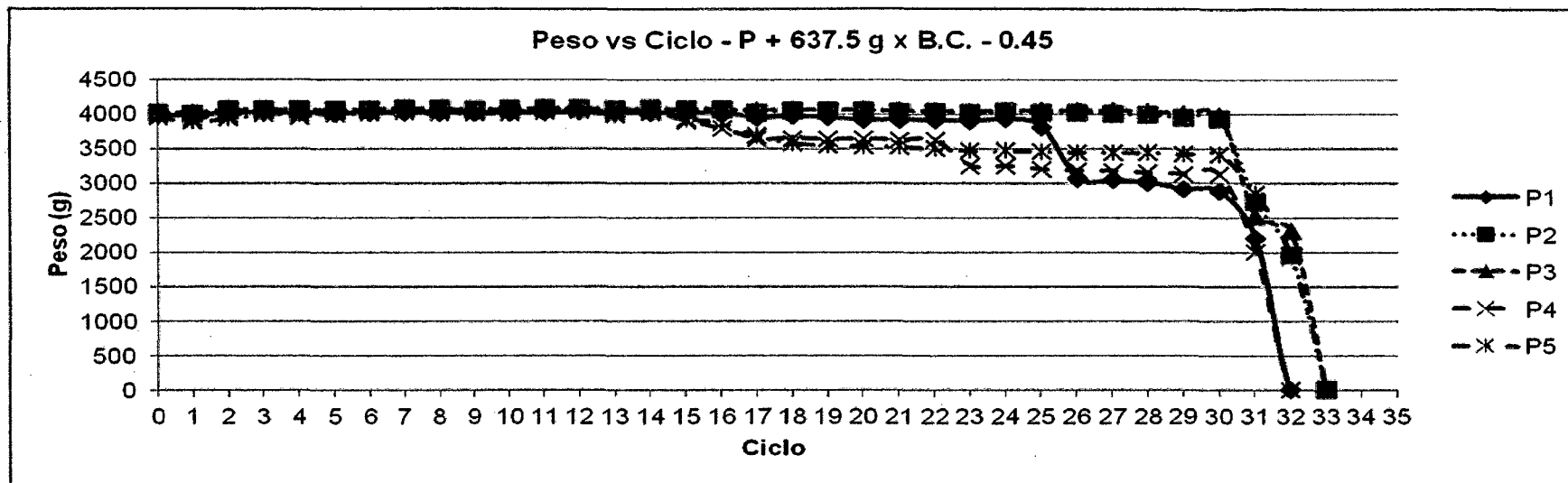


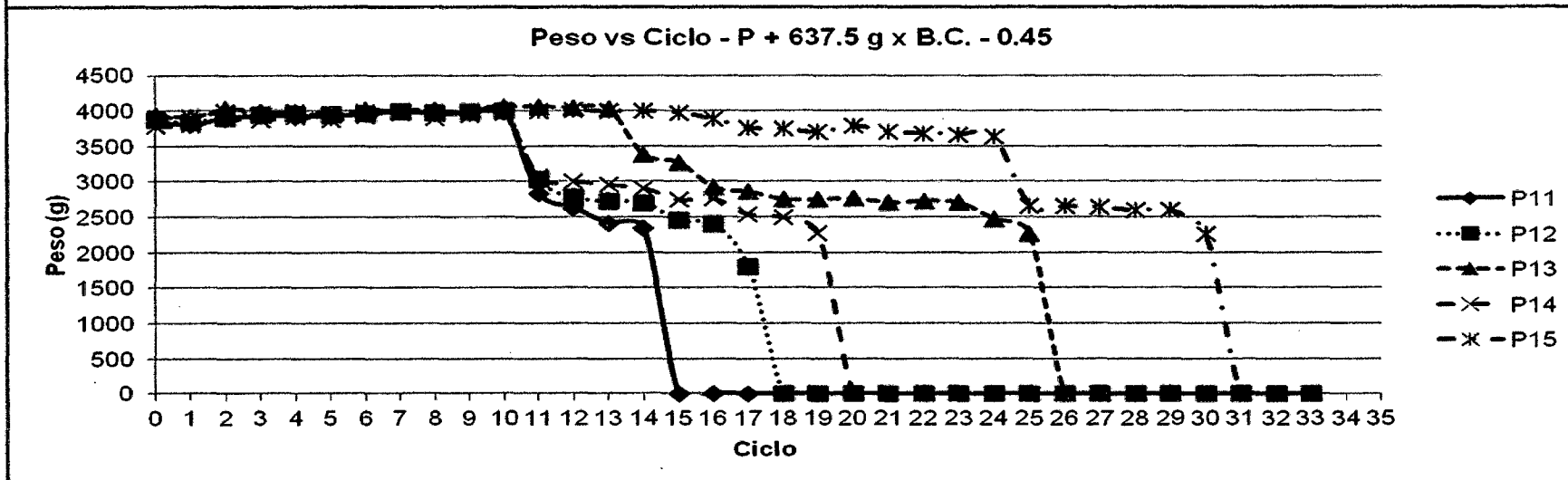
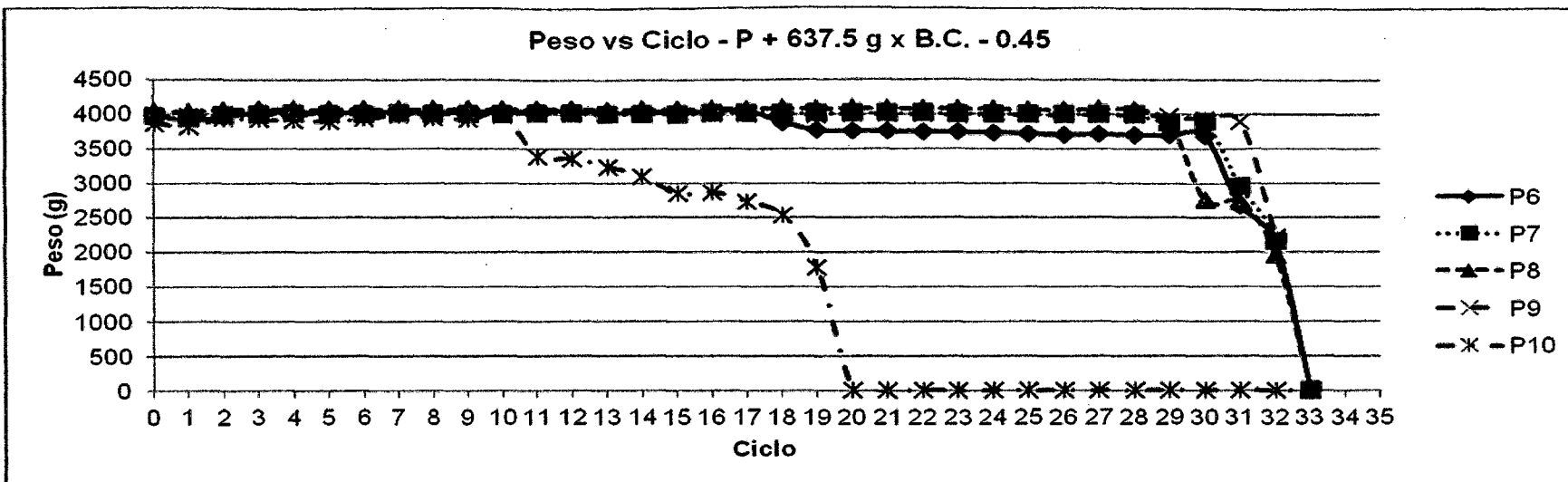


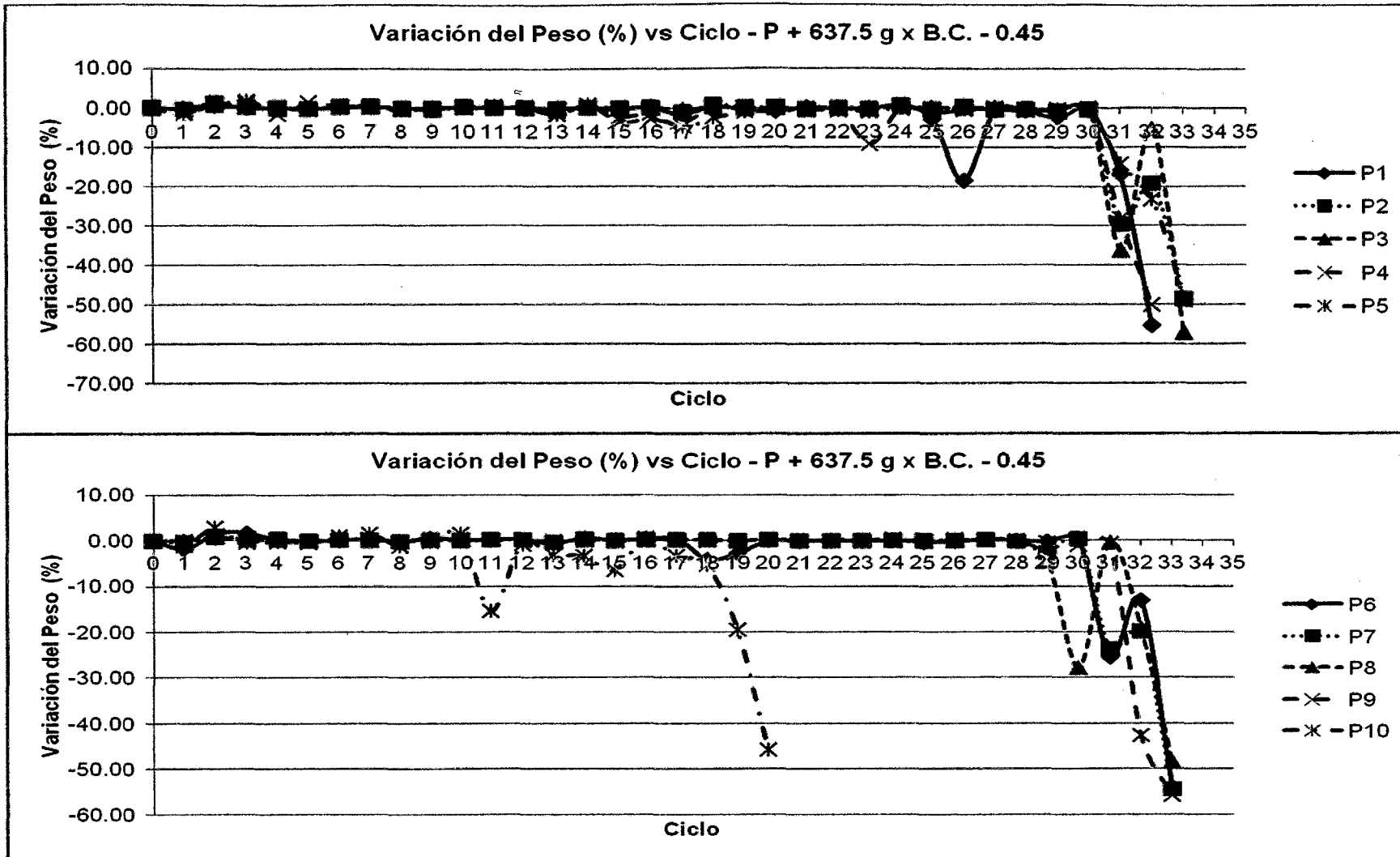


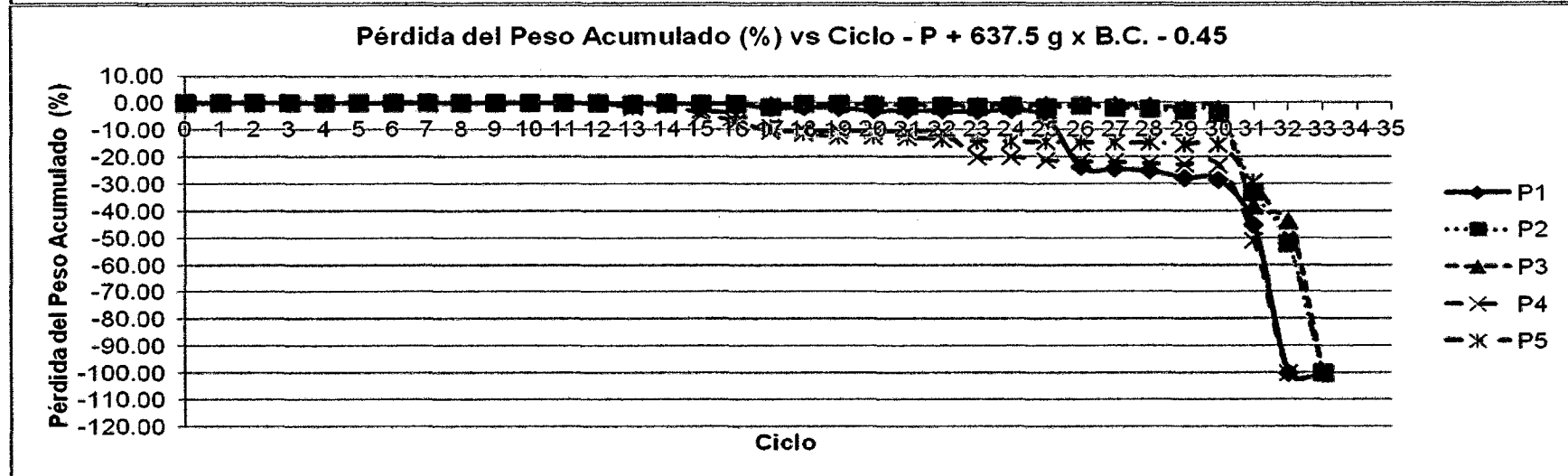
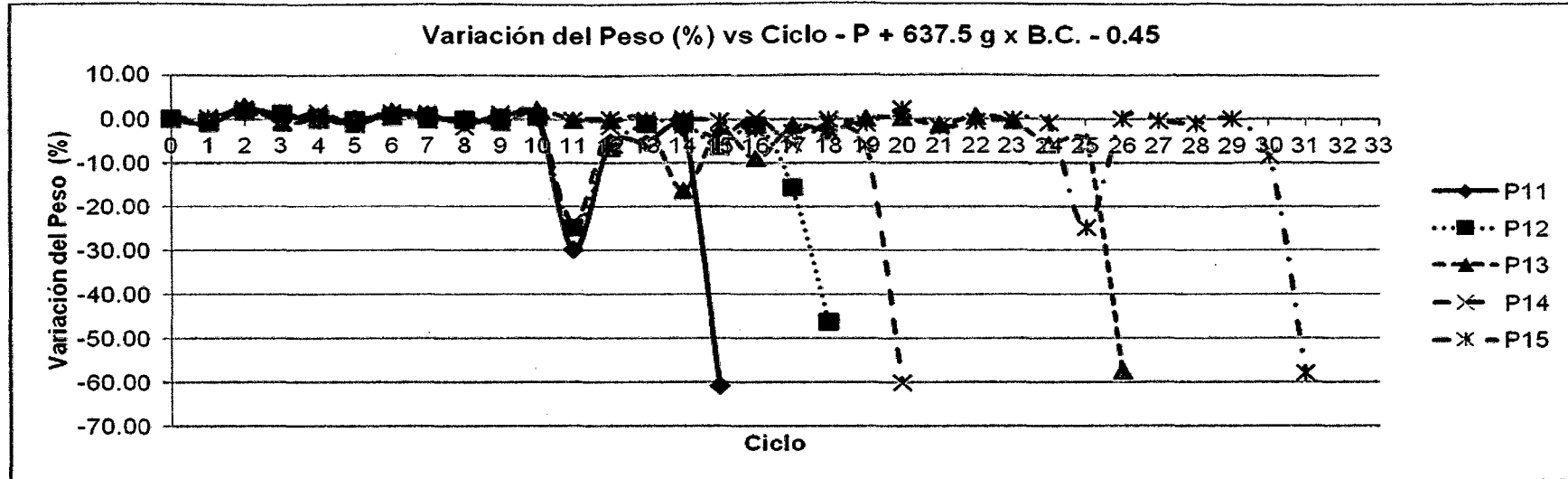


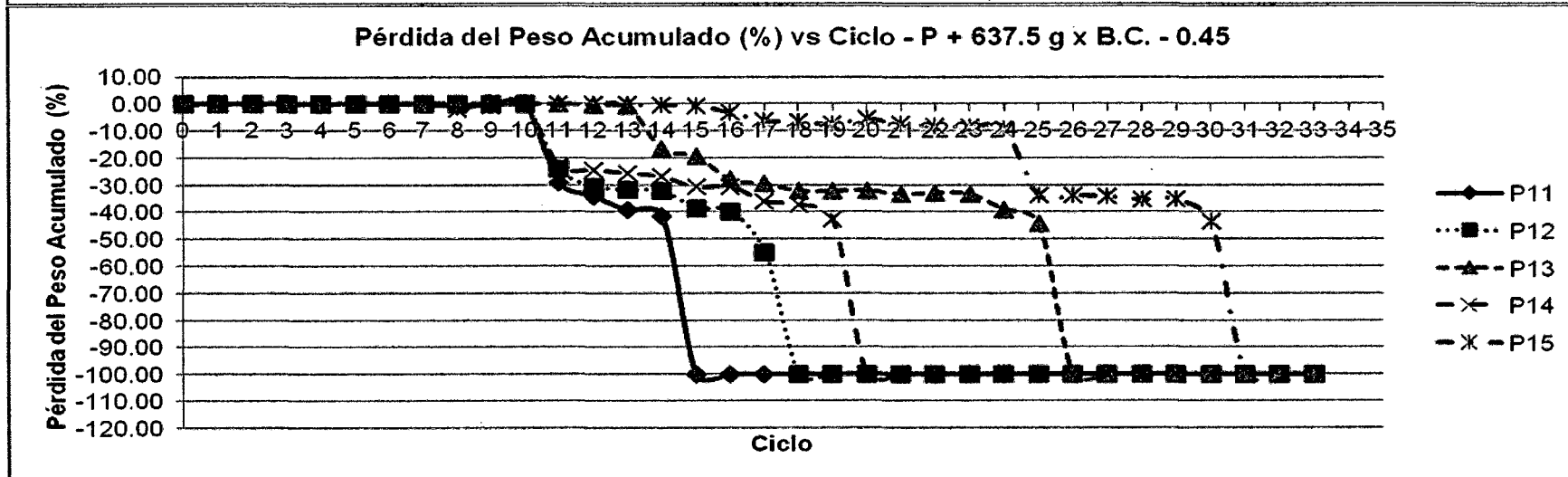
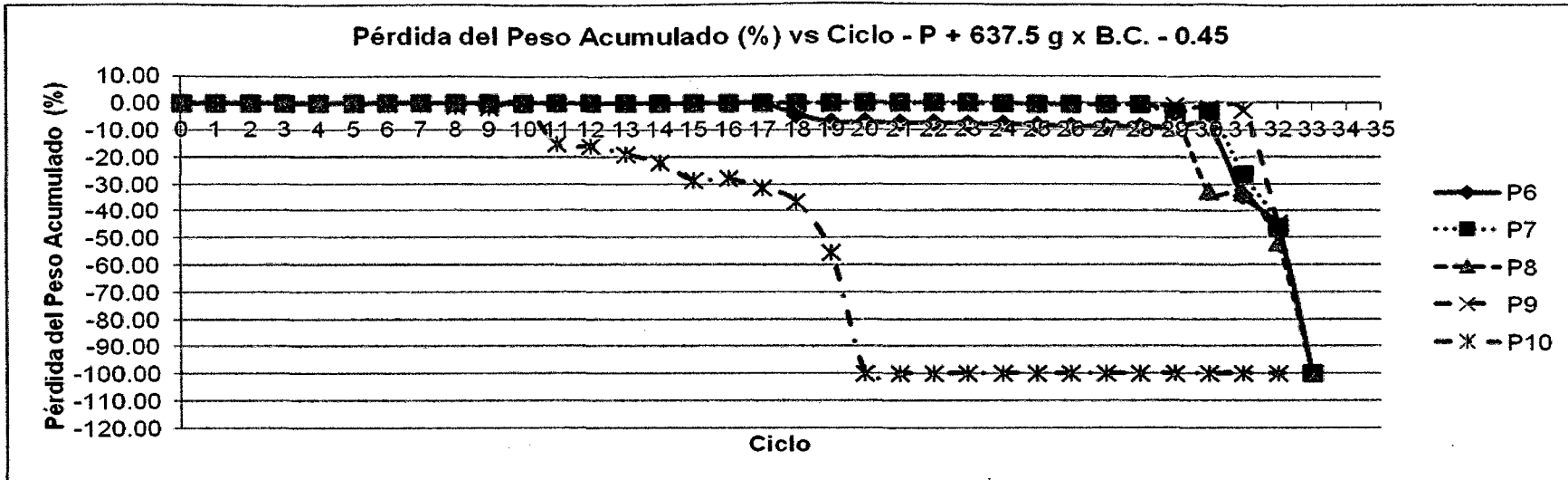
D.5.2.2.4. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 637.5 g x B.C - 0.45





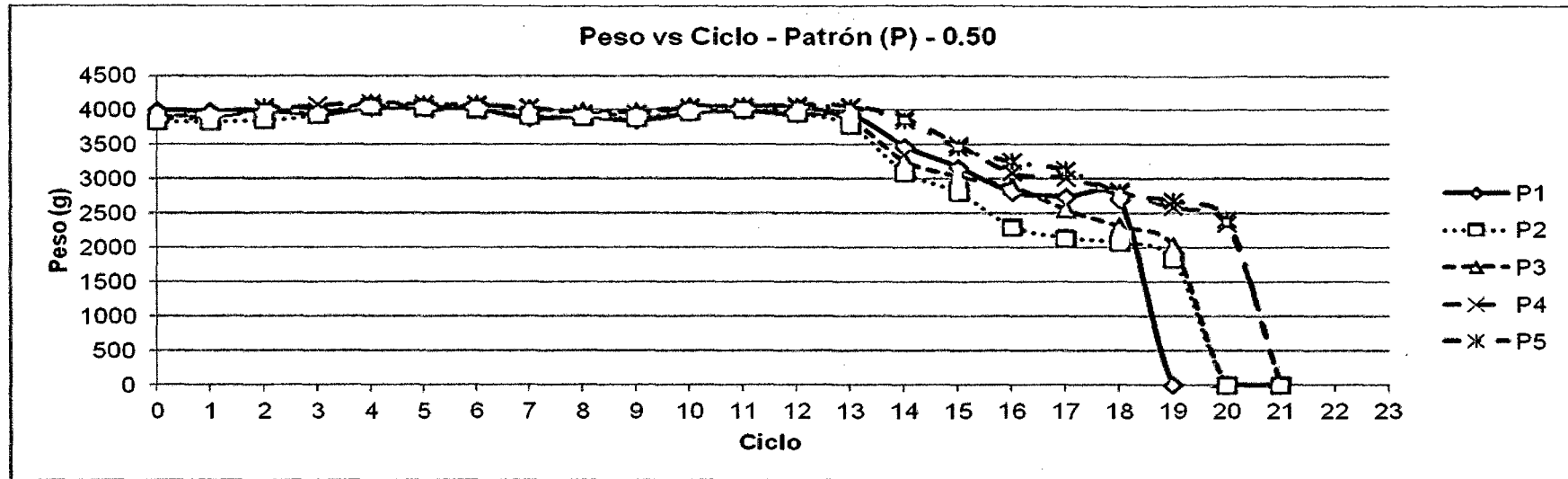




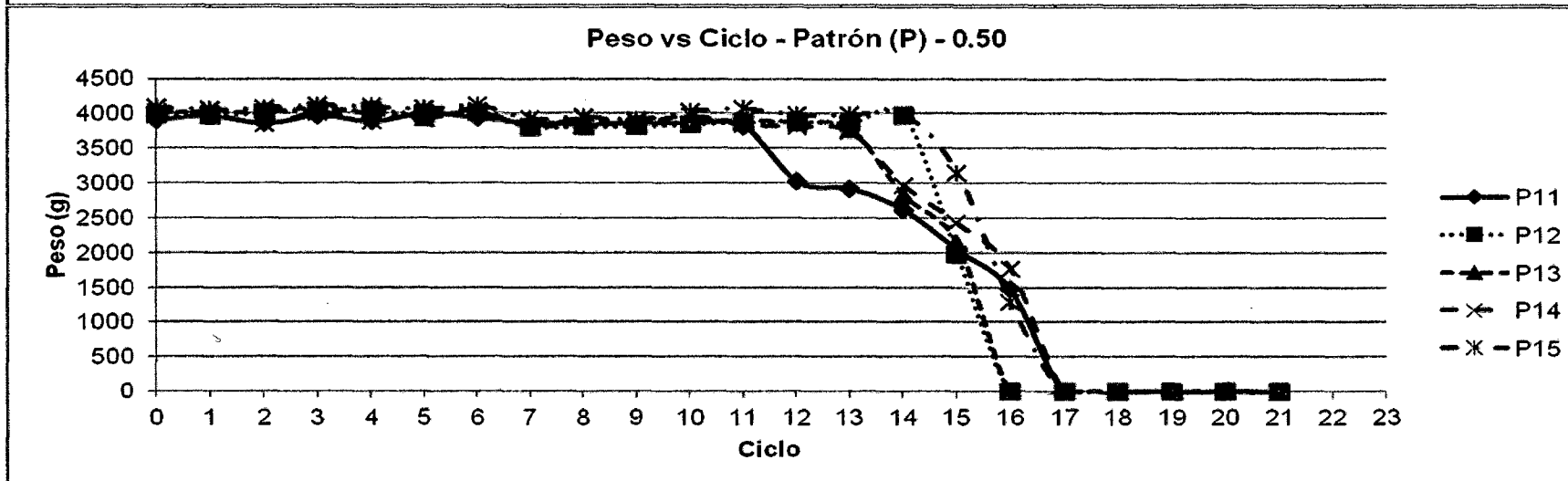
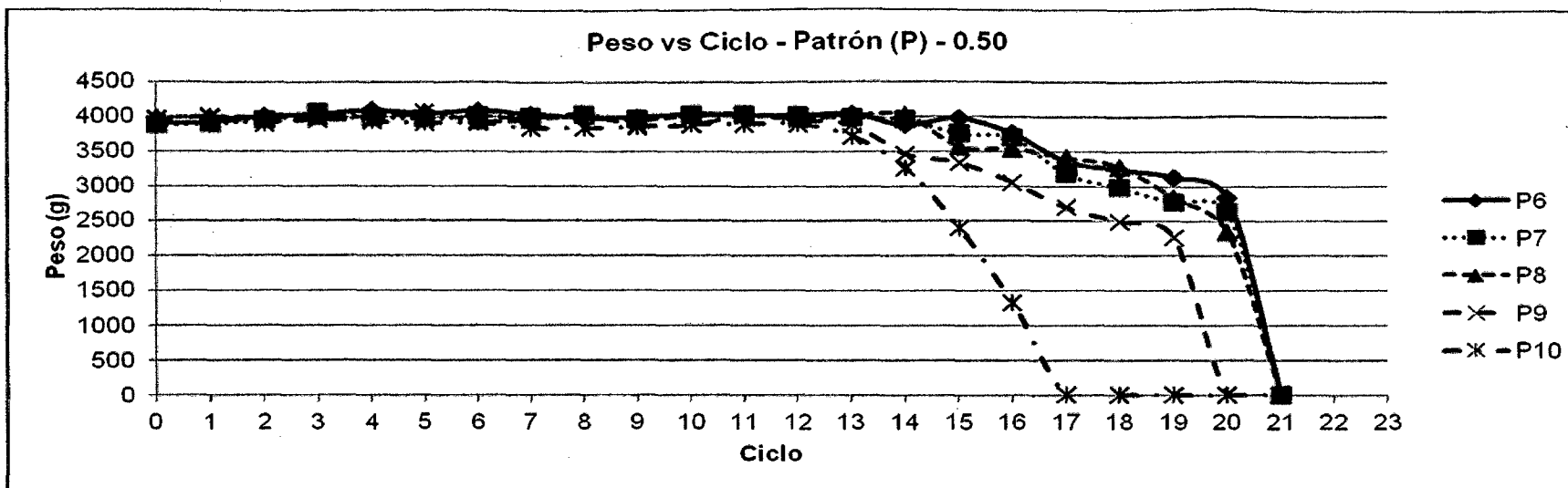


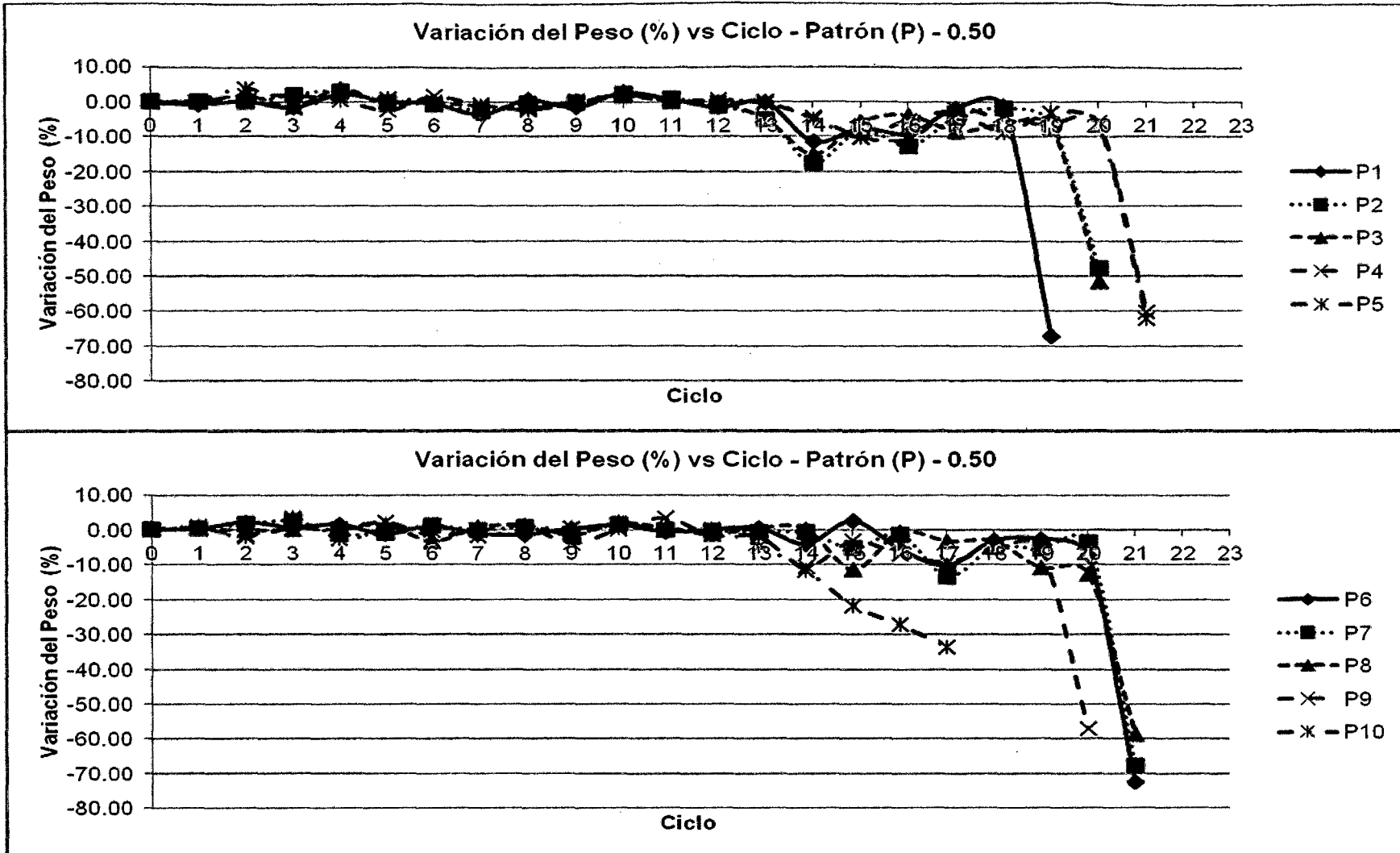
D.5.2.3. Relación a/c=0.50

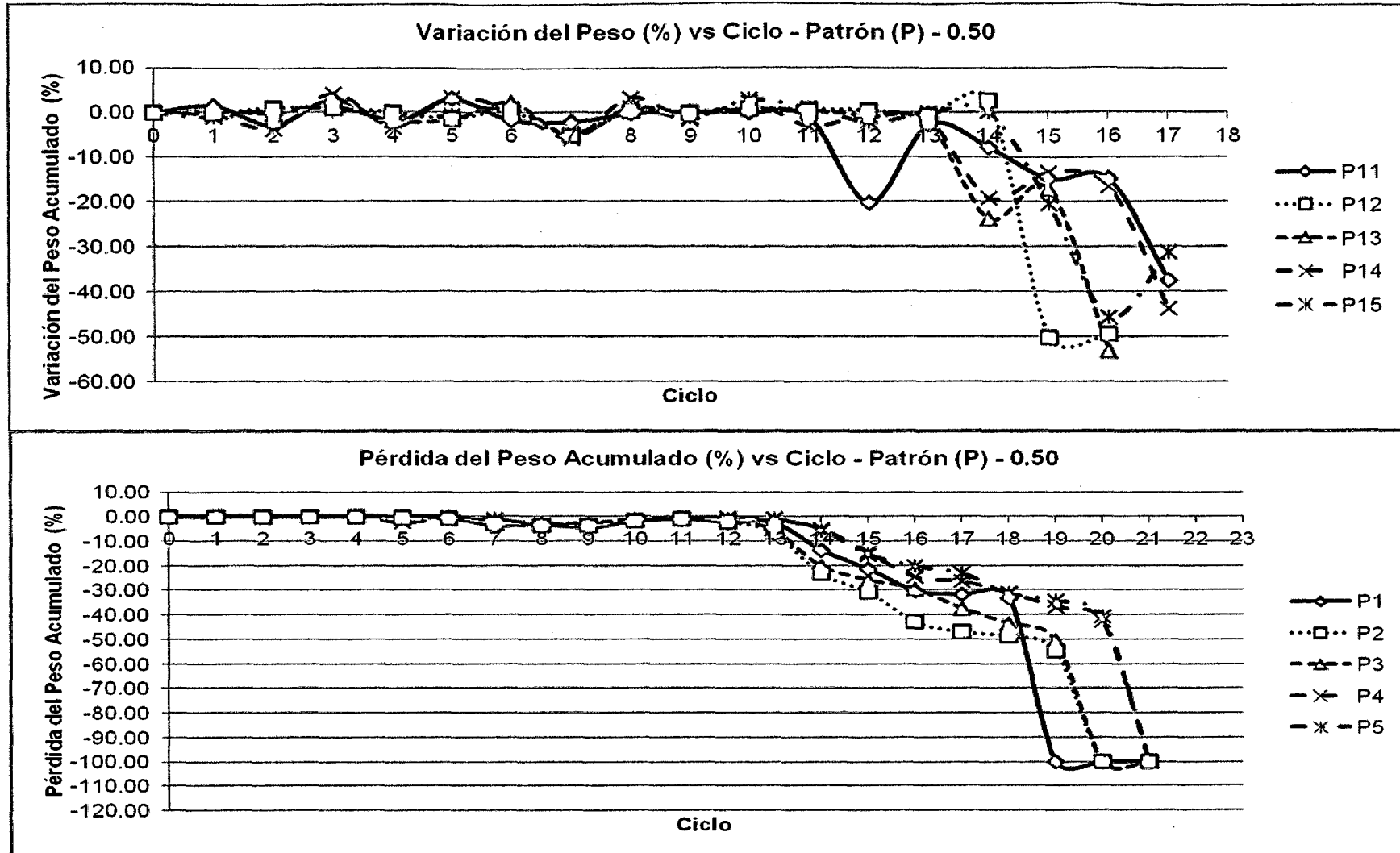
D.5.2.3.1. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño Patrón (P) – 0.50

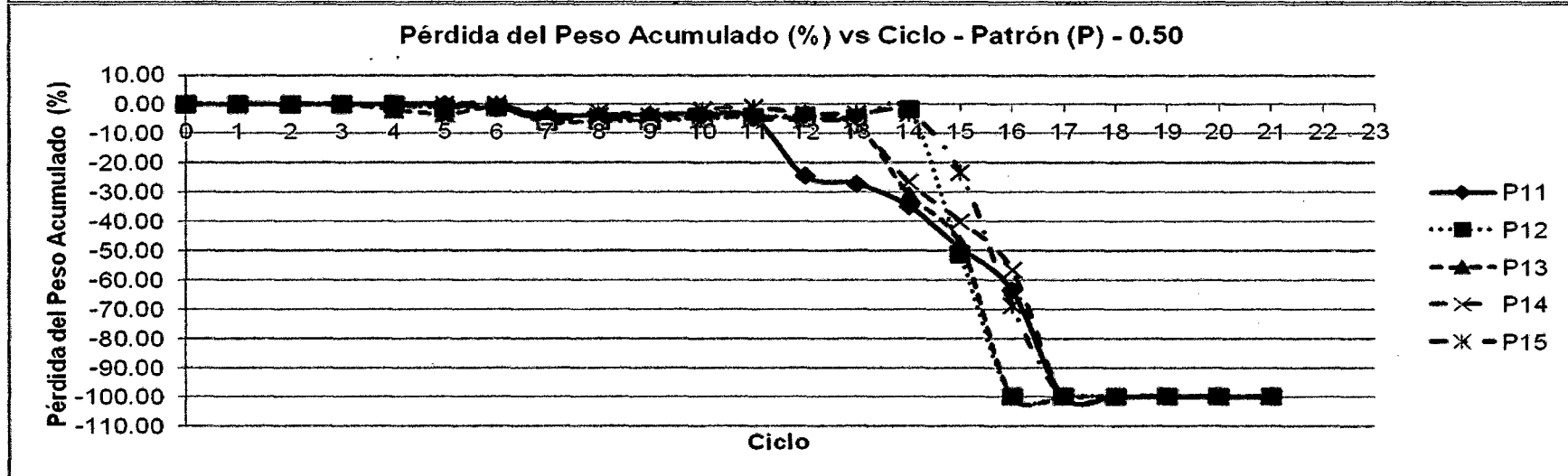
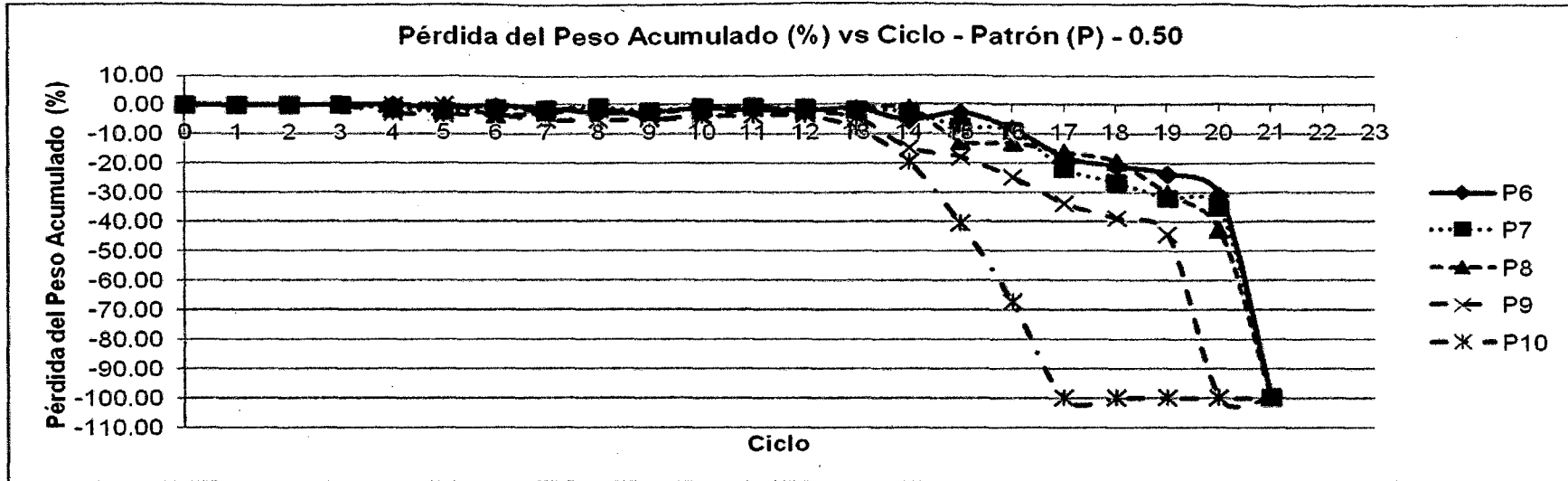




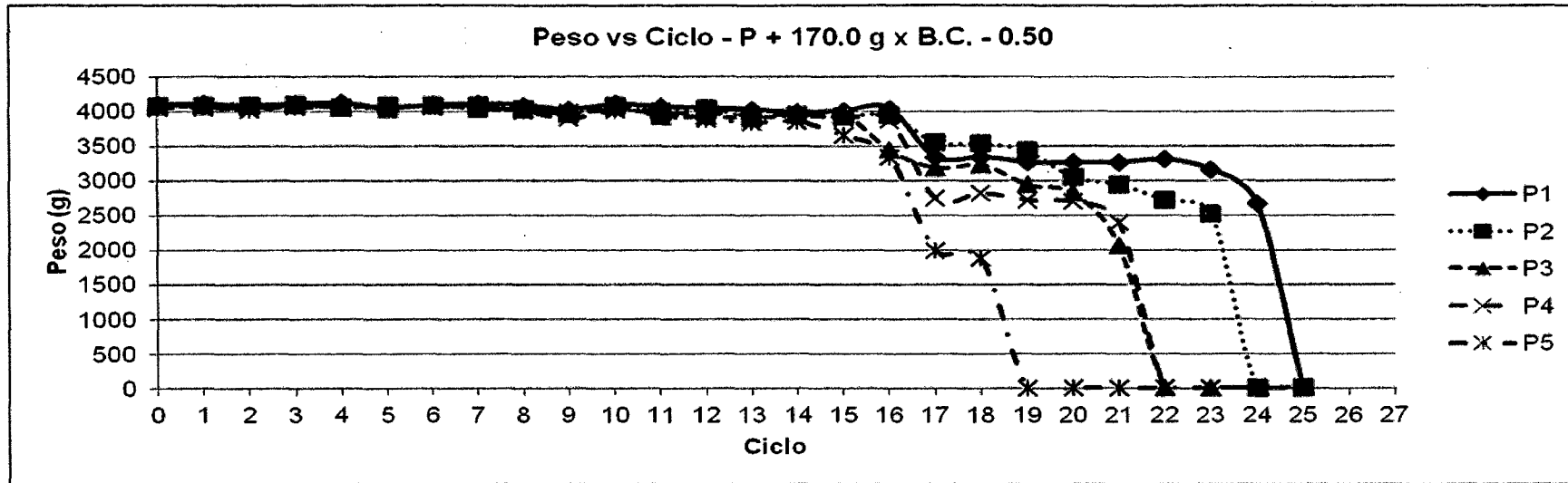


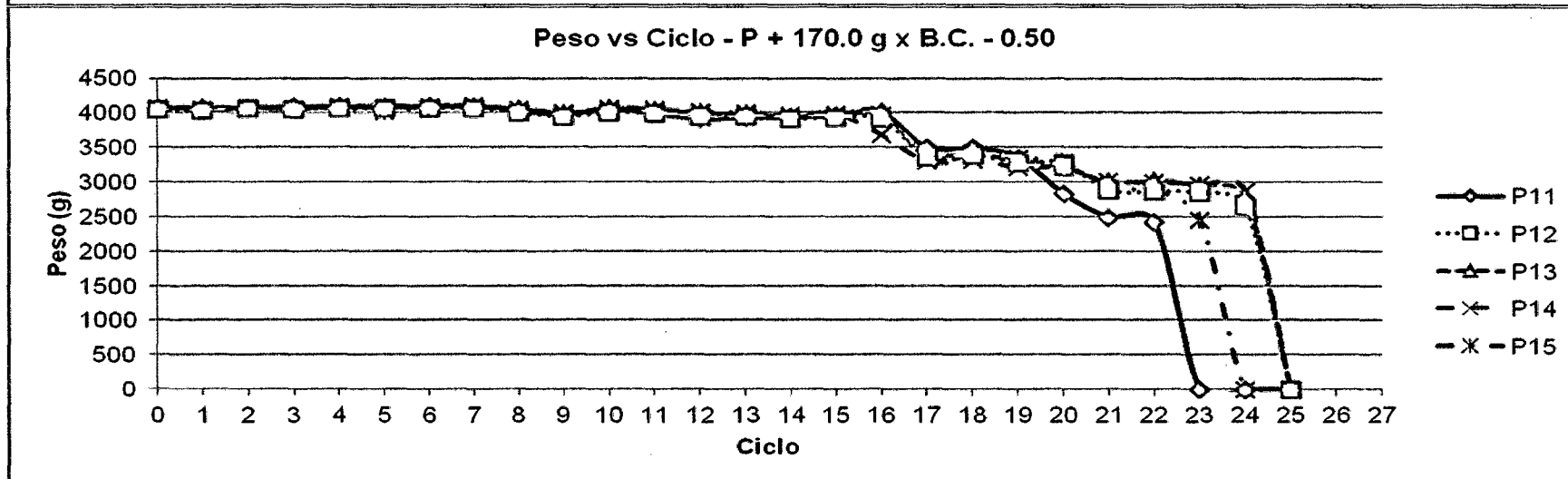
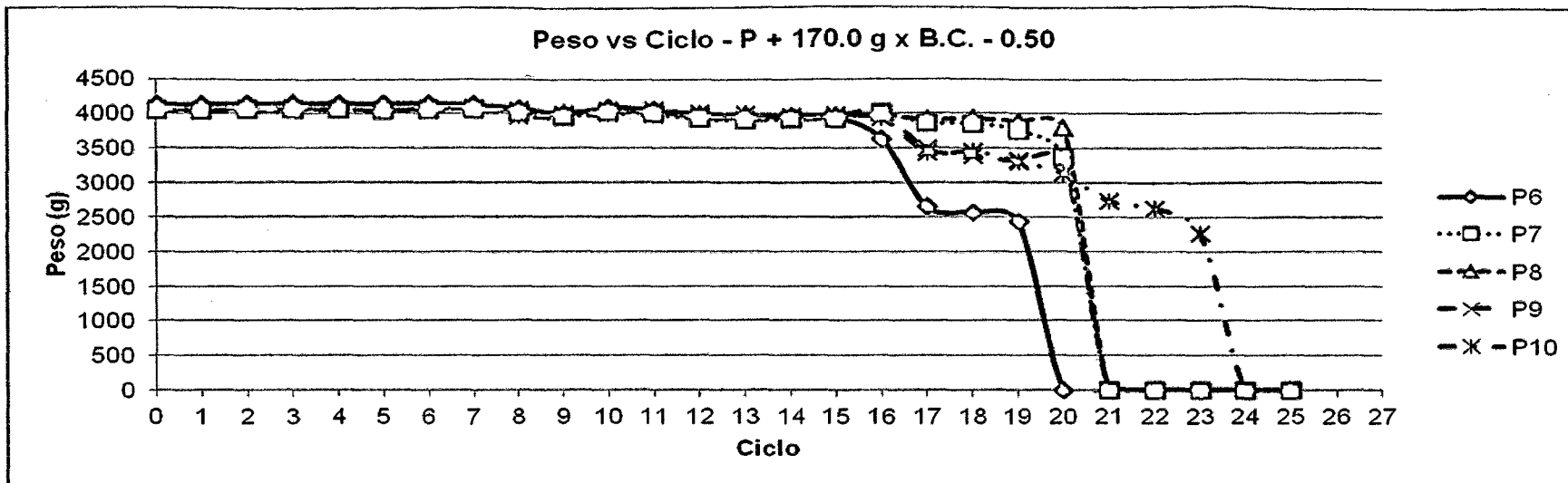


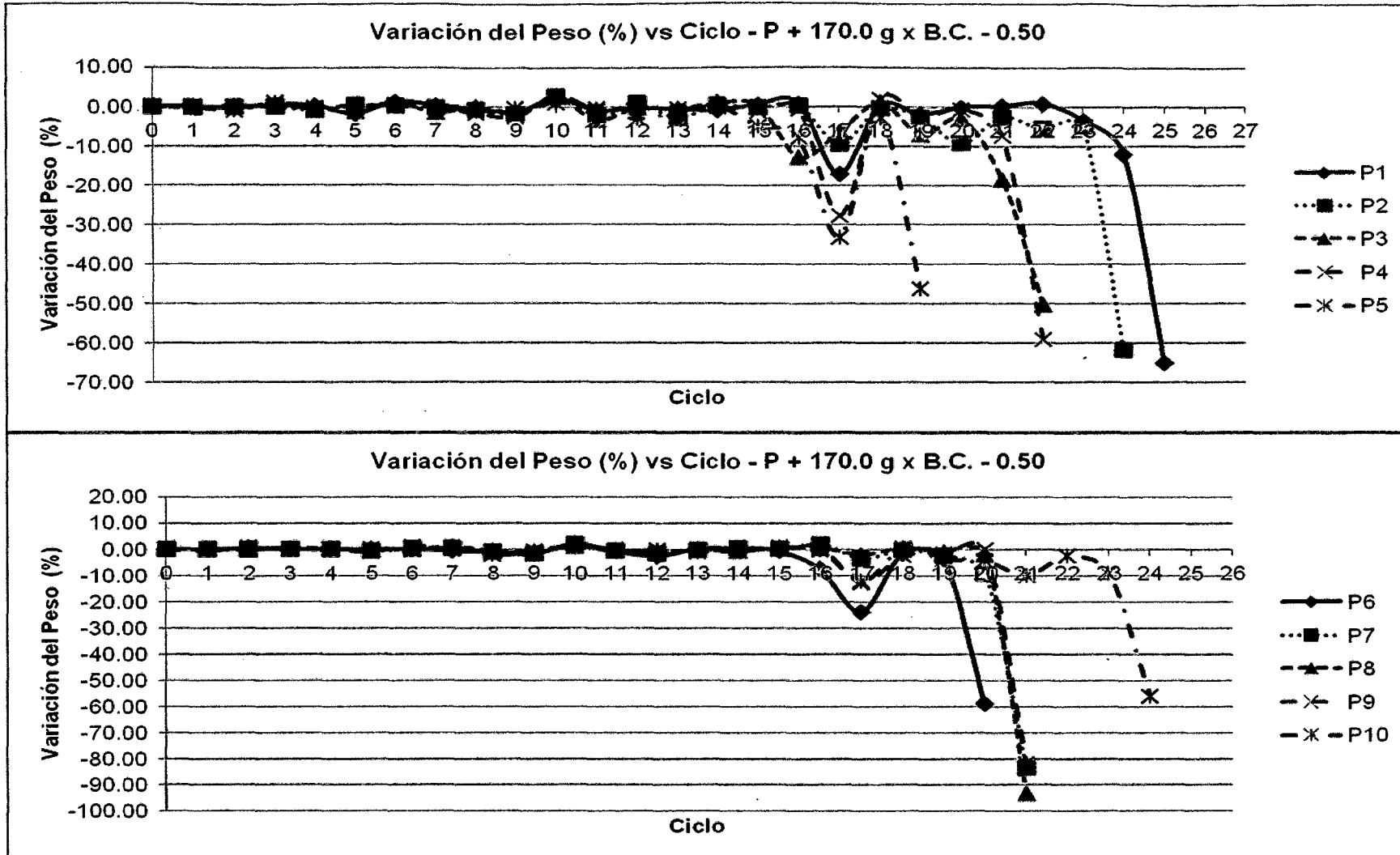


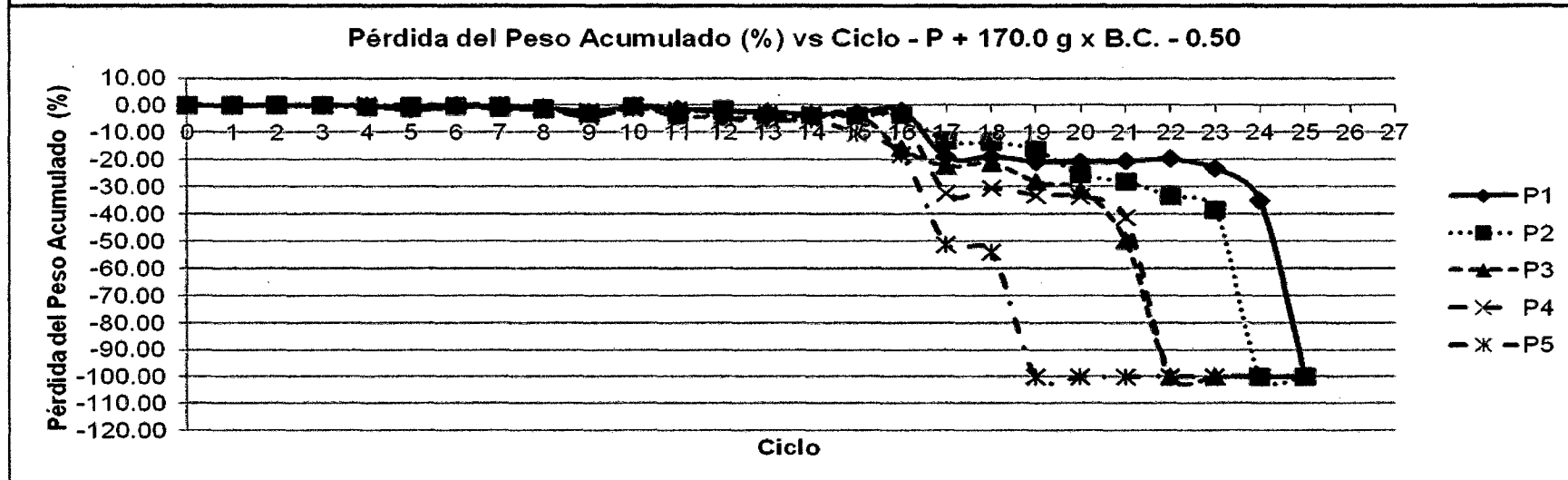
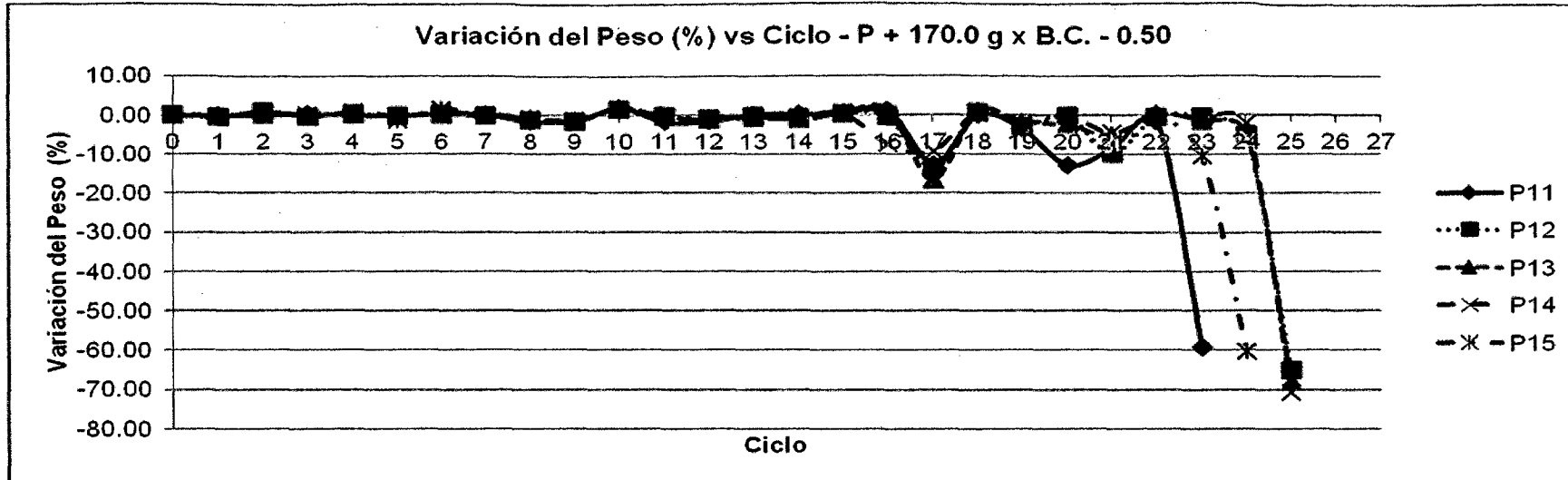


D.5.2.3.2. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 170.0 g x B.C - 0.50

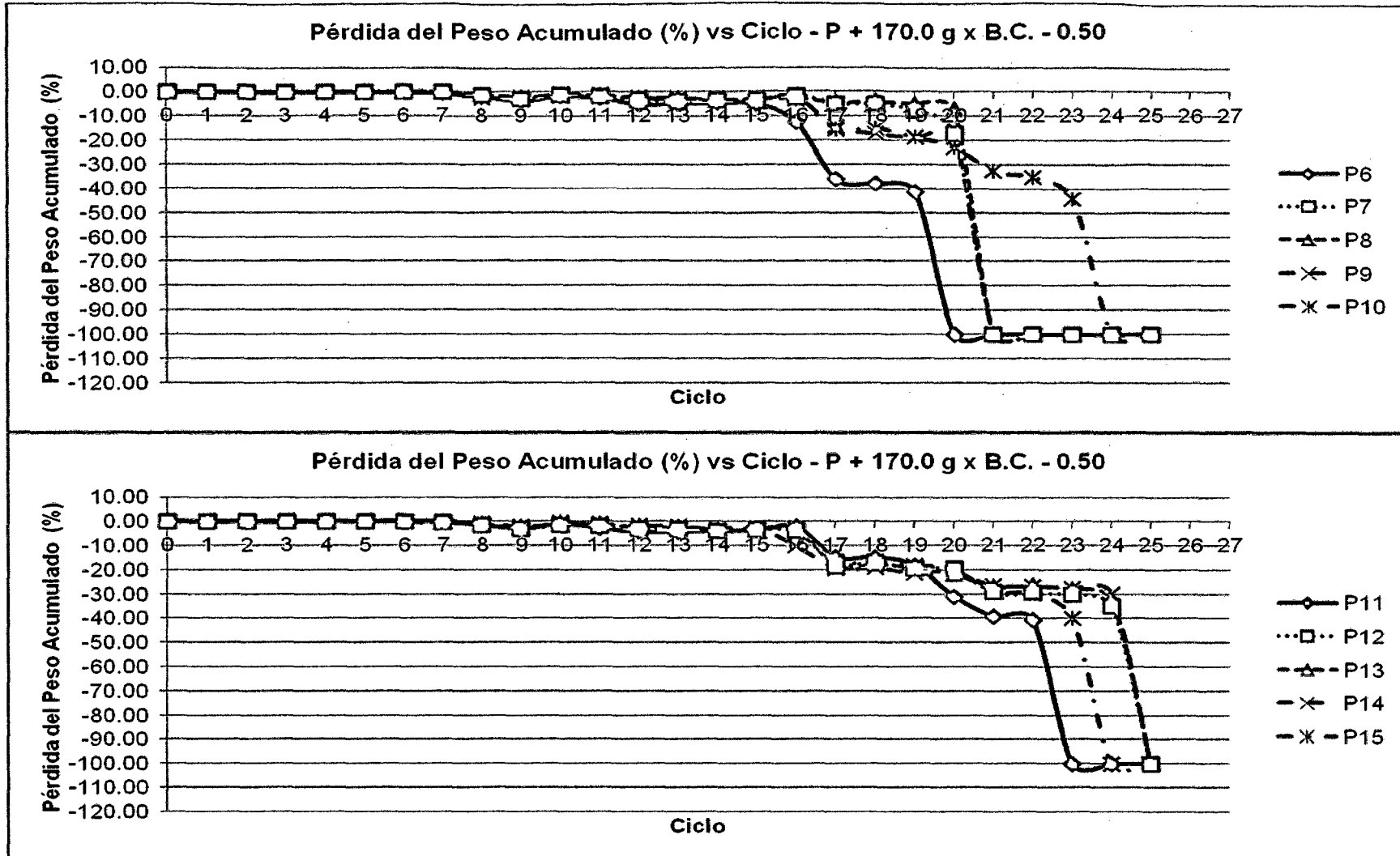




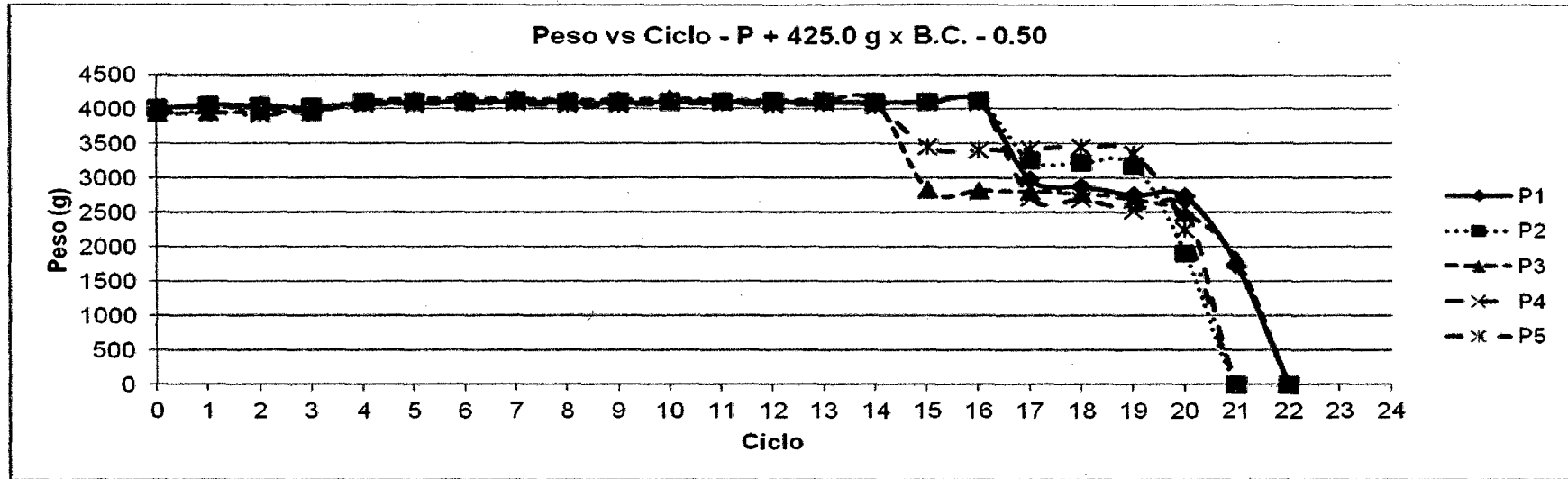


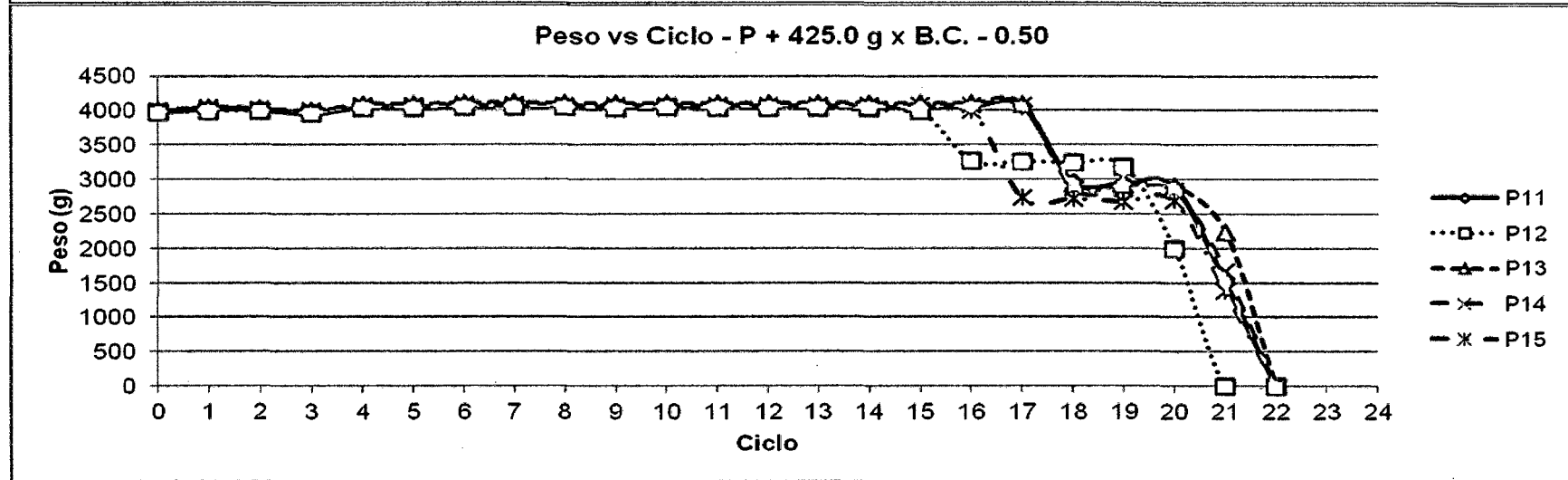
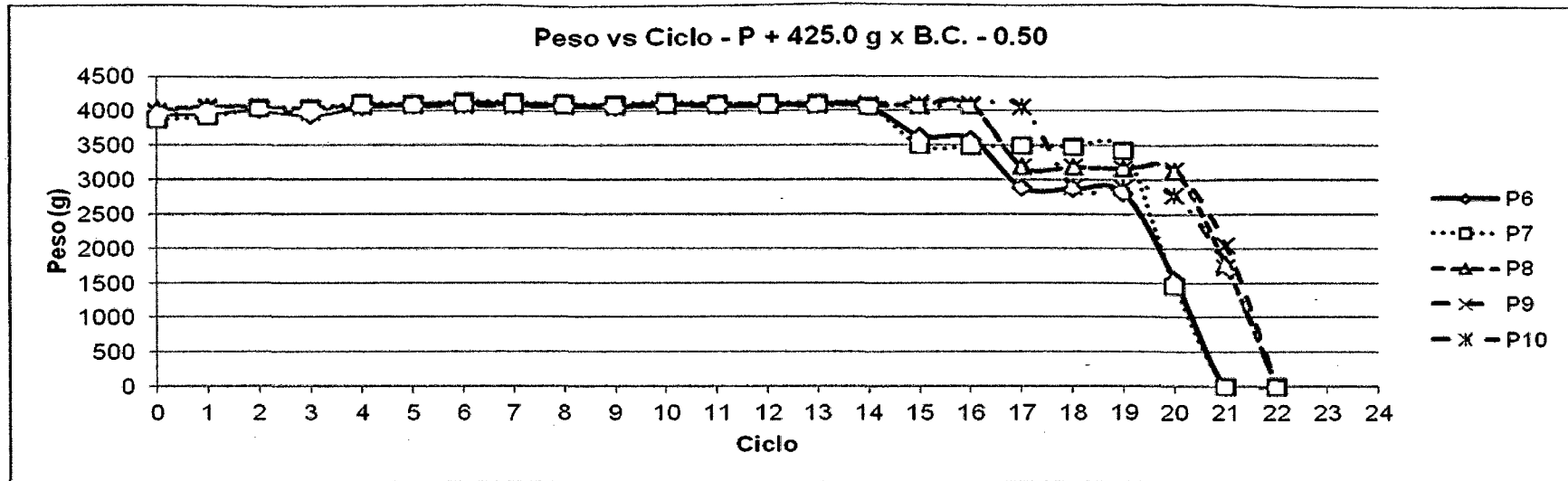


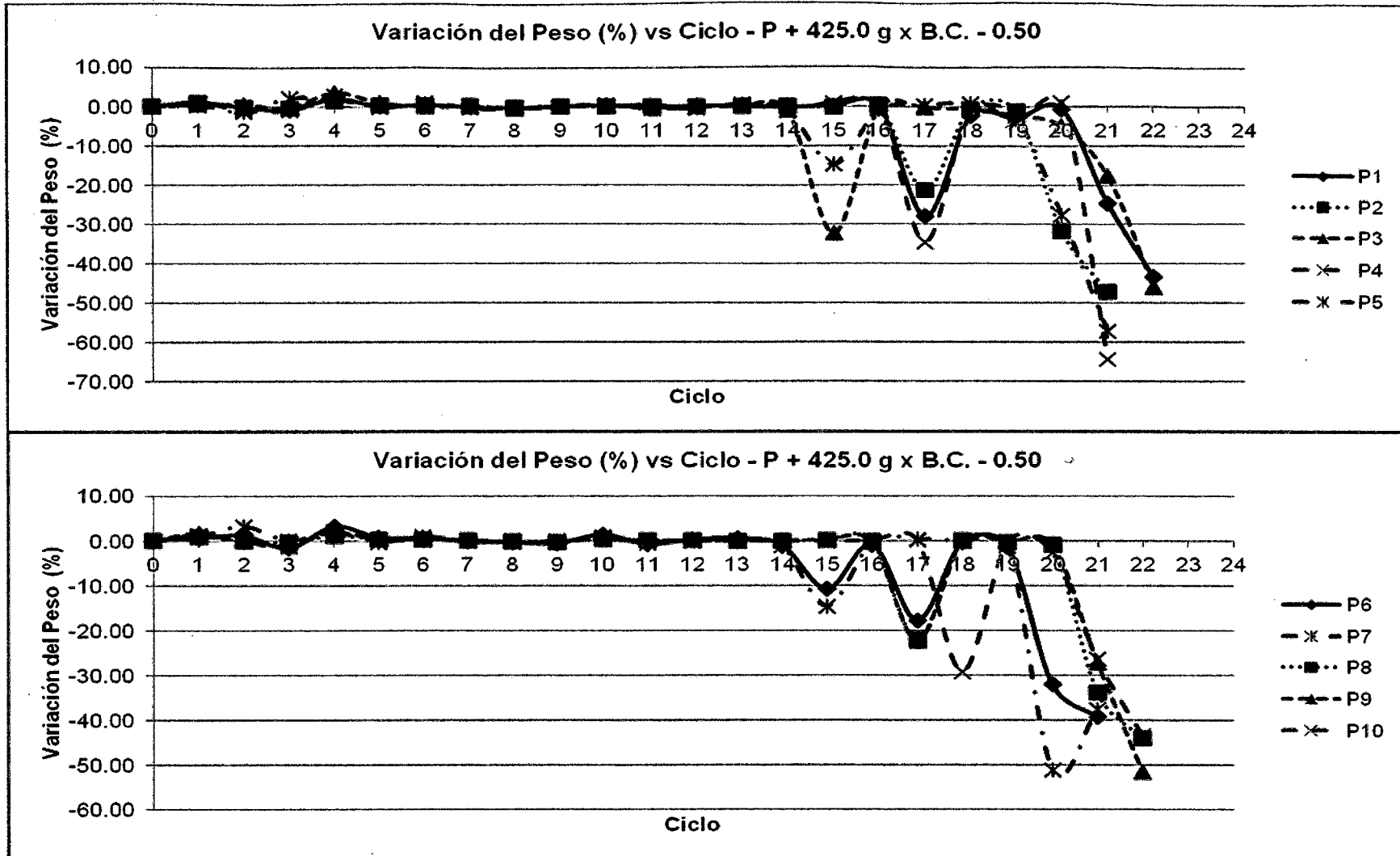


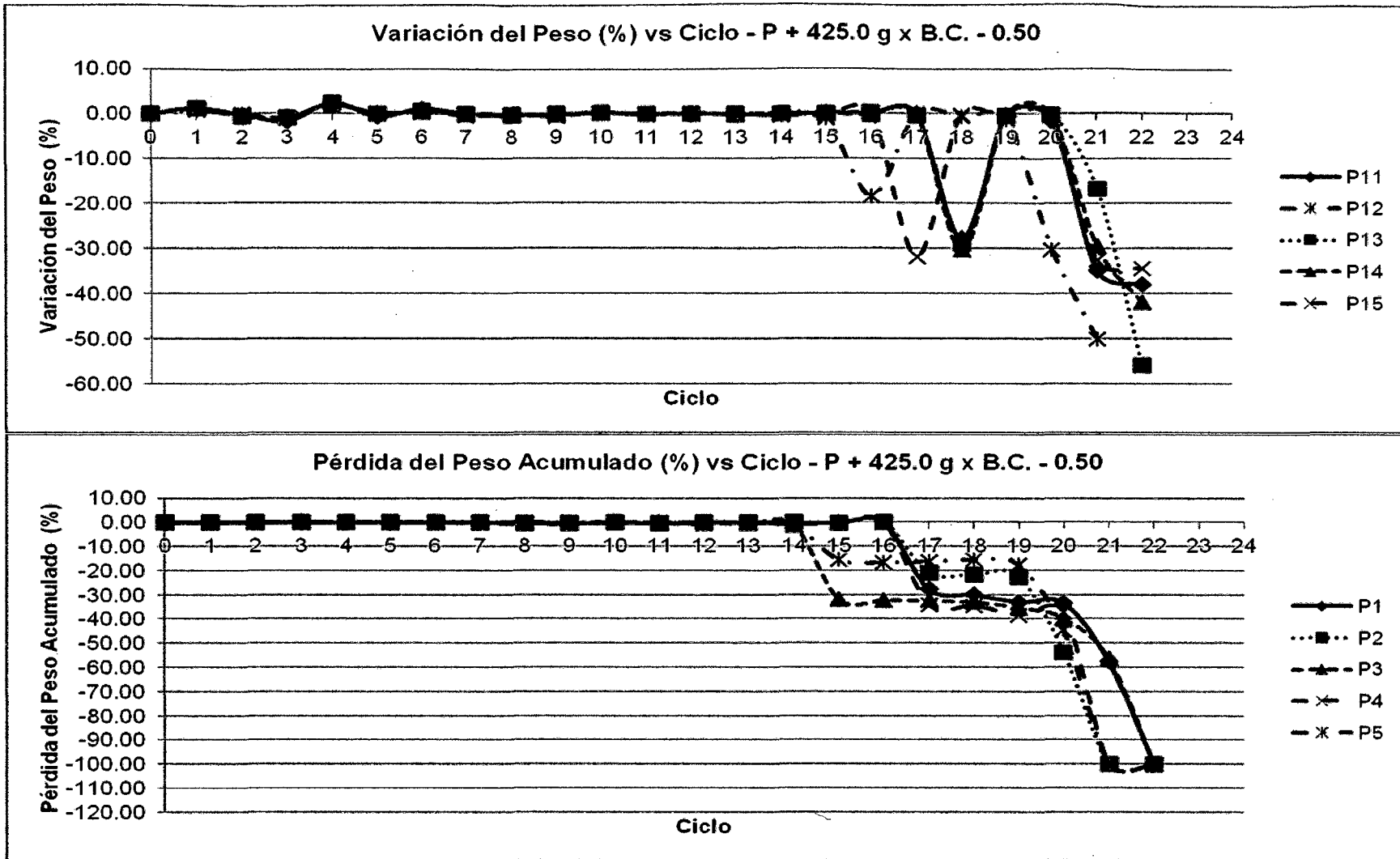


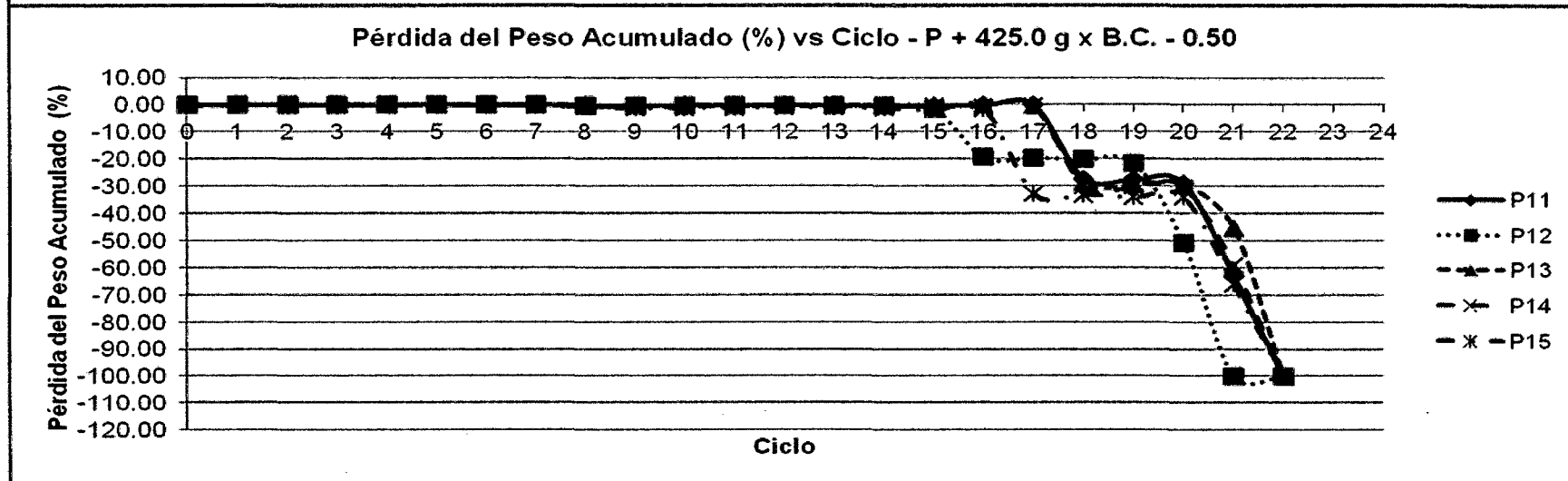
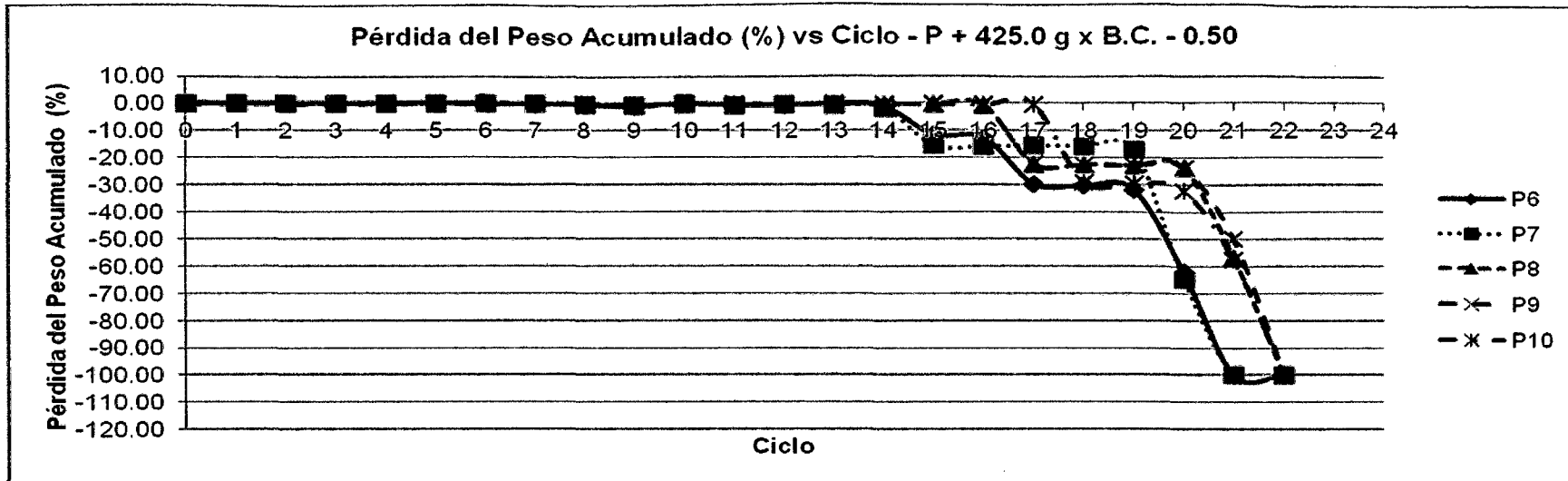
D.5.2.3.3. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 425.0 g x B.C - 0.50



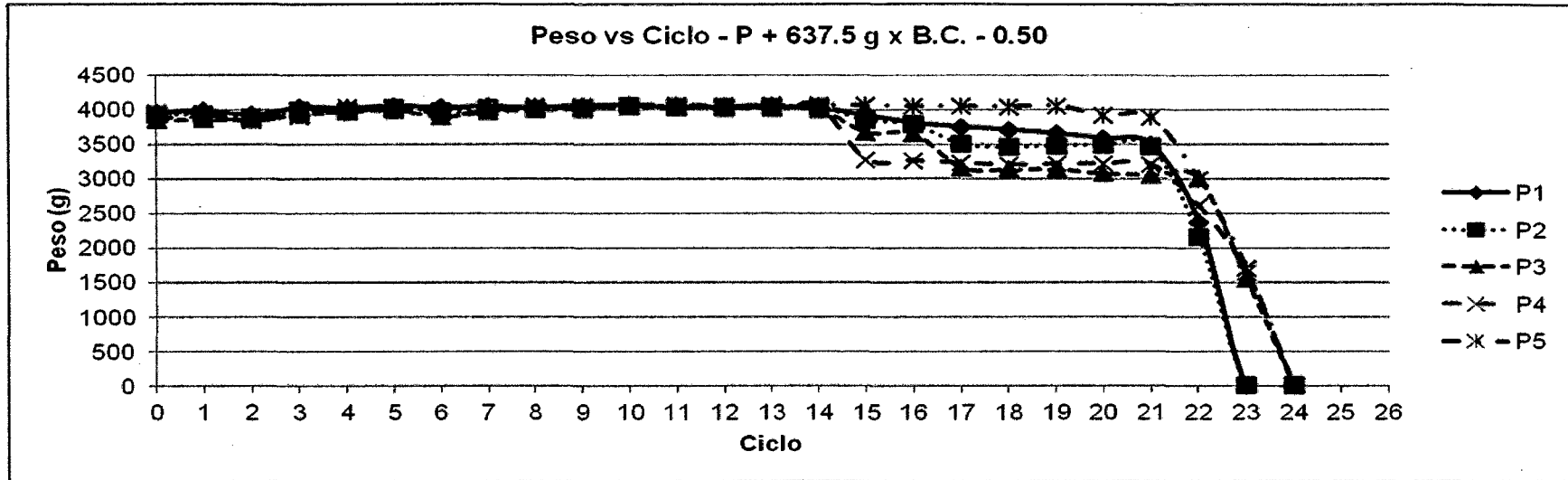


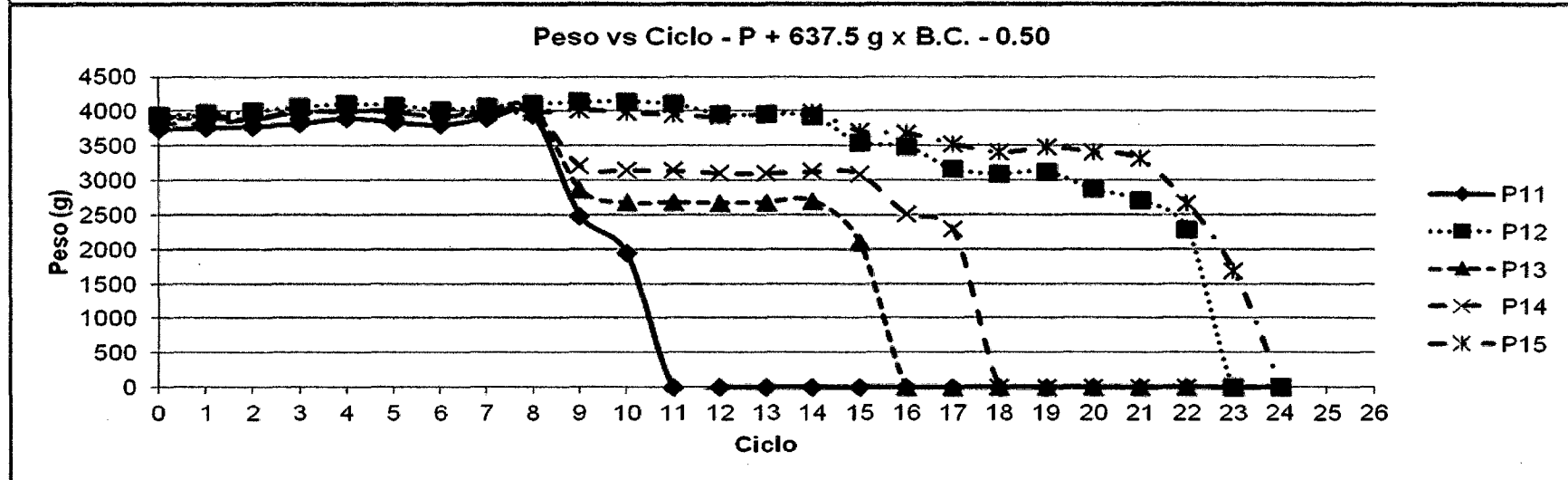
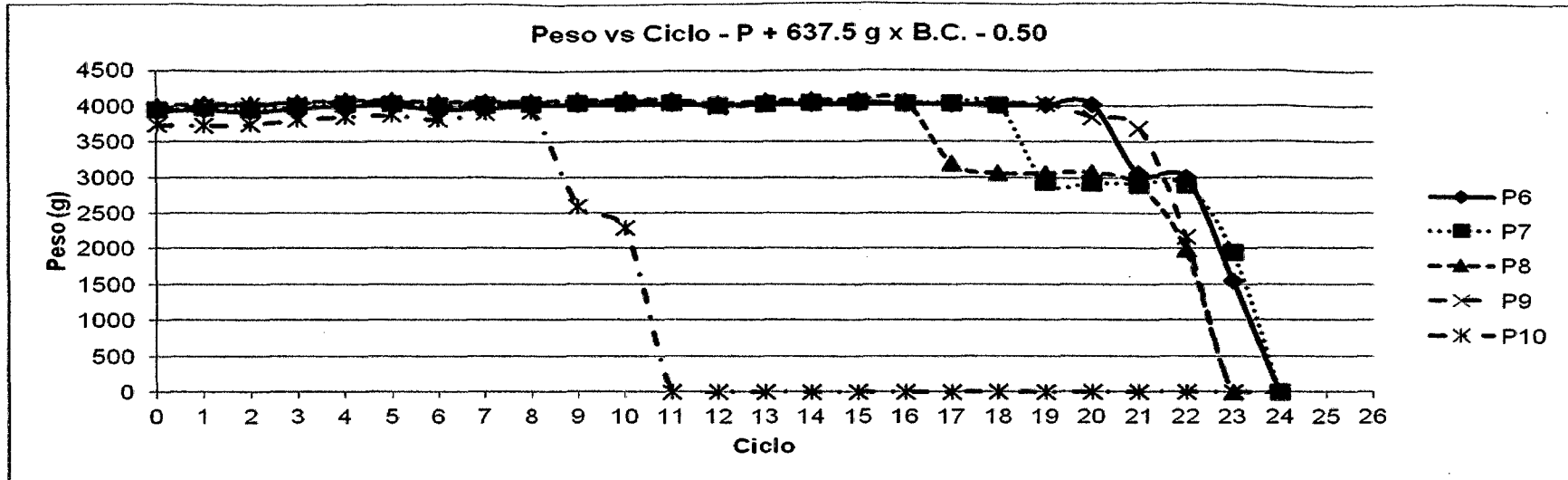




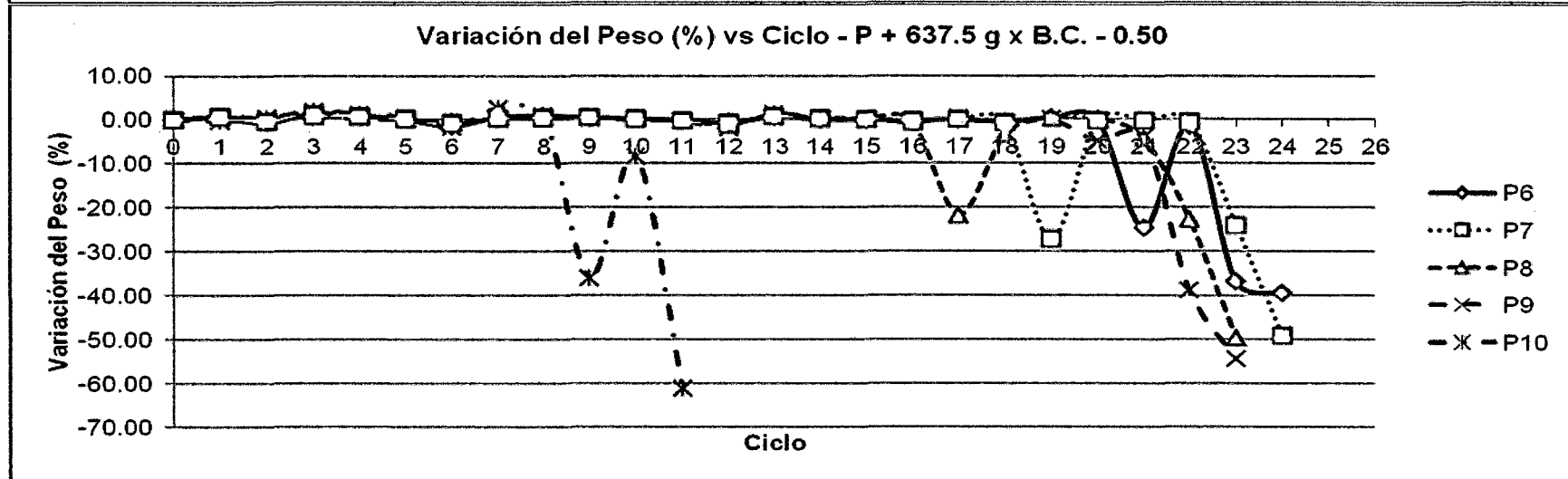
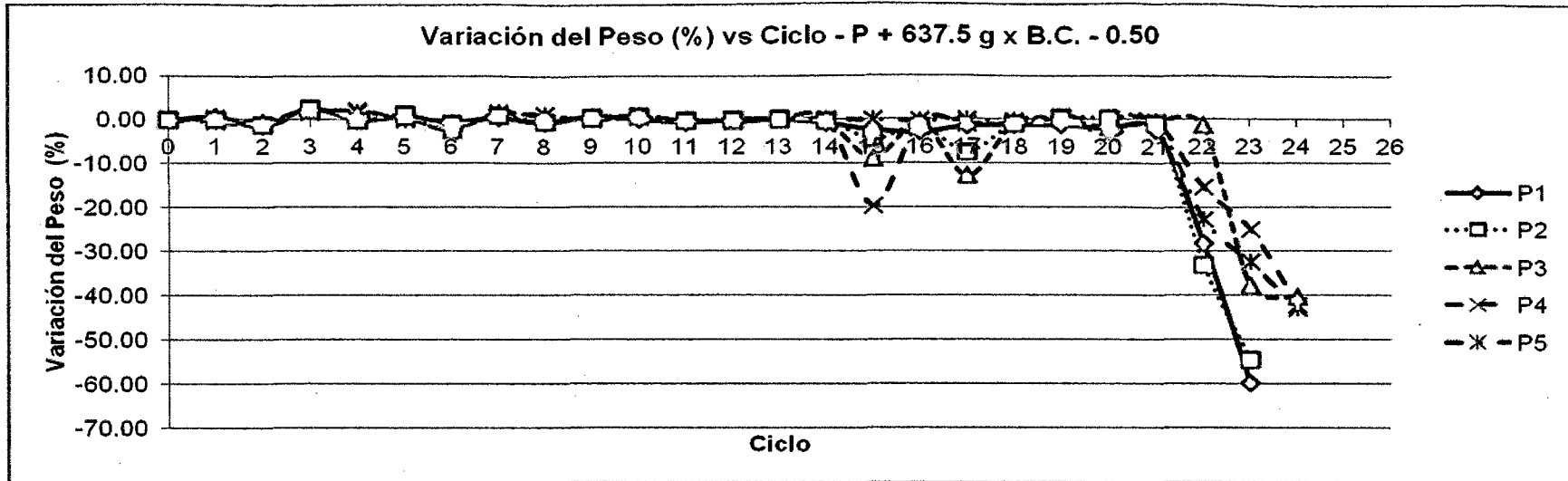


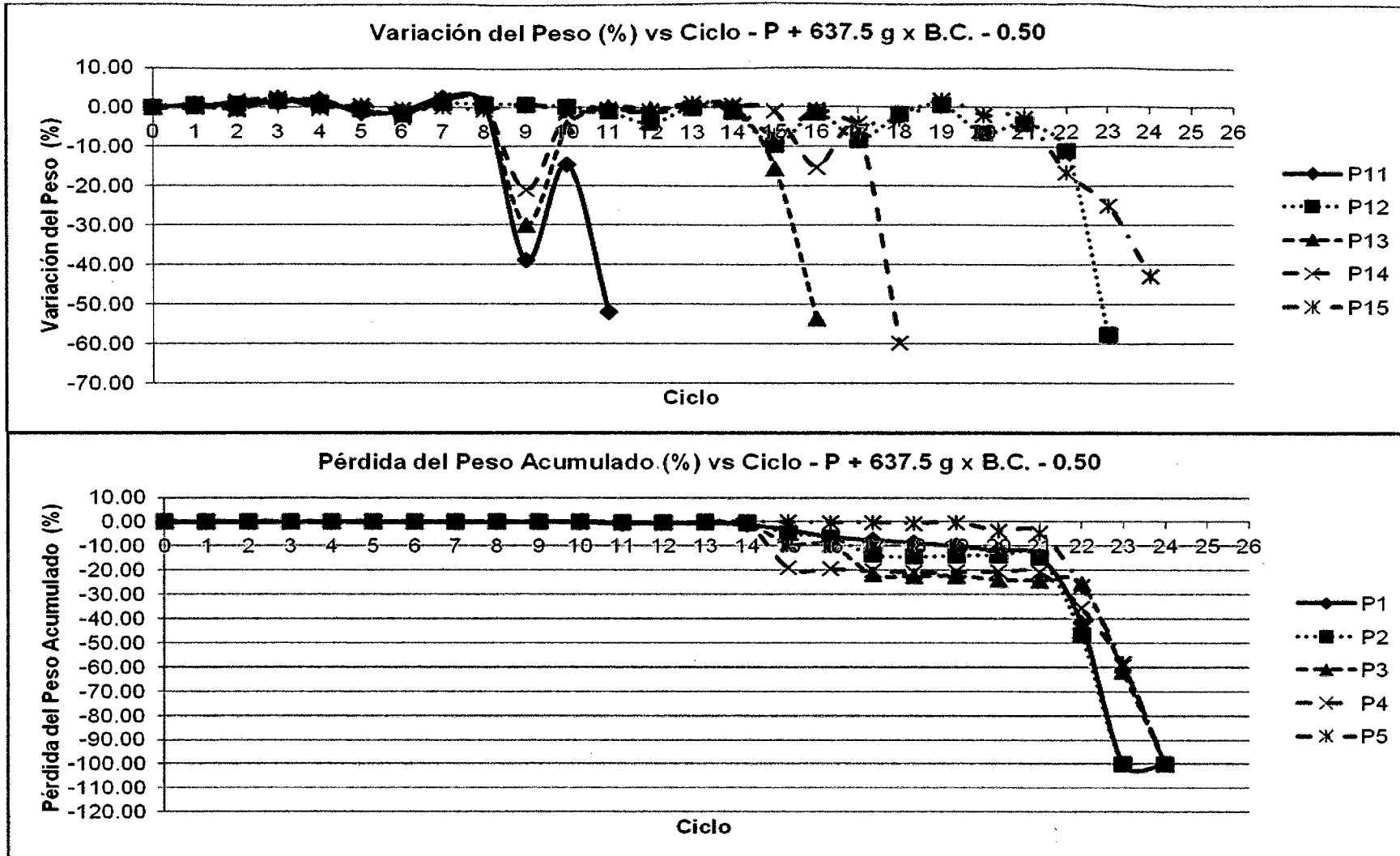
D.5.2.3.4. Figuras del Ensayo Acelerado de Corrosión de Pérdida de Peso por Humedecido y Secado del diseño P + 637.5 g x B.C - 0.50

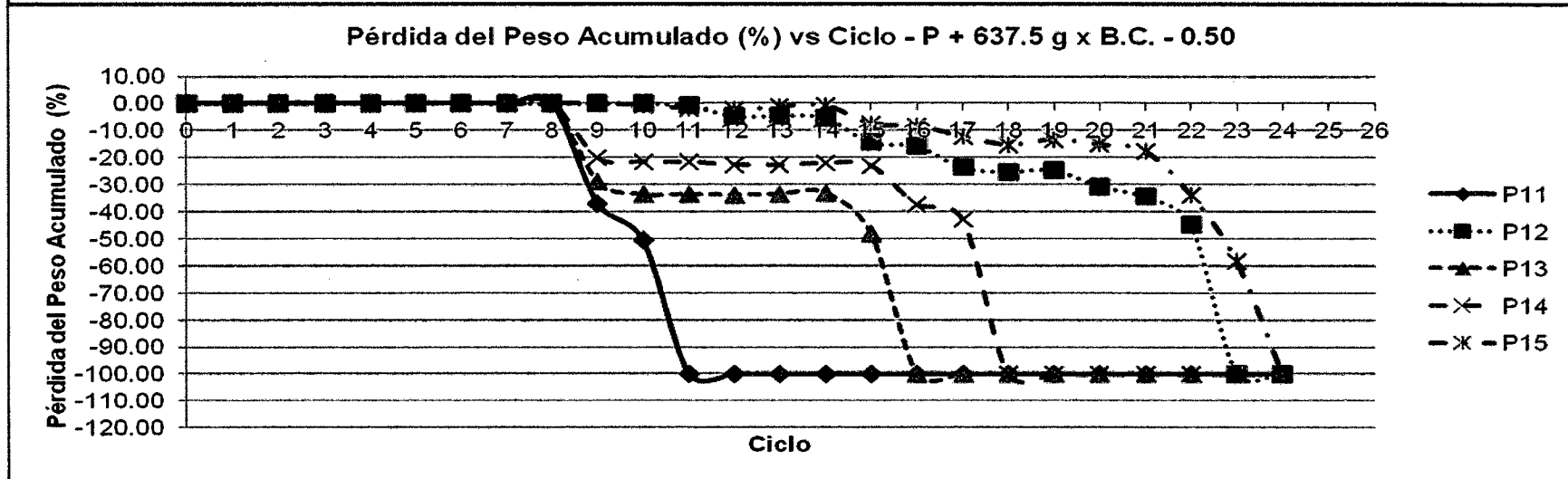
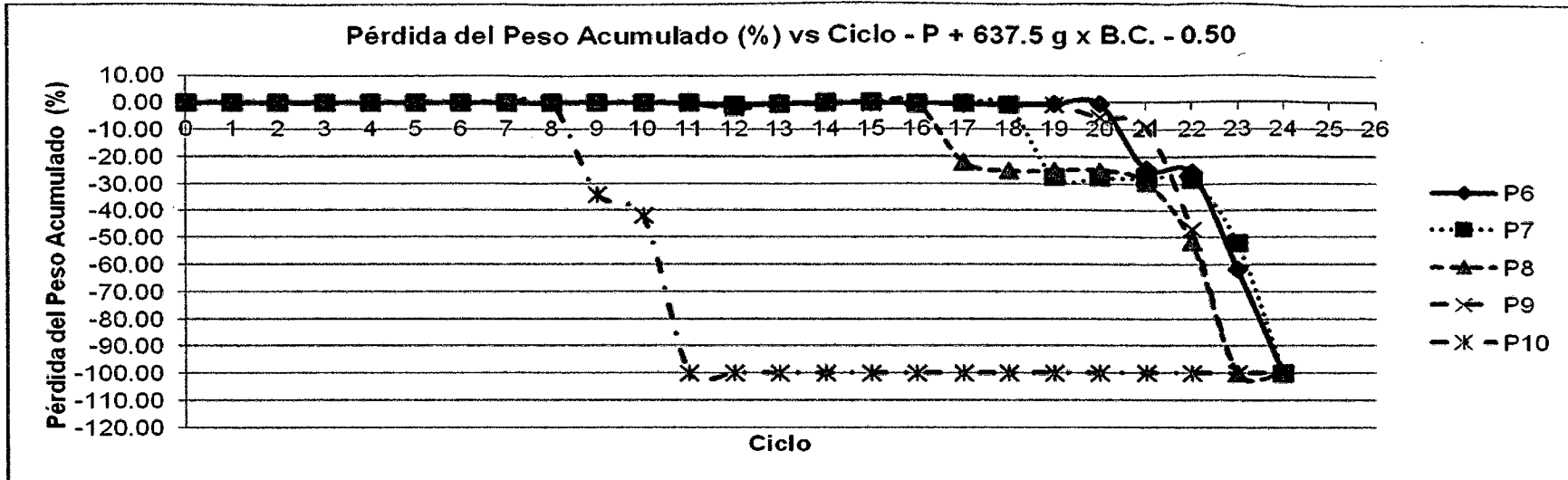




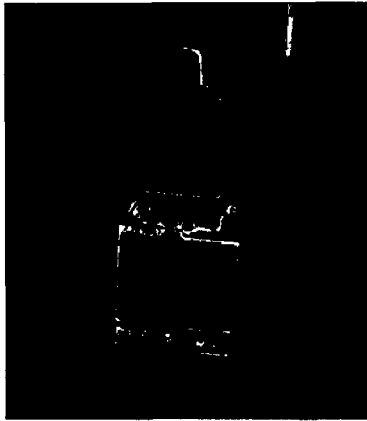




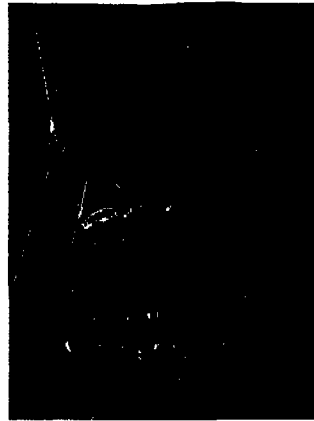




ANEXO E: FOTOS



Aditivo anticorrosivo -  
ZFERRO



Cemento Portland tipo I  
- Cemento Sol



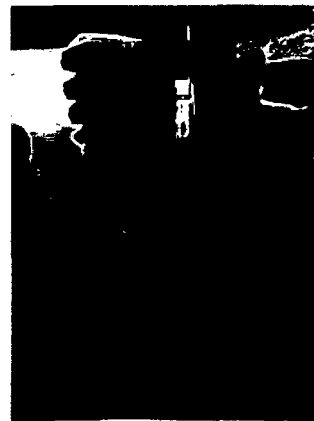
Mezclado y descarga  
del concreto



Ensayo de consistencia



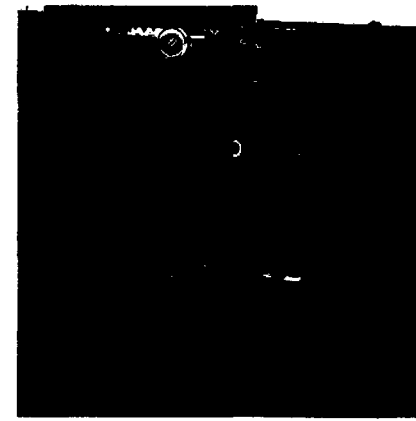
Ensayo de fluidez



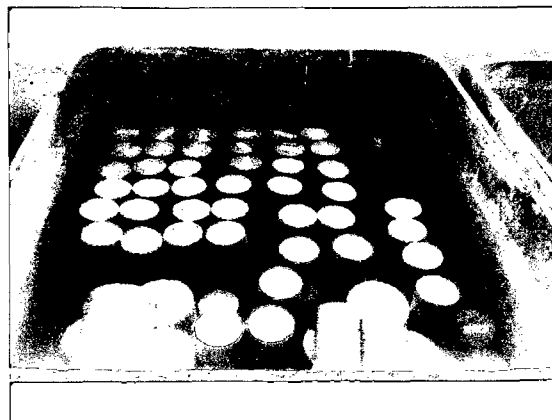
Ensayo de peso unitario



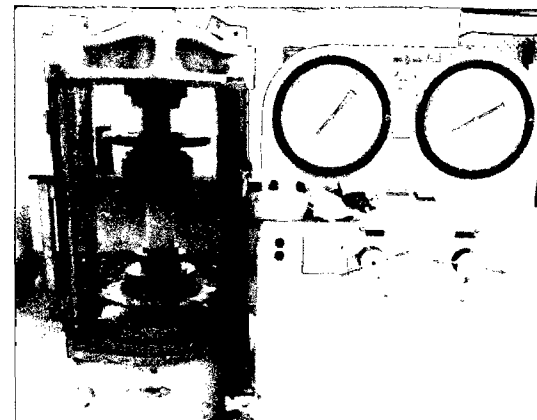
Ensayo de exudación



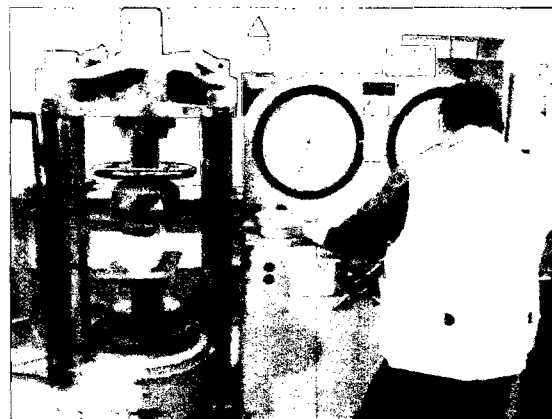
Ensayo de tiempo de  
fraguado



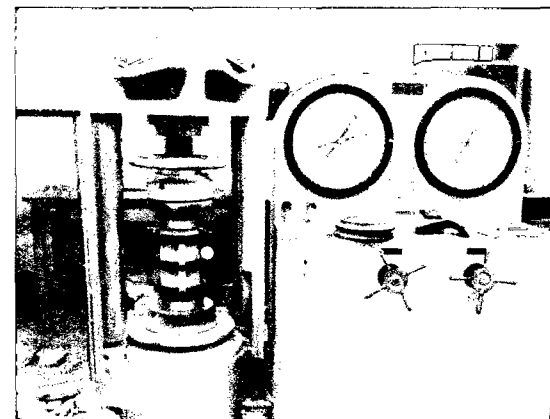
Curado de las probetas  
de concreto



Ensayo de resistencia a  
la compresión

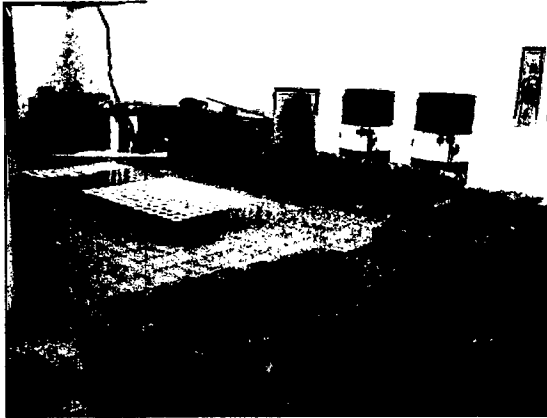


Ensayo de resistencia a la tracción por  
compresión diametral



Ensayo de módulo de elasticidad  
estático

## ENSAYO ACELERADO DE CORROSIÓN DE PÉRDIDA DE PESO POR HUMEDECIDO Y SECADO



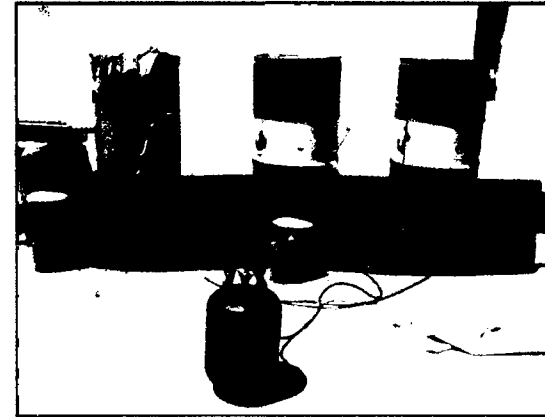
Preparación de la zona de trabajo



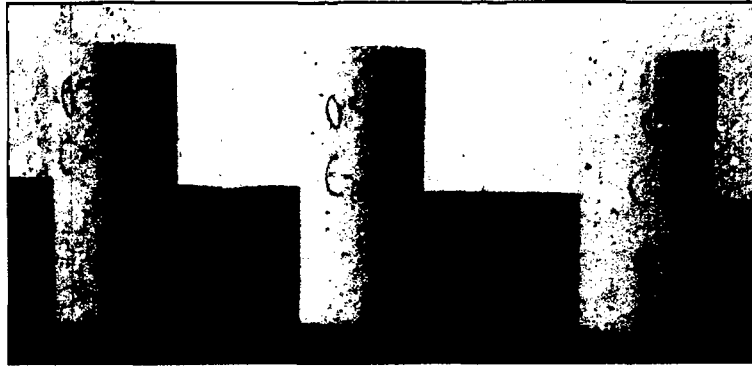
Humedecido de las probetas de  
concreto



Secado de las probetas de concreto



Secado de las probetas de concreto



Ciclo 0 - probetas de concreto después de secadas en el horno



Período 1 – Acumulación de sales



Período 2 – Acumulación de sales y aparición e incremento de fisuras



Periodo 3 – Desprendimiento del concreto

## ANEXO F: CONSTANCIA DEL LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES