

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANALISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LOS SULFATOS ENTRE CONCRETOS CONVENCIONALES Y UN CONCRETO

IMPERMEABLE

Tesis presentada por los Bachilleres:

Neyra Neyra, Jorge Manuel

Santos Espinoza, Rodrigo Sandro

para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Civil

Asesor: Mgter. Díaz Galdos, Miguel Renato

AREQUIPA – PERU

2018



AREQUIPA - PERÚ

Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

JURADO EXAMINADOR

DECRETO N° 004-EPIC-2018

Arequipa, 2018 Abril 02

Vistos el (los) Expediente(s) Nro. **201800000016156 y 201800000016159** presentado(s) por los señores Bachilleres en Ingeniería Civil: SANTOS ESPINOZA, RODRIGO SANDRO Y NEYRA NEYRA, JORGE MANUEL pretenden optar el Título Profesional de: INGENIERO CIVIL y en concordancia con lo dispuesto por la Ley 30220, en sus Artículos 60° y siguientes del Estatuto de la Universidad Católica de Santa María y el Reglamento de Grados de la Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente en uso de las facultades concedidas:

SE DECRETA:

PRIMERO

Autorizar la recepción de Previas Orales de los Señores Bachilleres en Ingeniería Civil; designándose el JURADO EXAMINADOR, el mismo que estará integrado por Señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil:

PRESIDENTE : MGTER. MIGUEL RENATO DÍAZ GALDOS
VOCAL : ING. OLGER JAVIER FEBRES ROSADO
SECRETARIO : ING. ENRIQUE UGARTE CALDERON

[Firma] 05-04-2018
05/04/2018.
05/04/2018

SEGUNDO

El Jurado Examinador, designado en el párrafo anterior se encargará de evaluar la sustentación de la Tesis Titulada: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LOS SULFATOS ENTRE CONCRETOS CONVENCIONALES Y UN CONCRETO IMPERMEABLE"**

TERCERO

La recepción de Previas, motivo del presente, deberá realizarse en acto público a llevarse a cabo en el Salón de Usos Múltiples (SUM) D-408, el día **Martes, 10 de Abril de 2018 a las 13:30 hrs.**

CUARTO

El Decanato de la Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente, la Dirección y Secretaría de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se encargarán del cumplimiento del presente.

Comuníquese y cúmplase,

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

[Firma]
Ing. OLGER JAVIER FEBRES ROSADO
Director de la Escuela Profesional
de Ingeniería Civil

PRESENTACION

La presente investigación titulada “ANALISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LOS SULFATOS ENTRE CONCRETOS CONVENCIONALES Y UN CONCRETO IMPERMEABLE” es presentada ante los miembros del jurado para su respectiva evaluación, esto con el fin de poder optar el Título Profesional de Ingeniero Civil que nos otorga la Universidad Católica Santa María.

La finalidad de esta investigación es poder hacer un análisis comparativo entre concretos convencionales y concreto “impermeable”, tomando en cuenta el uso de tres tipos de cementos HE, IP y I, así como también las diferentes resistencias de diseño $f'c = 210 - 280 - 350 \text{ kgf/cm}^2$ analizando sus propiedades en estado endurecido.

Ante todo agradecemos la colaboración y asesoramiento del Mgter. Renato Díaz Galdos y de la empresa CONCRETOS SUPERMIX S.A. en especial al Ing. Carlos Guerra Cisneros y a la Ing. Patricia Carpio Salazar, los cuales nos supervisaron constantemente y brindaron el acceso a los laboratorios y equipos necesarios para la investigación.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de esta investigación lo dirigimos a nuestros padres, que estuvieron apoyándonos y confiando en el avance del mismo, dándonos ánimos y consejo para realizar un trabajo correcto.

A la Ing. Patricia Carpio Salazar por haber confiado en nuestro trabajo y apoyarnos en la realización del mismo.

INTRODUCCION

El grado de permeabilidad y resistencia a los sulfatos es un aspecto muy importante en las estructuras esenciales para el bien común, estas generalmente se encuentran en contacto con el agua tales como las presas, represas, canales, obras portuarias, plantas de tratamiento etc.

La permeabilidad en el concreto es la capacidad del ingreso de un fluido sin que afecte la estructura interna de este, usualmente en el ámbito de la ingeniería civil el contacto tiende a ser con el agua, pudiendo esta debilitar la estructura con el paso del tiempo, para ello se estudian las propiedades en estado endurecido para obtener concretos con menor grado de permeabilidad.

En el caso de concreto expuesto a niveles freáticos elevados o suelos contaminados se debe tener en cuenta otra propiedad como es la resistencia a sulfatos, ya que este tipo de contacto afecta durabilidad del concreto, producto de las reacciones químicas generadas en el concreto, viéndose afectada la vida útil del material.

RESUMEN

La presente investigación busco elaborar y comparar diseños de mezcla de resistencias $f'c$ 210, 280 y 350 kgf/cm² ensayados en estado endurecido. Dentro de este tipo de diseños se tuvo en cuenta el uso de diferentes tipos de cemento, uso de aditivos reductor de agua, plastificante, impermeabilizante y diseños sin uso de ninguno de los anteriores.

Se dividió los diseños de mezcla según tipo de cemento y uso de aditivos, se llevó a cabo 2 rondas de vaciados de concreto para probetas cilíndricas de 4"x8", 6"x12", vigas de 10x10x28.5 cm y prismas de concreto de 15x15x25 cm. Se evaluó la resistencia a la compresión a los 3, 7 y 28 días.

Posteriormente se llevó a cabo los ensayos de profundidad de penetración de agua bajo presión, permeabilidad al aire de Torrent, capilaridad, porosidad y densidad, y finalmente el ensayo de expansión del concreto expuesto a solución de sulfato.

Con los resultados obtenidos pudimos comparar las propiedades en estado endurecido de los distintos grupos de diseño, y evaluar la influencia del tipo de cemento usado y los aditivos.

Palabras clave: Grado de permeabilidad, resistencia a los sulfatos, concreto convencional, concreto impermeable.

ABSTRACT

The present research sought to develop and compare resistance mix designs $f'c$ 210, 280 and 350 kgf / cm² tested in the hardened state. Within this type of designs the use of different types of cement, use of water reducing additives, plasticizer, waterproofing and designs without use of any of the above was taken into account.

The mixing designs were divided according to the type of cement and the use of additives, 2 rounds of concrete castings were carried out for cylindrical specimens of 4 "x8", 6 "x12", 10x10x28.5 cm beams and concrete prisms of 15x15x25 cm. The resistance to compression was evaluated at 3, 7 and 28 days.

Subsequently, the depth penetration tests of water under pressure, Torrent air permeability, capillarity, porosity and density, and finally the expansion test of the concrete exposed to sulphate solution were carried out.

With the obtained results we were able to compare the hardened properties of the different design groups, and to evaluate the influence of the type of cement used and the additives.

Key words: degree of permeability, sulfate resistance, conventional concrete, waterproof concrete.



INDICE

1. CAPITULO I: Aspectos introductorios.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Ampliación de la problemática	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivos específicos.....	2
1.3.2. Objetivos secundarios	3
1.4. Hipótesis	3
1.5. Variables	3
1.6. Alcances.....	4
1.7. Limitaciones.....	4
2. Marco teórico	5
2.1. El concreto	5
2.2. Propiedades del concreto	5
2.2.1. Propiedades en estado fresco.....	6
2.2.1.1. Trabajabilidad.....	6
2.2.1.2. Consistencia.....	6
2.2.1.3. Segregación	7
2.2.2. Propiedades en estado endurecido.....	8
2.2.2.1. Elasticidad	8
2.2.2.2. Resistencia	8
2.2.2.3. Durabilidad	9
2.3. Importancia del concreto.....	9
2.4. Concreto impermeable	10
2.4.1. Sistema integral para la disminución de la permeabilidad en el concreto	11
2.4.2. Sistema de impermeabilización externa	11
2.4.3. Sistema de impermeabilización aplicado internamente	11

2.5. Mecanismos de penetración del agua	11
2.5.1. La permeabilidad.....	12
2.5.2. Difusión.....	12
2.5.3. Absorción capilar	12
2.5.4. Electromigración	12
2.6. Ataque de sulfatos en el concreto	13
2.7. Patologías en el concreto por problemas de permeabilidad.....	14
2.7.1. Ataque de cloruros y corrosión del acero.....	14
2.7.2. Ataque de sulfatos	15
2.7.3. Carbonatación.....	16
3. Diseño de mezclas y Propiedades de los agregados.....	16
3.1. Método del Módulo de Fineza y Combinación de los Agregados.....	16
3.2. Extracción y preparación de muestras	18
3.3. Reducción de muestras a tamaño de ensayo	19
3.3. Determinación de las propiedades físicas del agregado fino	20
3.3.1. Contenido de humedad del agregado	20
3.3.2. Análisis granulométrico del agregado.....	22
3.3.3. Peso unitario suelto y compactado	28
3.3.4. Peso específico y absorción del agregado	32
3.3.5. Porcentaje de finos que pasa la malla #200.....	36
3.4. Determinación de las propiedades físicas del agregado grueso.....	37
3.4.1. Contenido de humedad del agregado	37
3.4.2. Análisis granulométrico del agregado.....	38
3.4.3. Peso unitario suelto y compactado	42
3.4.4. Peso específico y absorción del agregado	47
4. Ensayos en el concreto	50
4.1. Ensayos en estado fresco	50

4.1.1. Medición de Slump con cono de Abraham	50
4.1.2. Peso unitario y contenido de aire	52
4.1.3. Temperatura	53
4.2 Ensayos en estado endurecido	55
4.2.1. Físicos.....	55
4.2.1.1. Profundidad de penetración	55
4.2.1.2 Capilaridad o tasa de absorción	56
4.2.1.3. Ensayo de porosidad	58
4.2.1.4. Ensayo de permeabilidad al aire de Torrent	59
4.2.1.5. Ensayo de resistencia a la compresión	60
4.2.2. Químicos	61
4.2.2.1. Ensayo de expansión	61
5. Resultados	64
5.1. Ensayos en estado fresco	64
5.1.1. Medición de Slump con cono de Abrams, Peso Unitario, Contenido de aire y Temperatura Cemento IP	64
5.1.2. Medición de Slump con cono de Abrams, Peso Unitario, Contenido de aire y Temperatura Cemento HE.....	67
5.1.3. Medición de Slump con cono de Abrams, Peso Unitario, Contenido de aire y Temperatura Cemento I.....	70
5.2. Ensayos en estado endurecido	73
5.2.1. Físicos.....	73
5.2.1.1. Profundidad de penetración	73
5.2.1.1.1 Profundidad de penetración cemento tipo IP	73
5.2.1.1.2 Profundidad de penetración cemento tipo HE	79
5.2.1.1.3 Profundidad de penetración cemento tipo I	85
5.2.1.2. Capilaridad o tasa de absorción	91
5.2.1.2.1. Capilaridad o tasa de absorción cemento IP	91

5.2.1.2.2. Capilaridad o tasa de absorción cemento HE	103
5.2.1.2.3. Capilaridad o tasa de absorción cemento I	115
5.2.1.3. Ensayo de porosidad.....	127
5.2.1.3.1. Ensayo de porosidad cemento tipo IP	127
5.2.1.3.2. Ensayo de porosidad cemento tipo HE	128
5.2.1.3.3. Ensayo de porosidad cemento tipo I.....	129
5.2.1.4. Ensayo de resistencia a la compresión	130
5.2.1.4.1. Ensayo de resistencia a la compresión cemento tipo IP	130
5.2.1.4.2. Ensayo de resistencia a la compresión cemento tipo HE.....	139
5.2.1.4.3. Ensayo de resistencia a la compresión cemento tipo I.....	148
5.2.2. Químicos	157
5.2.2.1. Ensayo de expansión	157
6. Análisis de resultados.....	161
6.1 Cemento IP	161
6.2. Cemento HE.....	162
6.3. Cemento I.....	164
7. Conclusiones y recomendaciones.....	166
ANEXOS	174
ANEXO 1: DISEÑOS DE MEZCLA	175
ANEXO 2: FICHAS TECNICAS	189
ANEXO 3: NORMAS PARA ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO	203
ANEXO 4: ANALISIS DE PRECIO UNITARIO	230
ANEXO 5: PANEL FOTOGRAFICO	240

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables.....	3
Tabla 2 - Leyenda de Diseños	17
Tabla 3 Cantidad de Extracción de muestras.....	19
Tabla 4 Cantidades mínimas para contenido de humedad.	21
Tabla 5 Granulometría Ag. Fino UCSM.	23
Tabla 6 Granulometría Ag. Fino Corregido. UCSM.	24
Tabla 7 Granulometría Ag. Fino SUPERMIX.	26
Tabla 8 Granulometría Ag. Fino Corregido SUPERMIX.	26
Tabla 9 Capacidad del recipiente para Peso Unitario.....	28
Tabla 10 Granulometría Ag. Grueso UCSM.	39
Tabla 11 Granulometría Ag. Grueso Corregido UCSM.....	39
Tabla 12 Granulometría Ag. Grueso SUPERMIX	41
Tabla 13 Granulometría Ag. Grueso Corregido SUPERMIX.....	41
Tabla 14 Requisitos para concretos expuestos a soluciones que contienen sulfatos.....	62
Tabla 15 Propiedades en estado Fresco Cemento IP S/A (Primera Vuelta).....	64
Tabla 16 Propiedades en estado Fresco Cemento IP C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Primera Vuelta)	64
Tabla 17 Propiedades en estado Fresco Cemento IP C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Primera Vuelta).....	65
Tabla 18 Propiedades en estado Fresco Cemento IP S/A (Segunda Vuelta).....	65
Tabla 19 Propiedades en estado Fresco Cemento IP C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Segunda Vuelta)	66
Tabla 20 Propiedades en estado Fresco Cemento IP C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Segunda Vuelta).....	66
Tabla 21 Propiedades en estado Fresco Cemento HE S/A (Primera Vuelta).....	67
Tabla 22 Propiedades en estado Fresco Cemento HE C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Primera Vuelta)	67
Tabla 23 Propiedades en estado Fresco Cemento HE C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Primera Vuelta).....	68
Tabla 24 Propiedades en estado Fresco Cemento HE S/A (Segunda Vuelta).....	68
Tabla 25 Propiedades en estado Fresco Cemento HE C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Segunda Vuelta)	69

Tabla 26 Propiedades en estado Fresco Cemento HE C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Segunda Vuelta).....	69
Tabla 27 Propiedades en estado Fresco Cemento I S/A (Primera Vuelta).....	70
Tabla 28 Propiedades en estado Fresco Cemento I C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Primera Vuelta)	70
Tabla 29 Propiedades en estado Fresco Cemento I C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Primera Vuelta).....	71
Tabla 30 Propiedades en estado Fresco Cemento I S/A (Segunda Vuelta).....	71
Tabla 31 Propiedades en estado Fresco Cemento I C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Segunda Vuelta).....	72
Tabla 32 Propiedades en estado Fresco Cemento I C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Segunda Vuelta).....	72
Tabla 33 Profundidad de penetración 210 IP (Primera vuelta)	73
Tabla 34 Profundidad de penetración 280 IP (Primera vuelta)	74
Tabla 35 Profundidad de penetración 350 IP (Primera vuelta)	75
Tabla 36 Profundidad de penetración 210 IP (Segunda vuelta)	76
Tabla 37 Profundidad de penetración 280 IP (Segunda vuelta)	77
Tabla 38 Profundidad de penetración 350 IP (Segunda vuelta)	78
Tabla 39 Profundidad de penetración 210 HE (Primera vuelta)	79
Tabla 40 Profundidad de penetración 280 HE (Primera vuelta)	80
Tabla 41 Profundidad de penetración 350 HE (Primera vuelta)	81
Tabla 42 Profundidad de penetración 210 HE (Segunda vuelta)	82
Tabla 43 Profundidad de penetración 280 HE (Segunda vuelta)	83
Tabla 44 Profundidad de penetración 350 HE (Segunda vuelta)	84
Tabla 45 Profundidad de penetración 210 I (Primera vuelta)	85
Tabla 46 Profundidad de penetración 280 I (Primera vuelta)	86
Tabla 47 Profundidad de penetración 350 I (Primera vuelta)	87
Tabla 48 Profundidad de penetración 210 I (Segunda vuelta)	88
Tabla 49 Profundidad de penetración 280 I (Segunda vuelta)	89
Tabla 50 Profundidad de penetración 350 I (Segunda vuelta)	90
Tabla 51 Capilaridad 210 IP S/A.....	91
Tabla 52 Capilaridad 210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	92
Tabla 53 Capilaridad 210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron.....	93
Tabla 54 280 IP S/A	95

Tabla 55 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	96
Tabla 56 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	97
Tabla 57 350 IP S/A	99
Tabla 58 350 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	100
Tabla 59 350 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	101
Tabla 60 210 HE S/A	103
Tabla 61 210 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	104
Tabla 62 210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	105
Tabla 63 280 HE S/A	107
Tabla 64 280 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	108
Tabla 65 210 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron.....	109
Tabla 66 350 HE S/A	111
Tabla 67 350 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	112
Tabla 68 350 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron.....	113
Tabla 69 210 I S/A	115
Tabla 70 210 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	116
Tabla 71 210 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron.....	117
Tabla 72 280 I S/A	119
Tabla 73 280 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	120
Tabla 74 280 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron.....	121
Tabla 75 350 I S/A	123
Tabla 76 350 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	124
Tabla 77 350 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron.....	125
Tabla 78 Ensayo de porosidad cemento tipo IP	127
Tabla 79 Ensayo de porosidad cemento tipo HE.....	128
Tabla 80 Ensayo de porosidad cemento tipo I.....	129
Tabla 81 Resistencia a la compresión 210 IP (Primera vuelta).....	130
Tabla 82 Resistencia a la compresión 280 IP (Primera vuelta).....	132
Tabla 83 Resistencia a la compresión 350 IP (Primera vuelta).....	134
Tabla 84 Resistencia a la compresión 210 IP (Segunda vuelta).....	136
Tabla 85 Resistencia a la compresión 280 IP (Segunda vuelta).....	137
Tabla 86 Resistencia a la compresión 350 IP (Segunda vuelta).....	138
Tabla 87 Resistencia a la compresión 210 HE (Primera vuelta)	139
Tabla 88 Resistencia a la compresión 280 HE (Primera vuelta)	141

Tabla 89 Resistencia a la compresión 350 HE (Primera vuelta)	143
Tabla 90 Resistencia a la compresión 210 HE (Segunda vuelta)	145
Tabla 91 Resistencia a la compresión 280 HE (Segunda vuelta)	146
Tabla 92 Resistencia a la compresión 350 HE (Segunda vuelta)	147
Tabla 93 Resistencia a la compresión 210 I (Primera vuelta)	148
Tabla 94 Resistencia a la compresión 280 I (Primera vuelta)	150
Tabla 95 Resistencia a la compresión 350 I (Primera vuelta)	152
Tabla 96 Resistencia a la compresión 210 I (Segunda vuelta)	154
Tabla 97 Resistencia a la compresión 280 I (Segunda vuelta)	155
Tabla 98 Resistencia a la compresión 350 I (Segunda vuelta)	156
Tabla 99 Mediciones del Ensayo de Expansión	158
Tabla 100 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo IP Sin Aditivos	159
Tabla 101 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo IP Con Aditivos y Penetron	159
Tabla 102 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo HE Sin Aditivos	159
Tabla 103 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo HE Con Aditivos y Penetron	160
Tabla 104 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo I Sin Aditivos	160
Tabla 105 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo I Con Aditivos y Penetron	160
Tabla 106 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=210$ kg/cm ² con cemento IP	161
Tabla 107 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=280$ kg/cm ² con cemento IP	161
Tabla 108 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=350$ kg/cm ² con cemento IP	162
Tabla 109 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=210$ kg/cm ² con cemento HE	162
Tabla 110 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=280$ kg/cm ² con cemento HE	163

Tabla 111 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=350$ kg/cm ² con cemento HE.....	163
Tabla 112 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=210$ kg/cm ² con cemento I.....	164
Tabla 113 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=280$ kg/cm ² con cemento I.....	164
Tabla 114 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=350$ kg/cm ² con cemento I.....	165



INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Curva Granulométrica Ag. Fino UCSM.	25
Grafico 2 Curva Granulométrica Ag. Fino SUPERMIX.....	27
Grafico 3 Curva Granulométrica Ag. Grueso.....	40
Grafico 4 Curva Granulométrica Ag. Grueso SUPERMIX	42
Grafico 5 Profundidad de penetración 210 IP (Primera vuelta)	73
Grafico 6 Profundidad de penetración 280 IP (Primera vuelta)	74
Grafico 7 Profundidad de penetración 350 IP (Primera vuelta)	75
Grafico 8 Profundidad de penetración 210 IP (Segunda vuelta)	76
Grafico 9 Profundidad de penetración 280 IP (Segunda vuelta)	77
Grafico 10 Profundidad de penetración 350 IP (Segunda vuelta)	78
Grafico 11 Profundidad de penetración 210 HE (Primera vuelta)	79
Grafico 12 Profundidad de penetración 280 HE (Primera vuelta)	80
Grafico 13 Profundidad de penetración 350 HE (Primera vuelta)	81
Grafico 14 Profundidad de penetración 210 HE (Segunda vuelta)	82
Grafico 15 Profundidad de penetración 280 HE (Segunda vuelta)	83
Grafico 16 Profundidad de penetración 350 HE (Segunda vuelta)	84
Grafico 17 Profundidad de penetración 210 I (Primera vuelta)	85
Grafico 18 Profundidad de penetración 280 I (Primera vuelta)	86
Grafico 19 Profundidad de penetración 350 I (Primera vuelta)	87
Grafico 20 Profundidad de penetración 210 I (Segunda vuelta)	88
Grafico 21 Profundidad de penetración 280 I (Segunda vuelta)	89
Grafico 22 Profundidad de penetración 350 I (Segunda vuelta)	90

Grafico 23. 210 IP S/A	91
Grafico 24 210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	92
Grafico 25 .210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	93
Grafico 26 Capilaridad cuadro comparativo 210 IP	94
Grafico 27. 280 IP S/A	95
Grafico 28 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	96
Grafico 29 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	97
Grafico 30 Capilaridad cuadro comparativo 280 IP	98
Grafico 31 350 IP S/A	99
Grafico 32 350 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	100
Grafico 33 350 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	101
Grafico 34 Capilaridad cuadro comparativo 350 IP	102
Grafico 35 210 HE S/A	103
Grafico 36 210 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	104
Grafico 37 210 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	105
Grafico 38 Capilaridad cuadro comparativo 210 HE	106
Grafico 39 280 HE S/A	107
Grafico 40 280 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	108
Grafico 41 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	109
Grafico 42 Capilaridad cuadro comparativo 280 HE	110
Grafico 43 350 HE S/A	111
Grafico 44 350 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	112
Grafico 45 350 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	113
Grafico 46 Capilaridad cuadro comparativo 350 HE	114

Grafico 47 210 I S/A	115
Grafico 48 210 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	116
Grafico 49 210 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	117
Grafico 50 Capilaridad cuadro comparativo 210 I	118
Grafico 51 280 I S/A	119
Grafico 52 280 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	120
Grafico 53 280 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	121
Grafico 54 Capilaridad cuadro comparativo 280 I	122
Grafico 55 350 I S/A	123
Grafico 56 350 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP	124
Grafico 57 350 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron	125
Grafico 58 Capilaridad cuadro comparativo 350 I	126
Grafico 59 Resistencia a la compresión 210 IP (Primera vuelta).....	131
Grafico 60 Resistencia a la compresión 280 IP (Primera vuelta).....	133
Grafico 61 Resistencia a la compresión 350 IP (Primera vuelta).....	135
Grafico 62 Resistencia a la compresión 210 IP (Segunda vuelta).....	136
Grafico 63 Resistencia a la compresión 280 IP (Segunda vuelta).....	137
Grafico 64 Resistencia a la compresión 350 IP (Segunda vuelta).....	138
Grafico 65 Resistencia a la compresión 210 HE (Primera vuelta)	140
Grafico 66 Resistencia a la compresión 280 HE (Primera vuelta)	142
Grafico 67 Resistencia a la compresión 350 HE (Primera vuelta)	144
Grafico 68 Resistencia a la compresión 210 HE (Segunda vuelta).....	145
Grafico 69 Resistencia a la compresión 280 HE (Segunda vuelta).....	146
Grafico 70 Resistencia a la compresión 350 HE (Segunda vuelta).....	147

Grafico 71 Resistencia a la compresión 210 I (Primera vuelta)	149
Grafico 72 Resistencia a la compresión 280 I (Primera vuelta)	151
Grafico 73 Resistencia a la compresión 350 I (Primera vuelta)	153
Grafico 74 Resistencia a la compresión 210 I (Segunda vuelta)	154
Grafico 75 Resistencia a la compresión 280 I (Segunda vuelta)	155
Grafico 76 Resistencia a la compresión 350 I (Segunda vuelta)	156



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Bifurcador Mecánico para reducción de muestras	20
Ilustración 2 Reducción de muestras a tamaño de ensayo.....	20
Ilustración 3 Tamizadora mecánica para Ag. Fino.....	27
Ilustración 4 Ensayo de Peso Específico Ag. Fino Cono Metálico	34
Ilustración 5 Ensayo de Peso Específico Ag. Fino Picnómetro.	34
Ilustración 6 Cantidad mínima para porcentaje de finos de la malla #200.....	36
Ilustración 7 Tamizadora Mecanica para Ag. Grueso.	38
Ilustración 8 Cuchara Metálica para Peso Unitario	42
Ilustración 9 Recipiente Cilíndrico para Peso Unitario.	43
Ilustración 10 Balanza de precisión más Canastilla Metálica	48
Ilustración 11 Preparación para el cono de Abrams	50
Ilustración 12 Medición de Slump con cono de Abraham	51
Ilustración 13 Peso Unitario y Contenido de Aire.....	53
Ilustración 14 Medición de la Temperatura.....	54
Ilustración 15 Profundidad de Penetración.....	56
Ilustración 16 Capilaridad o Tasa de absorción.....	57
Ilustración 17 Ensayo de Porosidad.....	59
Ilustración 18 Ensayo de permeabilidad al aire de Torrent	60
Ilustración 19 Ensayo de resistencia a la compresión.	61
Ilustración 20 Ensayo de expansión	63

1. CAPITULO I: Aspectos introductorios

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad en la región de Arequipa no se cuenta con investigaciones sobre impermeabilidad y resistencia al ataque a los sulfatos en el concreto, esto se debe a la poca normatividad para el estudio de estos parámetros y por la carencia de equipos especializados para estos ensayos.

¿Cómo realizar un análisis comparativo del grado de permeabilidad y resistencia a los sulfatos entre concretos convencionales y un concreto impermeable?

1.2. Ampliación de la problemática

Contraloría advierten riesgos en dos colegios por filtraciones en Arequipa.

Mar 27, 2017, 22:59 Pm

Tras lluvias registradas en la ciudad, diversos riesgos se detectaron en las instituciones educativas Gran Unidad Escolar del distrito de Mariano Melgar, y República de Argentina, en Miraflores; durante control realizado por representantes de la Contraloría Regional de Arequipa.

En el primer colegio mencionado, se detectó filtraciones en paredes y techos de diversos ambientes que afectan el deterioro de los acabados y que podría afectar los equipos instalados en los interiores; además de cables expuestos y acumulación de agua en los servicios higiénicos.

En tanto, en el colegio República de Argentina, también se evidenció filtraciones de agua que están ocasionando el deterioro de los interiores; falta de condiciones de seguridad e instalaciones en mal estado.

Fuente: arequipanoticias.com.pe

El problema de los concretos de alta resistencia es que con el pasar de los años han presentado serios problemas de durabilidad y para contrarrestarlos se han invertido millones de dólares para sus respectivas reparaciones. Por tal motivo, el interés de este trabajo en investigar del material puzolanico que brinde aparte de alta resistencias a la compresión, mejores propiedades al concreto como la baja permeabilidad, el bajo calor de hidratación entre otras.

(Stasiw, Carol Sanchez, 2008)

Existe una conciencia general en la práctica constructiva común respecto de las precauciones que deben seguirse en la fabricación de elementos y estructuras de concreto claramente expuestos a ambientes de carácter agresivo, por el deterioro que ocasiona el contacto directo con sustancias naturales en el suelo o en el agua. Dada su elevada concentración de cloruros (más de 20,000 ppm), destaca como medio ofensivo el agua de mar en su estado normal porque favorece la corrosión del acero de refuerzo. No obstante, se presentan en la actualidad serios y veloces deterioros estructurales por el ataque al concreto de cloruros disueltos en el aire, presentes en ambientes marinos con alta humedad relativa y acción constante del viento, tales como las fajas costeras.

(Vargas, Humberto Alejandro Giron)

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos específicos

Realización de ensayos para determinar el grado de permeabilidad y resistencia a los sulfatos de un concreto convencional y un concreto impermeable.

1.3.2. Objetivos secundarios

- Determinar la capacidad de absorción capilar de un concreto.
- Conocer la metodología para obtener un concreto impermeable.
- Conocer cuáles son las ventajas y desventajas de un concreto impermeable.

1.4. Hipótesis

Incorporando aditivos superplastificante e impermeabilizante, obtendremos concretos más impermeables y resistente a los sulfatos que los concretos convencionales, que cumplan con los parámetros que indican las normas como baja capilaridad, elevada resistencia y sin grandes variaciones en el PH del concreto.

1.5. Variables

Tabla 1 Variables

VARIABLES	INDICADORES	UNIDADES DE ESTUDIO	TECNICA	INSTRUMENTO
Medición del grado de permeabilidad y resistencia a los sulfatos con cementos IP, I, HE.	Concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	Diseño de mezclas	Ensayos en laboratorio	Equipos mecánicos y eléctricos de laboratorio
	Concreto convencional $f'c=280\text{kg/cm}^2$.			
	Concreto impermeable $f'c=350\text{kg/cm}^2$.			
	Concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con aditivos.	Diseño de mezclas	Ensayos en laboratorio	Equipos mecánicos y eléctricos de laboratorio
	Concreto convencional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con aditivos.			
	Concreto impermeable $f'c=350\text{kg/cm}^2$ Con aditivos.			

1.6. Alcances

En esta tesis se pretende identificar cual es la importancia de los ensayos de permeabilidad y resistencia a sulfatos para el diseño de concretos, pudiendo hacer análisis comparativos entre un concreto convencional y un concreto impermeable.

1.7. Limitaciones

- La falta de una cámara húmeda y posa con cal para el curado de las probetas y viguetas de concreto.
- Carencia de equipos especializados para el ensayo de profundidad de penetración.
- Difícil adquisición de diversos materiales tales como sulfatos y aditivos especiales.
- Tiempos de ensayos extensos como el ensayo de expansión, el cual requiere un periodo de medición de 15 semanas.
- Debido a que no se ha profundizado los ensayos de permeabilidad y resistencia a sulfatos en nuestro país, nos basaremos en normas internacionales y diversos documentos que nos ayuden a profundizar este estudio.

2. Marco teórico

2.1. El concreto

El concreto es una mezcla heterogénea compuesta por la combinación de cemento, agua y agregados fino y grueso. Adicionalmente sabemos que el concreto posee una cierta cantidad de aire atrapado, el cual también puede ser incorporado con el empleo de aditivos. Este material tiene la propiedad de endurecerse con el transcurrir de la reacción química del agua con el cemento, este componente actúa como material aglomerante al entrar en contacto con el agua, formando una pasta que adquiere propiedades físicas como temperatura, slump, contenido de aire.

Por lo general un concreto convencional posee pesos específicos que oscilan entre los 2200 y 2400 kg/m³, pudiendo esta propiedad verse afectada por la proporción y densidad de los agregados, cantidad de cemento, aire atrapado y cantidad de agua.

Una de sus principales características es la buena resistencia a los esfuerzos de compresión, sin embargo no tiene buena resistencia a esfuerzos de tracción, flexión, cortante o la combinación de estos. Por tal motivo el concreto suele ser usado junto con armaduras de acero para mejorar la resistencia a dichos esfuerzos, adquiriendo así la denominación de concreto armado.

2.2. Propiedades del concreto

Las características del concreto dependerán del fin para el cual está destinado, por ello las proporciones utilizadas para producirlo deben ser adecuadas y obtenidas según el diseño de mezclas.

2.2.1. Propiedades en estado fresco

2.2.1.1. Trabajabilidad

Es la propiedad del concreto en estado no endurecido que nos determina la capacidad de manipuleo, transporte, colocación y consolidación del material de manera homogénea dentro del encofrado.

El concepto de trabajabilidad al mismo tiempo involucra el concepto de fluidez, con principal importancia en la plasticidad y uniformidad del concreto.

Algunos aspectos que pueden afectar la trabajabilidad son los siguientes:

- La fineza del material aglomerante, los cementos de alta fineza ayudan a mejorar la trabajabilidad, no obstante también puede ocasionar agrietamiento superficial por la contracción producto del secado.
- El tipo de agregado grueso, la piedra de características angulares necesitara mayor cantidad de agregado fino para compensar la trabajabilidad que se obtendría en el caso de usar una piedra de perfil redondeado.
- La mala gradación del agregado grueso, puede traer consigo la presencia de grandes vacíos entre las partículas del mismo, ya que el mortero sería insuficiente para rellenar esos espacios, y esto disminuiría la trabajabilidad del concreto.

2.2.1.2. Consistencia

Se define como la humedad de la mezcla según el grado de fluidez de la misma, por lo cual se entiende que mientras la mezcla sea más húmeda, esta tendrá mayor facilidad para fluir durante su colocación. Es una propiedad relacionada con la trabajabilidad, pero no significan lo mismo.

El método para determina la consistencia o asentamiento de la mezcla es llamado método del cono de Abrams o método del slump, y nos ayuda a definir la consistencia de la mezcla según el asentamiento medido en pulgadas de la masa de concreto colocada y compactada en el molde de sección tronco cónica.

La consistencia del concreto se puede calificar de la siguiente manera:

- Concreto Seco o consistente: asentamientos de 1" – 2"
- Concreto plástico: asentamientos de 3" – 4", la masa posee una consistencia pastosa
- Concreto fluido: asentamiento de 6" – 7", es aquel concreto amasado con abundante agua lo cual genera que la mezcla fluya como una pasta blanda.

2.2.1.3. Segregación

La segregación es la separación de los componentes de una mezcla fresca, en la que los agregados gruesos que son más pesados tienden a asentarse al fondo y las partículas más ligeras ascienden hacia la superficie. Esto es producto de una mala cohesión interna entre los diversos componentes. Se debe controlar el exceso de segregación con el fin de no obtener concretos de mala calidad, ya que esto afectara la durabilidad, el acabado y la resistencia final del mismo.

Para contrarrestar este tipo de problemas podemos tener las siguientes consideraciones en su manipulación:

- Transportar el concreto a pequeñas distancias y realizar el vaciado a alturas pequeñas de la base del encofrado.
- Evitar vibrados muy prolongados, lo cual puede provocar fisuración por retracción plástica en la superficie de la misma.

2.2.2. Propiedades en estado endurecido

2.2.2.1. Elasticidad

El concreto no posee grandes cualidades como un material elástico, su comportamiento tiene ciertos límites, por lo cual esta propiedad es más conocida como el Modulo de Elasticidad, el cual es representado generalmente por una gráfica curva y describe la capacidad de comportarse elásticamente, es decir que una vez deformado pueda regresar a su forma inicial.

Esta propiedad es muy útil para el diseño estructural, en el cual se toma un valor en función de la resistencia a la compresión del concreto. El módulo de elasticidad del concreto aumenta si el f'_c se incrementa.

2.2.2.2. Resistencia

Es la máxima capacidad de esfuerzo de compresión que puede ser resistida por el concreto sin romperse. Esta propiedad es la que se posee mayor consideración de las propiedades en estado endurecido. Sin embargo el diseñador debe tener en cuenta que existen otras propiedades como la durabilidad y permeabilidad que pueden ser más importantes según las características del ambiente en el cual se construirá la obra.

La resistencia del concreto principalmente se encuentra afectada por cuatro factores:

- Relación agua/ cemento
- Relación cemento/agregado
- Propiedades físicas del agregado grueso como granulometría, perfil, dureza.
- Tamaño máximo del agregado

2.2.2.3. Durabilidad

Se conoce como durabilidad a la capacidad del concreto de mantener sus propiedades en el tiempo, pese a las condiciones de exposición que obligarían a perder o hacer disminuir su capacidad estructural.

La definición que nos brinda el comité 201 del ACI es la siguiente: “La durabilidad del hormigón de cemento hidráulico se define como su capacidad para resistir la acción de la meteorización, los ataques químicos, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. Un hormigón durable conservará su forma, calidad y serviciabilidad originales al estar expuesto a su ambiente”

Existen diversas condiciones que pueden afectar la durabilidad del concreto como pueden ser los procesos de congelación y deshielo, humedecimiento y secado, por contacto con soluciones químicas disueltas, como presencia de sulfatos o cloruros, exposición al agua de mar.

Una forma adecuada de aumentar la durabilidad de nuestro concreto es mediante el uso de cementos con bajo contenido de aluminato tricálcico ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$), cementos puzolánicos, la adición de puzolanas, cenizas volantes o escorias de alto horno.

2.3. Importancia del concreto

La importancia del concreto en la construcción se debe a su gran versatilidad que permite hacer estructuras según distintos requerimientos, su durabilidad ya que no requiere continuo mantenimiento y no presenta grandes cambios conforme pase el tiempo, la resistencia como capacidad para resistir esfuerzos sin fatigarse y el factor económico que siempre prima en la construcción, por esto al concreto se le considera uno de los materiales más útiles por su adaptabilidad, ya que de acuerdo a las necesidades de la obra se puede modificar sus

propiedades. Este material por naturaleza tiene resistencia a la congelación, permeabilidad, hermeticidad y resistencia al fuego que lo hacen uno de los materiales favoritos en la construcción, como el caso de pavimentos por su larga vida y bajo costo de mantenimiento, en obras portuarias, presas y canales por su resistencia a los sulfatos y al desgaste y capacidad de retención del agua.

2.4. Concreto impermeable

Un concreto impermeable tiende a ser asociado como un concreto de alta resistencia, sin embargo esto no es del todo real, ya que el término impermeable está asociado al funcionamiento de la estructura y no solo a la propiedad de resistencia.

Por lo tanto un concreto “impermeable” puede tener la denominación de concreto de baja permeabilidad, ya que el término de “impermeable” supone que no podría ser atravesado por el agua, lo cual es imposible.

Inclusive al diseñar concretos de alta calidad, estos contienen una red de capilares y poros que afectan la capacidad de durabilidad del material, al estar en contacto con la humedad o el agua inevitablemente se producirá deterior en el concreto. Y este tipo de problemas tiende a aumentar en caso exista la presencia de cloruros o sulfatos disueltos en las aguas subterráneas y en los suelos, lo que puede generar grandes daños a la cimentación y que no serían fáciles de observar a simple vista.

Para ello hoy en día se debe hacer uso de nuevas técnicas o formas de conseguir concretos con baja permeabilidad, debido que hacer reparaciones en un concreto ya dañado tendría costos muy elevados.

Para impermeabilizar un concreto se puede hacer uso de tres técnicas diferentes las cuales son:

2.4.1. Sistema integral para la disminución de la permeabilidad en el concreto

Este tipo de sistema buscar evitar el paso del agua por cualidades propias de la misma estructura de concreto y no por el uso de algún otro material. Para ello se puede realizar concretos con aire incorporado, uso de fibras macro y micro sintéticas, relaciones agua/cemento bajas. Adicionalmente se puede adicionar un sistema de sellado de juntas para evitar la entrada del agua. Por ello este sistema funciona como una pieza en conjunto.

2.4.2. Sistema de impermeabilización externa

Como su nombre lo dice es un sistema que actúa en la parte externa de la estructura, es decir se coloca dicha barrera después de la consolidación y endurecimiento del concreto. Se pueden impermeabilizar la estructura de diversas maneras, usando morteros, aditivos impermeabilizantes, pinturas epóxicas, pudiendo dificultar esta labor en lo que concierne a la cimentación o niveles subterráneos de la construcción.

2.4.3. Sistema de impermeabilización aplicado internamente

Se utiliza como una barrera en la parte interna de la estructura (lado negativo). Este tipo de sistema se aplica como revestimiento y tiene un uso ligado a las remodelaciones. No evitan la entrada del agua a la estructura, ya que están en el lado que no entra en contacto con el agua, es una medida de mitigación de la humedad dentro de los ambientes.

2.5. Mecanismos de penetración del agua

La durabilidad del concreto se puede determinar en base a resistencia de este a la penetración de gases o fluidos. Los líquidos poseen formas particulares de adentrarse dentro del concreto como pueden ser: la permeabilidad, la absorción capilar, el fenómeno de difusión, por convección o la electromigración.

2.5.1. La permeabilidad

Considerada una propiedad de flujo, se refiere a la facilidad con la que un líquido se mueve a través del material concreto, cuando este se encuentra a expuesto a un gradiente de presión. Este fenómeno es común en las estructuras que cumplen una función de contención del agua. Se diferencia del resto de mecanismos por la presencia del gradiente.

2.5.2. Difusión

Este proceso corresponde al transporte de iones cloruros de un lugar a otro por medio de una diferencia de un gradiente de concentración. Este fenómeno ocurre por lo general en concretos saturados, el concreto es considerado un material anisótropo debido a sus características, por lo cual los iones cloruros penetran el material en distintas direcciones.

Se utiliza el coeficiente de difusión de cloruros como un parámetro útil para clasificar el concreto según sus propiedades de durabilidad y para predecir la vida útil. No obstante este tema requiere métodos muy complejos para transportar los iones cloruro a través del concreto.

2.5.3. Absorción capilar

La absorción capilar es el mecanismo de transferencia de líquidos más rápido, la cual corresponde al desplazamiento de un líquido a través de la red capilar del concreto, como consecuencia de la interacción de las fuerzas de contacto liquido-sólido. Este fenómeno solo ocurre en concretos que están secos o parcialmente saturados.

La absorción capilar depende del tamaño de los poros, mientras que otros fenómenos como la difusión dependen de la interconexión en la red porosa del material.

2.5.4. Electromigración

Este mecanismo también requiere la presencia de un gradiente, pero en este caso a una diferencia de voltaje. Estos ensayos consisten en aplicar una diferencia de potencial eléctrico

a través de la muestra, la cual tendrá que estar en contacto con dos recipientes externos, los cuales contendrán una solución alcalina y una de cloruros respectivamente. Y luego mediante la aplicación de la electricidad los iones tendrán que emigrar de un extremo a otro, con lo cual se podrá determinar su resistencia al paso de estos.

2.6. Ataque de sulfatos en el concreto

Los sulfatos son compuestos químicos que podemos encontrar generalmente en presencia de agua subterránea, superficial, aguas marinas y en algunos tipos de suelos, donde los más comunes son los sulfatos de sodio, magnesio, potasio y calcio que generan deterioro en el concreto al estar en contacto con estos, esto ocurre cuando altas dosis de sulfatos disueltos en agua entran en contacto con la pasta de concreto lo cual genera reacciones químicas que generan la expansión de la pasta de concreto lo que libera presión sobre este, hasta que llega a romperse o desintegrarse, algunos aspectos a tomar en cuenta en el ataque de sulfatos al concreto son:

- **Tipos de sulfatos**

Los sulfatos que se encuentran en los suelos orgánicos, arcillosos o con presencia de agua freática: sulfato de amonio, calcio, magnesio y sodio.

Los sulfatos que se encuentran en el agua de mar: son los más perjudiciales como el sulfato de calcio, cloruro de sodio y magnesio.

- **Concentración de los sulfatos:** a mayor concentración de sulfato en un medio soluble como el agua es más perjudicial para el concreto, tener en cuenta que el sulfato al no estar diluido no afecta al concreto.
- **Tipo de ataque:** el concreto tiene mayor desgaste al estar sometido a eventos de lave y deslave con aguas contaminadas que al tenerlas de forma pasiva.

- Sulfato de calcio

La reacción generada por el sulfato de calcio es simple, principalmente se da por el ataque al aluminato tricálcico del cemento, produciéndose sulfoaminato de calcio.

- Sulfato de sodio

En este caso la reacción se produce tanto en el hidróxido de calcio producido en la hidratación del cemento, como en el aluminato tricálcico.

- Sulfato de magnesio

El sulfato de magnesio ocasiona daños mayores al estar en contacto con el concreto, afecta a todas las fases de la pasta del cemento, llegando incluso a afectar el Ph del mismo. Su mecanismo de reacción produce etringita e hidróxido de magnesio.



- **Presión:** ocurre un mayor desgaste cuando existe mayor presión de la solución sobre la superficie de concreto ya que fuerza a que la solución entre en el espécimen.
- **Temperatura:** a mayor temperatura es mayor la velocidad de la reacción química.

2.7. Patologías en el concreto por problemas de permeabilidad

2.7.1. Ataque de cloruros y corrosión del acero

El fenómeno de ataque de cloruros al acero de refuerzo es la principal causante del deterioro prematuro de las estructuras, pese a que el concreto es un material que proporciona buena protección ante la corrosión.

Este problema puede ser ocasionado por algunas características del concreto como:

- Concreto con alta porosidad
- Deficiente recubrimiento de concreto sobre el acero de refuerzo
- Fisuras o grietas en la estructura
- Agregados o agua con alta concentración de ion cloruro

Usualmente se tenía en cuenta la resistencia de diseño como el parámetro para obtener concretos resistentes al ataque de cloruros, pero hoy en día se sabe que la resistencia de por sí no es un factor determinante para conocer la durabilidad de nuestro concreto.

2.7.2. Ataque de sulfatos

Este fenómeno se presenta cuando en el agua que está en contacto con la estructura, existen concentraciones altas de sulfatos disueltos, los cuales entran en contacto con los compuestos hidratados de la pasta de cemento y generan reacciones químicas como son:

- Reacción sulfato – hidróxido de calcio: lo cual produce formación de sulfatos de calcio (yeso)
- Reacción sulfato – aluminato tricálcico: dando lugar a la aparición de la etringita.

Estas reacciones químicas generan expansiones, ablandamiento, resquebrajamiento y aparición de eflorescencias, lo cual da lugar a la desintegración del concreto y dejando expuesto el acero. Reduciendo las capacidades mecánicas de los elementos estructurales y su vida útil.

Los tipos de sulfatos más comunes a ser encontrados suelen ser: sulfatos de potasio, sodio, magnesio y calcio.

2.7.3. Carbonatación

Este tipo de reacción en el concreto es la pérdida de Ph del mismo, cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con el hidróxido de calcio, el cual se convierte en carbonato de calcio y altera su Ph original altamente alcalino (rango de 12 a 13) a un Ph crítico por debajo de los 9.5. Esto puede dar origen a que empiece la corrosión, y el posterior agrietamiento y astillamiento del material. La difusión del dióxido de carbono a través de la red capilar del concreto puede tardar varios años, pero una vez aparezcan los daños estos serán muy costosos de reparar y pueden ser causantes de grave daño estructural.

3. Diseño de mezclas y Propiedades de los agregados

3.1. Método del Módulo de Fineza y Combinación de los Agregados

Este procedimiento de diseño surge como respuesta a la búsqueda de la relación fino-grueso de los agregados, de tal manera que esta se modifique en función del contenido de cemento en el diseño.

Para ello según los requerimientos de obra se deben obtener datos de los agregados como: módulo de fineza, granulometría y tipo de superficie. Con ello se obtiene el módulo de fineza de la combinación de los agregados y se lleva a cabo el diseño.

Los contenidos de los agregados grueso y fino, cambian según la resistencia de diseño, siendo la principal variación la relación agua-cemento y el contenido de agua.

Los dos puntos que diferencian al método del Módulo de Fineza con el método tradicional del ACI 211 son:

* Cálculo del Módulo de Fineza de la combinación de los agregados, el cual se halla a través de la siguiente formula:

$$m = r_f \times m_f + r_g \times m_g$$

m : Modulo de fineza de la combinación de los agregados

m_f : Modulo de fineza del agregado fino

m_g : Modulo de fineza del agregado grueso

r_f : Porcentaje del agregado fino según volumen total del agregado

r_g : Porcentaje del agregado grueso según volumen total del agregado

Esta ecuación se puede resumir en los valores que se encuentran en la tabla 16.3.10 de la norma ASTM C-33, que asegura obtener concretos trabajables.

* Cálculo del valor de R_f

$$r_f = \frac{Mg - m}{Mg - Mf} \times 100$$

$$r_f = \quad \%$$

Tabla 2 - Leyenda de Diseños

CODIGO ESPECIFICACIONES	
A	: 210 IP Sin Aditivos
B	: 280 IP Sin Aditivos
C	: 350 IP Sin Aditivos
D	: 210 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
E	: 280 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
F	: 350 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
G	: 210 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron
H	: 280 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

I	: 350 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron
J	: 210 HE Sin Aditivos
K	: 280 HE Sin Aditivos
L	: 350 HE Sin Aditivos
M	: 210 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
N	: 280 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
Ñ	: 350 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
O	: 210 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron
P	: 280 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron
Q	: 350 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron
R	: 210 I Sin Aditivos
S	: 280 I Sin Aditivos
T	: 350 I Sin Aditivos
U	: 210 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
V	: 280 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
W	: 350 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP
X	: 210 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron
Y	: 280 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron
Z	: 350 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Extracción y preparación de muestras

La preparación de muestras para los ensayos de agregados debe ser de un proceso de selección de una masa representativa que sea la misma para el agregado grueso y fino.

Esta consiste en identificar la pila de agregado, la cual se dividirá en tres secciones horizontales de manera visual, luego se comenzara a sacar una muestra de la parte superior, central e inferior. El agregado debe ser extraído removiendo previamente un mínimo de 30 cm de la parte superficial para la extracción de la muestra, de esta manera se sacara una muestra uniforme de todo el agregado donde la cantidad mínima se rige por la siguiente tabla:

Tabla 3 Cantidad de Extracción de muestras

TMN del agregado (A) mm	Masa mínima (B) Kg
Agregado Fino	
2.36	10
4.76	10
Agregado Grueso	
9.5	10
12.5	15
19.0	25
25.0	50
37.5	75
50.0	100
63.0	125
75.0	150
90.0	175

Fuente: NTP 400.010

3.3. Reducción de muestras a tamaño de ensayo

Para la realización de los ensayos de agregados siempre se necesitan cantidades diferentes de acuerdo al tipo de ensayo, por ello se necesita saber reducir correctamente el agregado a las cantidades necesarias. Para este muestreo hay diferentes métodos uno de esos es el método del divisor mecánico donde se usa un bifurcador el cual tiene aberturas en la parte superior y dos colectores en su base, aquí se deposita con una cuchara metálica el agregado de manera uniforme moviendo la cuchara de derecha a izquierda intentando que caiga cantidades iguales en cada abertura del bifurcador, después se procede a retirar los colectores de la parte inferior y donde el contenido de uno se traslada a un recipiente para repetir el procedimiento hasta tener la cantidad requerida.

Ilustración 1 Bifurcador Mecánico para reducción de muestras



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 2 Reducción de muestras a tamaño de ensayo



Fuente: Elaboración Propia

3.3. Determinación de las propiedades físicas del agregado fino

3.3.1. Contenido de humedad del agregado

Materiales y equipos

- Estufa
- Recipiente metálico

- Balanza

Descripción del ensayo

Para este ensayo se debe tener una masa representativa de acuerdo al TMN

Tabla 4 Cantidades mínimas para contenido de humedad.

Tamaño máximo nominal de agregado mm (plg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en Kg
4.75 (Nº4)	0.5
9.5 (3/8")	1.5
12.5 (1/2")	2.0
19.0 (3/4")	3.0
5.0 (1")	4.0
37.5 (1 ½")	6.0
50.0 (2")	8.0
63.0 (2 ½")	10.0
75.0 (3")	13.
90.0 (3 ½")	16.0
100.0 (4")	25.0
150.0 (6")	50.0

Fuente: NTP 339.185

Este consiste en poner una muestra de agregado fino en una bandeja previamente tarada y pesar nuestra muestra, seguidamente poner al contacto con una estufa para eliminar la humedad, dejar enfriar y volver a pesar.

$$CH = 100(W-D)/D$$

W = masa muestra húmeda

D = masa de la muestra seca

❖ Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM

W = Peso de la muestra húmeda.

500.000 g

D = Peso de la muestra seca. 490.300 g

CH = 1.978

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

W = Peso de la muestra húmeda. 1000.000 g

D = Peso de la muestra seca. 972.000 g

CH = 2.881



3.3.2. Análisis granulométrico del agregado

Materiales y equipo

- Tamices metálicos
- Equipo Tamizador
- Escobilla

- Balanza
- Horno

Descripción del ensayo

Para este ensayo se debe secar previamente una muestra mínima de 300 gr para agregado fino, el cual se secara a una temperatura de 110°C durante 24h, esta muestra se colocara en el tamiz superior que estarán ordenados desde la malla : N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, adicionalmente se coloca el tamiz N° 200 y el fondo, seguidamente colocar toda la lista de tamices en el tamizador mecánico por un periodo suficiente que asegure un correcto vibrado de los tamices, luego proceder a pesar las masas retenidas por cada tamiz y así hallar la masa total retenida de todos los tamices, la cual no deberá diferir en 0.3% con la masa inicial. Considerar que según la norma ASTM el % retenido entre dos mallas consecutivas no debe ser mayor a 45% y el módulo de finura debe oscilar entre 2.3 y 3.1

❖ Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM

Masa inicial: 500 g

Tabla 5 Granulometría Ag. Fino UCSM.

Tamiz #	Tamaño de tamiz (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante	Error
---------	----------------------	---------------	------------	----------------------	-----------	-------

3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
# 4	4.750	0.80	0.16	0.16	99.84	
# 8	2.360	88.20	17.65	17.81	82.19	
# 16	1.180	104.30	20.87	38.68	61.32	
# 30	0.600	99.00	19.81	58.50	41.50	0.06%
# 50	0.300	83.10	16.63	75.13	24.87	
# 100	0.150	54.60	10.93	86.05	13.95	
# 200	0.075	40.70	8.14	94.20	5.80	
FONDO		29.00	5.80	100.00	0.00	
Σ		499.70	100.00			

Fuente: Elaboración Propia

Corrección: 0.0375

Tabla 6 Granulometría Ag. Fino Corregido. UCSM.

Tamiz #	Tamaño de tamiz (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.750	0.84	0.17	0.17	99.83
# 8	2.360	88.24	17.65	17.82	82.19
# 16	1.180	104.34	20.87	38.68	61.32
# 30	0.600	99.04	19.81	58.49	41.51
# 50	0.300	83.14	16.63	75.12	24.88
# 100	0.150	54.64	10.93	86.05	13.96
# 200	0.075	40.74	8.15	94.19	5.81
FONDO		29.04	5.81	100.00	0.00
Σ		500.00	100.00		

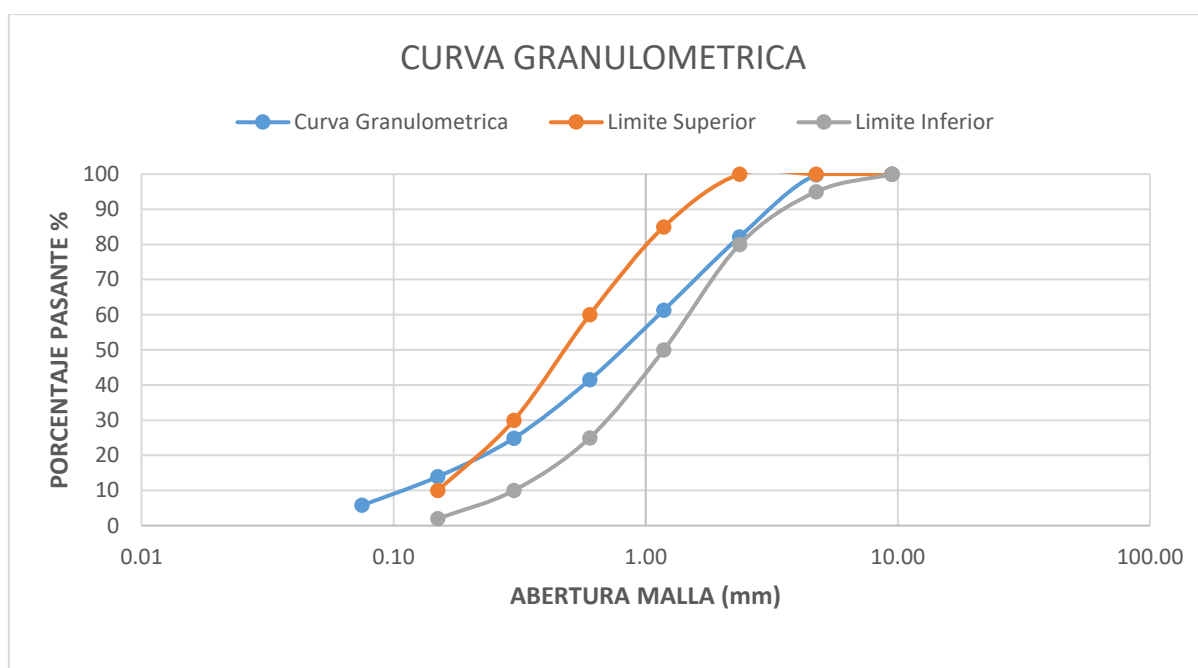
Fuente: Elaboración Propia

TM: 3/8"

TMN: # 4

MF: 2.76

Grafico 1 Curva Granulométrica Ag. Fino UCSM.



Fuente: Elaboración Propia



❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

Masa inicial: 1000 g

Tabla 7 Granulometría Ag. Fino SUPERMIX.

Tamiz #	Tamaño de tamiz (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante	Error
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
# 4	4.750	3.00	0.30	0.30	99.70	
# 8	2.360	175.00	17.55	17.85	82.15	
# 16	1.180	198.00	19.86	37.71	62.29	
# 30	0.600	195.00	19.56	57.27	42.73	0.30%
# 50	0.300	151.00	15.15	72.42	27.58	
# 100	0.150	116.00	11.63	84.05	15.95	
# 200	0.075	73.00	7.32	91.37	8.63	
FONDO		86.00	8.63	100.00	0.00	
Σ		997.00	100.00			

Fuente: Elaboración Propia

Corrección: 0.375

Tabla 8 Granulometría Ag. Fino Corregido SUPERMIX.

Tamiz #	Tamaño de tamiz (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.750	3.38	0.34	0.34	99.66
# 8	2.360	175.38	17.54	17.88	82.13
# 16	1.180	198.38	19.84	37.71	62.29
# 30	0.600	195.38	19.54	57.25	42.75
# 50	0.300	151.38	15.14	72.39	27.61
# 100	0.150	116.38	11.64	84.03	15.98
# 200	0.075	73.38	7.34	91.36	8.64
FONDO		86.38	8.64	100.00	0.00
Σ		1000.00	100.00		

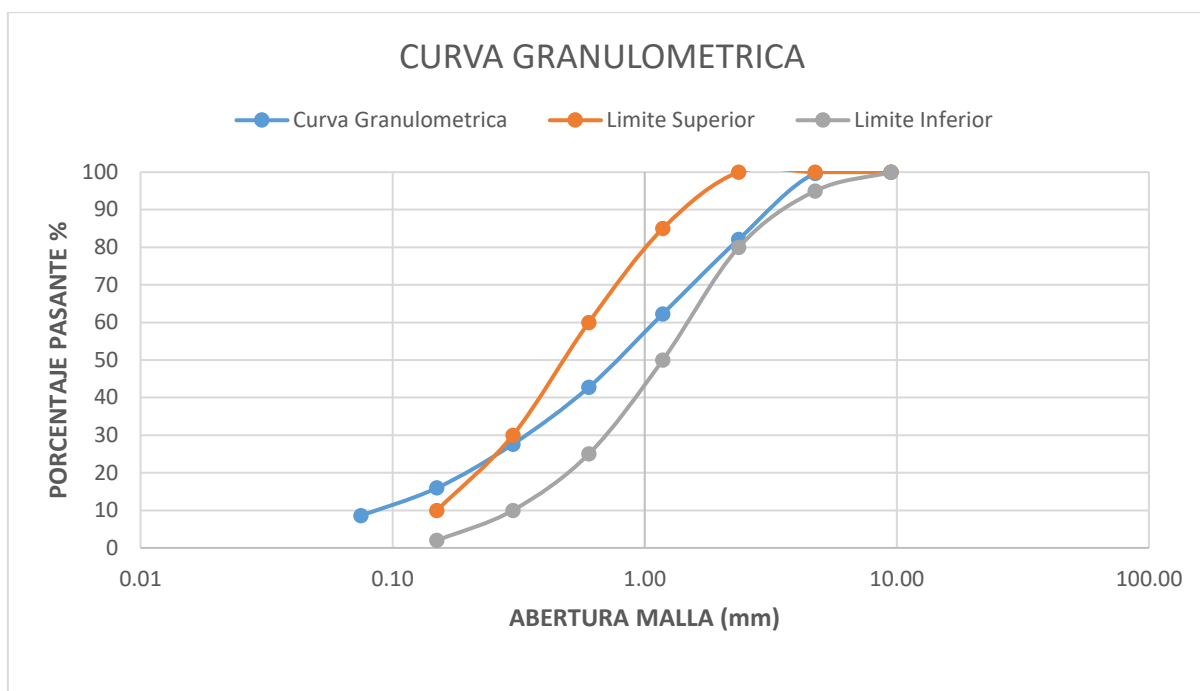
Fuente: Elaboración Propia

TM: 3/8"

TMN: # 4

MF: 2.70

Grafico 2 Curva Granulométrica Ag. Fino SUPERMIX



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 3 Tamizadora mecánica para Ag. Fino.



Fuente: Elaboración Propia

3.3.3. Peso unitario suelto y compactado

Materiales y equipos

- Balanza
- Varilla de metal de 60cm
- Recipiente cilíndrico según TMN
- Cucharón

Descripción del ensayo

Para este ensayo se usará un recipiente de acuerdo al TMN del agregado que se da según la siguiente tabla:

Tabla 9 Capacidad del recipiente para Peso Unitario.

TMN del agregado		Capacidad del recipiente	
mm	plg	m ³	P ³
12.5	½	0.0028	1/10
25	1	0.0093	1/3
37.5	1 ½	0.0140	1/2
75	3	0.0280	1
100	4	0.0700	2 1/2
125	5	0.1000	3 1/2

Fuente: NTP 400.017

Peso unitario suelto

Este ensayo consiste en llenar el recipiente metálico con una cuchara lo suficientemente grande como para llenar el recipiente con un máximo de 5 cm de distancia del nivel del agregado, seguidamente se debe enrasar y pesar.

$$PU_{\text{suelto}} = \frac{W_{\text{muestra}}}{V}$$

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM.**

Molde "1/10" p³

0.0028 m³

Peso molde 1.640 kg

W muestra suelta 4.355 kg

4.420 kg

4.350 kg

PU suelto 1555.357 kg/m³

1578.571 kg/m³

1553.571 kg/m³

PU suelto 1562.500 kg/m³

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

Molde 1/10" p³

0.0028 m³

Peso molde 1.640 kg

W muestra suelta 4.753 kg

4.700 kg

4.750 kg

PU suelto 1697.500 kg/m³

1678.571 kg/m³

1696.429 kg/m³

PU suelto 1690.833 kg/m³

Peso unitario compactado

Para este ensayo se debe llenar un tercio del recipiente metálico dando 25 golpes de manera circular desde los extremos hacia el centro del recipiente sin tocar el fondo, este procedimiento se repite dos veces más hasta llenar el recipiente tomando en cuenta que la varilla metálica debe penetrar la capa anterior una pulgada, después de ello enrazar y pesar.

$$PU_{compactado} = \frac{W_{muestra}}{V}$$

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM.**

Molde "1/10" p³
0.0028 m³

Peso molde 1.640 kg

W muestra compactada 4.775 kg

4.855 kg

4.870 kg

PU compactado 1705.357 kg/m³

1733.929 kg/m³

1739.286 kg/m³

PU compactado 1726.190 kg/m³

% Vacíos suelto 38.256 %

% Vacíos compactado 31.788 %

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

Molde "1/10" p³
0.0028 m³

Peso molde 1.640 kg

W muestra compactada 5.014 kg

5.035 kg

5.018 kg

PU compactado 1790.714 kg/m³

1798.214 kg/m³

1792.143 kg/m³

PU compactado 1793.690 kg/m³

% Vacíos suelto 34.210 %

% Vacíos compactado 30.208 %

3.3.4. Peso específico y absorción del agregado

Materiales y equipos

- Recipientes metálicos
- Estufa
- Balanza
- Cono metálico
- Picnómetro
- Embudo

Descripción del ensayo

Para la realización de este ensayo se debe seleccionar una muestra de agregado fino de aproximadamente de 1kg, previo tamizado en la malla N°4 para eliminar material superior a dicho tamaño, este material se dejara sumergido en agua durante 24h +/- 4h. Posteriormente se escurre el agua y se extrae una cantidad de 600gr sobre una bandeja, y se empieza a secar con aire caliente, estufa o en su defecto al sol que es lo recomendable, cuando la muestra tenga una apariencia semiseca se procede a hacer la prueba del molde cónico, dicha prueba consiste en vaciar una cierta cantidad de la muestra en el molde cónico metálico el cual se enraza y se procede a apisonar con una varilla metálica, dando 15 golpes sobre la muestra la cual se reducirá en volumen, volver a llenar el cono y dar 10 golpes más para hacer un total de 25 golpes, seguidamente sacar el molde metálico y verificar que se desmorone por sí solo. Repetir hasta que conseguimos que el agregado se desmorone.

Una vez que finalizamos dicha prueba proseguimos a tarar el picnómetro, y agregarle 500ml de agua, a este se le agregara 500g del agregado que se utilizó para el cono y se vuelve a pesar. Después se agita con fuerza para que todo el agregado se mezcle bien con el agua, y

se deja reposar la nueva muestra entre 20 minutos a 1 día tiempo para que se asienten las partículas finas.

Luego de todo el procedimiento anterior se discurre el agua de la muestra con cuidado para evitar la pérdida de agregado, se saca el agregado del picnómetro y se coloca en una bandeja para dejarlo desecando durante 24h y poder obtener así al día siguiente el peso seco.

A= Peso al aire de la muestra desecada

B= Peso del picnómetro aforado lleno de agua

C= Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua

S= Peso de la muestra saturada con superficie seca

Peso específico aparente $= \frac{A}{B+S-C}$

Peso específico aparente (S.S.S.) $= \frac{S}{B+S-C}$

Peso específico nominal $= \frac{A}{B+A-C}$

Absorción $= \frac{S-A}{A} \times 100$

Ilustración 4 Ensayo de Peso Específico Ag. Fino Cono Metálico



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 5 Ensayo de Peso Específico Ag. Fino Picnómetro.



Fuente: Elaboración Propia

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM.**

A = Peso al aire de la muestra desecada	490.150 g
B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua	657.600 g
C = Peso picnómetro + muestra + agua	964.300 g
S = Peso de la muestra sat. Con superficie seca	500.000 g
Peso específico aparente	2.536 g
P. esp aparente SSS	2.587 g
P. esp nominal	2.672 g
% Absorción	2.010 %

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

A = Peso al aire de la muestra desecada	488.000 g
B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua	660.900 g
C = Peso picnómetro + muestra + agua	971.400 g
S = Peso de la muestra sat. Con superficie seca	500.000 g
Peso específico aparente	2.575 g
P. esp aparente SSS	2.639 g
P. esp nominal	2.749 g
% Absorción	2.459 %

3.3.5. Porcentaje de finos que pasa la malla #200

Materiales y equipos

- Balanza de precisión
- Recipientes metálicos
- Muestra a ser analizada
- Agua
- Horno t(110+/-5°C)

Descripción del ensayo

Este ensayo se hace para saber la cantidad de finos que tiene nuestro agregado el cual para el tamiz #200 que tiene aberturas de 75 μ m. Este ensayo se hace de acuerdo al TMN del agregado grueso para saber la cantidad mínima a ensayar.

Ilustración 6 Cantidad mínima para porcentaje de finos de la malla #200.

TMN	Masa mínima (g)
4.75m (N°4) o menor	300
>4.75 mm (N°4) a 9.5 mm (3/8")	1000
>9.5 mm (3/8") a 19 mm (3/4")	2500
>19 mm (3/4")	5000

Fuente: NTP 400.018

La masa requerida se seca a una temperatura de 100+/-5°C y se pesa después de 24 h (B), seguidamente se lava la muestra haciendo movimientos circulares con el recipiente y dejando escurrir por la malla #200, este procedimiento se repite hasta tener el agua clara a continuación verter los residuos que quedaron el tamiz y dejarlos secando durante 24 h donde se procederá a pesar (C) donde el porcentaje de material pasante (A) se dará con la siguiente formula.

$$A = [(B - C)/B] \times 100$$

A: Porcentaje de material < Tamiz 200

B: Masa original de la muestra seca

C: Masa seca después de lavado

3.4. Determinación de las propiedades físicas del agregado grueso

3.4.1. Contenido de humedad del agregado

Primero se calcula la cantidad de agregado para este ensayo mediante el TMN tomando en cuenta la misma tabla de agregado fino y aplicando la siguiente formula.

$$P = 100(W-D)/D$$

W = masa muestra húmeda

D = masa de la muestra seca

❖ Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM.

W =Peso de la muestra húmeda. 3000.000 g

D = Peso de la muestra seca. 2991.000 g

CH 0.301

❖ Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.

W =Peso de la muestra húmeda. 4000.000 g

D = Peso de la muestra seca. 3991.000 g

CH 0.226

3.4.2. Análisis granulométrico del agregado

Materiales y equipo

- Tamices
- Agitador mecánico
- Escobilla
- Balanza

Descripción del ensayo

Escogemos la cantidad de muestra de ensayo según el TMN del agregado, luego ponemos la muestra en un recipiente y la secamos a temperatura constante de 110°C. Posteriormente la muestra se colocara en el tamizador mecánico, el cual debe tener las mallas de 1 ½", 1", ¾", ½", ¼", N° 4, N°8, N°16 y el fondo. Accionamos el equipo durante un tiempo suficiente para que las partículas pasen a través de las mallas, apagamos el equipo y pesamos el contenido retenido en cada malla.

Ilustración 7 Tamizadora Mecanica para Ag. Grueso.



Fuente: Elaboración Propia

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM.**
Masa inicial: 500gr

Tabla 10 Granulometría Ag. Grueso UCSM.

Tamiz #	Tamaño de tamiz (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante	Error
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	310.00	6.20	6.20	93.80	
1/2"	12.500	1130.50	22.62	28.83	71.17	
3/8"	9.500	800.20	16.01	44.84	55.16	0.06%
# 4	4.750	1713.50	34.29	79.13	20.87	
# 8	2.360	604.10	12.09	91.22	8.78	
# 16	1.180	179.70	3.60	94.82	5.18	
FONDO		258.80	5.18	100.00	0.00	
Σ		4996.80	100			

Fuente: Elaboración Propia

Corrección: 0.457

Tabla 11 Granulometría Ag. Grueso Corregido UCSM.

Tamiz #	Tamaño de tamiz (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	310.46	6.21	6.21	93.79
1/2"	12.500	1130.96	22.62	28.83	71.17
3/8"	9.500	800.66	16.01	44.84	55.16
# 4	4.750	1713.96	34.28	79.12	20.88
# 8	2.360	604.56	12.09	91.21	8.79
# 16	1.180	180.16	3.60	94.81	5.19
FONDO		259.26	5.19	100.00	0.00
Σ		5000.00	100		

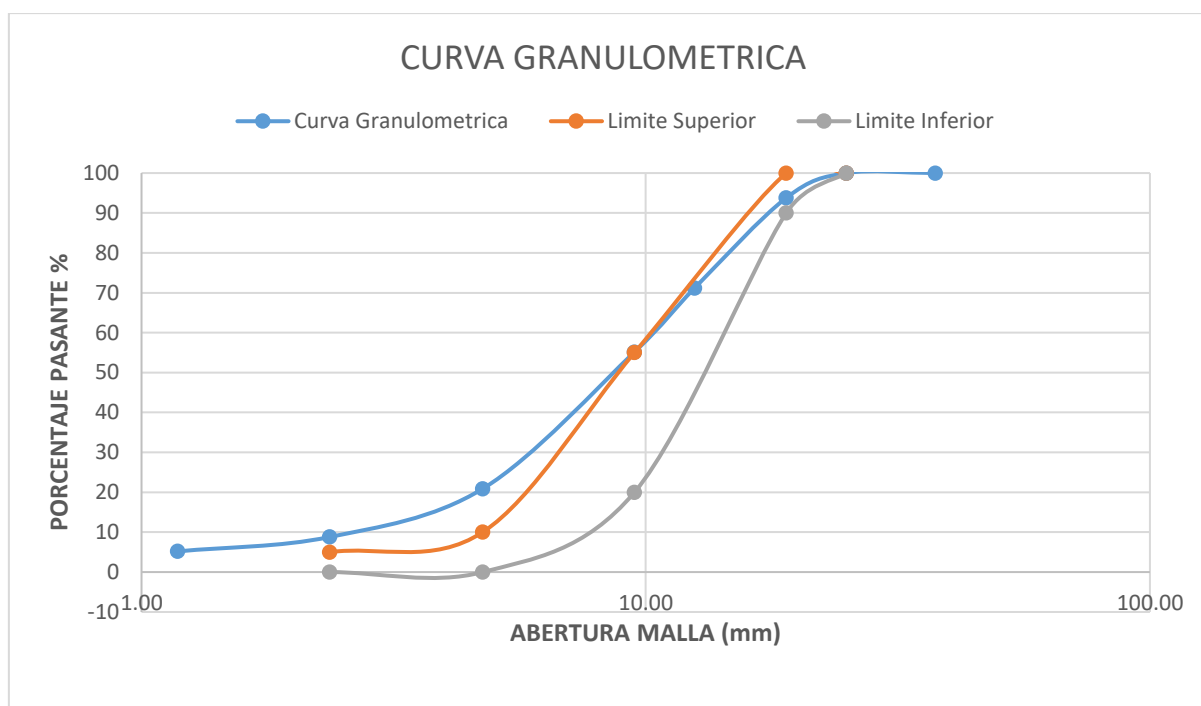
Fuente: Elaboración Propia

TM 1"

TMN 3/4"

MF 6.16

Grafico 3 Curva Granulométrica Ag. Grueso



Fuente: Elaboración Propia



❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

Masa inicial: 1000 gr

Tabla 12 Granulometría Ag. Grueso SUPERMIX

Tamiz #	Tamaño de tamiz (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante	Error
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	558.00	5.59	5.59	94.41	
1/2"	12.500	3297.00	33.01	38.59	61.41	0.11%
3/8"	9.500	2038.00	20.40	58.99	41.01	
# 4	4.750	2210.00	22.12	81.12	18.88	
# 8	2.360	1140.00	11.41	92.53	7.47	
# 16	1.180	548.00	5.49	98.02	1.98	
FONDO		198.00	1.98	100.00	0.00	
Σ		9989.00	100			

Fuente: Elaboración Propia

Corrección: 1.571

Tabla 13 Granulometría Ag. Grueso Corregido SUPERMIX

Tamiz #	Tamaño de tamiz (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	559.57	5.60	5.60	94.40
1/2"	12.500	3298.57	32.99	38.58	61.42
3/8"	9.500	2039.57	20.40	58.98	41.02
# 4	4.750	2211.57	22.12	81.09	18.91
# 8	2.360	1141.57	11.42	92.51	7.49
# 16	1.180	549.57	5.50	98.00	2.00
FONDO		199.57	2.00	100.00	0.00
Σ		10000.00	100		

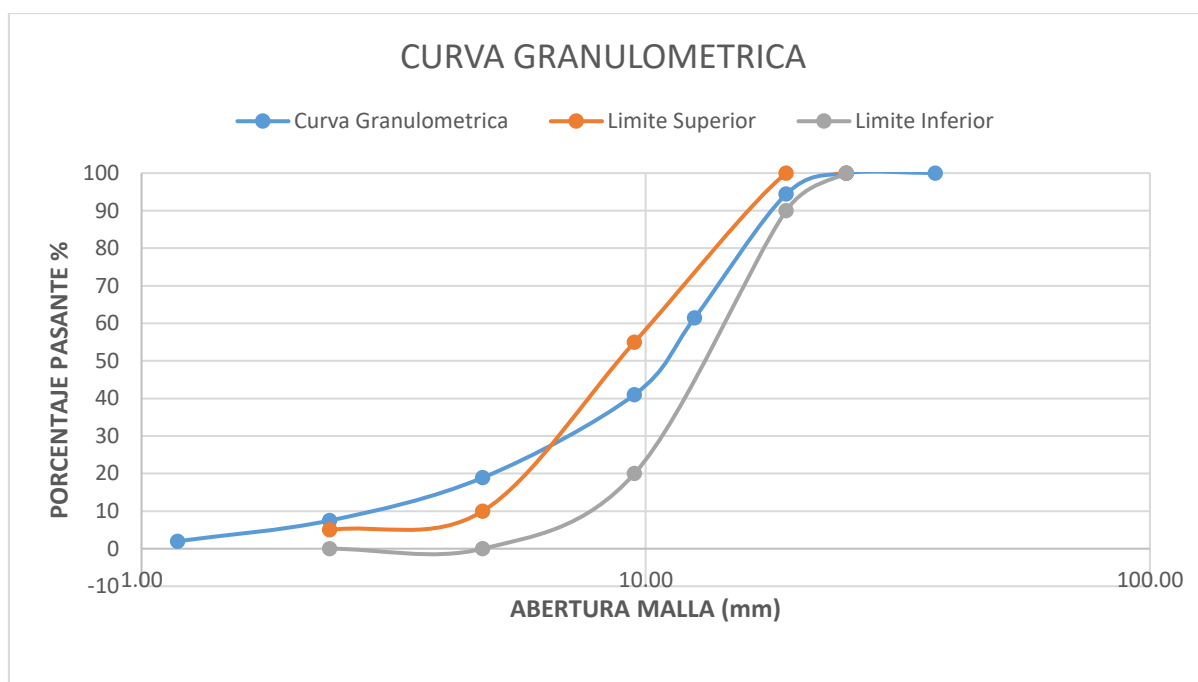
Fuente: Elaboración Propia

TM 1"

TMN 3/4"

MF 6.36

Grafico 4 Curva Granulométrica Ag. Grueso SUPERMIX



Fuente: Elaboración Propia

3.4.3. Peso unitario suelto y compactado

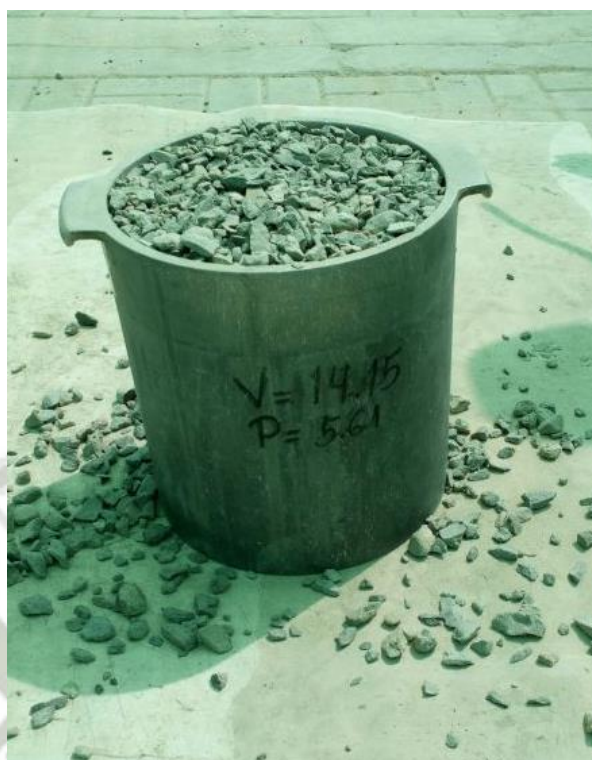
Primero se determina la masa y el volumen del recipiente esto se hace mediante la misma tabla que se utiliza para el agregado fino dependiendo al TMN.

Ilustración 8 Cuchara Metálica para Peso Unitario



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 9 Recipiente Cilíndrico para Peso Unitario.



Fuente: Elaboración Propia

Peso unitario suelto

Para obtener el peso unitario suelto se debe coger el agregado con una pala o bandeja que nos asegure llenar el recipiente de forma rápida, de esta manera nos aseguramos las partículas no se acomoden y se compacten por su propio peso. Debemos tener en cuenta no llenar el recipiente a una distancia mayor de 5cm del borde superior del mismo.

$$PU_{\text{suelto}} = \frac{W_{\text{muestra}}}{V}$$

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM.**

Molde "1/3" p³

0.0093 m³

Peso molde 5.045 kg

W muestra suelta 14.430 kg

14.475 kg

14.480 kg

PU suelto 1551.613 kg/m³

1556.452 kg/m³

1556.989 kg/m³

PU suelto 1555.018 kg/m³

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

Molde "1/2" p³

0.014 m³

Peso molde 5.61 kg

W muestra suelta 20.444 kg

19.750 kg

20.560 kg

PU suelto 1460.286 kg/m³

1410.714 kg/m³

1468.571 kg/m³

PU suelto 1446.524 kg/m³

Peso unitario compactado

Este ensayo consiste en llenar el recipiente por capas (3 en total) y apisonar el agregado a razón de 25 golpes por capa. Debemos procurar no golpear el fondo del recipiente, pero si apisonar con fuerza. Finalmente se enrasa el recipiente y se toma el peso con la muestra compactada.

$$PU_{compactado} = \frac{W_{muestra}}{V}$$

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM.**

Molde "1/2" p³
0.014 m³

Peso molde 5.61 kg

W muestra compactada 15.340 kg

15.405 kg

15.400 kg

PU compactado 1649.462 kg/m³

1656.452 kg/m³

1655.914 kg/m³

PU compactado 1653.943 kg/m³

% Vacíos suelto 37.382 %

% Vacíos compactado 33.398 %

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

Molde "1/2" p³

0.014 m³

Peso molde 5.61 kg

W muestra compactada 23.012 kg

23.100 kg

22.965 kg

PU compactado 1643.714 kg/m³

1650.000 kg/m³

1640.357 kg/m³

PU compactado 1644.690 kg/m³

% Vacíos suelto 47.366 %

% Vacíos compactado 40.156 %

3.4.4. Peso específico y absorción del agregado

Materiales y equipos

- Balanza de precisión
- Recipiente para muestras
- Franelas
- Canastilla metálica
- Tamiz normado N°4
- Horno o estufa
- Tanque de agua

Descripción del ensayo

Muestrear el agregado y obtener una muestra representativa mayor a la masa mínima según el TMN de nuestro agregado. Luego hacer un tamizado del agregado grueso desechando el material que pasa por la malla N°4, seguidamente lavar para eliminar las partículas de polvo de su superficie. Secamos la muestra en el horno y dejamos enfriar durante 3h. Después sumergimos el agregado durante 24 ± 4 h, escurrimos toda el agua sobrante y comenzamos a secar la superficie de las partículas con franelas, luego juntamos toda la muestra y obtenemos la masa B. Ahora colocamos la muestra en la canastilla metálica y la sumergimos en el agua moviéndola para eliminar las burbujas de aire, obtenemos la masa C. Sacar la muestra de la canastilla y colocarla en un recipiente al horno durante 24 horas, hacer enfriar la muestra y obtener el peso A.

Dónde:

A: Peso muestra seca, en el aire, (g)

B: Peso muestra SSS, en el aire, (g)

C: Peso sumergido muestra SSS. (g)

Densidad relativa secado al horno (OD) [kg/m³]

Densidad relativa o gravedad específica (OD)=A/ (B-C)

Densidad relativa superficialmente seca (SSD) [kg/m³]

Densidad relativa o gravedad específica (SSD)=B/ (B-C)

Densidad relativa aparente [kg/m³]

Densidad relativa aparente =A/ (A-C)

Absorción, %= [(B-A)/A]*100

Ilustración 10 Balanza de precisión más Canastilla Metálica



Fuente: Elaboración Propia

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios UCSM.**

A = masa de la muestra secada en el horno	3482 g
B = masa de la muestra de superficie saturada en aire	3511 g
C = masa aparente de la muestra en agua	2100 g
Densidad Relativa SSD	2.488 kg/m ³
Densidad Relativa aparente	2.520 kg/m ³
% Absorción	0.833 %

❖ **Propiedades obtenidas en laboratorios SUPERMIX S.A.**

A = masa de la muestra secada en el horno	4755.00 g
B = masa de la muestra de superficie saturada en aire	4785.00 g
C = masa aparente de la muestra en agua	3047.40 g
Densidad Relativa SSD	2.754 kg/m ³
Densidad Relativa aparente	2.785 kg/m ³
% Absorción	0.631 %

4. Ensayos en el concreto

4.1. Ensayos en estado fresco

4.1.1. Medición de Slump con cono de Abraham

La medición del asentamiento o Slump mediante el cono de Abrams es un indicador de fluidez del concreto que nos permite saber que tan trabajable es el concreto que vamos a ensayar, este se puede clasificar mediante la siguiente tabla.

Tipo de concreto	Asentamiento	Comportamiento en la descarga
Muy seco	< 2"	No fluye
Seco	2" a 3"	Necesita ayuda para fluir
Plastificado (Estándar)	4" a 5"	Fluye bien, forma pilas suaves
Fluido	6" a 7"	Fluye rápidamente, no forma pilas
Muy fluido	>7"	Muy fluido >8" se puede autonivelar.

Ilustración 11 Preparación para el cono de Abrams



Fuente: Elaboración Propia

Para este ensayo se necesita un cono de Abrams, un flexómetro o instrumento de medida, una varilla metálica, cuchara y plancha metálica. El ensayo se debe realizar con la primera mezcla del día o cuando se vea que la consistencia varia, para lo cual se debe humedecer la plancha, el cono y la varilla metálica luego se procede a echar un tercio del volumen concreto en el cono, donde se varilla 25 veces inclinando ligeramente la varilla por el perímetro del cono, hacer lo mismo en la segunda capa donde profundizaremos la capa anterior por 1" y se procede a completar con la tercera capa. Seguidamente se enrasa con la misma varilla metálica removiendo el exceso de concreto y retirando el cono de manera vertical en un tiempo de 5 +/- 2 seg. Después se invierte el cono y se apoya la varilla donde se procederá a medir la distancia vertical entre la varilla y el centro del volumen de concreto, esta medida se da con una precisión de $\frac{1}{4}$ ". Tomar en cuenta que si durante la extracción del cono ocurre un desplome del concreto se repite la prueba con otra muestra de la misma tanda.

Ilustración 12 Medición de Slump con cono de Abraham



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Peso unitario y contenido de aire

El Peso unitario del concreto fresco nos ayuda a valorar algunos requisitos sobre su desempeño, como que a un bajo peso unitario se debe a un mayor contenido de aire, mayor contenido de agua, menor contenido de cemento o cambios en las propiedades de los agregados. Pero esto no siempre es malo ya que cuando el P.U.C.F. es menor tiende a ser bueno en climas fríos a etapas de congelamiento y deshielo a coste de resistencia. Para esto se debe comparar el peso de la muestra con un peso unitario estándar que oscila entre 2240 – 2400 kg/m³.

Para calcular el P.U.C.F. se necesita una balanza de precisión, un mazo de goma, una varilla, un recipiente y una placa metálica. Para la realización del ensayo se debe conocer el volumen y el peso del recipiente metálico, el cual se humedecerá previamente junto a todos los instrumentos, se deberá llenar el recipiente en tres capas iguales donde se compactara con la varilla con 25 golpes en forma de espiral de los extremos al centro el recipiente, seguidamente se golpeará de 10-15 veces el contorno con el mazo de goma y se repetirá el procedimiento hasta llenar el recipiente recordando profundizar 1” la capa anterior con la varilla, proceder a enraizar con la plancha metálica y pesar. El contenido de aire se hallara con el uso del medidor de aire, teniendo en cuenta todos los pasos anteriores para obtener el peso unitario.

$$P. U. C. F = \frac{W_{total} - W_{recipiente}}{V}$$

Ilustración 13 Peso Unitario y Contenido de Aire



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Temperatura

La determinación de la temperatura en el concreto se debe al aporte calorífico entre sus componentes, el calor de hidratación liberado por el cemento, la energía empleada en el premezclado y el aporte del medio ambiente, este parámetro nos permitirá verificar algunos requerimientos por lo cual es importante. Esta medición se hará con un termómetro de exactitud $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{F}$) con un rango de 0°C a 50°C .

La medición de la temperatura se debe hacer antes de los 5 minutos después de tener la muestra de concreto, donde se usara un recipiente no absorbente previamente humedecido con la muestra de concreto y se colocara el termómetro hasta que se sumerja hasta 3" por un periodo mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. Estas lecturas se deben registrar con una precisión de 0.5°C .

Ilustración 14 Medición de la Temperatura



Fuente: Elaboración Propia

4.2 Ensayos en estado endurecido

4.2.1. Físicos

4.2.1.1. Profundidad de penetración

Materiales y equipos

- Equipo para aplicación de agua a presión
- Pintura o liquido impermeabilizante
- Máquina de compresión
- Moldes metálicos
- Vernier digital

Descripción del ensayo

Después del curado de 28 días de las probetas de 6"x12" se retiran las probetas y se dejan secar en horno o a temperatura ambiente hasta una humedad menor al 4%. Luego de ello se impermeabiliza una de las caras y parte lateral de esta. Se rotula los especímenes con la fecha y hora de ensayo. Se montan las probetas en el equipo de presión de agua y se gradúa la presión a 5 bares y se dejan las probetas durante 72 +/- 2h. Se retira cada probeta y se coloca dentro de los moldes metálicos para colocar dentro del equipo de compresión (ruptura brasileña).

Se extraen las dos mitades y se dibuja el rastro de penetración del agua con plumón indeleble, luego se toma lectura de la profundidad máxima de cada una con el vernier.

Ilustración 15 Profundidad de Penetración.



Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.2 Capilaridad o tasa de absorción

Materiales y equipos

- Horno
- Pintura selladora de poros
- Disco esmeril para cortar concreto
- Lijar
- Recipientes plásticos para colocar los moldes
- Balanza digital de precisión $\pm 0.1g$

Descripción del ensayo

Posterior al curado de cada probeta, esta se debe lijar en sus bases para retirar el líquido desmoldante del encofrado, luego se debe cortar cada probeta en 3 partes iguales. Se prosigue llevando al horno cada corte durante 1 día a 50°C, y se retira los discos, se pesan y se debe impermeabilizar sus caras laterales. Luego de ello se coloca un recipiente hermético en el cual se debe agregar 10mm de agua y debemos colocar los moldes en dicho envase. Posteriormente se efectúan mediciones del peso de cada disco en periodos de 1, 5, 10, 20, 30, 60 mins 2, 3, 4, 5, 6 y 24 horas.

Y se halla la tasa de absorción con la siguiente formula:

$$i = S * t^{1/2}$$

Ilustración 16 Capilaridad o Tasa de absorción.



Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.3. Ensayo de porosidad

Materiales y equipos

- Horno
- Disco esmeril para cortar concreto
- Recipiente metálico
- Balanza digital de precisión $\pm 0.1g$
- Canastilla
- Tanque de agua

Descripción del ensayo

Cortamos la probeta de 4"x8" extrayendo una porción de 4"x4" haciendo un corte equidistante a cada base. Luego se coloca la muestra al horno a una temperatura de 110 ° C por un tiempo no menor a las 24h. Se extrae los especímenes del horno, se deja enfriar a temperatura ambiente y se determina su masa(A). Posteriormente se sumerge los especímenes en agua durante 48h o más, hasta que el incremento de masa sea menor al 0.5%, se seca los especímenes con una toalla y se determina la masa saturada (B).

El mismo espécimen debe ser colocado en un recipiente metálico y cubierto con agua para hacerlo hervir durante 5h. Luego se retira el espécimen y se deja enfriar durante mínimo 14h, se seca la humedad superficial y se obtiene la masa después de hervir (C). Finalmente se coloca el espécimen dentro de la canastilla de metal y se obtiene la masa sumergida (D).

Ilustración 17 Ensayo de Porosidad.



Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.4. Ensayo de permeabilidad al aire de Torrent

Materiales y equipos

- Bomba de vacío
- Lijar
- Medidor de humedad
- Permeabilímetro

Descripción del ensayo

Posterior a los 28 días de curado y secado de los prismas de 15x15x20 se mide la humedad del espécimen, se lijan las 4 caras en las que se llevarán a cabo las mediciones, se limpian el polvo y se rotulan. Luego se coloca la célula de la cámara de vacío en la cara donde se

efectuara la medición y se efectúa la medición durante periodos de 6min por cara. Se extrae la lectura K_t que es la permeabilidad al aire.

Ilustración 18 Ensayo de permeabilidad al aire de Torrent



Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.5. Ensayo de resistencia a la compresión

Materiales y equipos

- Vernier digital
- Placas metálicas
- Equipo de compresión

Descripción del ensayo

Se aplica una carga de compresión sobre la probeta de concreto a una velocidad normada y se lee el esfuerzo de ruptura en el momento en que ocurre la falla. Luego se divide la carga aplicada entre el área de la sección y se obtiene la resistencia del molde.

Ilustración 19 Ensayo de resistencia a la compresión.



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Químicos

4.2.2.1. Ensayo de expansión

Materiales y equipos

- Recipiente hermético para inmersión de las viguetas
- Sulfato de magnesio, calcio o sodio
- Agua desionizada
- Phimetro
- Equipo compador de longitud
- Pines metalicos

Descripción del ensayo

Posterior al curado de las viguetas, estas se dejan secando a temperatura ambiente, se miden en el equipo comparador de longitud. Luego se prepara la solución de agua desionizada y el sulfato en una concentración acorde al tipo de exposición elegida según ppm y se comprueba que la solución tenga un ph entre 6 y 8. Se colocan las viguetas en recipientes herméticos con la solución y se deja sumergida a una temperatura de 23°C. Luego se toman mediciones semanales cada semana durante el 1er mes y luego mensualmente. En este punto observaremos las variaciones de longitud y se medirá el valor del ph de la solución de cada recipiente para saber qué efecto se está produciendo.

Tabla 14 Requisitos para concretos expuestos a soluciones que contienen sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato acuoso soluble (SO ₄) en suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, PPM	Tipo de cemento	Concreto de peso normal, relación máxima agua-material cementante en peso	Concreto de peso normal y ligero, f'c mínimo MPa
Insignificante	$0.00 \leq \text{SO}_4 < 0.10$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$	-	-	-
Moderada	$0.10 \leq \text{SO}_4 < 0.20$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1500$	II, IP, IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM), (MS)	0.50	28
Severa	$0.20 \leq \text{SO}_4 < 2.00$	$1500 \leq \text{SO}_4 < 10000$	V	0.45	31
Muy severa	$\text{SO}_4 > 2.00$	$\text{SO}_4 > 10000$	V más puzolana	0.45	31

Fuente: Tabla 4.3.1 ACI 318S-05

Ilustración 20 Ensayo de expansión



Fuente: Elaboración Propia

5. Resultados

5.1. Ensayos en estado fresco

5.1.1. Medición de Slump con cono de Abrams, Peso Unitario, Contenido de aire y

Temperatura Cemento IP

- Primera vuelta

Tabla 15 Propiedades en estado Fresco Cemento IP S/A (Primera Vuelta)

Fecha:	28/08/2017	28/08/2017	29/08/2017
Resistencia:	210 SA / IP	280 SA / IP	350 SA / IP
Hora de contacto a/c	11:13	14:05	10:10
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	20.80	22.10	24.10
Temp. Ambiente °C	26.00	26.40	26.00
Slump pulgadas	7 1/4"	5 1/2"	6"
Peso Unitario kg/m ³	19.87	20.06	20.30
Contenido De Aire %	1.30	1.20	1.20

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 Propiedades en estado Fresco Cemento IP C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Primera Vuelta)

Fecha:	29/08/2017	29/08/2017	29/08/2017
Resistencia:	210 CA / IP	280 CA / IP	350 CA / IP
Hora de contacto a/c	14:15	15:25	16:55
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	22.00	24.60	22.20
Temp. Ambiente °C	27.30	25.30	22.00
Slump pulgadas	9"	8 3/4"	9
Peso Unitario kg/m ³	20.14	20.27	20.46
Contenido De Aire %	2.50	2.70	2.50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17 Propiedades en estado Fresco Cemento IP C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Primera Vuelta)

Fecha:	01/09/2017	01/09/2017	01/09/2017
Resistencia:	210 PN / IP	280 PN / IP	350 PN / IP
Hora de contacto a/c	12:40	14:30	15:55
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	23.00	22.80	23.30
Temp. Ambiente °C	26.70	26.50	24.60
Slump pulgadas	8 3/4"	8 1/2"	6"
Peso Unitario kg/m³	20.19	20.16	20.25
Contenido De Aire %	2.70	3.00	2.30

Fuente: Elaboración Propia

- **Segunda vuelta**

Tabla 18 Propiedades en estado Fresco Cemento IP S/A (Segunda Vuelta)

Fecha:	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017
Resistencia:	210 SA / IP	280 SA / IP	350 SA / IP
Hora de contacto a/c	11:34	13:15	14:17
Humedad relativa %	21.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	23.00	22.50	21.90
Temp. Ambiente °C	28.40	29.70	29.50
Slump pulgadas	5 1/2"	6"	7 1/2"
Peso Unitario kg/m³	19.96	19.85	19.87
Contenido De Aire %	1.50	1.40	1.20

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19 Propiedades en estado Fresco Cemento IP C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Segunda Vuelta)

Fecha:	22/09/2017	22/09/2017	22/09/2017
Resistencia:	210 CA / IP	280 CA / IP	350 CA / IP
Hora de contacto a/c	13:27	14:05	12:57
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	23.80	23.70	23.50
Temp. Ambiente °C	28.90	28.00	26.60
Slump pulgadas	4 1/2"	6 1/2"	1 1/2"
Peso Unitario kg/m³	20.14	20.04	20.12
Contenido De Aire %	2.80	2.90	2.20

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Propiedades en estado Fresco Cemento IP C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Segunda Vuelta)

Fecha:	25/09/2017	25/09/2017	25/09/2017
Resistencia:	210 PN / IP	280 PN / IP	350 PN / IP
Hora de contacto a/c	10:22	11:15	13:14
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	21.50	21.90	22.70
Temp. Ambiente °C	27.30	27.60	28.30
Slump pulgadas	4"	4 1/2"	6"
Peso Unitario kg/m³	20.21	20.09	20.23
Contenido De Aire %	2.70	2.80	3.00

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Medición de Slump con cono de Abrams, Peso Unitario, Contenido de aire y Temperatura Cemento HE

- Primera vuelta

Tabla 21 Propiedades en estado Fresco Cemento HE S/A (Primera Vuelta)

Fecha:	04/09/2017	04/09/2017	06/09/2017
Resistencia:	210 SA / HE	280 SA / HE	350 SA / HE
Hora de contacto a/c	12:20	14:20	16:15
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	23.40	23.60	22.90
Temp. Ambiente °C	28.40	28.00	23.50
Slump pulgadas	2 3/4"	4"	3 1/4"
Peso Unitario kg/m³	20.37	20.36	20.31
Contenido De Aire %	2.70	1.40	1.20

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22 Propiedades en estado Fresco Cemento HE C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Primera Vuelta)

Fecha:	11/09/2017	11/09/2017	11/09/2017
Resistencia:	210 CA / HE	280 CA / HE	350 CA / HE
Hora de contacto a/c	10:20	11:35	13:45
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	21.40	23.00	24.90
Temp. Ambiente °C	29.00	31.50	28.60
Slump pulgadas	8"	9"	9.5"
Peso Unitario kg/m³	20.42	20.38	20.48
Contenido De Aire %	2.20	2.00	1.90

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23 Propiedades en estado Fresco Cemento HE C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Primera Vuelta)

Fecha:	19/09/2017	19/09/2017	19/09/2017
Resistencia:	210 PN / HE	280 PN / HE	350 PN / HE
Hora de contacto a/c	10:45	11:42	12:45
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	21.10	22.70	23.20
Temp. Ambiente °C	26.90	28.30	27.10
Slump pulgadas	8.5	9 1/2"	9 1/4"
Peso Unitario kg/m3	20.47	20.34	20.43
Contenido De Aire %	2.30	1.90	1.70

Fuente: Elaboración Propia

- **Segunda vuelta**

Tabla 24 Propiedades en estado Fresco Cemento HE S/A (Segunda Vuelta)

Fecha:	27/09/2017	27/09/2017	27/09/2017
Resistencia:	210 SA / HE	280 SA / HE	350 SA / HE
Hora de contacto a/c	11:37	12:26	13:15
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	22.30	22.80	23.50
Temp. Ambiente °C	28.00	27.60	27.30
Slump pulgadas	3"	5"	4 1/2"
Peso Unitario kg/m3	20.18	20.13	20.00
Contenido De Aire %	1.80	1.50	1.60

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25 Propiedades en estado Fresco Cemento HE C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Segunda Vuelta)

Fecha:	29/09/2017	29/09/2017	29/09/2017
Resistencia:	210 CA / HE	280 CA / HE	350 CA / HE
Hora de contacto a/c	10:55	11:04	12:45
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	22.60	22.40	22.70
Temp. Ambiente °C	28.90	29.60	29.70
Slump pulgadas	6 3/4"	8"	8"
Peso Unitario kg/m3	20.38	20.61	20.54
Contenido De Aire %	2.50	1.90	1.80

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26 Propiedades en estado Fresco Cemento HE C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Segunda Vuelta)

Fecha:	02/10/2017	02/10/2017	02/10/2017
Resistencia:	210 PN / HE	280 PN / HE	350 PN / HE
Hora de contacto a/c	10:30	11:47	13:25
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	22.20	23.30	23.60
Temp. Ambiente °C	29.20	28.30	27.90
Slump pulgadas	3 1/2"	7 1/2"	8.5
Peso Unitario kg/m3	20.33	20.37	20.32
Contenido De Aire %	2.60	2.60	2.60

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Medición de Slump con cono de Abrams, Peso Unitario, Contenido de aire y Temperatura Cemento I

- Primera vuelta

Tabla 27 Propiedades en estado Fresco Cemento I S/A (Primera Vuelta)

Fecha:	13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017
Resistencia:	210 SA / I	280 SA / I	350 SA / IP
Hora de contacto a/c	10:45	11:55	13:50
Humedad relativa %	20.00	2.00	10.00
Temp. Concreto °C	20.20	21.90	23.20
Temp. Ambiente °C	26.70	27.70	28.90
Slump pulgadas	7"	8"	8"
Peso Unitario kg/m³	20.42	20.31	20.27
Contenido De Aire %	1.40	0.90	1.10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28 Propiedades en estado Fresco Cemento I C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Primera Vuelta)

Fecha:	15/09/2017	15/09/2017	15/09/2017
Resistencia:	210 CA / I	280 CA / IP	350 CA / I
Hora de contacto a/c	10:20	11:28	13:25
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	20.60	22.20	21.50
Temp. Ambiente °C	27.20	28.50	25.30
Slump pulgadas	4 1/4"	8 1/4"	8 1/2"
Peso Unitario kg/m³	20.29	20.58	20.34
Contenido De Aire %	2.80	1.90	2.30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29 Propiedades en estado Fresco Cemento I C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron
(Primera Vuelta)

Fecha:	18/09/2017	18/09/2017	18/09/2017
Resistencia:	210 PN / I	280 PN / I	350 PN / I
Hora de contacto a/c	11:40	13:10	14:05
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	23.60	24.60	24.50
Temp. Ambiente °C	28.60	30.30	29.20
Slump pulgadas	3 1/4"	8 3/4"	8"
Peso Unitario kg/m3	20.38	20.31	20.50
Contenido De Aire %	3.00	2.90	2.80

Fuente: Elaboración Propia

- **Segunda vuelta**

Tabla 30 Propiedades en estado Fresco Cemento I S/A (Segunda Vuelta)

Fecha:	03/10/2017	04/10/2017	04/10/2017
Resistencia:	210 SA / I	280 SA / I	350 SA / IP
Hora de contacto a/c	10:23	11:10	12:17
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	22.00	22.40	23.10
Temp. Ambiente °C	28.30	28.10	28.30
Slump pulgadas	4 1/4"	7 1/2"	8"
Peso Unitario kg/m3	20.17	20.12	20.15
Contenido De Aire %	1.60	1.70	1.20

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31 Propiedades en estado Fresco Cemento I C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP (Segunda Vuelta)

Fecha:	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Resistencia:	210 CA / I	280 CA / IP	350 CA / I
Hora de contacto a/c	9:58	10:45	11:35
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	21.60	23.00	22.60
Temp. Ambiente °C	25.80	26.70	27.70
Slump pulgadas	2"	7"	8"
Peso Unitario kg/m³	20.29	20.34	20.48
Contenido De Aire %	3.40	3.10	2.30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32 Propiedades en estado Fresco Cemento I C/A Euco WR 75, Neoplast 8500 HP + Penetron (Segunda Vuelta)

Fecha:	09/10/2017	09/10/2017	09/10/2017
Resistencia:	210 PN / I	280 PN / I	350 PN / I
Hora de contacto a/c	10:15	10:55	11:41
Humedad relativa %	20.00	20.00	20.00
Temp. Concreto °C	21.00	21.30	21.10
Temp. Ambiente °C	23.70	25.10	26.20
Slump pulgadas	2 1/2"	7"	9"
Peso Unitario kg/m³	20.25	20.17	19.93
Contenido De Aire %	3.60	3.60	3.80

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Ensayos en estado endurecido

5.2.1. Físicos

5.2.1.1. Profundidad de penetración

5.2.1.1.1 Profundidad de penetración cemento tipo IP

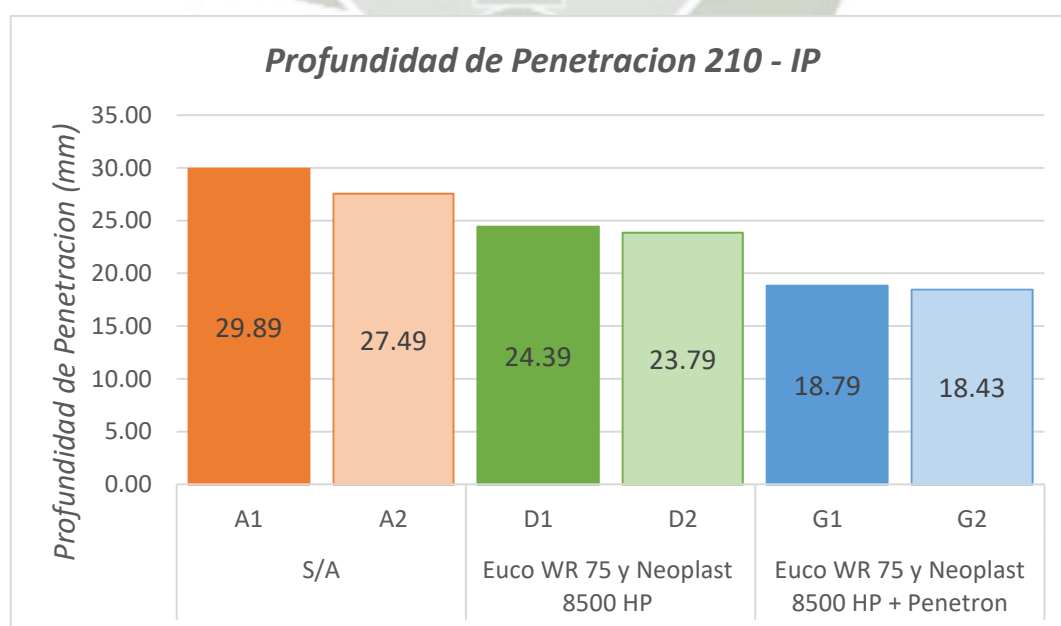
- Primera vuelta

Tabla 33 Profundidad de penetración 210 IP (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
210 IP	S/A	A1	02-Oct	05-Oct	9:00	Ninguna	32.53 27.25	29.89
		A2	02-Oct	05-Oct	9:00	Fuga	27.28 27.70	27.49
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	D1	06-Oct	09-Oct	9:00	Ninguna	23.28 25.49	24.39
		D2	06-Oct	09-Oct	9:00	Ninguna	23.28 24.30	23.79
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	G1	09-Oct	12-Oct	9:00	Ninguna	18.59 18.98 18.18	18.79
		G2	09-Oct	12-Oct	9:00	Ninguna	18.18 18.67	18.43

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 5 Profundidad de penetración 210 IP (Primera vuelta)



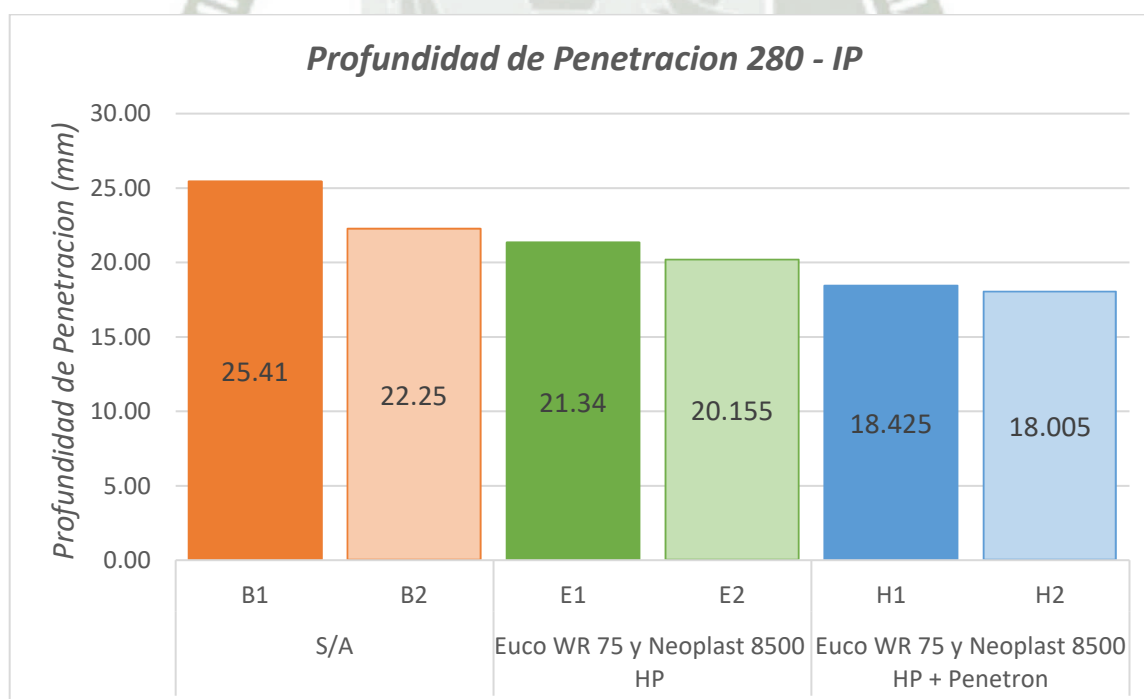
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34 Profundidad de penetración 280 IP (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
280 IP	S/A	B1	02-Oct	05-Oct	9:00	Ninguna	24.92 25.89	25.41
		B2	02-Oct	05-Oct	9:00	Ninguna	21.22 23.28	22.25
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	E1	06-Oct	09-Oct	9:00	Ninguna	19.83 22.85	21.34
		E2	06-Oct	09-Oct	9:00	Ninguna	19.88 20.43	20.155
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	H1	09-Oct	12-Oct	9:00	Ninguna	16.41 20.44	18.425
		H2	09-Oct	12-Oct	9:00	Ninguna	17.88 18.13	18.005

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 6 Profundidad de penetración 280 IP (Primera vuelta)



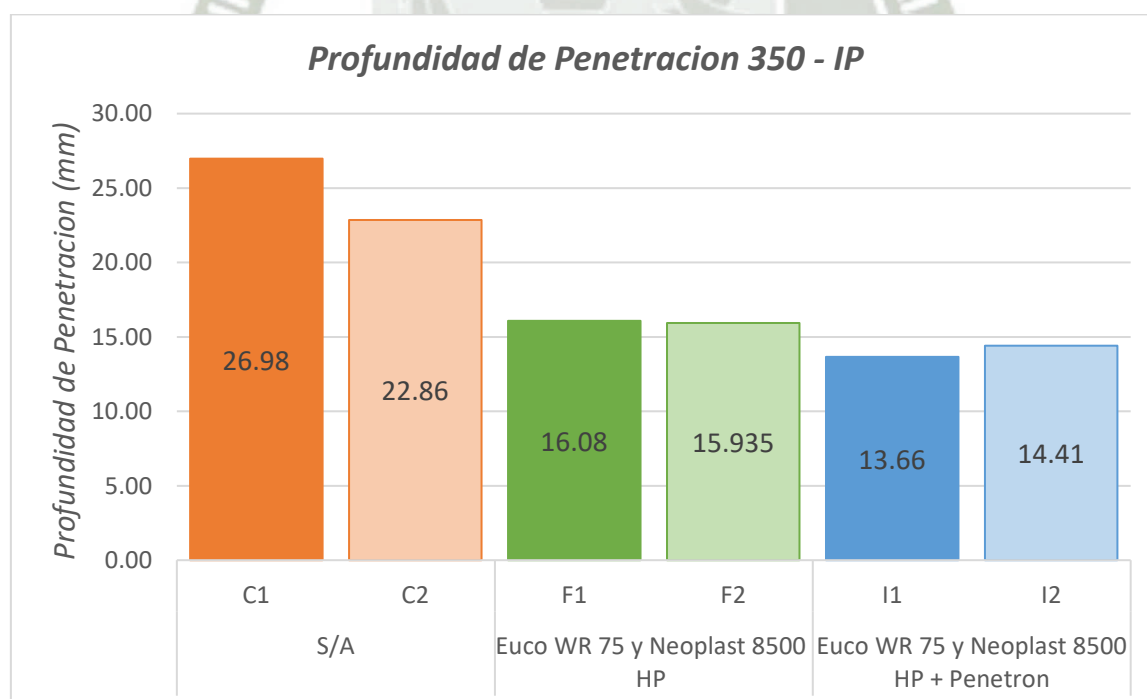
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35 Profundidad de penetración 350 IP (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
350 IP	S/A	C1	02-Oct	05-Oct	9:00	Fuga	27.15 26.80	26.98
		C2	02-Oct	05-Oct	9:00	Mal Acabado	22.90 22.81	22.86
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	F1	06-Oct	09-Oct	9:00	Ninguna	16.95 15.21	16.08
		F2	06-Oct	09-Oct	9:00	Ninguna	15.12 16.75	15.935
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	I1	09-Oct	12-Oct	9:00	Ninguna	13.14 14.18	13.66
		I2	09-Oct	12-Oct	9:00	Ninguna	14.57 14.25	14.41

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 7 Profundidad de penetración 350 IP (Primera vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

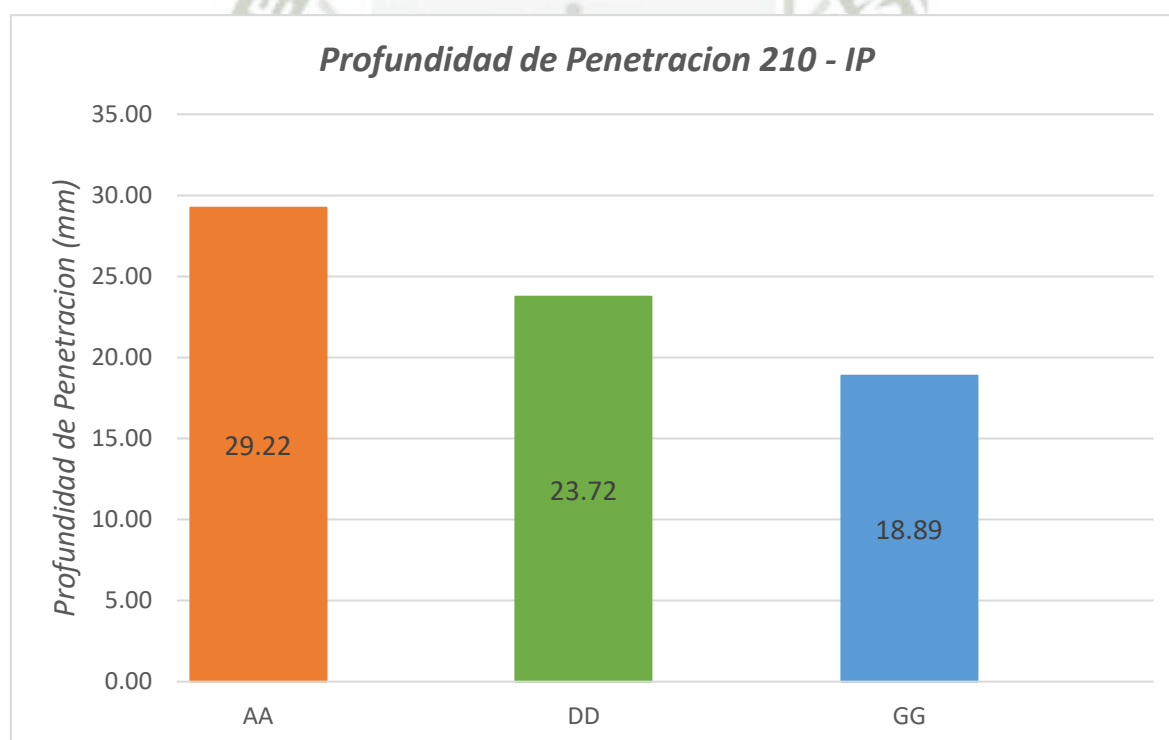
- Segunda vuelta

Tabla 36 Profundidad de penetración 210 IP (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
210 IP	S/A	AA			9:00	Ninguna	28.69	29.22
							29.74	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	DD			9:00	Ninguna	23.32	23.72
							24.12	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	GG			9:00	Ninguna	19.13	18.89
							18.65	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 8 Profundidad de penetración 210 IP (Segunda vuelta)



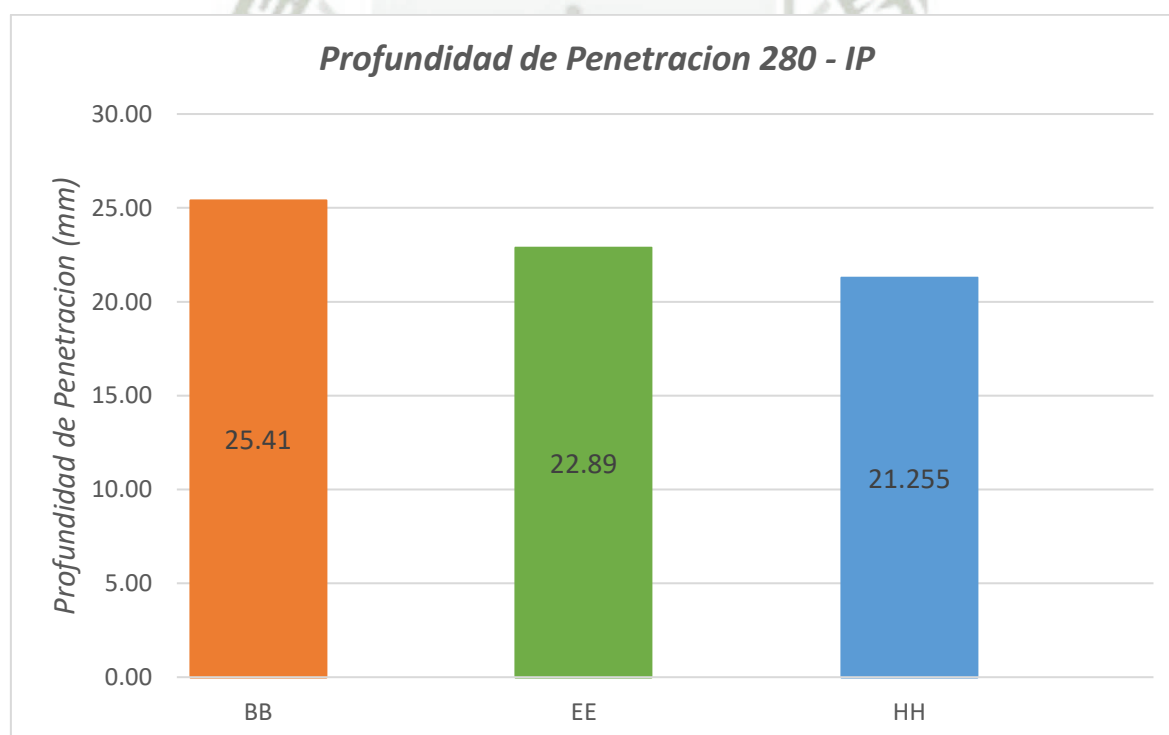
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37 Profundidad de penetración 280 IP (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
280 IP	S/A	BB			9:00	Ninguna	24.48	25.41
							26.33	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	EE			9:00	Ninguna	22.65	22.89
							23.13	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	HH			9:00	Ninguna	22.12	21.255
							20.39	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 9 Profundidad de penetración 280 IP (Segunda vuelta)



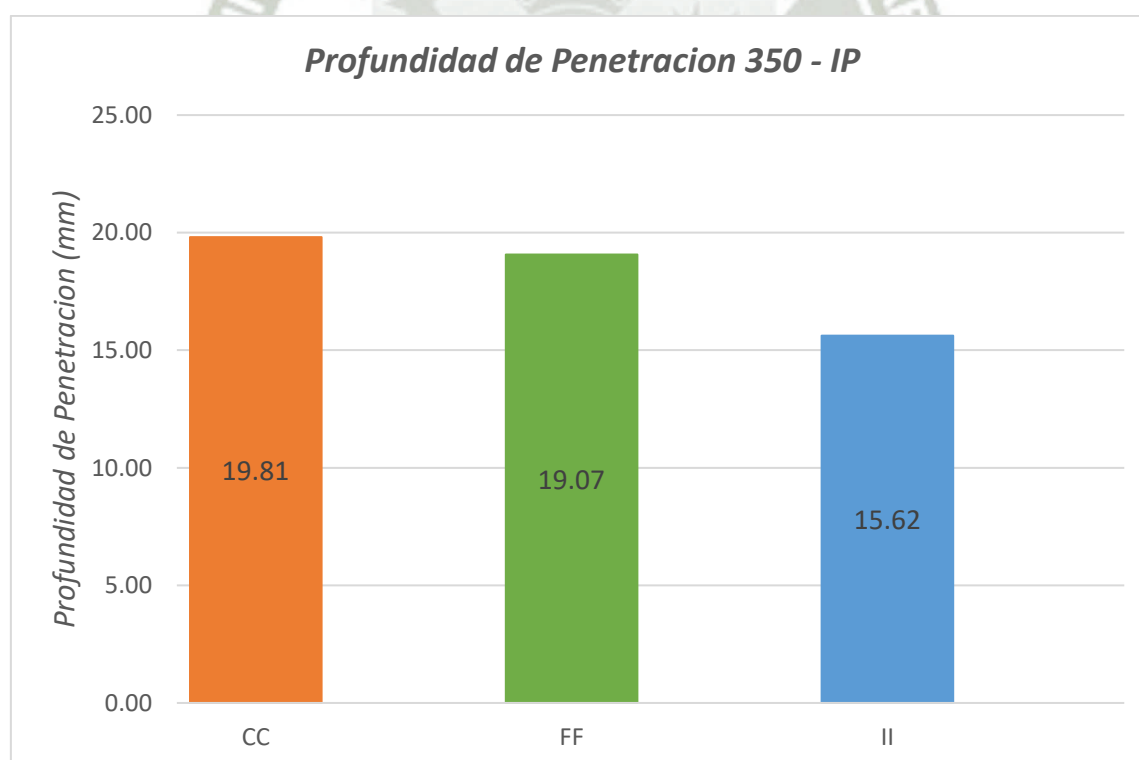
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38 Profundidad de penetración 350 IP (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
350 IP	S/A	CC			9:00	Fuga	18.13	19.81
							21.49	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	FF			9:00	Ninguna	20.55	19.07
							17.59	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	II			9:00	Ninguna	15.03	15.62
							16.21	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 10 Profundidad de penetración 350 IP (Segunda vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.1.2 Profundidad de penetración cemento tipo HE

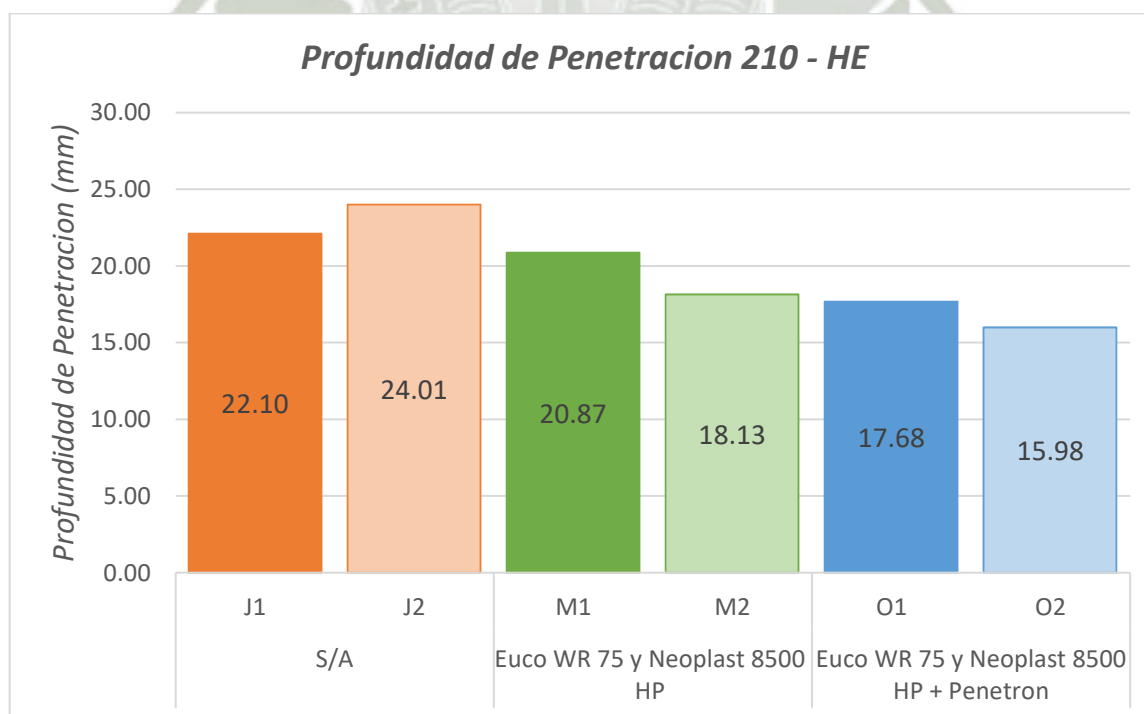
- Primera vuelta

Tabla 39 Profundidad de penetración 210 HE (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
210 HE	S/A	J1	16-Oct	19-Oct	9:00	Ninguna	21.53	22.10
							22.67	
	S/A	J2	16-Oct	19-Oct	9:00	Fuga	24.36	24.01
							23.65	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	M1	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	22.43	20.87
							19.30	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	M2	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	16.85	18.13
							19.40	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	O1	30-Oct	02-Nov	9:00	Ninguna	16.95	17.68
		O2	30-Oct	02-Nov	9:00	Ninguna	18.41	
							17.24	15.98
							14.71	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 11 Profundidad de penetración 210 HE (Primera vuelta)



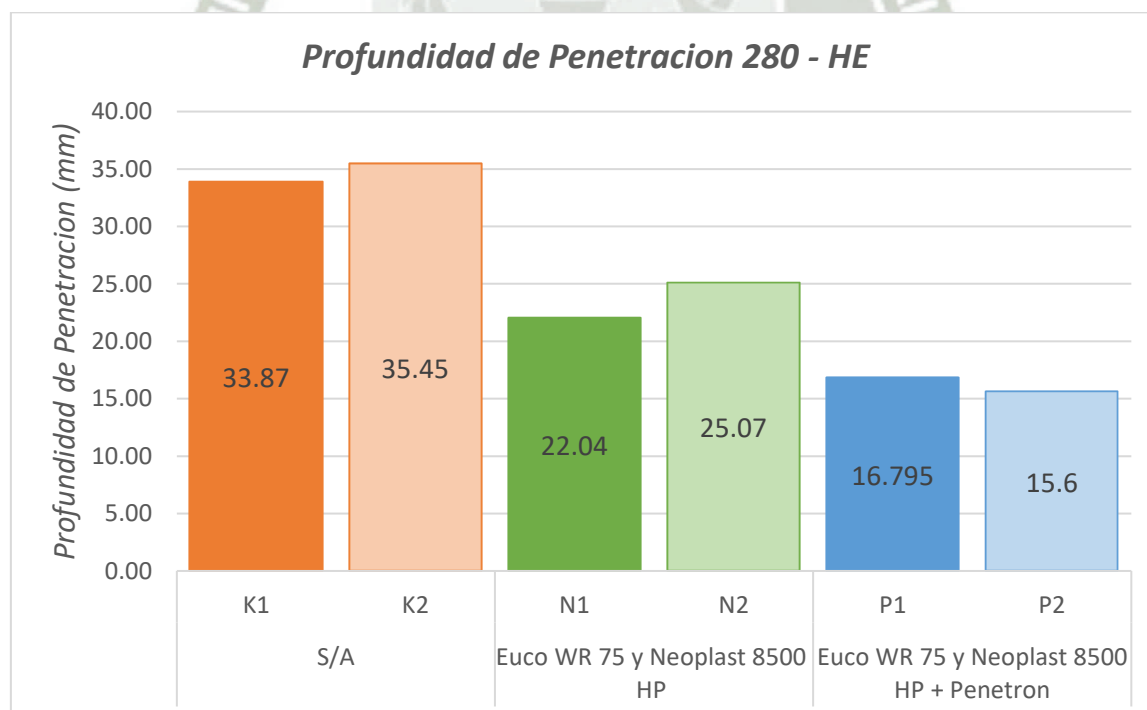
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40 Profundidad de penetración 280 HE (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
280 HE	S/A	K1	16-Oct	19-Oct	9:00	Ninguna	34.28 33.46	33.87
		K2	16-Oct	19-Oct	9:00	Ninguna	35.34 35.55	35.45
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	N1	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	21.75 22.33	22.04
		N2	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	25.71 24.43	25.07
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	P1	30-Oct	02-Nov	9:00	Ninguna	14.90 18.69	16.795
		P2	30-Oct	02-Nov	9:00	Ninguna	15.15 16.05	15.6

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 12 Profundidad de penetración 280 HE (Primera vuelta)



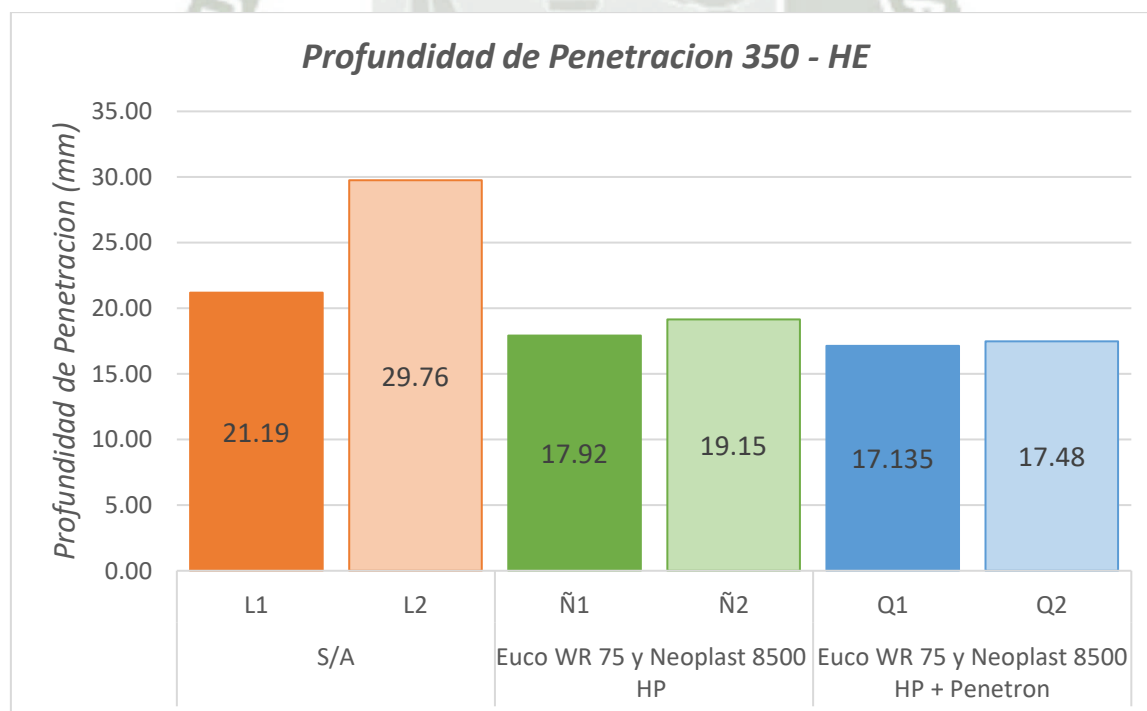
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 Profundidad de penetración 350 HE (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
350 HE	S/A	L1	16-Oct	19-Oct	9:00	Fuga	21.78 20.60	21.19
		L2	16-Oct	19-Oct	9:00	Mal Acabado	31.89 27.62	29.76
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	Ñ1	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	17.69 18.15	17.92
		Ñ2	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	18.32 19.98	19.15
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	Q1	30-Oct	02-Nov	9:00	Ninguna	18.24 16.03	17.135
		Q2	30-Oct	02-Nov	9:00	Ninguna	17.06 17.90	17.48

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 13 Profundidad de penetración 350 HE (Primera vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

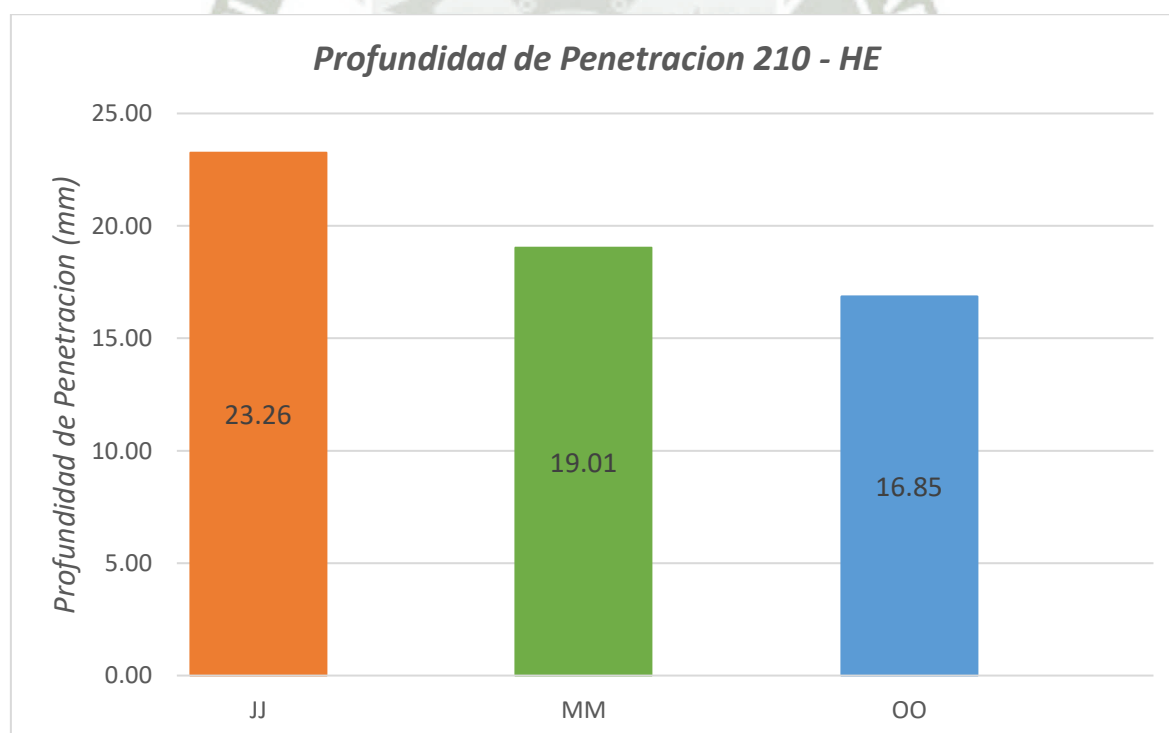
- Segunda vuelta

Tabla 42 Profundidad de penetración 210 HE (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
210 HE	S/A	JJ			9:00	Ninguna	23.54	23.26
							22.98	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	MM			9:00	Ninguna	19.12	19.01
							18.89	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	OO			9:00	Ninguna	16.24	16.85
							17.45	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 14 Profundidad de penetración 210 HE (Segunda vuelta)



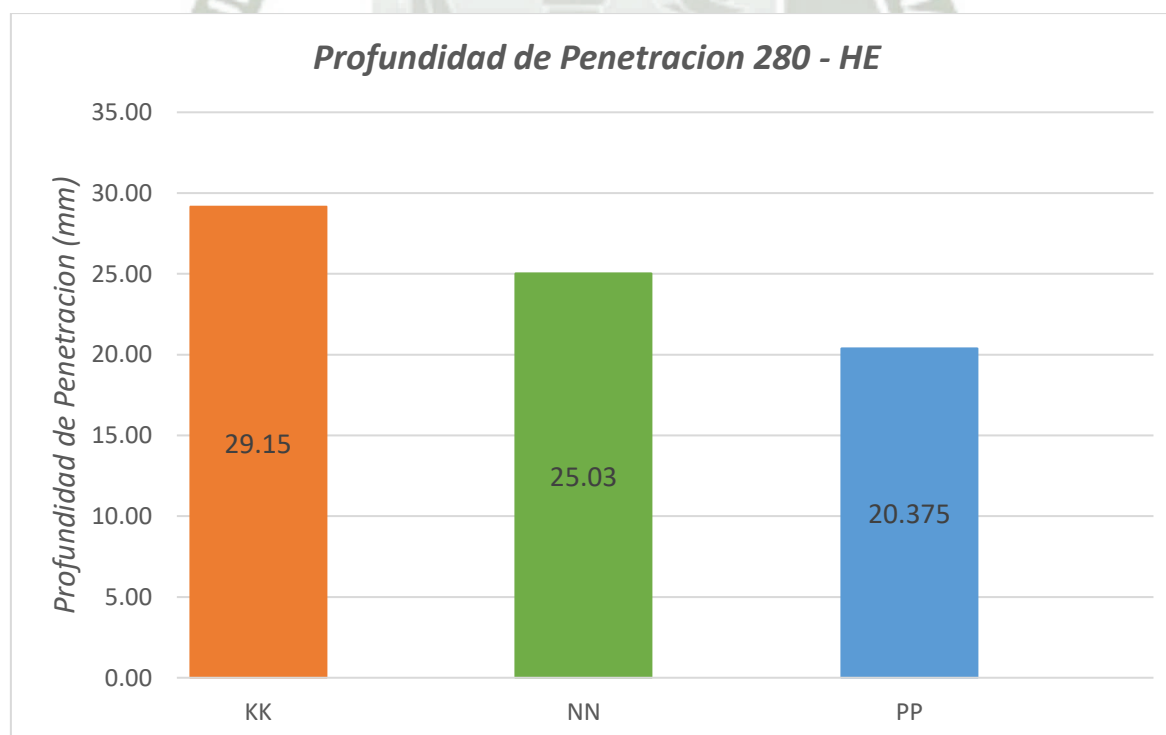
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43 Profundidad de penetración 280 HE (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
280 HE	S/A	KK			9:00	Ninguna	30.95	29.15
							27.34	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	NN			9:00	Ninguna	26.97	25.03
							23.09	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	PP			9:00	Ninguna	23.01	20.375
							17.74	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 15 Profundidad de penetración 280 HE (Segunda vuelta)



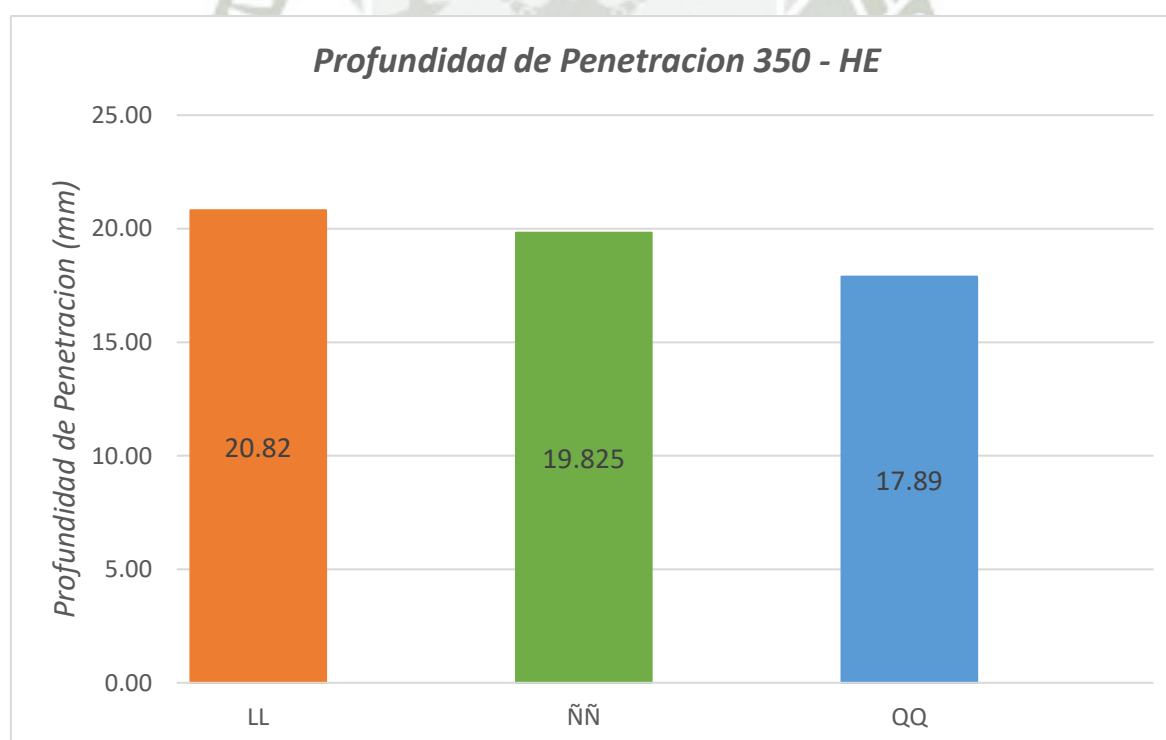
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 Profundidad de penetración 350 HE (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
350 HE	S/A	LL			9:00	Fuga	20.95	20.82
							20.68	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	ÑÑ			9:00	Ninguna	20.81	19.825
							18.84	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	QQ			9:00	Ninguna	19.38	17.89
							16.40	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 16 Profundidad de penetración 350 HE (Segunda vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.1.3 Profundidad de penetración cemento tipo I

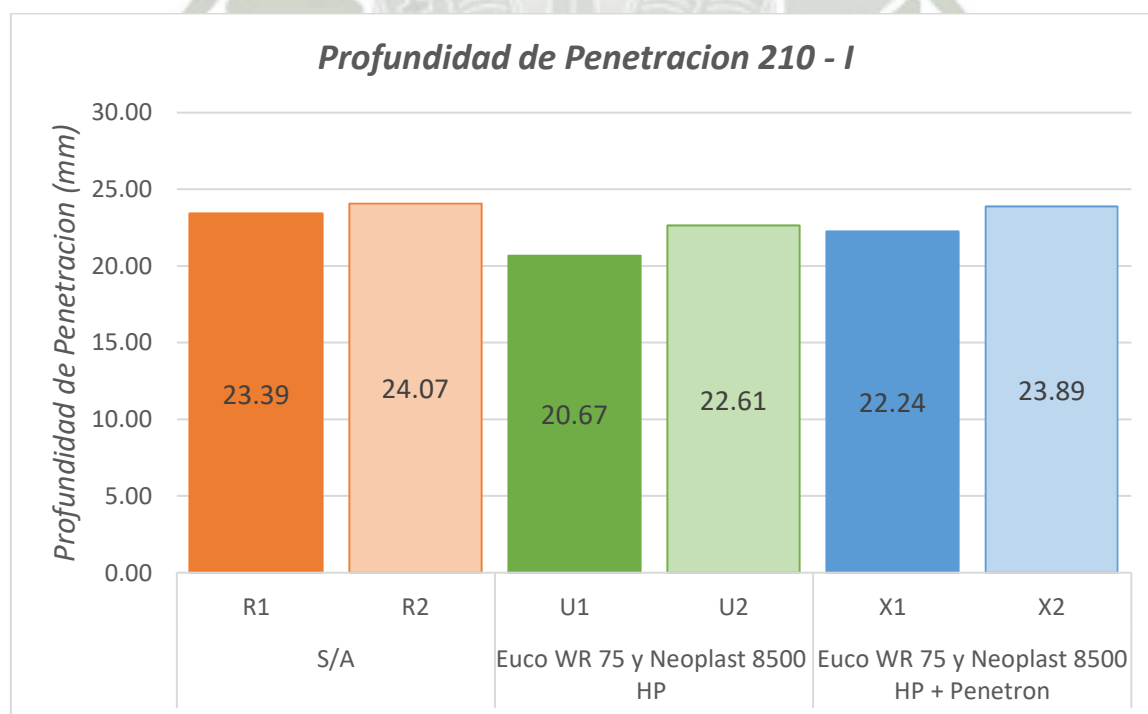
- Primera vuelta

Tabla 45 Profundidad de penetración 210 I (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MÁXIMA (mm)	PROMEDIO
210 I	S/A	R1	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	22.92	23.39
							23.85	
	S/A	R2	23-Oct	26-Oct	9:00	Fuga	25.47	24.07
							22.67	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	U1	10-Nov	13-Nov	9:00	Ninguna	20.21	20.67
							21.12	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	U2	10-Nov	13-Nov	9:00	Ninguna	20.29	22.61
							24.93	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	X1	13-Nov	16-Nov	9:00	Ninguna	22.12	22.24
							22.35	
		X2	13-Nov	16-Nov	9:00	Ninguna	23.45	23.89
							24.32	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 17 Profundidad de penetración 210 I (Primera vuelta)



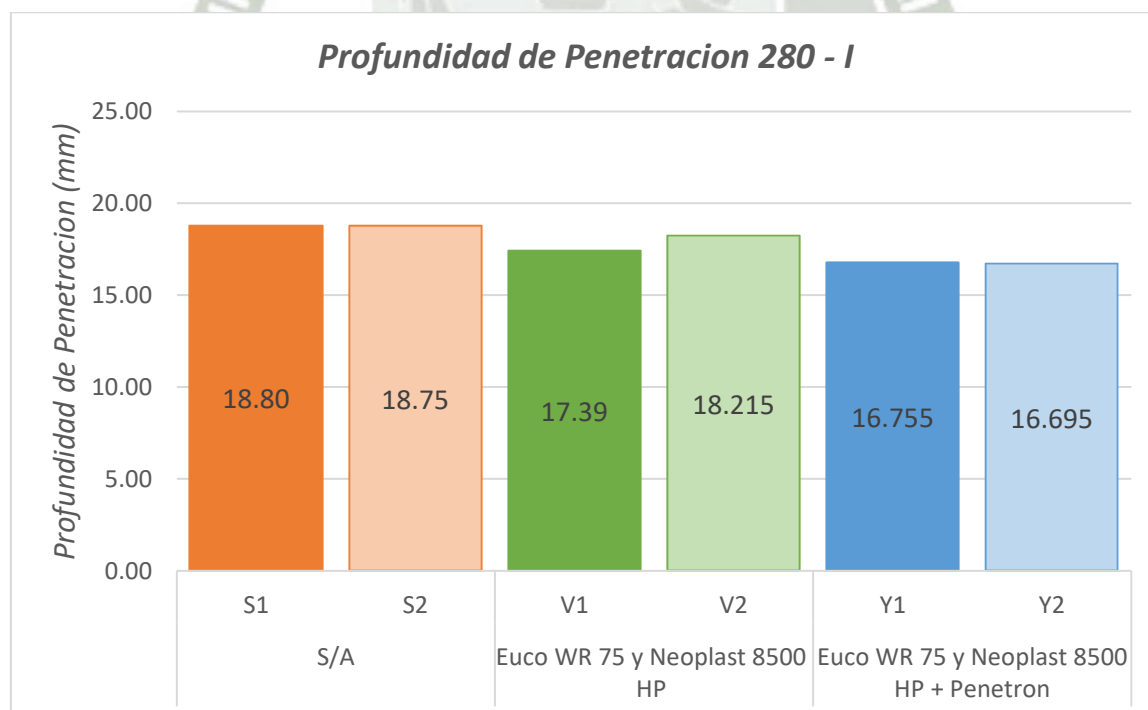
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46 Profundidad de penetración 280 I (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MÁXIMA (mm)	PROMEDIO
280 I	S/A	S1	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	19.04 18.56	18.80
		S2	23-Oct	26-Oct	9:00	Ninguna	18.19 19.30	18.75
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	V1	10-Nov	13-Nov	9:00	Ninguna	17.22 17.56	17.39
		V2	10-Nov	13-Nov	9:00	Ninguna	18.70 17.73	18.215
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	Y1	13-Nov	16-Nov	9:00	Ninguna	16.31 17.20	16.755
		Y2	13-Nov	16-Nov	9:00	Ninguna	16.45 16.94	16.695

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 18 Profundidad de penetración 280 I (Primera vuelta)



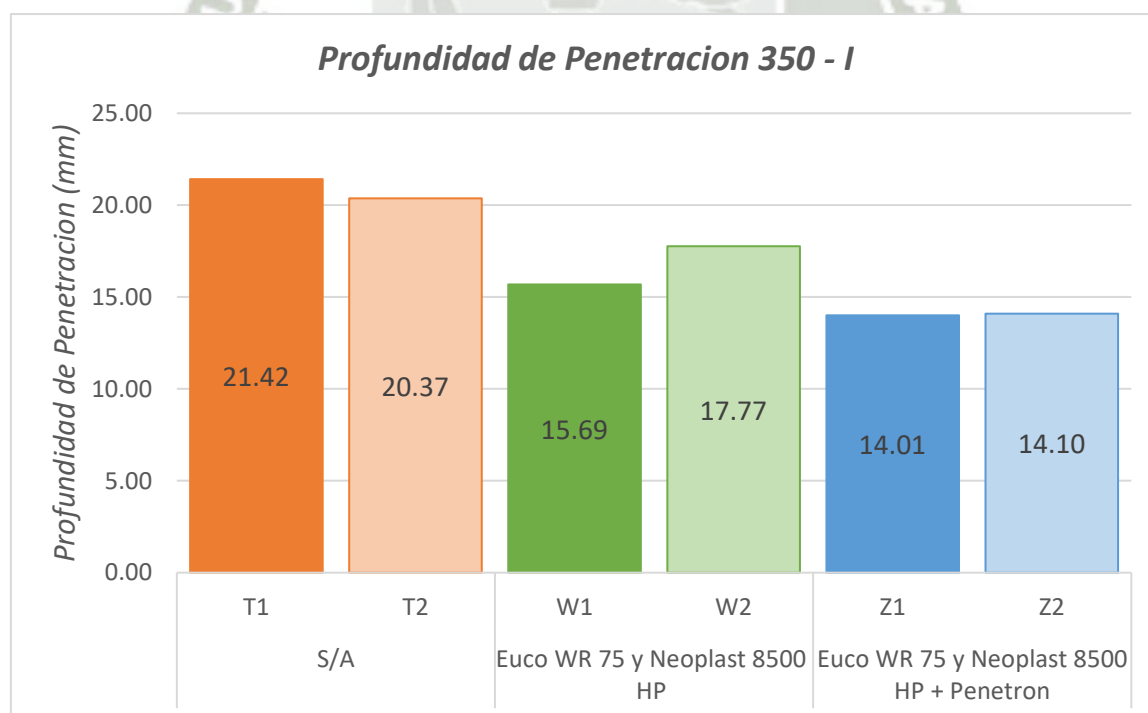
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47 Profundidad de penetración 350 I (Primera vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MÁXIMA (mm)	PROMEDIO
350 I	S/A	T1	23-Oct	26-Oct	9:00	Fuga	21.57 21.26	21.42
		T2	23-Oct	26-Oct	9:00	Mal Acabado	19.89 20.85	20.37
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	W1	10-Nov	13-Nov	9:00	Ninguna	16.50 14.87	15.69
		W2	10-Nov	13-Nov	9:00	Ninguna	16.14 19.39	17.77
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	Z1	13-Nov	16-Nov	9:00	Ninguna	14.67 13.34	14.01
		Z2	13-Nov	16-Nov	9:00	Ninguna	13.70 14.49	14.10

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 19 Profundidad de penetración 350 I (Primera vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

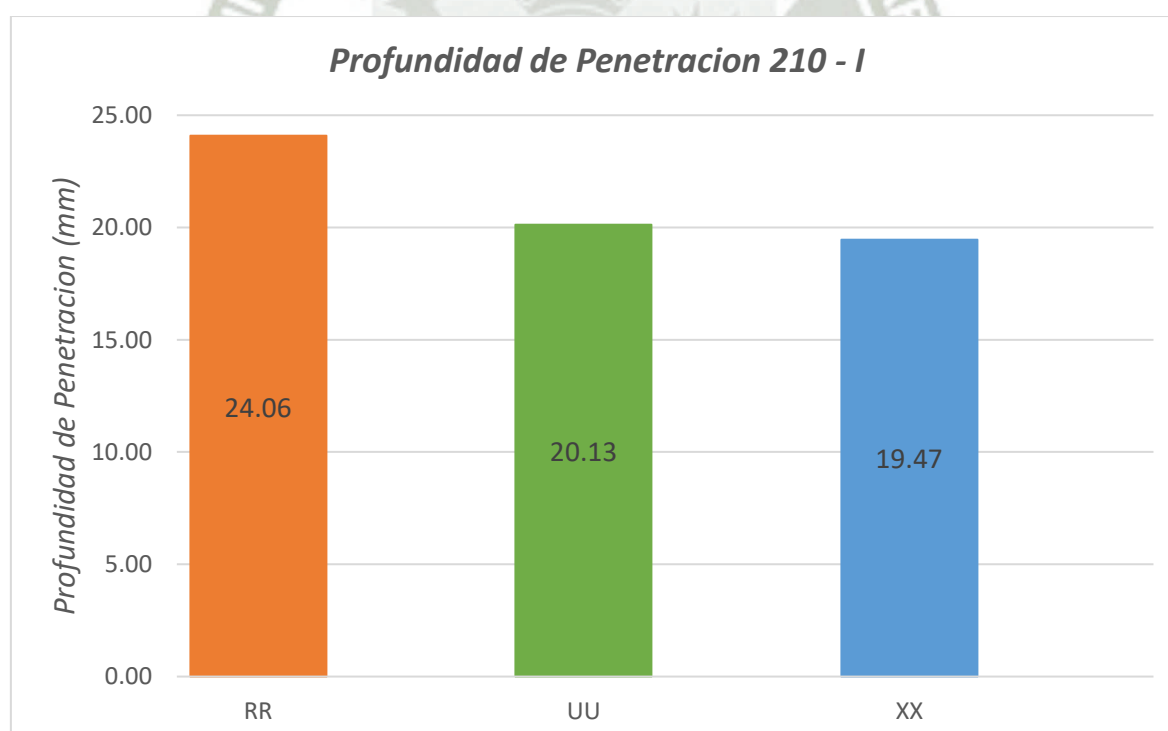
- Segunda vuelta

Tabla 48 Profundidad de penetración 210 I (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
210 I	S/A	RR			9:00	Ninguna	24.25	24.06
							23.87	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	UU			9:00	Ninguna	21.13	20.13
							19.12	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	XX			9:00	Ninguna	19.55	19.47
							19.39	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 20 Profundidad de penetración 210 I (Segunda vuelta)



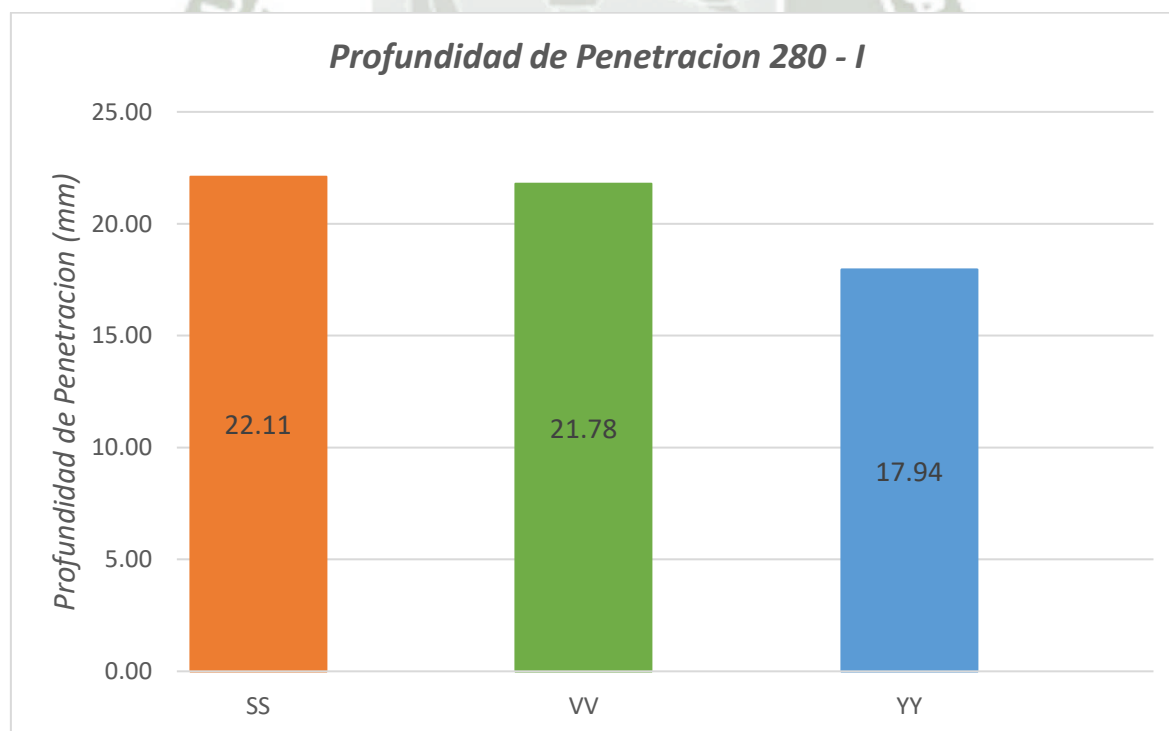
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49 Profundidad de penetración 280 I (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MÁXIMA (mm)	PROMEDIO
280 I	S/A	SS			9:00	Ninguna	23.10	22.11
							21.12	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	VV			9:00	Ninguna	22.06	21.78
							21.50	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	YY			9:00	Ninguna	17.05	17.94
							18.83	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 21 Profundidad de penetración 280 I (Segunda vuelta)



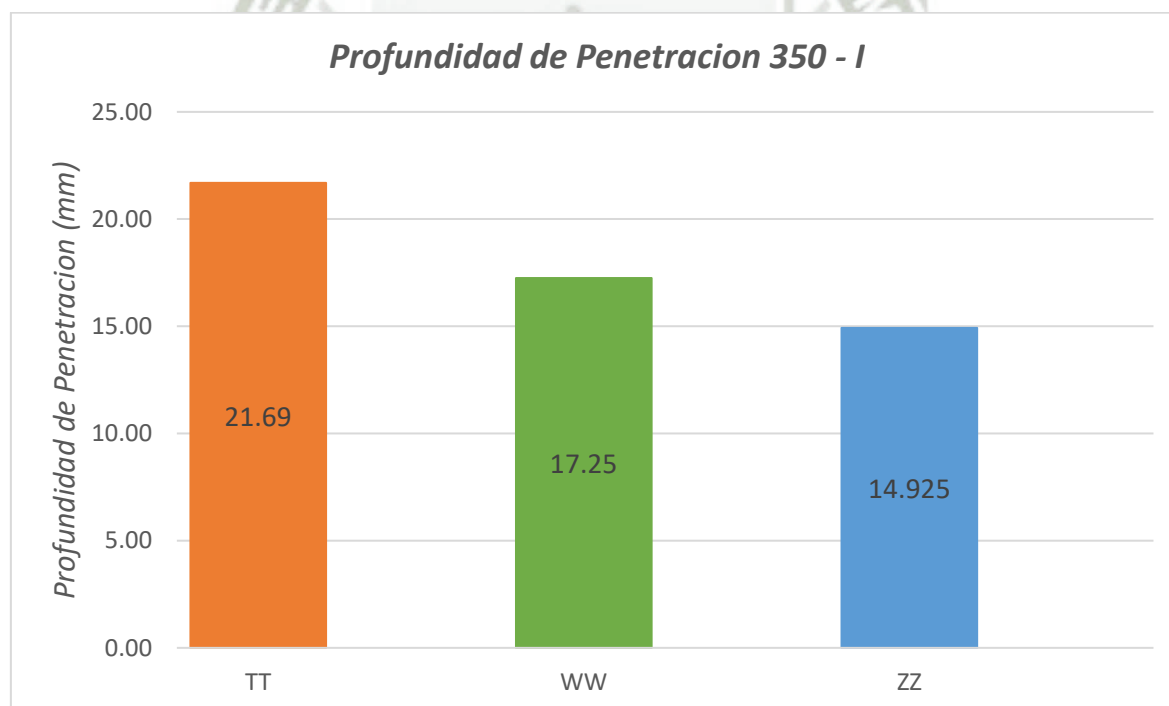
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50 Profundidad de penetración 350 I (Segunda vuelta)

DISEÑO	ESPECIFICACIONES	CODIGO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FIN DE ENSAYO	HORA DE INICIO DE ENSAYO	OBSERVACIONES	PROFUNDIDAD MAXIMA (mm)	PROMEDIO
350 I	S/A	TT			9:00	Fuga	25.12	21.69
							18.26	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	WW			9:00	Ninguna	16.24	17.25
							18.26	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	ZZ			9:00	Ninguna	14.65	14.925
							15.20	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 22 Profundidad de penetración 350 I (Segunda vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2. Capilaridad o tasa de absorción

5.2.1.2.1. Capilaridad o tasa de absorción cemento IP

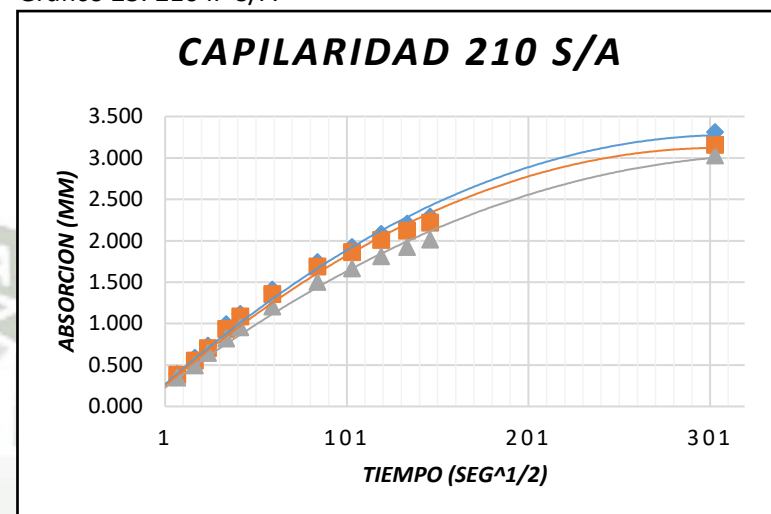
ESPECIFICACIONES: 210 IP S/A

DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 51 Capilaridad 210 IP S/A

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
A1	102.20					
"SUPERIOR"	101.58	101.89	8153.69	827.60	783.96	785.50
A2 "CENTRAL"	101.89					
	101.34	101.62	8109.73	924.87	879.11	881.20
A3 "INFERIOR"	101.25					
	101.20	101.23	8047.60	967.56	922.83	925.00

Grafico 23. 210 IP S/A



TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	A1 "SUPERIOR"			A2 "CENTRAL"			A3 "INFERIOR"		
		MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	785.50	0.00	0.000	881.20	0.00	0.000	925.00	0.00	0.000
60	8	788.70	3.20	0.392	884.30	3.10	0.382	927.80	2.80	0.348
300	17	790.30	4.80	0.589	885.70	4.50	0.555	929.00	4.00	0.497
600	24	791.50	6.00	0.736	886.90	5.70	0.703	930.20	5.20	0.646
1200	35	793.60	8.10	0.993	888.80	7.60	0.937	931.60	6.60	0.820
1800	42	794.60	9.10	1.116	890.00	8.80	1.085	932.70	7.70	0.957
3600	60	797.00	11.50	1.410	892.20	11.00	1.356	934.70	9.70	1.205
7200	85	799.70	14.20	1.742	894.90	13.70	1.689	937.10	12.10	1.504
10800	104	801.20	15.70	1.926	896.30	15.10	1.862	938.40	13.40	1.665
14400	120	802.50	17.00	2.085	897.50	16.30	2.010	939.60	14.60	1.814
18000	134	803.50	18.00	2.208	898.40	17.20	2.121	940.50	15.50	1.926
21600	147	804.20	18.70	2.293	899.20	18.00	2.220	941.20	16.20	2.013
92220	304	812.50	27.00	3.311	906.80	25.60	3.157	949.40	24.40	3.032

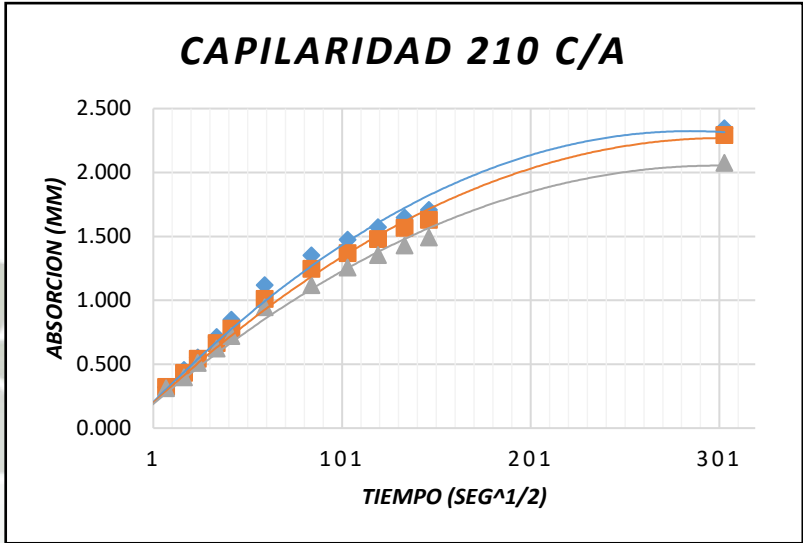
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 24 210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

ESPECIFICACIONES: 210 IP C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 52 Capilaridad 210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
D1	101.79	101.81	8140.09	873.45	836.28	838.20
"SUPERIOR"	101.82					
D2	101.62	101.61	8108.93	872.06	835.93	838.10
"CENTRAL"	101.60					
D3	101.20	101.21	8045.22	954.84	919.87	922.10
"INFERIOR"	101.22					



D1 "SUPERIOR"

Fuente: Elaboración Propia

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	838.20	0.00	0.000	838.10	0.00	0.000	922.10	0.00	0.000
60	8	840.80	2.60	0.319	840.70	2.60	0.321	924.60	2.50	0.311
300	17	841.90	3.70	0.455	841.60	3.50	0.432	925.30	3.20	0.398
600	24	842.70	4.50	0.553	842.50	4.40	0.543	926.20	4.10	0.510
1200	35	844.00	5.80	0.713	843.50	5.40	0.666	927.10	5.00	0.621
1800	42	845.10	6.90	0.848	844.40	6.30	0.777	927.90	5.80	0.721
3600	60	847.30	9.10	1.118	846.30	8.20	1.011	929.70	7.60	0.945
7200	85	849.20	11.00	1.351	848.20	10.10	1.246	931.10	9.00	1.119
10800	104	850.20	12.00	1.474	849.20	11.10	1.369	932.20	10.10	1.255
14400	120	851.00	12.80	1.572	850.10	12.00	1.480	933.00	10.90	1.355
18000	134	851.60	13.40	1.646	850.80	12.70	1.566	933.60	11.50	1.429
21600	147	852.10	13.90	1.708	851.30	13.20	1.628	934.10	12.00	1.492
92220	304	857.30	19.10	2.346	856.70	18.60	2.294	938.80	16.70	2.076

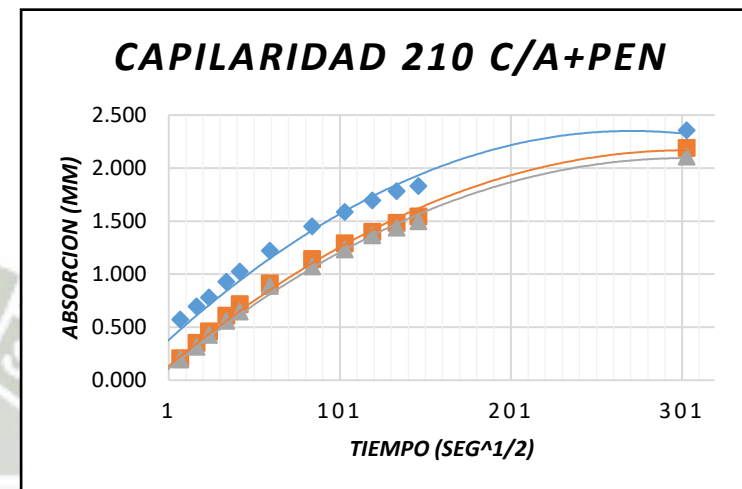
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 25 .210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP +

ESPECIFICACIONES: 210 IP C/A+PEN **DENSIDAD DEL AGUA:** 0.001 gr/mm³

Tabla 53 Capilaridad 210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
G1	102.23	102.14	8193.75	863.19	829.77	833.10
"SUPERIOR"	102.05					
G2	102.61	102.31	8221.05	925.80	894.03	893.80
"CENTRAL"	102.01					
G3	102.21	102.17	8197.76	927.03	894.90	899.20
"INFERIOR"	102.12					

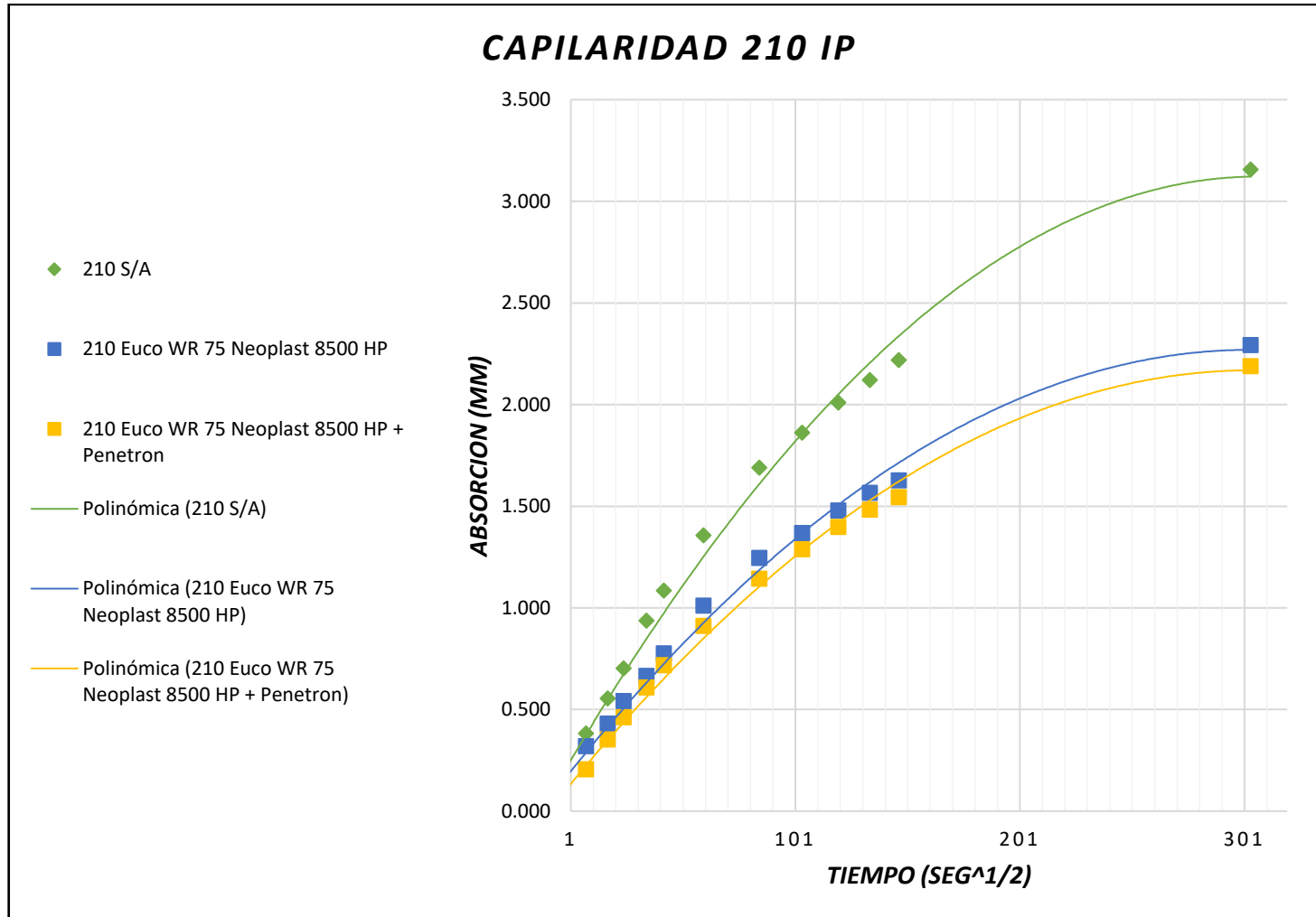


Fuente: Elaboración Propia

G1 "SUPERIOR"										
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	893.80	0.00	0.000	833.10	0.00	0.000	899.20	0.00	0.000
60	8	898.50	4.70	0.574	834.80	1.70	0.207	900.80	1.60	0.195
300	17	899.50	5.70	0.696	836.00	2.90	0.353	901.80	2.60	0.317
600	24	900.20	6.40	0.781	836.90	3.80	0.462	902.70	3.50	0.427
1200	35	901.40	7.60	0.928	838.10	5.00	0.608	903.80	4.60	0.561
1800	42	902.20	8.40	1.025	839.00	5.90	0.718	904.50	5.30	0.647
3600	60	903.80	10.00	1.220	840.60	7.50	0.912	906.50	7.30	0.890
7200	85	905.70	11.90	1.452	842.50	9.40	1.143	908.00	8.80	1.073
10800	104	906.80	13.00	1.587	843.70	10.60	1.289	909.30	10.10	1.232
14400	120	907.70	13.90	1.696	844.60	11.50	1.399	910.40	11.20	1.366
18000	134	908.40	14.60	1.782	845.30	12.20	1.484	911.00	11.80	1.439
21600	147	908.80	15.00	1.831	845.80	12.70	1.545	911.50	12.30	1.500
92220	304	913.10	19.30	2.355	851.10	18.00	2.190	916.50	17.30	2.110

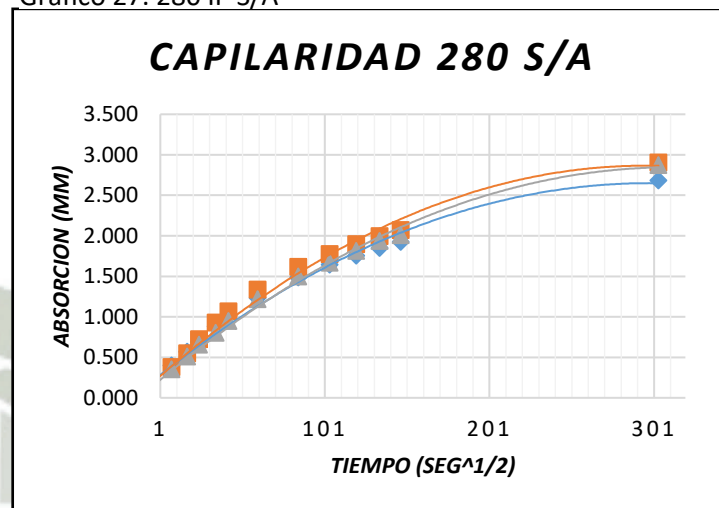
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 26 Capilaridad cuadro comparativo 210 IP



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 27. 280 IP S/A



ESPECIFICACIONES: 280 IP S/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 54 280 IP S/A

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
B1	102.70	102.60	8267.72	908.77	866.36	868.00
"SUPERIOR"	102.50					
B2	101.89	101.95	8162.49	889.56	849.05	850.40
"CENTRAL"	102.00					
B3	102.23	102.28	8216.23	1014.9	967.77	969.70
"INFERIOR"	102.33					

B1 "SUPERIOR"

Fuente: Elaboración Propia

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	868.00	0.00	0.000	850.40	0.00	0.000	969.70	0.00	0.000
60	8	871.30	3.30	0.399	853.50	3.10	0.380	972.60	2.90	0.353
300	17	872.70	4.70	0.568	854.90	4.50	0.551	973.90	4.20	0.511
600	24	873.70	5.70	0.689	856.30	5.90	0.723	975.10	5.40	0.657
1200	35	875.30	7.30	0.883	858.00	7.60	0.931	976.30	6.60	0.803
1800	42	876.40	8.40	1.016	859.10	8.70	1.066	977.50	7.80	0.949
3600	60	878.20	10.20	1.234	861.30	10.90	1.335	979.70	10.00	1.217
7200	85	880.30	12.30	1.488	863.60	13.20	1.617	982.00	12.30	1.497
10800	104	881.60	13.60	1.645	864.90	14.50	1.776	983.40	13.70	1.667
14400	120	882.50	14.50	1.754	865.90	15.50	1.899	984.60	14.90	1.813
18000	134	883.30	15.30	1.851	866.70	16.30	1.997	985.60	15.90	1.935
21600	147	908.80	15.00	1.831	845.80	12.70	1.545	911.50	12.30	1.500
92220	304	913.10	19.30	2.355	851.10	18.00	2.190	916.50	17.30	2.110

Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 280 IP C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 55 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

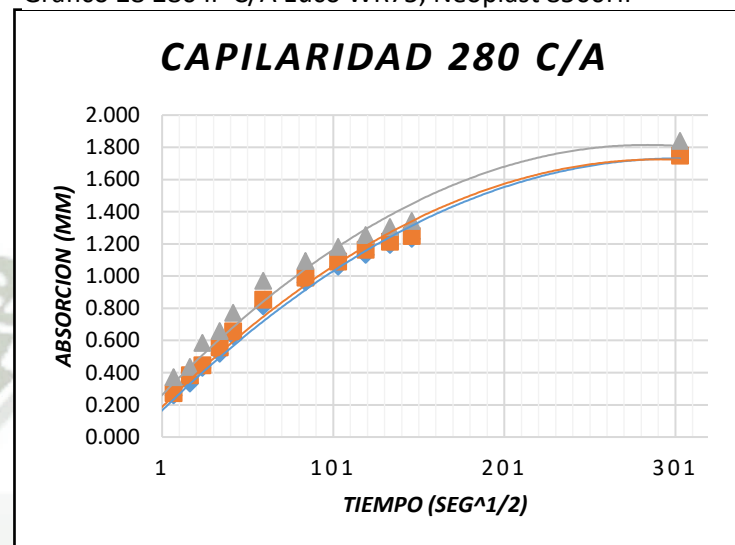
	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	AREA PROMEDIO (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
E1	101.77	101.72	8125.70	860.09	830.18	833.50
"SUPERIOR"	101.66					
E2	101.54	101.43	8080.23	893.87	863.44	865.80
"CENTRAL"	101.32					
E3	101.11	101.19	8041.24	933.43	901.41	903.10
"INFERIOR"	101.26					

E1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	833.50	0.00	0.000	865.80	0.00	0.000	903.10	0.00	0.000
60	8	835.60	2.10	0.258	868.00	2.20	0.272	906.10	3.00	0.373
300	17	836.20	2.70	0.332	868.90	3.10	0.384	906.60	3.50	0.435
600	24	837.00	3.50	0.431	869.40	3.60	0.446	907.80	4.70	0.584
1200	35	837.70	4.20	0.517	870.30	4.50	0.557	908.40	5.30	0.659
1800	42	838.60	5.10	0.628	871.10	5.30	0.656	909.30	6.20	0.771
3600	60	840.10	6.60	0.812	872.70	6.90	0.854	910.90	7.80	0.970
7200	85	841.30	7.80	0.960	873.80	8.00	0.990	911.90	8.80	1.094
10800	104	842.10	8.60	1.058	874.60	8.80	1.089	912.60	9.50	1.181
14400	120	842.70	9.20	1.132	875.20	9.40	1.163	913.20	10.10	1.256
18000	134	843.20	9.70	1.194	875.60	9.80	1.213	913.60	10.50	1.306
21600	147	908.80	15.00	1.831	845.80	12.70	1.545	911.50	12.30	1.500
92220	304	913.10	19.30	2.355	851.10	18.00	2.190	916.50	17.30	2.110

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 28 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP



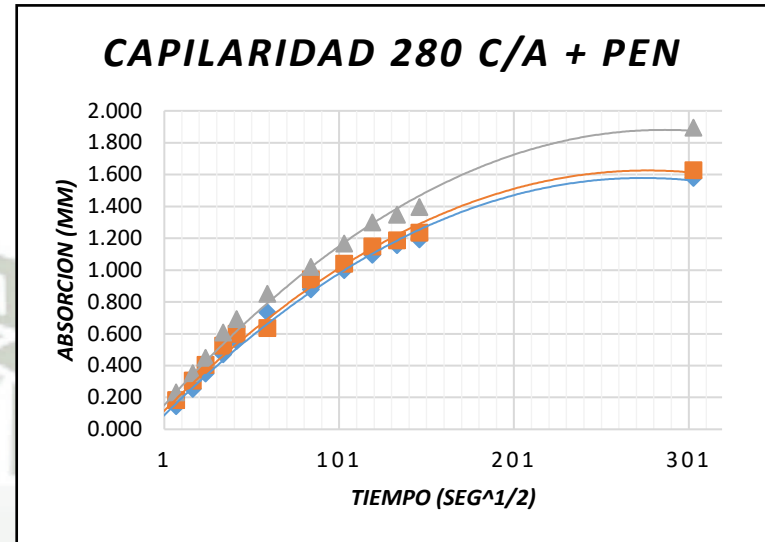
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 29 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP +

ESPECIFICACIONES: 280 IP C/A+PEN DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 56 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	AREA PROMEDIO (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
H1	103.04	102.83	8304.83	903.56	876.69	878.90
"SUPERIOR"	102.62					
H2	101.46	102.08	8183.32	908.03	879.17	882.00
"CENTRAL"	102.69					
H3	102.69	102.42	8237.93	967.37	934.90	936.60
"INFERIOR"	102.14					

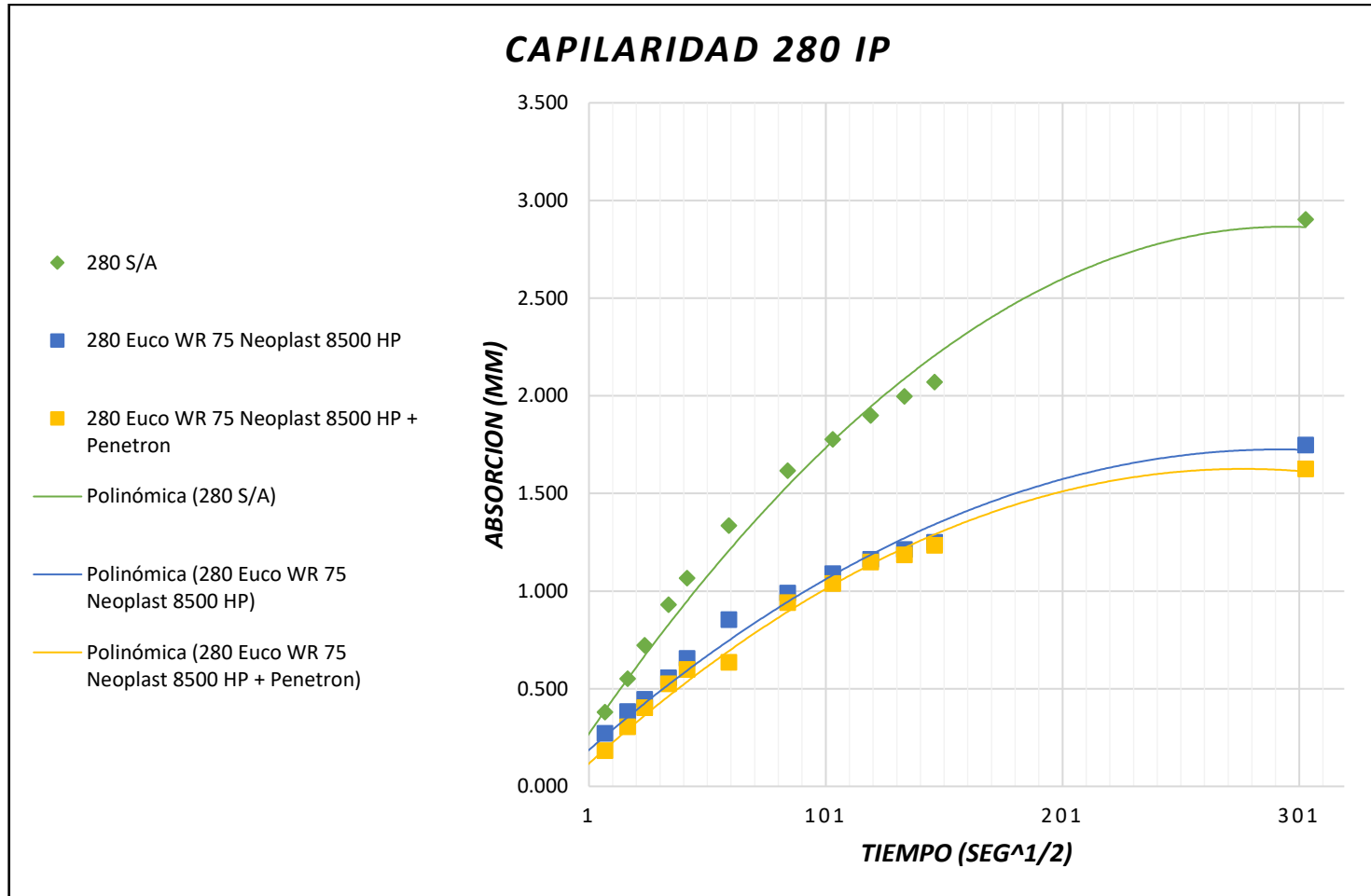


Fuente: Elaboración Propia

H1 "SUPERIOR"										
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	878.90	0.00	0.000	882.00	0.00	0.000	936.60	0.00	0.000
60	8	880.10	1.20	0.144	883.50	1.50	0.183	938.50	1.90	0.231
300	17	881.00	2.10	0.253	884.50	2.50	0.305	939.50	2.90	0.352
600	24	881.80	2.90	0.349	885.30	3.30	0.403	940.30	3.70	0.449
1200	35	882.80	3.90	0.470	886.30	4.30	0.525	941.60	5.00	0.607
1800	42	883.50	4.60	0.554	886.90	4.90	0.599	942.30	5.70	0.692
3600	60	885.00	6.10	0.735	887.20	5.20	0.635	943.60	7.00	0.850
7200	85	886.20	7.30	0.879	889.70	7.70	0.941	945.00	8.40	1.020
10800	104	887.20	8.30	0.999	890.50	8.50	1.039	946.20	9.60	1.165
14400	120	888.00	9.10	1.096	891.40	9.40	1.149	947.30	10.70	1.299
18000	134	888.50	9.60	1.156	891.70	9.70	1.185	947.70	11.10	1.347
21600	147	888.80	9.90	1.192	892.10	10.10	1.234	948.10	11.50	1.396
92220	304	892.00	13.10	1.577	895.30	13.30	1.625	952.20	15.60	1.894

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 30 Capilaridad cuadro comparativo 280 IP



Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 350 IP S/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 57 350 IP S/A

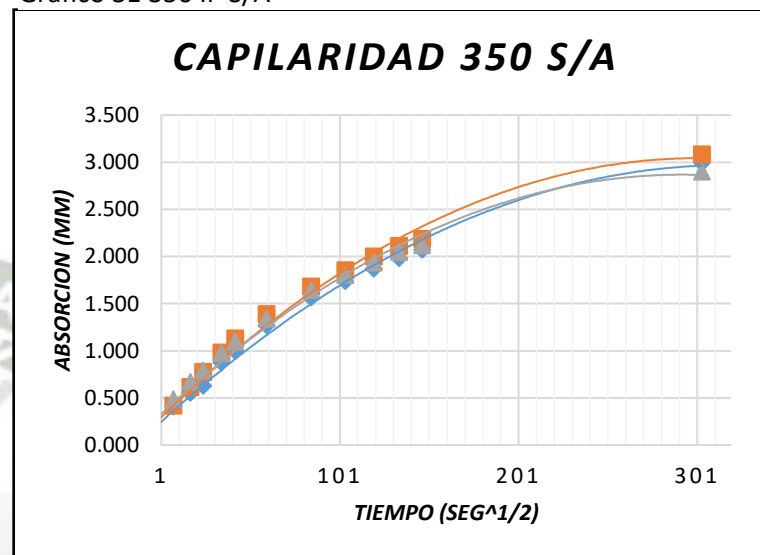
	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
C1 "SUPERIOR"	101.61 101.69	101.65	8115.32	882.62	839.27
C2 "CENTRAL"	101.80 101.85	101.83	8143.29	882.77	837.25
C3 "INFERIOR"	101.89 102.54	102.22	8205.79	937.23	890.72

C1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	841.30	0.00	0.000	840.00	0.00	0.000	893.10	0.00	0.000
60	8	844.60	3.30	0.407	843.40	3.40	0.418	897.10	4.00	0.487
300	17	845.80	4.50	0.555	845.00	5.00	0.614	898.60	5.50	0.670
600	24	846.40	5.10	0.628	846.30	6.30	0.774	899.60	6.50	0.792
1200	35	848.40	7.10	0.875	848.00	8.00	0.982	901.10	8.00	0.975
1800	42	849.40	8.10	0.998	849.20	9.20	1.130	902.10	9.00	1.097
3600	60	851.60	10.30	1.269	851.30	11.30	1.388	904.10	11.00	1.341
7200	85	854.00	12.70	1.565	853.70	13.70	1.682	906.60	13.50	1.645
10800	104	855.40	14.10	1.737	855.10	15.10	1.854	907.90	14.80	1.804
14400	120	856.50	15.20	1.873	856.30	16.30	2.002	909.00	15.90	1.938
18000	134	857.40	16.10	1.984	857.20	17.20	2.112	909.90	16.80	2.047
21600	147	858.10	16.80	2.070	857.80	17.80	2.186	910.50	17.40	2.120
92220	304	865.60	24.30	2.994	865.10	25.10	3.082	916.90	23.80	2.900

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 31 350 IP S/A



Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 350 IP C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 58 350 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

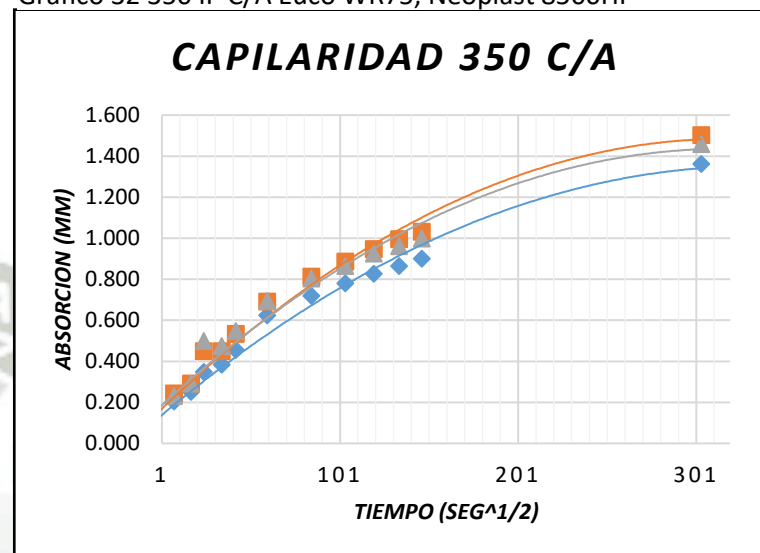
	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
F1	102.56	103.03	8336.35	967.57	941.70	944.50
"SUPERIOR"	103.49					
F2	102.82	102.42	8237.93	892.21	865.82	867.60
"CENTRAL"	102.01					
F3	102.67	102.27	8214.62	1043.5	1014.5	1017.10
"INFERIOR"	101.87					

F1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	944.50	0.00	0.000	867.60	0.00	0.000	1017.10	0.00	0.000
60	8	946.20	1.70	0.204	869.60	2.00	0.243	1019.00	1.90	0.231
300	17	946.60	2.10	0.252	870.00	2.40	0.291	1019.50	2.40	0.292
600	24	947.40	2.90	0.348	871.30	3.70	0.449	1021.20	4.10	0.499
1200	35	947.70	3.20	0.384	871.30	3.70	0.449	1021.00	3.90	0.475
1800	42	948.30	3.80	0.456	872.00	4.40	0.534	1021.60	4.50	0.548
3600	60	949.70	5.20	0.624	873.30	5.70	0.692	1022.80	5.70	0.694
7200	85	950.50	6.00	0.720	874.30	6.70	0.813	1023.70	6.60	0.803
10800	104	951.00	6.50	0.780	874.90	7.30	0.886	1024.20	7.10	0.864
14400	120	951.40	6.90	0.828	875.40	7.80	0.947	1024.70	7.60	0.925
18000	134	951.70	7.20	0.864	875.80	8.20	0.995	1025.00	7.90	0.962
21600	147	952.00	7.50	0.900	876.10	8.50	1.032	1025.30	8.20	0.998
92220	304	955.85	11.35	1.362	879.98	12.38	1.503	1029.08	11.98	1.458

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 32 350 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP



Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 350 IP C/A+PEN DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 59 350 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

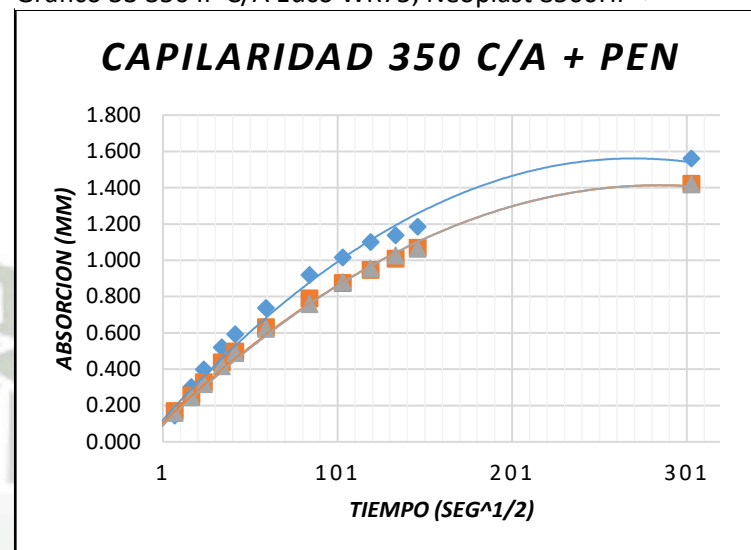
	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
I1	103.04	102.59	8265.30	882.98	855.52	857.90
"SUPERIOR"	102.13					
I2	101.88	102.37	8229.89	918.26	891.42	894.10
"CENTRAL"	102.85					
I3	101.90	102.05	8178.51	938.13	909.95	912.30
"INFERIOR"	102.19					

I1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	857.90	0.00	0.000	894.10	0.00	0.000	912.30	0.00	0.000
60	8	859.10	1.20	0.145	895.50	1.40	0.170	913.60	1.30	0.159
300	17	860.40	2.50	0.302	896.20	2.10	0.255	914.30	2.00	0.245
600	24	861.20	3.30	0.399	896.80	2.70	0.328	914.90	2.60	0.318
1200	35	862.20	4.30	0.520	897.70	3.60	0.437	915.70	3.40	0.416
1800	42	862.80	4.90	0.593	898.20	4.10	0.498	916.30	4.00	0.489
3600	60	864.00	6.10	0.738	899.30	5.20	0.632	917.40	5.10	0.624
7200	85	865.50	7.60	0.920	900.60	6.50	0.790	918.50	6.20	0.758
10800	104	866.30	8.40	1.016	901.30	7.20	0.875	919.50	7.20	0.880
14400	120	867.00	9.10	1.101	901.90	7.80	0.948	920.10	7.80	0.954
18000	134	867.30	9.40	1.137	902.40	8.30	1.009	920.70	8.40	1.027
21600	147	867.70	9.80	1.186	902.90	8.80	1.069	921.00	8.70	1.064
92220	304	870.80	12.90	1.561	905.80	11.70	1.422	923.90	11.60	1.418

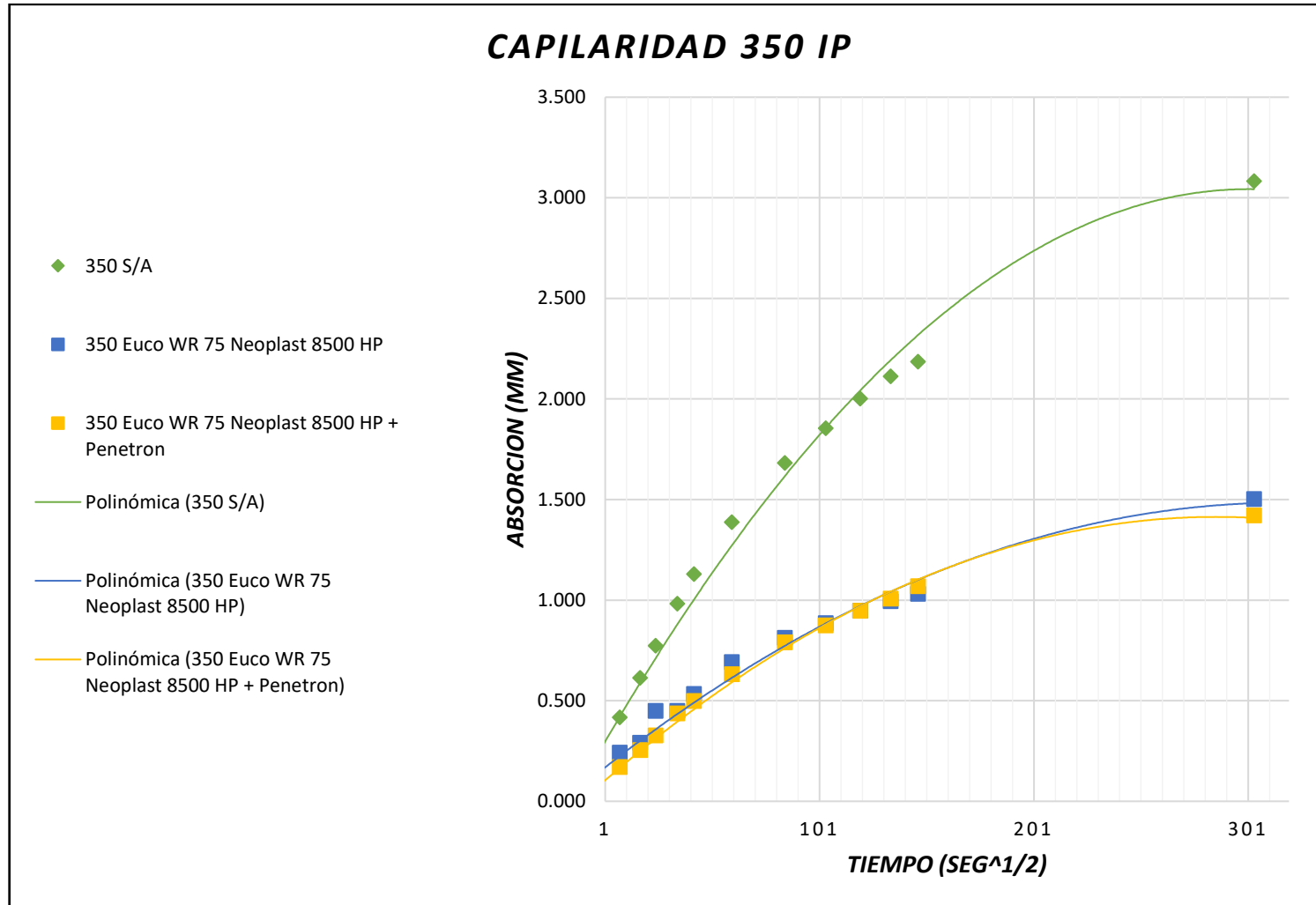
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 33 350 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP +



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 34 Capilaridad cuadro comparativo 350 IP



Fuente: Elaboración Propia

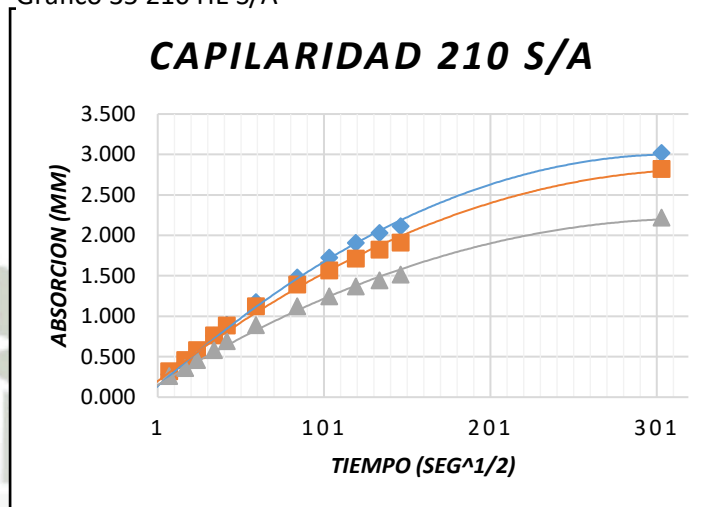
5.2.1.2.2. Capilaridad o tasa de absorción cemento HE

ESPECIFICACIONES: 210 HE S/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 60 210 HE S/A

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
J1 "SUPERIOR"	102.15 102.07	102.11	8188.94	939.37	911.21	913.10
J2 "CENTRAL"	101.66 101.72	101.69	8121.71	878.71	839.48	843.00
J3 "INFERIOR"	101.71 101.65	101.68	8120.11	952.50	904.00	906.20

Grafico 35 210 HE S/A



J1 "SUPERIOR"					J2 "CENTRAL"			J3 "INFERIOR"		
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	913.10	0.00	0.000	843.00	0.00	0.000	906.20	0.00	0.000
60	8	915.40	2.30	0.281	845.60	2.60	0.320	908.30	2.10	0.259
300	17	916.60	3.50	0.427	846.70	3.70	0.456	909.10	2.90	0.357
600	24	917.70	4.60	0.562	847.70	4.70	0.579	909.90	3.70	0.456
1200	35	919.30	6.20	0.757	849.20	6.20	0.763	910.90	4.70	0.579
1800	42	920.40	7.30	0.891	850.20	7.20	0.887	911.80	5.60	0.690
3600	60	922.70	9.60	1.172	852.10	9.10	1.120	913.40	7.20	0.887
7200	85	925.20	12.10	1.478	854.30	11.30	1.391	915.30	9.10	1.121
10800	104	927.20	14.10	1.722	855.70	12.70	1.564	916.30	10.10	1.244
14400	120	928.70	15.60	1.905	856.90	13.90	1.711	917.30	11.10	1.367
18000	134	929.70	16.60	2.027	857.80	14.80	1.822	917.90	11.70	1.441
21600	147	867.70	9.80	1.186	902.90	8.80	1.069	921.00	8.70	1.064
92220	304	870.80	12.90	1.561	905.80	11.70	1.422	923.90	11.60	1.418

Grafico 36 210 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

ESPECIFICACIONES: 210 HE C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 61 210 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
M1 "SUPERIOR"	103.04 102.78	102.91	8317.75	947.50	915.52	916.60
M2 "CENTRAL"	103.00 101.65	102.33	8223.46	909.60	879.40	880.40
M3 "INFERIOR"	102.86 101.92	102.39	8233.91	1007.7	973.62	975.20

M1 "SUPERIOR"					M2 "CENTRAL"			M3 "INFERIOR"		
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	916.60	0.00	0.000	880.40	0.00	0.000	975.20	0.00	0.000
60	8	918.10	1.50	0.180	881.70	1.30	0.158	976.70	1.50	0.182
300	17	919.20	2.60	0.313	882.80	2.40	0.292	979.80	4.60	0.559
600	24	919.90	3.30	0.397	883.60	3.20	0.389	978.80	3.60	0.437
1200	35	921.00	4.40	0.529	884.70	4.30	0.523	980.00	4.80	0.583
1800	42	921.80	5.20	0.625	885.50	5.10	0.620	980.90	5.70	0.692
3600	60	923.40	6.80	0.818	886.90	6.50	0.790	982.70	7.50	0.911
7200	85	925.10	8.50	1.022	888.50	8.10	0.985	984.70	9.50	1.154
10800	104	926.20	9.60	1.154	889.60	9.20	1.119	985.90	10.70	1.300
14400	120	927.00	10.40	1.250	890.40	10.00	1.216	986.80	11.60	1.409
18000	134	927.50	10.90	1.310	890.90	10.50	1.277	987.40	12.20	1.482
21600	147	867.70	9.80	1.186	902.90	8.80	1.069	921.00	8.70	1.064
92220	304	870.80	12.90	1.561	905.80	11.70	1.422	923.90	11.60	1.418

Fuente: Elaboración Propia

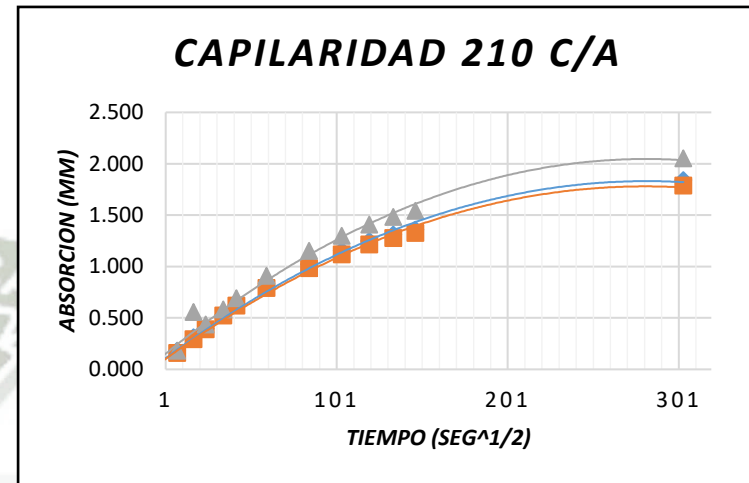
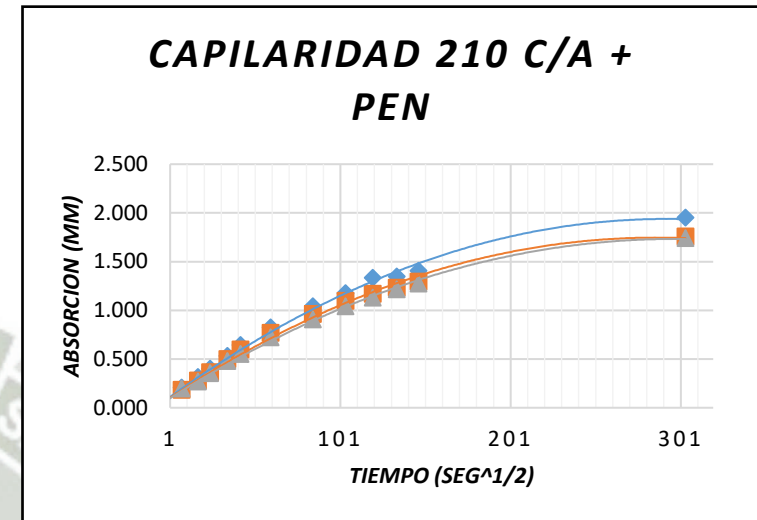


Grafico 37 210 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP +

ESPECIFICACIONES: 210 HE C/A+PEN DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 62 210 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
O1 "SUPERIOR"	102.07 102.88	102.48	8247.58	901.60	869.52	872.80
O2 "CENTRAL"	102.09 102.22	102.16	8196.15	937.70	905.39	908.40
O3 "INFERIOR"	101.82 101.90	101.86	8148.89	961.20	929.00	932.00

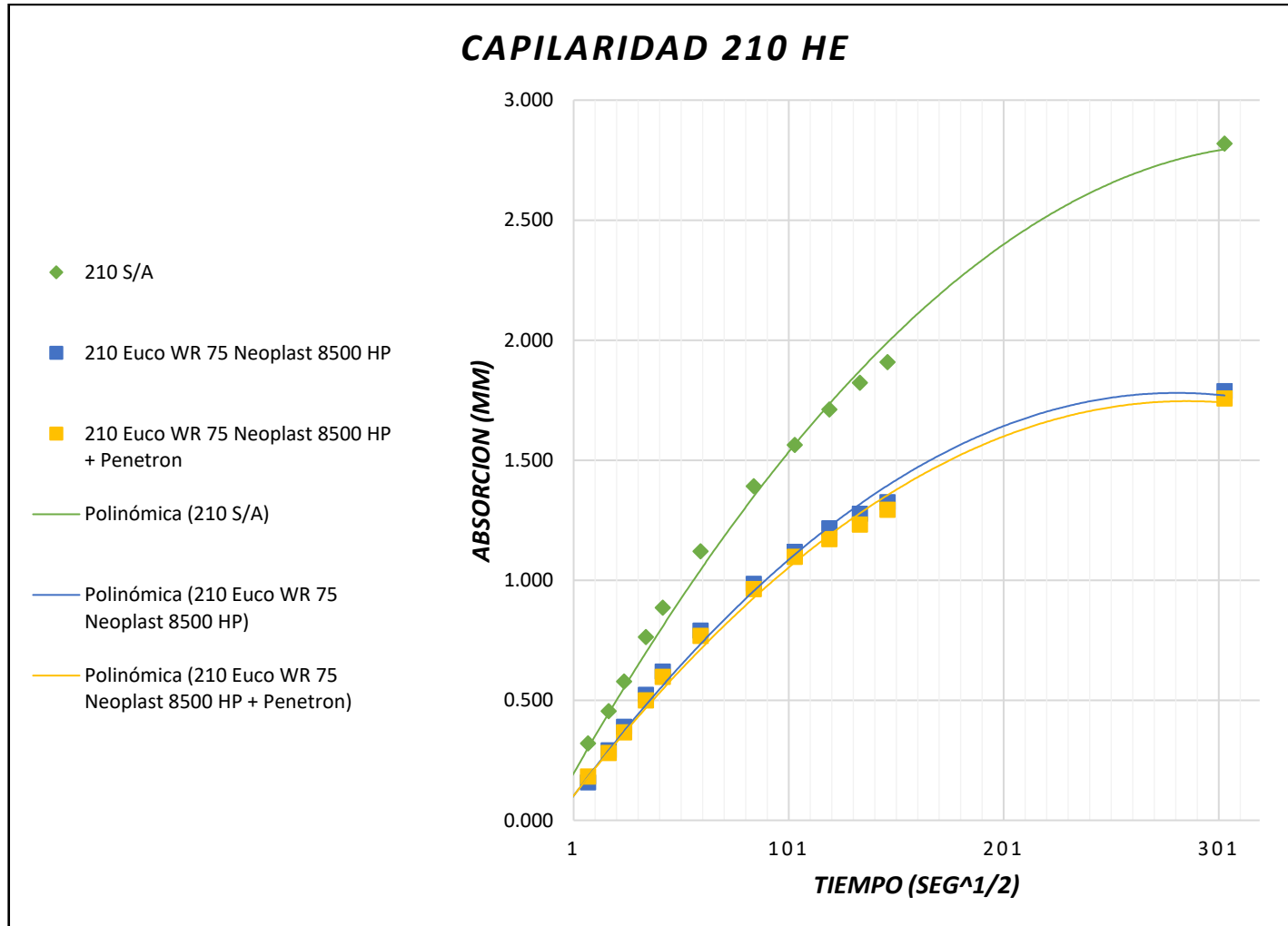


Fuente: Elaboración Propia

O1 "SUPERIOR"					O2 "CENTRAL"			O3 "INFERIOR"		
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	872.80	0.00	0.000	908.40	0.00	0.000	932.00	0.00	0.000
60	8	874.50	1.70	0.206	909.90	1.50	0.183	933.60	1.60	0.196
300	17	875.40	2.60	0.315	910.70	2.30	0.281	934.20	2.20	0.270
600	24	876.10	3.30	0.400	911.40	3.00	0.366	934.90	2.90	0.356
1200	35	877.20	4.40	0.533	912.50	4.10	0.500	935.90	3.90	0.479
1800	42	878.10	5.30	0.643	913.30	4.90	0.598	936.50	4.50	0.552
3600	60	879.60	6.80	0.824	914.70	6.30	0.769	937.90	5.90	0.724
7200	85	881.40	8.60	1.043	916.30	7.90	0.964	939.40	7.40	0.908
10800	104	882.50	9.70	1.176	917.40	9.00	1.098	940.50	8.50	1.043
14400	120	883.80	11.00	1.334	918.00	9.60	1.171	941.20	9.20	1.129
18000	134	883.90	11.10	1.346	918.50	10.10	1.232	941.90	9.90	1.215
21600	147	884.40	11.60	1.406	919.00	10.60	1.293	942.40	10.40	1.276
92220	304	888.90	16.10	1.952	922.80	14.40	1.757	946.20	14.20	1.743

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 38 Capilaridad cuadro comparativo 210 HE



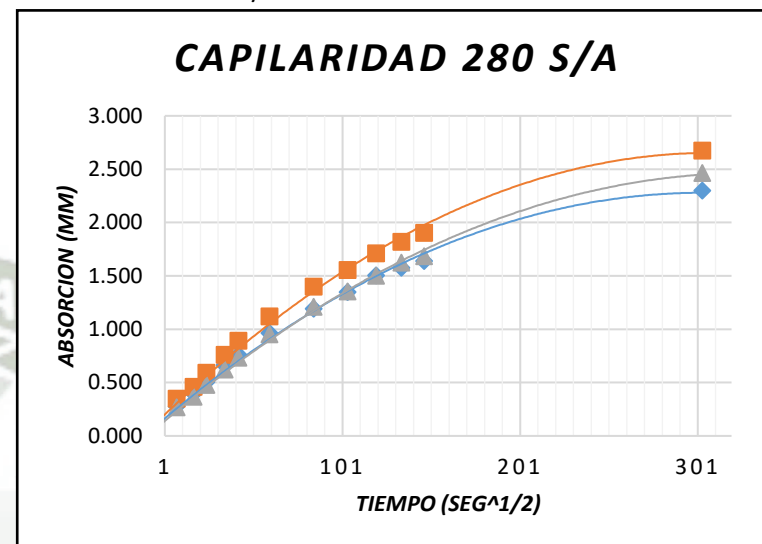
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 39 280 HE S/A

ESPECIFICACIONES: 280 HE S/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 63 280 HE S/A

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
K1	102.65	102.86	8309.67	894.10	858.23	860.40
"SUPERIOR"	103.07					
K2	102.94	102.80	8299.98	937.04	897.79	899.50
"CENTRAL"	102.66					
K3	102.01	102.16	8196.15	898.09	862.32	865.80
"INFERIOR"	102.30					



Fuente: Elaboración Propia

O1 "SUPERIOR"										
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	860.40	0.00	0.000	899.50	0.00	0.000	865.80	0.00	0.000
60	8	862.70	2.30	0.277	902.40	2.90	0.349	868.00	2.20	0.268
300	17	863.70	3.30	0.397	903.30	3.80	0.458	868.80	3.00	0.366
600	24	864.60	4.20	0.505	904.40	4.90	0.590	869.70	3.90	0.476
1200	35	865.90	5.50	0.662	905.80	6.30	0.759	870.90	5.10	0.622
1800	42	866.70	6.30	0.758	906.90	7.40	0.892	871.80	6.00	0.732
3600	60	868.40	8.00	0.963	908.80	9.30	1.120	873.60	7.80	0.952
7200	85	870.30	9.90	1.191	911.10	11.60	1.398	875.70	9.90	1.208
10800	104	871.60	11.20	1.348	912.40	12.90	1.554	876.90	11.10	1.354
14400	120	872.90	12.50	1.504	913.70	14.20	1.711	878.10	12.30	1.501
18000	134	873.50	13.10	1.576	914.60	15.10	1.819	879.10	13.30	1.623
21600	147	874.00	13.60	1.637	915.30	15.80	1.904	879.60	13.80	1.684
92220	304	879.50	19.10	2.299	921.70	22.20	2.675	886.00	20.20	2.465

Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 280 HE C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 64 280 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

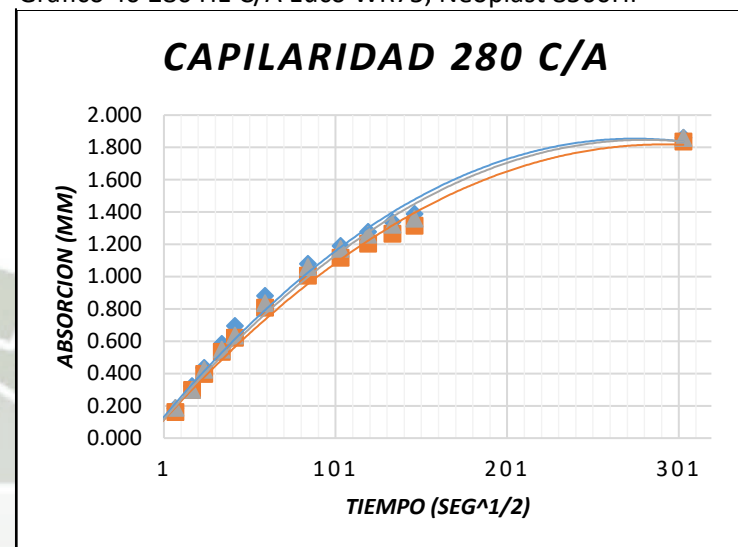
	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	AREA PROMEDIO (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
N1 "SUPERIOR"	101.14 101.49	101.32	8061.92	913.40	883.66	885.50
N2 "CENTRAL"	101.28 101.28	101.28	8056.35	882.50	852.59	855.10
N3 "INFERIOR"	101.13 100.99	101.06	8021.39	998.90	968.52	970.90

N1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	885.50	0.00	0.000	855.10	0.00	0.000	970.90	0.00	0.000
60	8	887.00	1.50	0.186	856.40	1.30	0.161	972.40	1.50	0.187
300	17	888.10	2.60	0.323	857.50	2.40	0.298	973.30	2.40	0.299
600	24	889.00	3.50	0.434	858.30	3.20	0.397	974.30	3.40	0.424
1200	35	890.20	4.70	0.583	859.40	4.30	0.534	975.30	4.40	0.549
1800	42	891.10	5.60	0.695	860.10	5.00	0.621	976.00	5.10	0.636
3600	60	892.60	7.10	0.881	861.60	6.50	0.807	977.60	6.70	0.835
7200	85	894.20	8.70	1.079	863.20	8.10	1.005	979.40	8.50	1.060
10800	104	895.10	9.60	1.191	864.10	9.00	1.117	980.30	9.40	1.172
14400	120	895.80	10.30	1.278	864.80	9.70	1.204	981.00	10.10	1.259
18000	134	896.30	10.80	1.340	865.30	10.20	1.266	981.50	10.60	1.321
21600	147	896.70	11.20	1.389	865.70	10.60	1.316	981.80	10.90	1.359
92220	304	900.50	15.00	1.861	869.90	14.80	1.837	985.80	14.90	1.858

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 40 280 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP



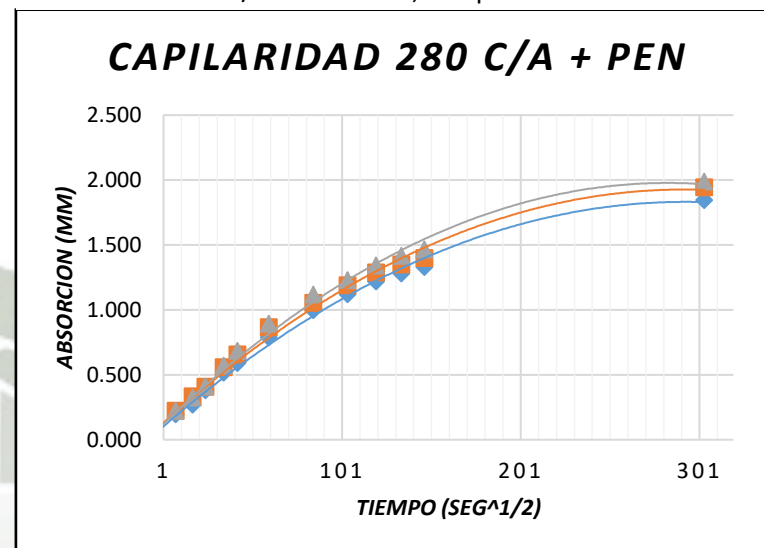
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 41 280 IP C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

ESPECIFICACIONES: 280 HE C/A+PEN DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 65 210 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
P1	102.06	101.71	8124.10	891.40	861.51	864.30
"SUPERIOR"	101.35					
P2	101.39	101.39	8073.86	888.20	859.20	861.70
"CENTRAL"	101.39					
P3	101.29					
"INFERIOR"	101.18	101.24	8049.19	1036.7	1006.0	1009.40

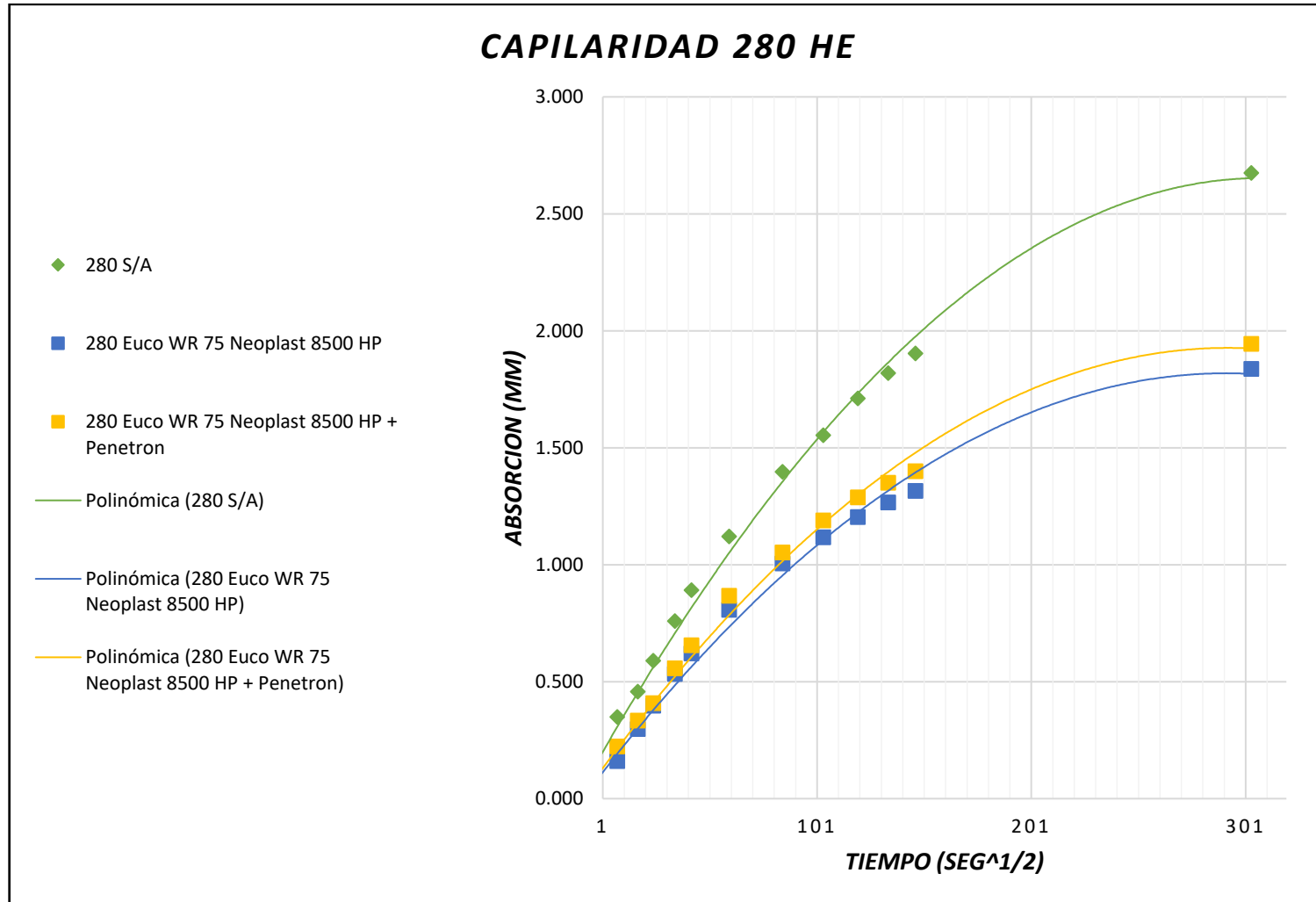


Fuente: Elaboración Propia

P1 "SUPERIOR"										
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	864.30	0.00	0.000	861.70	0.00	0.000	1009.40	0.00	0.000
60	8	865.90	1.60	0.197	863.50	1.80	0.223	1011.20	1.80	0.224
300	17	866.50	2.20	0.271	864.40	2.70	0.334	1012.00	2.60	0.323
600	24	867.40	3.10	0.382	865.00	3.30	0.409	1012.70	3.30	0.410
1200	35	868.50	4.20	0.517	866.20	4.50	0.557	1014.00	4.60	0.571
1800	42	869.10	4.80	0.591	867.00	5.30	0.656	1014.90	5.50	0.683
3600	60	870.70	6.40	0.788	868.70	7.00	0.867	1016.60	7.20	0.894
7200	85	872.40	8.10	0.997	870.20	8.50	1.053	1018.40	9.00	1.118
10800	104	873.40	9.10	1.120	871.30	9.60	1.189	1019.30	9.90	1.230
14400	120	874.20	9.90	1.219	872.10	10.40	1.288	1020.20	10.80	1.342
18000	134	874.70	10.40	1.280	872.60	10.90	1.350	1020.80	11.40	1.416
21600	147	875.10	10.80	1.329	873.00	11.30	1.400	1021.20	11.80	1.466
92220	304	879.30	15.00	1.846	877.40	15.70	1.945	1025.40	16.00	1.988

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 42 Capilaridad cuadro comparativo 280 HE



Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 350 HE S/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 66 350 HE S/A

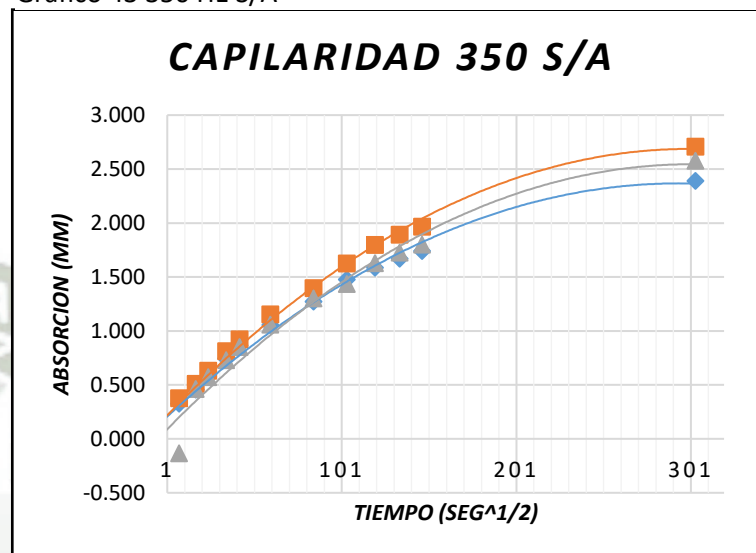
	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
L1 "SUPERIOR"	102.51 103.44	102.98	8328.26	886.16	851.79	853.90
L2 "CENTRAL"	103.21 101.65	102.43	8240.34	893.92	857.37	859.00
L3 "INFERIOR"	101.85 102.84	102.35	8226.67	984.10	945.07	946.60

L1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	853.90	0.00	0.000	859.00	0.00	0.000	946.60	0.00	0.000
60	8	856.60	2.70	0.324	862.10	3.10	0.376	945.50	-1.10	-0.134
300	17	857.70	3.80	0.456	863.20	4.20	0.510	950.40	3.80	0.462
600	24	858.70	4.80	0.576	864.20	5.20	0.631	951.30	4.70	0.571
1200	35	860.10	6.20	0.744	865.70	6.70	0.813	952.60	6.00	0.729
1800	42	861.10	7.20	0.865	866.60	7.60	0.922	953.60	7.00	0.851
3600	60	862.70	8.80	1.057	868.50	9.50	1.153	955.30	8.70	1.058
7200	85	864.50	10.60	1.273	870.50	11.50	1.396	957.30	10.70	1.301
10800	104	866.20	12.30	1.477	872.40	13.40	1.626	958.40	11.80	1.434
14400	120	867.10	13.20	1.585	873.80	14.80	1.796	960.00	13.40	1.629
18000	134	867.80	13.90	1.669	874.60	15.60	1.893	960.80	14.20	1.726
21600	147	868.40	14.50	1.741	875.20	16.20	1.966	961.40	14.80	1.799
92220	304	873.80	19.90	2.389	881.30	22.30	2.706	967.80	21.20	2.577

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 43 350 HE S/A



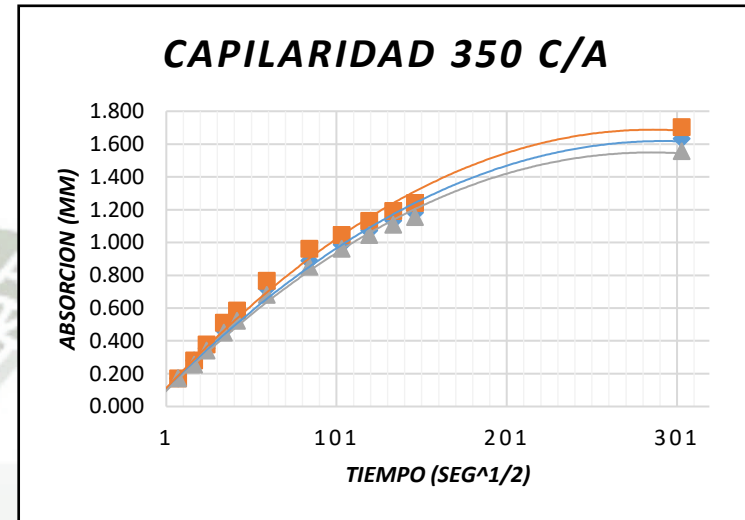
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 44 350 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

ESPECIFICACIONES: 350 HE C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 67 350 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
Ñ1	102.17	102.23	8207.39	961.20	932.50	934.90
"SUPERIOR"	102.28					
Ñ2	102.42	102.35	8226.67	938.30	909.00	911.70
"CENTRAL"	102.27					
Ñ3	102.68					
"INFERIOR"	101.98	102.33	8224.26	1016.1	986.35	989.50



Fuente: Elaboración Propia

Ñ1 "SUPERIOR"										
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	934.90	0.00	0.000	911.70	0.00	0.000	989.50	0.00	0.000
60	8	936.30	1.40	0.171	913.10	1.40	0.170	990.90	1.40	0.170
300	17	937.20	2.30	0.280	914.00	2.30	0.280	991.60	2.10	0.255
600	24	937.80	2.90	0.353	914.80	3.10	0.377	992.30	2.80	0.340
1200	35	938.70	3.80	0.463	915.90	4.20	0.511	993.20	3.70	0.450
1800	42	939.40	4.50	0.548	916.50	4.80	0.583	993.80	4.30	0.523
3600	60	940.80	5.90	0.719	918.00	6.30	0.766	995.10	5.60	0.681
7200	85	942.20	7.30	0.889	919.60	7.90	0.960	996.50	7.00	0.851
10800	104	943.00	8.10	0.987	920.30	8.60	1.045	997.40	7.90	0.961
14400	120	943.70	8.80	1.072	921.00	9.30	1.130	998.10	8.60	1.046
18000	134	944.20	9.30	1.133	921.50	9.80	1.191	998.60	9.10	1.106
21600	147	944.60	9.70	1.182	921.90	10.20	1.240	999.00	9.50	1.155
92220	304	948.30	13.40	1.633	925.70	14.00	1.702	1002.30	12.80	1.556

Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 350 HE C/A+PEN DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 68 350 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

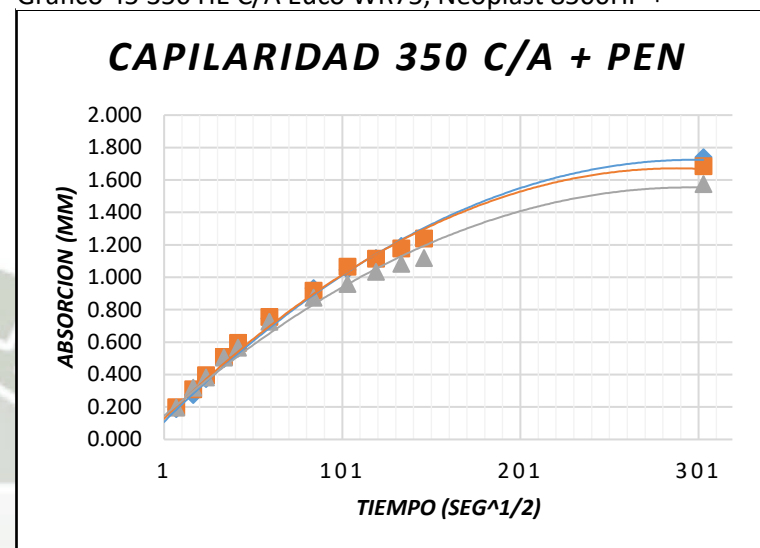
	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
Q1 "SUPERIOR"	101.18 101.20	101.19	8042.04	919.80	890.41	893.10
Q2 "CENTRAL"	101.74 100.97	101.36	8068.29	909.00	880.13	883.20
Q3 "INFERIOR"	101.26 102.21	101.74	8128.90	993.30	963.28	966.50

Q1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	893.10	0.00	0.000	883.20	0.00	0.000	966.50	0.00	0.000
60	8	894.60	1.50	0.187	884.80	1.60	0.198	968.10	1.60	0.197
300	17	895.30	2.20	0.274	885.70	2.50	0.310	969.10	2.60	0.320
600	24	896.10	3.00	0.373	886.40	3.20	0.397	969.60	3.10	0.381
1200	35	897.10	4.00	0.497	887.30	4.10	0.508	970.60	4.10	0.504
1800	42	897.60	4.50	0.560	888.00	4.80	0.595	971.10	4.60	0.566
3600	60	899.10	6.00	0.746	889.30	6.10	0.756	972.40	5.90	0.726
7200	85	900.60	7.50	0.933	890.60	7.40	0.917	973.60	7.10	0.873
10800	104	901.50	8.40	1.045	891.80	8.60	1.066	974.30	7.80	0.960
14400	120	902.10	9.00	1.119	892.20	9.00	1.115	974.90	8.40	1.033
18000	134	902.70	9.60	1.194	892.70	9.50	1.177	975.30	8.80	1.083
21600	147	903.10	10.00	1.243	893.20	10.00	1.239	975.60	9.10	1.119
92220	304	907.10	14.00	1.741	896.80	13.60	1.686	979.30	12.80	1.575

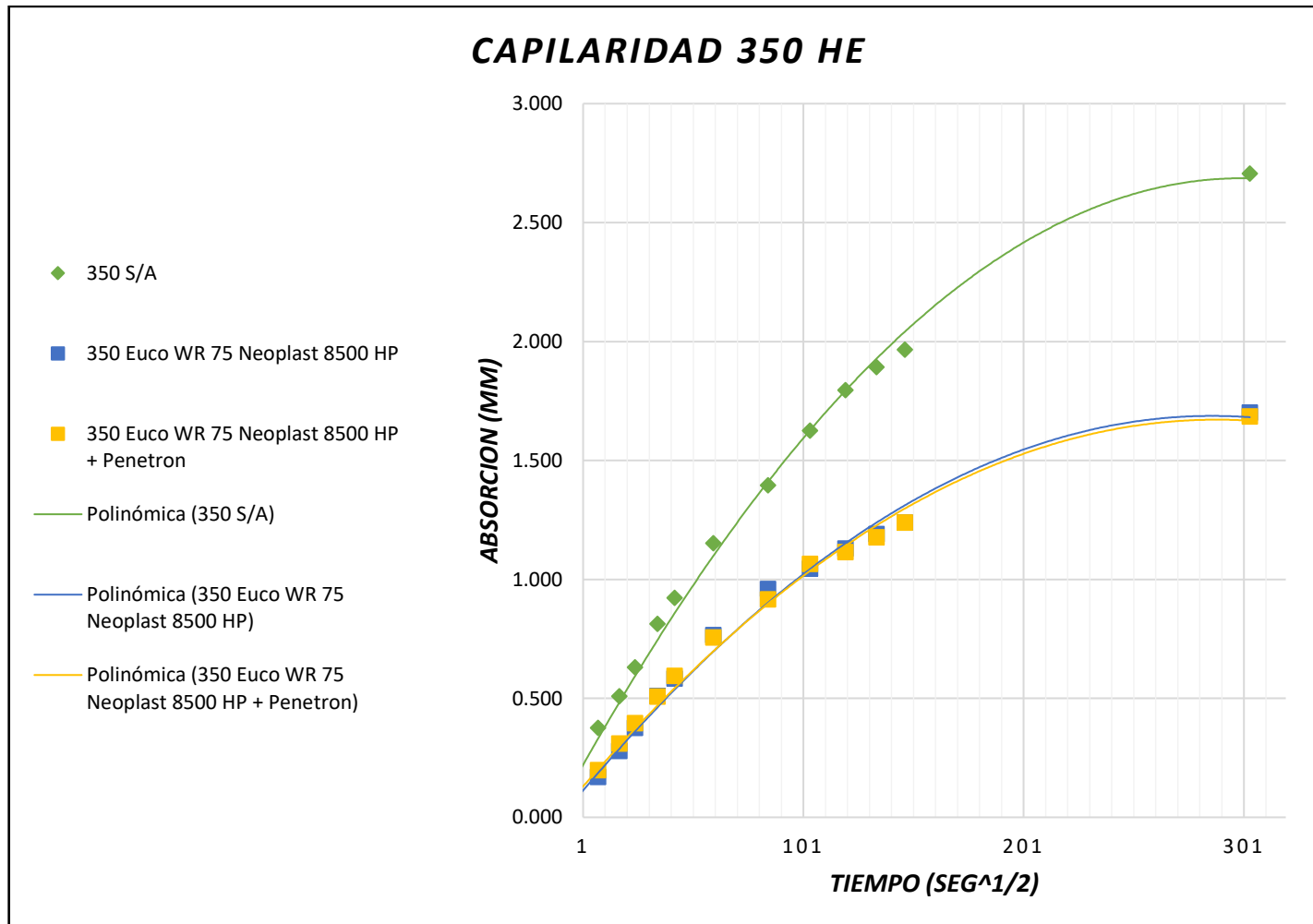
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 45 350 HE C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP +



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 46 Capilaridad cuadro comparativo 350 HE



Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2.3. Capilaridad o tasa de absorción cemento I

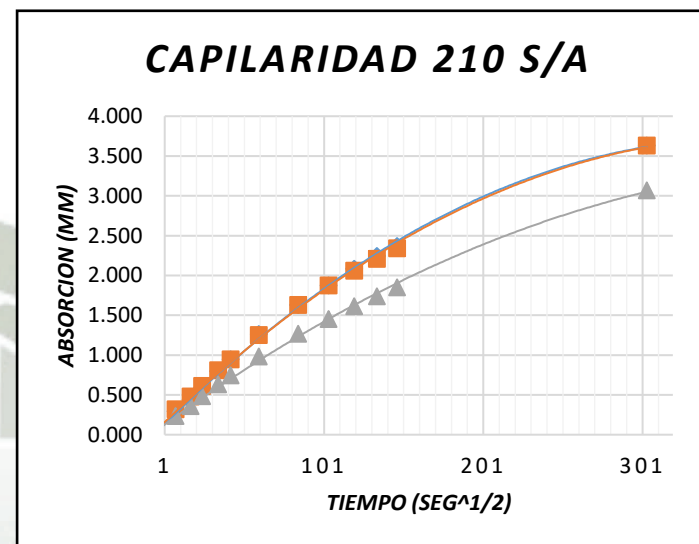
Grafico 47 210 I S/A

ESPECIFICACIONES: 210 I S/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 69 210 I S/A

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
R1 "SUPERIOR"	101.95 101.79	101.87	8150.49	910.70	868.00	871.20
R2 "CENTRAL"	101.93 101.84	101.89	8152.89	910.00	867.34	869.90
R3 "INFERIOR"	101.38 101.12	101.25	8051.58	1028.1 0	987.82	990.70

R1 "SUPERIOR"					R2 "CENTRAL"			R3 "INFERIOR"		
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	871.20	0.00	0.000	869.90	0.00	0.000	990.70	0.00	0.000
60	8	873.60	2.40	0.294	872.50	2.60	0.319	992.60	1.90	0.236
300	17	874.80	3.60	0.442	873.80	3.90	0.478	993.60	2.90	0.360
600	24	876.00	4.80	0.589	874.90	5.00	0.613	994.60	3.90	0.484
1200	35	877.70	6.50	0.797	876.50	6.60	0.810	995.80	5.10	0.633
1800	42	878.90	7.70	0.945	877.60	7.70	0.944	996.70	6.00	0.745
3600	60	881.50	10.30	1.264	880.10	10.20	1.251	998.60	7.90	0.981
7200	85	884.50	13.30	1.632	883.20	13.30	1.631	1000.90	10.20	1.267
10800	104	886.50	15.30	1.877	885.20	15.30	1.877	1002.40	11.70	1.453
14400	120	888.20	17.00	2.086	886.70	16.80	2.061	1003.70	13.00	1.615
18000	134	889.50	18.30	2.245	887.90	18.00	2.208	1004.70	14.00	1.739
21600	147	890.50	19.30	2.368	889.00	19.10	2.343	1005.60	14.90	1.851
92220	304	900.80	29.60	3.632	899.50	29.60	3.631	1015.40	24.70	3.068



ESPECIFICACIONES: 210 I C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 70 210 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

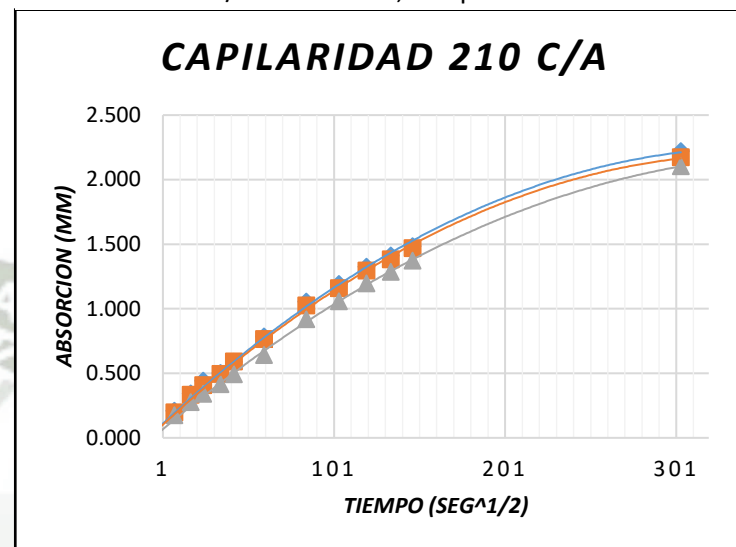
	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
U1	101.35	101.85	8146.49	861.50	832.46
"SUPERIOR"	102.34				835.10
U2	101.26	101.55	8099.36	972.50	940.57
"CENTRAL"	101.84				943.00
U3	100.84				
"INFERIOR"	100.22	100.53	7937.47	944.30	913.44
					916.10

U1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	835.10	0.00	0.000	943.00	0.00	0.000	916.10	0.00	0.000
60	8	836.80	1.70	0.209	944.60	1.60	0.198	917.50	1.40	0.176
300	17	837.90	2.80	0.344	945.70	2.70	0.333	918.30	2.20	0.277
600	24	838.70	3.60	0.442	946.30	3.30	0.407	918.80	2.70	0.340
1200	35	839.20	4.10	0.503	947.00	4.00	0.494	919.40	3.30	0.416
1800	42	839.90	4.80	0.589	947.80	4.80	0.593	920.00	3.90	0.491
3600	60	841.50	6.40	0.786	949.20	6.20	0.765	921.20	5.10	0.643
7200	85	843.70	8.60	1.056	951.30	8.30	1.025	923.40	7.30	0.920
10800	104	844.80	9.70	1.191	952.40	9.40	1.161	924.50	8.40	1.058
14400	120	845.90	10.80	1.326	953.50	10.50	1.296	925.60	9.50	1.197
18000	134	846.60	11.50	1.412	954.20	11.20	1.383	926.30	10.20	1.285
21600	147	847.20	12.10	1.485	954.90	11.90	1.469	927.00	10.90	1.373
92220	304	853.20	18.10	2.222	960.60	17.60	2.173	932.80	16.70	2.104

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 48 210 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP



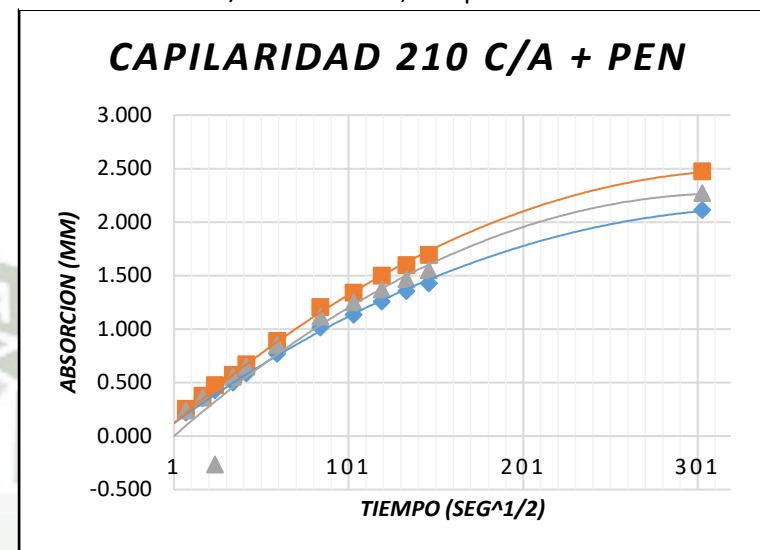
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 49 210 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

ESPECIFICACIONES: 210 I C/A+PEN DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 71 210 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	AREA PROMEDIO (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
X1	102.22	102.12	8189.74	964.70	933.65	936.10
"SUPERIOR"	102.01					
X2	101.96	102.18	8199.36	922.80	889.91	892.30
"CENTRAL"	102.39					
X3	103.02					
"INFERIOR"	102.85	102.94	8321.80	992.60	959.25	962.00

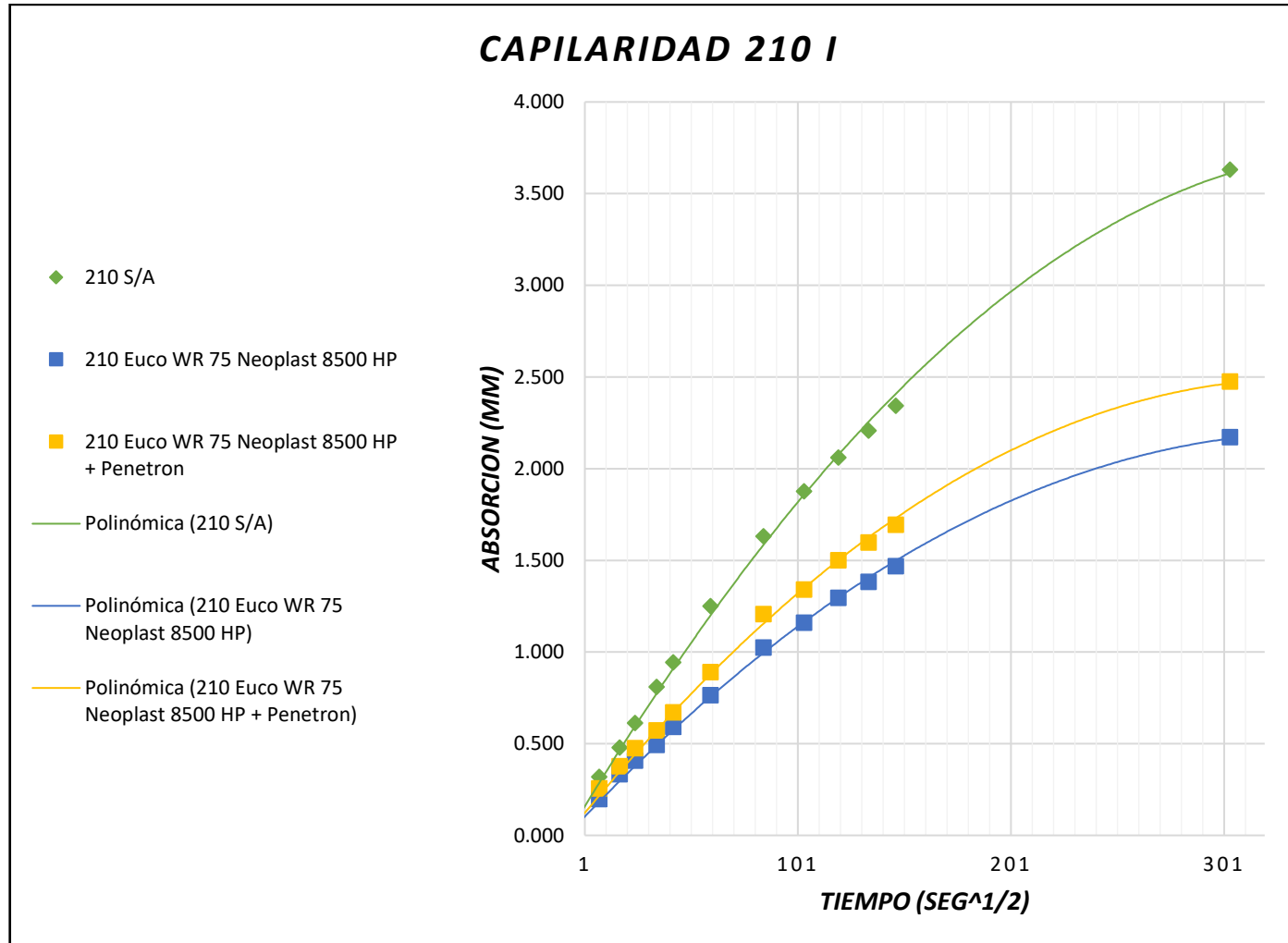


Fuente: Elaboración Propia

X1 "SUPERIOR"										
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	936.10	0.00	0.000	892.30	0.00	0.000	962.00	0.00	0.000
60	8	937.90	1.80	0.220	894.40	2.10	0.256	964.00	2.00	0.240
300	17	939.00	2.90	0.354	895.40	3.10	0.378	965.00	3.00	0.360
600	24	939.60	3.50	0.427	896.20	3.90	0.476	959.80	-2.20	-0.264
1200	35	940.20	4.10	0.501	897.00	4.70	0.573	966.60	4.60	0.553
1800	42	940.90	4.80	0.586	897.80	5.50	0.671	967.40	5.40	0.649
3600	60	942.40	6.30	0.769	899.60	7.30	0.890	969.10	7.10	0.853
7200	85	944.40	8.30	1.013	902.20	9.90	1.207	971.30	9.30	1.118
10800	104	945.40	9.30	1.136	903.30	11.00	1.342	972.40	10.40	1.250
14400	120	946.40	10.30	1.258	904.60	12.30	1.500	973.40	11.40	1.370
18000	134	947.20	11.10	1.355	905.40	13.10	1.598	974.20	12.20	1.466
21600	147	947.80	11.70	1.429	906.20	13.90	1.695	974.90	12.90	1.550
92220	304	953.40	17.30	2.112	912.60	20.30	2.476	980.90	18.90	2.271

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 50 Capilaridad cuadro comparativo 210 I



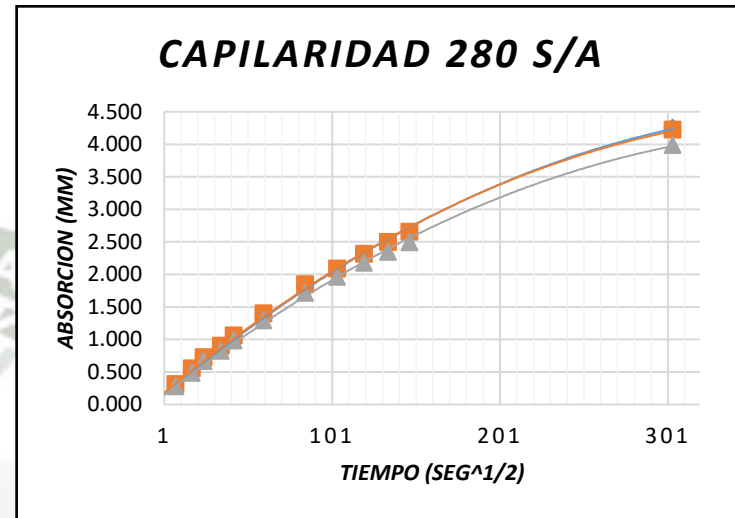
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 51 280 I S/A

ESPECIFICACIONES: 280 I S/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 72 280 I S/A

	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
S1 "SUPERIOR"	103.51 102.63	103.07	8343.64	911.60	864.10	867.00
S2 "CENTRAL"	103.09 102.35	102.72	8287.07	896.50	850.85	853.20
S3 "INFERIOR"	102.68 102.55	102.62	8270.13	1047.7	1000.5	1003.20



Fuente: Elaboración Propia

S1 "SUPERIOR"										
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	867.00	0.00	0.000	853.20	0.00	0.000	1003.20	0.00	0.000
60	8	869.40	2.40	0.288	855.80	2.60	0.314	1005.50	2.30	0.278
300	17	871.40	4.40	0.527	857.80	4.60	0.555	1007.20	4.00	0.484
600	24	872.90	5.90	0.707	859.20	6.00	0.724	1008.70	5.50	0.665
1200	35	874.20	7.20	0.863	860.70	7.50	0.905	1010.00	6.80	0.822
1800	42	875.60	8.60	1.031	862.00	8.80	1.062	1011.30	8.10	0.979
3600	60	878.40	11.40	1.366	864.80	11.60	1.400	1013.90	10.70	1.294
7200	85	882.30	15.30	1.834	868.50	15.30	1.846	1017.40	14.20	1.717
10800	104	884.40	17.40	2.085	870.50	17.30	2.088	1019.40	16.20	1.959
14400	120	886.30	19.30	2.313	872.40	19.20	2.317	1021.20	18.00	2.177
18000	134	887.80	20.80	2.493	873.90	20.70	2.498	1022.60	19.40	2.346
21600	147	889.10	22.10	2.649	875.20	22.00	2.655	1023.80	20.60	2.491
92220	304	902.50	35.50	4.255	888.20	35.00	4.223	1036.20	33.00	3.990

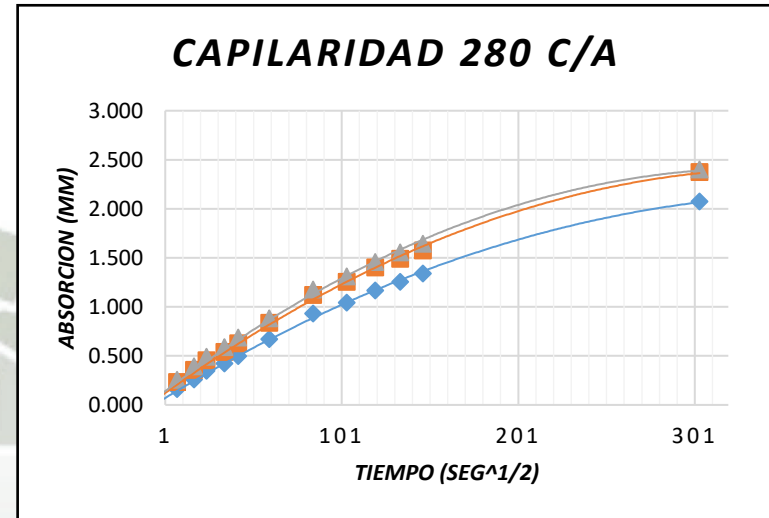
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 52 280 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

ESPECIFICACIONES: 280 I C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 73 280 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP:

	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	AREA PROMEDIO (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
V1 "SUPERIOR"	101.13 101.43	101.28	8056.35	985.40	955.06	957.50
V2 "CENTRAL"	101.81 101.64	101.73	8127.30	902.30	870.82	873.40
V3 "INFERIOR"	101.92 101.94	101.93	8160.09	1018.4	983.62	986.50



Fuente: Elaboración Propia

V1 "SUPERIOR"										
TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	957.50	0.00	0.000	873.40	0.00	0.000	986.50	0.00	0.000
60	8	958.80	1.30	0.161	875.30	1.90	0.234	988.60	2.10	0.257
300	17	959.60	2.10	0.261	876.30	2.90	0.357	989.70	3.20	0.392
600	24	960.30	2.80	0.348	877.10	3.70	0.455	990.50	4.00	0.490
1200	35	960.90	3.40	0.422	877.80	4.40	0.541	991.30	4.80	0.588
1800	42	961.50	4.00	0.497	878.50	5.10	0.628	992.10	5.60	0.686
3600	60	962.90	5.40	0.670	880.20	6.80	0.837	993.70	7.20	0.882
7200	85	965.00	7.50	0.931	882.50	9.10	1.120	996.10	9.60	1.176
10800	104	965.90	8.40	1.043	883.60	10.20	1.255	997.20	10.70	1.311
14400	120	966.90	9.40	1.167	884.80	11.40	1.403	998.40	11.90	1.458
18000	134	967.60	10.10	1.254	885.50	12.10	1.489	999.20	12.70	1.556
21600	147	968.30	10.80	1.341	886.20	12.80	1.575	999.90	13.40	1.642
92220	304	974.20	16.70	2.073	892.70	19.30	2.375	1006.10	19.60	2.402

Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 280 I C/A+PEN DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 74 280 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

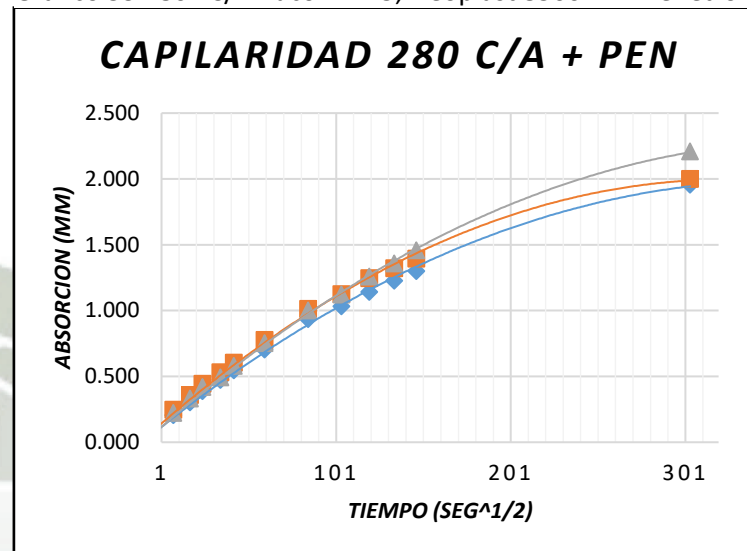
	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
Y1	102.75	102.39	8233.10	900.70	872.19	874.70
"SUPERIOR"	102.02					
Y2	101.54	101.55	8098.56	941.40	912.73	915.10
"CENTRAL"	101.55					
Y3	101.70					
"INFERIOR"	101.41	101.56	8100.16	977.30	945.78	948.30

Y1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	874.70	0.00	0.000	915.10	0.00	0.000	948.30	0.00	0.000
60	8	876.40	1.70	0.20648	917.10	2.00	0.247	950.10	1.80	0.222
300	17	877.20	2.50	0.304	918.00	2.90	0.358	951.00	2.70	0.333
600	24	877.90	3.20	0.389	918.70	3.60	0.445	951.70	3.40	0.420
1200	35	878.60	3.90	0.474	919.40	4.30	0.531	952.30	4.00	0.494
1800	42	879.20	4.50	0.547	920.00	4.90	0.605	953.00	4.70	0.580
3600	60	880.50	5.80	0.704	921.40	6.30	0.778	954.40	6.10	0.753
7200	85	882.40	7.70	0.935	923.30	8.20	1.013	956.40	8.10	1.000
10800	104	883.20	8.50	1.032	924.20	9.10	1.124	957.40	9.10	1.123
14400	120	884.10	9.40	1.142	925.20	10.10	1.247	958.50	10.20	1.259
18000	134	884.80	10.10	1.227	925.80	10.70	1.321	959.30	11.00	1.358
21600	147	885.40	10.70	1.300	926.40	11.30	1.395	960.10	11.80	1.457
92220	304	890.80	16.10	1.956	931.30	16.20	2.000	966.20	17.90	2.210

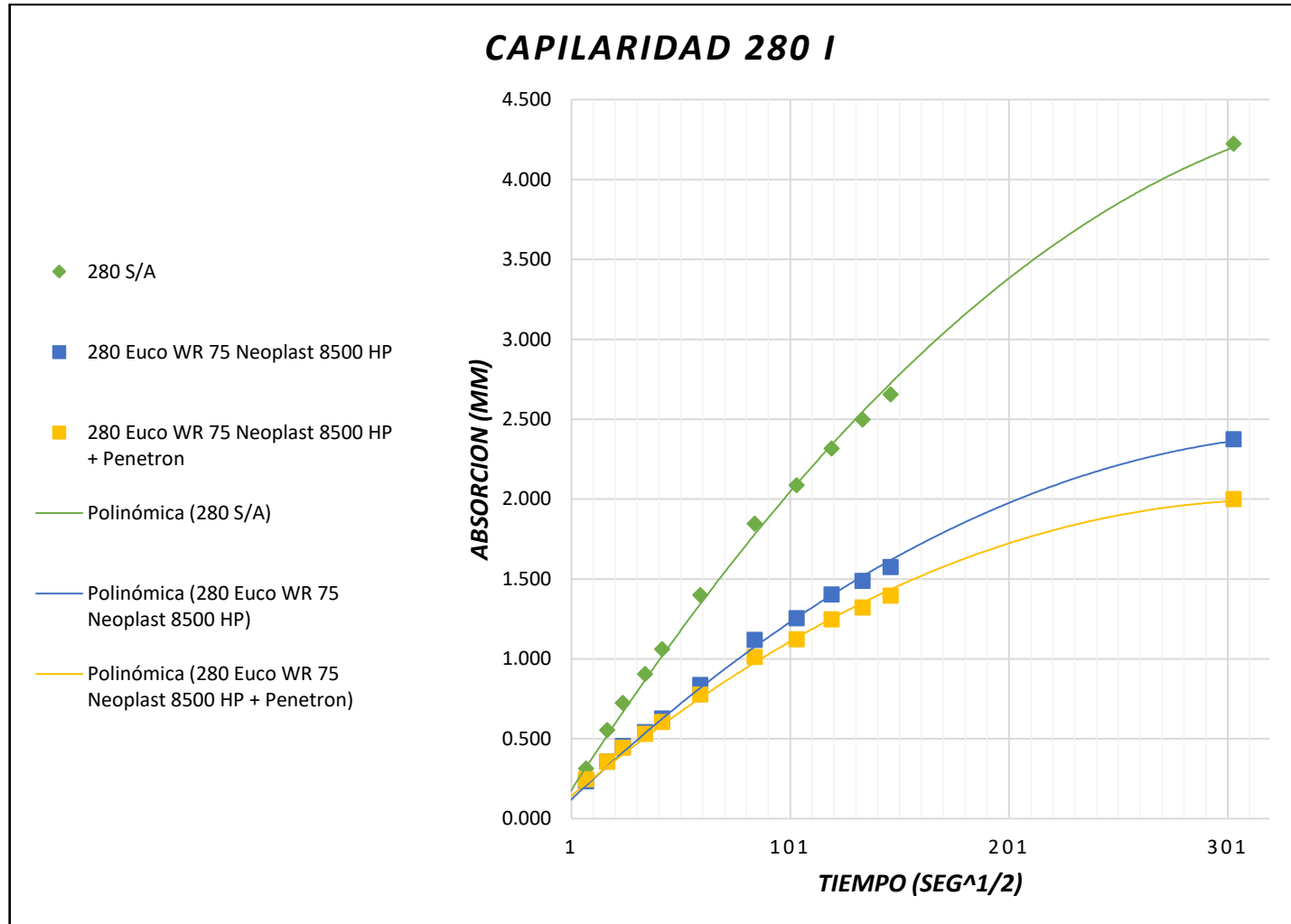
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 53 280 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 54 Capilaridad cuadro comparativo 280 I



Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 350 I S/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 75 350 I S/A

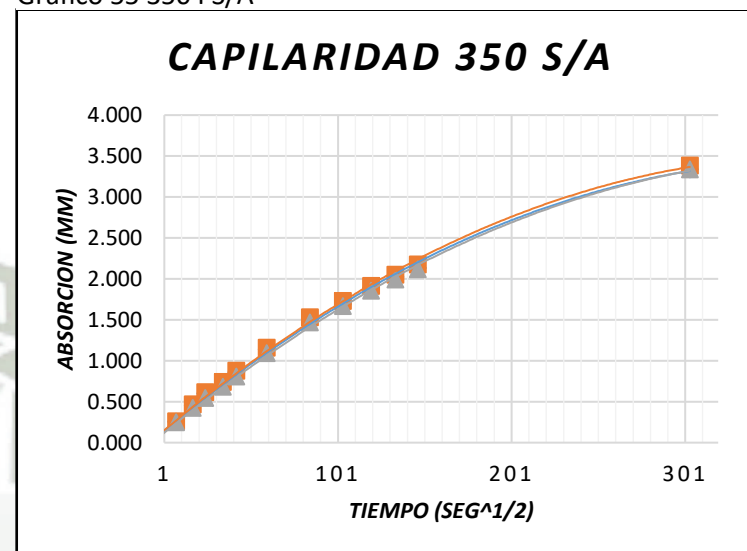
	DIAME TRO (mm)	DIAME TRO PROMED	AREA PROMED (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
T1	101.94	101.88	8151.29	907.10	865.08	868.20
"SUPERIOR"	101.81					
T2	101.40	101.51	8092.98	921.80	880.20	882.90
"CENTRAL"	101.62					
T3	101.02					
"INFERIOR"	101.28	101.15	8035.68	971.60	930.15	932.50

T1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	868.20	0.00	0.000	882.90	0.00	0.000	932.50	0.00	0.000
60	8	870.30	2.10	0.258	885.00	2.10	0.259	934.50	2.00	0.249
300	17	871.90	3.70	0.454	886.70	3.80	0.470	935.90	3.40	0.423
600	24	873.10	4.90	0.601	887.90	5.00	0.618	936.90	4.40	0.548
1200	35	874.10	5.90	0.724	888.90	6.00	0.741	938.00	5.50	0.684
1800	42	875.20	7.00	0.859	890.00	7.10	0.877	939.00	6.50	0.809
3600	60	877.50	9.30	1.141	892.30	9.40	1.162	941.30	8.80	1.095
7200	85	880.50	12.30	1.509	895.30	12.40	1.532	944.30	11.80	1.468
10800	104	882.00	13.80	1.693	896.90	14.00	1.730	945.90	13.40	1.668
14400	120	883.60	15.40	1.889	898.40	15.50	1.915	947.40	14.90	1.854
18000	134	884.70	16.50	2.024	899.50	16.60	2.051	948.50	16.00	1.991
21600	147	885.60	17.40	2.135	900.50	17.60	2.175	949.50	17.00	2.116
92220	304	895.40	27.20	3.337	910.30	27.40	3.386	959.30	26.80	3.335

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 55 350 I S/A



Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 350 I C/A DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 76 350 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP

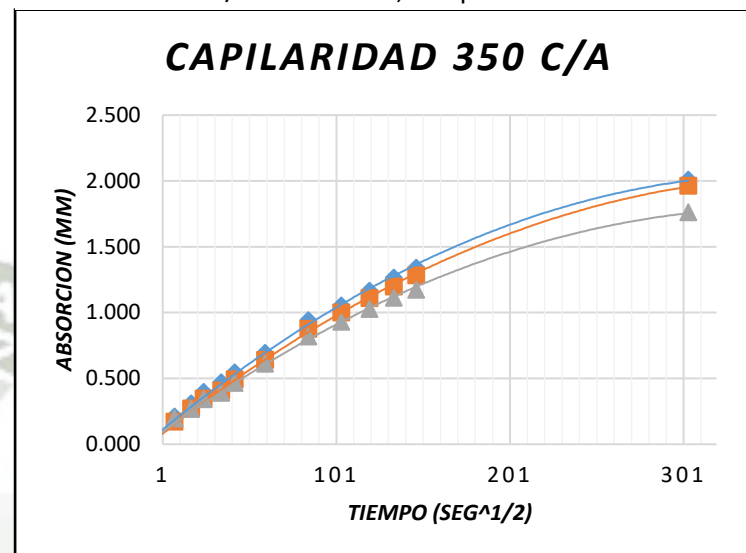
	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	AREA PROMEDIO (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
W1	101.14	101.28	8056.35	935.00	905.03	906.70
"SUPERIOR"	101.42					
W2	101.57	101.57	8101.75	900.60	870.68	873.10
"CENTRAL"	101.56					
W3	102.18					
"INFERIOR"	101.88	102.03	8176.11	983.35	953.10	955.80

W1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	906.70	0.00	0.000	873.10	0.00	0.000	955.80	0.00	0.000
60	8	908.40	1.70	0.211	874.50	1.40	0.173	957.40	1.60	0.196
300	17	909.20	2.50	0.310	875.30	2.20	0.272	958.00	2.20	0.269
600	24	909.90	3.20	0.397	875.90	2.80	0.346	958.60	2.80	0.342
1200	35	910.50	3.80	0.472	876.40	3.30	0.407	959.00	3.20	0.391
1800	42	911.10	4.40	0.546	877.10	4.00	0.494	959.60	3.80	0.465
3600	60	912.30	5.60	0.695	878.30	5.20	0.642	960.80	5.00	0.612
7200	85	914.30	7.60	0.943	880.20	7.10	0.876	962.50	6.70	0.819
10800	104	915.20	8.50	1.055	881.20	8.10	1.000	963.40	7.60	0.930
14400	120	916.10	9.40	1.167	882.10	9.00	1.111	964.20	8.40	1.027
18000	134	916.90	10.20	1.266	882.80	9.70	1.197	964.90	9.10	1.113
21600	147	917.50	10.80	1.341	883.50	10.40	1.284	965.40	9.60	1.174
92220	304	922.90	16.20	2.011	889.00	15.90	1.963	970.20	14.40	1.761

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 56 350 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP



Fuente: Elaboración Propia

ESPECIFICACIONES: 350 I C/A+PEN DENSIDAD DEL AGUA: 0.001 gr/mm³

Tabla 77 350 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP + Penetron

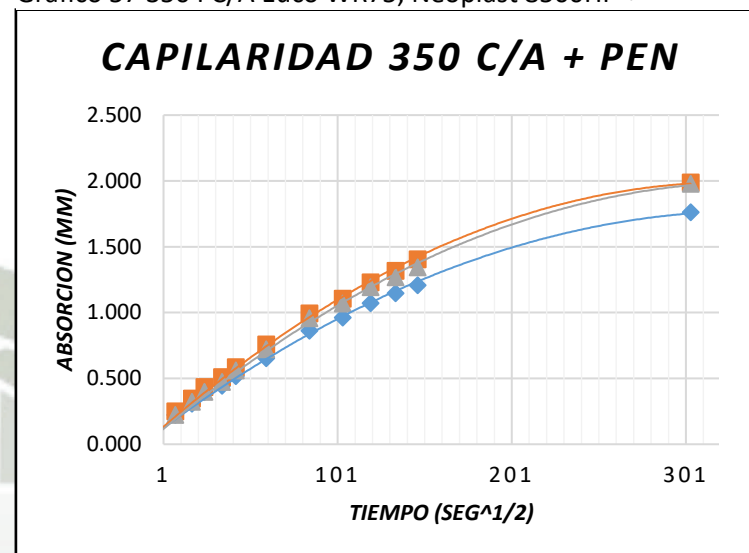
	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	AREA PROMEDIO (mm ²)	MASA "A" (Después de Saturado)	MASA "B" (Después del Horno)	MASA "C" (Después de Pintar gr)
Z1	101.85	101.64	8113.72	937.20	907.81	910.40
"SUPERIOR"	101.43					
Z2	101.29	101.22	8046.01	914.10	885.29	887.20
"CENTRAL"	101.14					
Z3	101.17	101.18	8039.65	971.10	941.75	943.80
"INFERIOR"	101.18					

Z1 "SUPERIOR"

TIEMPO DE ENSAYO "s"	TIEMPO (s ^{1/2})	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)	MASA (g)	DELTA MASA (g)	ABSORC (mm)
0	0	910.40	0.00	0.000	887.20	0.00	0.000	943.80	0.00	0.000
60	8	912.20	1.80	0.222	889.20	2.00	0.249	945.60	1.80	0.224
300	17	912.90	2.50	0.308	890.00	2.80	0.348	946.40	2.60	0.323
600	24	913.60	3.20	0.394	890.70	3.50	0.435	947.00	3.20	0.398
1200	35	914.00	3.60	0.444	891.30	4.10	0.510	947.60	3.80	0.473
1800	42	914.60	4.20	0.518	891.90	4.70	0.584	948.30	4.50	0.560
3600	60	915.70	5.30	0.653	893.30	6.10	0.758	949.60	5.80	0.721
7200	85	917.40	7.00	0.863	895.20	8.00	0.994	951.50	7.70	0.958
10800	104	918.20	7.80	0.961	896.10	8.90	1.106	952.40	8.60	1.070
14400	120	919.10	8.70	1.072	897.10	9.90	1.230	953.40	9.60	1.194
18000	134	919.70	9.30	1.146	897.80	10.60	1.317	954.00	10.20	1.269
21600	147	920.20	9.80	1.208	898.50	11.30	1.404	954.60	10.80	1.343
92220	304	924.70	14.30	1.762	903.20	16.00	1.989	959.70	15.90	1.978

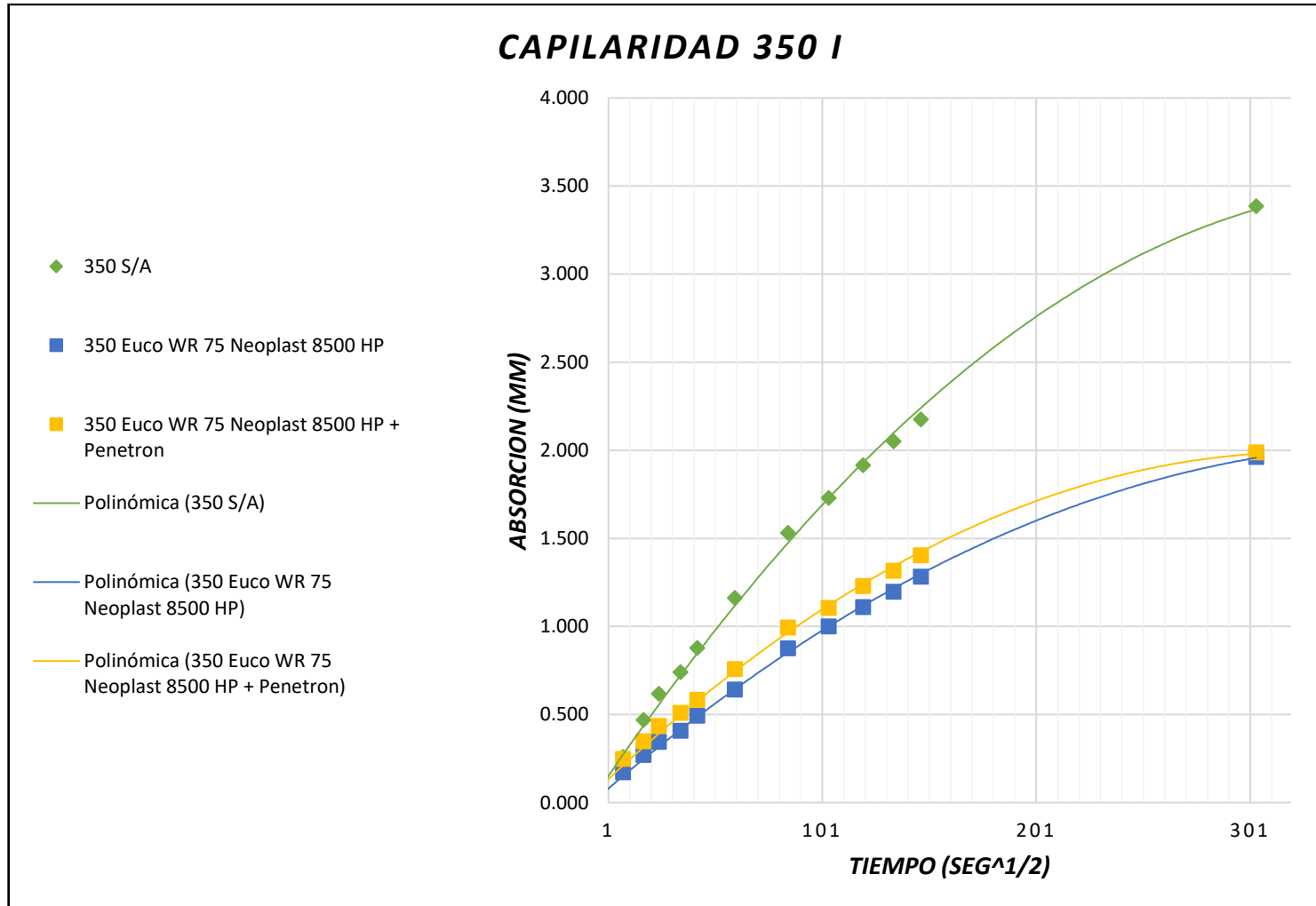
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 57 350 I C/A Euco WR75, Neoplast 8500HP +



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 58 Capilaridad cuadro comparativo 350 I



Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.3. Ensayo de porosidad

5.2.1.3.1. Ensayo de porosidad cemento tipo IP

Tabla 78 Ensayo de porosidad cemento tipo IP

DISEÑO				ESPEC.	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUES DEL HORNO "A"	%	MASA SATURADA DESPUES DE INMERSION DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUES DE EBULLICION DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORSCION DESPUES DE INMERSION % (1)	ABSORSCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION % (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUES DE INMERSION (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD % (7)
210	IP	S/A	A	1964.75	1910.07	2.78	2025.50	2012.50	934.50	6.04	5.36	1.77	1.88	1.87	1.96	9.50	
210	IP	C/A	D	1815.38	1783.62	1.75	1865.01	1855.10	843.10	4.56	4.01	1.76	1.84	1.83	1.90	7.06	
210	IP	PEN	G	1911.11	1871.08	2.09	1954.60	1944.90	904.90	4.46	3.95	1.80	1.88	1.87	1.94	7.10	
280	IP	S/A	B	1888.70	1849.13	2.10	1949.39	1936.90	867.40	5.42	4.75	1.73	1.82	1.81	1.88	8.21	
280	IP	C/A	E	1834.60	1795.60	2.13	1874.80	1866.20	824.50	4.41	3.93	1.72	1.80	1.79	1.85	6.78	
280	IP	PEN	H	1891.64	1854.75	1.95	1930.75	1921.40	871.70	4.10	3.59	1.77	1.84	1.83	1.89	6.35	
350	IP	S/A	C	1854.14	1796.70	3.10	1910.03	1896.40	849.50	6.31	5.55	1.72	1.82	1.81	1.90	9.52	
350	IP	C/A	F	1883.33	1849.96	1.77	1918.66	1911.30	873.80	3.71	3.32	1.78	1.85	1.84	1.90	5.91	
350	IP	PEN	I	1849.14	1812.04	2.01	1833.30	1875.20	809.90	1.17	3.49	1.70	1.72	1.76	1.81	5.93	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.3.2. Ensayo de porosidad cemento tipo HE

Tabla 79 Ensayo de porosidad cemento tipo HE

	DISEÑO	ESPEC.		MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUES DEL HORNO "A"	%	MASA SATURADA DESPUES DE INMERSION DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUES DE EBULLICION DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCION DESPUES DE INMERSION % (1)	ABSORCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION % (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUES DE INMERSION (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD % (7)
210	HE	S/A	J	1916.91	1864.16	2.75	1966.33	1949.28	908.90	5.48	4.57	1.79	1.89	1.87	1.95	8.18
210	HE	C/A	M	1874.46	1826.52	2.56	1910.83	1897.12	888.10	4.62	3.87	1.81	1.89	1.88	1.95	7.00
210	HE	PEN	O	1898.82	1861.72	1.95	1938.36	1925.10	910.90	4.12	3.40	1.84	1.91	1.90	1.96	6.25
280	HE	S/A	K	1927.04	1871.33	2.89	1974.87	1957.60	923.70	5.53	4.61	1.81	1.91	1.89	1.97	8.34
280	HE	C/A	N	1904.86	1858.74	2.42	1937.84	1926.08	912.10	4.26	3.62	1.83	1.91	1.90	1.96	6.64
280	HE	PEN	P	1953.34	1913.19	2.06	1986.00	1971.86	938.00	3.81	3.07	1.85	1.92	1.91	1.96	5.67
350	HE	S/A	L	1890.82	1833.36	3.04	1937.24	1919.48	885.30	5.67	4.70	1.77	1.87	1.86	1.93	8.33
350	HE	C/A	Ñ	1957.87	1918.11	2.03	1992.60	1977.81	941.90	3.88	3.11	1.85	1.92	1.91	1.96	5.76
350	HE	PEN	Q	1976.01	1933.73	2.14	2008.72	1996.71	958.60	3.88	3.26	1.86	1.93	1.92	1.98	6.07

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.3.3. Ensayo de porosidad cemento tipo I

Tabla 80 Ensayo de porosidad cemento tipo I

DISEÑO				ESPEC.		MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUES DEL HORNO "A"	%	MASA SATURADA DESPUES DE INMERSION DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUES DE EBULLICION DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORSCION DESPUES DE INMERSION % (1)	ABSORSCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION % (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUES DE INMERSION (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD % (7)
210	I	S/A	R	1929.01	1846.70	4.27	1965.89	1938.80	890.40	6.45	4.99	1.76	1.88	1.85	1.93	8.78		
210	I	C/A	U	1963.16	1902.04	3.11	1995.57	1971.80	920.00	4.92	3.67	1.81	1.90	1.87	1.94	6.63		
210	I	PEN	X	2019.03	1960.14	2.92	2050.70	2026.30	942.10	4.62	3.38	1.81	1.89	1.87	1.93	6.10		
280	I	S/A	S	1930.90	1837.41	4.84	1976.02	1944.20	886.10	7.54	5.81	1.74	1.87	1.84	1.93	10.09		
280	I	C/A	V	1990.01	1922.12	3.41	2018.46	1990.20	927.20	5.01	3.54	1.81	1.90	1.87	1.93	6.40		
280	I	PEN	Y	1948.65	1889.34	3.04	1976.14	1953.20	907.70	4.59	3.38	1.81	1.89	1.87	1.92	6.11		
350	I	S/A	T	1886.49	1798.40	4.67	1925.92	1896.00	855.90	7.09	5.43	1.73	1.85	1.82	1.91	9.38		
350	I	C/A	W	2018.24	1960.24	2.87	2046.44	2022.50	947.20	4.40	3.18	1.82	1.90	1.88	1.94	5.79		
350	I	PEN	Z	2001.00	1945.49	2.77	2028.88	2006.40	942.30	4.29	3.13	1.83	1.91	1.89	1.94	5.72		

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.4. Ensayo de resistencia a la compresión

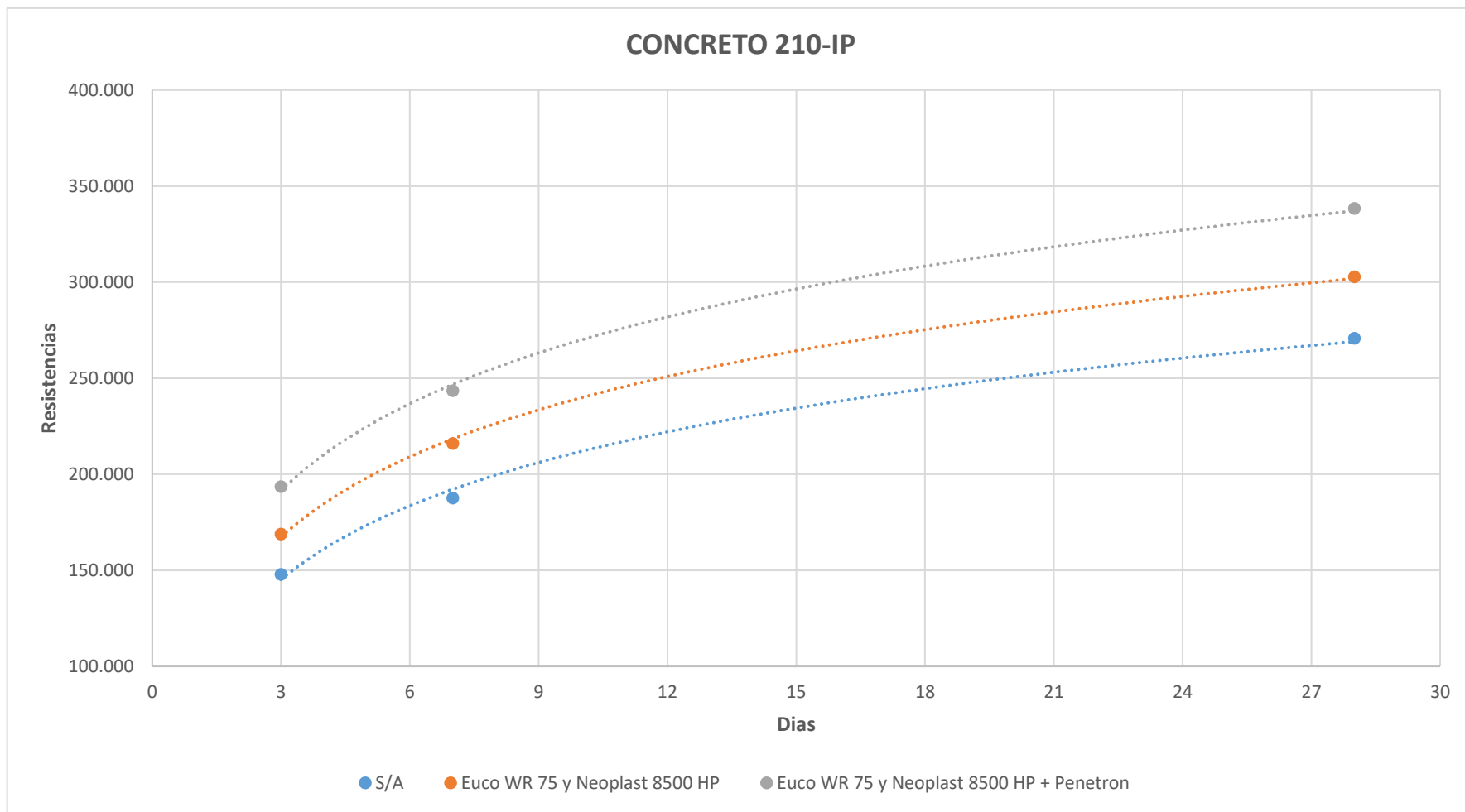
5.2.1.4.1. Ensayo de resistencia a la compresión cemento tipo IP

Tabla 81 Resistencia a la compresión 210 IP (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
210 IP	S/A	10.19	10.21	10.18	10.193	81.606	12320	150.969	147.960
		10.15	10.18	10.17	10.167	81.180	11800	145.356	
		10.16	10.19	10.19	10.180	81.393	12010	147.556	
		10.15	10.15	10.13	10.143	80.808	15780	195.279	187.715
		10.15	10.23	10.24	10.207	81.820	14990	183.207	
		10.16	10.17	10.20	10.177	81.340	15020	184.658	
		10.12	10.14	10.18	10.147	80.861	21990	271.949	270.745
		10.21	10.23	10.25	10.230	82.194	22250	270.700	
		10.20	10.18	10.20	10.193	81.606	22000	269.587	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.21	10.17	10.14	10.173	81.286	13650	167.925	168.871
		10.22	10.18	10.15	10.183	81.446	13840	169.928	
		10.18	10.19	10.13	10.167	81.180	13700	168.761	
		10.21	10.18	10.26	10.217	81.980	18000	219.565	216.025
		10.19	10.19	10.15	10.177	81.340	17320	212.934	
		10.31	10.26	10.19	10.253	82.570	17800	215.575	
		10.31	10.21	10.19	10.237	82.302	24250	294.648	302.754
		10.21	10.21	10.26	10.227	82.141	26820	326.512	
		10.25	10.20	10.15	10.200	81.713	23460	287.102	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.19	10.14	10.14	10.157	81.020	15590	192.421	193.549
		10.24	10.19	10.15	10.193	81.606	15730	192.755	
		10.30	10.26	10.20	10.253	82.570	16140	195.471	
		10.25	10.26	10.17	10.227	82.141	20310	247.258	243.545
		10.33	10.30	10.28	10.303	83.377	20140	241.553	
		10.24	10.20	10.16	10.200	81.713	19760	241.822	
		10.22	10.18	10.15	10.183	81.446	27500	337.646	338.341
		10.22	10.19	10.16	10.190	81.553	27620	338.676	
		10.22	10.20	10.16	10.193	81.606	27640	338.700	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 59 Resistencia a la compresión 210 IP (Primera vuelta)



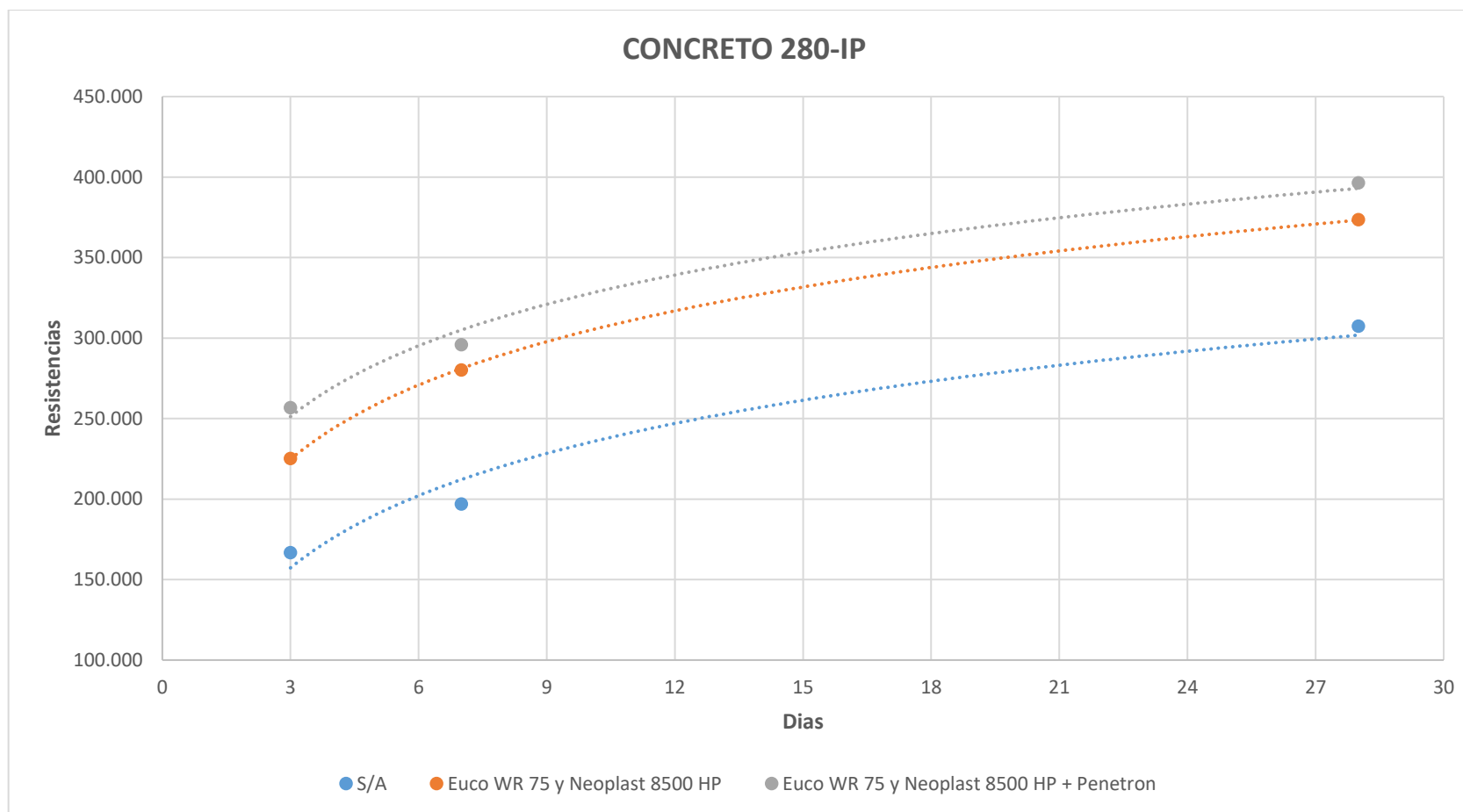
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 82 Resistencia a la compresión 280 IP (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
280 IP	S/A	10.16	10.17	10.19	10.173	81.286	13450	165.465	166.694
		10.18	10.16	10.20	10.180	81.393	13700	168.319	
		10.17	10.17	10.16	10.167	81.180	13500	166.297	
		10.30	10.34	10.37	10.337	83.917	15940	189.949	196.902
		10.16	10.22	10.24	10.207	81.820	16780	205.085	
		10.20	10.23	10.19	10.207	81.820	16010	195.674	
		10.15	10.19	10.20	10.180	81.393	24920	306.169	307.538
		10.14	10.17	10.19	10.167	81.180	25030	308.328	
		10.15	10.17	10.16	10.160	81.073	24980	308.116	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.32	10.28	10.24	10.280	83.000	18060	217.591	225.218
		10.19	10.15	10.13	10.157	81.020	18540	228.832	
		10.20	10.18	10.17	10.183	81.446	18670	229.231	
		10.18	10.18	10.15	10.170	81.233	23020	283.382	280.203
		10.28	10.28	10.19	10.250	82.516	22840	276.795	
		10.26	10.21	10.20	10.223	82.087	23020	280.433	
		10.17	10.15	10.15	10.157	81.020	30210	372.870	373.581
		10.28	10.21	10.19	10.227	82.141	30590	372.409	
		10.22	10.17	10.15	10.180	81.393	30560	375.463	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.25	10.21	10.18	10.213	81.927	20980	256.082	256.801
		10.23	10.20	10.17	10.200	81.713	21090	258.098	
		10.30	10.23	10.16	10.230	82.194	21060	256.222	
		10.23	10.16	10.14	10.177	81.340	24310	298.870	295.969
		10.27	10.29	10.36	10.307	83.431	23940	286.944	
		10.34	10.23	10.20	10.257	82.623	24960	302.093	
		10.24	10.21	10.19	10.213	81.927	30770	375.579	396.402
		10.29	10.24	10.26	10.263	82.731	32710	395.378	
		10.15	10.13	10.16	10.147	80.861	33820	418.250	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 60 Resistencia a la compresión 280 IP (Primera vuelta)



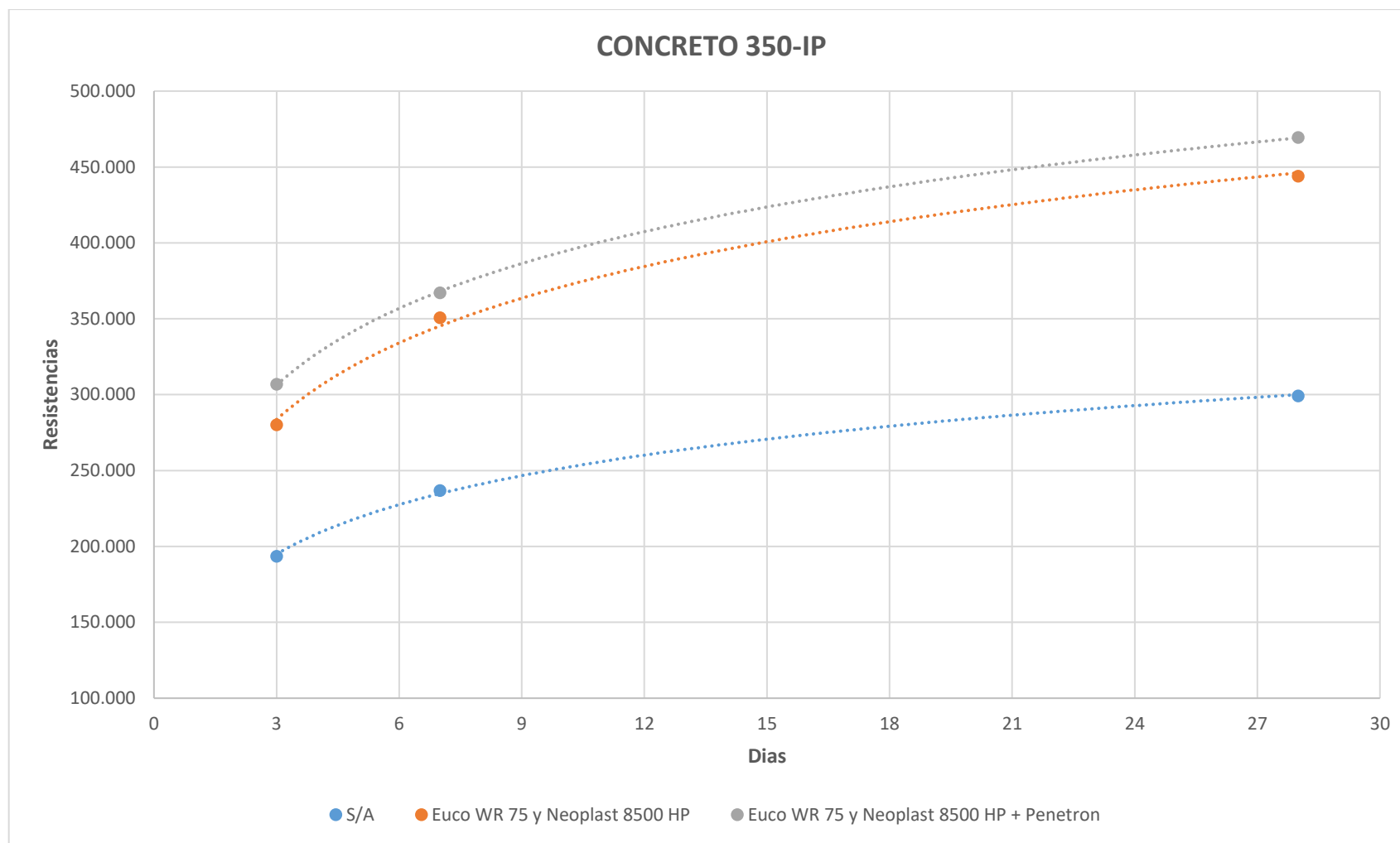
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 83 Resistencia a la compresión 350 IP (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
350 IP	S/A	10.29	10.18	10.24	10.237	82.302	15920	193.435	193.589
		3	10.15	10.18	10.21	10.180	81.393	15870	
		10.20	10.23	10.25	10.227	82.141	15800	192.353	
		10.31	10.29	10.26	10.287	83.108	19530	234.997	236.891
		7	10.18	10.17	10.14	10.163	81.127	19260	
		10.23	10.25	10.23	10.237	82.302	19610	238.270	
		10.30	10.23	10.18	10.237	82.302	23870	290.031	299.240
		28	10.31	10.30	10.24	10.283	83.054	25760	
		10.15	10.16	10.15	10.153	80.967	24090	297.529	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.28	10.25	10.17	10.233	82.248	22950	279.034	280.219
		3	10.29	10.25	10.17	10.237	82.302	22950	
		10.18	10.14	10.15	10.157	81.020	22910	282.769	
		10.35	10.30	10.23	10.293	83.215	29000	348.494	350.750
		7	10.26	10.22	10.24	10.240	82.355	28290	
		10.26	10.21	10.22	10.230	82.194	29610	360.244	
		10.26	10.20	10.18	10.213	81.927	36400	444.299	444.079
		28	10.31	10.27	10.15	10.243	82.409	35880	
		10.28	10.21	10.16	10.217	81.980	37100	452.548	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.21	10.19	10.16	10.187	81.500	25110	308.100	306.863
		3	10.21	10.17	10.13	10.170	81.233	24490	
		10.27	10.21	10.16	10.213	81.927	25480	311.009	
		10.23	10.18	10.15	10.187	81.500	29500	361.965	367.178
		7	10.23	10.18	10.26	10.223	82.087	30040	
		10.21	10.17	10.14	10.173	81.286	30370	373.618	
		10.24	10.20	10.14	10.193	81.606	38360	470.062	469.514
		28	10.26	10.20	10.16	10.207	81.820	38070	
		10.22	10.20	10.15	10.190	81.553	38590	473.190	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 61 Resistencia a la compresión 350 IP (Primera vuelta)



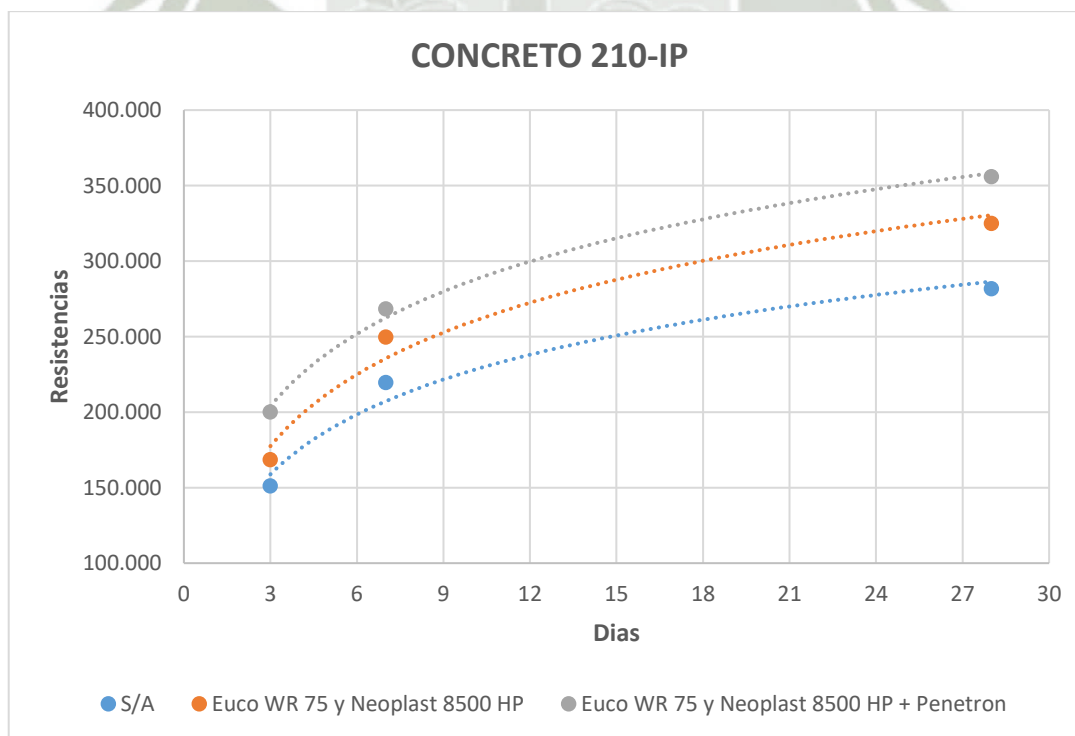
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 84 Resistencia a la compresión 210 IP (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
210 IP	S/A	10.38	10.30	10.32	10.333	83.863	12740	151.914	151.146
		10.21	10.21	10.22	10.213	81.927	12320	150.378	
		10.34	10.32	10.25	10.303	83.377	17770	213.128	219.586
		10.15	10.14	10.16	10.150	80.914	18290	226.043	
		10.26	10.23	10.19	10.227	82.141	23480	285.851	281.753
		10.21	10.16	10.13	10.167	81.180	22540	277.655	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.23	10.21	10.27	10.237	82.302	13660	165.975	168.602
		10.27	10.2	10.15	10.207	81.820	14010	171.230	
		10.22	10.2	10.15	10.190	81.553	20830	255.417	249.817
		10.33	10.34	10.17	10.280	83.000	20270	244.217	
		10.29	10.22	10.16	10.223	82.087	26450	322.218	325.048
		10.3	10.24	10.19	10.243	82.409	27020	327.878	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.19	10.14	10.13	10.153	80.967	16410	202.675	200.278
		10.22	10.22	10.17	10.203	81.766	16180	197.881	
		10.22	10.18	10.15	10.183	81.446	21670	266.065	268.405
		10.26	10.16	10.15	10.190	81.553	22080	270.745	
		10.25	10.19	10.16	10.200	81.713	28970	354.533	356.005
		10.26	10.24	10.22	10.240	82.355	29440	357.476	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 62 Resistencia a la compresión 210 IP (Segunda vuelta)



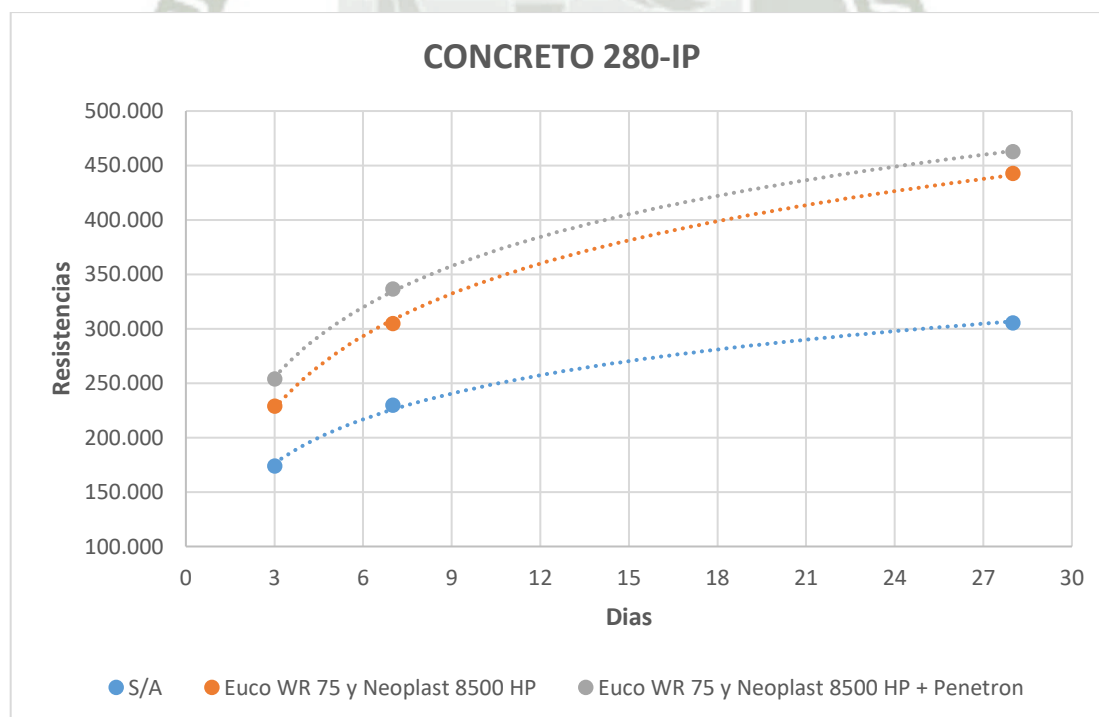
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 85 Resistencia a la compresión 280 IP (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
280 IP	S/A	10.34	10.29	10.28	10.303	83.377	14520	174.149	173.803
		10.25	10.23	10.17	10.217	81.980	14220	173.456	
		10.31	10.23	10.19	10.243	82.409	18630	226.068	229.724
		10.24	10.21	10.19	10.213	81.927	19120	233.379	
		10.30	10.22	10.18	10.233	82.248	25140	305.661	305.290
		10.28	10.23	10.16	10.223	82.087	25030	304.919	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.36	10.25	10.27	10.293	83.215	19280	231.688	228.869
		10.27	10.23	10.19	10.230	82.194	18580	226.049	
		10.33	10.27	10.24	10.280	83.000	25170	303.254	304.552
		10.25	10.22	10.19	10.220	82.034	25090	305.850	
		10.26	10.21	10.13	10.200	81.713	36090	441.668	442.463
		10.25	10.19	10.16	10.200	81.713	36220	443.259	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.27	10.24	10.21	10.240	82.355	20780	252.322	253.869
		10.23	10.21	10.13	10.190	81.553	20830	255.417	
		10.28	10.21	10.19	10.227	82.141	27140	330.408	336.301
		10.26	10.20	10.15	10.203	81.766	27980	342.194	
		10.24	10.19	10.17	10.200	81.713	37440	458.189	462.444
		10.27	10.23	10.21	10.237	82.302	38410	466.698	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 63 Resistencia a la compresión 280 IP (Segunda vuelta)



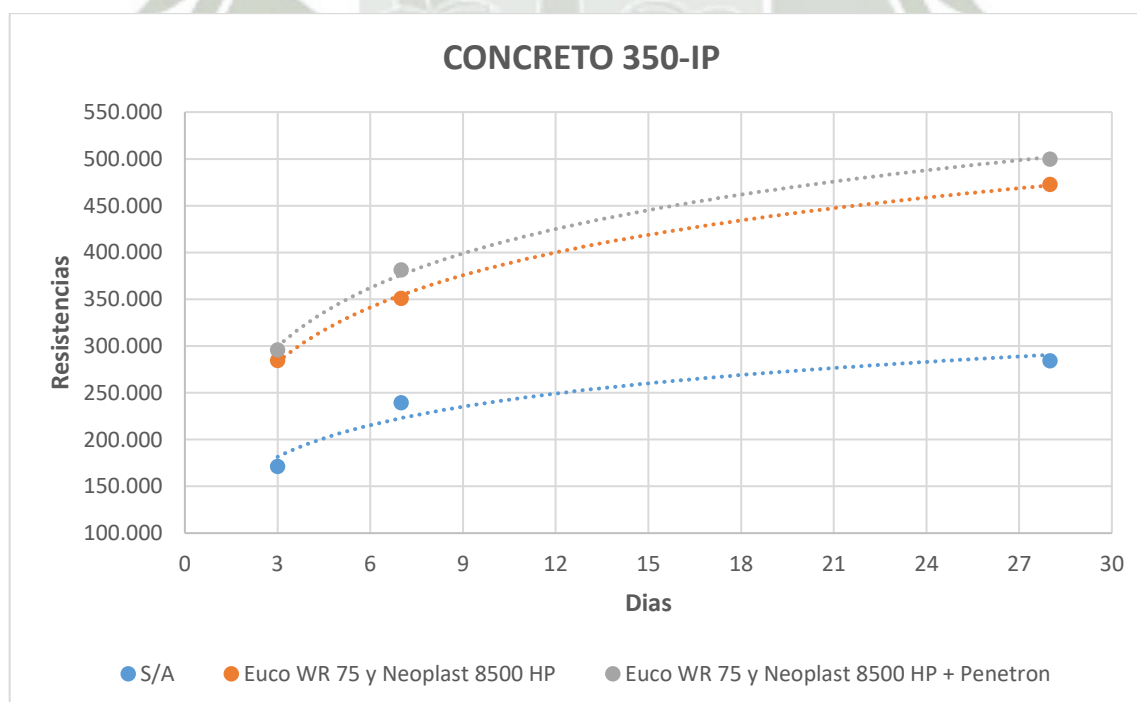
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 86 Resistencia a la compresión 350 IP (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
350 IP	S/A	10.21	10.23	10.16	10.200	81.713	14170	173.412	171.327
		10.18	10.16	10.15	10.163	81.127	13730	169.242	
		10.26	10.23	10.17	10.220	82.034	19280	235.025	239.395
		10.27	10.21	10.19	10.223	82.087	20010	243.765	
		10.27	10.31	10.20	10.260	82.677	23120	279.642	284.287
		10.19	10.16	10.14	10.163	81.127	23440	288.931	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.22	10.18	10.15	10.183	81.446	22660	278.220	284.491
		10.27	10.20	10.15	10.207	81.820	23790	290.761	
		10.33	10.24	10.16	10.243	82.409	28770	349.113	351.122
		10.32	10.25	10.17	10.247	82.462	29120	353.131	
		10.27	10.21	10.18	10.220	82.034	38750	472.366	472.897
		10.31	10.24	10.19	10.247	82.462	39040	473.428	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.30	10.28	10.20	10.260	82.677	24070	291.132	295.885
		10.33	10.30	10.27	10.300	83.323	25050	300.637	
		10.24	10.22	10.20	10.220	82.034	31790	387.523	381.493
		10.22	10.16	10.15	10.177	81.340	30540	375.463	
		10.29	10.23	10.19	10.237	82.302	41240	501.084	499.809
		10.26	10.21	10.18	10.217	81.980	40870	498.535	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 64 Resistencia a la compresión 350 IP (Segunda vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

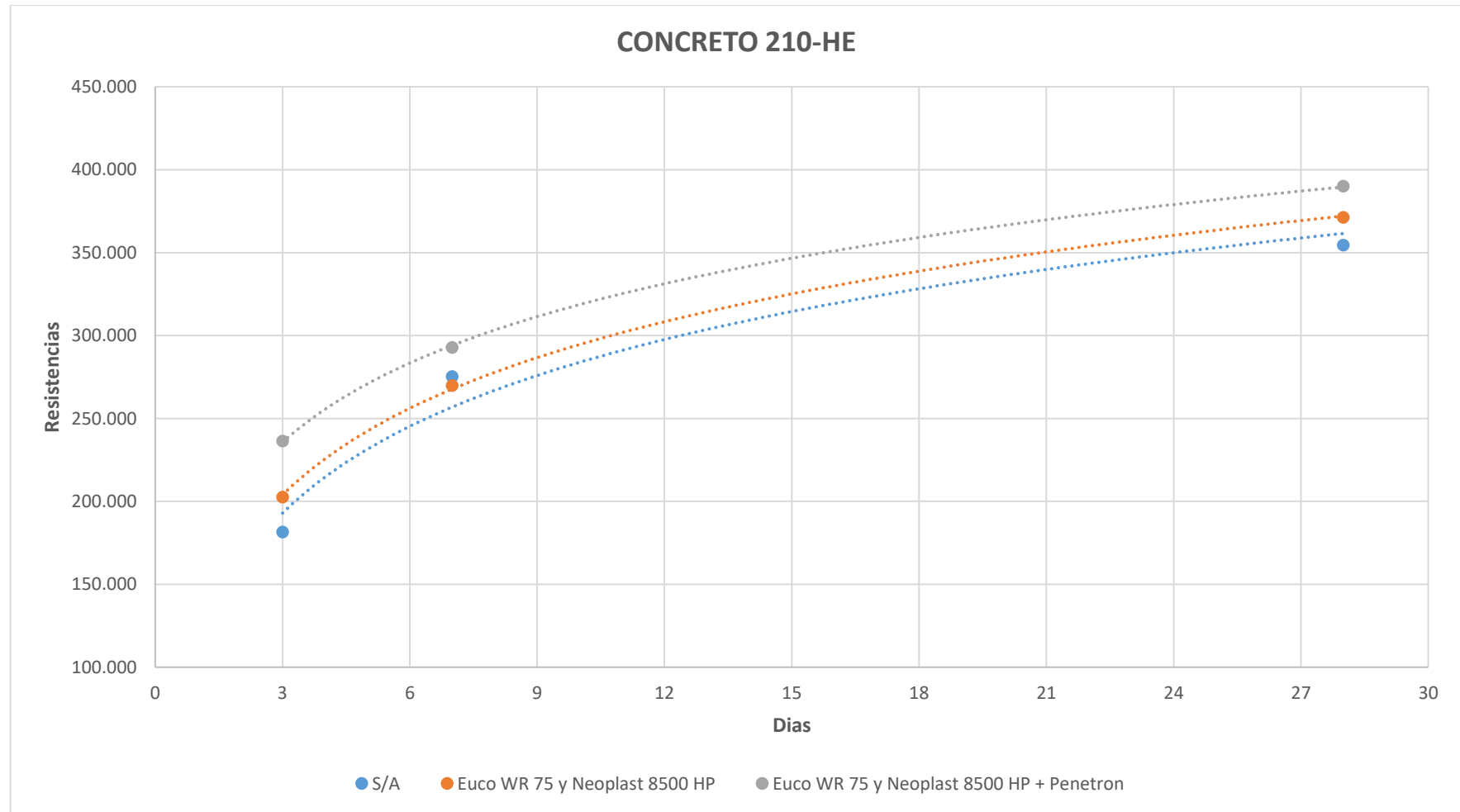
5.2.1.4.2. Ensayo de resistencia a la compresión cemento tipo HE

Tabla 87 Resistencia a la compresión 210 HE (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
210 HE	S/A	10.23	10.21	10.18	10.207	81.820	14870	181.741	181.526
		3	10.12	10.15	10.16	10.143	80.808	14170	
		10.27	10.23	10.19	10.230	82.194	15410	187.482	
		10.26	10.19	10.15	10.200	81.713	22300	272.906	275.238
		7	10.23	10.20	10.21	10.213	81.927	22380	
		10.22	10.20	10.16	10.193	81.606	22820	279.635	
		10.29	10.22	10.17	10.227	82.141	28960	352.565	354.591
		28	10.26	10.22	10.22	10.233	82.248	29530	
		10.45	10.24	10.25	10.313	83.539	29420	352.171	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.23	10.18	10.16	10.190	81.553	15980	195.946	202.593
		3	10.23	10.22	10.16	10.203	81.766	16640	
		10.14	10.14	10.11	10.130	80.595	16790	208.325	
		10.30	10.22	10.28	10.267	82.785	22350	269.978	269.892
		7	10.23	10.21	10.17	10.203	81.766	22220	
		10.33	10.23	10.19	10.250	82.516	22110	267.948	
		10.26	10.19	10.15	10.200	81.713	30810	377.051	371.256
		28	10.23	10.20	10.21	10.213	81.927	30490	
		10.22	10.20	10.16	10.193	81.606	29750	364.555	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.27	10.20	10.14	10.203	81.766	19510	238.606	236.381
		3	10.36	10.31	10.27	10.313	83.539	19470	
		10.20	10.14	10.28	10.207	81.820	19430	237.473	
		10.32	10.24	10.26	10.273	82.892	24200	291.945	292.911
		7	10.18	10.17	10.15	10.167	81.180	24070	
		10.34	10.26	10.18	10.260	82.677	24000	290.286	
		10.32	10.24	10.26	10.273	82.892	30080	362.881	390.062
		28	10.18	10.17	10.15	10.167	81.180	32300	
		10.34	10.26	10.18	10.260	82.677	33850	409.424	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 65 Resistencia a la compresión 210 HE (Primera vuelta)



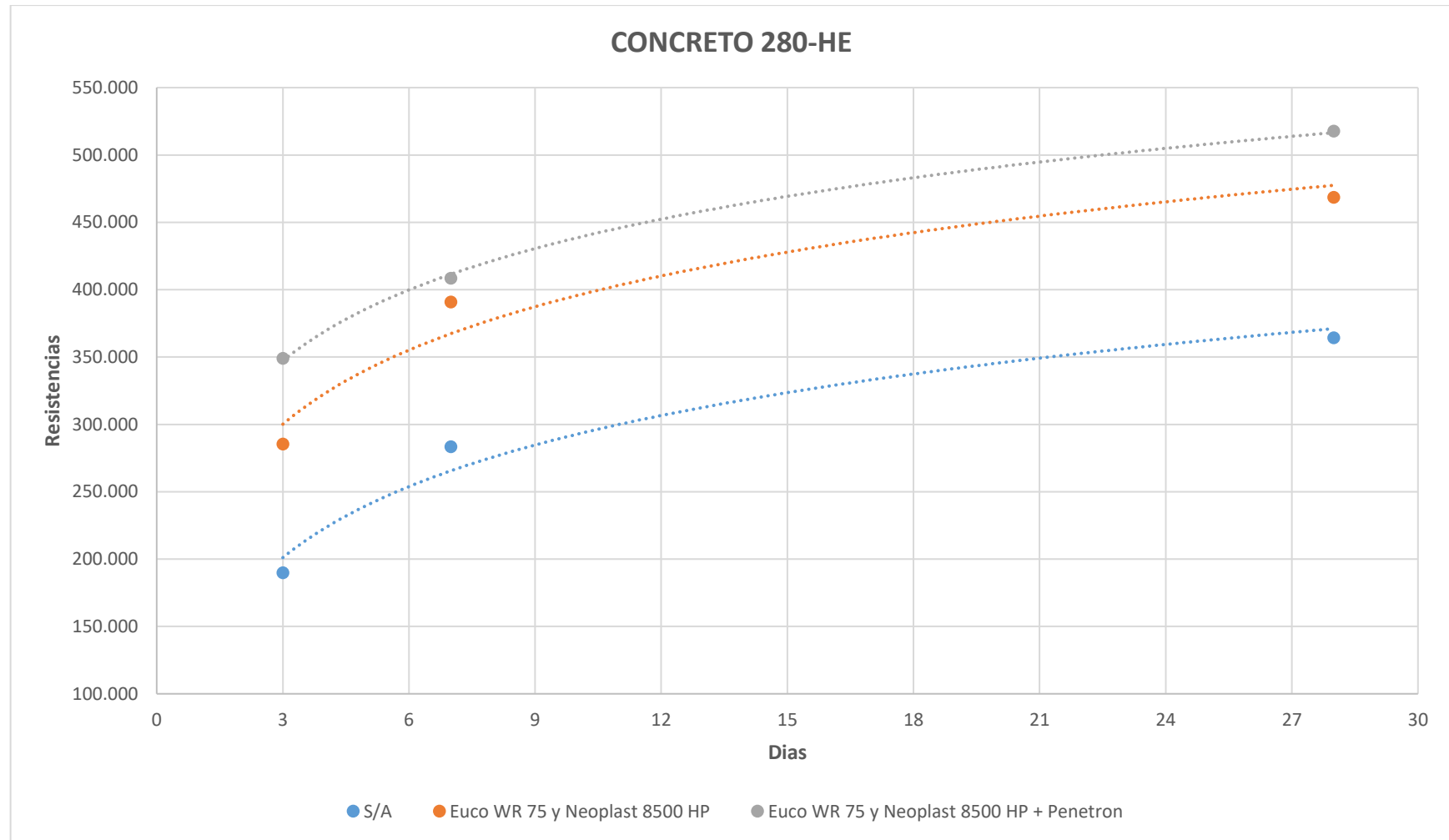
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 88 Resistencia a la compresión 280 HE (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
280 HE	S/A	10.15	10.16	10.20	10.170	81.233	15890	195.610	189.989
		3	10.26	10.20	10.14	10.200	81.713	15190	
		10.24	10.20	10.18	10.207	81.820	15420	188.463	
		10.25	10.21	10.16	10.207	81.820	23040	281.594	283.440
		7	10.19	10.17	10.15	10.170	81.233	23280	
		10.20	10.22	10.21	10.210	81.873	23100	282.143	
		10.29	10.22	10.15	10.220	82.034	30230	368.507	364.305
		28	10.20	10.18	10.14	10.173	81.286	29960	
		10.36	10.29	10.24	10.297	83.269	29630	355.834	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.17	10.16	10.13	10.153	80.967	23680	292.465	285.543
		3	10.23	10.19	10.17	10.197	81.660	23160	
		10.17	10.16	10.14	10.157	81.020	22730	280.547	
		10.39	10.33	10.29	10.337	83.917	32510	387.405	390.898
		7	10.22	10.19	10.18	10.197	81.660	32230	
		10.31	10.29	10.24	10.280	83.000	32420	390.603	
		10.15	10.16	10.20	10.170	81.233	38330	471.852	468.551
		28	10.26	10.20	10.14	10.200	81.713	40860	
		10.24	10.20	10.18	10.207	81.820	35490	433.758	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.17	10.13	10.13	10.143	80.808	28100	347.740	349.130
		3	10.22	10.19	10.15	10.187	81.500	28350	
		10.18	10.16	10.15	10.163	81.127	28540	351.796	
		10.22	10.14	10.16	10.173	81.286	32670	401.913	408.482
		7	10.31	10.28	10.25	10.280	83.000	34870	
		10.33	10.30	10.25	10.293	83.215	33570	403.412	
		10.30	10.24	10.20	10.247	82.462	42500	515.386	517.743
		28	10.35	10.29	10.23	10.290	83.161	44380	
		10.28	10.21	10.17	10.220	82.034	41360	504.183	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 66 Resistencia a la compresión 280 HE (Primera vuelta)



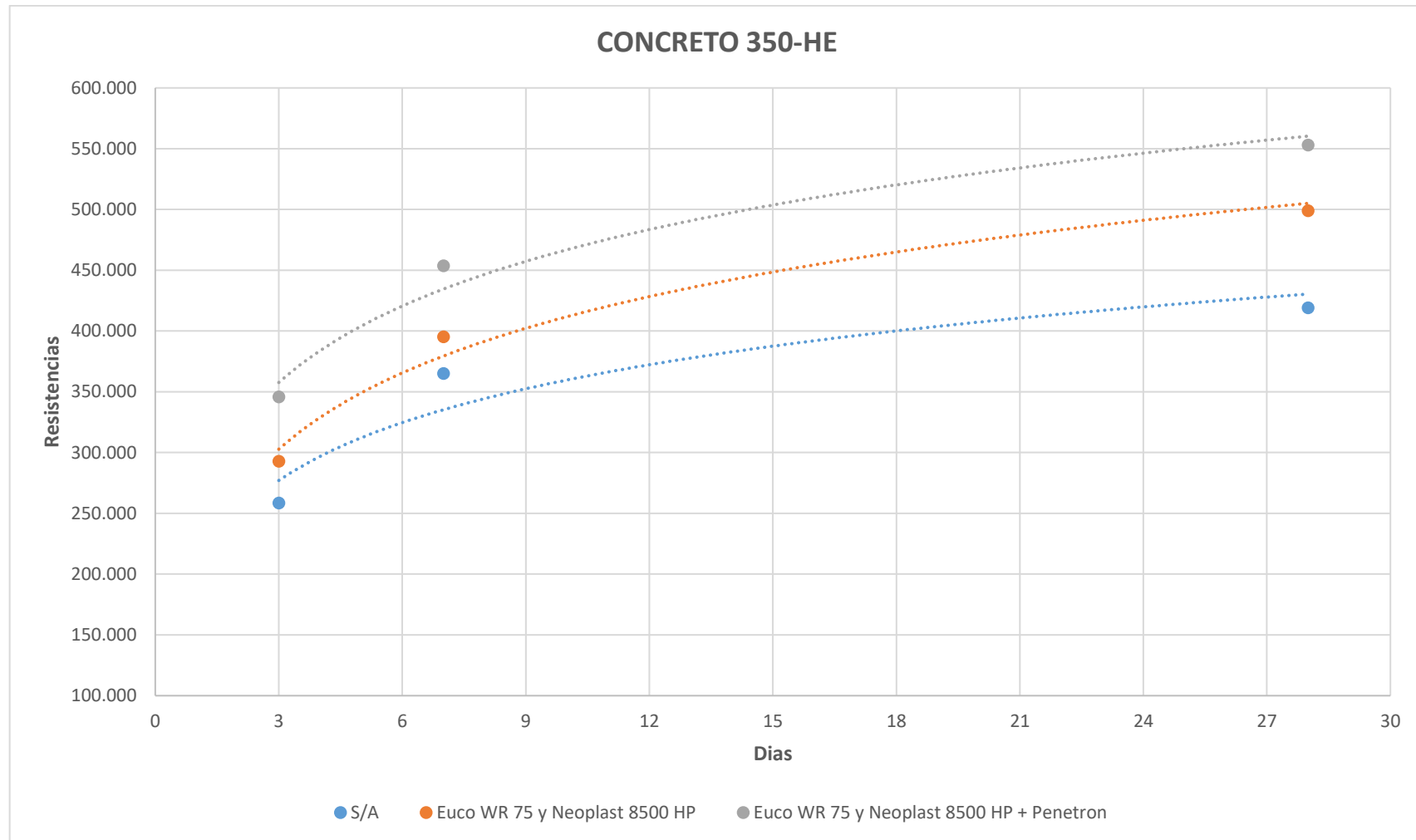
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89 Resistencia a la compresión 350 HE (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
350 HE	S/A	10.19	10.14	10.18	10.170	81.233	20900	257.284	258.526
		3	10.25	10.24	10.18	10.223	82.087	21610	
		10.23	10.25	10.23	10.237	82.302	20990	255.038	
		10.23	10.20	10.20	10.210	81.873	29350	358.481	365.019
		7	10.16	10.19	10.23	10.193	81.606	29650	
		10.14	10.17	10.19	10.167	81.180	30300	373.245	
		10.39	10.33	10.29	10.337	83.917	33770	402.420	419.103
		28	10.22	10.19	10.18	10.197	81.660	36300	
		10.31	10.29	10.24	10.280	83.000	34060	410.362	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.30	10.28	10.27	10.283	83.054	24580	295.953	292.925
		3	10.30	10.26	10.27	10.277	82.946	24370	
		10.24	10.25	10.19	10.227	82.141	23740	289.016	
		10.29	10.22	10.19	10.233	82.248	31940	388.338	395.300
		7	10.22	10.18	10.17	10.190	81.553	32680	
		10.22	10.18	10.14	10.180	81.393	32300	396.841	
		10.22	10.14	10.16	10.173	81.286	41120	505.866	499.027
		28	10.31	10.28	10.25	10.280	83.000	40100	
		10.33	10.30	10.25	10.293	83.215	42280	508.080	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.14	10.16	10.14	10.147	80.861	28790	356.044	345.735
		3	10.24	10.20	10.19	10.210	81.873	27890	
		10.23	10.27	10.18	10.227	82.141	27970	340.513	
		10.33	10.22	10.19	10.247	82.462	36650	444.445	453.691
		7	10.21	10.16	10.18	10.183	81.446	37180	
		10.35	10.28	10.25	10.293	83.215	38290	460.132	
		10.36	10.27	10.23	10.287	83.108	46150	555.305	553.025
		28	10.29	10.21	10.19	10.230	82.194	45820	
		10.26	10.19	10.16	10.203	81.766	44670	546.312	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 67 Resistencia a la compresión 350 HE (Primera vuelta)



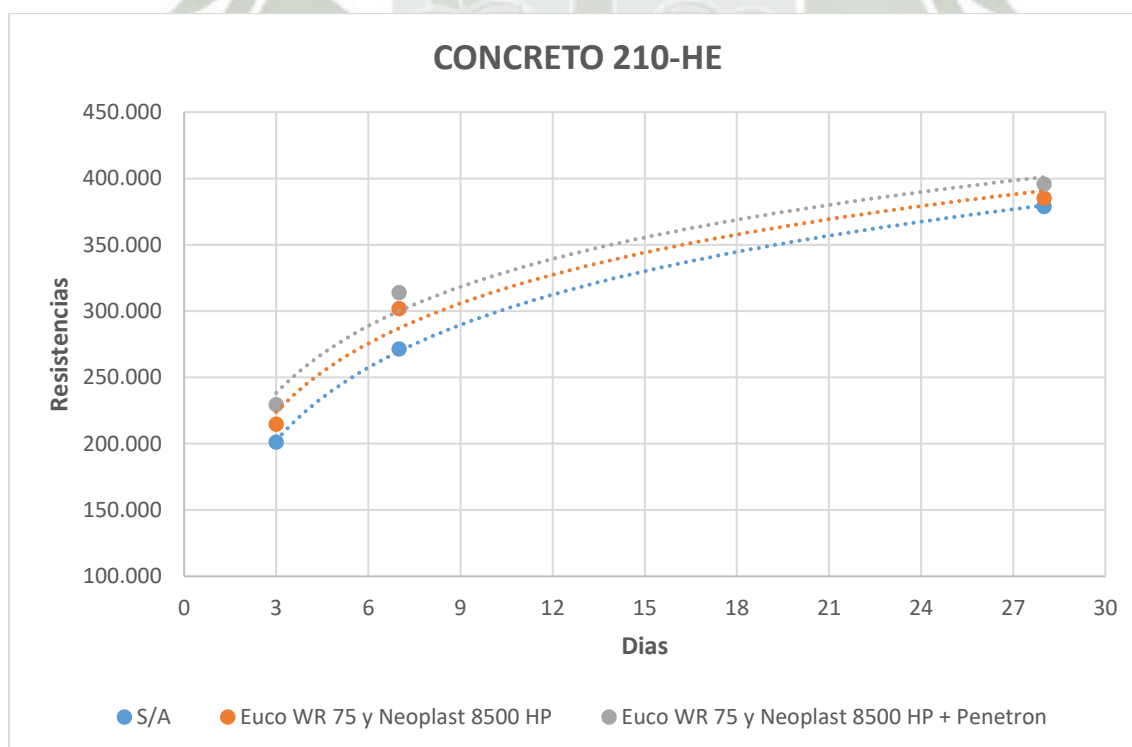
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90 Resistencia a la compresión 210 HE (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
210 HE	S/A	10.26	10.18	10.16	10.200	81.713	16610	203.272	201.228
		10.35	10.27	10.19	10.270	82.838	16500	199.183	
		10.20	10.18	10.15	10.177	81.340	22000	270.471	271.573
		10.31	10.24	10.20	10.250	82.516	22500	272.674	
		10.29	10.26	10.21	10.253	82.570	31070	376.288	378.877
		10.32	10.28	10.21	10.270	82.838	31600	381.466	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.20	10.18	10.19	10.190	81.553	17520	214.830	214.679
		10.28	10.22	10.17	10.223	82.087	17610	214.528	
		10.27	10.25	10.21	10.243	82.409	25030	303.730	301.817
		10.21	10.18	10.15	10.180	81.393	24410	299.903	
		10.26	10.21	10.16	10.210	81.873	31550	385.351	385.096
		10.28	10.22	10.16	10.220	82.034	31570	384.841	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.36	10.28	10.27	10.303	83.377	18940	227.161	229.532
		10.21	10.21	10.14	10.187	81.500	18900	231.903	
		10.31	10.31	10.22	10.280	83.000	26000	313.254	313.948
		10.30	10.26	10.20	10.253	82.570	25980	314.643	
		10.26	10.21	10.17	10.213	81.927	32220	393.278	395.701
		10.31	10.28	10.22	10.270	82.838	32980	398.124	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 68 Resistencia a la compresión 210 HE (Segunda vuelta)



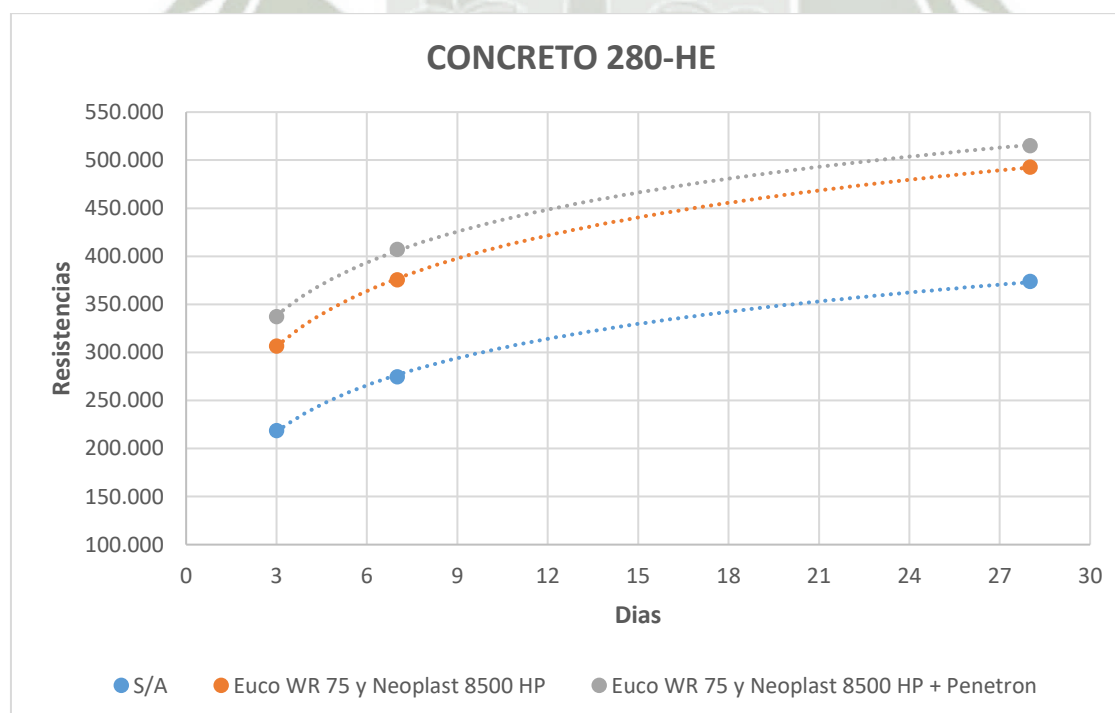
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91 Resistencia a la compresión 280 HE (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
280 HE	S/A	10.26	10.21	10.18	10.217	81.980	17990	219.443	218.709
		10.16	10.20	10.17	10.177	81.340	17730	217.975	
		10.12	10.15	10.18	10.150	80.914	22450	277.456	274.633
		10.20	10.17	10.14	10.170	81.233	22080	271.811	
		10.21	10.18	10.16	10.183	81.446	30810	378.287	373.801
		10.24	10.17	10.12	10.177	81.340	30040	369.316	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.36	10.34	10.26	10.320	83.647	25180	301.027	306.547
		10.22	10.17	10.15	10.180	81.393	25400	312.067	
		10.33	10.24	10.20	10.257	82.623	30780	372.533	375.718
		10.23	10.18	10.13	10.180	81.393	30840	378.903	
		10.30	10.24	10.19	10.243	82.409	40430	490.603	492.836
		10.26	10.20	10.15	10.203	81.766	40480	495.069	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.21	10.14	10.14	10.163	81.127	27860	343.414	337.340
		10.32	10.29	10.30	10.303	83.377	27620	331.266	
		10.20	10.15	10.13	10.160	81.073	34000	419.373	407.231
		10.34	10.29	10.27	10.300	83.323	32920	395.089	
		10.28	10.21	10.22	10.237	82.302	42790	519.917	515.313
		10.28	10.22	10.18	10.227	82.141	41950	510.708	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 69 Resistencia a la compresión 280 HE (Segunda vuelta)



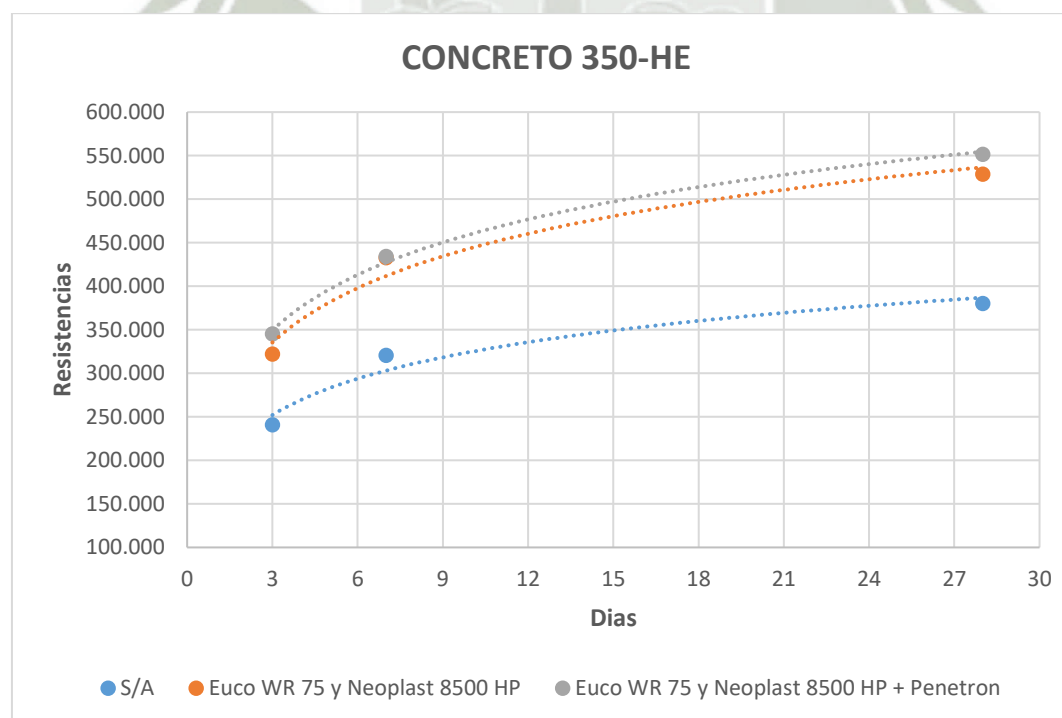
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92 Resistencia a la compresión 350 HE (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
350 HE	S/A	10.30	10.27	10.23	10.267	82.785	19800	239.175	241.056
		10.22	10.22	10.19	10.210	81.873	19890	242.936	
		10.30	10.26	10.20	10.253	82.570	26880	325.543	320.778
		10.23	10.22	10.19	10.213	81.927	25890	316.014	
		10.28	10.21	10.18	10.223	82.087	31330	381.667	380.152
		10.25	10.20	10.17	10.207	81.820	30980	378.637	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.30	10.25	10.19	10.247	82.462	26540	321.844	322.285
		10.25	10.22	10.17	10.213	81.927	26440	322.727	
		10.20	10.17	10.12	10.163	81.127	35130	433.027	432.849
		10.30	10.21	10.17	10.227	82.141	35540	432.672	
		10.28	10.22	10.19	10.230	82.194	43390	527.895	528.656
		10.27	10.21	10.18	10.220	82.034	43430	529.416	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.14	10.14	10.12	10.133	80.648	27490	340.862	345.160
		10.26	10.19	10.19	10.213	81.927	28630	349.458	
		10.28	10.27	10.27	10.273	82.892	36620	441.779	434.291
		10.37	10.35	10.27	10.330	83.809	35770	426.803	
		10.17	10.17	10.15	10.163	81.127	44940	553.949	551.750
		10.25	10.24	10.20	10.230	82.194	45170	549.551	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 70 Resistencia a la compresión 350 HE (Segunda vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

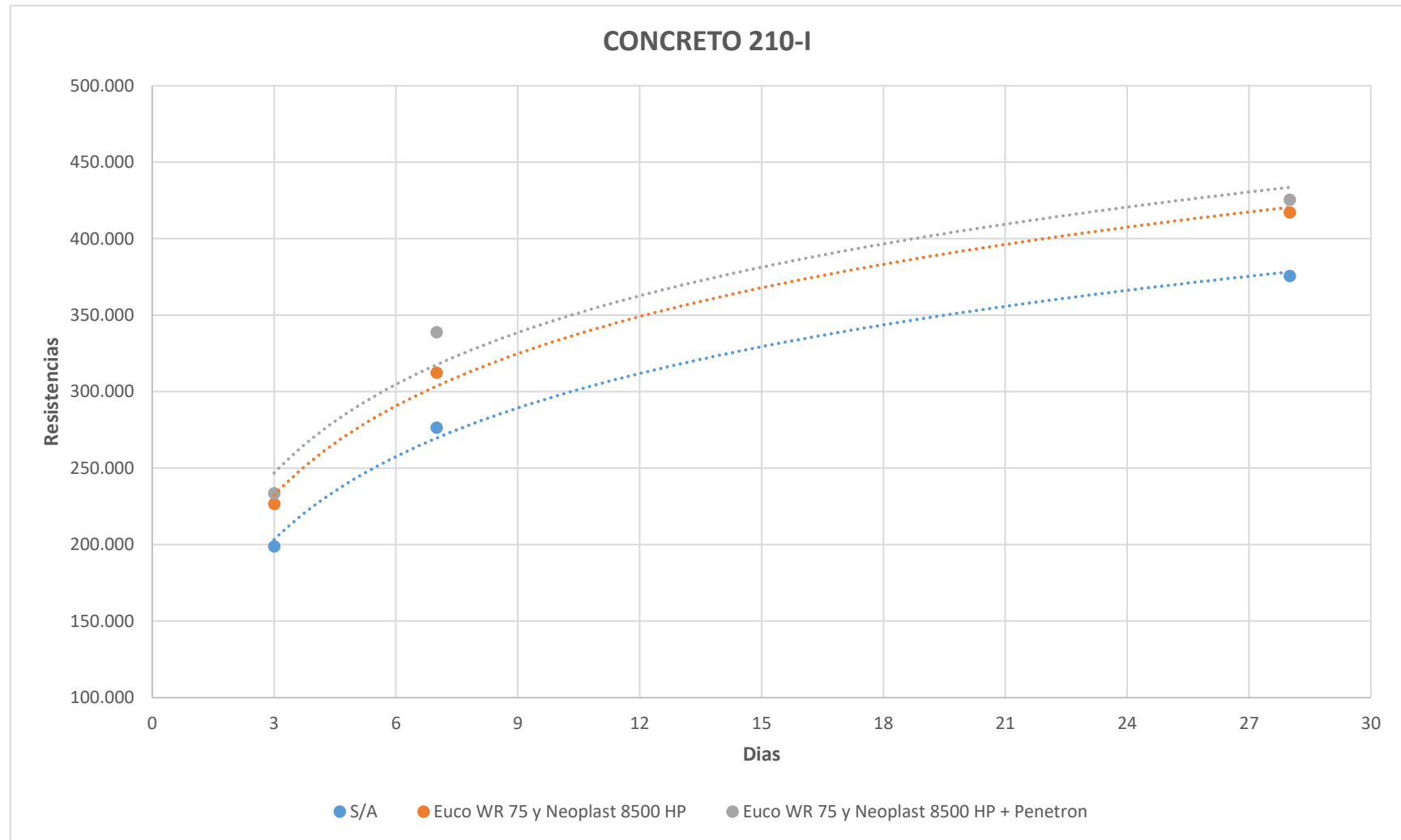
5.2.1.4.3. Ensayo de resistencia a la compresión cemento tipo I

Tabla 93 Resistencia a la compresión 210 I (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
210 I	S/A	10.33	10.26	10.25	10.280	83.000	16440	198.073	198.972
		10.23	10.20	10.16	10.197	81.660	16260	199.119	
		10.23	10.20	10.17	10.200	81.713	16320	199.723	
		10.19	10.19	10.15	10.177	81.340	21900	269.242	276.534
		10.22	10.18	10.16	10.187	81.500	22530	276.443	
		10.24	10.22	10.16	10.207	81.820	23230	283.916	
		10.25	10.21	10.19	10.217	81.980	30940	377.408	375.701
		10.27	10.23	10.18	10.227	82.141	30730	374.114	
		10.23	10.20	10.19	10.207	81.820	30730	375.581	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.17	10.20	10.15	10.173	81.286	18200	223.900	226.745
		10.28	10.20	10.21	10.230	82.194	18440	224.346	
		10.18	10.20	10.15	10.177	81.340	18870	231.990	
		10.14	10.18	10.24	10.187	81.500	25250	309.818	312.455
		10.28	10.23	10.15	10.220	82.034	25870	315.358	
		10.24	10.20	10.16	10.200	81.713	25510	312.190	
		10.24	10.19	10.16	10.197	81.660	34370	420.893	417.175
		10.35	10.28	10.22	10.283	83.054	34250	412.384	
		10.20	10.18	10.15	10.177	81.340	34020	418.246	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.29	10.24	10.17	10.233	82.248	19230	233.805	233.562
		10.29	10.20	10.16	10.217	81.980	19200	234.203	
		10.26	10.22	10.19	10.223	82.087	19100	232.679	
		10.26	10.20	10.17	10.210	81.873	26930	328.923	338.907
		10.16	10.11	10.16	10.143	80.808	27490	340.191	
		10.36	10.31	10.26	10.310	83.485	29020	347.608	
		10.34	10.29	10.23	10.287	83.108	35590	428.241	425.454
		10.21	10.17	10.13	10.170	81.233	34280	421.996	
		10.25	10.19	10.16	10.200	81.713	34820	426.126	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 71 Resistencia a la compresión 210 I (Primera vuelta)



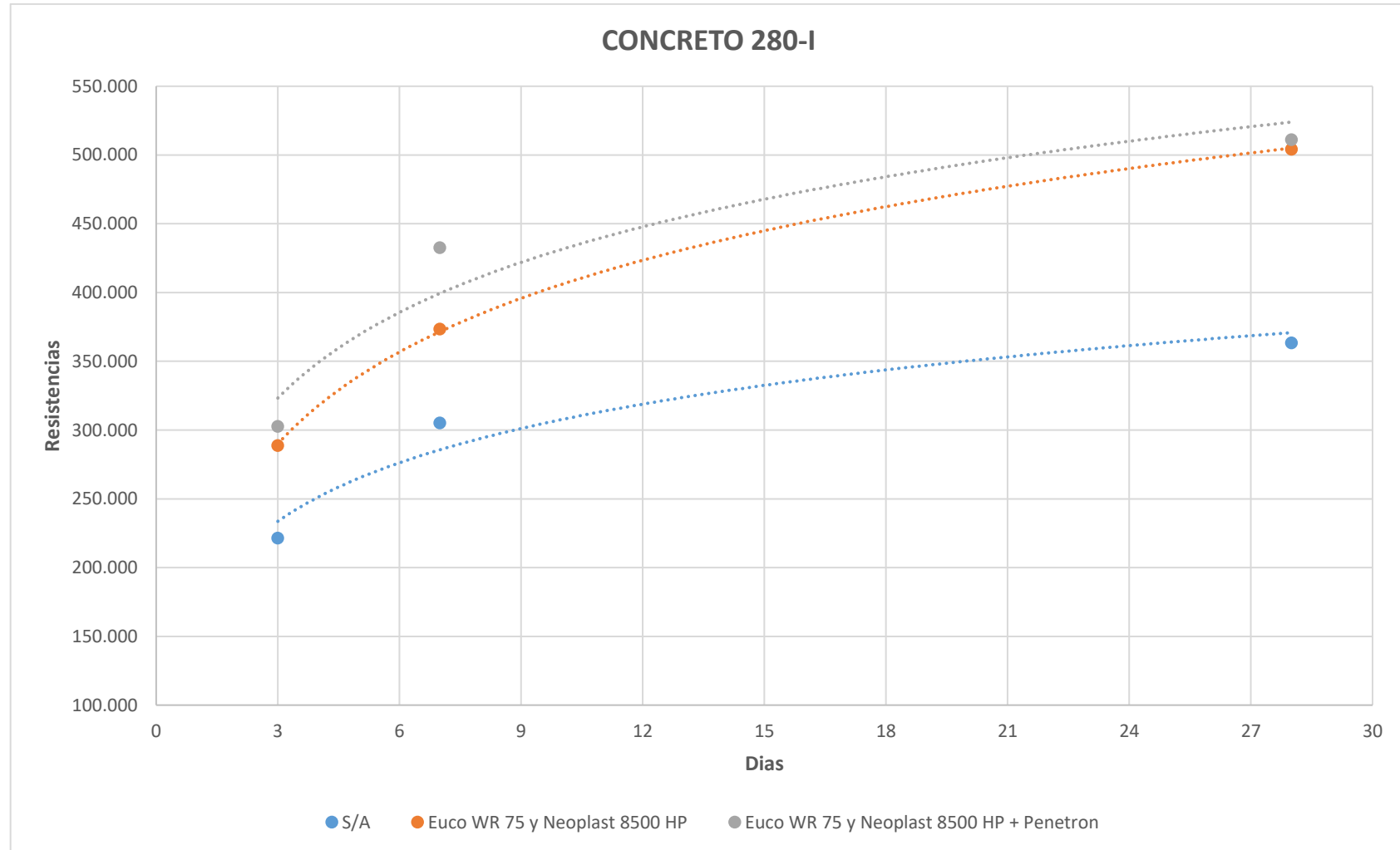
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 94 Resistencia a la compresión 280 I (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
280 I	S/A	10.21	10.17	10.15	10.177	81.340	18530	227.810	221.473
		10.24	10.26	10.27	10.257	82.623	18680	226.086	
		10.33	10.30	10.26	10.297	83.269	17530	210.522	
		10.28	10.32	10.29	10.297	83.269	24810	297.949	305.286
		10.21	10.19	10.15	10.183	81.446	25380	311.617	
		10.24	10.24	10.17	10.217	81.980	25110	306.293	
		10.30	10.25	10.21	10.253	82.570	30130	364.904	363.439
		10.26	10.22	10.18	10.220	82.034	29630	361.193	
		10.28	10.21	10.14	10.210	81.873	29820	364.221	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.24	10.24	10.14	10.207	81.820	23890	291.983	288.832
		10.22	10.21	10.23	10.220	82.034	23720	289.149	
		10.17	10.16	10.12	10.150	80.914	23090	285.365	
		10.22	10.17	10.13	10.173	81.286	30460	374.725	373.478
		10.23	10.17	10.13	10.177	81.340	31120	382.594	
		10.22	10.24	10.16	10.207	81.820	29710	363.115	
		10.24	10.20	10.18	10.207	81.820	41570	508.067	504.272
		10.33	10.26	10.20	10.263	82.731	41470	501.264	
		10.23	10.18	10.13	10.180	81.393	40980	503.484	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.21	10.16	10.14	10.170	81.233	25010	307.880	302.637
		10.35	10.26	10.27	10.293	83.215	24450	293.816	
		10.25	10.21	10.20	10.220	82.034	25120	306.215	
		10.18	10.17	10.14	10.163	81.127	35950	443.135	432.578
		10.20	10.16	10.14	10.167	81.180	33810	416.483	
		10.24	10.21	10.18	10.210	81.873	35870	438.116	
		10.26	10.21	10.17	10.213	81.927	41550	507.160	511.270
		10.27	10.23	10.19	10.230	82.194	42750	520.109	
		10.24	10.18	10.15	10.190	81.553	41310	506.543	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 72 Resistencia a la compresión 280 I (Primera vuelta)



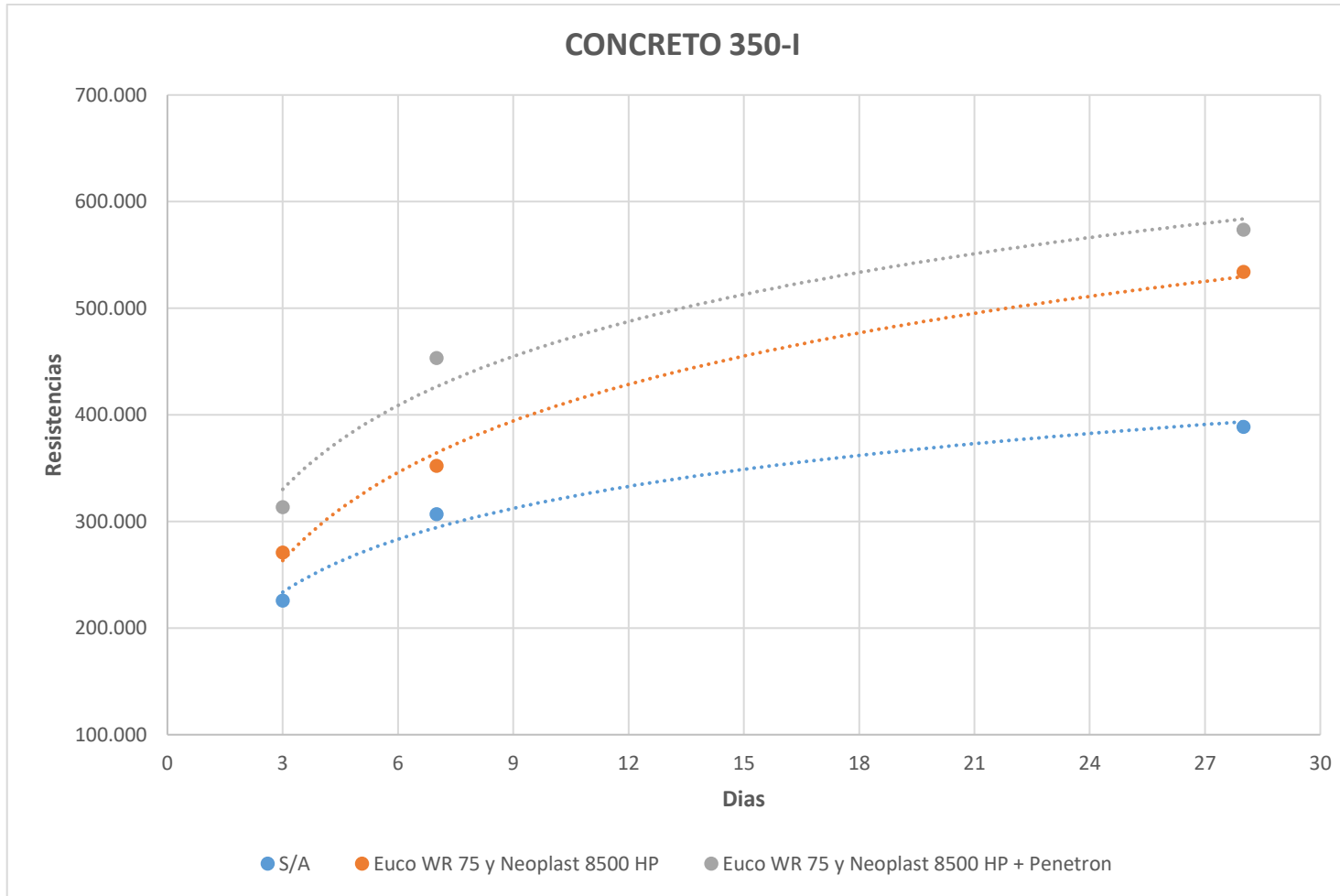
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 95 Resistencia a la compresión 350 I (Primera vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Prom. F`c
		SUP	CEN	INF					
350 I	S/A	10.24	10.24	10.14	10.207	81.820	18470	225.740	225.923
		3	10.32	10.27	10.17	10.253	82.570	18870	
		10.18	10.23	10.28	10.230	82.194	18370	223.495	
		10.34	10.31	10.22	10.290	83.161	24520	294.848	306.747
		7	10.16	10.25	10.20	10.203	81.766	25580	
		10.38	10.32	10.24	10.313	83.539	26110	312.549	
		10.27	10.24	10.21	10.240	82.355	32090	389.654	388.814
		28	10.29	10.25	10.19	10.243	82.409	32020	
		10.31	10.27	10.22	10.267	82.785	32140	388.236	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.34	10.30	10.32	10.320	83.647	22330	266.955	270.763
		3	10.28	10.25	10.28	10.270	82.838	22020	
		10.24	10.20	10.16	10.200	81.713	22840	279.515	
		10.16	10.10	10.13	10.130	80.595	28340	351.633	352.300
		7	10.21	10.17	10.15	10.177	81.340	28790	
		10.26	10.22	10.18	10.220	82.034	28820	351.319	
		10.29	10.25	10.19	10.243	82.409	42330	513.659	534.074
		28	10.26	10.20	10.17	10.210	81.873	35750	
		10.36	10.31	10.27	10.313	83.539	54460	651.911	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.26	10.20	10.19	10.217	81.980	25440	310.319	313.374
		3	10.38	10.32	10.21	10.303	83.377	25420	
		10.25	10.21	10.18	10.213	81.927	26620	324.924	
		10.16	10.15	10.14	10.150	80.914	36400	449.861	453.254
		7	10.33	10.31	10.33	10.323	83.701	38530	
		10.26	10.22	10.18	10.220	82.034	36880	449.571	
		10.26	10.24	10.17	10.223	82.087	47110	573.901	573.610
		28	10.24	10.20	10.15	10.197	81.660	569.192	
		10.37	10.29	10.25	10.303	83.377	48170	577.737	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 73 Resistencia a la compresión 350 I (Primera vuelta)



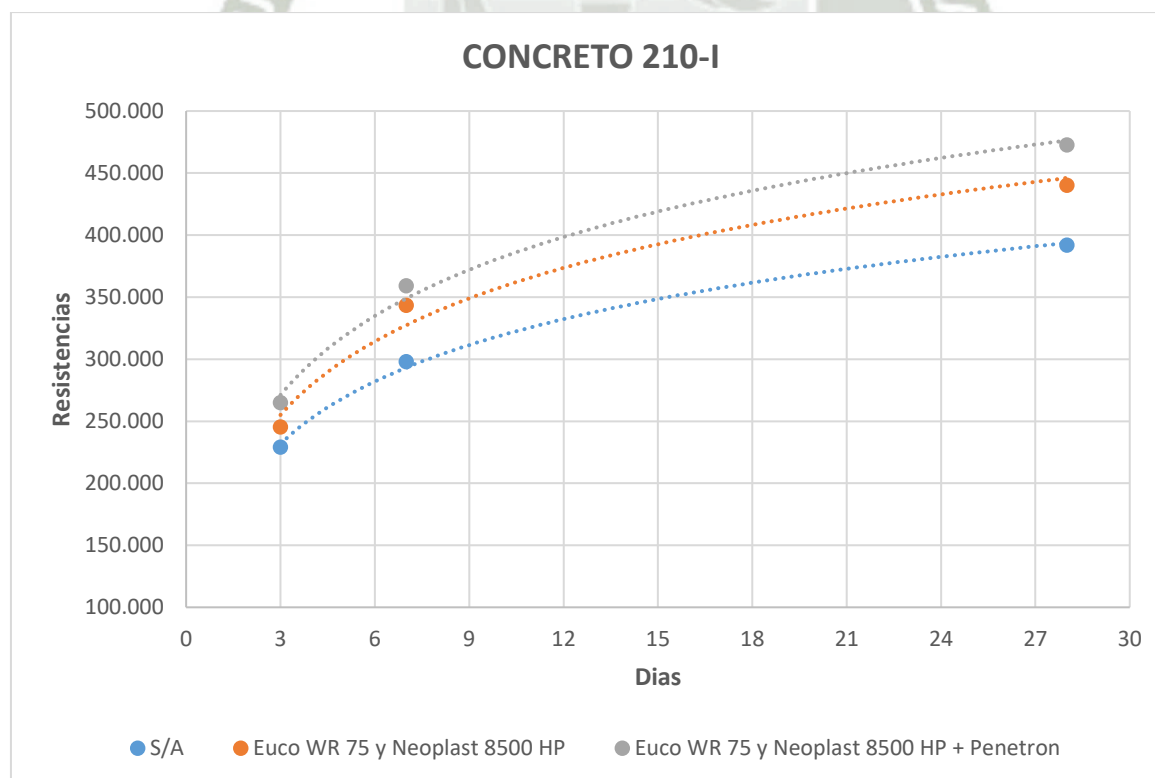
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 96 Resistencia a la compresión 210 I (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
210 I	S/A	10.26	10.22	10.19	10.223	82.087	19010	231.583	228.897
		10.20	10.18	10.15	10.177	81.340	18400	226.212	
		10.24	10.20	10.18	10.207	81.820	24130	294.916	297.816
		10.29	10.25	10.22	10.253	82.570	24830	300.715	
		10.28	10.26	10.21	10.250	82.516	32920	398.953	391.901
		10.26	10.21	10.18	10.217	81.980	31550	384.849	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.29	10.24	10.20	10.243	82.409	20120	244.149	245.227
		10.23	10.19	10.16	10.193	81.606	20100	246.305	
		10.26	10.21	10.19	10.220	82.034	28200	343.761	343.313
		10.25	10.19	10.14	10.193	81.606	27980	342.866	
		10.27	10.18	10.16	10.203	81.766	35880	438.811	440.029
		10.28	10.21	10.15	10.213	81.927	36150	441.248	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.26	10.21	10.17	10.213	81.927	21510	262.551	264.841
		10.32	10.25	10.22	10.263	82.731	22100	267.131	
		10.27	10.21	10.19	10.223	82.087	29820	363.272	358.997
		10.35	10.29	10.22	10.287	83.108	29480	354.721	
		10.26	10.21	10.18	10.217	81.980	38810	473.407	472.524
		10.25	10.22	10.17	10.213	81.927	38640	471.641	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 74 Resistencia a la compresión 210 I (Segunda vuelta)



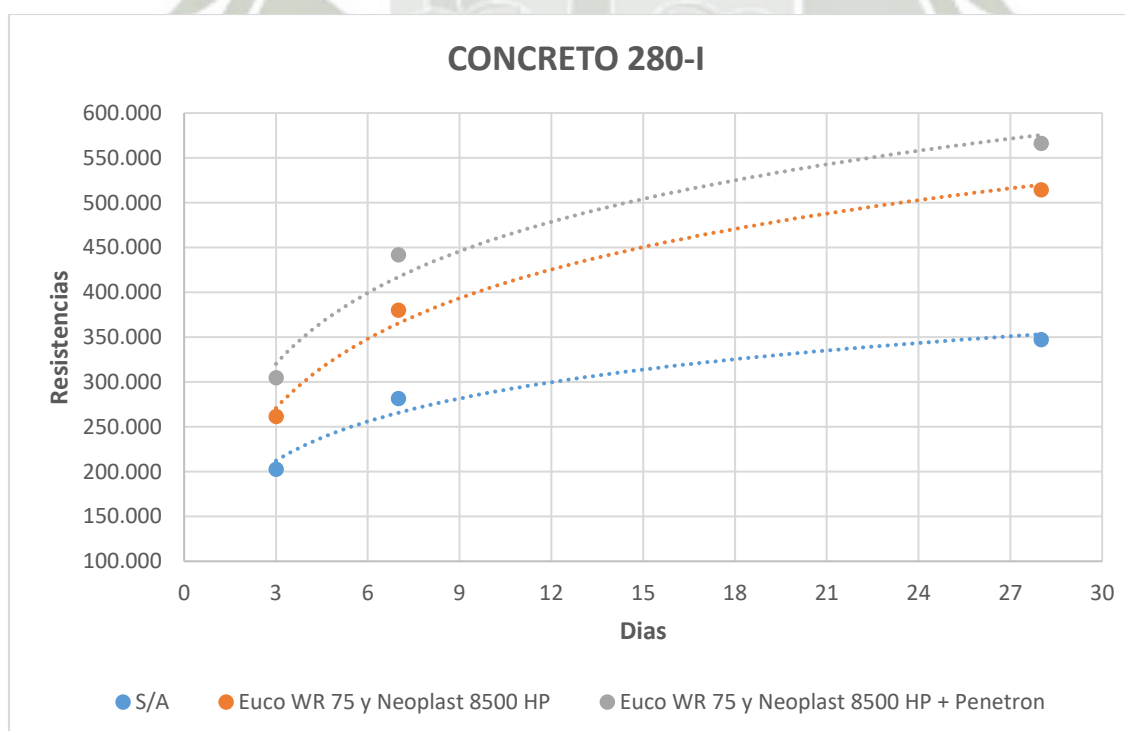
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 97 Resistencia a la compresión 280 I (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
280 I	S/A	10.23	10.20	10.18	10.203	81.766	16910	206.809	202.454
		10.19	10.16	10.12	10.157	81.020	16050	198.099	
		10.22	10.19	10.15	10.187	81.500	22290	273.499	281.379
		10.23	10.18	10.16	10.190	81.553	23590	289.260	
		10.26	10.21	10.19	10.220	82.034	28300	344.980	347.341
		10.25	10.22	10.17	10.213	81.927	28650	349.702	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.18	10.15	10.13	10.153	80.967	20920	258.377	261.552
		10.27	10.25	10.22	10.247	82.462	21830	264.727	
		10.30	10.25	10.21	10.253	82.570	35060	424.611	380.139
		10.28	10.23	10.18	10.230	82.194	27590	335.668	
		10.31	10.25	10.20	10.253	82.570	42750	517.744	514.421
		10.26	10.21	10.18	10.217	81.980	41900	511.099	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.34	10.29	10.22	10.283	83.054	25230	303.780	304.834
		10.32	10.26	10.20	10.260	82.677	25290	305.889	
		10.28	10.22	10.18	10.227	82.141	36010	438.393	441.648
		10.32	10.21	10.19	10.240	82.355	36640	444.902	
		10.29	10.22	10.20	10.237	82.302	46480	564.752	566.223
		10.27	10.21	10.18	10.220	82.034	46570	567.693	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 75 Resistencia a la compresión 280 I (Segunda vuelta)



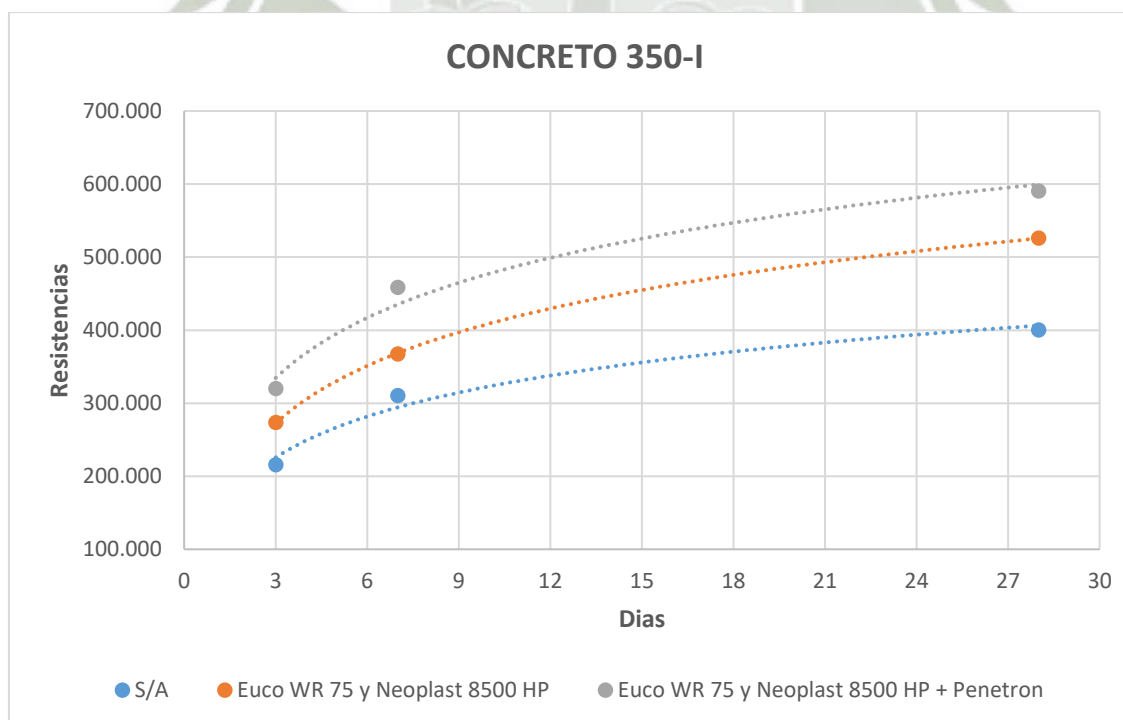
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 98 Resistencia a la compresión 350 I (Segunda vuelta)

DISEÑO	DIAS	DIAMETRO			DIAM. PRO MEDIO	AREA	CAR GA	F`c	Promedi o F`c
		SUP	CEN	INF					
350 I	S/A	10.19	10.17	10.15	10.170	81.233	17690	217.768	215.631
		10.20	10.16	10.13	10.163	81.127	17320	213.493	
		10.30	10.24	10.19	10.243	82.409	25420	308.462	310.508
		10.26	10.22	10.18	10.220	82.034	25640	312.554	
		10.28	10.22	10.18	10.227	82.141	32940	401.019	400.122
		10.26	10.21	10.19	10.220	82.034	32750	399.226	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP	10.24	10.21	10.17	10.207	81.820	22820	278.905	273.453
		10.31	10.24	10.19	10.247	82.462	22100	268.001	
		10.33	10.27	10.22	10.273	82.892	29970	361.554	367.468
		10.27	10.20	10.17	10.213	81.927	30590	373.382	
		10.26	10.21	10.19	10.220	82.034	42880	522.712	526.054
		10.25	10.22	10.18	10.217	81.980	43400	529.396	
	Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron	10.22	10.18	10.15	10.183	81.446	25960	318.738	320.097
		10.23	10.19	10.17	10.197	81.660	26250	321.456	
		10.29	10.24	10.21	10.247	82.462	37750	457.784	458.507
		10.30	10.23	10.19	10.240	82.355	37820	459.230	
		10.30	10.21	10.18	10.230	82.194	48670	592.133	590.612
		10.28	10.22	10.19	10.230	82.194	48420	589.091	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 76 Resistencia a la compresión 350 I (Segunda vuelta)



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Químicos

5.2.2.1. Ensayo de expansión

Materiales:

- Agua des-ionizada
- Sulfato de Magnesio Heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- Marca: Ferrosalt
- Concentración: 50g/l – 50000ppm, exposición muy severa
- Peso molecular: 246.47grs./mol

Según la norma ASTM C1012 nos indica que la cantidad de sulfato debe ser 50gr por cada litro de solución. Esto según la Tabla 4.3.1. del ACI 3185-05 equivale a una concentración de 50000ppm lo cual indica un tipo de exposición muy severa.

Se elaboró un total de 27 vigas de dimensiones 28.5x10x10 cm, y se agruparon de la siguiente manera:

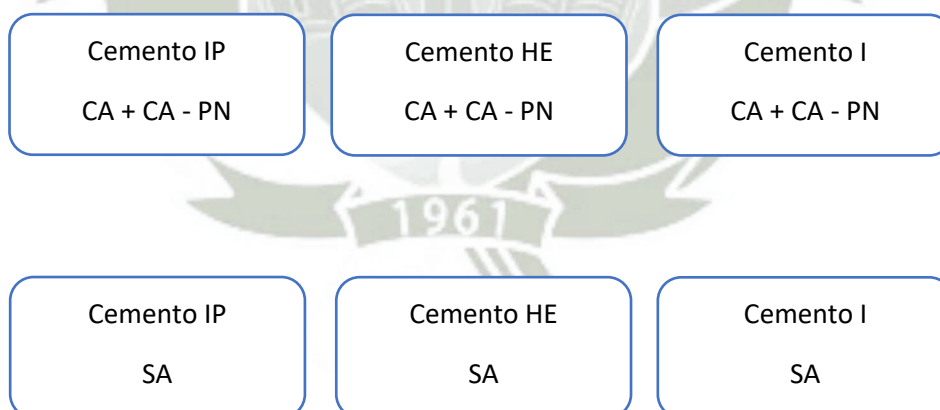


Tabla 99 Mediciones del Ensayo de Expansión

VIGA	Li	1° SEMANA	2° SEMANA	3° SEMANA	1° MES	2° MES
A	11.1760	11.1960	11.2080	11.2060	11.2140	11.2240
B	28.6380	28.6450	28.5625	28.5650	28.5700	28.5900
C	10.2200	10.2660	10.2840	10.2680	10.2740	10.2700
D	11.2820	11.3200	11.3080	11.3200	11.3280	11.3320
E	28.5960	28.6015	28.5940	28.5585	28.5900	28.5925
F	10.7660	10.8060	10.8070	10.8200	10.8160	10.8240
G	10.7500	10.8220	10.8300	10.8400	10.8400	10.8500
H	7.9220	7.9640	7.9660	7.9800	7.9840	7.9920
I	28.5210	28.5360	28.6555	28.6080	28.6365	28.5535
J	28.5640	28.6155	28.6020	28.6250	28.6215	28.6300
K	8.8580	8.9040	8.9100	8.9060	8.9140	8.9220
L	25.5490	28.5560	28.5590	28.5875	28.5680	28.5915
M	2.9920	3.0160	3.0140	3.0240	3.0220	3.0300
N	4.4800	4.5200	4.5180	4.5260	4.5260	4.5280
Ñ	3.4000	3.4200	3.4160	3.4220	3.4200	3.4260
O	3.8880	3.9420	3.9360	3.9420	3.9420	3.9540
P	4.1400	4.1640	4.1620	4.1640	4.1680	4.1740
Q	4.3980	4.4260	4.4220	4.4380	4.4280	4.4360
R	3.4000	3.3900	3.3900	3.3920	3.3920	3.4200
S	4.8660	4.7980	4.8000	4.8020	4.7920	4.8100
T	4.1560	4.1360	4.1340	4.1360	4.1360	4.1260
U	4.8000	4.7920	4.7920	4.7940	4.7900	4.7940
V	4.3020	4.3000	4.3020	4.3020	4.2940	4.3020
W	3.9440	3.9440	3.9520	3.9540	3.9920	4.0200
X	5.8140	5.8300	5.7880	5.7900	5.7880	5.7920
Y	3.2980	3.2740	3.2740	3.2780	3.2760	3.2800
Z	5.1340	5.1200	5.1180	5.1220	5.1180	5.1240

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 100 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo IP Sin Aditivos

		$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	PROMEDIO	Phi	Ph1	Ph2
IP S/A	A	0.0200	0.0120	-0.0020	0.0080	0.0100	0.0096	6.205	8.783	8.661
	B	0.0070	-0.0825	0.0025	0.0050	0.0200	-0.0096			
	C	0.0460	0.0180	-0.0160	0.0060	-0.0040	0.0100			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 101 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo IP Con Aditivos y Penetron

		$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	PROMEDIO	Phi	Ph1	Ph2
IP C/A + PN	D	0.0380	-0.0120	0.0120	0.0080	0.0040	0.0100	6.241	8.887	8.674
	E	0.0055	-0.0075	-0.0355	0.0315	0.0025	-0.0007			
	F	0.0400	0.0010	0.0130	-0.0040	0.0080	0.0116			
	G	0.0720	0.0080	0.0100	0.0000	0.0100	0.0200			
	H	0.0420	0.0020	0.0140	0.0040	0.0080	0.0140			
	I	0.0150	0.1195	-0.0475	0.0285	-0.0830	0.0065			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 102 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo HE Sin Aditivos

		$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	PROMEDIO	Phi	Ph1	Ph2
HE S/A	J	0.0515	-0.0135	0.0230	-0.0035	0.0085	0.0132	6.234	8.914	8.784
	K	0.0460	0.0060	-0.0040	0.0080	0.0080	0.0128			
	L	3.0070	0.0030	0.0285	-0.0195	0.0235	0.6085			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 103 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo HE Con Aditivos y Penetron

		$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	PROMEDIO	Phi	Ph1	Ph2
	M	0.0240	-0.0020	0.0100	-0.0020	0.0080	0.0076			
	N	0.0400	-0.0020	0.0080	0.0000	0.0020	0.0096			
HE C/A +	Ñ	0.0200	-0.0040	0.0060	-0.0020	0.0060	0.0052	6.21	9.761	9.643
PN	O	0.0540	-0.0060	0.0060	0.0000	0.0120	0.0132			
	P	0.0240	-0.0020	0.0020	0.0040	0.0060	0.0068			
	Q	0.0280	-0.0040	0.0160	-0.0100	0.0080	0.0076			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 104 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo I Sin Aditivos

		$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	PROMEDIO	Phi	Ph1	Ph2
	R	-0.0100	0.0000	0.0020	0.0000	0.0280	0.0040			
I S/A	S	-0.0680	0.0020	0.0020	-0.0100	0.0180	-0.0112	6.18	9.764	9.708
	T	-0.0200	-0.0020	0.0020	0.0000	-0.0100	-0.0060			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 105 Variaciones de Longitud, Promedio y Cambio del Ph del recipiente Cemento tipo I Con Aditivos y Penetron

		$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	PROMEDIO	Phi	Ph1	Ph2
	U	-0.0080	0.0000	0.0020	-0.0040	0.0040	-0.0012			
	V	-0.0020	0.0020	0.0000	-0.0080	0.0080	0.0000			
I C/A +	W	0.0000	0.0080	0.0020	0.0380	0.0280	0.0152	6.22	9.723	9.656
PN	X	0.0160	-0.0420	0.0020	-0.0020	0.0040	-0.0044			
	Y	-0.0240	0.0000	0.0040	-0.0020	0.0040	-0.0036			
	Z	-0.0140	-0.0020	0.0040	-0.0040	0.0060	-0.0020			

Fuente: Elaboración Propia

6. Análisis de resultados

6.1 Cemento IP

Tabla 106 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con cemento IP

CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm ²)	Profundidad de Penetración de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorción (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
A	S/A	276.25	28.87	3.167	9.50	BUENO	0.0096	230.63
D	C/A	313.90	23.97	2.239	7.06	BUENO	0.0100	203.47
G	C/A + Penetron	347.17	18.70	2.218	7.10	BUENO	0.0200	263.47

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 107 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con cemento IP

CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm ²)	Profundidad de Penetración de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorción (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
B	S/A	306.41	24.35	2.820	8.21	MUY BUENO	-0.0096	241.34
E	C/A	408.02	21.46	1.781	6.78	BUENO	-0.0007	233.67
H	C/A + Penetron	429.42	19.23	1.699	6.35	MUY BUENO	0.014	304.48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 108 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'_c=350$ kg/cm2 con cemento IP

CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm2)	Profundidad de Penetración de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorcion (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
C	S/A	291.76	25.08	2.992	9.52	BUENO	0.01	251.76
F	C/A	458.49	17.03	1.441	5.91	BUENO	0.0116	252.38
I	C/A + Penetron	484.66	14.56	1.467	5.93	BUENO	0.0065	327.48

Fuente: Elaboración Propia

6.2. Cemento HE

Tabla 109 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'_c=210$ kg/cm2 con cemento HE

CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm2)	Profundidad de Penetración de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorcion (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
J	S/A	366.73	25.08	2.684	8.18	BUENO	0.0132	211.78
M	C/A	378.18	21.34	1.893	7.00	BUENO	0.0076	191.60
O	C/A + Penetron	392.88	18.01	1.817	6.25	BUENO	0.0132	243.73

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 110 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=280$ kg/cm² con cemento HE

CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm ²)	Profundidad de Penetración de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorción (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
K	S/A	369.05	32.82	2.479	8.34	BUENO	0.0128	225.82
N	C/A	480.69	24.05	1.852	6.64	BUENO	0.0096	233.25
P	C/A + Penetron	516.53	17.59	1.926	5.67	BUENO	0.0068	299.15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 111 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=350$ kg/cm² con cemento HE

CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm ²)	Profundidad de Penetración de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorción (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
L	S/A	399.63	23.92	2.558	8.33	BUENO	0.6085	248.12
Ñ	C/A	513.84	18.97	1.630	5.76	MUY BUENO	0.0052	242.40
Q	C/A + Penetron	552.39	17.50	1.667	6.07	MUY BUENO	0.0076	311.25

Fuente: Elaboración Propia

6.3. Cemento I

Tabla 112 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento I

CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm ²)	Profundidad de Penetracion de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorcion (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
R	S/A	383.80	23.84	3.443	8.78	BUENO	0.004	239.79
U	C/A	428.60	21.13	2.166	6.63	BUENO	-0.0012	192.12
X	C/A + Penetron	448.99	21.86	2.286	6.10	BUENO	-0.0044	240.72

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 113 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'c=280$ kg/cm² con cemento I

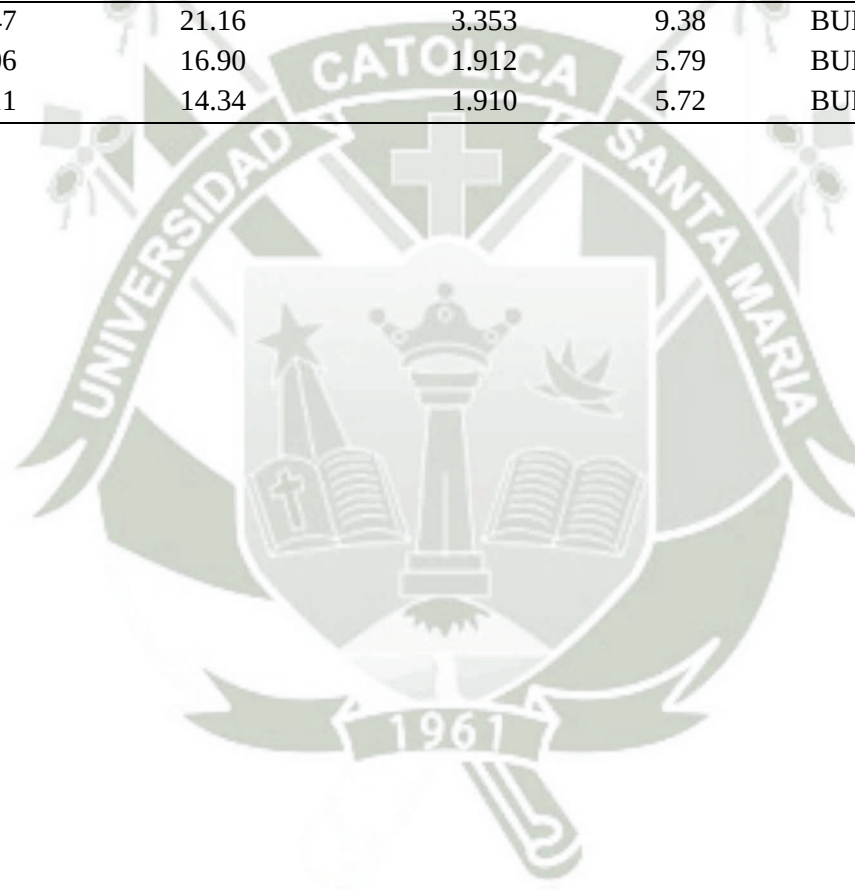
CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm ²)	Profundidad de Penetracion de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorcion (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
S	S/A	355.39	19.89	4.156	10.09	BUENO	-0.0112	251.68
V	C/A	509.35	19.13	2.283	6.40	BUENO	0	227.92
Y	C/A + Penetron	538.75	17.13	2.055	6.11	BUENO	-0.0036	286.55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 114 Resultados promedio de los ensayos en estado endurecido para concreto $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$ con cemento I

CODIGO	TIPO DE DISEÑO	ENSAYO						
		Resistencia (Kg/cm ²)	Profundidad de Penetración de agua (mm)	Capilaridad o tasa de absorción (mm)	Porosidad (%)	Permeabilidad al aire	Expansion (mm)	Precio por m ³ (S/)
T	S/A	394.47	21.16	3.353	9.38	BUENO	-0.006	267.01
W	C/A	530.06	16.90	1.912	5.79	BUENO	0.0152	247.18
Z	C/A + Penetron	582.11	14.34	1.910	5.72	BUENO	-0.0020	312.19

Fuente: Elaboración Propia



7. Conclusiones y recomendaciones

- En la presente investigación con uso del cemento tipi I se logró obtener concretos con mejor resistencia al ensayo de inmersión en sulfatos, además de mejores resistencias, pero con una capilaridad similar o menor a la de los concretos con otros cementos.
- En esta investigación se pudo comprobar que la resistencia a la compresión de los concretos con uso aditivos fue superior a la de los diseños sin aditivos.
- Además se pudo comprobar que pese a los diseños sin aditivos tener una mayor cantidad de cemento, esto no fue motivo para superar en resistencia al resto de diseños con aditivos.
- Mediante los ensayos en estado fresco se pudo diferenciar el grado de trabajabilidad entre los diseño según el tipo de cemento, siendo la mezcla con cemento tipo HE un concreto más fácil de manipular y vaciar a sus respectivos moldes.
- Para obtener concretos más trabajables no es necesario el adicionar mayor cantidad de agua al diseño, sino solo la adición del aditivo reductor de agua y plastificante.
- Al tener las pozas de curado a disposición y haber realizado todos los desencofrados a las 24h se pudo mitigar los problemas de retracción por secado que podrían haber sufrido nuestras vigas de concreto.
- El sulfato de magnesio de forma anhidrida se puede comprar de manera libre, sin embargo dado la cantidad que se requirió para realizar el ensayo de adquirió el sulfato de magnesio heptahidratado.

- A través del ensayo de resistencia a la compresión pudimos observar que el uso del aditivo impermeabilizante aumento ligeramente la resistencia del concreto en comparación a la de los diseños con aditivo plastificante y reductor de agua.
- El diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento IP, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 347.17 kg/cm^2 .
- El diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento IP, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 429.42 kg/cm^2 .
- El diseño de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento IP, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 484.66 kg/cm^2 . Sin embargo el concreto sin uso de aditivos no llego a la resistencia de diseño, llegando tan solo a los 291.76 kg/cm^2 .
- Los diseños realizados con cemento IP cumplieron con eficacia los parámetros de resistencia, sin embargo el diseño de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ sin aditivos presento una disminución en la resistencia en comparación al diseño 280 kg/cm^2 pese a tener mayor cantidad de cemento en el diseño, por lo tanto se puede deducir que el agua de diseño fue insuficiente para hidratar la pasta de cemento, pero igual se obtuvo un concreto de consistencia plástica con un slump entre 6" y 7".
- El diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 392.88 kg/cm^2 .
- El diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 516.53 kg/cm^2 .

- El diseño de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 552.39 kg/cm^2 . En este caso el diseño sin aditivos si llego a cumplir con la resistencia de diseño, registrando un $f'c$ promedio de 399.63 kg/cm^2 .
- Los diseños con cemento HE obtuvieron mayores resistencia que los concretos con cemento IP, tanto para concretos con aditivos así como sin ellos.
- El diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 448.99 kg/cm^2 .
- El diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 538.75 kg/cm^2 .
- El diseño de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I, nos muestra que el concreto que obtuvo una mayor resistencia a la compresión fue el diseño con aditivos y penetron, llegando a un $f'c$ promedio de 582.11 kg/cm^2 .
- El cemento tipo I nos proporcionó los concretos con mayores resistencias para las 3 resistencias de diseño en comparación con los otros cementos, teniendo en cuenta los 27 tipos de diseños.
- Pudimos comprobar que en los diseños de mezcla conforme la resistencia de diseño aumentaba, la cantidad de agregados fino y grueso disminuyen.
- Se pudo observar que los diseños de mezcla sin uso de aditivos presentaron una menor cantidad de contenido aire en comparación a los otros concretos.

- Con el uso del termómetro para la medición de la temperatura del concreto, pudimos observar que el rango de valores de temperatura de nuestros 27 diseños siempre estuvo entre los 20 – 25 °C, lo cual son temperaturas dentro de los márgenes aceptables para evitar problemas en el fraguado y colocación.
- De los aditivos usados en la investigación, se pudo comprobar que el uso del aditivo en polvo impermeabilizante no ayudo a mejorar las propiedades de trabajabilidad de la mezcla.
- El diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento IP, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos con un valor de 7.06%.
- El diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento IP, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos y penetron con un valor de 6.35%.
- El diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento IP, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos con un valor de 5.91%.
- El diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos y penetron con un valor de 6.25%.
- El diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos y penetron con un valor de 5.67%.
- El diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos con un valor de 5.76%.
- Los diseños con cemento HE son los que presentan un menor porcentaje de porosidad a diferencia con los otros cementos llegando a 5.67% en el cemento $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivos y penetron.
- El diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos y penetron con un valor de 6.10%.

- El diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos y penetron con un valor de 6.11%.
- El diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I, nos muestra que el menor porcentaje de porosidad es del concreto con aditivos y penetron con un valor de 5.72%.
- Los diseños con cemento I son los que presentan un mayor porcentaje de porosidad a diferencia con los otros cementos llegando a 10.09% en el cemento $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ sin aditivos.
- En todos los diseños se ve que hay una diferencia significativa del porcentaje de porosidad con el diseño que no contiene aditivos ya que este es mayor en un rango de 2-3% en cemento IP y HE y entre 2-4% en el cemento I al resto de diseños.
- El diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento IP que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos y penetron con 2.218 mm.
- El diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento IP que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos y penetron con 1.699 mm.
- El diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos con 1.441mm.
- El diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos y penetron con 1.817 mm.
- El diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos con 1.852 mm.
- El diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento HE que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos con 1.630 mm.
- El diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos con 2.166 mm.

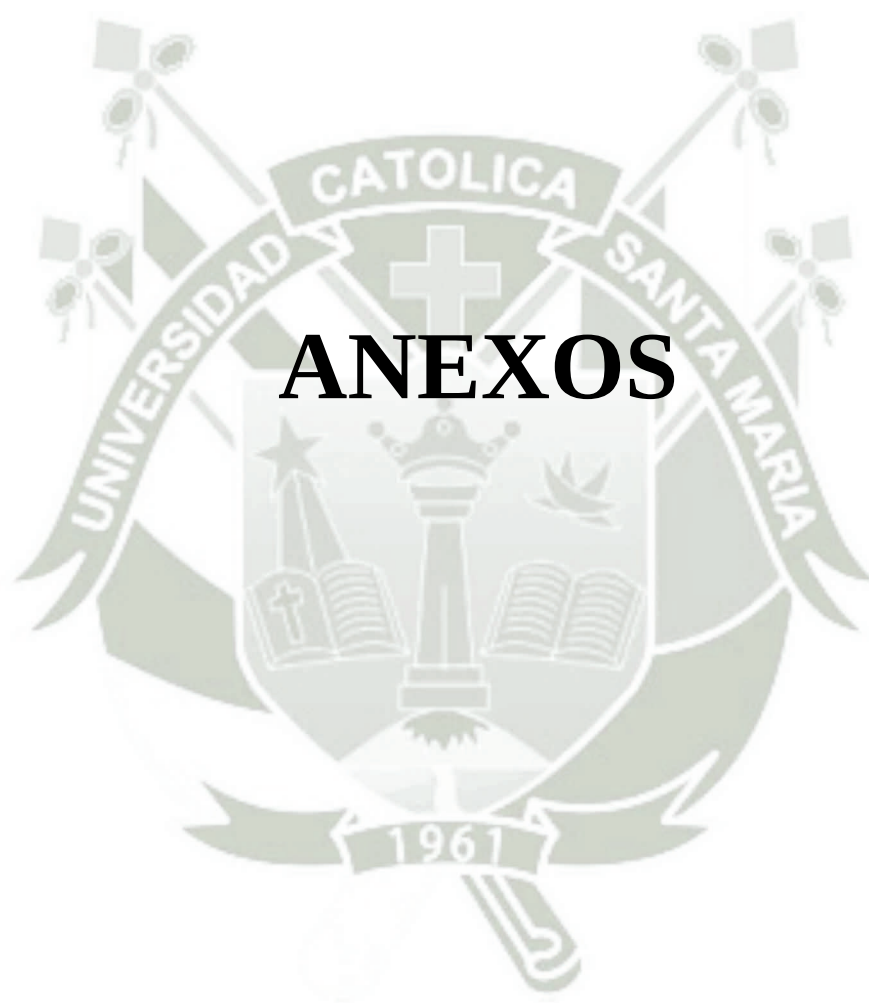
- El diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos y penetron con 2.055 mm.
- El diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para cemento I que tiene menor tasa de absorción es el diseño con aditivos y penetron con 1.910 mm.
- La tasa de absorción o capilaridad varia en un rango de 0 a 1 mm para concretos con cemento IP y HE mientras que para el concreto I tiene un rango de 0 a 2 m.
- La tasa de absorción entre todos los diseños con aditivos y los de aditivos más penetron son bien similares mientras que difieren con los que no tienen aditivos en un aproximado de 1 a 2 mm.
- Para obtener los productos químicos para llevar a cabo el ensayo de inmersión del concreto en sulfatos, se pudo conocer que la adquisición del sulfato de sodio requiere de permisos para su compra, debido a que este componente tiene restricciones de venta en nuestro país debido a su uso en actividades ilícitas.
- Pudimos comprobar que la manipulación de una solución de sulfato de magnesio heptahidratado no desprende gases tóxicos o es una sustancia peligrosa para su manipulación, solo expide un poco de olor. Pero no presenta mayor riesgo para la persona que trabaje con ella.
- El ph inicial promedio de la solución que tenia sumergidas las vigas con cemento IP fue de 6.2, incrementado su valor hasta los 8.7. Lo cual demuestra un aumento en la alcalinidad de la solución hasta un punto en el que se mantuvo estable.
- El ph inicial promedio de la solución que tenia sumergidas las vigas con cemento HE sin aditivos fue de 6.2, incrementado su valor hasta los 8.8.
- El ph inicial promedio de la solución que tenia sumergidas las vigas con cemento HE con aditivos fue de 6.2 llegando a incrementarse hasta los 9.7

- El ph inicial promedio de la solución que tenia sumergidas las vigas con cemento I fue de 6.2 llegando a incrementarse hasta los 9.72.
- Se puede concluir entonces que la solución para las vigas hechas con cemento IP y HE sin aditivos, tiene un valor semejante al ph del agua de mar. Por el la solución que estuvo en contacto con las vigas de cemento HE con aditivos y las de cemento I llegaron a un ph similar a lo que es el jabón.



RECOMENDACIONES

- * Hacer una correcta medición de los aditivos a utilizarse, con el fin de no afectar las propiedades en estado fresco del concreto.
- * Trasladar el concreto en carretilla lo más cerca al lugar donde se tiene el encofrado, para así evitar cargar los encofrados metálicos y el balanceo del concreto, lo que puede generar deficiencias en el acabado del espécimen.
- * Realizar las mediciones de propiedades en estado fresco en un tiempo menor a los 5 minutos, para así evitar que la consistencia y demás cualidades de nuestro concreto varíen.
- * Llevar a cabo extracciones de muestras de agregado de manera correcta como indica la norma, luego de ello mezclar en el trompo el agregado para homogeneizar y luego recién obtener el % de humedad.
- * Al trabajar con tandas superiores a los 30 litros de vaciado, realizar traslados de los especímenes para los ensayos y extracción de los agregados, hacer uso de una faja lumbar o cinturón, de tal manera que se garantice una posición ergonómica al cargar y se disminuya el riesgo de posteriores lesiones.
- * Verificar siempre el estado de los equipos antes y después de terminar los ensayos, con el fin de evitar daños en los equipos o prever errores en la toma de resultados.



ANEXOS

ANEXO 1

DISEÑOS DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLAS

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO	
Características del Concreto	210 IP SA
	210 IP SA
FC	380
a/c	0.61
rf	0.47
MC	4.74
DISEÑO EN SECO	

MATERIAL	10 IP SA					
	PESO SSS Wsss	VSSS Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	380.00	0.13	380.00	380.00	380.00	kg
Agua	230.00	0.23	230.00	240.28	240.28	lt
Arena	773.57	0.30	756.55	768.80	768.80	kg
Piedra 3/4" Huso	925.89	0.34	919.46	920.38	920.38	kg
Neoplast 8500 HP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g
Euco WR 75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		280 IP SA
		280 IP SA
FC		400
a/c		0.58
rf		0.47
MC		4.74
DISEÑO EN SECO		

		280 IP SA				
MATERIAL		PESO SSS	PESO	PESO	TANDA	
		Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000
Cemento YURA						
Tipo IP		400.00	0.14	400.00	400.00	400.00 kg
Agua		233.00	0.23	233.00	243.12	243.12 lt
Arena		761.32	0.29	744.57	756.63	756.63 kg
Piedra 3/4" Huso		911.23	0.33	904.90	905.80	905.80 kg
Neoplast 8500 HP		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g
Euco WR 75		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		350 IP SA
		350 IP SA
FC		420
a/c		0.56
rf		0.47
MC		4.74
DISEÑO EN SECO		

		350 IP SA				
MATERIAL		PESO SSS	PESO	PESO	TANDA	
		Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000
Cemento YURA						
Tipo IP		420.00	0.15	420.00	420.00	420.00 kg
Agua		237.00	0.24	237.00	246.94	246.94 lt
Arena		747.85	0.29	731.40	743.24	743.24 kg
Piedra 3/4" Huso		895.11	0.33	888.89	889.78	889.78 kg
Neoplast 8500 HP		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g
Euco WR 75		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto 210 IP CA

	210 IP CA
FC	305
a/c	0.60
rf	0.47
MC	4.74

DISEÑO EN SECO

210 IP CA

MATERIAL	PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000	
	Wsss	Vsss				
Cemento YURA						
Tipo IP	305.00	0.11	305.00	305.00	305.00	kg
Agua	183.00	0.18	183.00	194.45	194.45	lt
Arena	861.00	0.33	842.05	855.69	855.69	kg
Piedra 3/4" Huso	1030.54	0.38	1023.38	1024.40	1024.40	kg
Neoplast 8500 HP	0.95	0.00	0.95	0.95	945.50	g
Euco WR 75	0.92	0.00	0.92	0.92	915.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto 280 IP CA

	280 IP CA
FC	360
a/c	0.51
rf	0.46
MC	0.80

DISEÑO EN SECO

280 IP CA

MATERIAL	PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000	
	Wsss	Vsss				
Cemento YURA						
Tipo IP	360.00	0.13	360.00	360.00	360.00	kg
Agua	183.00	0.18	183.00	194.13	194.13	lt
Arena	819.28	0.32	801.25	814.23	814.23	kg
Piedra 3/4" Huso	1020.83	0.37	1013.73	1014.74	1014.74	kg
Neoplast 8500 HP	1.03	0.00	1.03	1.03	1026.00	g
Euco WR 75	1.08	0.00	1.08	1.08	1080.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		350 IP CA
		350 IP CA
FC		390
a/c		0.45
rf		0.46
MC		4.78
DISEÑO EN SECO		

MATERIAL		350 IP CA				
		PESO SSS	PESO	PESO	TANDA	
		Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000
Cemento YURA						
Tipo IP		390.00	0.14	390.00	390.00	390.00 kg
Agua		176.00	0.18	176.00	187.07	187.07 lt
Arena		814.73	0.31	796.80	809.71	809.71 kg
Piedra 3/4" Huso		1015.16	0.37	1008.10	1009.11	1009.11 kg
Neoplast 8500 HP		1.37	0.00	1.37	1.37	1365.00 g
Euco WR 75		0.98	0.00	0.98	0.98	975.00 g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		210 IP CA - PENETRON				
		210 IP CA - PENETRON				
FC		305				
a/c		0.60				
rf		0.47				
MC		4.53				
DISEÑO EN SECO						

MATERIAL		210 IP CA - PENETRON				
		PESO SSS	PESO	PESO	TANDA	
		Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000
Cemento YURA						
Tipo IP		305.00	0.11	305.00	305.00	305.00 kg
Agua		183.00	0.18	183.00	196.13	196.13 lt
Arena		861.00	0.33	842.05	854.01	854.01 kg
Piedra 3/4" Huso		1030.54	0.38	1023.38	1024.40	1024.40 kg
Neoplast 8500 HP		0.95	0.00	0.95	0.95	945.50 g
Euco WR 75		0.92	0.00	0.92	0.92	915.00 g
Penetron		3.05	0.00	3.05	3.05	3050.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto	280 IP CA - PENETRON
	280 IOP CA - PENETRON
FC	360
a/c	0.51
rf	0.46
MC	4.78
DISEÑO EN SECO	

MATERIAL	280 IP CA - PENETRON				
	PESO SSS Wsss	PESO Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
Cemento YURA					
Tipo IP	360.00	0.13	360.00	360.00	360.00 kg
Agua	183.00	0.18	183.00	195.73	195.73 lt
Arena	819.28	0.32	801.25	812.63	812.63 kg
Piedra 3/4" Huso	1020.83	0.37	1013.73	1014.74	1014.74 kg
Neoplast 8500 HP	1.03	0.00	1.03	1.03	1026.00 g
Euco WR 75	1.08	0.00	1.08	1.08	1080.00 g
Penetron	3.60	0.00	3.60	3.60	3600.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto	350 IOP CA - PENETRON
	350 IOP CA - PENETRON
FC	390
a/c	0.45
rf	0.46
MC	4.78
DISEÑO EN SECO	

MATERIAL	350 IOP CA - PENETRON				
	PESO SSS Wsss	PESO Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
Cemento YURA					
Tipo IP	390.00	0.14	390.00	390.00	390.00 kg
Agua	176.00	0.18	176.00	188.67	188.67 lt
Arena	814.92	0.31	796.99	808.31	808.31 kg
Piedra 3/4" Huso	1015.40	0.37	1008.34	1009.35	1009.35 kg
Neoplast 8500 HP	1.19	0.00	1.19	1.19	1189.50 g
Euco WR 75	0.98	0.00	0.98	0.98	975.00 g
Penetron	3.90	0.00	3.90	3.90	3900.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto **210 HE SA**

210 HE SA

FC	320
a/c	0.63
rf	0.47
MC	4.74

DISEÑO EN SECO

210 HE SA

MATERIAL

	PESO SSS		PESO	PESO	TANDA	
	Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	320.00	0.11	320.00	320.00	320.00	kg
Agua	200.00	0.20	200.00	211.11	211.11	lt
Arena	835.87	0.32	817.48	830.72	830.72	kg
Piedra 3/4" Huso	1000.47	0.36	993.51	994.51	994.51	kg
Neoplast 8500 HP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g
Euco WR 75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto **280 HE SA**

280 HE SA

FC	345
a/c	0.63
rf	0.47
MC	4.74

DISEÑO EN SECO

280 HE SA

MATERIAL

	PESO SSS		PESO	PESO	TANDA	
	Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	345.00	0.12	345.00	345.00	345.00	kg
Agua	208.00	0.21	208.00	218.91	218.91	lt
Arena	820.45	0.32	802.40	815.40	815.40	kg
Piedra 3/4" Huso	982.01	0.36	975.18	976.16	976.16	kg
Neoplast 8500 HP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g
Euco WR 75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto **350 HE SA**

	350 HE SA
FC	385
a/c	0.63
rf	0.47
MC	4.74

DISEÑO EN SECO

350 HE SA

MATERIAL

	PESO SSS		PESO	PESO	TANDA	
	Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	385.00	0.13	385.00	385.00	385.00	kg
Agua	218.00	0.22	218.00	228.52	228.52	lt
Arena	791.67	0.31	774.25	786.79	786.79	kg
Piedra 3/4" Huso	947.56	0.34	940.97	941.92	941.92	kg
Neoplast 8500 HP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g
Euco WR 75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto **210 HE CA**

	210 HE CA
FC	265
a/c	0.68
rf	0.49
MC	4.66

DISEÑO EN SECO

210 HE CA

MATERIAL

	PESO SSS		PESO	PESO	TANDA	
	Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	265.00	0.09	265.00	265.00	265.00	kg
Agua	180.00	0.18	180.00	189.67	189.67	lt
Arena	923.58	0.36	903.26	919.79	919.79	kg
Piedra 3/4" Huso	1020.31	0.37	1013.22	1014.44	1014.44	kg
Neoplast 8500 HP	0.93	0.00	0.93	0.93	927.50	g
Euco WR 75	0.80	0.00	0.80	0.80	795.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto **280 HE CA**

280 HE CA

FC	335
a/c	0.55
rf	0.46
MC	4.78

DISEÑO EN SECO

280 HE CA

MATERIAL

	PESO SSS		PESO	PESO	TANDA	
	Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	335.00	0.11	335.00	335.00	335.00	kg
Agua	184.00	0.18	184.00	193.40	193.40	lt
Arena	833.45	0.32	815.11	830.02	830.02	kg
Piedra 3/4" Huso	1038.48	0.38	1031.26	1032.50	1032.50	kg
Neoplast 8500 HP	1.07	0.00	1.07	1.07	1072.00	g
Euco WR 75	1.01	0.00	1.01	1.01	1005.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto **350 HE CA**

350 HE CA

FC	350
a/c	0.53
rf	0.45
MC	4.82

DISEÑO EN SECO

350 HE CA

MATERIAL

	PESO SSS		PESO	PESO	TANDA	
	Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	350.00	0.12	350.00	350.00	350.00	kg
Agua	184.00	0.18	184.00	193.37	193.37	lt
Arena	809.27	0.31	791.46	805.94	805.94	kg
Piedra 3/4" Huso	1049.85	0.38	1042.55	1043.80	1043.80	kg
Neoplast 8500 HP	1.12	0.00	1.12	1.12	1120.00	g
Euco WR 75	1.05	0.00	1.05	1.05	1050.00	g
Penetron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		210 HE PEN
		210 HE PEN
FC		265
a/c		0.68
rf		0.49
MC		4.66
DISEÑO EN SECO		

		210 HE PEN				
MATERIAL			PESO SSS	PESO	PESO	TANDA
	Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	265.00	0.09	265.00	265.00	265.00	kg
Agua	180.00	0.18	180.00	191.77	191.77	lt
Arena	923.58	0.36	903.26	917.89	917.89	kg
Piedra 3/4" Huso	1020.31	0.37	1013.22	1014.23	1014.23	kg
Neoplast 8500 HP	0.93	0.00	0.93	0.93	927.50	g
Euco WR 75	0.80	0.00	0.80	0.80	795.00	g
Penetron	2.65	0.00	2.65	2.65	2650.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		280 HE PEN
		280 HE PEN
FC		335
a/c		0.55
rf		0.46
MC		4.78
DISEÑO EN SECO		

		280 HE PEN				
MATERIAL			PESO SSS	PESO	PESO	TANDA
	Wsss	Vsss	SECO	HUMEDO	1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	335.00	0.11	335.00	335.00	335.00	kg
Agua	184.00	0.18	184.00	195.32	195.32	lt
Arena	833.45	0.32	815.11	828.31	828.31	kg
Piedra 3/4" Huso	1038.48	0.38	1031.26	1032.29	1032.29	kg
Neoplast 8500 HP	1.07	0.00	1.07	1.07	1072.00	g
Euco WR 75	1.01	0.00	1.01	1.01	1005.00	g
Penetron	3.35	0.00	3.35	3.35	3350.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		350 HE PEN
		350 HE PEN
FC		350
a/c		0.53
rf		0.45
MC		4.82
DISEÑO EN SECO		

		350 HE PEN				
MATERIAL						
		PESO SSS Wsss	Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
Cemento YURA						
Tipo IP		350.00	0.12	350.00	350.00	350.00 kg
Agua		184.00	0.18	184.00	195.24	195.24 lt
Arena		809.27	0.31	791.46	804.28	804.28 kg
Piedra 3/4" Huso		1049.85	0.38	1042.55	1043.59	1043.59 kg
Neoplast 8500 HP		1.12	0.00	1.12	1.12	1120.00 g
Euco WR 75		1.05	0.00	1.05	1.05	1050.00 g
Penetron		3.50	0.00	3.50	3.50	3500.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		210 I SA
		210 I SA
FC		340
a/c		0.63
rf		0.47
MC		4.74
DISEÑO EN SECO		

		210 I SA				
MATERIAL						
		PESO SSS Wsss	Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
Cemento YURA						
Tipo IP		340.00	0.11	340.00	340.00	340.00 kg
Agua		210.00	0.21	210.00	222.65	222.65 lt
Arena		829.54	0.32	811.28	822.80	822.80 kg
Piedra 3/4" Huso		992.88	0.36	985.98	986.97	986.97 kg
Neoplast 8500 HP		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g
Euco WR 75		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		280 I SA
		280 I SA
FC	360	
a/c	0.63	
rf	0.47	
MC	4.74	
DISEÑO EN SECO		

MATERIAL		280 I SA				
		PESO SSS Wsss	Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
Cemento YURA						
Tipo IP		360.00	0.11	360.00	360.00	kg
Agua		228.00	0.23	228.00	240.20	lt
Arena		799.88	0.31	782.28	793.39	kg
Piedra 3/4" Huso		957.39	0.35	950.74	951.69	kg
Neoplast 8500 HP		0.00	0.00	0.00	0.00	g
Euco WR 75		0.00	0.00	0.00	0.00	g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		350 I SA
		350 I SA
FC	385	
a/c	0.63	
rf	0.47	
MC	4.74	
DISEÑO EN SECO		

MATERIAL		350 I SA				
		PESO SSS Wsss	Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
Cemento YURA						
Tipo IP		385.00	0.12	385.00	385.00	kg
Agua		226.00	0.23	226.00	238.09	lt
Arena		792.63	0.31	775.19	786.20	kg
Piedra 3/4" Huso		948.71	0.35	942.11	943.06	kg
Neoplast 8500 HP		0.00	0.00	0.00	0.00	g
Euco WR 75		0.00	0.00	0.00	0.00	g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		210 I CA
		210 I CA
FC		245
a/c		0.63
rf		0.48
MC		4.70
DISEÑO EN SECO		

		210 I CA				
MATERIAL		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
		Wsss	Vsss			
Cemento YURA						
Tipo IP		245.00	0.08	245.00	245.00	245.00 kg
Agua		165.00	0.17	165.00	176.15	176.15 lt
Arena		938.95	0.36	918.29	933.16	933.16 kg
Piedra 3/4" Huso		1079.66	0.39	1072.16	1074.30	1074.30 kg
Neoplast 8500 HP		0.86	0.00	0.86	0.86	857.50 g
Euco WR 75		0.74	0.00	0.74	0.74	735.00 g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		280 I CA
		280 I CA
FC		300
a/c		0.63
rf		0.47
MC		4.74
DISEÑO EN SECO		

		280 I CA				
MATERIAL		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
		Wsss	Vsss			
Cemento YURA						
Tipo IP		300.00	0.10	300.00	300.00	300.00 kg
Agua		176.00	0.18	176.00	186.70	186.70 lt
Arena		884.30	0.34	864.84	878.85	878.85 kg
Piedra 3/4" Huso		1058.43	0.39	1051.08	1053.18	1053.18 kg
Neoplast 8500 HP		1.05	0.00	1.05	1.05	1050.00 g
Euco WR 75		0.90	0.00	0.90	0.90	900.00 g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		350 I CA
		350 I CA
FC		330
a/c		0.63
rf		0.47
MC		4.74
DISEÑO EN SECO		

		350 I CA				
MATERIAL		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
		Wsss	Vsss			
Cemento YURA						
Tipo IP		330.00	0.11	330.00	330.00	330.00 kg
Agua		178.00	0.18	178.00	188.53	188.53 lt
Arena		870.03	0.34	850.89	864.67	864.67 kg
Piedra 3/4" Huso		1041.35	0.38	1034.11	1036.18	1036.18 kg
Neoplast 8500 HP		1.16	0.00	1.16	1.16	1155.00 g
Euco WR 75		0.99	0.00	0.99	0.99	990.00 g
Penetron		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		210 I PEN
		210 I PEN
FC		245
a/c		0.63
rf		0.47
MC		4.74
DISEÑO EN SECO		

		210 I PEN				
MATERIAL		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000
		Wsss	Vsss			
Cemento YURA						
Tipo IP		245.00	0.08	245.00	245.00	245.00 kg
Agua		165.00	0.17	165.00	179.65	179.65 lt
Arena		919.36	0.36	899.13	911.27	911.27 kg
Piedra 3/4" Huso		1100.40	0.40	1092.75	1093.84	1093.84 kg
Neoplast 8500 HP		0.88	0.00	0.88	0.88	882.00 g
Euco WR 75		0.74	0.00	0.74	0.74	735.00 g
Penetron		2.45	0.00	2.45	2.45	2450.00 g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		280 I PEN
		280 I PEN
FC		300
a/c		0.63
rf		0.47
MC		4.74
DISEÑO EN SECO		

MATERIAL	280 I PEN					
	PESO SSS Wsss	Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	300.00	0.10	300.00	300.00	300.00	kg
Agua	176.00	0.18	176.00	190.09	190.09	lt
Arena	884.31	0.34	864.85	876.52	876.52	kg
Piedra 3/4" Huso	1058.44	0.39	1051.08	1052.13	1052.13	kg
Neoplast 8500 HP	0.99	0.00	0.99	0.99	990.00	g
Euco WR 75	0.96	0.00	0.96	0.96	960.00	g
Penetron	3.00	0.00	3.00	3.00	3000.00	g

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Características del Concreto		350 I PEN
		350 I PEN
FC		330
a/c		0.63
rf		0.48
MC		4.70
DISEÑO EN SECO		

MATERIAL	350 I PEN					
	PESO SSS Wsss	Vsss	PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA 1.000	
Cemento YURA						
Tipo IP	330.00	0.11	330.00	330.00	330.00	kg
Agua	178.00	0.18	178.00	191.91	191.91	lt
Arena	888.54	0.34	868.99	880.72	880.72	kg
Piedra 3/4" Huso	1021.70	0.37	1014.60	1015.62	1015.62	kg
Neoplast 8500 HP	1.16	0.00	1.16	1.16	1155.00	g
Euco WR 75	0.99	0.00	0.99	0.99	990.00	g
Penetron	3.30	0.00	3.30	3.30	3300.00	g

ANEXO 2

FICHAS TECNICAS

Cemento Tipo Ip



DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

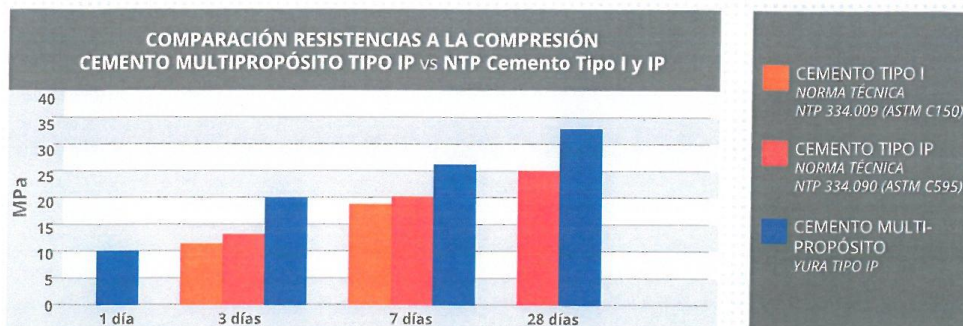
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS		CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595	
REQUISITOS QUÍMICOS					
MgO (%)		1.5 a 2.4		6.00 Máx.	
SO ₃ (%)		1.5 a 2.3		4.00 Máx.	
Pérdida por ignición (%)		1.5 a 3.8		5.00 Máx.	
REQUISITOS FÍSICOS					
Peso específico (gr/cm3)		2.77 a 2.85		-	
Expansión en autoclave (%)		-0.05 a 0.03		-0.20 a 0.80	
Fraguado Vicat inicial (minutos)		170 a 270		45 a 420	
Contenido de aire		2.5 a 8.0		12 Máx	
Resistencia a la compresión		Kgf/cm2	MPa	Kgf/cm2	MPa
1 día		80 a 104	7.8 a 10.2	-	-
3 días		175 a 200	17.1 a 19.6	133 Mín.	13
7 días		225 a 260	22.0 a 25.4	204 Mín.	20
28 días		306 a 350	30.0 a 34.3	255 Mín.	25
Resistencia a los sulfatos		%		%	
% Expansión a los 6 meses		< 0.021%		0.05 Máx	
% Expansión a 1 año		< 0.023%		0.10 Máx	

YURA

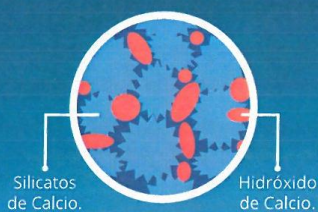
FICHA TÉCNICA / Versión 2017

YURA

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS

PROPIEDADES
1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

Los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

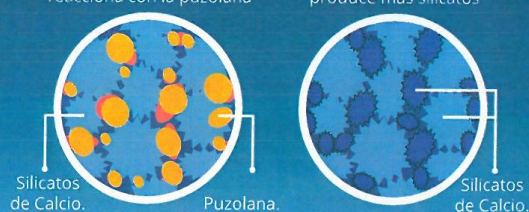
CON CEMENTO TIPO I


El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25 % es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

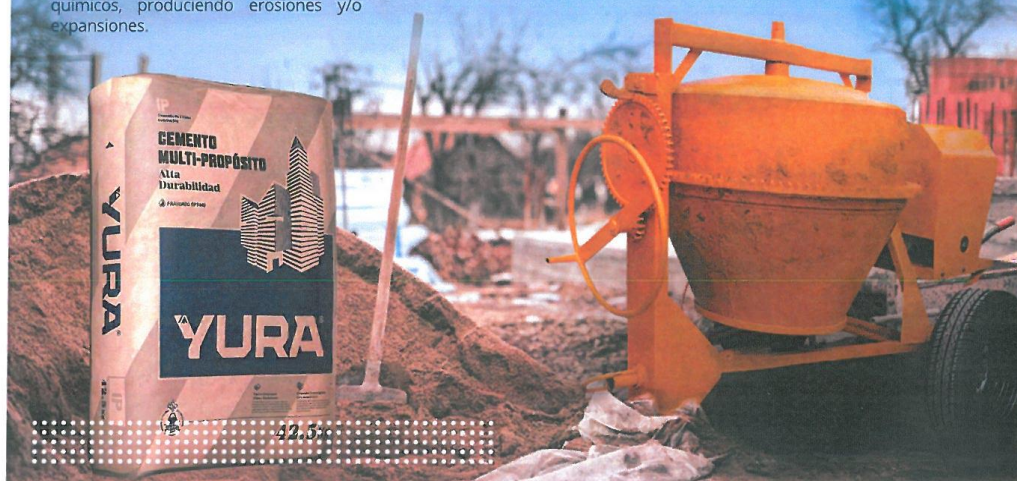
CON CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP

Hidróxido de calcio reacciona con la puzolana

Reacción puzolánica produce más silicatos



La puzolana que contiene el cemento MULTI-PROPÓSITO YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



FICHA TÉCNICA / Versión 2017

YURA

2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.



3 MAYOR IMPERMEABILIDAD

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los aluminosilicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento, disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

4 REDUCE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali - agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos.

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor consumo energético.

- Cemento fabricado con menor emisión de CO₂.



Botas
Impermeables



Protección
Respiratoria



Guantes
Impermeables



Protección
Ocular

FICHA TÉCNICA / Versión 2017

YURA

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.



PRESENTACIONES DISPONIBLES

Bolsas 25 Kg	Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
Bolsas 42.5 Kg	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
Big Bag 1.0 TM	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
Big Bag 1.5 TM	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
Granel	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.090	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA CHILENA	NCh 148 Of.68	Cemento Puzolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA AMERICANA	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TYPE IP
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Puzolánico	TIPO P 30
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 490	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA BRASILEÑA	NBR 5736	Cimento Portland pozolánico	TIPO CP IV 32
NORMA COLOMBIANA	NTC 121 - 321	Cemento Portland	TIPO 1

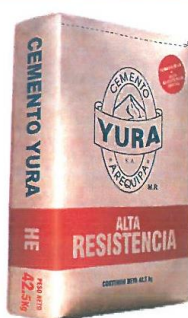
DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

YURA



FICHA TÉCNICA



CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL



DESCRIPCIÓN

El cemento YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL, clasificado como cemento tipo HE según la norma NTP 334.082 (ASTM C 1157), es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más altos estándares de la industria cementera, colaborando con el cuidado del medio ambiente, debido a que en su producción se genera menor cantidad de CO₂ contribuyendo a una reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

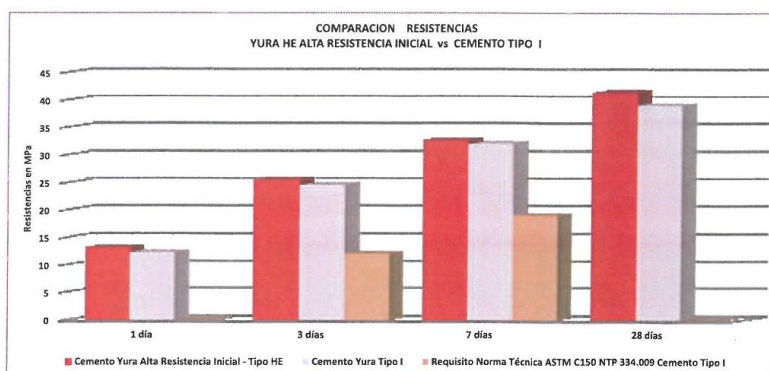
La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	REQUISITOS NORMA TÉCNICA NTP 334.082 ASTM C 1157		DESEMPEÑO CEMENTO YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL - TIPO HE		REQUISITOS NORMA TÉCNICA CEMENTO TIPO I NTP 334.009 / ASTM C 150	
- Superficie específica Blaine (cm ² /g)	-		4400		2600 Mínimo	
- Expansión en autoclave (%)	0.80 Máximo		0.00		0.80 Máximo	
- Fraguado Vitcat Inicial (minutos)	45 Mínimo		170		45 Mínimo	
- Fraguado Vitcat Final (minutos)	420 Máximo		210		375 Máximo	
- Contenido aire Mortero (%)	-		4.50		12.00 Máximo	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	kg-f/cm ²	MPa	kg-f/cm ²	MPa	kg-f/cm ²	MPa
1 día	122	12	135 - 145	13.2 - 14.20	-	-
3 días	244	24	252 - 272	24.7 - 26.67	122	12
7 días	-	-	306 - 366	30.0 - 35.90	194	19
28 días	-	-	410 - 435	40.2 - 42.70	-	-

*EL CEMENTO YURA TIPO HE – ALTA RESISTENCIA INICIAL reemplaza al cemento tipo I, donde esté especificado técnicamente.

EQUIVALENCIA O CARACTERÍSTICAS SIMILARES A OTROS TIPOS DE CEMENTOS



VERSIÓN DICIEMBRE 2013

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 220650
www.yura.com.pe

TIPO HE - ALTA RESISTENCIA INICIAL
TYPE HE - HIGH EARLY STRENGTH

FICHA TÉCNICA



CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL

PROPIEDADES

EL CEMENTO YURA TIPO HE – ALTA RESISTENCIA INICIAL, por su formulación especial, proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia inicial.
- Aumento de impermeabilidad
- Resistencia a los sulfatos
- Resistencia a los cloruros
- Menor calor de hidratación
- Disminuye la reacción nociva alcali-agregado (Según grado de reactividad del agregado)
- Mayor plasticidad y trabajabilidad en concretos.

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor consumo energético.
- Cemento fabricado con menor emisión de CO₂.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Guantes
Impermeables



Protección
Ocular



Botas
Impermeables



Protección
Respiratoria

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

- Bolsas 42.5 Kg Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

EL CEMENTO YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA		DENOMINACIÓN	
Perú	Norma Técnica Peruana	NTP 334.082	CEMENTO PORTLAND	TIPO HE
Chile	Norma Chilena Oficial	NCh 148 Of68	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO	GRADO ALTA RESISTENCIA
USA	Norma Americana	ASTM C1157	PORTLAND CEMENT	TIPO HE
Bolivia	Norma Boliviana	NB-011	CEMENTO PORTLAND CON PUZOLANA	TIPO IP 40
Ecuador	Norma Técnica Ecuatoriana	NTE INEN 2380	CEMENTO HIDRÁULICO	TIPO HE
Colombia	Norma Técnica Colombiana	NTC 121 - 321	CEMENTO PORTLAND	TIPO 1

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el mas antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

VERSIÓN DICIEMBRE 2013

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Díez Canseco N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 220650
www.yura.com.pe

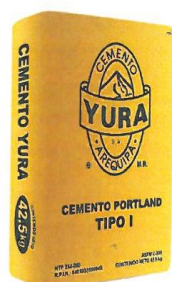
TIPO HE - ALTA RESISTENCIA INICIAL
TYPE HE - HIGH EARLY STRENGTH

VERSIÓN: 2012 - CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I

CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I



DESCRIPCIÓN:



El Cemento Portland Yura Tipo I, es elaborado con Clinker de Alta Calidad y Yeso, molidos industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. Cumple con la norma NTP 334.009 y la ASTM C150.

Su fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001.

USOS Y APLICACIONES

El cemento portland Yura tipo I, puede ser utilizado en todo tipo de construcción, que no requiera de propiedades especiales.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

REQUERIMIENTOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I	NORMA TECNICA NTP 334.009 - ASTM C150
Óxido de Magnesio, MgO, %	2.55	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	2.10	3.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	0.60	3.00 Máximo
Residuo Insoluble, R.I. %	0.55	0.75 Máximo

REQUERIMIENTOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I	NORMA TECNICA NTP 334.009 - ASTM C150
Finura(Superficie Específica - Blaine), cm ² /g	3150	2600 Mínimo
Expansión en Autoclave, %	0.07	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo Vitcat, minutos		
Tiempo de Fraguado (inicial)	140	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	160	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	5.55	12.00 Máximo
Resistencia a la compresión, Kg/cm ²		Mínimo:
01 día	135	-
03 días	240	122.36
07 días	330	193.75
28 días	430	-

EL CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA Y DURABILIDAD

VERSIÓN: 2012 - CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I

CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I



PRESENTACIONES DISPONIBLES

- Bolsa 42.5 kg Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corrientes de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas de altura en 2 pallet de altura.

RECOMENDACION DE SEGURIDAD

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Guantes
Impermeables



Protección
Ocular



Botas
Impermeables



Protección
Respiratoria

EL CEMENTO DE **ALTA RESISTENCIA** Y DURABILIDAD

Neoplast 8500 HP

SUPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO



una empresa QUICORP



NEOPLAST 8500 HP®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO Y SUPERPLASTIFICANTE SIN RETARDO

DESCRIPCIÓN

NEOPLAST 8500 HP es un aditivo para concreto especialmente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad, reductor de agua de alto rango sin retardo y optimizador de cemento en mezclas de concreto, está diseñado para ser empleado en climas cálidos y fríos.

APLICACIONES PRINCIPALES

- Concreto autocompactados.
- Concreto de baja relaciones agua/cemento.
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto fluido de alto asentamiento.
- Concreto reforzado.

BENEFICIOS

- Produce concreto fluidos sin retardo.
- Permite que el concreto o mortero sea transportado a largas distancias.
- Reduce más de 45% del agua de amasado.
- Reduce la segregación y exudación en el concreto plástico.
- Reduce las fisuras y permeabilidad en el concreto endurecido.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Densidad : 1.10 kg/L
Color : Ámbar oscuro
Apariencia : Líquido

ESPECIFICACIONES /NORMA

El NEOPLAST 8500 HP cumple con la clasificación de la norma NTP 334.088 y ASTM C-494, Tipo F. (*).

Química Suiza Industrial del Perú S.A.
T +51-1 710 4000 Anexos: 2421 / 1211
ventasconstruccion@qsindustrial.biz
ingenieria.pe@qsindustrial.biz
www.qsindustrial.biz

1

Hoja Técnica / JM
Versión 01-QSI
Enero 2016



una empresa QUICORP



NEOPLAST 8500 HP®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO Y SUPERPLASTIFICANTE SIN RETARDO

INSTRUCCIONES DE USO

NEOPLAST 8500 HP se presenta listo para su uso y debe incorporarse a la mezcla cuando ésta se encuentra húmeda dentro del mezclador, ya sea en la planta o en la obra. Agregue NEOPLAST 8500 HP al agua restante del amasado de la mezcla o directamente. No debe entrar en contacto directo con el cemento seco.

Las variaciones en la pérdida de asentamiento y fraguado están en función a la cantidad usada del aditivo, característica del cemento y el diseño de mezcla elegido.

DOSIFICACIÓN

El NEOPLAST 8500 HP es recomendado usar a una dosificación 0.2– 2.0% por peso del cemento. Se recomienda hacer ensayos previos para establecer la dosis según los requerimientos establecidos en obra.

PRESENTACIÓN

- Tanques 1100 kg
- Cilindro 180 kg
- Balde 20 kg

PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- Se debe proteger el NEOPLAST 8500 HP contra el congelamiento. Nunca agite con aire.
 - Los cambios en los tipos de cemento, agregados y temperatura modifican el desempeño de los aditivos en la mezcla de concreto, variando resultados en el concreto fresco y endurecido.
 - No es compatible con los aditivos base naftalenos.
 - Se debe consultar con nuestros Asesores Técnicos cada vez que se tenga dudas respecto al uso del producto. De esta manera, podrá definir la solución que ofrezca un mejor costo-beneficio a nuestro cliente.
 - EL producto debe almacenarse en su envase original, bien cerrado, bajo techo, en un lugar fresco y seco.
- (*) NEOPLAST 8500 HP clasifica la norma en la dosis de 0.5%.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

NEOPLAST 8500 HP debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 12 meses.

Química Suiza Industrial del Perú S.A.
T +51-1 710 4000 Anexos: 2421 / 1211
ventasconstruccion@qsindustrial.biz
ingenieria.pe@qsindustrial.biz
www.qsindustrial.biz

2

Hoja Técnica / JM
Versión 01-QSI
Enero 2016

Euco WR 75



Química Suiza Industrial
del Perú SA
Av. República de Panamá 2577
Lima 13 - Perú
www.qsindustrial.biz

T (+51-1) 710 4000
F (+51-1) 710 4050



EUCO WR-75

ADITIVO MANTENSOR DE PLASTICIDAD, REDUCTOR DE AGUA CON RETARDO CONTROLADO

DESCRIPCIÓN

EUCO WR-75 es un aditivo líquido a base de polímeros orgánicos, formulado específicamente para obtener una reducción de agua y un excelente desempeño manteniendo el asentamiento por un largo periodo.

APLICACIONES PRINCIPALES

EUCO WR-75 está especialmente recomendado cuando se requiere:

- Elaborar cualquier tipo de concreto en general
- Concreto premezclado
- Concreto colocados en climas cálidos y templados
- Cuando se requiera transporta el concreto a largas distancias.
- Concretos especiales

BENEFICIOS

- Permite transportar la mezcla a larga distancia.
- Mejora la cohesión y reduce la segregación
- Facilita el bombeo y colocación del concreto a distancias largas.
- Proporciona un retardo controlado, dependiendo la dosis empleada.
- Reduce la exudación y contracción del concreto.
- No contiene cloruros ni agentes corrosivos.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Densidad: 1.156 +/- 0.01 g/mL

pH: 7.5 +/- 0.5

Líquido, color incoloro

ESPECIFICACIONES/NORMAS

Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 494 Tipo B.

Versión 01
Agosto 2012

HOJA TÉCNICA



Química Suiza Industrial
del Perú SA
Av. República de Panamá 2577
Lima 13 - Perú
www.qsiindustrial.biz

T (+51-1) 710 4000
F (+51-1) 710 4050



EUCO WR-75

ADITIVO MANTENSOR DE PLASTICIDAD, REDUCTOR DE AGUA CON RETARDO CONTROLADO

INSTRUCCIONES DE USO

Agregue **EUCO WR- 75** al agua restante del amasado de la mezcla o directamente, no debe entrar en contacto directo con el cemento seco, no debe mezclarse con otros aditivo.

Se puede agregar **EUCO WR- 75** manualmente o con dosificadores, es un producto listo para usarse y no requiere agitación o mezclado adicional.

DOSIFICACIÓN

El **EUCO WR-75** es usado a una dosificación 0.1– 0.3% por peso del cemento. Se recomienda hacer ensayos previos para establecer la dosis según los requerimientos.

PRESENTACIÓN

- Cilindro 230 kg
- Baldes 20 kg.

PRECAUSIONES/ RESTRICCIONES

- Se debe proteger el **EUCO WR- 75** contra el congelamiento.
- Se deberá de tener cuidado cuando se aplique en temperaturas de ambiente menores a 15°C ya que puede presentar tiempos de fraguados iniciales y finales prolongados.
- Los cambios en los tipos de cemento, agregados y temperatura modifican el desempeño de los aditivos en la mezcla de concreto, variando resultados en el concreto fresco y endurecido.
- Se debe consultar con nuestros Asesores Técnicos cada vez que se tenga dudas respecto al uso del producto. De esta manera, podrá definir la solución que ofrezca un mejor costo-beneficio a nuestro cliente.
- EL producto debe almacenarse en su envase original, bien cerrado, bajo techo, en un lugar fresco y seco.
- No utilice aire para su agitación.

Vida útil: 12 meses

Versión 01
Agosto 2012

HOJA TÉCNICA

Penetron Admix



FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO

ICS PENETRON INTERNATIONAL, LTD. 45 Research Way, Suite 203 East Setauket, NY 11733
+1(631) 941-9700 info@penetron.com

PENETRON ADMIX®

DESCRIPCIÓN

PENETRON ADMIX (impermeabilización integral por cristalización) se añade a la mezcla de concreto en el momento de su fabricación. PENETRON ADMIX se compone de cemento portland, arena de sílice muy bien tratada y compuestos químicos activos. Estas sustancias químicas activas reaccionan con la humedad del concreto fresco y con los subproductos de la hidratación del cemento que causa una reacción catalítica, lo que genera la formación de cristales insolubles a lo largo de los poros y capilares del concreto. De este modo, el concreto queda sellado permanentemente y evita la penetración del agua y de otros líquidos desde cualquier dirección, además queda protegido contra el deterioro causado por condiciones ambientales adversas.

NOTA: PENETRON ADMIX ha sido especialmente formulado para satisfacer diversos proyectos y diferentes condiciones de temperatura (vea tiempo de fraguado y resistencia). Consulte con un representante técnico de Penetron para asegurar el uso adecuado de PENETRON ADMIX en su proyecto.

RECOMENDADO PARA

- ▶ Depósitos de agua potable
- ▶ Plantas de tratamiento de agua y plantas de aguas residuales
- ▶ Estructuras de contención secundaria
- ▶ Túneles y Sistemas de metro
- ▶ Bóvedas Subterráneas
- ▶ Cimentaciones
- ▶ Estructuras de Parquaderos
- ▶ Piscinas
- ▶ Pre-fabricados

VENTAJAS

- ▶ Resiste presiones hidrostáticas extremas ya sea en la cara positiva o negativa de la superficie.
- ▶ Se convierte en parte integral del concreto
- ▶ Es altamente resistente a productos químicos agresivos

- ▶ Puede sellar grietas de hasta 0,4 mm (1/64 pulgadas)
- ▶ Permite que el concreto respire
- ▶ No es tóxico
- ▶ Es menos costoso de aplicar que la mayoría de los otros métodos, ni requiere mano de obra para su uso
- ▶ Permanece activo durante toda la vida útil de la estructura
- ▶ Es añadido al concreto en el momento de la mezcla, por lo tanto no se ve influenciado por las condiciones ambientales
- ▶ Aumenta la flexibilidad en la programación de la construcción

INSTRUCCIONES DE USO

Dosificación: PENETRON ADMIX se dosifica al 0,8% del peso de cemento. Consulte con el Departamento Técnico de Penetron para asesoría con el fin de determinar el rango de dosis adecuada y para obtener mayor información acerca del incremento en la resistencia química, rendimiento óptimo del concreto, o para conocer los requisitos específicos y disposiciones de su proyecto.

Mezcla: PENETRON ADMIX se debe añadir al concreto al tiempo de ser procesado. LA SECUENCIA DE PROCEDIMIENTOS DE ADICIÓN VARIARÁ DE ACUERDO AL TIPO DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE MEZCLADO Y EQUIPAMIENTO. A CONTINUACIÓN SE INDICAN ALGUNAS DIRECTRICES DE MEZCLA TÍPICAS.

1. Planta de producción – Operación en seco: Agregue PENETRON ADMIX en forma de polvo al tambor del camión mezclador. Agregue un 60% - 70% del agua requerida, junto con 136-227 kg (300-500 libras) de agregado. Mezcle los materiales durante 2-3 minutos para asegurar que PENETRON ADMIX se ha distribuido homogéneamente en toda la mezcla. Agregue el resto de los materiales de acuerdo a las prácticas convencionales.

2. . Planta de producción – Operación de mezclado: Mezcle PENETRON ADMIX con agua para formar una lechada muy fina (por ejemplo, 18 kg (40 libras) de polvo mezclado con 22,7 l (6 galones) de agua. Vierta la cantidad requerida del material en el tambor de la mixer. Los agregados, cemento y agua deben ser procesados y mezclados en la

THE PENETRON® SYSTEM

TOTAL CONCRETE PROTECTION™

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO

PENETRON ADMIX®

planta de conformidad con las prácticas estándares (teniendo en cuenta la cantidad de agua que ya se ha añadido para alistar la mezcla que se encuentra en la mixer). Vierta el concreto en el camión y mezcle durante al menos 5 minutos para asegurar la distribución de PENETRON ADMIX en todo el concreto.

3. Planta de Prefabricados: Añada PENETRON ADMIX a la grava y a la arena. A continuación, mezcle bien durante 2-3 minutos antes de agregar el cemento y el agua. La masa total del concreto debe ser mezclada utilizando las prácticas estándares.

NOTA: Es importante obtener una mezcla homogénea de PENETRON ADMIX con el concreto. Por lo tanto, no añada directamente PENETRON ADMIX en polvo seco al concreto húmedo esto puede causar aglutinación y la dispersión no ocurrirá. Para mayor información sobre el uso adecuado de PENETRON ADMIX para un proyecto específico, consulte con un representante técnico de ICS Penetron International.

EMPAQUE

PENETRON ADMIX está disponible en bolsas de 18 kg (40 libras), baldes de 25 kg (55 libras). Para grandes proyectos, los envases personalizados están disponibles.

ALMACENAMIENTO

Los productos Penetron deben ser almacenados en seco a una temperatura mínima de 7°C (45°F). La vida útil es de un año cuando esta almacenado en condiciones adecuadas.

SOPORTE TÉCNICO

Para obtener más instrucciones, métodos alternativos de aplicación, o información relativa a la compatibilidad de Penetron con respecto a otros productos o tecnologías, contáctese con el Departamento Técnico de ICS Penetron International, Ltd. o con su representante local.

DATOS TÉCNICOS

Tiempo de fraguado y resistencia: El tiempo de fraguado del concreto se ve afectado por la composición química y física de los ingredientes, la temperatura del concreto y las condiciones climáticas. El tiempo de fraguado puede retardarse

cuando se está usando PENETRON ADMIX. La influencia en el retardo dependerá del diseño de la mezcla de concreto y el rango de la dosis de PENETRON ADMIX. Sin embargo, en condiciones normales, PENETRON ADMIX proporcionará el tiempo de fraguado esperado. El Concreto que contiene PENETRON ADMIX podrá desarrollar mayor resistencia que una mezcla simple de concreto. Se deben realizar mezclas de prueba bajo las condiciones en las que se llevará a cabo el proyecto para determinar el tiempo de fraguado y la resistencia final del concreto.

Limitaciones: Cuando es añadido PENETRON ADMIX, la temperatura de la mezcla del concreto debe estar por encima de los 4°C (40°F).

PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD

PENETRON ADMIX es alcalino. Al ser un polvo o mezcla de tipo cementicio puede causar irritación significativa en la piel o los ojos. Las indicaciones para el tratamiento de estos problemas están claramente detalladas en todos los envases de Penetron. ICS Penetron International Ltd también mantiene completa y actualizada las fichas de datos de seguridad de todos sus productos. Cada ficha contiene la información de las precauciones de salud y seguridad para la protección de sus empleados y clientes. Contáctese con ICS Penetron International Ltd o con su representante local para obtener copias de las fichas de seguridad antes del almacenamiento de los productos o su uso.

GARANTÍA

ICS PENETRON INTERNACIONAL LTD. garantiza que los productos fabricados por la misma deberán estar libres de defectos de material y se ajustarán a las normas de formulación y contienen todos los componentes en la proporción adecuada. Si alguno de los productos estuviera defectuoso la responsabilidad de ICS PENETRON INTERNACIONAL LTD. se limitará a la sustitución del material siempre y cuando sea demostrado que está defectuoso y en ningún caso seremos responsables por daños incidentales o consiguientes.

ICS PENETRON INTERNACIONAL LTD. NO GARANTIZA LA COMERCIALIZACIÓN O APTITUD PARA UN PROPÓSITO EN PARTICULAR, ESTA GARANTÍA ES EN LUGAR DE TODAS LAS DEMÁS GARANTÍAS IMPLÍCITAS O EXPLÍCITAS.

El usuario determinará la idoneidad del producto para su uso específico y asume todos los riesgos y la responsabilidad en relación a ellos.

THE PENETRON® SYSTEM

TOTAL CONCRETE PROTECTION™

ANEXO 3

NORMAS PARA ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO

Norma ASTM C1012



Designation: C 1012 – 04

Standard Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution¹

This standard is issued under the fixed designation C 1012; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ε) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of length change of mortar bars immersed in a sulfate solution. Mortar bars made using mortar described in Test Method C 109/ C 109M are cured until they attain a compressive strength of 20.0 ± 1.0 MPa (3000 ± 150 psi), as measured using cubes made of the same mortar, before the bars are immersed.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values shown in parentheses are for information purposes only.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:²

- C 109/ C 109M Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50mm] Cube Specimens)
- C 114 Test Method for Chemical Analysis of Hydraulic Cement
- C 150 Specification for Portland Cement
- C 157/ C 157M Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement, Mortar, and Concrete
- C 215 Test Method for Fundamental Transverse, Longitudinal, and Torsional Frequencies of Concrete Specimens
- C 305 Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency
- C 348 Test Method for Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortars
- C 349 Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using Portions of Prisms Broken in Flexure)

C 452 Test Method for Potential Expansion of Portland-Cement Mortars Exposed to Sulfate

C 490 Practice for Use of Apparatus for the Determination of Length Change of Hardened Cement Paste, Mortar, and Concrete

C 511 Specification for Mixing Rooms, Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes

C 595 Specification for Blended Hydraulic Cements

C 597 Test Method for Pulse Velocity Through Concrete

C 618 Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete

C 684 Test Method for Making, Accelerated Curing, and Testing Concrete Compression Test Specimens

C 778 Specification for Standard Sand

C 917 Test Method for Evaluation of Cement Strength Uniformity From a Single Source

C 989 Specification for Ground Granulated Blast-Furnace Slag for Use in Concrete and Mortars

D 1193 Specification for Reagent Water

E 18 Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials

2.2 American Concrete Institute Reports:

ACI C201-2R-01 Guide to Durable Concrete³

3. Significance and Use

3.1 This test method provides a means of assessing the sulfate resistance of mortars made using portland cement, blends of portland cement with pozzolans or slags, and blended hydraulic cements. Method C 452 is suitable for evaluating portland cements but not blended cements or blends of portland cement with pozzolans or slags.

3.2 The standard exposure solution used in this test method, unless otherwise directed, contains 352 moles of Na_2SO_4 per m^3 (50 g/L). Other sulfate concentrations or other sulfates such as MgSO_4 may be used to simulate the environmental exposure of interest. Further discussion of these and other technical issues is given in the Appendix.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C01 on Cement and is the direct responsibility of Subcommittee C01.29 on Sulfate Resistance.

Current edition approved Jan. 1, 2004. Published February 2004. Originally approved in 1984. Last previous edition approved in 2003 as C 1012 – 03.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ Available from American Concrete Institute (ACI), P.O. Box 9094, Farmington Hills, MI 48333.

 C 1012 – 04

4. Apparatus

4.1 *Mixer*, conforming to the requirements of Practice C 305.

4.2 *Cube Molds*, conforming to the requirements of Test Method C 109/C 109M.

4.3 *Bar Molds*, conforming to the requirements of Specification C 490.

4.4 *Comparator*, conforming to the requirements of Specification C 490.

4.5 *Containers*—The containers in which the bars are immersed shall be corrosion resistant such as plastic, glass, or ceramic. Support the bars so that no end or side of a bar rests against the container. Seal the container with a lid so that the sulfate solution cannot evaporate.

4.6 *Curing Tank*, conforming to the requirements of Test Method C 684.

5. Reagents and Materials

5.1 *Purity of Reagents*—USP or technical grade chemicals may be used, provided it is established that any reagent used is of sufficiently high purity to permit its use without lessening the accuracy of the determination. When tests are made that are expected to produce results that are close to an acceptance-rejection value, it is recommended that reagent grade chemicals be used. Such chemicals shall conform to the specifications of the Committee on Analytical Reagents for the American Chemical Society where such specifications are available.⁴

5.2 *Purity of Water*—Unless otherwise indicated, references to water shall be understood to mean reagent water conforming to Type IV of Specification D 1193.

5.3 *Sodium Sulfate* (Na_2SO_4)—Check the water content by loss on ignition each time the solution is prepared. Any anhydrous or hydrated sodium sulfate may be used if the water content of the salt is checked by loss on ignition and proper corrections made to account for the specified sulfate concentration.

5.4 *Sulfate Solution*—Each litre of solution shall contain 50.0 g of Na_2SO_4 dissolved in 900 mL of water, and shall be diluted with additional distilled or deionized water to obtain 1.0 L of solution. Mix the solution on the day before use, cover, and store at $23.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($73.5 \pm 3.5^\circ\text{F}$). Determine the pH of the solution before use; reject the solution if the pH range is outside 6.0 to 8.0. Maintain the volume proportion of sulfate solution to mortar bars in a storage container at 4.0 ± 0.5 volumes of solution to 1 volume of mortar bars. For mortar bars 1 by 1 by 11¼ in. (volume of 184 mL or 11.25 in.³), this is 645 to 830 mL of solution per mortar bar in the storage container. For mortar bars 25 by 25 by 285 mm (volume 178 mL), this is 625 to 800 mL of solution per mortar bar in the storage container.

5.5 *Materials*:

⁴ *Reagent Chemicals, American Chemical Society Specifications*, American Chemical Society, Washington, DC. For Suggestions on the testing of reagents not listed by the American Chemical Society, see *Annual Standards for Laboratory Chemicals*, BDH Ltd., Poole, Dorset, U.K., and the *United States Pharmacopeia and National Formulary*, U.S. Pharmacopeial Convention, Inc. (USPC), Rockville, MD.

5.5.1 *Graded Standard Sand*, as specified in Specification C 778.

5.5.2 *Stainless Steel Gage Studs*, as specified in Specification C 490.

6. Hazards

6.1 **Warning**—Fresh hydraulic cementitious mixtures are caustic and may cause chemical burns to skin and tissue upon prolonged exposure.⁵

7. Preparing Mortars

7.1 Make mortars as described in Test Method C 109/C 109M, that is, 1 part cement to 2.75 parts of sand by mass. Use a water-cement ratio by mass of 0.485 for all non-air-entraining portland cements and 0.460 for all air-entraining portland cements. Use a water-cement ratio by mass of 0.485 for non-air-entraining portland-pozzolan (IP) and portland-blast furnace slag (IS) cements. For blends of portland cement with a pozzolan or slag, use a water-cement ratio that develops a flow within ± 5 of that of the portland-cement mortar at a water-cement ratio of 0.485.

8. Specimen Molds

8.1 Prepare the specimen molds in accordance with the requirements of Specification C 490 except the interior surfaces of the mold shall be covered with a release agent. A release agent will be acceptable if it serves as a parting agent without affecting the setting of the cement and without leaving any residue that will inhibit the penetration of water into the specimen.

NOTE 1—TFE-fluorocarbon tape complies with the requirements for a mold release agent.

9. Procedure

9.1 *Molding and Initial Curing of Specimens*—Mold the test bars in accordance with Test Method C 157/C 157M. Mold the cubes in accordance with Test Method C 109/C 109M. A set of specimens to test one cement consists of 6 bars and up to 21 cubes (Note 2). Immediately after molding, cover the molds with a rigid steel, glass, or plastic plate, seal the plate to the mold so as to be watertight, and place the mold in the curing tank in water at $35 \pm 3^\circ\text{C}$ ($95 \pm 5^\circ\text{F}$) for $23\frac{1}{2}$ h $\pm$ 30 min, as in Test Method C 684, Procedure A (Warm-Water Method). Place the sealed molds in the curing tank with the bottom of the bars as cast down, that is, in the same relative position in which the bars were cast. At $23\frac{1}{2}$ h $\pm$ 30 min, remove molds from tank and demold the specimens.

NOTE 2—The set of cubes consists of 21 cubes to be tested as described herein when significant information on the strength development rate is not available. When information is available (as for example, from the use of the procedures of Test Method C 917) that would justify making fewer cubes, only those needed to confirm the time the mortar achieves 20.0 ± 1.0 MPa (3000 ± 150 psi) are needed.

9.2 *Subsequent Curing and Preparation for Test*—After demolding, store all bars and cubes, except the two to be

⁵ See *Manual of Cement Testing*, Section on Safety, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.01.

 C 1012 – 04

broken, in a curing tank of saturated limewater at $23.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($73.5 \pm 3.5^\circ\text{F}$). Break two cubes in compression in accordance with Test Method C 109/C 109M after demolding when the specimens have cooled to ambient temperature under moist cloths. If the mean strength of the two cubes is 20 MPa (2850 psi) or more, observe and record comparator readings in accordance with Specification C 490 and as prescribed in the section on Measurements of Length Change and place all the bars in the sulfate solution. If 20 MPa (2850 psi) is not achieved, store the demolded cubes and mortar bars in the curing tank and test additional cubes. Predict from the first two cubes when a compressive strength of at least 20 MPa (2850 psi) will be reached. Verify the prediction, and at that time observe and record comparator readings and place all the bars in the sulfate solution (Note 3). This measurement is designated as the initial length. The storage temperature and test temperature shall be $23.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($73.5 \pm 3.5^\circ\text{F}$).

NOTE 3—If the value for strength at 24 h is less than 20.0 MPa (2850 psi) and additional testing on the same day is not possible, or, is unlikely to yield a value over 20.0 MPa (2850 psi) and the strength is over 21 MPa (3150 psi) when tested early the next day, it is not necessary to remake the batch.

9.3 *Storage of Test Bars during Exposure to Test Solution*—Cover the container of the bars and test solution, and seal it to prevent evaporation from the inside, or dilution with water from the outside. (See Note 4.) The storage temperature and test temperature shall be $23.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($73.5 \pm 3.5^\circ\text{C}$). (See Note 5.)

NOTE 4—Gaffers tape or duct tape has been found to be suitable for sealing the container.

NOTE 5—This is the same temperature and temperature range as that specified for moist rooms in Specification C 511.

9.4 *Measurements of Length Change*—At 1, 2, 3, 4, 8, 13, and 15 weeks after the bars are placed in the sulfate solution, test them for length change using the length comparator in accordance with Specification C 490. Review the data at 15 weeks. Make the subsequent measurements at a minimum of 4, 6, 9, and 12 months. If at any time the rate of change between readings is great, insert other readings as needed to ensure the intervals are short enough to permit observing and reporting the behavior of the bars. If compliance with ACI C201-2R-01 Class 3 exposure is required, measure the bars at 4, 6, 9, 12, 15, and 18 months (Note 6).

NOTE 6—ACI C201-2R-01 requires an 18-month limit for Class 3 exposure.

9.4.1 *Details of Measurement of Bars for Length Change:*

9.4.1.1 Clean the hole in the base of the comparator into which the gage stud on the lower end of the bar fits (this hole tends to collect water and sand and should be cleaned after every reading). Read and record the comparator indication of the length of the reference bar. Take one bar out of immersion, blot the pins, put the bar in the comparator, read, and record the indication. Return the bar to immersion and clean the hole in the base of the comparator. Take out the second bar and treat it in a like manner. Return the second bar to immersion, record the reading, and clean the hole in the base of the comparator. Continue the procedure until all bars have been read, returned

to immersion, and the readings recorded, cleaning the hole in the bottom of the comparator each time. After reading the last bar, clean the hole in the comparator base and read and record the reference-bar indication.

9.4.1.2 When the required strength of the mortar is achieved in accordance with 9.2, store the bars in fresh sulfate solution. At subsequent readings for length change, proceed as described in 9.4.1.1; cleaning the socket in the base of the comparator before reading the reference bar initially and after reading each mortar bar. Record reference bar and mortar bar readings. Read and record the reference bar again after measurement of the last bar. Blot only around the pins (Note 7). Return each bar to the used sulfate solution after reading. When all the bars have been measured, discard the used solution. Rinse the container once with water, pouring out water and debris. Replace the frame holding the bars in the container, fill the container with enough new sulfate solution to immerse bars, and secure the lid on the container.

NOTE 7—The purpose of the minimal blotting of the pins and no blotting of the bars is to avoid drying and shrinkage of the bars. It has been observed that if the pins are blotted, and the bar placed in the comparator and the dial read, and the bar is then wiped gently with a dry cloth, the bar will shrink measurably. Therefore, drying should be minimized.

9.4.2 *Examination of Specimens After Measuring Length Change*—When the bars seem to have behaved in an unusual way or when the test is part of a research study, test the specimens for warping by placing them on a plane surface so that the ends are curved down and the maximum bowing measured. Note cracking (presence, location, type); also note surface deposits, mottling, exudations (nature, thickness, type).

9.5 *Tolerance on Time*—All references to elapsed time in 9.4 are intended to have a tolerance of $\pm 2\%$.

TABLE 1 Maximum Permissible Range of Values

Remaining No. of Specimens	Blended Cements	Portland Cement
3	0.034	0.010
4	0.037	0.011
5	0.039	0.012
6	0.041	0.012

10. Calculation

10.1 Calculate the length change at any age as follows:

$$\Delta L = \frac{L_x - L_i}{L_g} \times 100 \quad (1)$$

where:

ΔL = change in length at x age, %

L_x = comparator reading of specimen at x age—reference bar comparator reading at x age, and

L_i = initial comparator reading of specimen-reference bar comparator reading, at the same time

L_g = nominal gage length, or 250 mm (10 in.) as applicable. (See C 490).

10.2 Calculate length change values for each bar to the nearest 0.001 % and report averages to the nearest 0.01 %.

 C 1012 – 04

11. Report

11.1 Report type of cement, and, if blending material is used, its identification and amount and whether cement and blending material, if used, meet the applicable specifications. Report the initial comparator reading of each bar at the time of immersion in sulfate solution; this is the base value for calculation of length changes. Report the subsequent length changes in percent of base value to the nearest 0.001 % for individual bars and the nearest 0.01 % for averages. Comment on the visual condition of bars at end of the test. With each report of mean length change of bars at a particular age, report number of bars (*n*), standard deviation of length change, and coefficient of variation of length change. Data from at least three bars must be available at any age to constitute a valid test at that age. Depending upon how many remaining specimens there are, the maximum permissible range of the values must not exceed the values of length change in percent in Table 1.

11.2 Report any variation from the procedure outlined in the text as it relates to solution composition, concentration, or temperature, mortar proportions, age, or maturity, and so forth.

12. Precision and Bias

12.1 The precision of this test method has been evaluated by cooperative testing and found to vary with the type of cement studied, hence separate precision statements are given.⁶

12.1.1 *Blended Cements*—The single-operator standard deviation has been found to be 0.010 % for expansions between 0.04 % and 0.07 %. Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on the same blended cement Type IP or IS, should not differ from each other by more than

0.028 %. The multi-laboratory standard deviation has been found to be 0.020 % for expansions between 0.04 %, and 0.07 %. Therefore, results of two properly conducted tests on the same blended cement Type IP or IS in two different laboratories, should not differ from each other by more than 0.056 %.

12.1.2 *Type II Cement*—The single-operator standard deviation has been found to be 0.005 %, for expansions between 0.04 % and 0.07 %. Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on the same cement, should not differ from each other by more than 0.014 %. The multi-laboratory standard deviation has been found to be 0.020 % for expansions between 0.04 % and 0.07 %. Therefore, results of two properly conducted tests on the same cement in two different laboratories, should not differ from each other by more than 0.056 %.

12.1.3 *Type V Cement*—The single-operator standard deviation has been found to be 0.003 % for expansions between 0.04 % and 0.07 %. Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on the same cement, should not differ from each other by more than 0.009 %. The multi-laboratory standard deviation has been found to be 0.010 % for expansions between 0.04 % and 0.07 %. Therefore, results of two properly conducted tests on the same cement in two different laboratories should not differ from each other by more than 0.028 %.

12.2 *Bias*—Since there is no accepted reference material suitable for determining the bias for the procedure in this test method, no statement on bias is being made.

13. Keywords

13.1 acceptability; expansion; fly ash; mortars; pozzolans; precision; search report; slag; sulfate attack; sulfate-resisting cements; tests

⁶ Supporting data have been filed at ASTM International Headquarters and may be obtained by requesting Research Report RR: C01 – 1003.

ANNEX

(Mandatory Information)

A1. Determination of Water Content of Sodium Sulfate

A1.1 Apparatus

A1.1.1 Porcelain crucible, 15mL,

A1.1.2 Oven, drying capable of maintaining $110 \pm 5^\circ\text{C}$

A1.1.3 Desiccator with a good desiccant, such as magnesium perchlorate, or activated alumina. Calcium sulfate treated with a color-change indicator that shows when it has lost its effectiveness is also suitable.

A1.1.4 Balance as described in Section 4 of Test Method C 114.

A1.2 Determining the water content

Determine the mass of approximately 1 g of the sodium sulfate in a tared porcelain crucible to the nearest 0.0001 g. Dry the crucible and its contents for 1 ± 0.25 hour in an oven at a temperature of $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Remove the crucible and its contents from the oven and cool in a desiccator until they are

at room temperature. (See Note A1.1) Record the mass of the crucible and sodium sulfate after heating.

NOTE A1.1—15-30 minutes are usually sufficient. A small Pyrex beaker could be used as long as the mass can accurately be weighed (e.g. 50ml beaker).

A1.3 Calculation

Calculate the water content of the sodium sulfate to the nearest 0.1%:

$$\% \text{ WC} = \frac{(M_i - M_f) \times 100}{M_{ss}} \quad (\text{A1.1})$$

where:

% WC = water content, %

M_i = mass of sodium sulfate + crucible before heating,
g

 C 1012 – 04

M_f = mass of sodium sulfate + crucible after heating, g
 M_{ss} = mass of sodium sulfate before heating, g

Use the % WC to correct the mass of sodium sulfate used in Section 5.4 (see Note A1.2).

NOTE A1.2—Example: Water content was determined to be 5.0 %. Thus, the corrected mass of anhydrous sodium sulfate present would be:

$$\frac{\text{Mass sodium sulfate uncorrected} \times (100 - \% \text{ WC})}{100} \quad (\text{A1.2})$$

or:

$$\frac{50 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \text{H}_2\text{O} \times (100 - 5)}{100} = 47.5 \text{ g} \quad (\text{A1.3})$$

or in reverse:

$$\frac{50 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times 100}{(100 - 5)} = 52.6 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \text{H}_2\text{O} \quad (\text{A1.4})$$

APPENDIX

(Nonmandatory Information)

X1. Technical Background

X1.1 Test Method C 1012 was developed to explore the suitability of a test method for sulfate resistance based on length-change measurements of molded prisms immersed in sulfate solution. This approach was taken after it was established that Test Method C 452, in which the sulfate is added to the mortar as it is mixed, and the prisms stored in fresh water, was not able properly to evaluate sulfate resistance of blended cements and blends of portland cement with pozzolan or slag.

X1.2 This test method has been subjected to two rounds of cooperative testing. The first program involved five cements (Types I, II, and V of Specification C 150, and Types IS and IP of Specification C 595). The test solution contained both sodium sulfate and magnesium sulfate, each in the amount of 0.176 mol/L. A report of this work is available. A paper giving results using this test method has been published (1).⁷ The second program involved eight blends using a Type I and a Type II cement with 50 and 70 % slag, 25 % Class F, and 35 % Class C fly ash (Specification C 618). Two test solutions were used: one contained 0.303 mol/L sodium sulfate and 0.049 % magnesium sulfate; the other contained 0.352 mol/L sodium sulfate only.

X1.3 This test method involves length change of hydraulic-cement mortar bars immersed in a sulfate solution. Mortar bars are placed in the sulfate solution after companion mortar cubes have reached a compressive strength of 20.0 ± 1.0 MPa (3000 ± 150 psi). Attempts to use Test Method C 452 for blended cements and blends of portland cement and slag (Specification C 989) or pozzolan (Specification C 618) with portland cement failed to yield results that correlate with field and laboratory experience where the mortar or concrete developed some maturity prior to being exposed to external sulfate solution (2). Since some blended cements and some blends of slag and pozzolan with portland cement have been successfully used where sulfate resistance was needed, they are tested under circumstances which permit comparisons to be based on results obtained when all the sulfate exposures are begun at equivalent

strength since, in practice, it is likely that the concrete will be at about the same strength when sulfate attack begins regardless of the type of cementitious medium employed. This test method is also applicable for use in evaluating portland cements.

X1.4 The solution of 0.176 mol/L of each of the two sulfates (magnesium and sodium) studied in the first cooperative program, is believed likely to adversely affect blends or blended cements containing slag, due to a magnesium ion (3, 4) attack, this attack being unrelated to sulfate attack. Therefore, this solution should not be used to evaluate such systems unless they are to be exposed in service to attack in which the magnesium ion (Mg^{++}) is present in amounts approaching that of the test solution (4200 ppm).

X1.5 This test method does not simulate the mechanism of sulfate attack by solutions of sulfate compositions other than that used. If evaluation of behavior due to exposure to a given sulfate solution is desired, that solution should be used.

X1.6 The user may therefore modify this test method to use any relevant compositions or concentrations of aggressive solutions, other ages or degrees of maturity as the basis for beginning the exposure, mortars of different proportions, or different or additional means of assessing the influence of the aggressive solution on the specimens. Much work was done using mortar bars of lower strength (higher porosity) in previous cooperative tests sponsored by Committee C01 (5-7). A procedure in which sodium sulfate is kept at constant alkalinity/acidity has been proposed (8). Other methods of assessing the influence of the aggressive solutions that have been used or proposed include (a) change in pulse velocity (Test Method C 597), (b) change in resonant frequency (Test Method C 215), (c) change in compressive strength (Test Methods C 109/C 109M and C 349), (d) change in flexural strength (Test Method C 348), (e) change in mass, and (f) change in hardness (Test Methods E 18).

X1.7 Work reported by Polivka and Brown (9) in 1958 and by Mehta and Polivka in 1975 (10) included tests of concrete exposed to a mixed sulfate solution containing 5 % each of

⁷ The boldface numbers in parentheses refer to the list of references at the end of this test method.

 C 1012 – 04

sodium and magnesium sulfate. Other relevant work is cited in the references (1-19).

X1.8 The second cooperative study used both a mixed sodium/magnesium sulfate solution and a sodium sulfate

solution. Precision of the results and the ranking of the cements did not differ between the solutions. Hence, the simpler test, using sodium sulfate, was selected as the standard.

REFERENCES

- (1) Rosner, J. C., Chehovits, J. G., and Wharburton, R. G., "Sulfate Resistance of Mortars Using Fly Ash as a Partial Replacement for Portland Cement," *Proceedings, Sixth International Conference on Utilization of Fly Ash*, Reno, March 1982.
- (2) Mather, Bryant, "Laboratory Tests of Portland Blast-Furnace Slag Cements," *Journal of the American Concrete Institute*, Proceedings, Vol 54, 1957, pp 205-232.
- (3) Biczok, I. *Concrete Corrosion, Concrete Protection*, Chemical Publishing Company, New York, 1967, p 178.
- (4) Miller, D. G., and Snyder, C. G., "Report on Comparative Short-Time Tests for Sulfate Resistance of 121 Commercial Cements," Report of Committee C-1 on Cement, Appendix III, *Proceedings*, ASTM, Vol 45, 1945, pp 165-194.
- (5) Wolochow, D., "Determination of the Sulfate Resistance of Portland Cement," Report of Committee C-1 on Cement, Appendix, *Proceedings*, ASTM, Vol 52, 1952, pp. 250-363.
- (6) Wolochow, D., "A Lean Mortar Bar Expansion Test for Sulfate Resistance of Portland Cements," Appendix A, *Proceedings*, ASTM, Vol 52, 1952, pp 264-265.
- (7) Mather, Katharine, "Tests and Evaluation of Portland and Blended Cements for Resistance to Sulfate Attack," *ASTM STP 663*, 1978, pp 74-86.
- (8) Mehta, P. K., "Evaluation of Sulfate-Resisting Cements by a New Test Method," *Proceedings of the American Concrete Institute*, Vol 72, Oct. 1975, pp 573-575.
- (9) Polivka, M., and Brown, E. H., "Influence of Various Factors on Sulfate Resistance of Concretes Containing Pozzolan," *Proceedings*, ASTM, Vol 58, 1958, pp 1077-1100.
- (10) Mehta, P. K., and Polivka, M., "Sulfate Resistance of Expansive Cement Concretes," *American Concrete Inst SP-47*, 1975, pp 367-379.
- (11) Regourd, M., "The Action of Sea Water on Cements," *Annales de L'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics*, Vol 329, 1975, pp 86-102.
- (12) Mehta, P. K., and Haynes, H. H., "Durability of Concrete in Sea Water," *Proceedings of the American Society for Civil Engineers*, Vol 101, No. ST 8, 1975, pp 1679-1686.
- (13) Campus, F., "Essais de resistance des Mortiers et Betons à la Mer (1934-1964)," *Silicates Industriel*, Vol 28, 1963, pp 79-88.
- (14) Bakker, R., "On the Cause of Increased Resistance of Concrete Made From Blast Furnace Cement to the Alkali Silica Reaction and to Sulfate Corrosion," (English Translation of doctoral thesis at RWTH 1980), Maastricht, 1981, 144 pp.
- (15) Miller, D. G., and Manson, P. W., "Tests of 106 Commercial Cements for Sulfate Resistance," *Proceedings*, ASTM, Vol 40, 1940, pp 988-1001.
- (16) Lea, F. M., *The Chemistry of Cement and Concrete*, Third Edition, Chemical Publishing Co., Inc., New York, NY, 1970, pp 727.
- (17) Brown, P. W., "An Evaluation of the Sulfate Resistance of Cements in a Controlled Environment," *Cement and Concrete Research*, Vol 11, 1981, pp 719-727.
- (18) Patzias, Terry, "Evaluation of Sulfate Resistance of Hydraulic-Cement Mortars by the ASTM C1012 Test Method. *Concrete Durability*, Katharine and Bryant Mather International Conference, American Concrete Institute SP-100, Vol 2, 1987, pp 2103-2120.
- (19) Patzias, T., "The Development of ASTM C1012 with Recommended Acceptance Limits for Sulfate Resistance of Hydraulic Cement," *Cement, Concrete, and Aggregates, CCA GDP*, Vol 13, No. 1, Summer 1991, pp. 50-57.

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).

UNE EN 12390

norma española

UNE-EN 12390-8

Junio 2001

TÍTULO

Ensayos de hormigón endurecido

Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión

Testing hardened concrete. Part 8: Depth of penetration of water under pressure.

Essai pour béton durci. Partie 8: Profondeur de pénétration d'eau sous pression.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12390-8 de octubre 2000.

OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá a la Norma UNE 83309 EX de junio 1990 antes de 2004-01-01.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 *Hormigón* cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 26597:2001

© AENOR 2001
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

8 Páginas

Grupo 8

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DA CORUÑA

EN 12390-8:2000

- 4 -

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 FUNDAMENTO	6
3 APARATOS	6
4 PROBETAS DE ENSAYO.....	6
5 PROCEDIMIENTO	6
6 RESULTADO DEL ENSAYO.....	7
7 INFORME DEL ENSAYO	7
8 PRECISIÓN	7
Figura 1 – Ejemplo de dispositivo de ensayo	8

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DA CORUÑA

ANTECEDENTES

Esta norma europea ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 104 "Hormigón: prestaciones, producción, puesta en obra y criterios de conformidad", cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea deberá recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de abril de 2001, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de finales de diciembre de 2003.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, los organismos de normalización de los siguientes países están obligados a adoptar esta norma europea: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

Esta norma pertenece a una serie de normas de métodos de ensayo del hormigón.

Está basada en el borrador de Norma Internacional ISO (DIS) 7031 – Ensayos de hormigón endurecido. Determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión.

El uso de esta norma ha sido restringido a los ensayos sobre probetas curadas en agua.

Se han omitido las especificaciones contenidas en el original del proyecto de norma ISO relativas a la determinación de la profundidad media de penetración.

Un borrador de esta norma fue publicado en 1996 para encuesta CEN como prEN 12364. Pertenecía a una serie de normas destinadas al ensayo del hormigón fresco u hormigón endurecido que se numeraron individualmente. Ahora por conveniencia se ha decidido combinar estos proyectos de normas individuales en tres nuevas normas con partes independientes para cada método de ensayo, como se indica a continuación:

- Ensayos de hormigón fresco (EN 12350);
- Ensayos de hormigón endurecido (EN 12390);
- Ensayos del hormigón en estructuras (EN 12504).

Esta serie prEN 12390 incluye las partes siguientes, dándose entre paréntesis los números bajo los que estos métodos de ensayo se publicaron para encuesta CEN:

EN 12390 – Ensayos de hormigón endurecido.

Parte 1: Forma, dimensiones y otros requisitos para probetas y moldes (anteriormente prEN 12356:1996).

Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia (anteriormente prEN 12379:1996).

Parte 3: Resistencia a compresión de probetas de ensayo (anteriormente prEN 12394:1996).

Parte 4: Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo (anteriormente prEN 12390:1996).

Parte 5: Resistencia a flexión de probetas de ensayo (anteriormente prEN 12359:1996).

Parte 6: Rotura por tracción indirecta de probetas de ensayo (anteriormente prEN 12362:1996).

Parte 7: Densidad del hormigón endurecido (anteriormente prEN 12363:1996).

Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión (anteriormente prEN 12364:1996).

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DA CORUÑA

EN 12390-8:2000

- 6 -

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma especifica un método para determinar la profundidad de penetración de agua bajo presión en hormigones endurecidos que han sido curados en agua.

2 FUNDAMENTO

El agua es aplicada bajo presión a la superficie del hormigón endurecido. A continuación se divide la probeta por rotura en dos mitades y se mide la profundidad de penetración del frente de agua.

3 APARATOS

3.1 Equipo de ensayo

El equipo consistirá en cualquier equipo en el que la probeta de ensayo, de dimensiones dadas, se pueda situar de tal manera que la presión del agua pueda actuar sobre la zona de ensayo y se visualice la presión aplicada de forma continua. Un ejemplo de un dispositivo de ensayo se muestra en la figura 1.

NOTA 1 – Es preferible que el aparato permita observar las otras caras de la probeta de ensayo.

NOTA 2 – La presión de agua se puede aplicar a la superficie de la probeta de ensayo ya sea por el fondo o por la parte superior.

Se debe realizar un sellado suficiente con caucho u otro material similar.

Las dimensiones de la zona de ensayo serán aproximadamente la mitad de la longitud del lado o del diámetro de la superficie de la cara de la probeta.

4 PROBETAS DE ENSAYO

Las probetas serán cúbicas, cilíndricas o prismáticas de longitud de lado, o diámetro, no menor de 150 mm.

5 PROCEDIMIENTO

5.1 Preparación de la probeta de ensayo

Inmediatamente después de desmoldar la probeta, se desbasta la superficie de la cara de la probeta que va a estar expuesta a la presión del agua, con un cepillo de púas metálicas

5.2 Aplicación del agua a presión

El ensayo debe comenzar cuando las probeta tengan al menos una edad de 28 días. No aplicar el agua a presión a la cara de acabado de la probeta. La probeta se coloca en el aparato de ensayo y se aplica al agua una presión de (500 ± 50) kPa durante (72 ± 2) h. Durante el ensayo, se observaran periódicamente el estado de las superficies de la probeta de ensayo no expuestas al agua a presión para observar la posible presencia de agua. Si se observaran filtraciones, se reconsiderara la validez del resultado y el hecho será anotado en el informe.

NOTA – El uso de agua de red se considera satisfactorio.

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DA CORUÑA

5.3 Examen de probeta

Después de aplicar la presión durante el tiempo especificado, se retira la probeta del dispositivo de ensayo. Se limpia la cara a la que se aplicó la presión de agua para retirar el exceso de agua. Se rompe la probeta en dos mitades, perpendicularmente a la cara en la que se aplica la presión de agua. Cuando se rompa la probeta, y durante el examen, la cara de la probeta expuesta a la presión de agua se situará en el fondo. Tan pronto como la cara partida se ha secado de forma tal que se puede ver claramente la extensión del frente de penetración de agua, se marca en la probeta dicho frente de penetración. Se mide la profundidad máxima de penetración bajo la superficie de ensayo y se redondea al mm más próximo.

6 RESULTADO DEL ENSAYO

El resultado del ensayo es la profundidad máxima de penetración, redondeada al mm más próximo.

7 INFORME DEL ENSAYO

El informe debe incluir

- a) identificación de la probeta de ensayo;
- b) fecha y hora de realización del ensayo;
- c) descripción de la probeta;
- d) dirección de aplicación del agua a presión con relación a la dirección de hormigonado;
- e) profundidad de penetración máxima, en milímetros;
- f) cualquier filtración y consideración sobre la validez de los resultados, (si procede);
- g) cualquier desviación respecto al método de ensayo normalizado;
- h) una declaración de la persona técnicamente responsable de la realización del ensayo de que este fue realizado de acuerdo con esta norma, excepto lo anotado en el punto g).

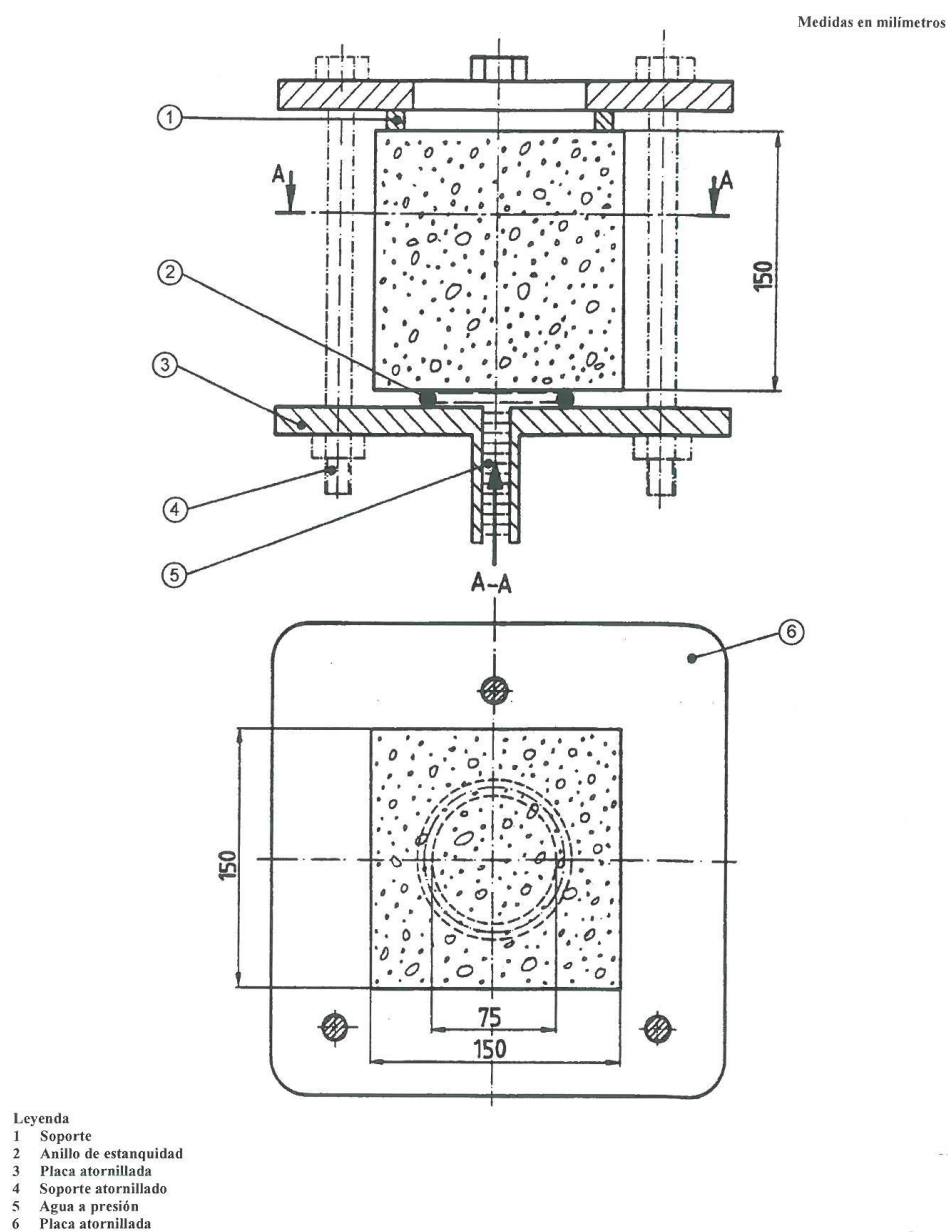
8 PRECISIÓN

No existen datos disponibles sobre la precisión.

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DA CORUÑA

EN 12390-8:2000

- 8 -



AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DA CORUÑA

Norma ASTM C1585



Designation: C 1585 – 04^{ε1}

Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic- Cement Concretes¹

This standard is issued under the fixed designation C 1585; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

^{ε1} Note—A typo in Eq. 1 was corrected editorially in December 2007.

1. Scope

1.1 This test method is used to determine the rate of absorption (sorptivity) of water by hydraulic cement concrete by measuring the increase in the mass of a specimen resulting from absorption of water as a function of time when only one surface of the specimen is exposed to water. The exposed surface of the specimen is immersed in water and water ingress of unsaturated concrete dominated by capillary suction during initial contact with water.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²

C 31/C 31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

C 42/C 42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete

C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C 192/C 192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

C 642 Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete

C 1005 Specification for Reference Masses and Devices for Determining Mass and Volume for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.66 on Concrete's Resistance to Fluid Penetration.

Current edition approved Feb. 1, 2004. Published March 2004.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

3. Terminology

3.1 For definitions of terms used in this standard, refer to Terminology **C 125**.

4. Significance and Use

4.1 The performance of concrete subjected to many aggressive environments is a function, to a large extent, of the penetrability of the pore system. In unsaturated concrete, the rate of ingress of water or other liquids is largely controlled by absorption due to capillary rise. This test method is based on that developed by Hall³ who called the phenomenon "water sorptivity."

4.2 The water absorption of a concrete surface depends on many factors including: (a) concrete mixture proportions; (b) the presence of chemical admixtures and supplementary cementitious materials; (c) the composition and physical characteristics of the cementitious component and of the aggregates; (d) the entrained air content; (e) the type and duration of curing; (f) the degree of hydration or age; (g) the presence of microcracks; (h) the presence of surface treatments such as sealers or form oil; and (i) placement method including consolidation and finishing. Water absorption is also strongly affected by the moisture condition of the concrete at the time of testing.

4.3 This method is intended to determine the susceptibility of an unsaturated concrete to the penetration of water. In general, the rate of absorption of concrete at the surface differs from the rate of absorption of a sample taken from the interior. The exterior surface is often subjected to less than intended curing and is exposed to the most potentially adverse conditions. This test method is used to measure the water absorption rate of both the concrete surface and interior concrete. By drilling a core and cutting it transversely at selected depths, the absorption can be evaluated at different distances from the exposed surface. The core is drilled vertically or horizontally.

4.4 This test method differs from Test Method **C 642** in which the specimens are oven dried, immersed completely in

³ Hall, C., "Water Sorptivity of Mortars and Concretes: A Review," *Magazine of Concrete Research*, Vol. 41, No. 147, June 1989, pp. 51-61.

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

Copyright ASTM International
Provided by IHS under license with ASTM
No reproduction or networking permitted without license from IHS

1
Licensee: Purdue University 6923082001
Not for Resale, 11/24/2009 09:24:44 NST

 C 1585 – 04^{e1}

water at 21 °C, and then boiled under water for 5 h. In this test method, only one surface is exposed to water at room temperature while the other surfaces are sealed simulating water absorption in a member that is in contact with water on one side only. Test Method C 642, on the other hand, is used to estimate the maximum amount of water that can be absorbed by a dry specimen and therefore provides a measure of the total, water permeable pore space.

5. Apparatus

5.1 *Pan*, a watertight polyethylene or other corrosion-resistant pan large enough to accommodate the test specimens with the surfaces to be tested exposed to water.

5.2 *Support Device*, rods, pins, or other devices, which are made of materials resistant to corrosion by water or alkaline solutions, and which allow free access of water to the exposed surface of the specimen during testing. Alternatively, the specimens can be supported on several layers of blotting paper or filter papers with a total thickness of at least 1 mm.

5.3 *Top-pan Balance*, complying with Specification C 1005 and with sufficient capacity for the test specimens and accurate to at least ± 0.01 g.

5.4 *Timing Device*, stop watch or other suitable timing device accurate to ± 1 s.

5.5 *Paper Towel or Cloth*, for wiping excess water from specimen surfaces.

5.6 *Water-Cooled Saw*, with diamond impregnated blade to cut test specimens from larger samples.

5.7 *Environmental Chamber*, a chamber allowing for air circulation and able to maintain a temperature of 50 ± 2 °C and a relative humidity at 80 ± 3 %. Alternatively, an oven able to maintain a temperature of 50 ± 2 °C and a dessicator large enough to contain the specimens to be tested is permitted. The relative humidity (RH) is controlled in the dessicator at 80 ± 0.5 % by a saturated solution of potassium bromide. The solubility of potassium bromide is 80.2 g/100 g of water at 50 °C. The solution shall be maintained at the saturation point for the duration of the test. The presence of visible crystals in the solution provides acceptable evidence of saturation.

5.8 *Polyethylene Storage Containers*, with sealable lids, large enough to contain at least one test specimen but not larger than 5 times the specimen volume.

5.9 *Caliper*, to measure the specimen dimensions to the nearest 0.1 mm.

6. Reagents and Materials

6.1 *Potassium Bromide, Reagent Grade*, required if the oven and dessicator system described in 5.7 is used.

6.2 *Sealing Material*, strips of low permeability adhesive sheets, epoxy paint, vinyl electrician's tape, duct tape, or aluminium tape. The material shall not require a curing time longer than 10 minutes.

6.3 *Plastic Bag or Sheeting*, any plastic bag or sheeting that could be attached to the specimen to control evaporation from the surface not exposed to water. An elastic band is required to keep the bag or sheeting in place during the measurements.

7. Test Specimens

7.1 The standard test specimen is a 100 ± 6 mm diameter disc, with a length of 50 ± 3 mm. Specimens are obtained from either molded cylinders according to Practices C 31/C 31M or C 192/C 192M or drilled cores according to Test Method C 42/C 42M. The cross sectional area of a specimen shall not vary more than 1 % from the top to the bottom of the specimen. When cores are taken, they should be marked (see Note 1) so that the surface to be tested relative to the original location in the structure is clearly indicated.

Note 1—The surface to be exposed during testing shall not be marked or otherwise disturbed in such a manner as may modify the absorption rate of the specimen.

7.2 The average test results on at least 2 specimens (Note 2) shall constitute the test result. The test surfaces shall be at the same distance from the original exposed surface of the concrete.

Note 2—Concrete is not a homogeneous material. Also, an exterior surface of a concrete specimen seldom has the same porosity as the interior concrete. Therefore, replicate measurements are taken on specimens from the same depth to reduce the scatter of the data.

8. Sample Conditioning

8.1 Place test specimens in the environmental chamber at a temperature of 50 ± 2 °C and RH of 80 ± 3 % for 3 days. Alternatively, place test specimens in a dessicator inside an oven at a temperature of 50 ± 2 °C for 3 days. If the dessicator is used, control the relative humidity in the dessicator with a saturated solution of potassium bromide (see 5.7), but do not allow test specimens to contact the solution.

Note 3—To control the RH using the potassium bromide solution, the solution should be placed in the bottom of the dessicator, to ensure the largest surface of evaporation possible.

8.2 After the 3 days, place each specimen inside a sealable container (as defined in 5.8). Use a separate container for each specimen. Precautions must be taken to allow free flow of air around the specimen by ensuring minimal contact of the specimen with the walls of the container.

8.3 Store the container at 23 ± 2 °C for at least 15 days before the start of the absorption procedure.

Note 4—Storage in the sealed container for at least 15 days results in equilibration of the moisture distribution within the test specimens and has been found⁴ to provide internal relative humidities of 50 to 70 %. This is similar to the relative humidities found near the surface in some field structures.^{5,6}

9. Procedure

9.1 Remove the specimen from the storage container and record the mass of the conditioned specimen to the nearest 0.01 g before sealing of side surfaces.

⁴ Bentz D. P., Elkin M. A., Fomaris C. E., and Wimpigler J. A., "Service Life Prediction Based on Sorptivity for Highway Concrete Exposed to Sulfate Attack and Freeze-Thaw Conditions," FHWA-RD-01-162, 2001.

⁵ DeSouza S. J., Hooton R. D., and Bickley J. A., "Evaluation of Laboratory Drying Procedures Relevant to Field Conditions for Concrete Sorptivity Measurements," *Cement Concrete Aggr.* 19, (2), Dec 1997, pp. 59-63.

⁶ DeSouza S. J., Hooton R. D., and Bickley J. A., "A Field Test for Evaluating High Performance Concrete Covercrete Quality," *Can J Civil Eng.* 25, (3), Jun 1998, pp. 551-556.

C 1585 – 04¹

9.2 Measure at least four diameters of the specimen at the surface to be exposed to water. Measure the diameters to the nearest 0.1 mm and calculate the average diameter to the nearest 0.1 mm.

9.3 Seal the side surface of each specimen with a suitable sealing material. Seal the end of the specimen that will not be exposed to water using a loosely attached plastic sheet (see 6.2). The plastic sheet can be secured using an elastic band or other equivalent system (see Fig. 1).

9.4 Use the procedure below to determine water absorption as a function of time. Conduct the absorption procedure at $23 \pm 2^\circ\text{C}$ with tap water conditioned to the same temperature.

9.5 Absorption Procedure:

9.5.1 Measure the mass of the sealed specimen to the nearest 0.01 g and record it as the initial mass for water absorption calculations.

9.5.2 Place the support device at the bottom of the pan and fill the pan with tap water so that the water level is 1 to 3 mm above the top of the support device for the duration of the tests.

Note: 5—One method for keeping the water level constant is to install a water filled bottle upside down such that the bottle opening is in contact with the water at the desired level.

9.5.3 Start the timing device and immediately place the test surface of the specimen on the support device (see Fig. 1). Record the time and date of initial contact with water.

9.5.4 Record the mass at the intervals shown in Table 1 after first contact with water. Using the procedure in 9.5.5, the first point shall be at 60 ± 2 s and the second point at $5 \text{ min} \pm 10$ s. Subsequent measurements shall be within ± 2 min of 10 min, 20 min, 30 min, and 60 min. The actual time shall be recorded to within ± 10 s. Continue the measurements every hour, ± 5 min, up to 6 h, from the first contact of the specimen with water and record the time within ± 1 min. After the initial 6 h, take measurements once a day up to 3 days, followed by 3 measurements at least 24 h apart during days 4 to 7; take a

final measurement that is at least 24 h after the measurement at 7 days. The actual time of measurements shall be recorded within ± 1 min. This will result in seven data points for contact time during days 2 through 8. Table 1 gives the target times of measurements and the tolerances for the times.

9.5.5 For each mass determination, remove the test specimen from the pan, stop the timing device if the contact time is less than 10 min, and blot off any surface water with a dampened paper towel or cloth. After blotting to remove excess water, invert the specimen so that the wet surface does not come in contact with the balance pan (to avoid having to dry the balance pan). Within 15 s of removal from the pan, measure the mass to the nearest 0.01 g. Immediately replace the specimen on the support device and restart the timing device.

10. Calculations

10.1 The absorption, I , is the change in mass divided by the product of the cross-sectional area of the test specimen and the density of water. For the purpose of this test, the temperature dependence of the density of water is neglected and a value of 0.001 g/mm^3 is used. The units of I are mm.

$$I = \frac{m_t}{a^2 d} \quad (1)$$

where:

I = the absorption,

m_t = the change in specimen mass in grams, at the time t .

a = the exposed area of the specimen, in mm^2 , and

d = the density of the water in g/mm^3 .

10.2 The initial rate of water absorption ($\text{mm/s}^{1/2}$) is defined as the slope of the line that is the best fit to I plotted against the square root of time ($\text{s}^{1/2}$). Obtain this slope by using least-squares, linear regression analysis of the plot of I versus $\text{time}^{1/2}$. For the regression analysis, use all the points from 1 min to 6 h, excluding points for times after the plot shows a clear change of slope. If the data between 1 min and 6 h do not follow a linear relationship (a correlation coefficient of less

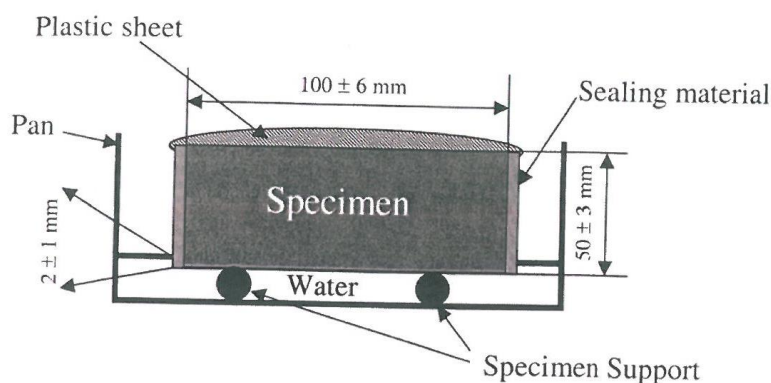


FIG. 1 Schematic of the Procedure

 C 1585 – 04^{e1}

TABLE 1 Times and Tolernaces for the Measurements Schedule

Time	60 s	5 min	10 min	20 min	30 min	60 min	Every hour up to 6 h	Once a day up to 3 days	Day 4 to 7 3 measurements 24 h apart	Day 7 to 9 1 (one) measurement
Tolerance	2 s	10 s	2 min	2 min	2 min	2 min	5 min	2 h	2 h	2 h

than 0.98) and show a systematic curvature, the initial rate of absorption cannot be determined.

Note: 6—Appendix X1 gives an example of absorption data and the results of regression analysis.

10.3 The secondary rate of water absorption ($\text{mm/s}^{1/2}$) is defined as the slope of the line that is the best fit to I plotted against the square root of time ($s^{1/2}$) using all the points from 1 d to 7 d . Use least-square linear regression to determine the slope. If the data between 1 d and 7 d do not follow a linear relationship (a correlation coefficient of less than 0.98) and show a systematic curvature, the secondary rate of water absorption cannot be determined.

11. Report

11.1 Report the following:

11.1.1 Date when concrete was sampled or cast.

11.1.2 Source of sample.

11.1.3 Relevant background information on sample such as mixture proportions, curing history, type of finishing, and age, if available.

11.1.4 Dimensions of specimen before sealing.

11.1.5 Mass of specimen before and after sealing.

11.1.6 A plot of absorption, I , in mm versus square root of time in $s^{1/2}$.

11.1.7 The average initial rate of water absorption calculated to the nearest $0.1 \times 10^{-4} \text{ mm/s}^{1/2}$ and the individual initial absorption rates for the two or more specimens, and

11.1.8 The average secondary rate of water absorption calculated to the nearest $0.1 \times 10^{-4} \text{ mm/s}^{1/2}$ and the individual absorption rates of the two or more specimens tested.

12. Precision and Bias

12.1 *Precision*—The repeatability coefficient of variation has been determined to be 6.0 % in preliminary measurements for the absorption as measured by this test method for a single laboratory and single operator. An interlaboratory program is being organized to develop the repeatability and reproducibility values.

12.2 *Bias*—The test method has no bias because the rate of water absorption determined can only be defined in terms of the test method.

13. Keywords

13.1 concrete; initial rate of water absorption; mortar; rate of absorption; secondary rate of water absorption

APPENDIX

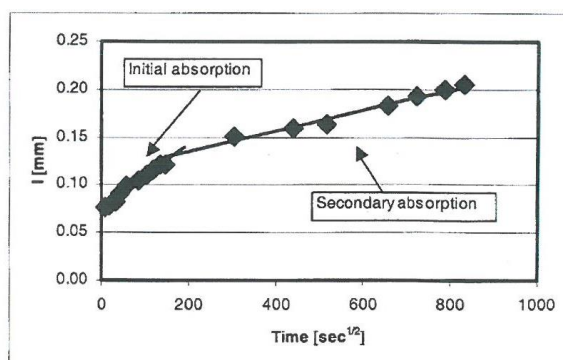
(Nonmandatory Information)

X1. EXAMPLE RATE OF WATER ABSORPTION TEST

C 1585 – 04^{e1}

TABLE X1.1 Example of Data Collected and Calculations

Sample No. F-68			Cast Date: 3/2/99		Test Date: 3/14/00
Sample Conditioning: Cast, steam cured, test face = top surface			Concrete Mixture: Standard mixture I		
Sample Age 378 days			Age at coring: Unknown		
Mass of Conditioned disc: 750.5 g (prior to sealing sides)			Mass after sealing specimen: 761.8 g		
Diameter (mm): 101.6			Exposed Area: 8107 mm ²		
Thickness (mm): 50.8					
Water temp. 20.7°C					
Test Time		$\sqrt{t}$ Time (s ^{1/2})	Mass (g)	Δ Mass (g)	Δ Mass/area/density of water = i (mm)
Days	s				
	0	0	761.83	0.00	0.0000
	60	8	762.45	0.62	0.0765
	360	17	762.46	0.63	0.0777
	600	24	762.48	0.65	0.0802
	1200	35	762.50	0.67	0.0826
	1800	42	762.57	0.74	0.0913
	3600	60	762.63	0.80	0.0987
	7200	85	762.68	0.85	0.1048
	10800	104	762.73	0.90	0.1110
	14400	120	762.77	0.94	0.1159
	18000	134	762.81	0.98	0.1209
	21600	147	762.82	0.99	0.1221
1	92220	304	763.05	1.22	0.1505
2	193200	440	763.12	1.29	0.1591
3	268600	518	763.15	1.32	0.1628
5	432000	657	763.31	1.48	0.1826
6	527580	726	763.39	1.56	0.1924
7	622200	789	763.45	1.62	0.1998
8	691200	831	763.5	1.67	0.2060



Calculations:

Initial Absorption:

$i = S_1 \sqrt{t} + b$ (points measured up to 6 h are used)

The initial rate of absorption is: $S_1 = 3.5 \times 10^{-4} \text{ mm}/\sqrt{s}$ $r = 0.99$

Secondary Absorption:

$i = S_2 \sqrt{t} + b$ (points measured after the first day are used)

The secondary rate of absorption is: $S_2 = 1.1 \times 10^{-4} \text{ mm}/\sqrt{s}$

FIG. X1.1 Example of Plot of The Data Shown in Table X1.1

NTG 41017

**NORMA
TÉCNICA
GUATEMALTECA**

COGUANOR
NTG 41017 h21

Método de ensayo. Determinación de la densidad, la absorción de agua y los vacíos en el concreto endurecido.

Esta norma es esencialmente equivalente a la norma ASTM C642-13, en la cual está basada, e incluye la denominación propia de las Normas técnicas guatemaltecas.

Aprobada 2013-08-09

Adoptada Consejo Nacional de Normalización:



Comisión Guatemalteca de Normas
Ministerio de Economía

Edificio Centro Nacional de Metrología Referencia
Calzada Atanasio Azul 27-32, zona 12
Teléfonos: (502) 2247-2600
Fax: (502) 2247-2687
www.mineco.gob.gt
info-coguanor@mail.mineco.gob.gt

Prólogo COGUANOR

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el Organismo Nacional de Normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. Sus funciones están definidas en el marco de la Ley del Sistema Nacional de la Calidad, Decreto 78-2005 del Congreso de la República.

COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía, su principal misión es proporcionar soporte técnico a los sectores público y privado por medio de la actividad de normalización.

COGUANOR, preocupada por el desarrollo de la actividad productiva de bienes y servicios en el país, ha armonizado las normas internacionales.

El estudio de esta norma, fue realizado a través del Comité Técnico de Normalización de Concreto (CTN Concreto), con la participación de:

Ing. Emilio Beltranena
Coordinador de Comité

Ing. Gabriel Granados
Representante PRECSA

Ing. Max Schwartz
Representante INFOM

Lic. Rodrigo García
Representante MIXTO LISTO

Ing. Joaquín Rueda
Representante Cementos Progreso

Ing. Dilma Mejicanos
Representante CII-USAC

Ing. Leonel Morales
Representante CEMEX Guatemala

Ing. Roberto Chang
Representante AGIES

Ing. Sergio Quiñónes
Representante PRECÓN

Arq. Jorge Luis Arévalo
Representante SOLARC

Ing. Rafael Sazo

Norma COGUANOR NTG 41017 h21

3/10

Representante CEMEX Guatemala

Ing. Estuardo Herrera Rodas
Representante ICCG

Ing. Israel Orellana
Representante FORCOGUA

Arq. Paulo César Castro
Representante MACROMIX

Lic. Luis Velásquez
Representante Cementos Progreso

Ing. María Alejandra Vega
Representante CEMEX Guatemala

Ing. Sergio Sevilla
Representante CIFA

Ing. Ing. Oscar Sequeira
Representante AGCC

Ing. Estuardo Palencia
Representante PROQUALITY

Ing. Joel Velarde
Representante MEGAPRODUCTOS

Ing. Marcelo Quiñónez
Representante FORCOGUA

Ing. José Manuel Vásquez
Representante MIXTO LISTO

Ing. Orlando Quintanilla
Representante FHA

Ing. Xiomara Sapón Roldán
Representante ICCG

Ing. Ramiro Callejas
Representante FHA

Ing. Marlon Portillo
Representante Municipalidad de Guatemala

Ing. Luis Caná
Representante Grupo FFACSA

Norma COGUANOR NTG 41017 h21

4/10

Ing. Javier Quiñónez
Representante CONCYT

Ing. Luis Álvarez Valencia
Representante ICCG

Ing. Héctor Herrera
Representante COGUANOR

Norma COGUANOR NTG 41017 h21

5/10

Índice

	Página
1 Objeto.....	
2 Significación y uso.....	
3 Equipo.....	
4 Espécimen de ensayo.....	
5 Procedimiento.....	
6 Cálculos.....	
7. Ejemplo.....	
8. Precisión y sesgo.....	
9. Descriptores.....	

1. OBJETO

1.1 Este método de ensayo cubre las determinaciones de la densidad, el porcentaje de absorción de agua y el porcentaje de vacíos en el concreto endurecido.

1.2 En el texto de este método de ensayo, se tienen notas y notas a pie de página que proporcionan información explicativa adicional. Estas notas y notas a pie de página (excluyendo aquellas en cuadros y figuras) no deben ser consideradas como requisitos de esta norma.

1.3 Los valores dados en unidades SI deben ser considerados como el estándar.

1.4 Esta norma no pretende tratar todos los aspectos de seguridad, si los hubiere asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma, el establecer las prácticas apropiadas de seguridad y salubridad ocupacional y determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

2. SIGNIFICACION Y USO

2.1 Este método de ensayo es útil para desarrollar los datos requeridos para realizar las conversiones entre la masa y el volumen para el concreto. Puede ser usado para determinar el cumplimiento con las especificaciones para concreto o bien mostrar las diferencias entre un lugar y otro dentro de una masa de concreto.

3. EQUIPO

3.1 **Balanza** – Debe ser sensitiva al 0.025% de la masa del espécimen.

3.2 **Recipiente** – Adecuado para la inmersión del espécimen y provisto de un alambre apropiado para suspender el espécimen dentro del agua.

4. ESPECIMEN DE ENSAYO

4.1 Siempre que sea posible, la muestra debe consistir de varias porciones individuales de concreto, cada una de las cuales se debe ensayar por separado. Las porciones individuales pueden ser: porciones de cilindros, de núcleos extraídos del concreto o de vigas de cualquier forma o tamaño, excepto que el volumen de cada porción no debe ser menor de 350 cm³ (o para concreto de peso normal, de aproximadamente 800g); y cada porción debe estar libre de grietas o fisuras visibles, o de bordes rotos.

5. PROCEDIMIENTO

5.1 **Masa seca al horno** – Se determina la masa de las porciones y se secan en un horno de secado a una temperatura de 110 ± 5°C por no menos de 24h. Después se remueven los especímenes del horno, se secan en aire seco (preferiblemente en un desecador a una temperatura de 20 a 25 °C y se les determina su masa. Si el espécimen estaba comparativamente seco, cuando su

Norma COGUANOR NTG 41017 h21

7/10

primera masa fue determinada, y la segunda masa concuerda con muy poca variación respecto a la primera, se le puede considerar seco. Si el espécimen estaba aún mojado al determinar la primera masa, se le coloca nuevamente a un segundo tratamiento de secado por 24h y se determina su masa nuevamente. Si un tercer valor de masa concuerda con esta segunda determinación se puede considerar seco el espécimen. En caso de duda se vuelve a secar el espécimen para períodos de 24h hasta que se obtengan valores de masa que concuerden. Si la diferencia de valores de masa sucesivos excede del 0.5% del valor menor de masa comparado, se retornan los especímenes al horno para un periodo adicional de secado por 24 h. Se repite el procedimiento hasta que la diferencia obtenida entre dos valores sucesivos de masa sea menor que el 0.5% del menor valor obtenido. Este último valor de la masa seca al horno se designa como: A

5.2 Masa saturada después de inmersión en agua – Después de su secado final, enfriado y determinación de la masa, los especímenes se sumergen en agua a temperatura de aproximadamente 21°C por un período no menor de 48h hasta que dos valores sucesivos de masa de la muestra saturada de superficie seca a intervalos de 24h, indique un incremento de la masa de menos de 0.5% del valor mayor comparado. Con una toalla se remueve la humedad superficial de los especímenes para dejarlos en condición de saturados de superficie seca y se les determina su masa. El último valor obtenido de masa saturada de superficie seca después de su inmersión en agua, se designa como: B.

5.3 Masa saturada después de ebullición en agua – El espécimen procesado como se describe en 5.2, se coloca en un recipiente adecuado, cubierto con agua potable, y se hierve por un período de 5h. Luego se le deja enfriar al aire por pérdida natural de calor, por un período no menor de 14h, hasta que su temperatura final sea de 20 a 25°C. Se le remueve la humedad superficial con una toalla y se determina la masa del espécimen. La masa saturada de superficie seca después de ebullición, se designa como: C.

5.4 Masa sumergida aparente – Después de su inmersión en agua y ebullición, los especímenes se suspenden dentro del agua por un alambre y se determina su masa sumergida aparente, que se designa como: D

6. CÁLCULOS

6.1 Usando los valores de la masa determinados de acuerdo a los procedimientos descritos en la sección 5, se procede a la ejecución de los siguientes cálculos.

$$\text{- Absorción después de inmersión, \%} = [(B-A)/A] \times 100 \quad (1)$$

$$\text{- Absorción después de inmersión y ebullición, \%} = [(C-A)/A] \times 100 \quad (2)$$

$$\text{- Densidad seca global (o bruta) ,} = [A/(C-D)].\rho = g. \quad (3)$$

$$\text{- Densidad global (o bruta) después de inmersión} = [B/(C-D)].\rho \quad (4)$$

Norma COGUANOR NTG 41017 h21

8/10

- Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición = $[C/(C-D)] \cdot \rho$ (5)

- Densidad aparente = $[A/(A-D)] \cdot \rho = g_2$ (6)

- Volumen de vacíos (espacio de poros permeables), % = $(g_2 - g_1)/g_2 \times 100$ (7)

O bien % = $(C-A)/(C-D) \times 100$

Donde:

A = Masa de muestra seca al horno, al aire, g

B= Masa de muestra saturada de superficie seca después de inmersión, g

C= Masa de muestra saturada de superficie seca después de inmersión y ebullición, g

D= Masa sumergida aparente de la muestra suspendida en agua, después de inmersión y ebullición, g

g_1 = Densidad global (bruta) seca, Mg/m³

g_2 = Densidad aparente, Mg/m³

ρ = Densidad del agua = 1Mg/m³ = 1g/cm³

7. Ejemplo

7.1 Se asume una muestra que tenga las siguientes características:

7.1.1 Masa de la parte sólida del espécimen = 1000g

7.1.2 Volumen total del espécimen (incluyendo sólidos, vacíos "permeables" e "impermeables" = 600cm³.

7.1.3 Densidad absoluta de la parte sólida del espécimen = 2.0Mg

7.1.4 El espécimen vacío en el espécimen contiene inicialmente solo aire (no agua).

7.2 Entonces, se deduce que hay 500cm³ de sólidos y 100 cm³ de vacíos en el volumen del espécimen y que el contenido de vacíos es 1/6 =16.67%

7.3 Se asume que después de la inmersión en agua, se absorben 90mL de agua.

7.4 Se asume que después de la inmersión y ebullición, se absorben 95mL de agua.

Norma COGUANOR NTG 41017 h21

9/10

7.5 Con base en los supuestos dados en 7.1 a 7.4 anteriores, los datos que se obtendrán de los procedimientos dados en la sección 5 serían los siguientes:

7.5.1 Masa seca al horno, $A = 1000g$

7.5.2 Masa en el aire después de la inmersión, $B = 1090g$

7.5.3 Masa en el aire después de la inmersión y ebullición $C = 1095g$

7.5.4 Masa sumergida aparente de la muestra suspendida en agua, después de la inmersión y ebullición $D = 495g$

NOTA 1 – Dado que la pérdida de la masa de agua es igual a la masa de agua desplazada, y que el volumen del espécimen = $600cm^3$, la masa del espécimen suspendido en agua después de la inmersión y ebullición en $1095 - 600 = 495 g$.

7.6 Mediante el uso de los datos dados en 7.5 para los cálculos descritos en la sección 6, se pueden obtener los siguientes resultados: (véase Nota 2).

$$\begin{aligned} \text{- Absorción después de inmersión, \%} &= \frac{[(B-A)/A] \times 100}{= [(1090-1000)/1000 \times 100] = 9.0} \quad (8) \end{aligned}$$

$$\text{- Absorción, después de inmersión y ebullición, \%} = \frac{[(C-A)/A] \times 100}{= [(1095-1000)/1000 \times 100] = 9.5} \quad (9)$$

$$\text{- Absorción, después de inmersión y ebullición, \%} = \frac{[(1095 - 1000)]/1000 \times 100}{= 9.5} \quad (9)$$

$$\text{- Densidad global (bruta), seca} = \frac{A}{(C-D)} \rho$$

$$\text{- Densidad global (bruta), seca} = \frac{1000(1095-495)}{1000} \times 1 = 1.7 \text{ Mg/m}^3 = g1 \quad (10)$$

$$\text{- Densidad global (bruta) después de inmersión} = \frac{B}{(C-D)} \cdot \rho$$

$$\text{- Densidad global (bruta) después de inmersión} = \frac{1090}{(1095-495)} \times 1 = 1.8 \text{ Mg/m}^3 \quad (11)$$

$$\text{- Densidad global bruta después de inmersión y ebullición} = \frac{C}{(C-D)} \rho$$

$$\text{- Densidad global bruta después de inmersión y ebullición} = \frac{1095}{(1095-495)} \times 1 = 1.83 \text{ Mg/m}^3 \quad (12)$$

Norma COGUANOR NTG 41017 h21

10/10

- Densidad aparente $= [A(A-D)]p$
- Densidad aparente $= [1000/(1000 - 495)] \times 1 = 1.98 \text{ Mg/m}^3 \quad (13)$
- Volumen de vacíos (espacio de poros permeables) $= [(g_2 - g_1)/g_2] \times 100$
- Volumen de vacíos (espacio de poros permeables) $= [(1.98 - 1.67)/1.98] \times 100 = 15.8 \quad (14)$
- Volumen de vacíos (espacio de poros permeables) $= [(C-A)/(C-D)] \times 100 = 15.7 \quad (14)$

NOTA 2 – Este método no involucra la determinación de una densidad absoluta. Por lo tanto, el espacio de poros que pueda estar presente en el espécimen y que no es vaciado durante el secado especificado o no es llenado con agua durante la inmersión y ebullición especificados, o ambas, se considera impermeable" y no se diferencia de la porción sólida del espécimen para los cálculos, especialmente para el de porcentaje de vacío. En el ejemplo discutido en 7, se asumió que la densidad absoluta de la porción sólida del espécimen era de 2.0 Mg/m³; el total del espacio de poros era de 16.67% y el espacio de poros impermeables era de 5cm³. Si las operaciones y los cálculos se hacen como se describió, tiene el efecto de asumir que hay un espacio de poros de 95mc³ y 505cm³ de sólidos, e indican que el material sólido por lo tanto, tiene una densidad aparente de 1.98 Mg/m³ en vez de la densidad absoluta de 2.00 Mg/m³ y que el espécimen tiene un volumen de vacíos de 15.8% en vez de 16.67%.

Dependiendo de la distribución del tamaño de poros, de los radios de entrada de poro del concreto y del propósito para el cual se desean los resultados de ensayo, los procedimientos de este método de ensayo pueden ser los adecuados o bien pueden ser insuficientemente rigurosos. En el caso que se desee llenar más de los poros que pueden ser llenados por los procesos de inmersión y ebullición se pueden usar varias técnicas a base de tratamientos al vacío o de incrementos de presión del agua. Si se desea una medida del espacio total de poros, esto solo puede obtenerse mediante la determinación de la densidad absoluta, reduciendo la muestra a partículas discretas, cada una de las cuales es suficientemente pequeña para que no exista dentro de ellas un espacio de poros impermeables. Si la densidad absoluta fuera determinada y designada g3, entonces:

- Volumen total de vacíos,% $= (g_3 - g_1)/g_3 \times 100 \quad (15)$
- Volumen total de vacíos,% $= (2.00 - 1.67)/2.00 \times 100 = 16.5$

8. PRECISIÓN Y SESGO

8.1 Precisión – A la fecha se cuenta con datos insuficiente para justificar el desarrollo de una declaración de precisión para este método.

8.2 Sesgo – Dado que no se tiene un estándar de referencia para comparación, el sesgo para este método no puede ser determinado.

9. DESCRIPTORES

9.1 Absorción; concreto endurecido; densidad; vacíos.

-- Última línea --

ANEXO 4

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

CODIGO A
ESPECIFICACIONES 210 IP S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	380.00	S/ 0.54	S/ 204.25
Agua	lt	240.27	S/ 0.02	S/ 4.08
Arena	kg	738.80	S/ 0.01	S/ 6.65
Piedra 3/4" Huso	kg	920.38	S/ 0.02	S/ 15.65
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	-
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	-
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	-
Costo unitario por m3				S/ 230.63

CODIGO B
ESPECIFICACIONES 280 IP S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	400.00	S/ 0.54	S/ 215.00
Agua	lt	243.12	S/ 0.02	S/ 4.13
Arena	kg	756.63	S/ 0.01	S/ 6.81
Piedra 3/4" Huso	kg	905.80	S/ 0.02	S/ 15.40
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	-
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	-
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	-
Costo unitario por m3				S/ 241.34

CODIGO C
ESPECIFICACIONES 350 IP S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	420.00	S/ 0.54	S/ 225.75
Agua	lt	246.94	S/ 0.02	S/ 4.20
Arena	kg	743.24	S/ 0.01	S/ 6.69
Piedra 3/4" Huso	kg	889.78	S/ 0.02	S/ 15.13
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	S/ -
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	S/ -
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 251.76

CODIGO D
ESPECIFICACIONES 210 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	305.00	S/ 0.54	S/ 163.94
Agua	lt	194.45	S/ 0.02	S/ 3.31
Arena	kg	855.69	S/ 0.01	S/ 7.70
Piedra 3/4" Huso	kg	1024.40	S/ 0.02	S/ 17.41
Neoplast 8500 HP	kg	0.95	S/ 9.20	S/ 8.70
Euco WR 75	kg	0.92	S/ 2.64	S/ 2.42
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 203.47

CODIGO E
ESPECIFICACIONES 280 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	360.00	S/ 0.54	S/ 193.50
Agua	lt	194.13	S/ 0.02	S/ 3.30
Arena	kg	814.23	S/ 0.01	S/ 7.33
Piedra 3/4" Huso	kg	1014.74	S/ 0.02	S/ 17.25
Neoplast 8500 HP	kg	1.03	S/ 9.20	S/ 9.44
Euco WR 75	kg	1.08	S/ 2.64	S/ 2.85
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 233.67

CODIGO

F

ESPECIFICACIONES

350 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	390.00	S/ 0.54	S/ 209.63
Agua	lt	187.07	S/ 0.02	S/ 3.18
Arena	kg	809.71	S/ 0.01	S/ 7.29
Piedra 3/4" Huso	kg	1009.11	S/ 0.02	S/ 17.15
Neoplast 8500 HP	kg	1.37	S/ 9.20	S/ 12.56
Euco WR 75	kg	0.98	S/ 2.64	S/ 2.57
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 252.38

CODIGO

G

ESPECIFICACIONES

210 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	305.00	S/ 0.54	S/ 163.94
Agua	lt	196.13	S/ 0.02	S/ 3.33
Arena	kg	854.01	S/ 0.01	S/ 7.69
Piedra 3/4" Huso	kg	1024.40	S/ 0.02	S/ 17.41
Neoplast 8500 HP	kg	0.95	S/ 9.20	S/ 8.70
Euco WR 75	kg	0.92	S/ 2.64	S/ 2.42
Penetron	kg	3.05	S/ 19.67	S/ 59.98
Costo unitario por m3				S/ 263.47

CODIGO

H

ESPECIFICACIONES

280 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	360.00	S/ 0.54	S/ 193.50
Agua	lt	195.73	S/ 0.02	S/ 3.33
Arena	kg	812.63	S/ 0.01	S/ 7.31
Piedra 3/4" Huso	kg	1014.74	S/ 0.02	S/ 17.25
Neoplast 8500 HP	kg	1.03	S/ 9.20	S/ 9.44
Euco WR 75	kg	1.08	S/ 2.64	S/ 2.85
Penetron	kg	3.60	S/ 19.67	S/ 70.80
Costo unitario por m3				S/ 304.48

CODIGO

I

ESPECIFICACIONES

350 IP Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo IP	kg	390.00	S/ 0.54	S/ 209.63
Agua	lt	188.67	S/ 0.02	S/ 3.21
Arena	kg	808.31	S/ 0.01	S/ 7.27
Piedra 3/4" Huso	kg	1009.35	S/ 0.02	S/ 17.16
Neoplast 8500 HP	kg	1.19	S/ 9.20	S/ 10.94
Euco WR 75	kg	0.98	S/ 2.64	S/ 2.57
Penetron	kg	3.90	S/ 19.67	S/ 76.70
Costo unitario por m3				S/ 327.48

CODIGO

J

ESPECIFICACIONES

210 HE S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	320.00	S/ 0.57	S/ 183.81
Agua	lt	211.11	S/ 0.02	S/ 3.59
Arena	kg	830.72	S/ 0.01	S/ 7.48
Piedra 3/4" Huso	kg	994.51	S/ 0.02	S/ 16.91
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	-
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	-
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	-
Costo unitario por m3				S/ 211.78

CODIGO

K

ESPECIFICACIONES

280 HE S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	345.00	S/ 0.57	S/ 198.17
Agua	lt	218.91	S/ 0.02	S/ 3.72
Arena	kg	815.40	S/ 0.01	S/ 7.34
Piedra 3/4" Huso	kg	976.16	S/ 0.02	S/ 16.59
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	-
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	-
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	-
Costo unitario por m3				S/ 225.82

CODIGO L
ESPECIFICACIONES 350 HE S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	385.00	S/ 0.57	S/ 221.14
Agua	lt	228.52	S/ 0.02	S/ 3.88
Arena	kg	786.79	S/ 0.01	S/ 7.08
Piedra 3/4" Huso	kg	941.92	S/ 0.02	S/ 16.01
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	S/ -
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	S/ -
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 248.12

CODIGO M
ESPECIFICACIONES 210 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	265.00	S/ 0.57	S/ 152.22
Agua	lt	189.67	S/ 0.02	S/ 3.22
Arena	kg	919.79	S/ 0.01	S/ 8.28
Piedra 3/4" Huso	kg	1014.44	S/ 0.02	S/ 17.25
Neoplast 8500 HP	kg	0.93	S/ 9.20	S/ 8.53
Euco WR 75	kg	0.80	S/ 2.64	S/ 2.10
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 191.60

CODIGO N
ESPECIFICACIONES 280 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	335.00	S/ 0.57	S/ 192.42
Agua	lt	193.40	S/ 0.02	S/ 3.29
Arena	kg	830.02	S/ 0.01	S/ 7.47
Piedra 3/4" Huso	kg	1032.50	S/ 0.02	S/ 17.55
Neoplast 8500 HP	kg	1.07	S/ 9.20	S/ 9.86
Euco WR 75	kg	1.01	S/ 2.64	S/ 2.65
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 233.25

CODIGO

Ñ

ESPECIFICACIONES

350 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	350.00	S/ 0.57	S/ 201.04
Agua	lt	193.37	S/ 0.02	S/ 3.29
Arena	kg	805.94	S/ 0.01	S/ 7.25
Piedra 3/4" Huso	kg	1043.80	S/ 0.02	S/ 17.74
Neoplast 8500 HP	kg	1.12	S/ 9.20	S/ 10.30
Euco WR 75	kg	1.05	S/ 2.64	S/ 2.77
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 242.40

CODIGO

O

ESPECIFICACIONES

210 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	265.00	S/ 0.57	S/ 152.22
Agua	lt	191.77	S/ 0.02	S/ 3.26
Arena	kg	917.89	S/ 0.01	S/ 8.26
Piedra 3/4" Huso	kg	1014.23	S/ 0.02	S/ 17.24
Neoplast 8500 HP	kg	0.93	S/ 9.20	S/ 8.53
Euco WR 75	kg	0.80	S/ 2.64	S/ 2.10
Penetron	kg	2.65	S/ 19.67	S/ 52.12
Costo unitario por m3				S/ 243.73

CODIGO

P

ESPECIFICACIONES

280 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	335.00	S/ 0.57	S/ 192.42
Agua	lt	195.32	S/ 0.02	S/ 3.32
Arena	kg	828.31	S/ 0.01	S/ 7.45
Piedra 3/4" Huso	kg	1032.29	S/ 0.02	S/ 17.55
Neoplast 8500 HP	kg	1.07	S/ 9.20	S/ 9.86
Euco WR 75	kg	1.01	S/ 2.64	S/ 2.65
Penetron	kg	3.35	S/ 19.67	S/ 65.88
Costo unitario por m3				S/ 299.15

CODIGO

Q

ESPECIFICACIONES

350 HE Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo HE	kg	350.00	S/ 0.57	S/ 201.04
Agua	lt	195.24	S/ 0.02	S/ 3.32
Arena	kg	804.28	S/ 0.01	S/ 7.24
Piedra 3/4" Huso	kg	1043.59	S/ 0.02	S/ 17.74
Neoplast 8500 HP	kg	1.12	S/ 9.20	S/ 10.30
Euco WR 75	kg	1.05	S/ 2.64	S/ 2.77
Penetron	kg	3.50	S/ 19.67	S/ 68.83
Costo unitario por m3				S/ 311.25

CODIGO

R

ESPECIFICACIONES

210 I S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	340.00	S/ 0.62	S/ 211.82
Agua	lt	222.65	S/ 0.02	S/ 3.79
Arena	kg	822.80	S/ 0.01	S/ 7.41
Piedra 3/4" Huso	kg	986.97	S/ 0.02	S/ 16.78
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	-
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	-
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	-
Costo unitario por m3				S/ 239.79

CODIGO

S

ESPECIFICACIONES

280 I S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	360.00	S/ 0.62	S/ 224.28
Agua	lt	240.20	S/ 0.02	S/ 4.08
Arena	kg	793.39	S/ 0.01	S/ 7.14
Piedra 3/4" Huso	kg	951.69	S/ 0.02	S/ 16.18
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	-
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	-
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	-
Costo unitario por m3				S/ 251.68

CODIGO T
ESPECIFICACIONES 350 I S/A

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	385.00	S/ 0.62	S/ 239.86
Agua	lt	238.09	S/ 0.02	S/ 4.05
Arena	kg	786.20	S/ 0.01	S/ 7.08
Piedra 3/4" Huso	kg	943.06	S/ 0.02	S/ 16.03
Neoplast 8500 HP	kg	0.00	S/ 9.20	S/ -
Euco WR 75	kg	0.00	S/ 2.64	S/ -
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 267.01

CODIGO U
ESPECIFICACIONES 210 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	245.00	S/ 0.62	S/ 152.64
Agua	lt	176.15	S/ 0.02	S/ 2.99
Arena	kg	933.16	S/ 0.01	S/ 8.40
Piedra 3/4" Huso	kg	1074.30	S/ 0.02	S/ 18.26
Neoplast 8500 HP	kg	0.86	S/ 9.20	S/ 7.88
Euco WR 75	kg	0.74	S/ 2.64	S/ 1.94
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 192.12

CODIGO V
ESPECIFICACIONES 280 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	300.00	S/ 0.62	S/ 186.90
Agua	lt	186.70	S/ 0.02	S/ 3.17
Arena	kg	878.85	S/ 0.01	S/ 7.91
Piedra 3/4" Huso	kg	1053.18	S/ 0.02	S/ 17.90
Neoplast 8500 HP	kg	1.05	S/ 9.20	S/ 9.66
Euco WR 75	kg	0.90	S/ 2.64	S/ 2.38
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 227.92

CODIGO

W

ESPECIFICACIONES

350 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	330.00	S/ 0.62	S/ 205.59
Agua	lt	188.53	S/ 0.02	S/ 3.21
Arena	kg	864.67	S/ 0.01	S/ 7.78
Piedra 3/4" Huso	kg	1035.18	S/ 0.02	S/ 17.60
Neoplast 8500 HP	kg	1.16	S/ 9.20	S/ 10.63
Euco WR 75	kg	0.90	S/ 2.64	S/ 2.38
Penetron	kg	0.00	S/ 19.67	S/ -
Costo unitario por m3				S/ 247.18

CODIGO

X

ESPECIFICACIONES

210 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	245.00	S/ 0.62	S/ 152.64
Agua	lt	179.65	S/ 0.02	S/ 3.05
Arena	kg	911.27	S/ 0.01	S/ 8.20
Piedra 3/4" Huso	kg	1093.84	S/ 0.02	S/ 18.60
Neoplast 8500 HP	kg	0.88	S/ 9.20	S/ 8.11
Euco WR 75	kg	0.74	S/ 2.64	S/ 1.94
Penetron	kg	2.45	S/ 19.67	S/ 48.18
Costo unitario por m3				S/ 240.72

CODIGO

Y

ESPECIFICACIONES

280 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	300.00	S/ 0.62	S/ 186.90
Agua	lt	190.09	S/ 0.02	S/ 3.23
Arena	kg	876.52	S/ 0.01	S/ 7.89
Piedra 3/4" Huso	kg	1052.13	S/ 0.02	S/ 17.89
Neoplast 8500 HP	kg	0.99	S/ 9.20	S/ 9.11
Euco WR 75	kg	0.96	S/ 2.64	S/ 2.53
Penetron	kg	3.00	S/ 19.67	S/ 59.00
Costo unitario por m3				S/ 286.55

CODIGO

Z

ESPECIFICACIONES

350 I Euco WR 75 y Neoplast 8500 HP + Penetron

DESCRIPCION DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Cemento Tipo I	kg	330.00	S/ 0.62	S/ 205.59
Agua	lt	191.91	S/ 0.02	S/ 3.26
Arena	kg	880.72	S/ 0.01	S/ 7.93
Piedra 3/4" Huso	kg	1015.62	S/ 0.02	S/ 17.27
Neoplast 8500 HP	kg	1.16	S/ 9.20	S/ 10.63
Euco WR 75	kg	0.99	S/ 2.64	S/ 2.61
Penetron	kg	3.30	S/ 19.67	S/ 64.90
Costo unitario por m3				S/ 312.19



ANEXO 5

PANEL FOTOGRAFICO



Almacenaje de Agregados en Laboratorios de la UCSM



Cono de arena para peso específico



Almacenaje de especímenes de concreto en Laboratorio de Calidad de Supermix S.A.



Secado de especímenes pintados para ensayo de capilaridad



Cortado de concreto para ensayos de capilaridad y porosidad



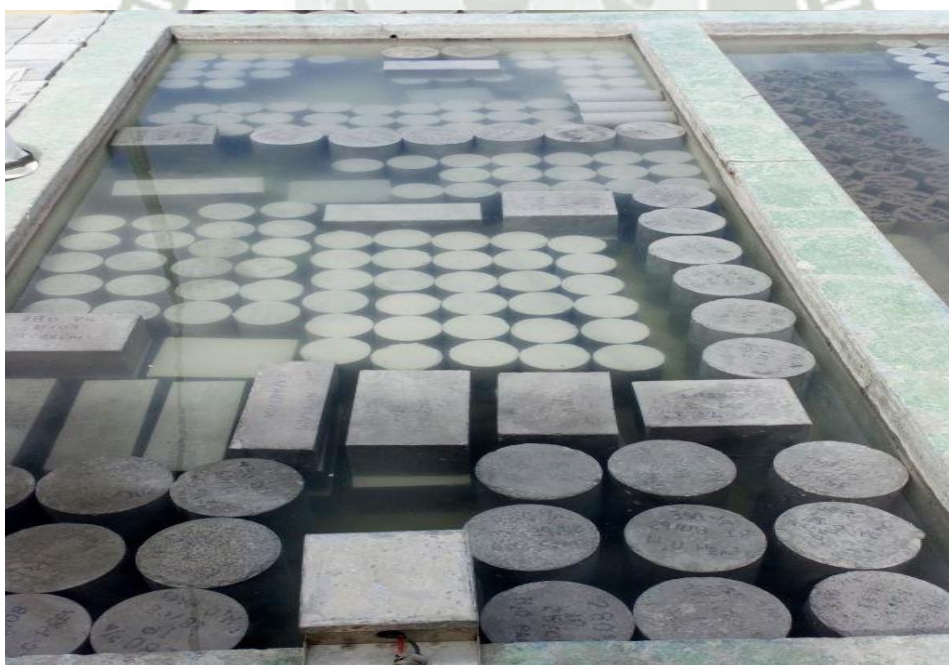
Encofrado del concreto



Vigas sumergidas en la solución de sulfato



Especímenes de concreto hirviendo para ensayo de porosidad



Curado de los moldes en las pozas de laboratorio de Supermix S.A.



Aditivo impermeabilizante para ensayo de Profundidad de Penetración



Vernier Digital



Bomba de vacío para ensayo de Ion Cloruro



Recipientes donde se sumergieron las vigas para ensayo de sulfatos



Encofrados plásticos y metálicos



Pintura epoxica para recubrimiento de especímenes del ensayo de capilaridad





AREQUIPA-PERU

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

JORGE MANUEL NEYRA NEYRA

RODRIGO SANDRO SANTOS ESPINOZA

Código N° 2011601201

Código N° 2011245501

Han realizado los ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondientes a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A SULFATOS ENTRE CONCRETOS CONVENCIONALES Y UN CONCRETO IMPERMEABLE”**.

Los ensayos efectuados por los señores bachilleres fueron los siguientes:

- 02 Análisis granulométrico de los Agregados
- 02 Contenido de Humedad de los Agregados
- 02 Peso Unitario (Suelto y Compactado) de los Agregados
- 02 Peso Específico y absorción de los agregados
- 01 Impurezas orgánicas del agregado fino

El costo total de los ensayos realizados asciende a: S/. 75.00

El costo cancelado por dichos ensayos asciende a: S/. 75.00* (Comprobante BO17-00000165)

*Según autorización de la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre **el 08/08/16 y el 10/08/17**.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 14 de Agosto del 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

COORDINACIÓN DE
LABORATORIOS DE
INGENIERÍA CIVIL
CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL
AREQUIPA

Dr. Ing. Alejandro Víctor Hidalgo Valdivia
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC - PAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

CONSTANCIA

El que suscribe, Ing. Carlos Guerra Cisneros, líder de calidad

Hace constar:

Que los señores Bachilleres en Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María:

NEYRA NEYRA, JORGE MANUEL Código N°2011601201

SANTOS ESPINOZA, RODRIGO SANDRO Código N°2011245501

Han realizado los ensayos de laboratorio para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo título es: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL GRADO DE PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LOS SULFATOS ENTRE CONCRETOS CONVENCIONALES Y UN CONCRETO IMPERMEABLE”**

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de control de Calidad de Planta Gloria han sido elaborados entre 14/08/2017 y el 26/01/2018.

Los ensayos efectuados por los tesisistas fueron los siguientes:

- Ensayos en concreto en estado fresco: Temperatura del Concreto, Asentamiento, Peso Unitario y Contenido de aire.
- Vaciados de Concreto para 513 Probetas Cilíndricas de 10 cm x 20 cm (4” x 8”), para realizar ensayos de Resistencia a la Compresión, Absorción por Capilaridad, Porosidad.
- Vaciados de Concreto para 81 Probetas Cilíndricas de 15 cm x 30 cm (6” x 12”), para realizar los ensayos de Permeabilidad al agua bajo presión.
- Vaciados de Concreto para 27 Vigas de 10 cm x 10 cm x 28.5 cm, para realizar el ensayo de Expansión del Concreto expuesto a una solución de sulfato.
- Vaciado de concreto para 54 prismas de concreto de 15 cm x 15 cm x 25 cm, para realizar el ensayo de Permeabilidad al Aire de Torrent

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estimen conveniente.



CONCRETOS
SUPERMIX
Ingeniería de Alta Calidad
ING. CARLOS GUERRA CISNEROS
GERENTE CONTROL DE CALIDAD
R.D. 55171