

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CURADO ACELERADO POR EL MÉTODO DE AGUA CALIENTE EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – 2017

Tesis presentada por el Bachiller:
Valdivia Torres, Giancarlo César

para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Civil

Asesor de Tesis:
Mg. Ing. Miguel Renato Díaz Galdós

**AREQUIPA – PERU
2018**

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO CON
CURADO ACELERADO POR EL MÉTODO DE AGUA
CALIENTE EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

GIANCARLO CESAR VALDIVIA TORRES.

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 24 de AGOSTO del 2018

[Signature]
1949

[Signature]
1938

[Signature]
2378



AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen María por ser la fuerza que ilumina mi camino. A mis queridos padres por su apoyo, tiempo y dedicación. A la Universidad y sus profesionales que compartieron sus enseñanzas, para lograr me como profesional. A mis familiares y amigos que me han brindado su cariño y apoyo en este tiempo.

DEDICATORIA:

- A Dios por ser mi fortaleza y por guiarme en el camino del bien.
- A mis queridos padres: César Valdivia Begazo y Carmen Torres Masías, por su amor y apoyo incondicional.
- A mi preciosa hija Valentina Isabelle, por haber conocido su amor desde que nació.
- A mi alma mater: Universidad Católica de Santa María.
- A los ingenieros: Mg. Ing. Miguel Renato Díaz Galdós, Ing. Olger Febres Rosado, por su tiempo y sus consejos para con esta investigación.
- A la empresa SUPERMIX S.A y a su personal de primer nivel como:
 - Ing. Carlos Guerra Cisneros
 - Ing. Patricia Carpio Salazar
 - Ing. Thatiana Alfaro Arana
- A mi querida familia y a todos mis amigos que me brindaron su apoyo para concluir con esta investigación.

Bach. Giancarlo César Valdivia Torres

INTRODUCCIÓN

Debido a que el concreto es el material más usado en nuestro medio y tomando en cuenta el gran desarrollo tecnológico de los últimos tiempos en dicho campo, automáticamente se generan nuevos retos como el lograr mezclas que garanticen una resistencia adecuada a edades más tempranas.

Las normas para proyectar las estructuras de concreto se basan, en cuanto a calidad se refiere, en los resultados del ensayo de la compresión de probetas preparadas y curadas en condiciones normalizadas, rotas a 28 días de edad. Este largo plazo causa dificultades pues sus indicaciones se conocen cuando ya han sido colocadas grandes cantidades de concreto. Se impone utilizar métodos acelerados que permitan aplicar inmediatos correctivos en casos necesarios. Los métodos acelerados permiten conocer rápidamente si la proporción proyectada alcanza las resistencias requeridas.

Este nuevo método de curado acelerado será aplicado a elementos prefabricados, y por medio de este estudio sabremos a que resistencia podrá llegar el elemento sin la necesidad de tener que esperar los 28 días.

RESUMEN

El estudio de la presente investigación titulada, “**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CURADO ACELERADO POR EL METODO DE AGUA CALIENTE EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – 2017**”, fue desarrollada en los laboratorios de la Universidad Católica de Santa María y en la empresa Supermix S.A.

La presente tiene con fin desarrollar los diferentes métodos de curado acelerado escritos en la norma (NTP 339.213), también se hace uso de los ensayos no destructivos (Resistividad y Esclerometria) y destructivos (Compresión Simple y Tracción Indirecta), cumpliendo con los ensayos detalladamente, para luego mostrar los resultados mediante tablas y concluir cual fue el método más aceptable.

Se elaboraron 63 diseños de mezclas utilizando las diferentes variables: Se utilizaron 3 tipos de cementos (IP, HE y I), fueron 7 relaciones agua – cemento (0.70, 0.65, 0.60, 0.55, 0.50, 0.45 y 0.40), se aplicaron 3 temperaturas de curado acelerado (35°C, 60°C y 100°C) y se elaboraron probetas cilíndricas para que estas fueran ensayadas a 1 y 28 días.

Elaborados los diseños de mezclas con las diferentes variables, se detallan los resultados realizados para cada diseño tanto en el estado fresco y endurecido.

Los dos tipos de métodos acelerados usados fueron: A 35°C y 60°C (Agua caliente), el ensayo empieza inmediatamente después del amasado y este tiene una duración de 23 ½ horas +/- 30 minutos y finaliza a las 26 horas +/- 15 minutos, y a 100°C (Ebullición Modificado), el ensayo empieza 24 horas después del amasado y tiene una duración de 3 ½ horas +/- 15 minutos y finaliza a las 28 ½ horas +/- 15 minutos.

Con los resultados obtenidos se pudo deducir que el método a 100°C (Ebullición Modificado) tuvo mayor aproximación a los resultados de curado estándar a 28 días. Cuando la resistencia obtenida del curado acelerado se conoce, se puede predecir la resistencia normal a 28 días, con una certeza del 65%, mediante la ecuación descrita posteriormente.

Para las diferentes relaciones agua – cemento y temperaturas, se elaboró una ecuación de relación lineal con la resistencia normal a los 28 días.

Palabras Claves: Cemento, Agregados, Concreto, Curado Acelerado, Agua Caliente, Ebullición Modificado y Resistencia.

ABSTRACT

The study of the present investigation titled, "DESIGN OF CONCRETE MIXTURES WITH CURED ACCELERATED BY THE METHOD OF HOT WATER IN THE CITY OF AREQUIPA - 2017", was developed in the laboratories of the Catholic University of Santa María and in the company Supermix S.A.

The present account in order to develop the different methods of curing written in the standard (NTP 339.213), also makes use of the destructive tests (Simple Compression and Indirect Traction), fulfilling the tests in detail, to then show the results by tables and conclude which was the most acceptable method.

63 designs of mixtures were elaborated using the different variables: 3 types of cements were used (IP, HE and I), there were 7 water - cement ratios (0.70, 0.65, 0.60, 0.55, 0.50, 0.45 and 0.40), 3 were applied. Accelerated curing temperatures (35°C, 60°C and 100°C) and cylindrical specimens were prepared so that they were tested at 1 and 28 days.

Design designs with different variables, detailing the results made for each design in the fresh and hardened state.

The two types of exams were: At 35°C and 60°C (hot water), the last one immediately after kneading and this lasted 23 hours and a half + 30 minutes and ended at 26 hours +/- 15 minutes, and at 100°C (Modified Boiling), the test begins 24 hours after kneading and lasts for 3 ½ hours +/- 15 minutes and ends at 28 hours and a half +/- 15 minutes.

With the results obtained it was possible to deduce that the method at 100°C (Modified Boiling) had a better approximation to the results of standard curing at 28 days. When the resistance has recovered, the normal resistance can be predicted to 28 days, with a certainty of 65%, by means of the equation described later.

For the different water - cement and temperature ratios, a linear relationship equation was elaborated with the normal resistance at 28 days.

Key Words: Cement, Aggregates, Concrete, Accelerated Curing, Hot Water, Modified Boiling and Resistance.

ÍNDICE

DICTAMEN	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
INTRODUCCIÓN	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
CAPITULO I. - PLAN DE TESIS	1
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivos de la Investigación	2
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Justificación del Estudio	4
1.5. Variables	4
CAPITULO II.- MARCO TEORICO	6
2.1. Definición del Curado Acelerado	7
2.2. Historia del Curado Acelerado	8
2.3. Ventajas y Limitaciones del Curado Acelerado	10
2.4. Desarrollo del Curado Acelerado	11
2.5. Equipos y Maquinas para el Curado Acelerado	12
2.6. Principios básicos y requerimientos del Concreto	14
2.6.1. Definición del Concreto	14
2.6.2. Propiedades del Concreto	15
2.6.2.1. Propiedades en Estado Fresco	15
2.6.2.2. Propiedades en Estado de Fraguado	24
2.6.2.3. Propiedades en Estado Endurecido	25
2.6.2.3.1. Propiedades no Destructivas	27
2.6.2.3.2. Propiedades Destructivas	32
2.7. Materiales para el Concreto	35
2.7.1. Agua	35

2.7.1.1.	El Agua de Mezcla	36
2.7.1.2.	El Agua para Curado	37
2.7.2.	Cemento Portland	37
2.7.2.1.	Química del Cemento Portland	38
2.7.2.2.	Propiedades Físicas del Cemento Portland	38
2.7.2.3.	Clasificación de los Cementos Portland	41
2.7.3.	Los Agregados del Concreto	43
2.7.3.1.	La importancia de los Agregados en el Concreto	44
2.7.3.2.	Clasificación de los Agregados	44
2.7.4.	Aditivos para Concreto	45
2.7.4.1.	Clasificación de los Aditivos para Concreto	46
2.8.	Curado del Concreto	51
2.8.1.	Curado a Vapor	51
2.8.2.	Curado Normal	52
CAPITULO III. - PROPIEDADES DE AGREGADOS		53
3.1	Propiedades Químicas de los Agregados	54
3.1.1	Reacción Álcali – Sílice (RAS)	54
3.1.2	Reacción Álcali – Carbonato (RAC)	54
3.2	Propiedades Físicas de los Agregados	55
3.2.1	Análisis Granulométrico	55
3.2.1.1	Granulometría del Agregado Fino	57
3.2.1.2	Granulometría del Agregado Grueso	57
3.2.2	Módulo de Finura	58
3.2.3	Peso Específico	58
3.2.4	Porcentaje de Absorción	59
3.2.5	Contenido de Humedad	59
3.2.6	Porcentaje de Finos que pasan por la Malla #200	59
3.2.7	Peso Unitario	60
3.2.7.1	Peso Unitario Suelto	60
3.2.7.2	Peso Unitario Compactado	60
3.3	Agregado Fino	61
3.3.1	Granulometría	61

3.3.2	Peso Específico	62
3.3.3	Porcentaje de Absorción	63
3.3.4	Contenido de Humedad	63
3.3.5	Porcentaje de Finos que pasa por la Malla #200	63
3.3.6	Peso Unitario Suelto	63
3.3.7	Peso Unitario Compactado	64
3.4	Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ "	64
3.4.1	Granulometría	64
3.4.2	Peso Específico	65
3.4.3	Porcentaje de Absorción	66
3.4.4	Contenido de Humedad	66
3.4.5	Porcentaje de Finos que pasa por la Malla #200	66
3.4.6	Peso Unitario Suelto	66
3.4.7	Peso Unitario Compactado	67
3.5	Agregado Grueso de 1"	67
3.5.1	Granulometría	67
3.5.2	Peso Específico	68
3.5.3	Porcentaje de Absorción	69
3.5.4	Contenido de Humedad	69
3.5.5	Porcentaje de Finos que pasa por la Malla #200	69
3.5.6	Peso Unitario Suelto	69
3.5.7	Peso Unitario Compactado	70
3.6	Resumen de Propiedades y Observaciones	70
CAPITULO IV.- DISEÑO DE MEZCLAS		71
4.1	Descripción del Método de Diseño del Concreto	72
4.1.1	Método del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados	73
4.2	Cálculos y Diseños	75
4.2.1	Diseños del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados	77
4.3	Dosificaciones de Aditivos y Correcciones del Concreto para los Ensayos	77

4.3.1	Superplastificante	77
4.3.2	Reductor de Agua	78
CAPITULO V.- RESULTADOS		79
5.1	Ensayos del Concreto en Estado Fresco	80
5.1.1	Temperatura del Concreto	80
5.1.2	Asentamiento del Concreto (Slump)	80
5.1.3	Peso Unitario del Concreto	80
5.1.4	Porcentaje de Aire	80
5.2	Ensayos del Concreto en Estado Endurecido	80
5.2.1	Ensayos no Destructivos	80
5.2.1.1	Permeabilmetro al Aire de Torrent	80
5.2.1.2	Resistividad Eléctrica	81
5.2.1.3	Número de Rebotes	144
5.2.2	Ensayos Destructivos	207
5.2.2.1	Resistencia a la Compresión	207
5.2.2.2	Resistencia a la Tracción Indirecta (Método Brasileiro)	212
CAPITULO VI.- ANALISIS DE RESULTADOS		215
6.1	Datos de Vaciado	216
6.2	Análisis de la Temperatura de la Posa de Curado Normal	222
6.3	Análisis de los Resultados de Concreto en Estado Fresco	223
6.3.1	Análisis de Resultados de la Temperatura del Concreto	223
6.3.2	Análisis de Resultados del Asentamiento del Concreto	223
6.3.3	Análisis de Resultados del Peso Unitario del Concreto	223
6.3.4	Análisis de Resultados del Contenido de Aire del Concreto	224
6.4	Análisis de Resultados no Destructivos	224
6.4.1	Análisis de Resultados Permeabilidad al aire de Torrent	224
6.4.2	Análisis de Resultados Resistividad Eléctrica	226
6.4.3	Análisis de Resultados Número de Rebotes	229
6.5	Análisis de Resultados Destructivos	232
6.5.1	Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión	232

6.6	Análisis de Resultados Comparativos	255
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		258
	Conclusiones	259
	Recomendaciones	261
REFERENCIAS		263
BIBLIOGRAFIA		264
ANEXOS		266



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Comparación de la temperatura en 1 día y 28 días	7
Figura 2.2.- Tanque de Curado Acelerado	13
Figura 2.3.- Exudación del Concreto	18
Figura 2.4.- Medición de la Temperatura del Concreto	19
Figura 2.5.- Preparación de la muestra para el Asentamiento	21
Figura 2.6.- Asentamiento del Concreto (Slump)	21
Figura 2.7.- Olla Washington	23
Figura 2.8.- Proceso de fraguado y endurecimiento del concreto	24
Figura 2.9.- Permeabilidad al aire de Torrent	28
Figura 2.10.- Velocidad de Pulso Ultrasónico	29
Figura 2.11.- Principio de Medición (Resipod)	30
Figura 2.12.- Ensayo de Resistividad	30
Figura 2.13.- Ensayo de Esclerometría	31
Figura 2.14.- Prensa Hidráulica	33
Figura 2.15.- Ensayo de Resistencia a la Tracción Indirecta	34
Figura 2.16.- Preparación al ensayo, con el molde y vernier	34
Figura 2.17.- Ensayo a Tracción Indirecta (Método Brasileiro)	35
Figura 2.18.- Cámara de Curado a Vapor	51
Figura 2.19.- Testigos de Concreto en Cámara de Curado a Vapor	52
Figura 2.20.- Poza de Curado Normal	52
Figura 3.1.- Varios tamaños de partícula de los agregados para uso en concreto	56
Figura 3.2.- Límites Especificados	56
Figura 3.3.- Distribución de volúmenes de sólidos	58
Figura 3.4.- Curva Granulometría del Agregado Fino	62
Figura 3.5.- Curva Granulometría del Agregado Grueso $\frac{3}{4}$ "	65
Figura 3.6.- Curva Granulometría del Agregado Grueso 1"	68
Figura 4.1.- Componentes del Concreto	72
Figura 4.2.- Distribución del Agregado con la Pasta	73
Figura 5.1.- Resistividad Eléctrica IP - 0.70	81
Figura 5.2.- Resistividad Eléctrica IP - 0.65	82
Figura 5.3.- Resistividad Eléctrica IP - 0.60	83

Figura 5.4.- Resistividad Eléctrica IP - 0.55	84
Figura 5.5.- Resistividad Eléctrica IP - 0.50	85
Figura 5.6.- Resistividad Eléctrica IP - 0.45	86
Figura 5.7.- Resistividad Eléctrica IP - 0.40	87
Figura 5.8.- Resistividad Eléctrica HE - 0.70	88
Figura 5.9.- Resistividad Eléctrica HE - 0.65	89
Figura 5.10.- Resistividad Eléctrica HE - 0.60	90
Figura 5.11.- Resistividad Eléctrica HE - 0.55	91
Figura 5.12.- Resistividad Eléctrica HE - 0.50	92
Figura 5.13.- Resistividad Eléctrica HE - 0.45	93
Figura 5.14.- Resistividad Eléctrica HE - 0.40	94
Figura 5.15.- Resistividad Eléctrica I - 0.70	95
Figura 5.16.- Resistividad Eléctrica I - 0.65	96
Figura 5.17.- Resistividad Eléctrica I - 0.60	97
Figura 5.18.- Resistividad Eléctrica I - 0.55	98
Figura 5.19.- Resistividad Eléctrica I - 0.50	99
Figura 5.20.- Resistividad Eléctrica I - 0.45	100
Figura 5.21.- Resistividad Eléctrica I - 0.40	101
Figura 5.22.- Resistividad Eléctrica IP - 0.70	102
Figura 5.23.- Resistividad Eléctrica IP - 0.65	103
Figura 5.24.- Resistividad Eléctrica IP - 0.60	104
Figura 5.25.- Resistividad Eléctrica IP - 0.55	105
Figura 5.26.- Resistividad Eléctrica IP - 0.50	106
Figura 5.27.- Resistividad Eléctrica IP - 0.45	107
Figura 5.28.- Resistividad Eléctrica IP - 0.40	108
Figura 5.29.- Resistividad Eléctrica HE - 0.70	109
Figura 5.30.- Resistividad Eléctrica HE - 0.65	110
Figura 5.31.- Resistividad Eléctrica HE - 0.60	111
Figura 5.32.- Resistividad Eléctrica HE - 0.55	112
Figura 5.33.- Resistividad Eléctrica HE - 0.50	113
Figura 5.34.- Resistividad Eléctrica HE - 0.45	114
Figura 5.35.- Resistividad Eléctrica HE - 0.40	115
Figura 5.36.- Resistividad Eléctrica I - 0.70	116
Figura 5.37.- Resistividad Eléctrica I - 0.65	117

Figura 5.38.- Resistividad Eléctrica I - 0.60	118
Figura 5.39.- Resistividad Eléctrica I - 0.55	119
Figura 5.40.- Resistividad Eléctrica I - 0.50	120
Figura 5.41.- Resistividad Eléctrica I - 0.45	121
Figura 5.42.- Resistividad Eléctrica I - 0.40	122
Figura 5.43.- Resistividad Eléctrica IP - 0.70	123
Figura 5.44.- Resistividad Eléctrica IP - 0.65	124
Figura 5.45.- Resistividad Eléctrica IP - 0.60	125
Figura 5.46.- Resistividad Eléctrica IP - 0.55	126
Figura 5.47.- Resistividad Eléctrica IP - 0.50	127
Figura 5.48.- Resistividad Eléctrica IP - 0.45	128
Figura 5.49.- Resistividad Eléctrica IP - 0.40	129
Figura 5.50.- Resistividad Eléctrica HE - 0.70	130
Figura 5.51.- Resistividad Eléctrica HE - 0.65	131
Figura 5.52.- Resistividad Eléctrica HE - 0.60	132
Figura 5.53.- Resistividad Eléctrica HE - 0.55	133
Figura 5.54.- Resistividad Eléctrica HE - 0.50	134
Figura 5.55.- Resistividad Eléctrica HE - 0.45	135
Figura 5.56.- Resistividad Eléctrica HE - 0.40	136
Figura 5.57.- Resistividad Eléctrica I - 0.70	137
Figura 5.58.- Resistividad Eléctrica I - 0.65	138
Figura 5.59.- Resistividad Eléctrica I - 0.60	139
Figura 5.60.- Resistividad Eléctrica I - 0.55	140
Figura 5.61.- Resistividad Eléctrica I - 0.50	141
Figura 5.62.- Resistividad Eléctrica I - 0.45	142
Figura 5.63.- Resistividad Eléctrica I - 0.40	143
Figura 5.64.- Número de Rebotes IP - 0.70	144
Figura 5.65.- Número de Rebotes IP - 0.65	145
Figura 5.66.- Número de Rebotes IP - 0.60	146
Figura 5.67.- Número de Rebotes IP - 0.55	147
Figura 5.68.- Número de Rebotes IP - 0.50	148
Figura 5.69.- Número de Rebotes IP - 0.45	149
Figura 5.70.- Número de Rebotes IP - 0.40	150
Figura 5.71.- Número de Rebotes HE - 0.70	151

Figura 5.72.- Número de Rebotes HE - 0.65	152
Figura 5.73.- Número de Rebotes HE - 0.60	153
Figura 5.74.- Número de Rebotes HE - 0.55	154
Figura 5.75.- Número de Rebotes HE - 0.50	155
Figura 5.76.- Número de Rebotes HE - 0.45	156
Figura 5.77.- Número de Rebotes HE - 0.40	157
Figura 5.78.- Número de Rebotes I - 0.70	158
Figura 5.79.- Número de Rebotes I - 0.65	159
Figura 5.80.- Número de Rebotes I - 0.60	160
Figura 5.81.- Número de Rebotes I - 0.55	161
Figura 5.82.- Número de Rebotes I - 0.50	162
Figura 5.83.- Número de Rebotes I - 0.45	163
Figura 5.84.- Número de Rebotes I - 0.40	164
Figura 5.85.- Número de Rebotes IP - 0.70	165
Figura 5.86.- Número de Rebotes IP - 0.65	166
Figura 5.87.- Número de Rebotes IP - 0.60	167
Figura 5.88.- Número de Rebotes IP - 0.55	168
Figura 5.89.- Número de Rebotes IP - 0.50	169
Figura 5.90.- Número de Rebotes IP - 0.45	170
Figura 5.91.- Número de Rebotes IP - 0.40	171
Figura 5.92.- Número de Rebotes HE - 0.70	172
Figura 5.93.- Número de Rebotes HE - 0.65	173
Figura 5.94.- Número de Rebotes HE - 0.60	174
Figura 5.95.- Número de Rebotes HE - 0.55	175
Figura 5.96.- Número de Rebotes HE - 0.50	176
Figura 5.97.- Número de Rebotes HE - 0.45	177
Figura 5.98.- Número de Rebotes HE - 0.40	178
Figura 5.99.- Número de Rebotes I - 0.70	179
Figura 5.100.- Número de Rebotes I - 0.65	180
Figura 5.101.- Número de Rebotes I - 0.60	181
Figura 5.102.- Número de Rebotes I - 0.55	182
Figura 5.103.- Número de Rebotes I - 0.50	183

Figura 5.104.- Número de Rebotes I - 0.45	184
Figura 5.105.- Número de Rebotes I - 0.40	185
Figura 5.106.- Número de Rebotes IP - 0.70	186
Figura 5.107.- Número de Rebotes IP - 0.65	187
Figura 5.108.- Número de Rebotes IP - 0.60	188
Figura 5.109.- Número de Rebotes IP - 0.55	189
Figura 5.110.- Número de Rebotes IP - 0.50	190
Figura 5.111.- Número de Rebotes IP - 0.45	191
Figura 5.112.- Número de Rebotes IP - 0.40	192
Figura 5.113.- Número de Rebotes HE - 0.70	193
Figura 5.114.- Número de Rebotes HE - 0.65	194
Figura 5.115.- Número de Rebotes HE - 0.60	195
Figura 5.116.- Número de Rebotes HE - 0.55	196
Figura 5.117.- Número de Rebotes HE - 0.50	197
Figura 5.118.- Número de Rebotes HE - 0.45	198
Figura 5.119.- Número de Rebotes HE - 0.40	199
Figura 5.120.- Número de Rebotes I - 0.70	200
Figura 5.121.- Número de Rebotes I - 0.65	201
Figura 5.122.- Número de Rebotes I - 0.60	202
Figura 5.123.- Número de Rebotes I - 0.55	203
Figura 5.124.- Número de Rebotes I - 0.50	204
Figura 5.125.- Número de Rebotes I - 0.45	205
Figura 5.126.- Número de Rebotes I - 0.40	206
Figura 6.1.- Horas de inserción de probetas en la posa de c.n.	222
Figura 6.2.- Fechas de inserción de probetas en la posa de c.n.	222
Figura 6.3.- Permeabilidad al aire de Torrent – IP	224
Figura 6.4.- Permeabilidad al aire de Torrent – HE	224
Figura 6.5.- Permeabilidad al aire de Torrent – I	225
Figura 6.6.- Resistividad Eléctrica a 35°C	226
Figura 6.7.- Resistividad Eléctrica a 60°C	227
Figura 6.8.- Resistividad Eléctrica a 100°C	228
Figura 6.9.- Número de Rebotes a 35°C	230
Figura 6.10.- Número de Rebotes a 60°C	231
Figura 6.11.- Número de Rebotes a 100°C	232

Figura 6.12.- Regresión Lineal – IP	234
Figura 6.13.- Regresión Potencial – IP	234
Figura 6.14.- Regresión Exponencial – IP	235
Figura 6.15.- Regresión Logarítmica – IP	235
Figura 6.16.- Regresión Lineal – HE	236
Figura 6.17.- Regresión Potencial – HE	236
Figura 6.18.- Regresión Exponencial – HE	237
Figura 6.19.- Regresión Logarítmica – HE	237
Figura 6.20.- Regresión Lineal – I	238
Figura 6.21.- Regresión Potencial – I	238
Figura 6.22.- Regresión Exponencial – I	239
Figura 6.23.- Regresión Logarítmica – I	239
Figura 6.24.- Regresión Lineal – IP	241
Figura 6.25.- Regresión Potencial – IP	241
Figura 6.26.- Regresión Exponencial – IP	242
Figura 6.27.- Regresión Logarítmica – IP	242
Figura 6.28.- Regresión Lineal – HE	243
Figura 6.29.- Regresión Potencial – HE	243
Figura 6.30.- Regresión Exponencial – HE	244
Figura 6.31.- Regresión Logarítmica – HE	244
Figura 6.32.- Regresión Lineal – I	245
Figura 6.33.- Regresión Potencial – I	245
Figura 6.34.- Regresión Exponencial – I	246
Figura 6.35.- Regresión Logarítmica – I	246
Figura 6.36.- Regresión Lineal – IP	248
Figura 6.37.- Regresión Potencial – IP	248
Figura 6.38.- Regresión Exponencial – IP	249
Figura 6.39.- Regresión Logarítmica – IP	249
Figura 6.40.- Regresión Lineal – HE	250
Figura 6.41.- Regresión Potencial – HE	250
Figura 6.42.- Regresión Exponencial – HE	251
Figura 6.43.- Regresión Logarítmica – HE	251
Figura 6.44.- Regresión Lineal – I	252
Figura 6.45.- Regresión Potencial – I	252

Figura 6.46.- Regresión Exponencial – I	253
Figura 6.47.- Regresión Logarítmica – I	253
Figura 6.48.- Comparación 1CN – 28CN	255
Figura 6.49.- Comparación Curado Acelerado	256
Figura 6.50.- Comparación Tracción Indirecta Curado Acelerado	257



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Norma NTP 339.213	11
Tabla 2.2.- Definiciones para Concreto	14
Tabla 2.3.- Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma NTP 339.088	36
Tabla 2.4.- Composición Química del Cemento, Porcentajes Típicos de Intervención de los Óxidos.	38
Tabla 3.1.- Minerales, rocas y materiales sintéticos que pueden ser potencialmente reactivos con los álcalis del cemento	54
Tabla 3.2.- Tamices Standard ASTM	55
Tabla 3.3.- Límites Granulometría del Agregado Fino	57
Tabla 3.4.- Límites Granulometría del Agregado Grueso	57
Tabla 3.5.- Datos de la Granulometría del Agregado Fino	61
Tabla 3.6.- Promedios de la Granulometría del Agregado Fino	61
Tabla 3.7.- Límites Granulometría del Agregado Fino	62
Tabla 3.8.- Datos de la Granulometría del Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ "	64
Tabla 3.9.- Promedios de la Granulometría del Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ "	64
Tabla 3.10.- Límites Granulometría del Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ "	65
Tabla 3.11.- Datos de la Granulometría del Agregado Grueso de 1"	67
Tabla 3.12.- Promedios de la Granulometría del Agregado Grueso de 1"	67
Tabla 3.13.- Límites Granulometría del Agregado Grueso de 1"	68
Tabla 3.14.- Resumen Propiedades de los Agregados	70
Tabla 4.1.- Resumen de los Diseños de Mezclas	77
Tabla 5.1.- Permeabilmetro al Aire de Torrent	80
Tabla 5.2.- Resultados de diseños previos (patrones)	208
Tabla 5.3.- Resultados de diseños a 35°C	209
Tabla 5.4.- Resultados de diseños a 60°C	210
Tabla 5.5.- Resultados de diseños a 100°C	211
Tabla 5.6.- Tracción Indirecta 35°C	212
Tabla 5.7.- Tracción Indirecta 60°C	213
Tabla 5.8.- Tracción Indirecta 100°C	214
Tabla 6.1.- Tabla de Vaciados	221
Tabla 6.2.- Clasificación de la calidad del recubrimiento	225

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 4.1.- Esquema del Proceso de Mezclado

76





CAPITULO I. – PLAN DE TESIS

1.1 Planteamiento del Problema

En nuestro medio, existe muy poca información acerca del curado acelerado. El concreto requiere normalmente de un tiempo de espera para que este obtenga su resistencia óptima. Estos tiempos de espera generan brechas en trabajos paralelos que se pueden realizar a lo largo de la ejecución y además, que en la construcción el mal tiempo utilizado es perdida de dinero.

A consecuencia de esta problemática es conveniente proponer nuevas tecnologías para el análisis y diseño de mezclas de concreto con curado acelerado, el método de agua caliente y el método de ebullición modificado, nos permite acelerar el curado logrando determinar la resistencia en un menor tiempo.

Con este nuevo método de curado acelerado podremos emplear elementos prefabricados en la construcción, y por medio de este estudio sabremos a que resistencia podrá llegar la estructura sin la necesidad de tener que esperar los 28 días.

1.2 Hipótesis

Es probable que al aplicar los dos métodos de curado acelerado tanto en agua caliente a 35°C y 60°C y en ebullición modificado a 100°C, respectivamente en el tiempo indicado en la norma (NTP 339.213), se incrementen las propiedades de las probetas de concreto y estas en un corto tiempo de 1 día, den resultados efectivos comparados con los resultados de curado estándar a 28 días. Obteniendo una ecuación experimental de estimación a partir de una regresión lineal.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Conocer el porcentaje de mayor aproximación a las resistencias requeridas con curado acelerado aplicando el método de agua caliente y el método de ebullición modificado, las cuales serán sometidas a ensayos no destructivos y destructivos para su evaluación y análisis de los resultados en la ciudad de Arequipa.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Aplicar el procedimiento del método de curado acelerado según la norma (NTP 339.213) y analizar el proceso de curado acelerado por el método de agua caliente a 35°C y 60°C, y por el método de ebullición modificado a 100°C.
- Elaborar diferentes tipos de diseños de mezclas con variables como:
 - ✓ Tipo de cemento
 - ✓ Relación agua-cemento
 - ✓ Temperatura
 - ✓ Tiempo de curado en el tanque.
- Ensayos de las propiedades del concreto por el método de curado acelerado tanto en estado fresco como en estado endurecido.
- Determinar de manera rápida y confiable los resultados de los ensayos para poder proyectar valores de resistencia a la compresión f_c a 28 días, utilizando valores de resistencia a la edad de 28 horas con una aceptable confiabilidad.
- Obtener las características, ventajas, trabajabilidad, costos, y resistencias logradas con diseños hechos con materiales de las canteras de la ciudad de Arequipa.

1.4 Justificación del Estudio

La presente investigación busca ampliar el conocimiento del proceso de curado acelerado por el método de agua caliente y el método de ebullición modificado en un tanque de curado acelerado. Este equipo permite colocar diferentes temperaturas con el fin de almacenar las probetas durante el tiempo que indique el método a usar, el cual nos va a brindar según el diseño de mezclas la mayor aproximación a la resistencia a compresión $f'c$ comparando los resultados de 1 día y 28 días.

El presente estudio está exclusivamente relacionado para elementos prefabricados como:

- ✓ Adoquines
- ✓ Bloques
- ✓ Bovedillas
- ✓ Dovelas
- ✓ Durmientes de Concreto
- ✓ Viguetas Pretensadas
- ✓ Cerco Perimétrico
- ✓ Poste Porta Medidor Monofásico
- ✓ Caja Porta Medidor de Agua Potable
- ✓ Topellantas
- ✓ Columnas de Concreto

1.5 Variables

• Variables Dependientes

- ✓ Calidad de agregados
- ✓ Tipo de cemento
- ✓ Resistencia del concreto
- ✓ Dimensión del elemento prefabricado
- ✓ Propiedades físicas del concreto

- **Variables Independientes**

- ✓ Temperatura
- ✓ Estado del concreto (Fresco y Endurecido)
- ✓ Sistema constructivo del concreto (Usual o Prefabricado)
- ✓ Uso del concreto
- ✓ Elementos del concreto (Verticales o Horizontales)





CAPITULO II. – MARCO TEORICO

2.1 Definición del Curado Acelerado

El método de curado acelerado es la actividad por la cual se mantiene la temperatura y humedad, por un periodo de tiempo que empieza inmediatamente después de la colocación del concreto, con el fin de lograr una óptima hidratación del cemento lo que favorecerá el desarrollo de las propiedades deseadas del concreto.

En las primeras 24 horas se da la mayor tasa de liberación de calor, este en el procedimiento de curado acelerado es aprovechado al máximo alcanzando mayores y mejores resultados en periodos cortos de 1 día, en elementos prefabricados este método acelera su proceso y da una mayor fuerza inicial para un uso más eficiente de cemento, aditivos y espacio. Este método dará un entorno de calidad óptima, consistencia, resistencia y durabilidad.

La relación agua-cemento, el contenido de cemento y su finura así como la temperatura de curado acelerado también son factores que intervienen en la generación de calor.

Es por esta razón que resulta útil someter el concreto a un curado acelerado, ya que ayuda a la obtención de los valores de resistencia a la compresión del concreto, en un menor tiempo, lo cual permite tomar acciones de corrección y control temprano, permitiendo optimizar el tiempo de reacción para realizar correcciones en la dosificación o diseño de mezcla.

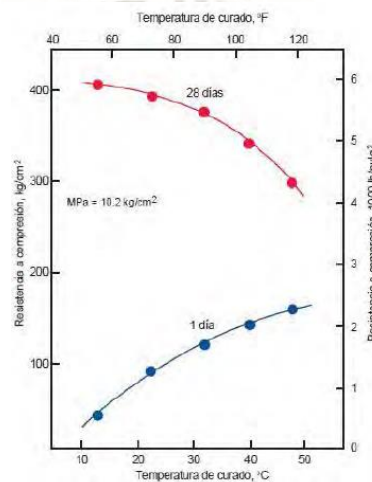


Figura 2.1.- Comparación de la temperatura en 1 día y 28 días (Verbeck y Helmuth 1968).

2.2 Historia del Curado Acelerado

El desarrollo de la construcción en concreto y la posibilidad de producir grandes volúmenes de material en breve tiempo, han acentuado la conveniencia de acortar el plazo entre la puesta en obra del concreto y la comprobación de su calidad. De esta manera, será posible obtener un concreto más uniforme y reducir el eventual retraso de la construcción por dudas razonables sobre los resultados de ensayo.

En la década del 20 se inició la investigación de métodos más rápidos para evaluar la calidad del concreto, mediante el ensayo de resistencia a la compresión en probetas de concreto curadas en condiciones de temperatura y humedad.

Actualmente en la construcción, se evidencia, que el ritmo de colocación de concreto ha aumentado. Por ejemplo edificios que tiempo atrás, demoraban años en completarse ahora se realizan solo en cuestión de meses, esto genera que esperar roturas a los 28 días e incluso 7 días para evaluar si un determinado concreto cumple con los requerimientos exigidos en resistencia, es demasiado tiempo.

En este tiempo de espera, probablemente se colocará concreto de buena resistencia por encima del concreto que eventualmente deberá ser demolido (por cuestiones de calidad). Por lo dicho anteriormente es necesario un método que permita de manera temprana, proyectar la resistencia a edades mayores. (The AberdeenGroup (1981), Malhotra 1981).

Ante el desarrollo a pasos agigantados de la tecnología del concreto, es importante encontrar nuevas metodologías que permitan evaluar la calidad de un concreto en menor tiempo posible, para de esta manera ir a la par de los grandes avances dentro de este campo de estudio y es así como se propone en esta investigación una metodología adecuada para poder evaluar la resistencia de mezclas de concreto a edades tempranas, con la finalidad de poder corregir a tiempo cualquier tipo de anomalía presente durante la elaboración de mezclas de concreto.

Para alcanzar altas resistencias iniciales se puede emplear cementos tipo HE y tipo I o de alta resistencia inicial, aditivos acelerantes, aumentar la cantidad de cemento en una mezcla reduciendo la relación agua cemento; todas las anteriores son metodologías perfectamente válidas pero en la realidad algunas no son viables de utilizar, por ejemplo en el mercado no se consigue fácilmente un cemento tipo HE o I, estos no se van a utilizar en la elaboración de mezclas para construir viviendas o edificios, ya que significaría un incremento en los costos de la obra; la utilización de aditivos, significa un riesgo debido a que estos aditivos están compuestos principalmente de cloruro de calcio, disminuyendo la resistencia del acero de refuerzo o en su defecto afectan a la trabajabilidad e inclusive, aumentar la contracción del concreto, siendo perjudicial en términos de durabilidad y de economía de la estructura.

Aumentar la cantidad de cemento para disminuir la relación agua-cemento es una acción antieconómica debido a que el cemento es el compuesto de mayor valor comercial dentro de los componentes del concreto, así que la medida más viable para acelerar la tasa de hidratación de un mezcla, y por ende incrementar su resistencia a edades tempranas es aumentar la temperatura de la masa de concreto a más de 30°C, con la finalidad de que actúe como catalizador entre el agua y los silicatos dicalcicos y silicatos tricalcicos para producir silicato de calcio hidratado, compuesto que da al concreto las propiedades de endurecimiento, resistencia y estabilidad dimensional, con el objetivo de que no exista pérdidas de humedad y que la tasa de endurecimiento sea lo más alta posible. Las muestras serán sometidas a inmersión en agua a temperaturas de 35°C, 60°C y 100°C.

En los últimos años, países como EE.UU., Canadá, Holanda, Suecia, Inglaterra y otros, han desarrollado diferentes métodos de ensayos acelerados. En 1971, la American Society for Testing and Materials (ASTM), acordó la especificación ASTM C-684, normalizando tres procedimientos de curado.

2.3 Ventajas y Limitaciones del Curado Acelerado

La ventaja principal del curado acelerado es básicamente la obtención de manera rápida y confiable de información para poder proyectar valores de resistencia a la compresión $f'c$ a 28 días, utilizando valores de resistencia a la edad de 1 día con una aceptable confiabilidad.

Los resultados obtenidos del aceleramiento de resistencia también pueden ser utilizados para conocer la variabilidad de la resistencia del concreto que está siendo colocado en obra (control de calidad), esto nos permite realizar las correcciones pertinentes en el diseño o dosificación del concreto. Los datos de resistencia obtenidos mediante la aplicación de este curado acelerado tiene la misma variabilidad que las resistencias obtenidas con el curado tradicional (Ahmed 2005, Lamond 1983).

Se cuenta con experiencias del uso de curado acelerado en obras de EE.UU y Canadá con resultados satisfactorios, en el control de calidad y la predicción a resistencias a 28 días. Además según investigaciones difundidas por el American Concrete Institute (ACI) es muy probable que en un futuro se utilicen los curados acelerados conocidos como "One Day Test" para la aprobación del concreto en obra y no esperar 28 días como sucede en la actualidad. (Lamond1983, The Aberdeen Group (1981), Meyer 1997).

Otra ventaja que se puede considerar en el uso del curado acelerado es el ahorro de espacio en la poza de curado (método estándar), ya que cuando se trabajan con volúmenes considerables de concreto, el número de muestras (probetas) obtenido es considerable.

La limitación que podemos encontrar en la realización del curado acelerado, es que se requiere cierto nivel técnico del personal, además de la implementación o compra de una máquina de curado acelerado.

Otra limitación que podemos encontrar es que la Universidad aún no cuenta con este equipo de curado acelerado, limitando al desarrollo de otros temas de investigación.

2.4 Desarrollo del Curado Acelerado

Para aplicar correctamente el método de curado acelerado con el propósito de evaluar a edades tempranas las distintas mezclas que se fabricaran para los diferentes elementos prefabricados, se debe considerar los siguientes parámetros:

- Los agregados deben provenir de una cantera fija.
- Se debe utilizar una marca fija de cemento durante la mezcla.
- Se debe tener una fuente fija de agua de mezclado.

En la Tabla 2.1, se resumen los cuatro métodos de curado acelerado presentes en la norma NTP 339.213 basada en la ASTM C 684, estos están clasificados en **A (método de agua caliente)**, **B (método de ebullición modificado)**, **C (método autógeno)**, **D (método de calor y presión)**.

Proceso	Moldes	Fuentes de aceleración	Temperatura de curado acelerado °C	Edad de inicio de curado	Duración de curado	Edad de ensayo
A	Reusable o uso simple	Calor de hidratación	35	Inmediatamente después de la colocación	23,5 h +- 30 min	24 h +- 15 min
B	Reusable o uso simple	Agua hirviendo	Hirviendo	23 h +- 30 min después de la colocación	3,5 h +- 5 min	28,5h +- 15 min
C	Simple uso	Calor de hidratación	T inicial + calor de hidratación	Inmediatamente después de la colocación	48 h +- 15 min	49 h +- 15 min
D	Simple uso	Calor externo y presión	150	Inmediatamente después de la colocación	5 h +- 5 min	5,25 h +- 5 min*
*Agregar 30 min si se utiliza capa compuesta de azufre.						

Tabla 2.1.- Norma NTP 339.213.

Incrementando con el desarrollo de la presente investigación se añadió al **método A**, la temperatura de 60°C para la obtención de mayores resultados.

2.5 Equipos y Maquinas para el Curado Acelerado

Este estudio de investigación emplea el uso de diferentes equipos y herramientas, todos ellos se encuentran en un laboratorio de concreto.

A continuación presento la lista de todos los equipos y herramientas usados en el desarrollo de la presente.

I. Herramientas

a. Agregado

- i. Lampa o pala
- ii. Carretilla
- iii. Cucharón
- iv. Espátula
- v. Bandejas
- vi. Cepillos
- vii. Franelas
- viii. Fiola
- ix. Canastilla
- x. Pera de Succión
- xi. Pipeta
- xii. Libreta

b. Concreto

- i. Baldes
- ii. Termómetro
- iii. Plancha
- iv. Cono de Abrams
- v. Varilla de 10mm (3/8") NTP 339.035
- vi. Varilla de 16mm (5/8") NTP 339.035
- vii. Flexómetro (Wincha métrica)

viii. Martillo de goma

II. Equipos

a. Agregado

- i. Balanza
- ii. Cocina Eléctrica
- iii. Tamices
- iv. Tamizadora (Ro – Tap)
- v. Olla de Volumen

b. Concreto

- i. Mezcladora Eléctrica de 100 litros
- ii. Olla de Washington
- iii. Vernier o Pie de Rey
- iv. Prensa Hidráulica Axial
- v. Tanque de Curado Acelerado



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.2.- Tanque de Curado Acelerado.

2.6 Principios Básicos y Requerimientos del Concreto

2.6.1 Definición del Concreto

El concreto es un material compuesto formado por partículas de material granular grueso (agregados minerales o rellenos) embebidos en una matriz dura de material (cemento o ligante) que llena los espacios vacíos entre las partículas y burbujas manteniéndolas juntas.

CONCRETO	=	RELLENADOR	+	LIGANTE
Concreto	=	Agregado (fino + grueso)	+	Pasta de cemento
Mortero	=	Agregado fino	+	Pasta
Pasta	=	Cemento	+	Agua

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.2.- Definiciones para Concreto.

El material de construcción más utilizado del mundo es sin duda el concreto, su composición en la medida y para el uso adecuado es el más sólido, es el que se utiliza para edificar y crear superficies fuertes como pisos y paredes, no es sólido, por lo que no permite ningún tipo de flexibilidad luego de estar seco o sólido. Cuando se combina con acero se le denomina concreto armado.

Es frecuente que al concreto se le añadan diversos aditivos para modificar sus características. Entre estos aditivos es posible mencionar a impermeabilizantes, colorantes y retardadores de fraguado, entre otros.

Los agregados pueden ser obtenidos de diferentes tipos de materiales, sin embargo principalmente hacemos uso de los materiales naturales, comúnmente rocas. Estos son esencialmente materiales inertes los cuales, por conveniencia, son separados en una fracción gruesa y en una fracción fina.

Similarmente el cemento puede ser formulado a partir de diferentes composiciones químicas. Cemento es un nombre genérico que puede ser aplicado a cualquier material ligante.¹

2.6.2 Propiedades del Concreto

Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas. Las cuatro propiedades principales del concreto son:

- ✓ Trabajabilidad
- ✓ Consistencia
- ✓ Resistencia
- ✓ Durabilidad

El concreto tiene tres estados diferentes: Fresco, fraguado y endurecido. Cada estado tiene propiedades diferentes.²

2.6.2.1 Propiedades en Estado Fresco

a) Trabajabilidad

Es aquella propiedad que permite que el concreto fresco sea fácil de manejar durante el mezclado, transporte, colocado y compactado.

La trabajabilidad se puede evaluar con relativa facilidad y exactitud, midiendo la capacidad de la mezcla para fluir al ser empujada solo por su propio peso (fuerzas de gravedad).

Para que el concreto fresco sea trabajable debemos seleccionar apropiadamente la proporción de cada uno de los insumos o ingredientes que lo componen (cemento, agregados y agua).

b) Consistencia

Está definida por la fluidez de la mezcla, es decir, su capacidad de desplazarse dentro de los encofrados y llenarlos completamente. Depende de la cantidad de agua y de cemento, así como de la forma y tamaño de los agregados que se

incorporen a la mezcla.

El concreto fresco puede tener diversos grados de fluidez: mezclas secas, mezclas plásticas, hasta mezclas fluidas. La fluidez se elige teniendo en cuenta lo que se va a construir y el método de compactación que se usará en la colocación.

Es recomendable trabajar con mezclas de consistencia plástica (especialmente cuando se trata de losas, columnas y muros), ya que estas tienen mejor cohesión, fluyen con facilidad y los agregados se distribuyen de manera pareja. Esto elimina el riesgo de que los agregados se separen y se formen cangrejeras.

Para evaluar y controlar de manera apropiada la consistencia y la humedad del concreto se emplea el Ensayo del Cono de Abrams.

c) Movilidad

Es la facilidad del concreto a ser desplazado mediante la aplicación de trabajo externo. Se evalúan en función de la viscosidad, cohesión y resistencia interna al corte.

La viscosidad viene dada por la fricción entre las capas de la pasta de cemento, la cohesión es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, y la resistencia interna al corte la provee la habilidad de las partículas de agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta.

d) Segregación

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación. En los concretos con contenidos de piedra > del 55% en peso con respecto al peso total de agregados, es frecuente confundir la segregación con la apariencia normal de estos concretos, lo cual es muy simple de verificar obteniendo dos muestras de concreto fresco de sitios diferentes y comparar el contenido de gruesos por lavado, que no deben diferir en más de 6%.

e) Exudación

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

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

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

No debe caerse en el error de considerar que la exudación es una condición anormal del concreto, ni en la práctica usual de “secar” el concreto espolvoreando cemento en la superficie ya que si esto se ejecuta mientras aún hay exudación, se crea una capa superficial muy delgada de pasta que en la parte inferior tiene una interface de agua que la aísla de la masa original.

La prueba estándar para medir la exudación está definida por la norma ASTM C 232 necesitándose sólo una pipeta como equipo adicional a las balanzas, moldes y probetas graduadas que constituyen lo normal en laboratorio.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.3.- Exudación del Concreto.

f) Contracción

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia.

Ya hemos visto que la pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible.

Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado fresco como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla.

Este proceso no es irreversible, ya que si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida.

g) Temperatura

Este ensayo será realizado según la norma ASTM C 1064 - NTP 339.14.

Esta propiedad permite medir la temperatura de mezclas de concreto recién mezclado. Puede usarse para verificar que el concreto satisfaga requerimientos específicos de temperatura.

Para lo cual se necesitará el siguiente equipo:

- Recipiente: Elaborado de material no absorbente (carretilla) y debe tener dimensiones tales que permitan el recubrimiento de al menos 3 pulgadas de concreto en todas las direcciones alrededor del sensor medidor de temperatura. La cantidad de concreto que debe cubrir, tiene que ser mínimo tres veces el tamaño máximo del agregado grueso.
- Medidor de temperatura: Termómetro calibrado para medir la temperatura del concreto con una variación de $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Procedimiento:

Se obtendrá una muestra de concreto dentro de un contenedor no absorbente (carretilla). Se colocará el termómetro dentro de la muestra, y se tomará la lectura después de un tiempo mínimo de 2 minutos o hasta que la temperatura se estabilice.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.4.- Medición de la Temperatura del Concreto.

h) Asentamiento

Este ensayo será realizado según la norma ASTM C143 – NTP 339.035.

Este método cubre la determinación del asentamiento del concreto tanto en laboratorio como en el campo. Consisten en colocar una muestra de concreto recién mezclado dentro de un molde en forma de cono truncado. El molde se levanta y se deja que el concreto se desplome. Se mide la distancia vertical al centro desplazado y se registra el valor del asentamiento del concreto.

Para lo cual se necesitará el siguiente equipo:

- Molde: Será metálico, resistente al ataque de la pasta de cemento, deberá tener la forma de la superficie lateral de un cono truncado con una base de 9 pulgadas de diámetro y la parte superior de 4 pulgadas con una altura de 12 pulgadas.
- Varilla: Deberá ser una barra recta de acero de sección circular de 5/8” de diámetro y aproximadamente de 24 pulgadas de largo.
- Instrumento de medida: Se usa el fluxómetro (Wincha métrica).
- Base: Debe ser metálica y no absorbente.

Procedimiento:

Se humedece el molde y la base, siendo apoyado firmemente el molde contra la base con la ayuda de los pies y por ningún motivo debe moverse durante el llenado.

Llenar el molde en tres capas de concreto, siendo compactada la primera capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, sin tocar la base metálica, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa, la segunda y tercera capa deben penetrar una pulgada la capa anterior. Cuando se compacte la última capa mantener un excedente de concreto sobre el molde antes de comenzar el varillado, si el concreto es insuficiente detener el varillado y colocar una cantidad representativa para mantener un exceso de concreto sobre el molde en todo momento.

Enrasar el concreto rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde. Manteniendo firme el molde, remover el concreto alrededor del área circundante para prevenir la interferencia al momento del asentamiento del concreto. Levantar el molde por encima de las 12 pulgadas de un solo movimiento sin giros. Medir con una precisión de $\frac{1}{4}$ de pulgada el asentamiento desde la parte superior hasta el centro desplazado de la superficie original del espécimen. Este ensayo del asentamiento es medido en pulgadas (plgs).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.5.- Preparación de la muestra para el Asentamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.6.- Asentamiento del Concreto (Slump).

i) **Peso Unitario**

Este ensayo será realizado según la norma NTP 339.046 - ASTM C138.

Este método de prueba cubre la determinación de la densidad del concreto fresco y señala las fórmulas para calcular el rendimiento, contenido de cemento, y contenido de aire del concreto fresco. Rendimiento es definido como el volumen del concreto producido por una mezcla de materiales de características conocidas.

Para dicho ensayo se necesitará el siguiente equipo:

- Balanza: Con exactitud de 45 gr.
- Varilla: De acero de 5/8" de diámetro y de 24 pulgadas aproximadamente de longitud.
- Recipiente: Olla de Washington.
- Plancha: Placa rectangular llana de metal de por lo menos 1/4" de espesor de por lo menos 2" de longitud superior a la del recipiente.
- Mazo de goma: Con una masa de 1000 +/- 200 gr.

Procedimiento:

Colocar el concreto dentro de la olla, en tres capas de aproximadamente igual volumen varilladas con 25 golpes cada una; compactar la capa inferior en todo su espesor, sin tocar la base de la olla; la segunda y la tercera capa penetraran 1" la capa anterior. Distribuir las penetraciones uniformemente en toda la sección transversal del recipiente, en cada una de las tres capas.

Golpear firmemente de 10 a 15 veces los lados del recipiente con el mazo, cada una de las tres capas, para así llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire que podrían quedarse atrapadas en el concreto.

Después de consolidar la última capa, enrasar el concreto con una plancha de enrase para obtener una superficie lisa. Limpiar todo el exceso de concreto en la parte exterior del recipiente y determinan la masa del concreto del recipiente lleno en kilogramos.

Calcular la masa neta (kg) y calcular la densidad del concreto (kg/m³).

Densidad (Peso Unitario):

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Fuente: Norma NTP 339.046 - ASTM C138.

Donde:

Mc= Masa del concreto

Mm= Masa del molde

Vm=Volumen del molde

Rendimiento:

$$Y(m^3) = \frac{M}{D}$$

Fuente: Norma NTP 339.046 - ASTM C138.

Donde:

M= Masa total de los materiales

D= Densidad



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.7.- Olla Washington.

2.6.2.2 Propiedades en Estado de Fraguado

El fraguado es definido como la aparición de rigidez en el concreto fresco, el fraguado no debe ser confundido con el endurecimiento el cual es el desarrollo de una resistencia útil; el fraguado precede al endurecimiento y debe ser entendido como un periodo de transición entre su verdadera fluidez y su verdadera rigidez como se muestra en la figura 2.8.

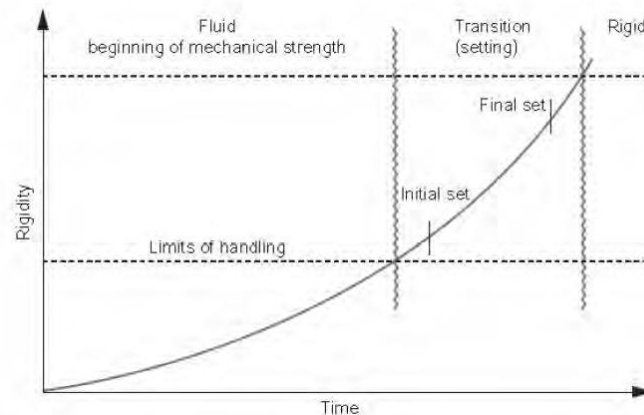


Figura 2.8.- Proceso de fraguado y endurecimiento del concreto. (Concrete –Mindess, Young, Darwin - Second Edition – 2002).

Tiempo de fragua:

La fragua del concreto es un proceso gradual, el cual viene definido por el tiempo que requiere para que el mortero alcance valores de resistencia a penetración significativos.

El tiempo de fragua del concreto es una medida arbitraria, y es un parámetro importante por las siguientes razones:

1. Ayuda a regular los tiempos de mezclado y transporte.
2. Conocer la efectividad de los distintos aditivos controladores de fragua (retardadores y aceleradores de fragua).
3. Ayuda en el plan de programación para las operaciones de acabado del concreto.

Puede ser usado para determinar los efectos de variables, tales como contenido de agua, marca, tipo y cantidad de material cementicio, aditivos, en el tiempo de fragua.

2.6.2.3 Propiedades en Estado Endurecido

a) Elasticidad

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

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

Los módulos de Elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm² y están en relación inversa con la relación Agua/Cemento.

Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de Elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres. La norma que establece como determinar el Módulo de elasticidad estático del concreto es la ASTM C 469.

b) Resistencia

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

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el

cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencia sobre 700 kg/cm².

c) Durabilidad

La durabilidad del concreto puede definirse como su capacidad para resistir la acción del medio ambiente circundante, los ataques químicos, biológicos, la abrasión y cualquier otro proceso de deterioro.

Existen diversos factores determinantes para la durabilidad de una estructura de concreto, como el diseño estructural, materiales y proceso constructivo, resaltando la importancia de la protección y el curado del concreto, por lo que se debe ser muy estricto en cada una de estas etapas, así como en los procedimientos de inspección y mantenimiento de las estructuras.

La durabilidad del concreto puede verse afectada por factores como el medio ambiente (estado del tiempo, el clima, agresividad del medio), la humedad, la temperatura y la presión.

Por esto, es necesario que el concreto se diseñe con una mezcla suficientemente compensada de tal manera que sea compacto, homogéneo, mínimamente poroso y resistente.³

d) Extensibilidad

Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo.

El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos

nominalmente independientes.

La microfisuración aparece normalmente alrededor del 60% del esfuerzo último, y a una deformación unitaria de 0.0012, y en condiciones normales la figuración visible aparece para 0.003 de deformación unitaria.

2.6.2.3.1 Propiedades no Destructivas

Son aquellas pruebas que miden las características del concreto en una estructura. Su aplicación principal es la de estimar la fuerza compresiva del concreto sin tener que destruirlo.

Dichas pruebas se pueden utilizar para estimar la resistencia del concreto durante la construcción o también durante la evaluación de estructuras existentes. (Universidad de Piura).

Los ensayos de compresión hechos en probetas estándar sólo proporcionan cuando se entrega a la obra, mientras que las pruebas en sitio sí proporcionan las características que tendrá el concreto en lugares específicos de la estructura, por lo cual son importantes. Además, al proporcionarnos la resistencia del concreto a cualquier edad de la estructura, podemos saber con certeza el momento en el cual podemos retirar el encofrado o aplicar el postensado (ACI-PUCP).

e) Permeabilidad al Aire de Torrent

La permeabilidad del recubrimiento tiene una influencia decisiva sobre la durabilidad de las estructuras de concreto, siendo la barrera defensiva contra la penetración de agentes agresivos.

Procedimiento:

Se crea un vacío dentro de la doble celda que se sella sobre la superficie de concreto mediante anillos blandos concéntricos, creando dos cámaras separadas. Cuando el vacío alcanza 30 mbar, se cierra la electro-válvula y el sistema neumático de la cámara interna queda aislado de la bomba.

El aire presente en los poros del concreto subyacente fluye, atravesando el concreto de recubrimiento, hacia la cámara interna elevando su presión P_i . La velocidad con que sube P_i está directamente relacionada con la permeabilidad de recubrimiento.

Un regulador de presión mantiene la presión de la cámara externa permanentemente balanceada con la de la cámara interna ($P_e=P_i$). Así se logra un flujo controlado unidireccional hacia la cámara interna, permitiendo el cálculo del coeficiente de permeabilidad kT (m^2) (Torrent, 1999).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.9.-Permeabilidad al aire de Torrent.

f) Velocidad de Pulso Ultrasónico

La prueba ultrasónica de la velocidad del pulso determina la velocidad de propagación de un pulso de energía vibratoria a través de un miembro de concreto. En condiciones específicas se relaciona directamente con la resistencia del concreto.

El principio operacional del equipo se define como un transductor que envía una onda de corta duración, señal de alto voltaje a un transductor de recepción, haciendo el transductor vibrar en su frecuencia resonante. En el comienzo de pulso eléctrico, se enciende un temporizador electrónico, las vibraciones del transductor se transfieren al concreto a través de un líquido viscoso como acoplador.

El pulso vibratorio viaja a través del espécimen y es detectado por un transductor de recepción en la superficie opuesta del espécimen. Cuando se recibe el pulso, el temporizador electrónico se da vuelta y se visualiza el tiempo transcurrido del recorrido.

La longitud de camino directa entre los transductores se divide por el tiempo del recorrido para obtener la velocidad del pulso a través del concreto (Universidad de Piura).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.10.- Velocidad de Pulso Ultrasónico.

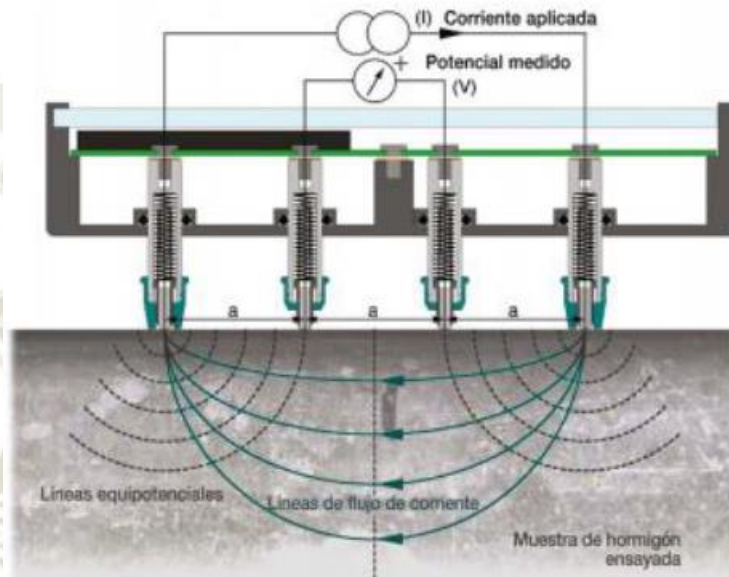
g) Resistividad Eléctrica

La resistividad del concreto se considera como uno de los factores que afectan la velocidad de corrosión de las armaduras, la resistencia a la penetración de los cloruros y la carbonatación, el endurecimiento en estado fresco y el grado de curado.

Es decir, la resistividad eléctrica, es capaz de informar sobre la microestructura del concreto, de su porosidad y de su contenido de agua. Como indica la Ley de Ohm, la resistividad es una propiedad volumétrica del material e indica su resistencia al paso de las cargas eléctricas.

Cuanto mayor es la resistividad menor es la porosidad del concreto y mayor su resistencia a la compresión, al tener más fase sólida por volumen, además si el concreto no está saturado en agua, la resistividad crece, por lo que es un indicador de su grado de saturación y puede servir para el control de curado (Andrade, 2009).

La resistividad se mide mediante una sonda Wenner de cuatro puntos completamente integrada. Se aplica una corriente a dos sondas exteriores y se mide la diferencia de potencial entre las dos sondas interiores. La corriente es transportada por iones en el líquido en los poros. La resistividad calculada depende de la distancia entre las sondas.



Fuente: Google

Figura 2.11.- Principio de medición (Resipod).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.12.- Ensayo de Resistividad.

h) Número de Rebotes

Un método para el que se ha encontrado aplicación práctica dentro de un campo limitado es la prueba del martillo de rebote también conocido como Esclerómetro.

La prueba está basada en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie sobre la que golpea la masa. En la prueba del Esclerómetro, una masa impulsada por un resorte tiene una cantidad fija de energía que se le imprime al extender el resorte hasta una posición determinada; esto se logra presionando el embolo contra la superficie del concreto que se quiere probar. Al liberarlo, la masa rebota del émbolo que aún está en contacto con el concreto y la distancia recorrida por la masa, expresada como porcentaje de la extensión inicial del resorte, es lo que se llama número de rebote y es señalado por un indicador que corre sobre una escala graduada. El número de rebote es una medida arbitraria, ya que depende de la energía almacenada en el resorte y del volumen de la masa.

El martillo tiene que utilizarse sobre una superficie completamente plana y lisa. Cuando el concreto no forma parte de una masa mayor debe ser sujetado firmemente (Universidad de Piura).

El percutor sale del cuerpo del instrumento y se pone en contacto con la superficie del concreto, existe un seguro que impide que el martillo se mueva, se libera el seguro que contenía al martillo y este es jalado por un resorte. El martillo impacta contra el percutor y rebota. La distancia del rebote se registra en una escala numerada del 10 al 100 siendo esta el número de rebote. Cuanto mayor sea el número de rebote, mayor será la resistencia del concreto (ACI-PUCP).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.13.- Ensayo de Esclerómetro.

2.6.2.3.2 Propiedades Destructivas

i) Resistencia a la Compresión

Según la norma ASTM C39 – NTP 339.034

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que se emplea para el diseño de los edificios. Esta se mide reventando probetas cilíndricas de concreto en una prensa hidráulica de ensayos a compresión, y la resistencia es calculada a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste la carga.

Los resultados se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada. Además, los resultados se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras (NRMCA, National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

Los cilindros sometidos a ensayo se elaboran y curan de acuerdo a la norma ASTM C31 “Practica estándar para elaborar y curar cilindros de concreto en el campo. Para estimar la resistencia del concreto serán sometidos a ensayo según la norma ASTM C39 “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”

Un resultado de prueba es el promedio de, por lo menos, dos pruebas de resistencia curadas de manera convencional elaboradas con la misma muestra de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad, según los requerimientos del concreto.

La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de tal manera que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia.

Los cilindros para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm). Siendo las probetas más pequeñas más fáciles de elaborar y manipular.

Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente las

probetas cilíndricas se cabecean con mortero de azufre o con almohadillas de neopreno.

El diámetro del cilindro se debe medir en dos puntos en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y se deben promediar para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos difieren en más de 2%, no se debe someter a prueba el cilindro.

Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. La resistencia del concreto se calcula dividiendo la carga máxima soportada por la probeta entre el área promedio de la sección (IMCYC, Pruebas de resistencia a la compresión, 2006).



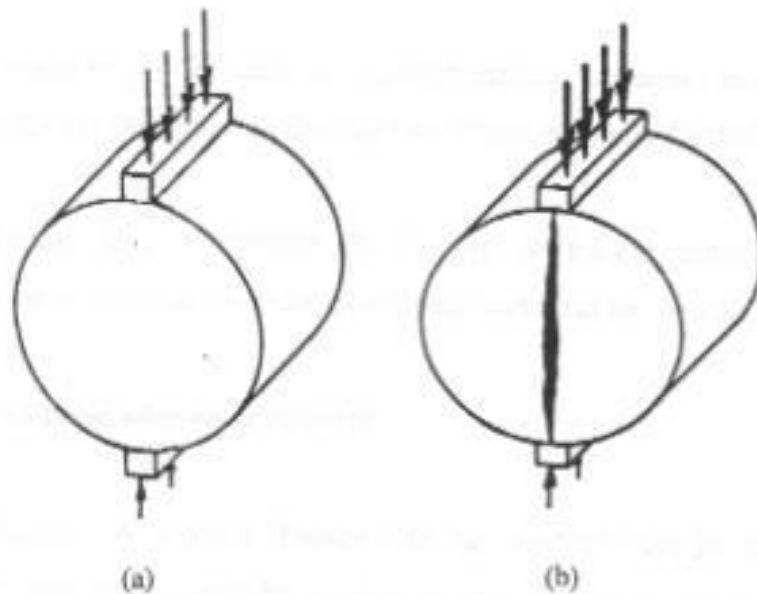
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.14.- Prensa Hidráulica.

j) Resistencia a Tracción Indirecta (Método Brasiler)

Según la norma ASTM C496

El ensayo de tracción indirecta reproduce el estado de tensiones en la fibra inferior de la zona de tracción. Es un método práctico y sencillo para caracterizar las propiedades de las mezclas de concreto o evaluar el fallo provocado por tensiones o tracción.



Fuente: Google

Figura 2.15.- Ensayo de Resistencia a la Tracción Indirecta (Método Brasiler).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.16.- Preparación al ensayo, con el molde y el vernier (Método Brasiler).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.17.- Ensayo a Tracción Indirecta (Método Brasileiro).

El ensayo de tracción indirecta se calcula como sigue:

$$\sigma = \frac{2P}{\pi t d}$$

Fuente: Norma ASTM C496

Donde:

Σ = Es la tracción Indirecta (MPa)

P = Es la carga total aplicada (N)

t = Es la altura de la probeta (mm)

d = Es el diámetro de la probeta (mm)

2.7 Materiales para el Concreto

2.7.1 Agua

2.7.1.1 El Agua de Mezcla

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- ✓ Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- ✓ Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- ✓ Procurar la estructura de vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto la cantidad de agua que intervine en la mezcla es normalmente por razones de trabajabilidad, más que la necesidad para la hidratación del cemento.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

Descripción	Límite permisible
1) Sólidos en suspensión	5,000 p.p.m máximo
2) Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
3) Alcalinidad (NaHCO_3)	1,000 p.p.m. máximo
4) Sulfato (Ión SO_4)	600 p.p.m. máximo
5) Cloruros (Ión Cl^-)	1,000 p.p.m. máximo
6) pH	5 a 8

Fuente: Pasquel, Enrique (1998). Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú, Segunda Edición, Lima.

Tabla 2.3.- Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma NTP 339.088

El agua para mezclar el concreto deberá estar limpia de sedimento, aceite, materiales orgánicos, alcalinos y cualquier impureza que pueda dañar el concreto.

Efecto de las impurezas en el concreto:

- Interfieren en la hidratación del cemento.
- Retardan o aceleran el fraguado.
- Disminuyen la resistencia.

- Manchan al concreto.
- Provocan reacciones expansivas.
- Propician la corrosión del acero de refuerzo.

2.7.1.2 El Agua para Curado

Se requiere los mismos límites permisibles que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto.

No obstante lo mencionado, si revisamos lo ya evaluado con respecto al mecanismo de hidratación del cemento y la estructura de la pasta, podemos concluir, que el agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto proveniente del curado, representa una fracción solamente del agua total, por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que en el caso del agua de mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos.⁴

2.7.2 Cemento Portland

El cemento es considerado una mezcla de componentes sólidos constituidos por silicatos y aluminatos de calcio, es un conglomerante hidráulico que finamente molido y amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación, que una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua.

Los componentes básicos para la elaboración de cemento Portland son; la cal, la sílice y la alúmina; estos componentes se pueden encontrar en la naturaleza en diversas formas y por lo general de manera abundante. Por ejemplo la cal se extrae del carbonato de calcio que se encuentra en la roca caliza, la sílice proviene de la arcilla, al igual que la alúmina. En la elaboración de los cementos también se requiere de otros minerales secundarios entre los que se encuentra

hierro, magnesio, sodio y potasio; la mayoría de ellos se pueden encontrar en los bancos de arcilla. Otro material básico en la elaboración de cemento es el yeso, que se agrega generalmente al Clinker para regular el fraguado.⁵

2.7.2.1 Química del Cemento Portland

El cemento a diferencia de otros aglomerantes, es un aglomerante hidráulico porque posee la propiedad de endurecer en el aire y bajo el agua, debido a las reacciones químicas que se producen entre el agua, los silicatos y aluminatos de calcio, presentes en el cemento.

	Óxidos componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
Oxido de Cal	CaO	62.50%	C
Silice	SiO ₂	21%	S
Alúmina	Al ₂ O ₃	6.50%	A
Hierro	Fe ₂ O ₃	2.50%	F
Azufre	SO ₃	2%	
Magnesio	MgO	2%	
Alcalis	Na ₂ O y K ₂ O	0.50%	
Perdida al fuego	P.F	2%	
Residuo insoluble	R.I.	1%	

Fuente: Bustamante, J. Elaborado en el 2012. Química y microscopía del Clinker. Arequipa

Tabla 2.4.- Composición Química del Cemento, Porcentajes Típicos de Intervención de los Óxidos.

2.7.2.2 Propiedades Físicas del Cemento Portland

a) Blaine y Finura

Es la función del grado de molienda del cemento, la cual es definida como el área superficial total, expresada en gr/cm². Su importancia radica en su influencia sobre la velocidad de hidratación, la resistencia inicial y el calor generado. Los efectos de una mayor finura se manifiestan principalmente durante los primeros siete días y el periodo inicial de hidratación.

La finura del cemento portland incide directamente sobre sus propiedades. Así, la fragua de los cementos es más rápida y el agrietamiento es más temprano, conforme sea más fino. A igualdad de relación agua-cemento, el flujo es menor

para los cementos más finos, la exudación disminuye conforme la fineza incrementa y la absorción se incrementa con el grosor del grano. De otro lado, la resistencia a la compresión se incrementa más que la resistencia a la tensión conforme aumenta la fineza del cemento. Los cementos más gruesos dan concretos menos durables debido a su mayor permeabilidad.

b) Hidratación del Cemento

Se refiere al endurecimiento y fraguado del concreto que son el resultado de procesos químicos y físicos entre el cemento Portland y el agua.

El Clinker de cemento Portland contiene 4 compuestos químicos mayoritarios, los minerales de Clinker, que son: C3S = silicato tricálcico, C2S = silicato dicálcico, C3A = aluminato tricálcico y C4AF = ferrita aluminato tetracálcico, junto con varios compuestos minoritarios, como MgO, cal libre y sulfatos de álcalis.

Las reacciones químicas que describen la hidratación del cemento son muy complejas. Para poder entender los procesos químicos que determinan el fraguado del cemento, es necesario estudiar la hidratación de cada uno de los minerales de Clinker por separado.

c) Fraguado

Puede definirse como el paso del estado fluido al estado sólido, este tiempo se divide en dos partes:

- Tiempo de fraguado inicial; este indica que el cemento se encuentra parcialmente hidratado y la pasta semidura, posteriormente la pasta sigue endureciendo hasta que deja de ser deformable con cargas relativamente pequeñas, se vuelve rígida y llega al máximo de temperatura.
- Tiempo de fraguado final; es el tiempo transcurrido desde la mezcla con agua, el cual indica que el cemento se encuentra aún más hidratado (aunque no totalmente) y la pasta ya está dura. Lo que más determina este tiempo es su fineza, la temperatura de almacenamiento y la cantidad de agua. Y lo esencial es que no sea demasiado lento ni demasiado rápido el fraguado.

d) Calor de Hidratación

El calor de hidratación es el calor generado cuando reacciona el cemento y el agua, la cantidad de calor generado principalmente de la composición química del cemento a la tasa de generación del calor, le afecta a la finura y la temperatura de curado así como la composición química.

En algunas estructuras, como aquellas de gran masa, la rapidez y la cantidad de calor generado son importantes, ya que si no se disipa este calor rápidamente, puede ocurrir una importante elevación de temperatura, que puede llevar a una dilatación térmica. El enfriamiento posterior del concreto endurecido a la temperatura ambiente puede crear esfuerzos perjudiciales.

e) Resistencias Mecánicas

Es la propiedad física del cemento de poder soportar cargas sin falla y se emplea como un criterio de aceptación por ser el más importante desde el punto de vista estructural. Es función de su fineza, composición química, grado de hidratación así como del contenido de agua de la pasta. El valor de resistencia a los 28 días se considera como la resistencia del cemento. Además, la resistencia inicial se hace mayor conforme aumenta la cantidad de Alita (C3S) y la resistencia después de los 7 días son fundamentales debido al contenido de Belita (C2S).

Es la suma de los silicatos la que define la resistencia final del cemento.⁶

f) Retracción y Expansión

Es una variación volumétrica producida por la elevada porosidad del cemento que en conjunto de una subdivisión muy fina de estos espacios porosos, da lugar a que se presenten durante la desecación y la humidificación de la masa aglomerada.

Está influenciada por la humedad del ambiente, el tipo de cemento y su grado de hidratación, naturaleza y proporción de los granos de cemento.

Este fenómeno condiciona los cambios de volumen que pueden experimentar los elementos estructurales, cambios que cuando son importantes se manifiestan en agrietamientos.

g) Fisuración

Es una propiedad física que es consecuencia de los cambios de volumen que se pueden presentar en pastas puras, morteros y concretos.

Esto es producido por la composición química, la fineza de molienda y la relación agua-cemento. El C2S (Belita), aumenta el tiempo de fisuración y disminuye con cementos menos finos.

Mientras mayor es la humedad del ambiente menor es la fisuración; y aumenta mientras mayor sea la temperatura ambiente.

h) Resistencia a los Sulfatos

La presencia de sulfatos más solubles es más perjudicial al concreto. El ataque de sulfatos al concreto tiene lugar cuando la solución de sulfato penetra en el concreto y reacciona químicamente con sus constituyentes, principalmente con la matriz de cemento.

Así pues, los factores que afectan la resistencia a sulfatos del concreto no son solamente aquellos que influyen en la reacción química con la matriz de cemento, sino también aquellos que influyen en la permeabilidad y la calidad total del concreto.⁷

2.7.2.3 Clasificación de los Cementos Portland

a) Cementos Portland Comunes

Portland Tipo I: Es un cemento normal, se produce por la adición de Clinker más yeso. Se usa cuando no se requiere de propiedades y características especiales que lo protejan del ataque de sulfatos, cloruros y temperaturas originadas por el calor de hidratación.

Portland Tipo II: Es un cemento moderado, que se utiliza cuando se está expuesto moderadamente a ataques de sulfatos, también cuando se requiere un calor moderado de hidratación. Se caracteriza por su contenido de Aluminato (C3A), menor al 8%.

Portland Tipo III: Es un cemento de rápido endurecimiento, este tipo permite obtener con rapidez elevadas resistencias usualmente en una semana o menos. A los 28 días la diferencia de resistencia con el cemento Tipo I, tiende a desaparecer. Esta propiedad se obtiene al molerse el cemento más finamente durante el proceso de molienda así se incrementa la finura dado que se obtiene una mayor área superficial, la cual expuesta a la acción del agua dará lugar a una hidratación y endurecimiento más rápido.

Portland Tipo IV: Es un cemento de bajo calor de hidratación, este tipo de cemento se fabrica para ser empleado donde la cantidad de calor generado se debe mantener a un mínimo. El desarrollo de las resistencias en este tipo de cemento debe ser muy lento en comparación con los otros tipos de cemento. Sus características son altos porcentajes de C₂S (Belita) y C₄AF (Ferrita). Lento desarrollo de resistencias a la compresión aunque a edades avanzadas alcanza los mismos valores de los otros tipos de cemento, buena resistencia al agrietamiento.

Portland Tipo V: Es un cemento resistente a los sulfatos, este tipo de cemento se fabrica para ser empleado en aquellos casos en que se requiera alta resistencia a la acción de los sulfatos, la cual se obtiene por un bajo contenido de C₃A (Alita), menos del 5%.⁸

b) Cementos Portland Adicionados

Un cemento portland Puzolánico es el producto resultante de la adición al cemento portland normal de material Puzolánico, en un porcentaje de 15 a 50%. Dicha unión puede efectuarse en el estado de Clinker, para ser molidos conjuntamente, a la fineza adecuada o también directamente con el cemento, antes de ensacar o en la mezcladora.

Cemento Puzolánico Tipo IP: Donde la adición de puzolana es del 40% del total. Puede ser empleado en construcciones en general.

Portland Puzolánico Tipo I (PM): Donde la adición de puzolana es menos del 15%. Se emplea en todo tipo de construcciones de concreto.⁹

c) Cementos Portland De Alta Performance

Los cementos que conforman esta especificación se designaran como “Cemento Portland” con características especiales indicadas por tipo, en concordancia con los tipos dados.

Tipo GU: Cemento para construcciones generales. Es utilizado para todas las aplicaciones donde las propiedades especiales de los otros tipos no sean necesarias.

Tipo HE: Cemento que proporciona alta resistencia en edades tempranas, usualmente menos de una semana.

Tipo MS: Cemento que se emplea donde sean importantes las precauciones contra el ataque moderado por los sulfatos, tales como en estructuras de drenaje, donde las concentraciones de sulfatos en el agua subterráneo son mayores que lo normal pero no llegan a ser severas.

Tipo HS: Cemento que se usa en concreto expuesto a la acción severa de los sulfatos principalmente donde el suelo o el agua subterránea tiene alta concentración de sulfato.

Tipo MH: Cemento que se usa donde el concreto necesite tener un calor de hidratación moderado y se deba controlar el aumento de la temperatura.

Tipo LH: Cemento que se usa donde la tasa y la cantidad del calor generado por la hidratación deban ser minimizadas. Este cemento desarrolla resistencia en una tasa más lenta que los otros cementos.¹⁰

2.7.3 Los Agregados del Concreto

Se definen los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total, luego la calidad de estos tiene una importancia primordial en el producto final.

La denominación de inertes es relativa, porque si bien no interviene directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para producir el aglomerante o pasta de cemento, sus características afectan notablemente el producto resultante, siendo en algunos casos tan importante como el cemento para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductividad, durabilidad, etc.

2.7.3.1 Importancia de los Agregados en el Concreto

El uso de agregados en el concreto tiene como objetivo reducir los costos en la producción de la mezcla (relleno adecuado para la mezcla, ya que reduce el contenido de pasta de cemento por metro cúbico), ayudar a controlar los cambios volumétricos (cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado, de curado y secado de la mezcla de concreto) y aportar a la resistencia final del material.

2.7.3.2 Clasificación de los Agregados

a) Agregados Naturales

Son los formados por los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles de años, y que son extraídos, seleccionados y procesados para optimizar su empleo en la producción de concreto.

b) Agregados Artificiales

Proviene de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto.

Algunos agregados de este tipo los constituyen la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, la microsílíce, etc.

El potencial de uso de estos materiales es muy amplio, en la medida que se van investigando y desarrollando otros materiales y sus aplicaciones en concreto.

c) Agregado Fino

Se llama agregado fino a la arena gruesa que presenta granos duros, fuertes, resistentes y lustrosos. Además, el agregado fino necesita estar limpio, silicoso, lavado y libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas suaves, esquistos, álcalis y materiales orgánicos.

d) Agregado Grueso

Se llama agregado grueso a la piedra chancada que debe provenir de piedra o grava ya sea rota o chancada.

La piedra, que es de grano duro y compacto, debe estar limpia de polvo, barro, marga u otra sustancia de carácter deletéreo. Asimismo, la piedra necesita ser totalmente partida, angulosa y de tamaño uniforme.¹¹

2.7.4 Aditivos para Concreto

Los aditivos son aquellos ingredientes del concreto que, además del cemento portland, del agua y de los agregados, se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado. Los aditivos se pueden clasificar según sus funciones, como sigue:

- Aditivos incorporadores de aire (inclusores de aire).
- Aditivos reductores de agua.
- Plastificantes (fluidificantes).
- Aditivos aceleradores (acelerantes).
- Aditivos retardadores (retardantes).
- Aditivos de control de la hidratación.
- Inhibidores de corrosión.
- Reductores de retracción.
- Inhibidores de reacción álcali-agregado.

- Aditivos colorantes.
- Aditivos diversos, tales como aditivos para mejorar la trabajabilidad (manejabilidad), para mejorar la adherencia, a prueba de humedad, impermeabilizantes, para lechadas, formadores de gas, anti-deslave, espumante y auxiliares de bombeo.

El concreto debe ser trabajable, de fácil acabado, fuerte, durable y resistente al desgaste. Estas cualidades se las puede obtener fácil y económicamente con la selección de los materiales adecuados, preferiblemente al uso de aditivos (a excepción de los inclusores de aire cuando son necesarios).

Las razones principales para el uso de aditivos son:

- Reducción del costo de la construcción de concreto.
- Obtención de ciertas propiedades en el concreto de manera más efectiva que otras.
- Manutención de la calidad del concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colado (colocación) y curado en condiciones de clima adverso.
- Superación de ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado.

A pesar de estas consideraciones, se debe observar que ningún aditivo de cualquier tipo o en cualquier cantidad se lo puede considerar como un sustituto de las buenas prácticas de construcción.

La eficiencia de un aditivo depende de factores tales como: tipo, marca y cantidad del material cementante; contenido de agua; forma, granulometría y proporción de los agregados; tiempo de mezclado y temperatura del concreto.¹²

2.7.4.1 Clasificación de los Aditivos para Concreto

a) Aditivos Acelerantes

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

Proveen una serie de ventajas como son:

- Desencofrado en menos tiempo del usual.
- Reducción del tiempo de espera necesario para dar acabado superficial.
- Adelanto en la puesta en servicio de las estructuras.
- Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas.
- Reducción de presiones sobre los encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado.

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

b) Aditivos Incorporadores de Aire

El congelamiento del agua dentro del concreto con el consiguiente aumento de volumen, y el deshielo con la liberación de esfuerzos que ocasionan contracciones, provocan fisuración inmediata si el concreto todavía no tiene suficiente resistencia en tracción para soportar estas tensiones o agrietamientos paulatino en la medida que la repetición de estos ciclos va fatigando el material.

c) Aditivos Reductores de Agua – Plastificantes

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

Trabajan en base al llamado efecto de superficie, en que crean una interface entre el cemento y el agua en la pasta, reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que mejora el proceso de hidratación.

Muchos de ellos también desarrollan el efecto aniónico que mencionamos al hablar de los Incorporadores de aire.

Usualmente reducen el contenido de agua por lo menos en un 5% a 10%. Tienen

una serie de ventajas como son:

- Economía, ya que se puede reducir la cantidad de cemento.
- Facilidad en los procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación Agua/Cemento.
- Mejora significativa de la impermeabilidad.
- Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de atoros, ya que actúan como lubricantes, reduciendo la segregación.

En general, la disminución del asentamiento en el tiempo es algo más rápido que en el concreto normal, dependiendo principalmente de la temperatura de la mezcla.

La dosificación normal oscila entre el 0.2% al 0.5% del peso del cemento y se usan diluidos en el agua de mezcla.

d) Aditivos Superplastificantes

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

La dosificación usual es del 0.2% al 2% del peso del cemento, debiendo tenerse cuidado con las sobredosificaciones pues pueden producir segregación si las mezclas tienen tendencia hasta los gruesos o retardos en el tiempo de fraguado, que obligan a prolongar e intensificar el curado, algunas veces durante varios días, aunque después se desarrolla el comportamiento normal.

Su empleo solo como plastificantes permite como hemos dicho, el suministrar características autonivelantes a concretos convencionales, lo que los hace ideales para vaciado con mucha congestión de armadura donde el vibrado es limitado.

- ❖ **Neoplast 8500 HP:** Aditivo Reductor de Agua de alto rango y Superplastificante sin retardo.

Según su hoja técnica sus principales aplicaciones son: concretos autocompactados, concretos de baja relación agua/cemento, concretos de alta resistencia, concreto fluido de alto asentamiento, concreto reforzado.

Sus beneficios son los siguientes: produce concretos fluidos sin retardo, permite que el concreto sea transportado por largas distancias, reduce en 45% o más el agua de amasado, reduce la segregación y exudación en el concreto, reduce las fisuras y permeabilidad en el concreto endurecido.

e) Aditivos Impermeabilizantes

Esta es una categoría de aditivos que solo están individualizada nominalmente pues en la práctica, los productos que se usan son normalmente reductores de agua, que propician disminuir la permeabilidad al bajar la Relación Agua/Cemento y disminuir los vacíos capilares.

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

No existe el aditivo que pueda garantizar impermeabilidad si no damos las condiciones adecuadas al concreto para que no exista fisuración, ya que de nada sirve que apliquemos un reductor de agua muy sofisticado, si por otro lado no se consideran en el diseño estructural la ubicación adecuada de juntas de contracción y expansión, o no se optimiza el proceso constructivo y el curado para prevenir agrietamientos.

Existe un tipo de impermeabilizante que no actúan reduciendo agua sino que trabajan sobre el principio de repeler el agua y sellar internamente la estructura de vacío del concreto, pero su uso no es muy difundido pues no hay seguridad de que realmente confieran impermeabilidad y definitivamente reducen resistencia.

f) Aditivos Retardadores

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

Su uso principal se amerita en los siguientes casos:

- Vaciados complicados y/o voluminosos, donde la secuencia de colocación del concreto provocaría juntas frías si se emplean mezclas con fraguados normales.
- Vaciados en clima cálido, en que se incrementa la velocidad de endurecimiento de las mezclas convencionales.
- Bombeo de concreto a largas distancias para prevenir atoros.
- Transporte de concreto en Mixers a largas distancias.
- Mantener el concreto plástico en situaciones de emergencia que obligan a interrumpir temporalmente los vaciados, como cuando se malogra algún equipo o se retrasa el suministro del concreto.

La manera como trabajan es actuando sobre el Aluminato Tricalcico retrasando la reacción, produciéndose también un efecto de superficie, reduciendo fuerzas de atracción entre partículas.

Usualmente tiene características plastificantes. Los productos básicos empleados en su fabricación son modificaciones y combinaciones de los usados en los plastificantes y adicionalmente, algunos compuestos de éter-celulosa.

Se dosifican generalmente en la proporción del 0.2% al 0.5% del peso del cemento.

- ❖ **Euco WR-75:** Aditivo mantensor de plasticidad, reductor de agua con retardo controlada.

Según su hoja técnica sus principales aplicaciones son las siguientes: concreto premezclado, concreto en climas cálidos o templados, concreto transportado a largas distancias, concretos especiales.

Entre sus beneficios, se detallan a continuación: permite transportar la mezcla a largas distancias, mejora la cohesión y reduce la segregación, facilita el bombeo y colocación del concreto, reduce la exudación y contracción del concreto, no contiene cloruros ni agentes corrosivos.

2.8 Curado del Concreto

En la presente investigación se desarrollaron dos métodos de curado, como según lo establece la norma NTP 339.213. El primero fue el curado a vapor en diferentes temperaturas, para obtener resistencias a edades tempranas y el segundo fue el curado normal, para obtener las resistencias a los 28 días. Ambos métodos serán detallados a continuación.

2.8.1 Curado a Vapor

El empleo de vapor de agua es el método más utilizado en la industria de los prefabricados. No solo es una fuente de calor efectiva, sino que pone a disposición la humedad necesaria para la hidratación. Antes de comenzar a aplicar vapor se debe tener lugar la fase de asentamiento, ya que de ser aplicada muy rápido se puede echar a perder el desarrollo de la resistencia.

Durante el proceso de curado los especímenes de concreto se colocan dentro de una cámara en la que se introduce vapor de agua a presión atmosférica a (35°C , 60°C y 100°C) durante el método a emplear, para después ser evaluados durante los métodos destructivos y no destructivos.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.18.- Cámara de Curado a Vapor.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.19.- Testigos de Concreto en Cámara de Curado a Vapor.

2.8.2 Curado Normal

Las probetas se deben colocar en un ambiente con una temperatura que oscile entre los 16 y 27 °C por un lapso no mayor a 48 horas, lapso en el cual se debe desmoldar para dentro de 30 minutos ubicarlos en un cuarto de humedad o tanque de almacenamiento a una temperatura de 23 +/- 2 °C, hasta el momento en el cual van a ser ensayados. El curado húmedo significa que estos deberán estar superficialmente libres de agua durante todo el tiempo, se cumplirá los requerimientos de la norma NTP 334.077 y en el Capítulo 6.2 se muestra la toma de la temperatura de la poza de curado de todos los días en los que se elaboró los diseños de mezclas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.20.- Poza de Curado Normal.



CAPITULO III. – PROPIEDADES DE AGREGADOS

3.1. Propiedades Químicas de los Agregados

La mayoría de los agregados son inertes, es decir, no reaccionan químicamente con los demás constituyentes del concreto. Sin embargo se han observado algunas reacciones especialmente con la pasta de cemento y por lo general son dañinas para el concreto. Entre ellas:

3.1.1. Reacción Álcali – Sílice (RAS)

El Óxido de Sodio y el Óxido de Potasio que constituyen los alcalices en el cemento, en ciertas cantidades y en presencia de condiciones particulares de la temperatura y humedad, pueden reaccionar con ciertos minerales definidos en la Tabla 3.1 produciendo un gel expansivo.

3.1.2. Reacción Álcali – Carbonato (RAC)

Este tipo de reacción es similar a la anterior, y se puede producir cuando se emplean los agregados de la Tabla 3.1 donde reaccionan los carbonatos generando sustancias expansivas.

REACCION ALCALI - SILICE		REACCION ALCALI - CARBONATO
Andesitas	Pizarras Opalinas	Dolomitas Calcíticas
Argillitas	Filitas	Calizas Dolomíticas
Ciertas Calizas y Dolomitas	Cuarcita	Dolomitas de grano fino
Calcedonia	Cuarzosa	
Cristobalita	Riolitas	
Dacita	Esquistos	
Vidrio Volcánico	Pizarras Silicias y ciertas otras formas de cuarzo	
Gneiss Granítico	Vidrio Silíceo, Sintético y Natural	
Opalo	Tridimita	

Fuente: Pasquel, Enrique (1998). Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú, Segunda Edición, Lima.

Tabla 3.1.- Minerales, rocas y materiales sintéticos que pueden ser potencialmente reactivos con los álcalis del cemento.

3.2. Propiedades Físicas de los Agregados

Son primordiales en los agregados las características de la densidad, resistencia, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

3.2.1. Análisis Granulométrico

La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices, ASTM C 136 / NTP 400.012.

La variación del tamaño de partículas se enseña en la Figura 3.1. El tamaño de la partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre con aberturas cuadradas. Los siete tamices normalizados para el agregado fino tiene aberturas que varían de 150 μm a 9.5 mm (Tamiz N°100 a 3/8 pulg). Mientras que el agregado grueso se ensaya con 13 tamices estándar, con aberturas que varían de 1.18 mm. a 100 mm.

DENOMINACION DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILIMETROS
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
No 4	0.1870	4.7500
No 8	0.0937	2.3600
No 16	0.0469	1.1800
No 30	0.0234	0.5900
No 50	0.0117	0.2950
No 100	0.0059	0.1475
No 200	0.0029	0.0737

Fuente: Pasquel, Enrique (1998, Noviembre). Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú. Segunda Edición

Tabla 3.2.- Tamices Standard ASTM.

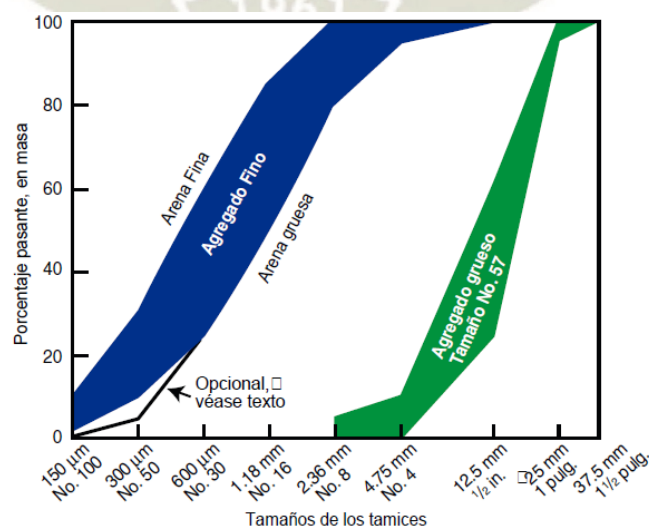


Fuente: Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Portland Cement Association. Primera Edición.

Figura 3.1.- Varios tamaños de partícula de los agregados para uso en concreto.

Los números de tamaño de agregados gruesos se aplican a las cantidades de agregado, en porcentaje que pasa a través de un conjunto de tamices. En la construcción de autopistas, la ASTM D 448 lista los mismos 13 números de tamaño de las ASTM C 33 / NTP 400.037, más seis números adicionales de agregados gruesos.

La granulometría y los límites granulométricos se expresan generalmente en porcentajes de material que pasa a través de cada tamiz. La Figura 3.2, enseña estos límites para el agregado fino y un tamaño de agregado grueso.



Fuente: Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Portland Cement Association. Primera Edición.

Figura 3.2.- Límites especificados.

3.2.1.1 Granulometría del Agregado Fino

La granulometría de los agregados finos de acuerdo a la norma ASTM C 33 / NTP 400.037, es generalmente satisfactoria para la mayoría de los concretos.

Tamiz†		Porcentaje que pasa (en masa)
9.5 mm	(¾ pulg.)	100
4.75 mm	(No. 4)	95 a 100
2.36 mm	(No. 8)	80 a 100
1.18 mm	(No. 16)	50 a 85
600 µm	(No. 30)	25 a 60
300 µm	(No. 50)	10 a 30*
150 µm	(No. 100)	2 a 10**

Fuente: ASTM C 33 / NTP 400.037

Tabla 3.3.- Límites Granulometría del Agregado Fino.

3.2.1.2 Granulometría del Agregado Grueso

Los requisitos de granulometría del agregado grueso de la norma ASTM C 33 / NTP 400.037 permiten límites amplios en la granulometría y una gran variedad de tamaños granulométricos. La granulometría del agregado grueso con un determinado tamaño máximo puede variar moderadamente dentro de un rango, sin que afecte apreciablemente las demandas de cemento y agua de la mezcla, si las proporciones del agregado fino, con relación a la cantidad total de agregados, producen un concreto con buena trabajabilidad.

Número del tamaño	Tamaño nominal, tamices con abertura cuadradas*	Cantidades más finas que cada tamiz de laboratorio,				
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3½ pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2½ pulg.)	50 mm (2 pulg.)
1	90 a 37.5 mm (3½ a 1½ pulg.)	100	90 a 100	—	25 a 60	—
2	63 a 37.5 mm (2½ a 1½ pulg.)	—	—	100	90 a 100	35 a 70
3	50 a 25.0 mm (2 a 1 pulg.)	—	—	—	100	90 a 100
357	50 a 4.75 mm (2 pulg. a No. 4)	—	—	—	100	95 a 100 ¹
4	37.5 a 19.0 mm (1½ a ¾ pulg.)	—	—	—	—	100
467	37.5 a 4.75 mm (1½ pulg. a No. 4)	—	—	—	—	100
5†	25.0 a 12.5 mm (1 a ½ pulg.)	—	—	—	—	—
56†	25.0 a 9.5 mm (1 a ¾ pulg.)	—	—	—	—	—
57	25.0 a 4.75 mm (1 pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—
6†	19.0 a 9.5 mm (¾ a ¾ pulg.)	—	—	—	—	—
67	19.0 a 4.75 mm (¾ pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—
7	12.5 a 4.75 mm (½ pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—
8	9.5 a 2.36 mm (¾ pulg. a No. 8)	—	—	—	—	—

Fuente: ASTM C 33 / NTP 400.037

Tabla 3.4.- Límites Granulometría del Agregado Grueso.

3.2.2. Módulo de Finura

El módulo de finura (MF) tanto del agregado fino como del agregado grueso se calcula de acuerdo con ASTM C 125, sumándose los porcentajes acumulados de la masa retenida en cada uno de los tamices acumulados de la masa retenida en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividiéndose esta suma por 100. La serie especificada de tamices para la determinación del MF es:

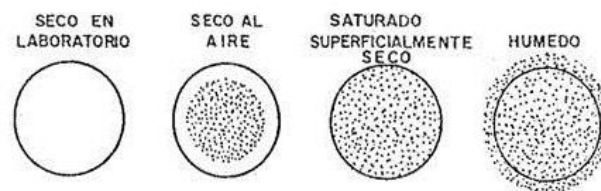
150 μm (N°100), 300 μm (N°50), 600 μm (N°30), 1.18 mm (N°16), 2.36 mm (N°8), 4.75 mm (N°4), 9.5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg.), 19.0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg.), 37.5 mm ($1\frac{1}{2}$ pulg.), 75 mm (3 pulg.) y 150 mm (6 pulg.).

El MF es un índice de finura del agregado, cuanto mayor el MF, más grueso es el agregado. Agregados con granulometrías diferentes pueden tener el mismo MF. El MF de los agregados finos es útil para estimar las proporciones de agregado fino y grueso en el concreto.¹³

3.2.3. Peso Específico

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas ASTM C 127 / NTP 400.021 y ASTM C 128 / NTP 400.022 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación.

En la Figura 3.3, se muestra gráficamente la distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno, estableciéndose las expresiones para la determinación en laboratorio y cálculo del peso específico.



Fuente: Pasquel, Enrique (1998). Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú. Segunda Edición. Lima

Figura 3.3.- Distribución de volúmenes de sólidos.

3.2.4. Porcentaje de Absorción

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

Las normas ASTM C 127 / NTP 400.021 y ASTM C 128 / NTP 400.022 ya mencionadas establecen la metodología para su determinación expresada en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso S.S.S} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

3.2.5. Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

La humedad se expresa de la siguiente manera según ASTM C 566 / NTP 339.185.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de muestra} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

3.2.6. Porcentaje de Finos que pasa por la Malla N°200

La norma ASTM C117 / NTP 400.018 establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa el tamiz normalizado de 75 µm (N°200), en el agregado a emplearse en la elaboración de concretos y morteros. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son

dispersadas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo.

Se incluyen dos procedimientos, uno utilizando solo agua para la operación de lavado, y el otro que incluye un agente dispersante para facilitar el desprendimiento del material más fino que pasa el tamiz normalizado de 75 μm (N°200). A menos que sea especificado de otro modo, el procedimiento solo agua es el más utilizado.¹⁴

3.2.7. Peso Unitario

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciando por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo.

La norma ASTM C 29 / NTP 400.017, define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificación en peso a dosificaciones en volumen.

3.2.7.1. Peso Unitario Suelto

Se usara invariablemente para la conversión de peso a volumen; es decir, para conocer el consumo de áridos por metro cubico de concreto.

3.2.7.2. Peso Unitario Compactado

Este valor se usara para el conocimiento de volúmenes de materiales apilados y que están sujetos acomodadamente o asentados provocados por el transito sobre ellos o por la acción del tiempo. También es de una utilidad extraordinaria para el cálculo por ciento vacíos de los materiales.

Para determinar el peso del agregado:

$$P_{agreg} = P_{total} - P_{molde}$$

Peso unitario del agregado:

$$P_{unit} = \frac{P_{agreg}}{V_{molde}}$$

Esta fórmula es válida tanto para peso unitario suelto como para compactado, para obtener valores confiables, se realizan 2 o 3 ensayos de Peso unitario y se promedia.

El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1500 y 1700 kg/m³.

3.3. Agregado Fino

3.3.1. Granulometría

MALLA	PESOS RETENIDOS (GR.)				% RETENIDO PROMEDIO	% RETENIDO ACUMULADO
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO		
3/8"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 4	1.00	1.04	1.01	1.02	0.14	0.14
N° 8	118.20	118.05	118.00	118.08	16.83	16.97
N° 16	145.10	145.25	145.00	145.12	20.68	37.66
N° 30	148.20	147.71	148.10	148.00	21.09	58.75
N° 50	125.40	125.04	126.00	125.48	17.88	76.63
N° 100	88.20	88.34	88.18	88.24	12.58	89.21
N° 200	44.10	46.09	43.70	44.63	6.36	95.57
FONDO	31.40	30.78	31.03	31.07	4.43	100.00
TOTAL	701.60	702.30	701.02	701.64	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.5.- Datos de la Granulometría del Agregado Fino.

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	1.02	0.14	0.14	99.86
N° 8	118.08	16.83	16.97	83.03
N° 16	145.12	20.68	37.66	62.34
N° 30	148.00	21.09	58.75	41.25
N° 50	125.48	17.88	76.63	23.37
N° 100	88.24	12.58	89.21	10.79
N° 200	44.63	6.36	95.57	4.43
FONDO	31.07	4.43	100.00	0.00
TOTAL	701.64	100.00		

MF	2.79
----	------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.6.- Promedios de la Granulometría del Agregado Fino.

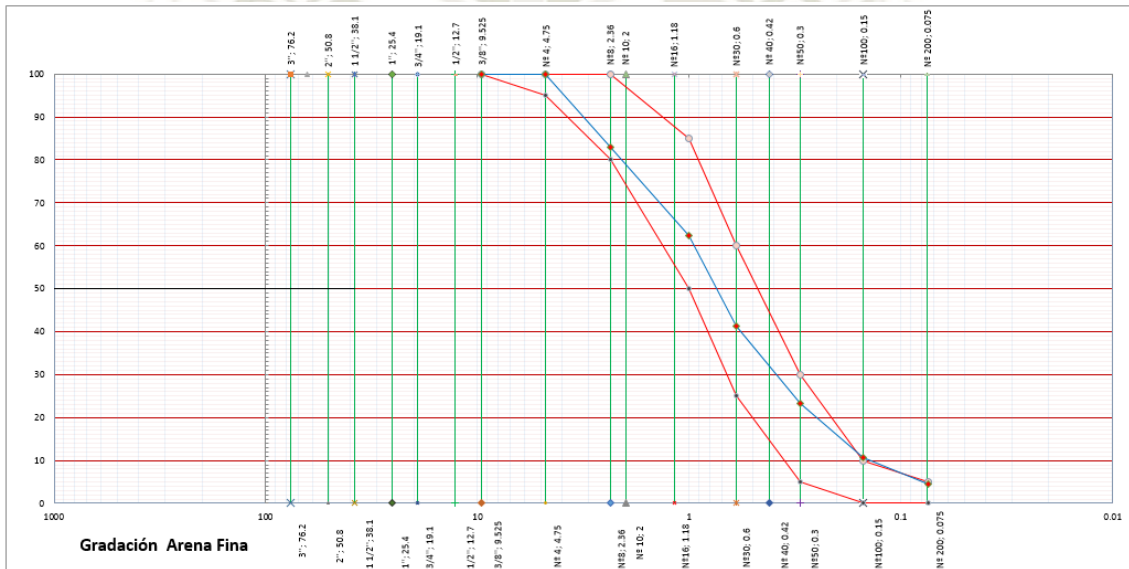
Se determina el módulo de fineza del promedio de los datos y se calcula este mediante las mallas mencionadas anteriormente, el resultado de este fue 2.79.

NTP 400.037

TAMIZ ESTANDAR	PORCENTAJE QUE PASA	
	MINIMO	MAXIMO
3/8"	100	100
N° 4	95	100
N° 8	80	100
N° 16	50	85
N° 30	25	60
N° 50	5	30
N° 100	0	10
N° 200	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.7.- Límites Granulometría del Agregado Fino.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.4.- Curva Granulométría del Agregado Fino.

3.3.2. Peso Específico

$$Pe_{AFprom} = \frac{500}{500 - (P_1 - P_2 - 500)} * 1000$$

P.Total: P_1 967.58 g

Tara: P_2 159.00 g

Pe_{AFprom} 2612 kg/m³

3.3.3. Porcentaje de Absorción

$$Abs_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} * 100$$

P. s. s. s.: P_1 500 g

P. Muestra seca: P_2 489 g

Abs_{prom} 2.25 %

3.3.4. Contenido de Humedad

$$H_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} * 100$$

P. Muestra: P_1 500 g

P. Muestra seca: P_2 460 g

H_{prom} 8.70 %

3.3.5. Porcentaje de Finos que pasa por la Malla N°200

$$\#200_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} * 100$$

P. Muestra: P_1 700 g

P. Muestra seca: P_2 633.92 g

$\#200_{prom}$ 9.44 %

3.3.6. Peso Unitario Suelto

$$P. Promedio (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$P_{VS_{prom}} = \frac{P_6}{P_7} * 1000$$

P. Vol. Comp: P_1 6269 g

P. Vol. Comp: P_2 6272 g

P. Vol. Comp: P_3 6281 g

P. Promedio: P_4 6274 g

P. Olla: P_5 1640 g

P : P_6 4634 g

Vol. Olla: P_7 2810 g

$P_{VS_{prom}}$ 1649 kg/m³

3.3.7. Peso Unitario Compactado

$$P. Promedio (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$P_{VCprom} = \frac{P_6}{P_7} * 1000$$

P. Vol. Comp: P₁ 6777 g

P. Vol. Comp: P₂ 6790 g

P. Vol. Comp: P₃ 6815 g

P. Promedio: P₄ 6794 g

P. Olla: P₅ 1640 g

P : P₆ 5154 g

Vol. Olla: P₇ 2810 g

P_{VCprom} 1834 kg/m³

3.4. Agregado Grueso de ¾"

3.4.1. Granulometría

MALLA	PESOS RETENIDOS (GR.)				% RETENIDO PROMEDIO	% RETENIDO ACUMULADO
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO		
1"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
¾"	199.88	198.87	199.53	199.43	2.85	2.85
1/2"	2277.18	2277.69	2277.23	2277.37	32.53	35.38
3/8"	1660.89	1659.00	1660.75	1660.21	23.72	59.10
1/4"	1753.69	1754.58	1753.15	1753.81	25.05	84.15
N° 4	590.12	590.63	589.74	590.16	8.43	92.59
N° 8	395.00	396.00	396.01	395.67	5.65	98.24
N° 16	123.26	123.25	123.61	123.37	1.76	100.00
FONDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	7000.02	7000.02	7000.02	7000.02	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.8.- Datos de la Granulometría del Agregado Grueso de ¾".

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	199.43	2.85	2.85	97.15
1/2"	2277.37	32.53	35.38	64.62
3/8"	1660.21	23.72	59.10	40.90
1/4"	1753.81	25.05	84.15	15.85
N° 4	590.16	8.43	92.59	7.41
N° 8	395.67	5.65	98.24	1.76
N° 16	123.37	1.76	100.00	0.00
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL	7000.02	100.00		

MF 6.53

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.9.- Promedios de la Granulometría del Agregado Grueso de ¾".

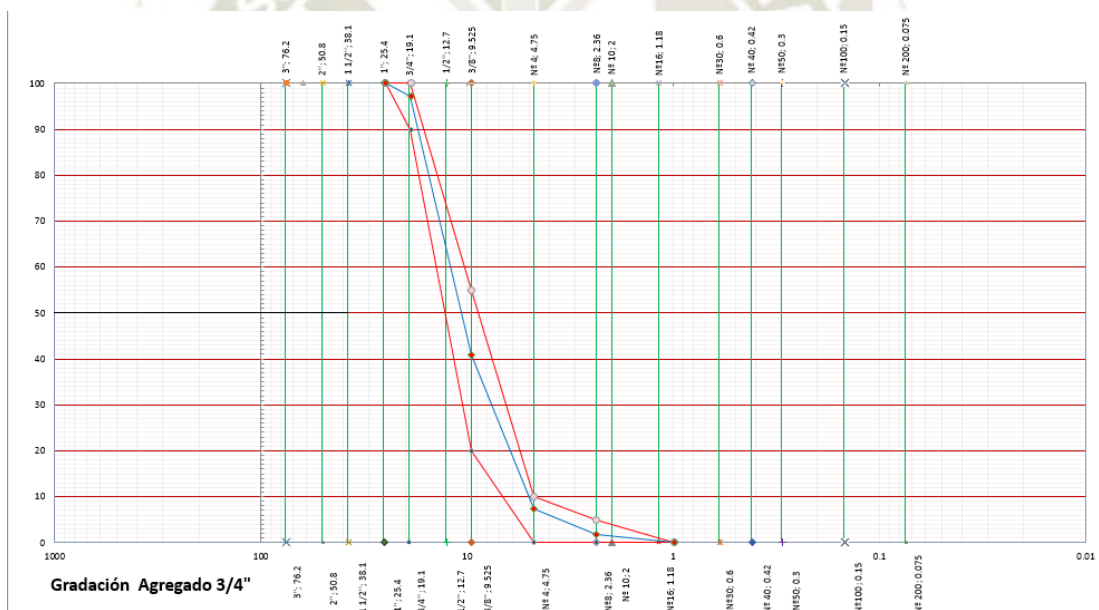
Se determina el módulo de fineza del promedio de los datos y se calcula este mediante las mallas mencionadas anteriormente, el resultado de este fue 6.53.

NTP 400.037

TAMIZ ESTANDAR	PORCENTAJE QUE PASA	
	MINIMO	MAXIMO
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	-----	-----
3/8"	20	55
1/4"	-----	-----
Nº 4	0	10
Nº 8	0	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.10.- Límites Granulometría del Agregado Grueso de 3/4".



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.5.- Curva Granulometría del Agregado Grueso 3/4".

3.4.2. Peso Específico

$$Pe_{AGprom} = \frac{P_1}{P_1 - P_2} * 1000$$

P. s. s. s.: P_1 4000 g

P. s. s. s. sumergido: P_2 2546.51 g

$$Pe_{AGprom} = 2752 \text{ kg/m}^3$$

3.4.3. Porcentaje de Absorción

$$Abs_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} * 100$$

P. s. s. s.: P_1 4000 g

P. Muestra seca: P_2 3970.22 g

Abs_{prom} 0.75 %

3.4.4. Contenido de Humedad

$$H_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} * 100$$

P. Muestra: P_1 500 g

P. Muestra seca: P_2 484 g

H_{prom} 3.31 %

3.4.5. Porcentaje de Finos que pasa por la Malla N°200

$$\#200_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} * 100$$

P. Muestra: P_1 4000 g

P. Muestra seca: P_2 3975.6 g

$\#200_{prom}$ 0.61 %

3.4.6. Peso Unitario Suelto

$$P. Promedio (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$P_{VS} = \frac{P_6}{P_7} * 1000$$

P. Vol. Comp: P_1 18573 g

P. Vol. Comp: P_2 18592 g

P. Vol. Comp: P_3 18589 g

P. Promedio: P_4 18585 g

P. Olla: P_5 4820 g

P : P_6 13765 g

Vol. Olla: P_7 9460 g

$P_{VS_{prom}}$ 1455 kg/m³

3.4.7. Peso Unitario Compactado

$$P. \text{ Promedio } (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$P_{VC} = \frac{P_6}{P_7} * 1000$$

P. Vol. Comp: P_1 20371 g

P. Vol. Comp: P_2 20391 g

P. Vol. Comp: P_3 20385 g

P. Promedio: P_4 20382 g

P. Olla: P_5 4820 g

P : P_6 15562 g

Vol. Olla: P_7 9460 g

P_{VCprom} 1645 kg/m³

3.5. Agregado Grueso de 1"

3.5.1. Granulometría

MALLA	PESOS RETENIDOS (GR.)				% RETENIDO PROMEDIO	% RETENIDO ACUMULADO
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO		
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	1296.36	1296.37	1296.53	1296.42	9.26	9.26
3/4"	8475.63	8475.77	8475.82	8475.74	60.54	69.80
1/2"	3683.37	3683.42	3683.59	3683.46	26.31	96.11
3/8"	152.55	152.57	152.68	152.60	1.09	97.20
1/4"	356.92	356.99	357.12	357.01	2.55	99.75
N° 4	34.16	34.72	36.12	35.00	0.25	100.00
FONDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	13998.99	13999.84	14001.86	14000.23	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.11.- Datos de la Granulometría del Agregado Grueso de 1".

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	1296.42	9.26	9.26	90.74
3/4"	8475.74	60.54	69.80	30.20
1/2"	3683.46	26.31	96.11	3.89
3/8"	152.60	1.09	97.20	2.80
1/4"	357.01	2.55	99.75	0.25
N° 4	35.00	0.25	100.00	0.00
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL	14000.23	100.00		

MF 7.67

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.12.- Promedios de la Granulometría del Agregado Grueso de 1".

3.5.3. Porcentaje de Absorción

$$Abs_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} * 100$$

<i>P. s. s. s.: P₁</i>	4000 g
<i>P. Muestra seca: P₂</i>	3966.29 g
Abs_{prom}	0.85 %

3.5.4. Contenido de Humedad

$$H_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} * 100$$

<i>P. Muestra: P₁</i>	500 g
<i>P. Muestra seca: P₂</i>	495 g
H_{prom}	1.01 %

3.5.5. Porcentaje de Finos que pasa por la Malla N°200

$$\#200_{prom} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} * 100$$

<i>P. Muestra: P₁</i>	4000 g
<i>P. Muestra seca: P₂</i>	3978.8 g
#200_{prom}	0.53 %

3.5.6. Peso Unitario Suelto

$$P. Promedio (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$P_{VS} = \frac{P_6}{P_7} * 1000$$

<i>P. Vol. Comp: P₁</i>	18201 g
<i>P. Vol. Comp: P₂</i>	18220 g
<i>P. Vol. Comp: P₃</i>	18224 g
<i>P. Promedio: P₄</i>	18215 g
<i>P. Olla: P₅</i>	4820 g
<i>P : P₆</i>	13395 g
<i>Vol. Olla: P₇</i>	9460 g
P_{VS}prom	1416 kg/m ³

3.5.7. Peso Unitario Compactado

$$P. \text{ Promedio } (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$P_{VC} = \frac{P_6}{P_7} * 1000$$

P. Vol. Comp: P_1 19218 g

P. Vol. Comp: P_2 19235 g

P. Vol. Comp: P_3 19231 g

P. Promedio: P_4 19228 g

P. Olla: P_5 4820 g

P : P_6 14408 g

Vol. Olla: P_7 9460 g

P_{VCprom} 1523 kg/m³

3.6. Resumen de Propiedades y Observaciones

RESUMEN	Agregado Fino	Agregado Grueso 3/4"	Agregado Grueso 1"	Unidades
Módulo de Fineza	2.79	6.53	7.67	-
Peso Específico	2612.00	2752.00	2685.00	kg/m ³
Porcentaje de Absorción	2.25	0.75	0.85	%
Contenido de Humedad	8.70	3.31	1.01	%
Porcentaje de Finos #200	9.44	0.61	0.53	%
Peso Unitario Suelto	1649.00	1455.00	1416.00	kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1834.00	1645.00	1523.00	kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.14.- Resumen Propiedades de los Agregados

Observaciones:

El material proviene de la cantera La Poderosa de la ciudad de Arequipa, el material cumple con las especificaciones dadas en las normas ASTM – NTP.

Cada mes se elaboró los ensayos de agregados para verificar los resultados y estos no produzcan ningún cambio en los diferentes diseños de mezclas para el concreto con curado acelerado.



CAPITULO IV. – DISEÑOS DE MEZCLAS

4.1. Descripción del Método de Diseño del Concreto

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

El proporcionamiento de la mezcla se refiere al proceso de determinación de las cantidades de los ingredientes del concreto, usando materiales locales, para que se logren las características especificadas. Un concreto adecuadamente proporcionado debe presentar las siguientes cualidades:

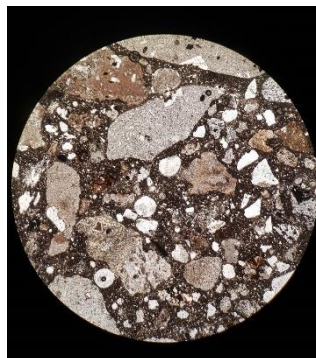
- ✓ Trabajabilidad, aceptable del concreto fresco.
- ✓ Durabilidad, resistencia y apariencia uniforme del concreto endurecido.
- ✓ Economía.

Es importante el entendimiento de los principios básicos del diseño de mezclas, tales como los cálculos usados para establecer las proporciones de la mezcla. Las cualidades citadas arriba se pueden alcanzar en la construcción de concreto solo con la selección adecuada de los materiales y de las características de la mezcla.¹⁵



FUENTE: Diseño y Control de Mezclas de Concreto. En S. H. Koshmata, B. Kerkhoff, W. C. Panarese, & J. Tanesi. Skokie: Portland Cement Association.

Figura 4.1.- Componentes del Concreto.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.2.- Distribución del Agregado con la Pasta.

Los principales métodos de diseño para la elaboración de concreto son los siguientes:

- ACI
- Walker
- Combinación de los Agregados

4.1.1 Método del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados

El sustento teórico reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de las partículas para una cierta distribución granulométrica, y experimentalmente está demostrado que independientemente de la granulometría, los concretos con igual módulo de fineza total, tienen dentro de ciertos límites los mismos requerimientos de agua, características resistentes y trabajabilidad.

Actualmente es uno de los métodos más usados en tecnología del concreto pues ha demostrado que permite un acercamiento técnico inmediato a los diseños con mayor probabilidad de satisfacer la mayoría de requisitos en el concreto, por otro lado, tiene ya utilidad primordial en el control de los diseños de mezcla en producción, pues haciendo los ajustes en las mezclas de modo que permanezcan constante el producto de fineza total del diseño se garantiza estabilidad y uniformidad en los requerimientos de agua y resistencias.

Para encontrar de una manera simple la proporción de combinación de dos agregados conocidos para acercarnos al módulo de fineza teórico.

$$MF_{ag} = \%P \times MF_p + \%A \times MF_a$$

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú – Enrique Pasquel Carbajal

Donde:

MF_{ag} = Módulo de fineza del agregado total

$\%P$ = % en peso que interviene el agregado grueso en la mezcla

$\%A$ = % en peso que interviene el agregado fino en la mezcla

MF_p = Módulo de fineza del agregado grueso (piedra)

MF_a = Módulo de fineza del agregado fino (arena)

La deficiencia del método del módulo de fineza total escrita es que obvia el análisis detallado de la granulometría de la mezcla, basándose solo en el promedio que representa, la cual en algunos casos tiende subestimar la importancia de los finos, por lo que lo recomendable es aplicarlo conjuntamente con alguna curva teórica para una verificación adicional.

Cuando durante la producción, el diseño en uso requiere más agua de la diseñada, es indicativo que el módulo de fineza total se ha reducido al haber cambiado la granulometría total volviéndose más fina (normalmente debido a variaciones en la área) lo que amerita una corrección cambiando las proporciones de mezcla reduciendo arena y aumentando piedra para volver al módulo de fineza original.

De manera que manteniendo el módulo de fineza total constante independientemente de la granulometría se mantienen también constantes la trabajabilidad y la resistencia. Es por eso que en la presente investigación se mantuvo la relación de finos (rf) en 0.48 para todos los diseños de mezclas.

Está confirmado científicamente que las mezclas con el mayor tamaño máximo de agregado grueso producían los diseños más resistentes, por este motivo en la presente investigación se decidió usar una combinación de agregados entre el Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ " y el Agregado Grueso de 1".

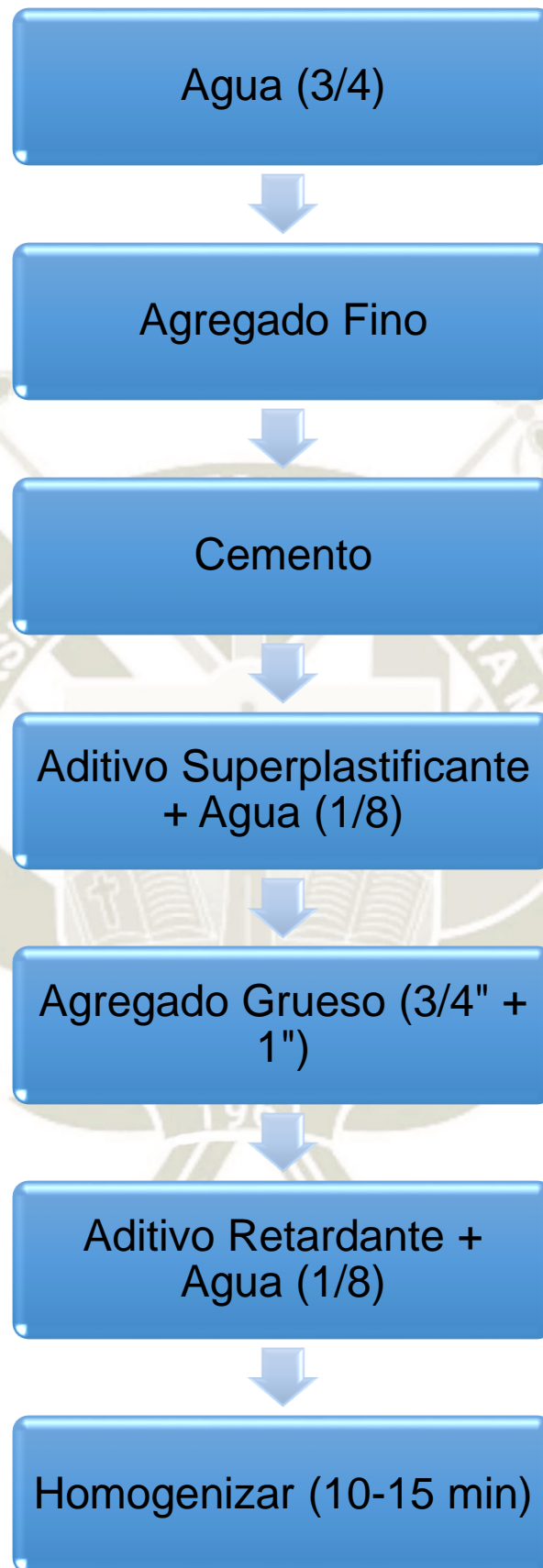
Con este método de diseño de mezclas se buscó la principal propiedad del concreto en estado fresco, la trabajabilidad es el parámetro más elaborado por los que diseñan, producen y colocan concreto, esta propiedad es una de las más difíciles de evaluar y determinar. Casi siempre se recurre al ensayo de asentamiento como evaluación de esta propiedad, en esta investigación se determinó el parámetro de 6" – 8" para elaborar todos los diseños de mezclas, recalcando que para elementos prefabricados el concreto debe ser trabajable sin que este pierda su resistencia y sea moldeable para que el elemento tome la forma del prefabricado.

Es por eso que primero se elaboró un patrón con todos los diseños, para que este cumpla con el parámetro de asentamiento, y así también poder probar la cantidad de aditivo que se va agregar en cada diseño. Como se sabe la presente investigación se elaboró en un laboratorio de diseños de mezclas, en donde no hay pérdida de finos en el trompo, determinando una mejor composición de las probetas de 4" x 8", 6" x 12" y el cubo.

4.2. Cálculos y Diseños

Conocidas todas las características de los materiales como son los tipos de cemento, propiedades de los agregados y aditivos se aplicaron los siguientes pasos:

- Se determinó el uso de tres tipos de cemento IP, HE y I.
- Se estableció las 7 relaciones agua - cemento (0.70, 0.65, 0.60, 0.55, 0.50, 0.45 y 0.40).
- Se elaboró los 21 diseños de los patrones, donde fue probado el aditivo.
- Se definieron los 2 métodos de curado acelerado a realizarse en la presente investigación método A (35°C y 60°C) y método B (100°C).
- Por diseño se elaboró 4 probetas (6"x12"), 12 probetas (4"x8") y 1 cubo.



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 4.1.- Esquema del Proceso de Mezclado.

	DISEÑO	TIPO DE CEMENTO	CEMENTO	A/C	RF	MODULO DE COMBINACION
1	PATRON	IP	270.00	0.70	0.48	4.95
2	PATRON	IP	280.00	0.65	0.48	4.95
3	PATRON	IP	305.00	0.60	0.48	4.95
4	PATRON	IP	330.00	0.55	0.48	4.95
5	PATRON	IP	350.00	0.50	0.48	4.95
6	PATRON	IP	390.00	0.45	0.48	4.95
7	PATRON	IP	420.00	0.40	0.48	4.95
8	PATRON	HE	270.00	0.70	0.48	4.95
9	PATRON	HE	280.00	0.65	0.48	4.95
10	PATRON	HE	305.00	0.60	0.48	4.95
11	PATRON	HE	330.00	0.55	0.48	5.01
12	PATRON	HE	350.00	0.50	0.48	5.01
13	PATRON	HE	390.00	0.45	0.48	5.01
14	PATRON	HE	420.00	0.40	0.48	5.01
15	PATRON	I	270.00	0.70	0.48	5.01
16	PATRON	I	280.00	0.65	0.48	5.01
17	PATRON	I	305.00	0.60	0.48	5.01
18	PATRON	I	330.00	0.55	0.48	5.01
19	PATRON	I	350.00	0.50	0.48	5.01
20	PATRON	I	390.00	0.45	0.48	5.01
21	PATRON	I	420.00	0.40	0.48	5.01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.1.- Resumen de los Diseños de Mezclas.

4.2.1. Diseños del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados

Los patrones y los diseños serán presentados en el Capítulo 5.2.2.1

4.3. Dosificaciones de Aditivos y Correcciones del Concreto para los Ensayos.

4.3.1. Superplastificante

En el Capítulo 6.1 se muestran los patrones y los diseños en donde se llegó al punto óptimo de la cantidad de aditivo para agregar a cada diseño, con el fin de mantener el asentamiento y la trabajabilidad de los mismos.

4.3.2. Reductor de Agua

En el Capítulo 6.1 se muestran los patrones y los diseños en donde se llegó al punto óptimo de la cantidad de aditivo para agregar a cada diseño, con el fin de mantener el asentamiento y la trabajabilidad de los mismos.





CAPITULO V. – RESULTADOS

5.1. Ensayos del Concreto en Estado Fresco

5.1.1 Temperatura del Concreto

Los resultados se presentaran en el Capítulo 6.1.

5.1.2 Asentamiento del Concreto (Slump)

Los resultados se presentaran en el Capítulo 6.1.

5.1.3 Peso Unitario del Concreto

Los resultados se presentaran en el Capítulo 6.1.

5.1.4 Porcentaje de Aire

Los resultados se presentaran en el Capítulo 6.1.

5.2. Ensayos del Concreto en Estado Endurecido

5.2.1 Ensayos no Destructivos

5.2.1.1 Permeabilmetro al Aire de Torrent

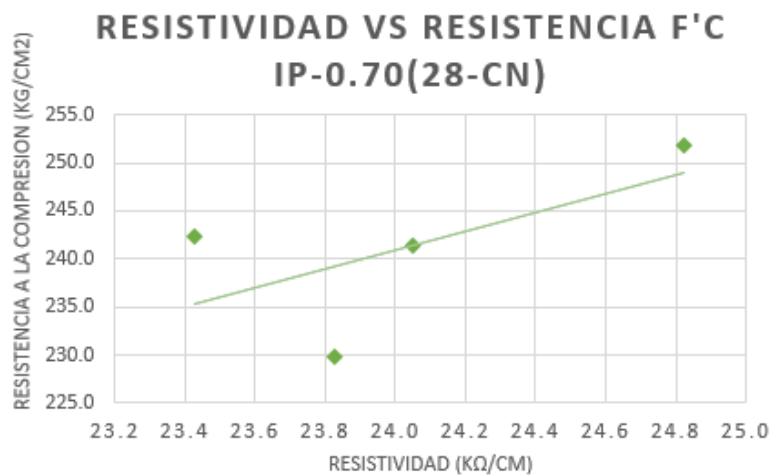
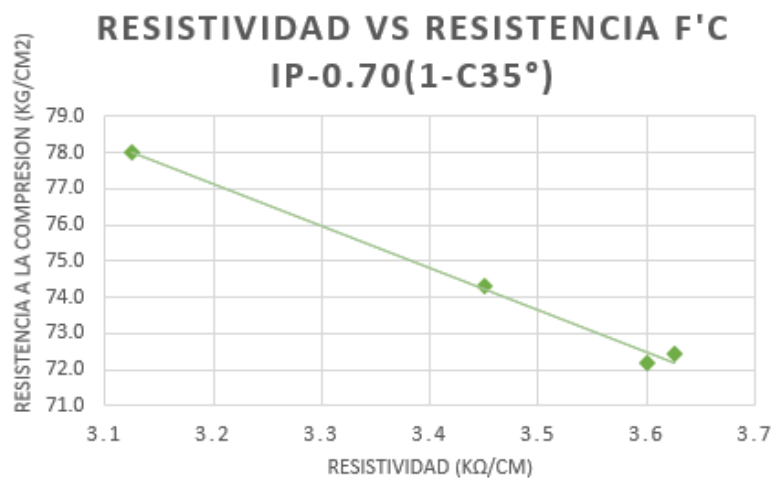
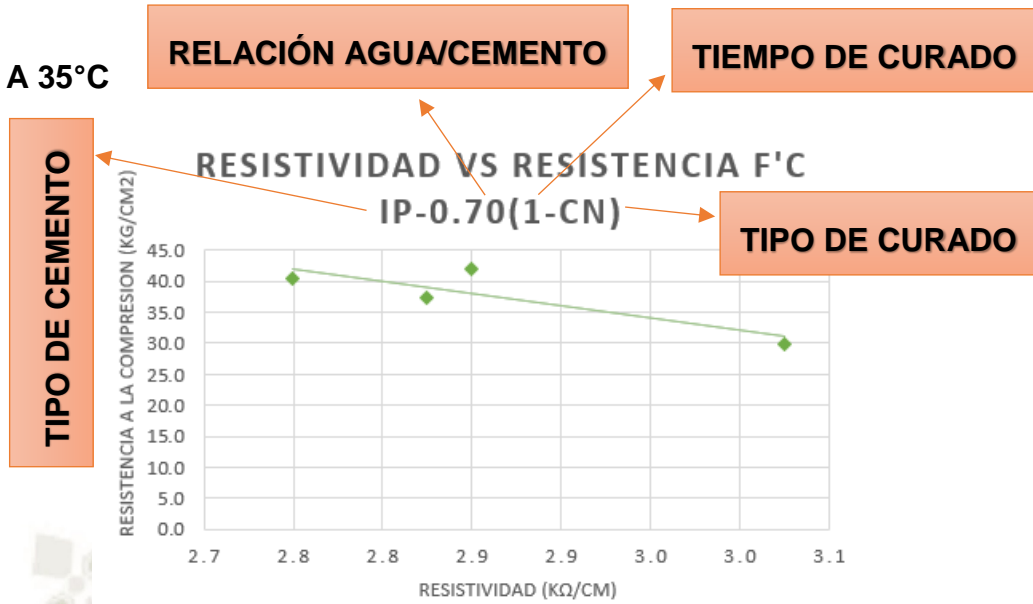
ÍTEM	DISEÑO	TIPO DE CEMENTO	RELACION A/C	kT Prom (E-16 m2)
1	0.70(12,4,1)	IP	0.70	0.0120
2	0.65(12,4,1)	IP	0.65	0.0970
3	0.60(12,4,1)	IP	0.60	0.0300
4	0.55(12,4,1)	IP	0.55	0.1725
5	0.50(12,4,1)	IP	0.50	0.0011
6	0.45(12,4,1)	IP	0.45	0.0260
7	0.40(12,4,1)	IP	0.40	0.1500
8	0.70(12,4,1)	HE	0.70	0.0010
9	0.65(12,4,1)	HE	0.65	0.0011
10	0.60(12,4,1)	HE	0.60	0.0281
11	0.55(12,4,1)	HE	0.55	0.0031
12	0.50(12,4,1)	HE	0.50	0.0015
13	0.45(12,4,1)	HE	0.45	0.0075
14	0.40(12,4,1)	HE	0.40	0.6338
15	0.70(12,4,1)	I	0.70	0.0010
16	0.65(12,4,1)	I	0.65	0.0010
17	0.60(12,4,1)	I	0.60	0.0070
18	0.55(12,4,1)	I	0.55	0.0110
19	0.50(12,4,1)	I	0.50	0.2123
20	0.45(12,4,1)	I	0.45	0.0015
21	0.40(12,4,1)	I	0.40	0.3550

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.1.- Permeabilmetro al Aire de Torrent.

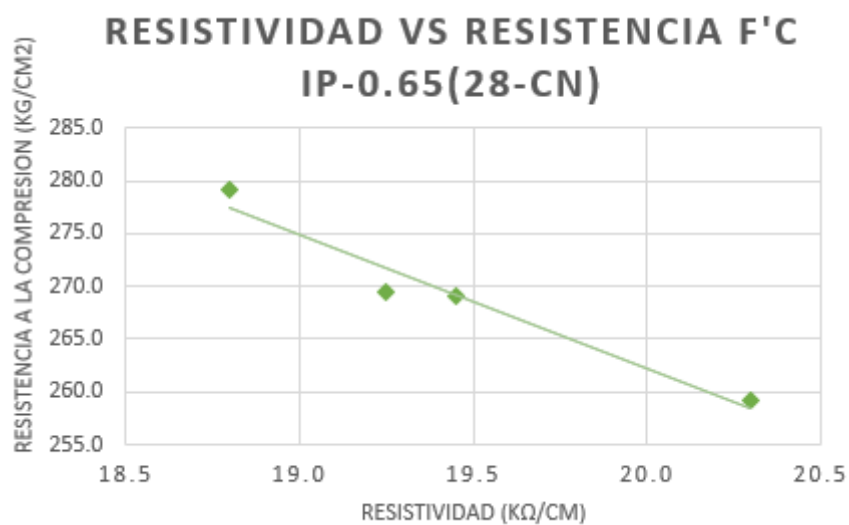
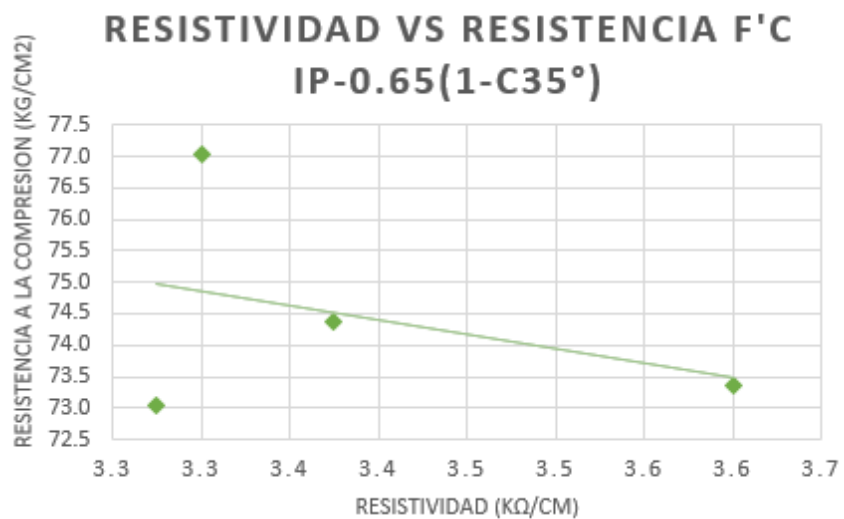
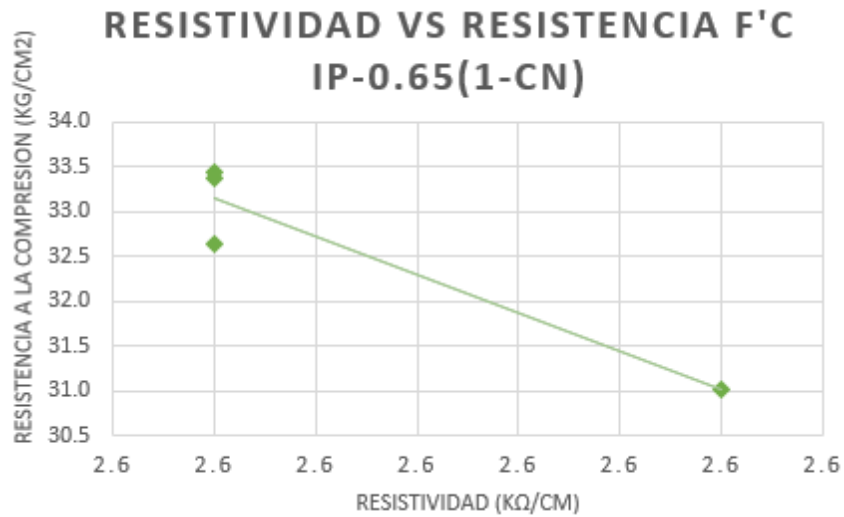
5.2.1.1 Resistividad Eléctrica

- A 35°C



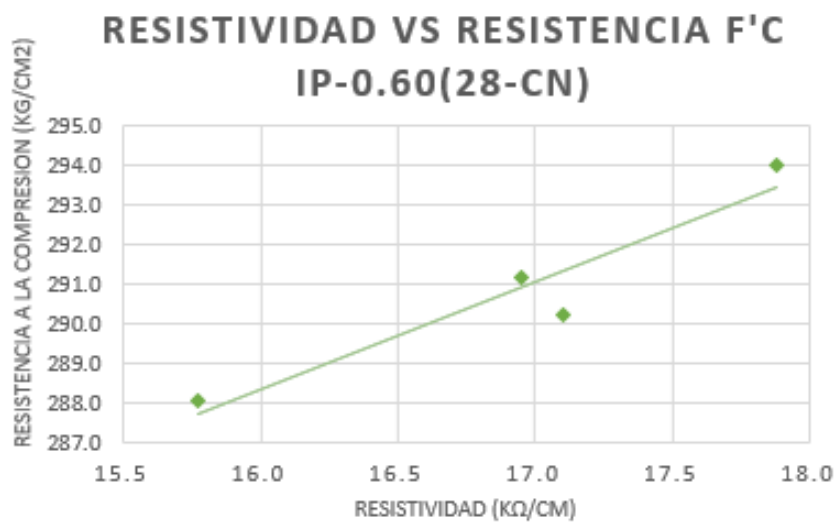
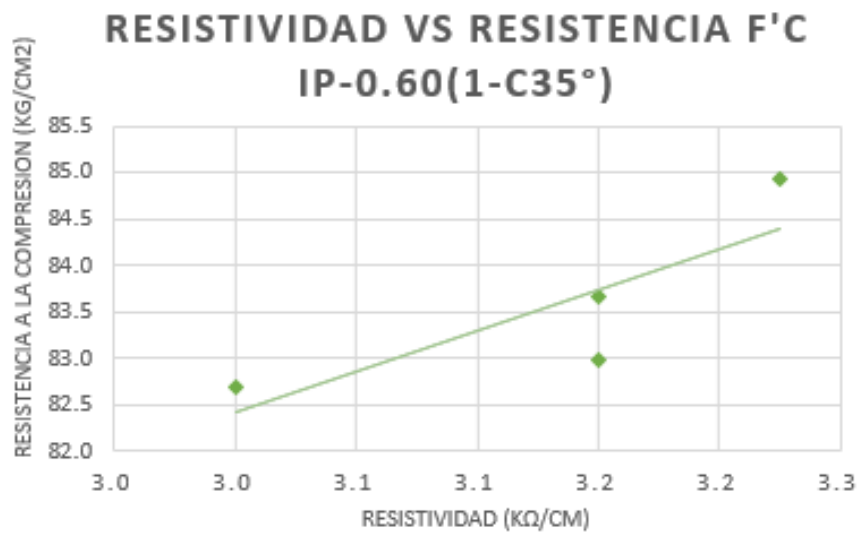
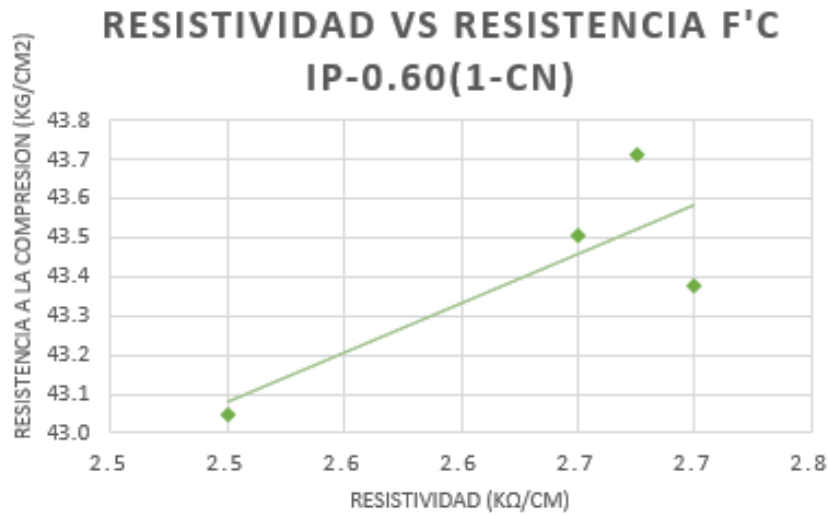
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.1.- Resistividad Eléctrica IP - 0.70.



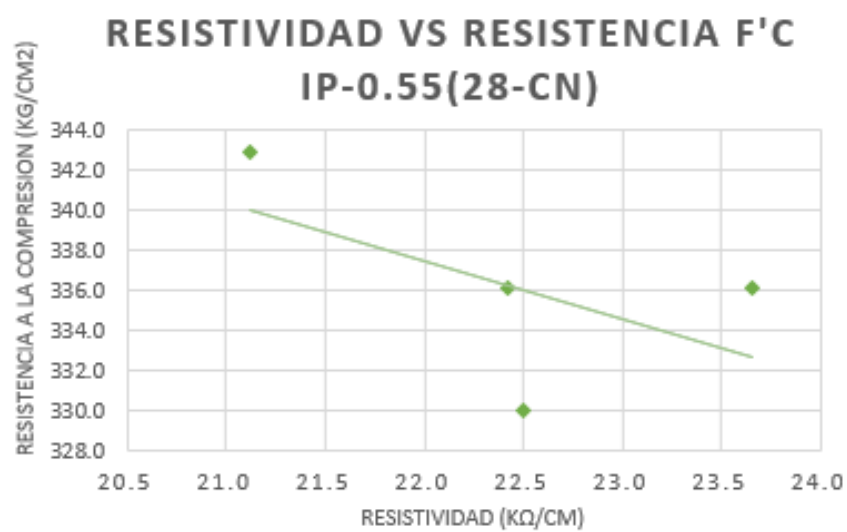
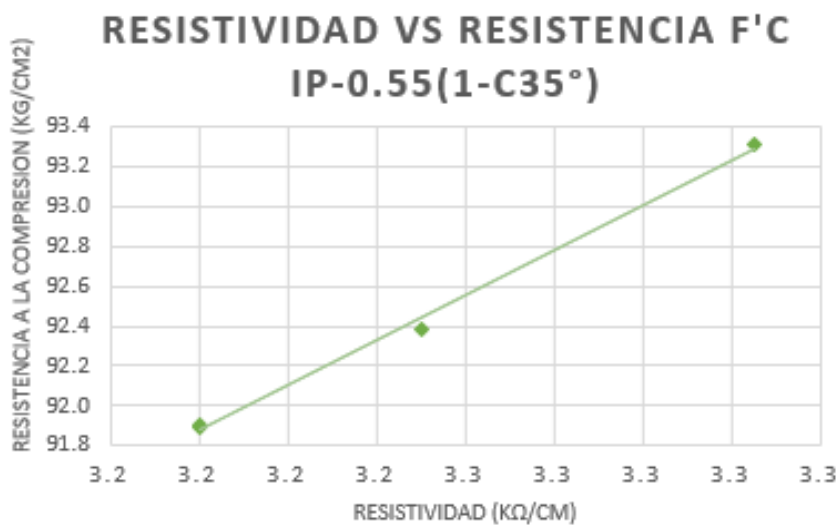
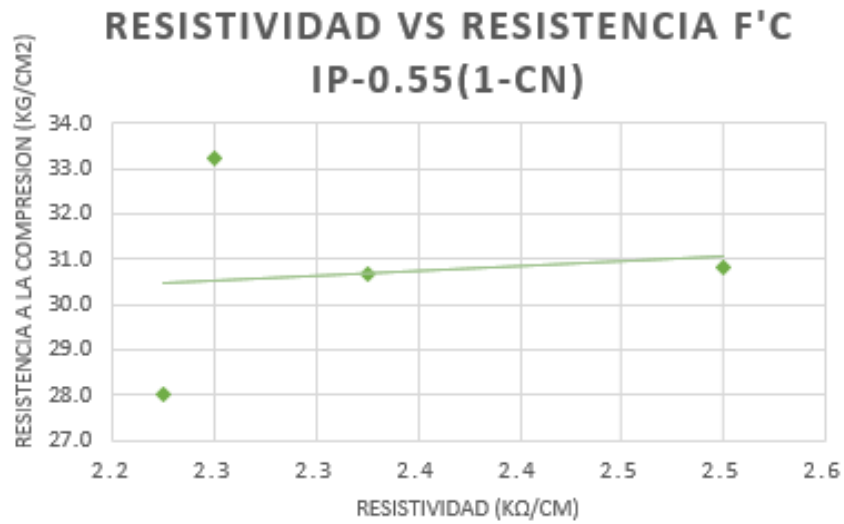
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.2.- Resistividad Eléctrica IP - 0.65.



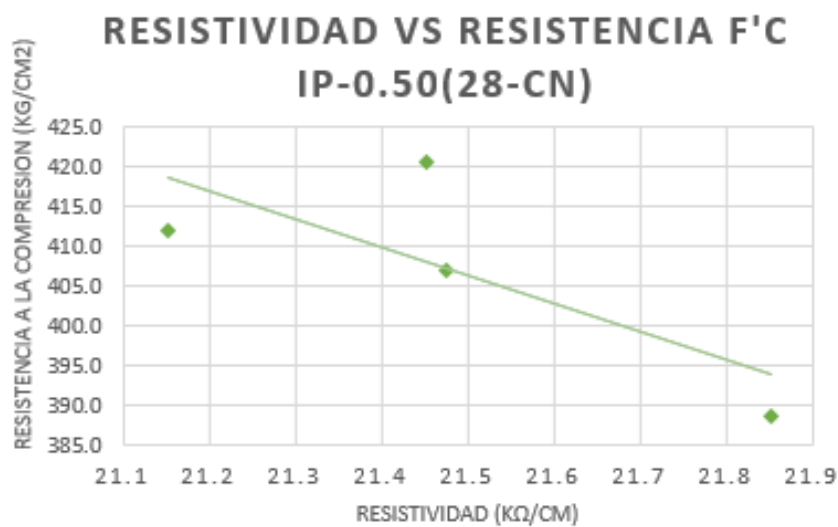
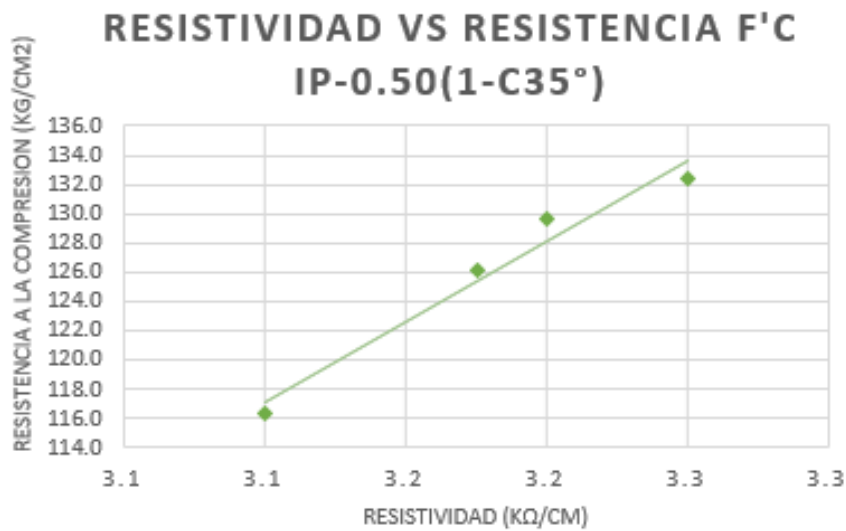
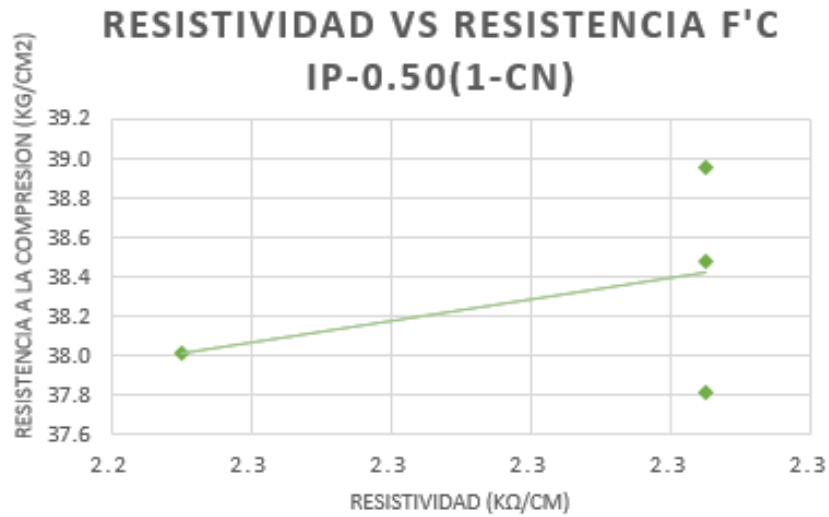
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.3.- Resistividad Eléctrica IP - 0.60.



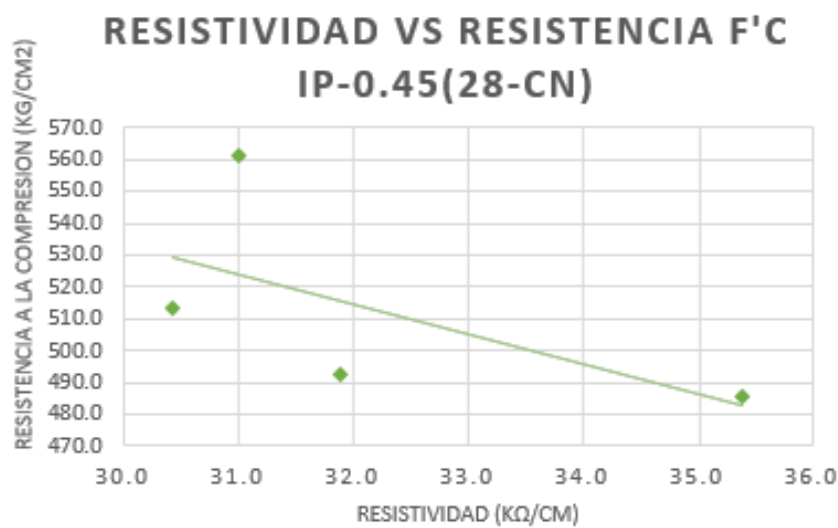
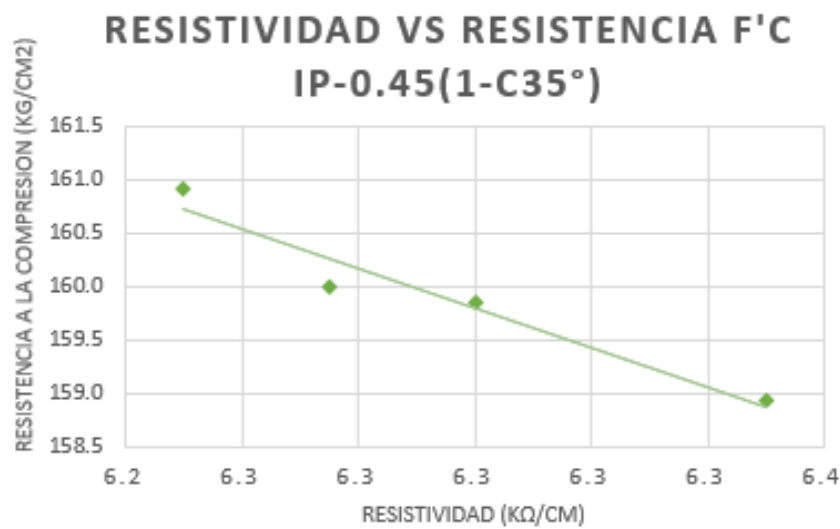
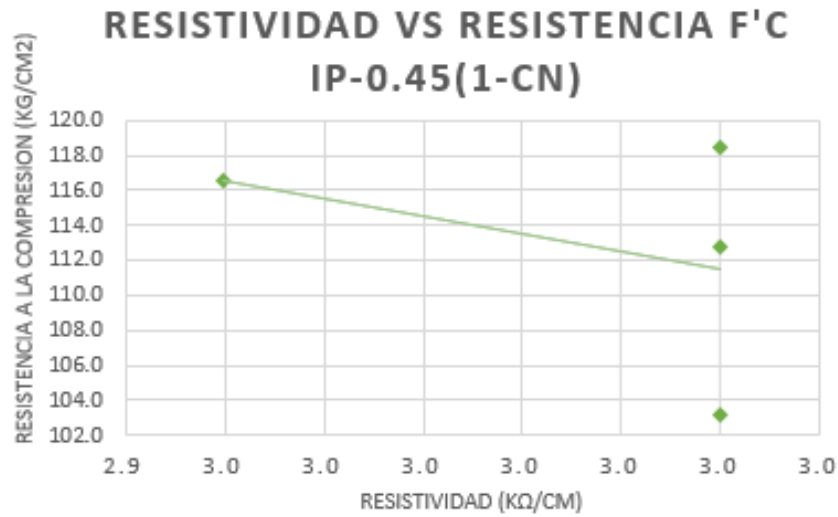
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.4.- Resistividad Eléctrica IP - 0.55.



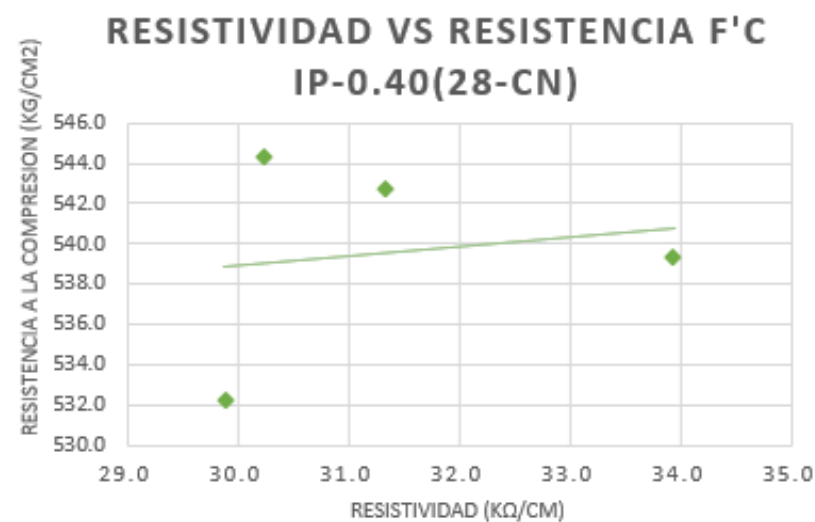
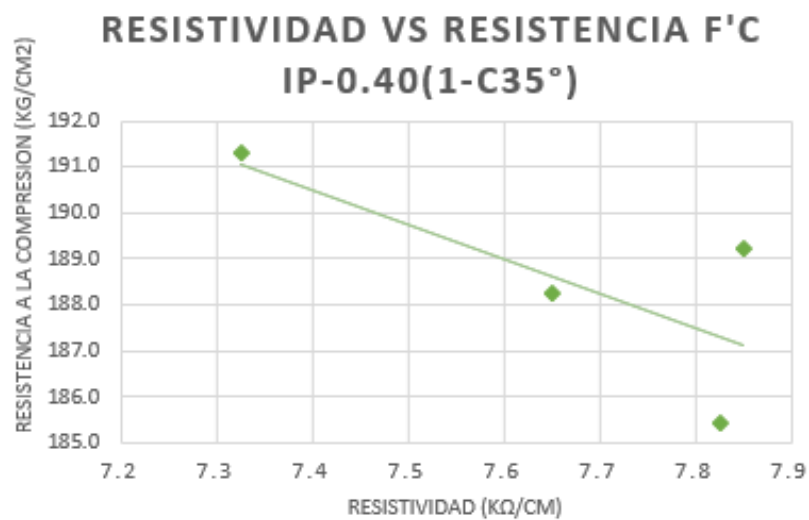
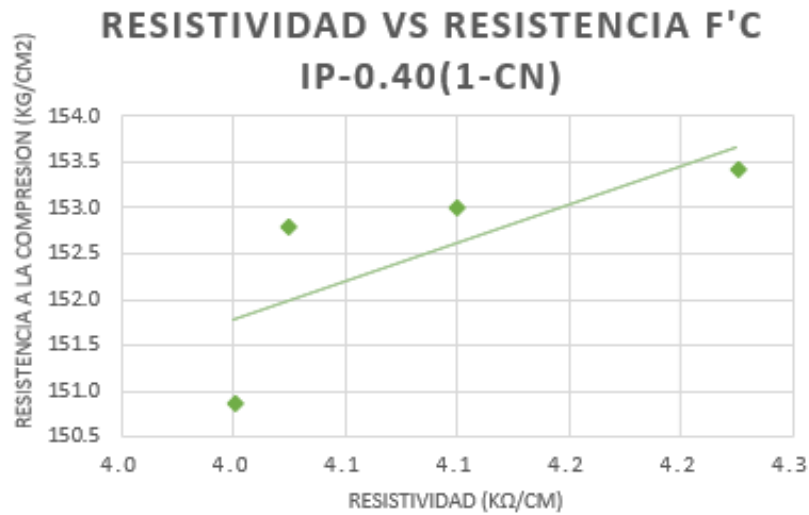
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.5.- Resistividad Eléctrica IP - 0.50.



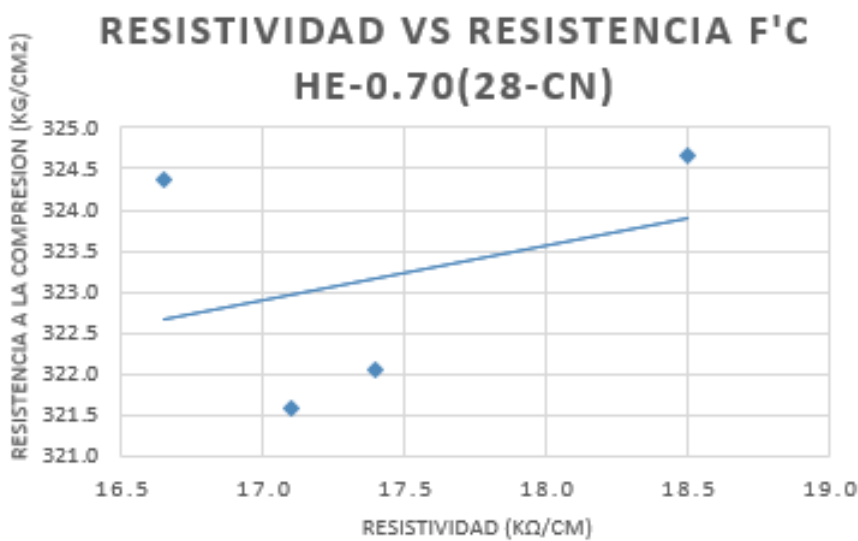
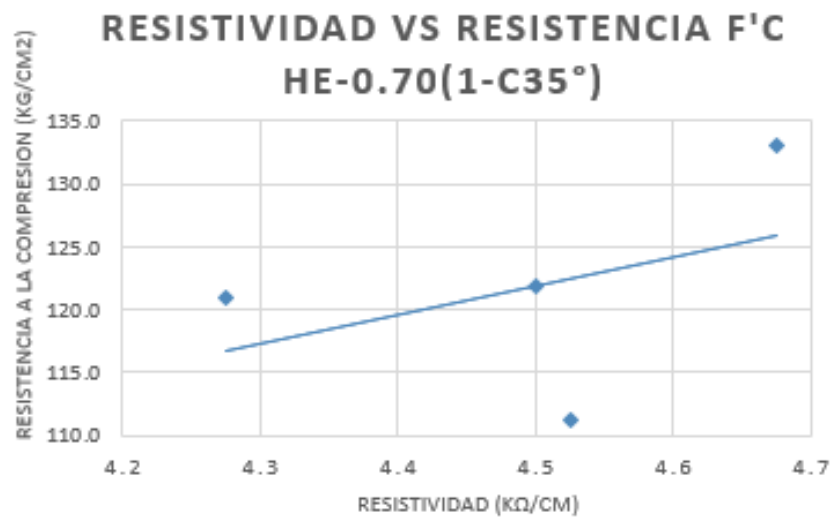
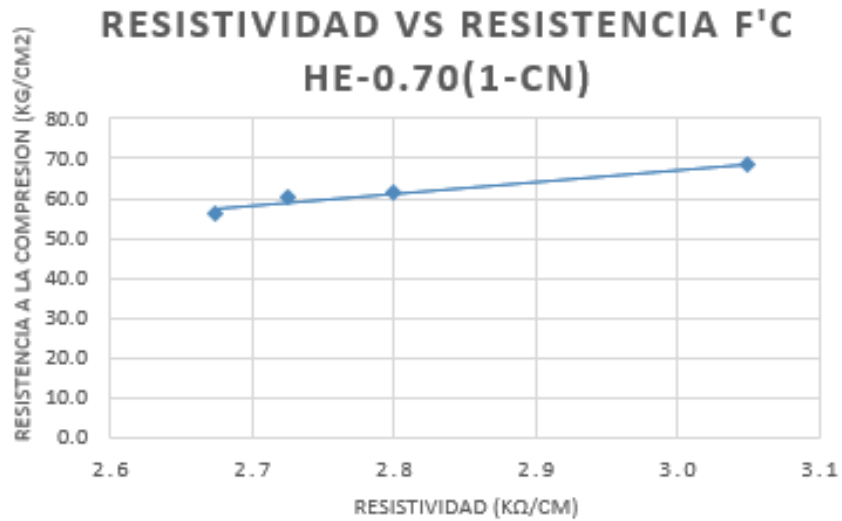
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.6.- Resistividad Eléctrica IP - 0.45.



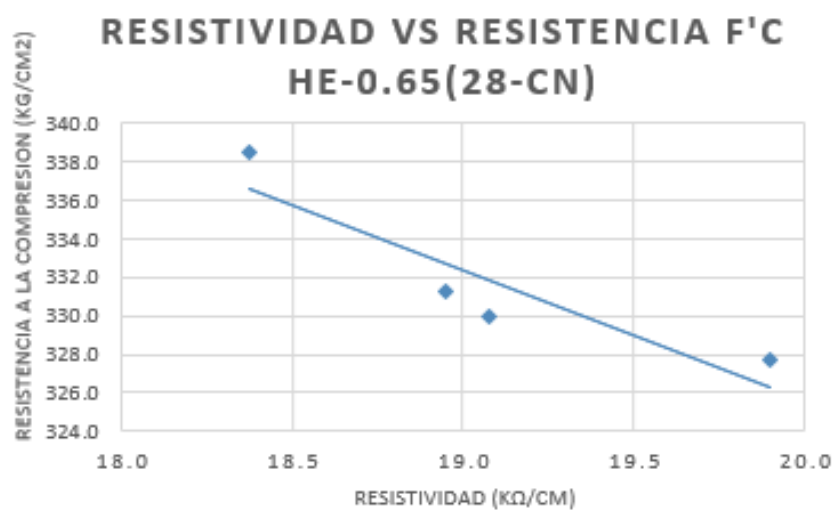
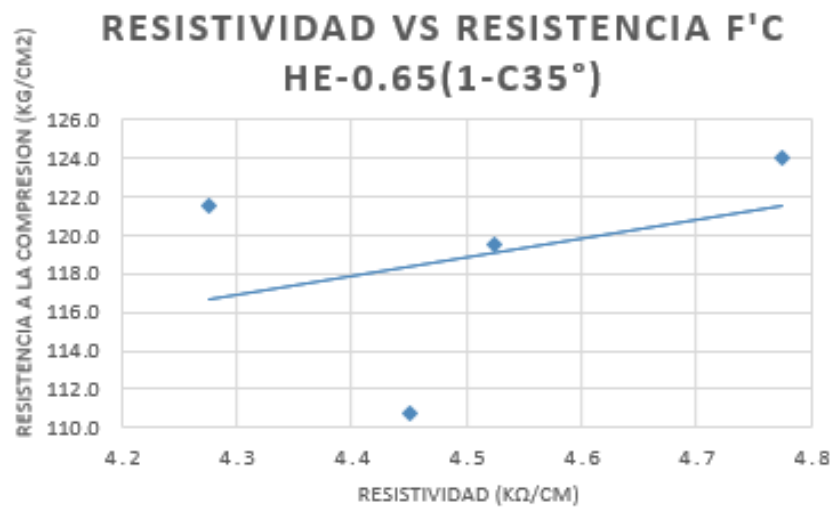
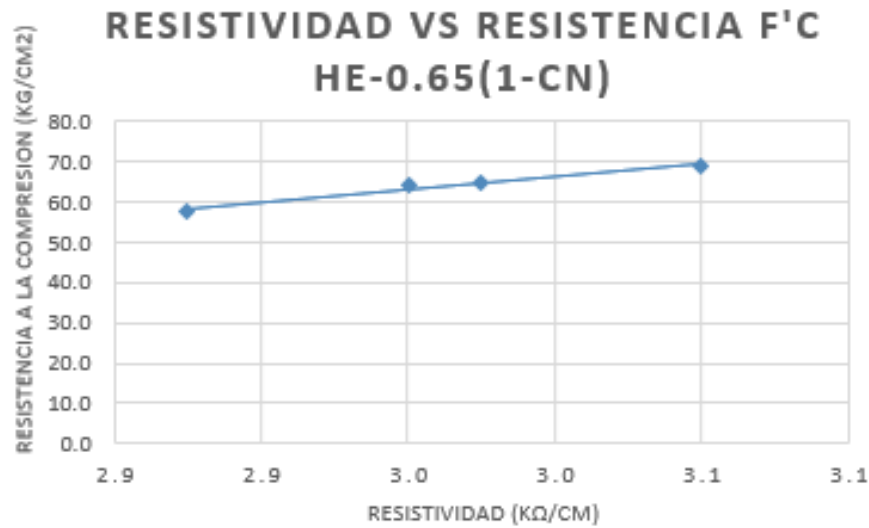
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.7.- Resistividad Eléctrica IP - 0.40.



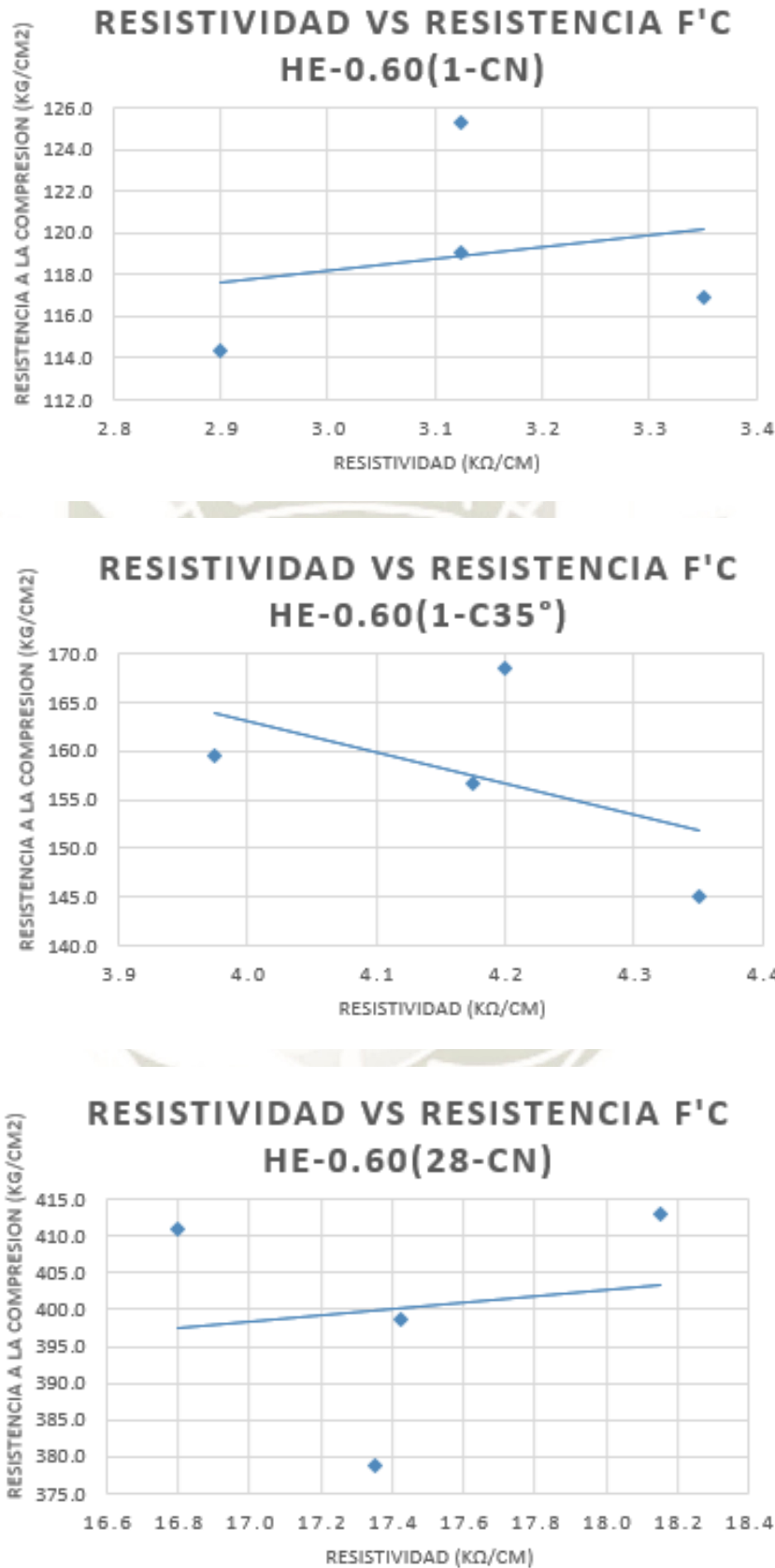
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.8.- Resistividad Eléctrica HE - 0.70.



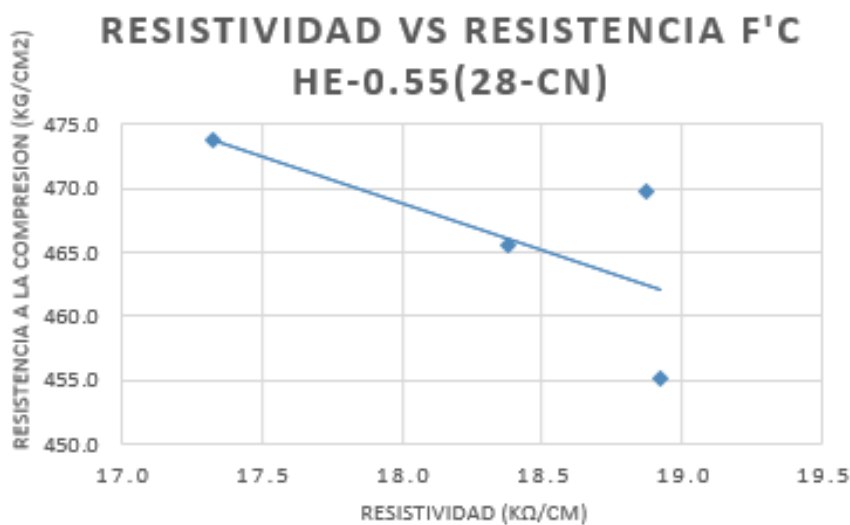
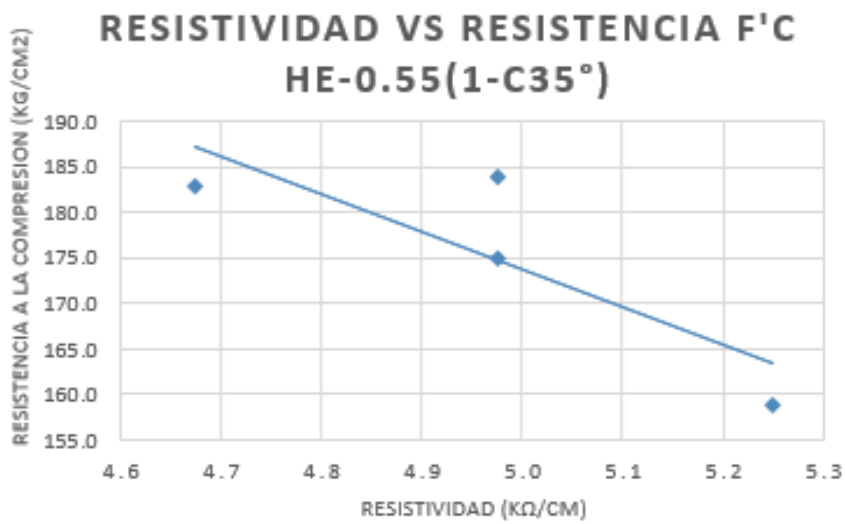
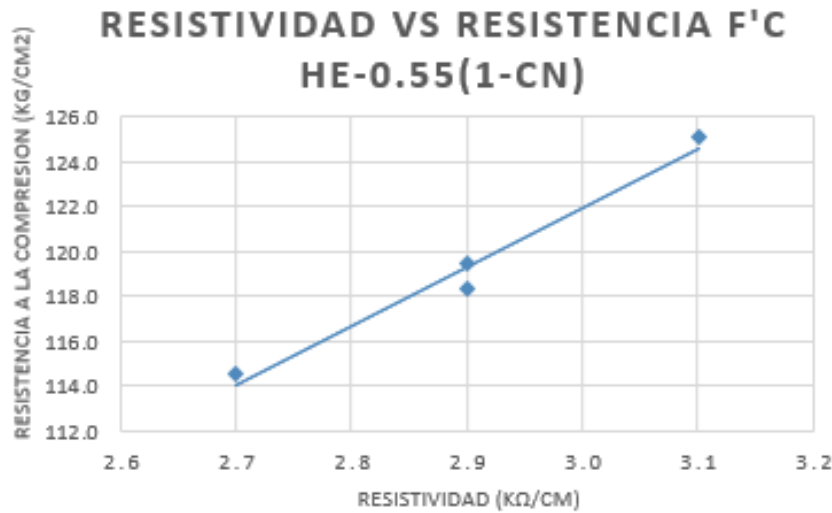
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.9.- Resistividad Eléctrica HE - 0.65.



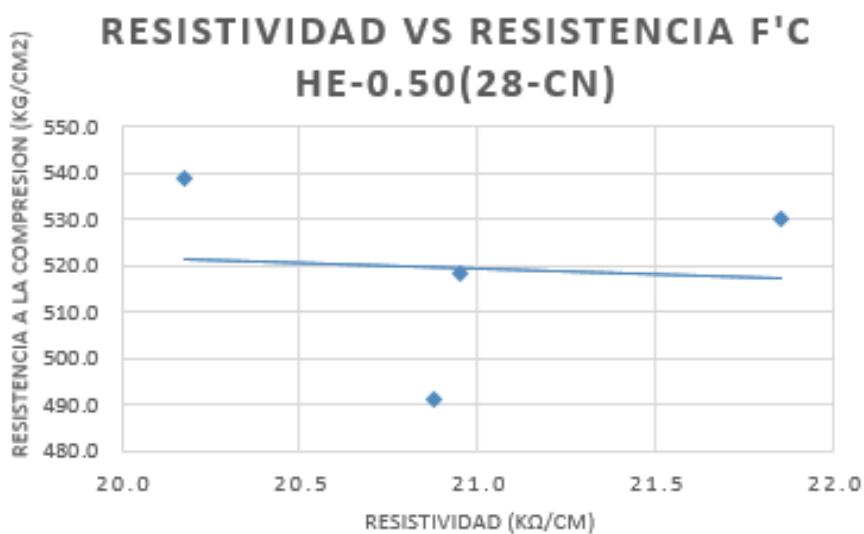
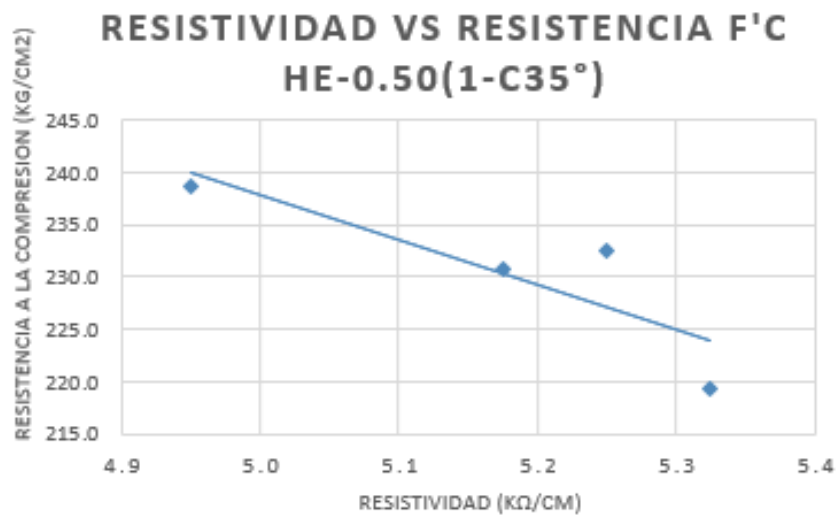
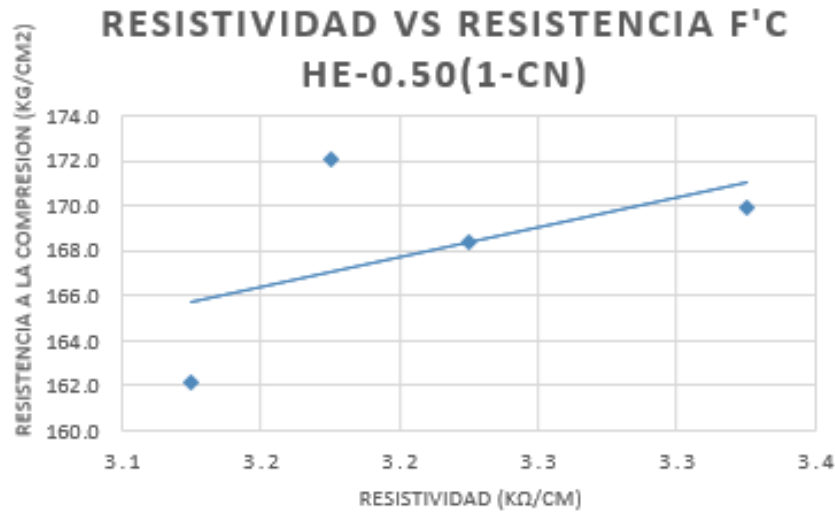
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.10.- Resistividad Eléctrica HE - 0.60.



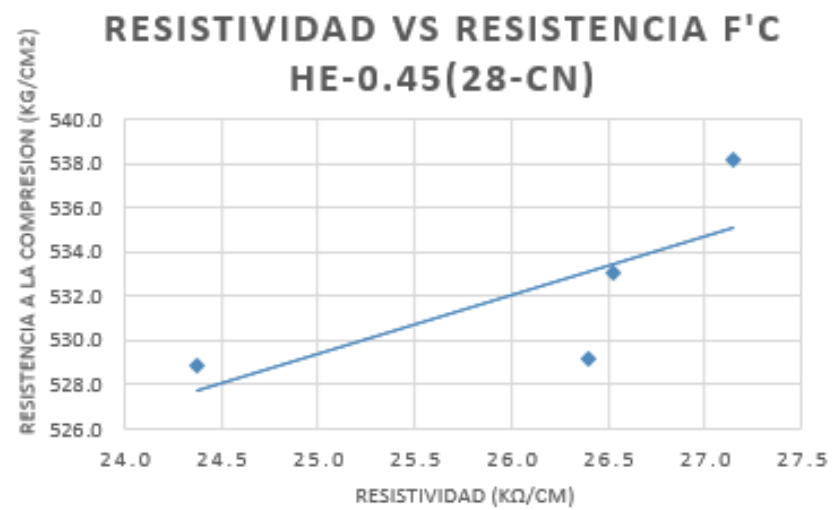
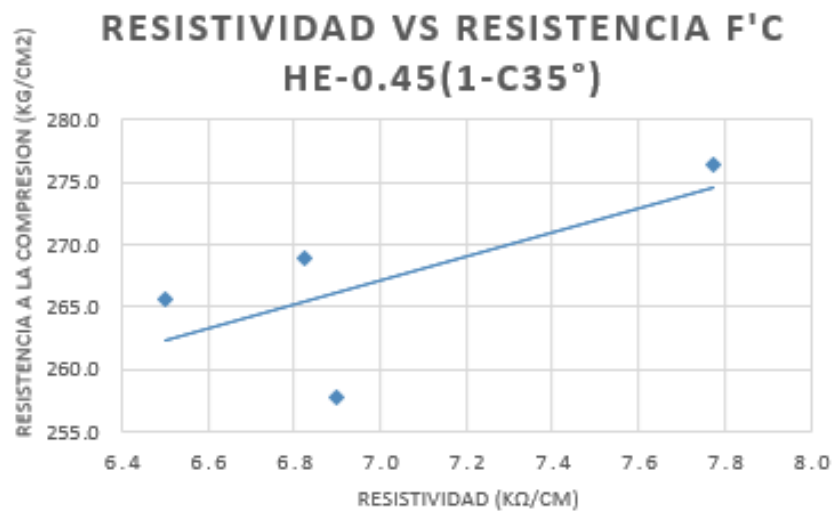
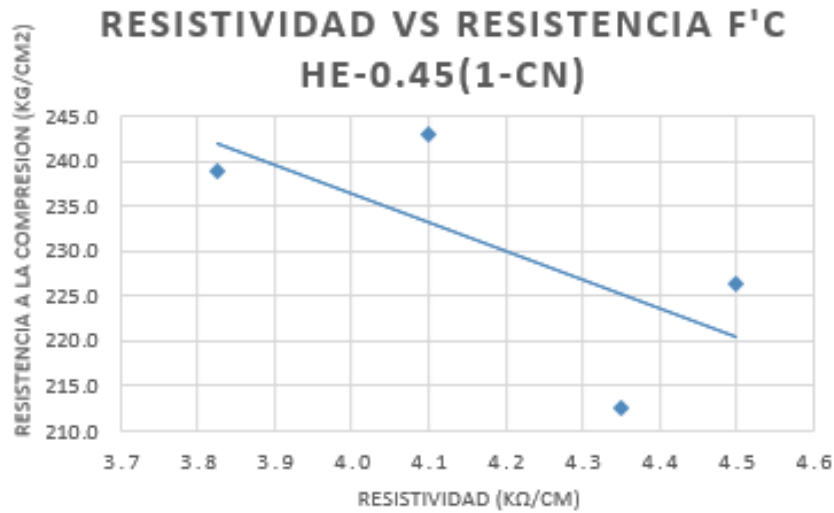
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.11.- Resistividad Eléctrica HE - 0.55.



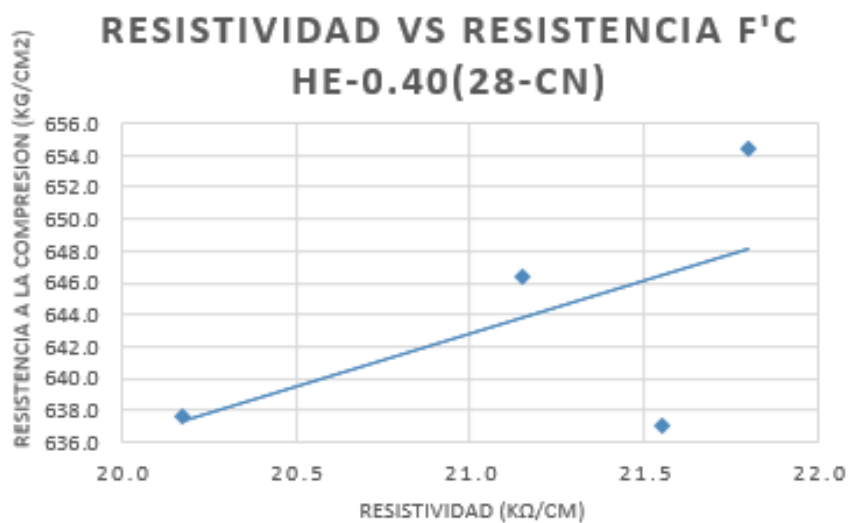
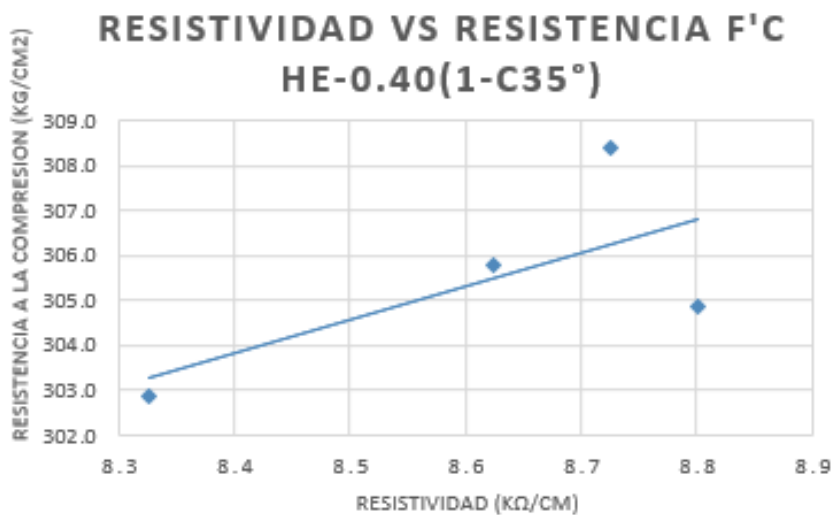
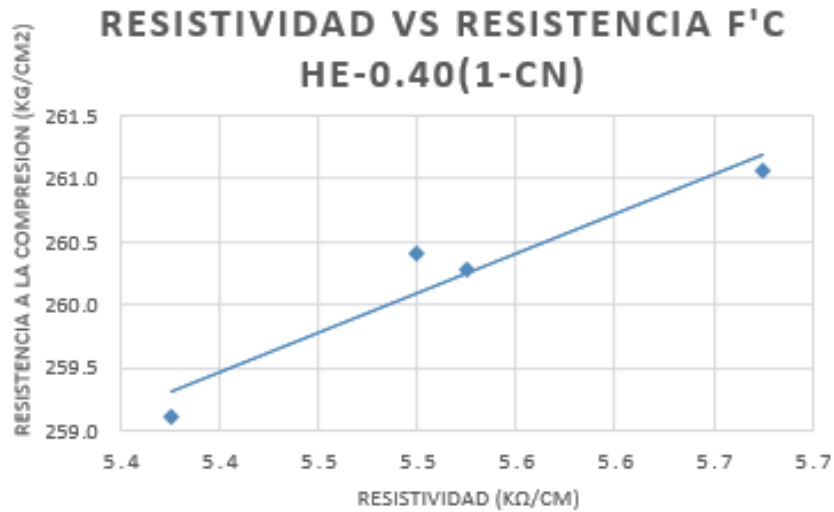
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.12.- Resistividad Eléctrica HE - 0.50.



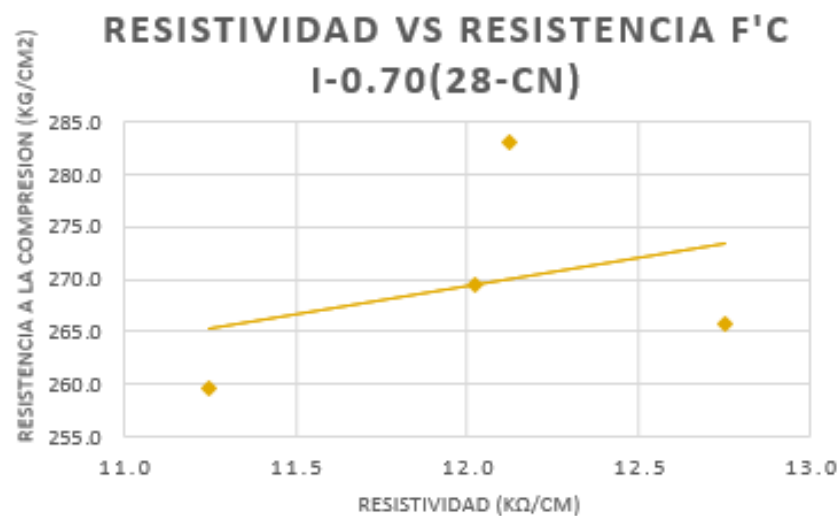
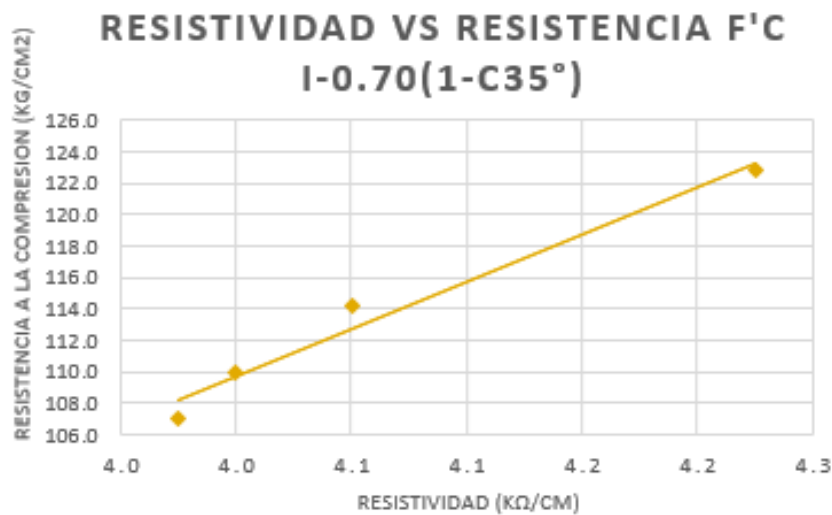
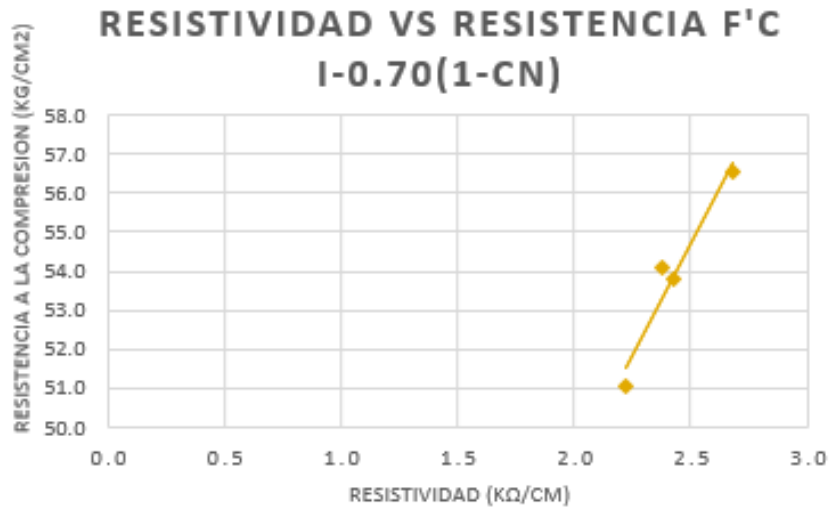
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.13.- Resistividad Eléctrica HE - 0.45.



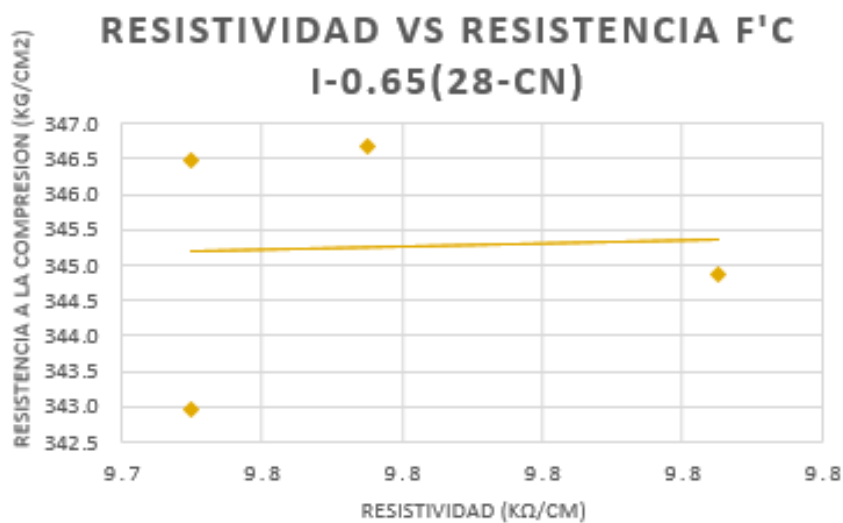
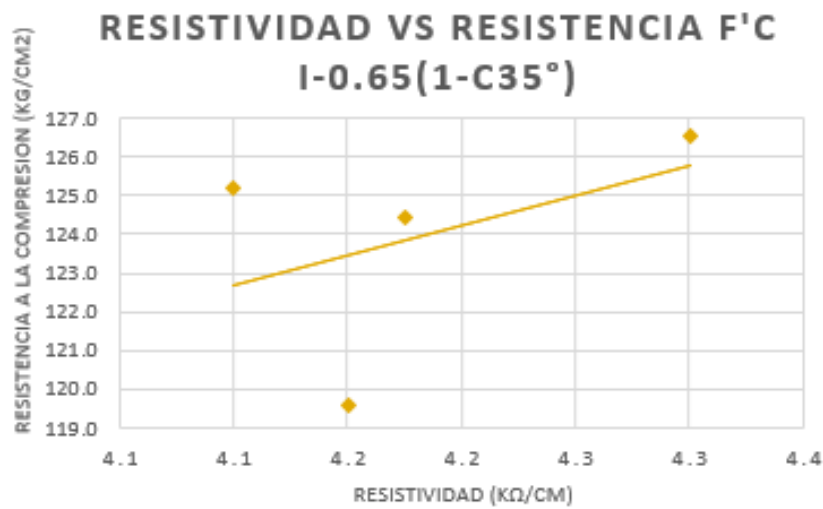
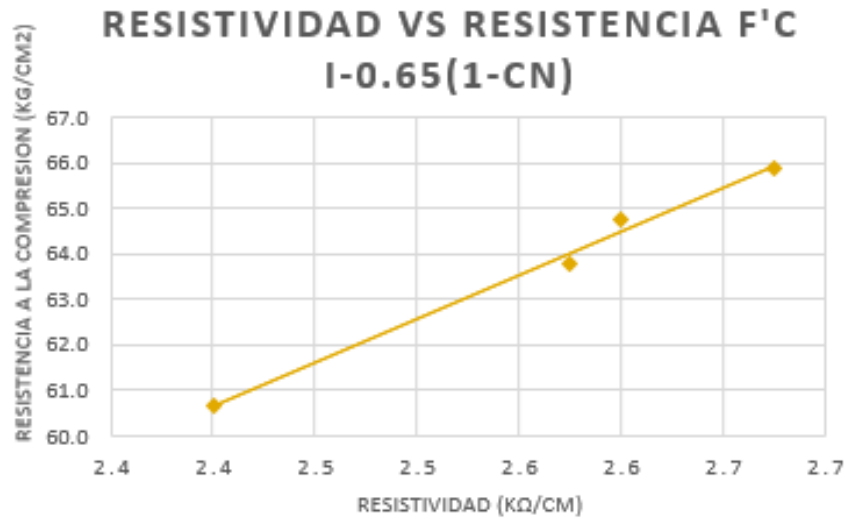
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.14.- Resistividad Eléctrica HE - 0.40.



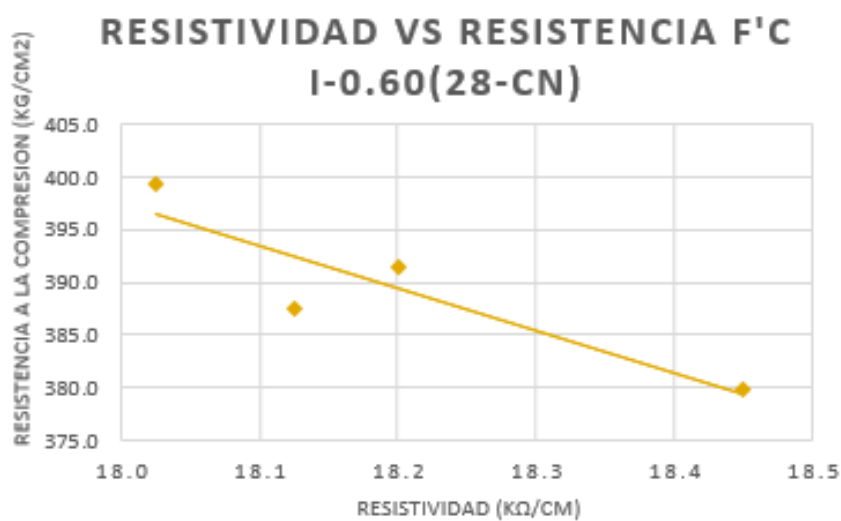
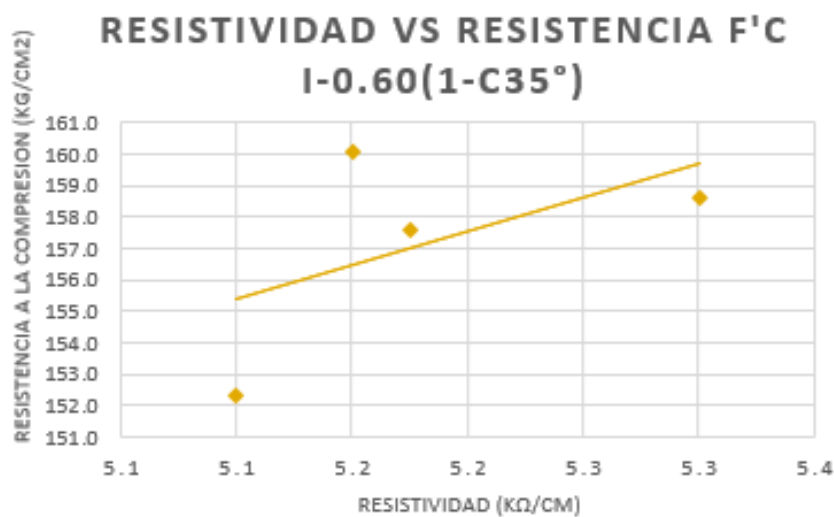
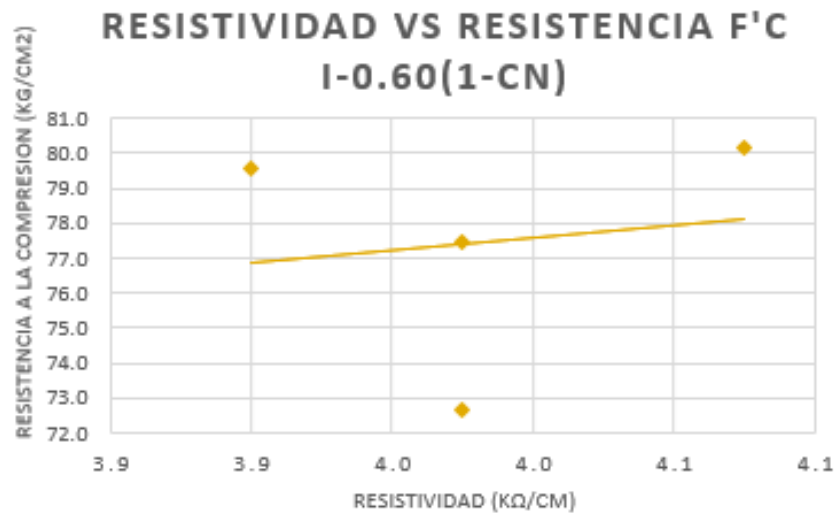
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.15.- Resistividad Eléctrica I - 0.70.



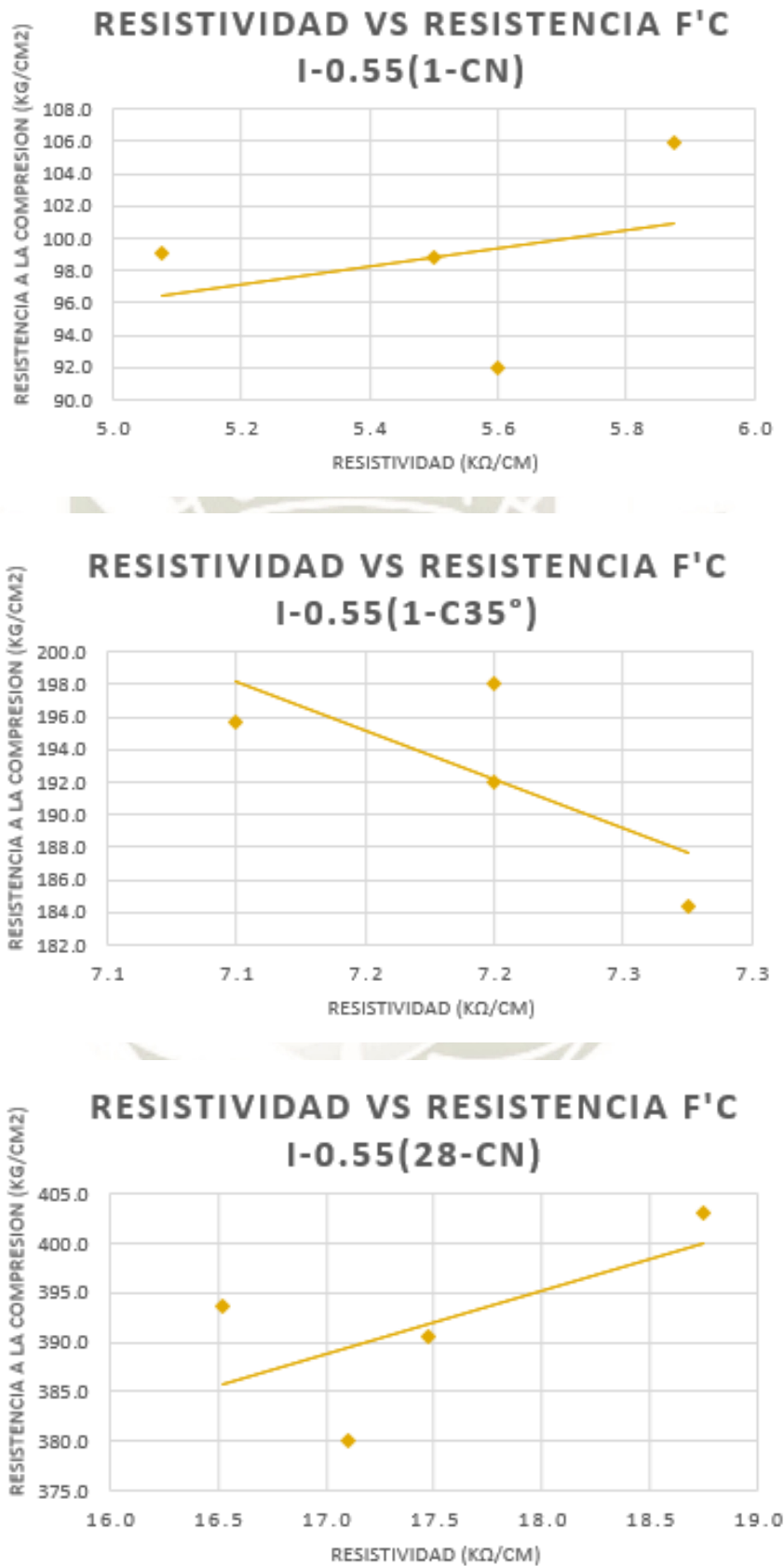
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.16.- Resistividad Eléctrica I - 0.65.



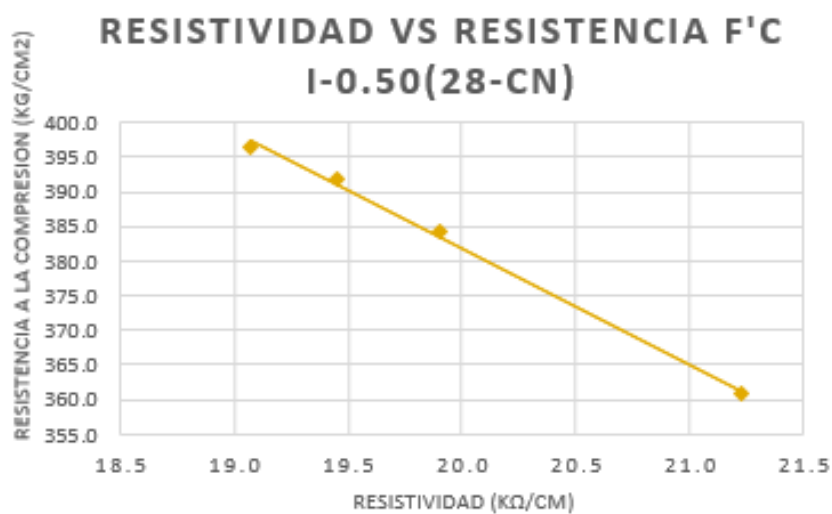
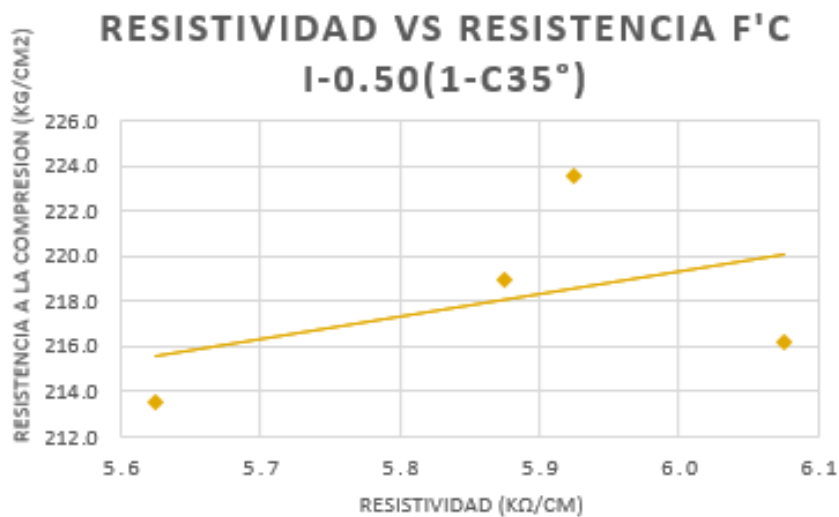
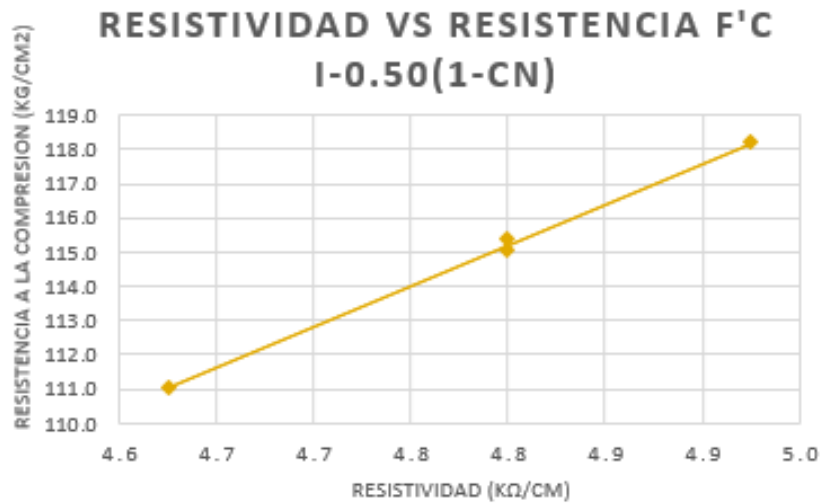
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.17.- Resistividad Eléctrica I - 0.60.



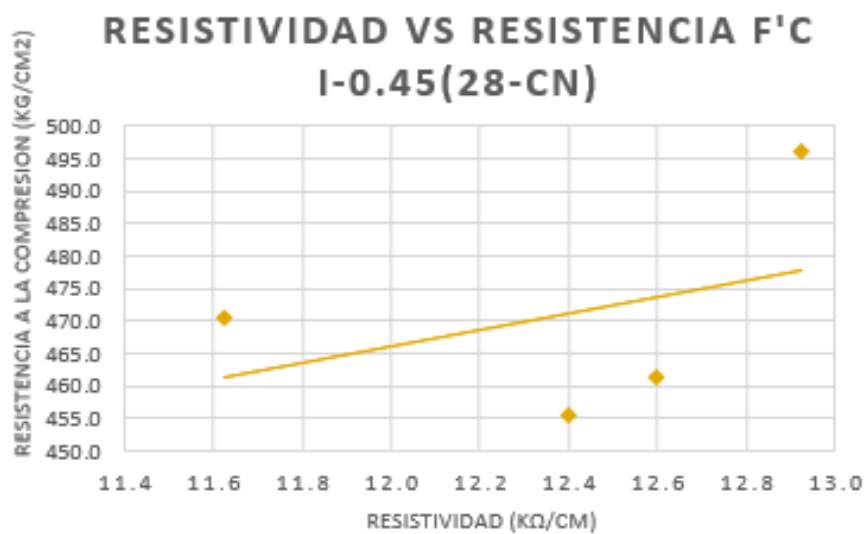
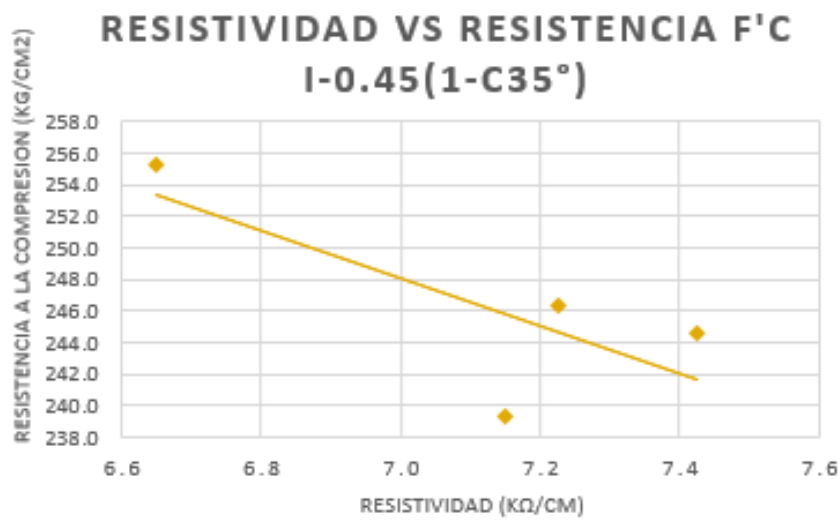
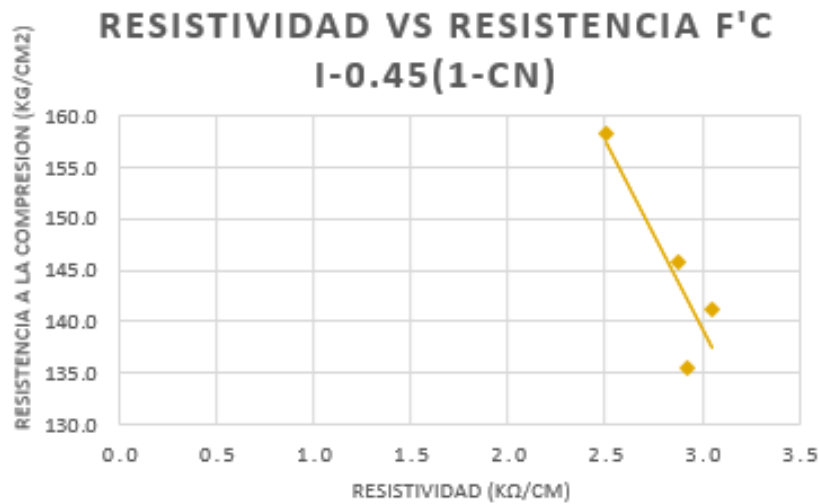
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.18.- Resistividad Eléctrica I - 0.55.



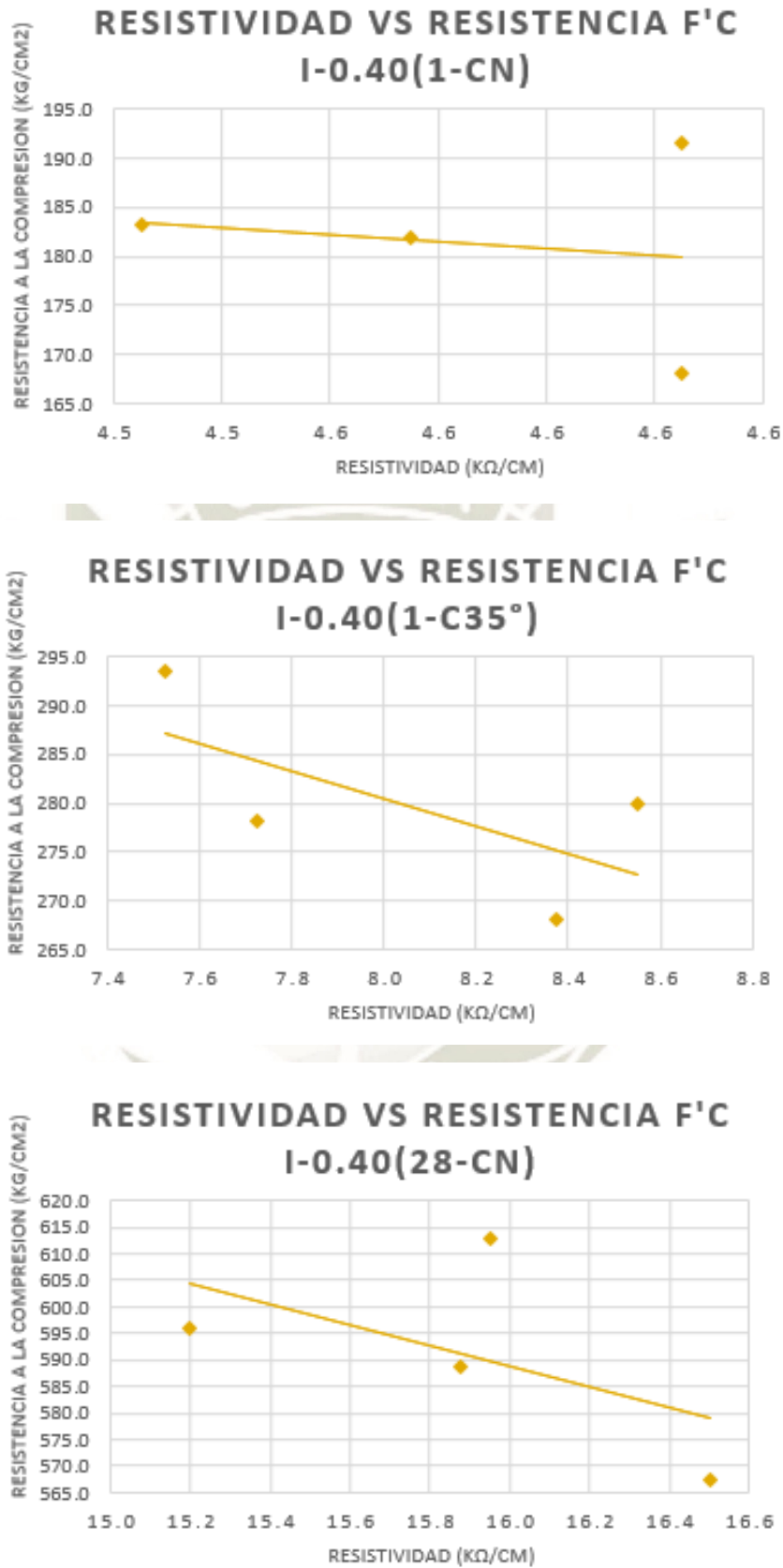
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.19.- Resistividad Eléctrica I - 0.50.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.20.- Resistividad Eléctrica I - 0.45.

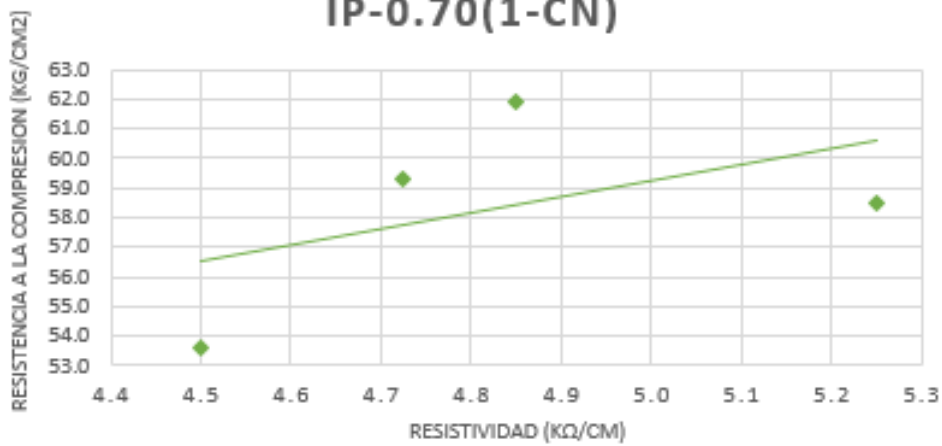


Fuente: Elaboración Propia

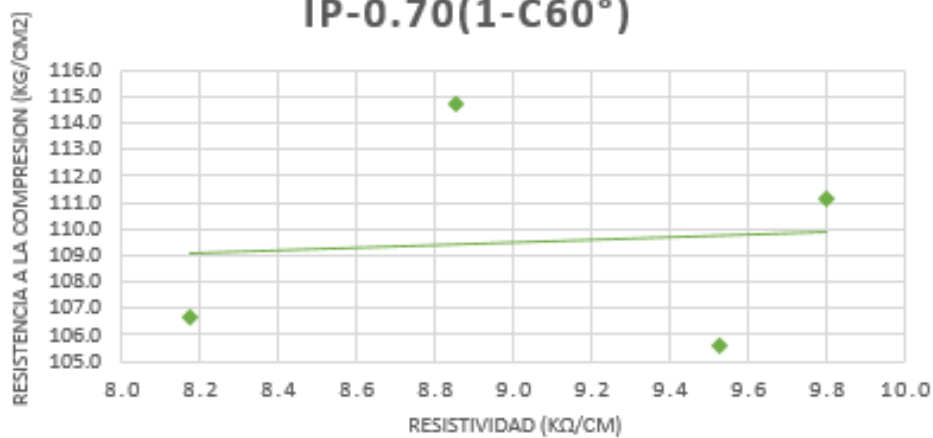
Figura 5.21.- Resistividad Eléctrica I - 0.40.

- A 60°C

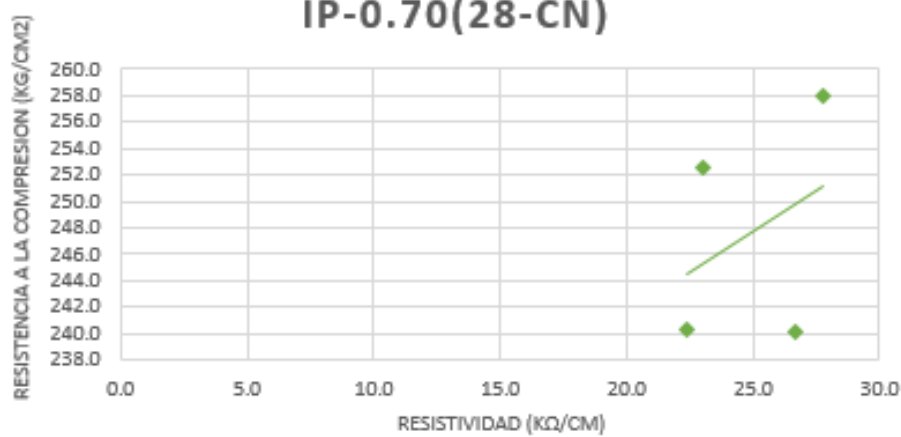
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.70(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.70(1-C60°)



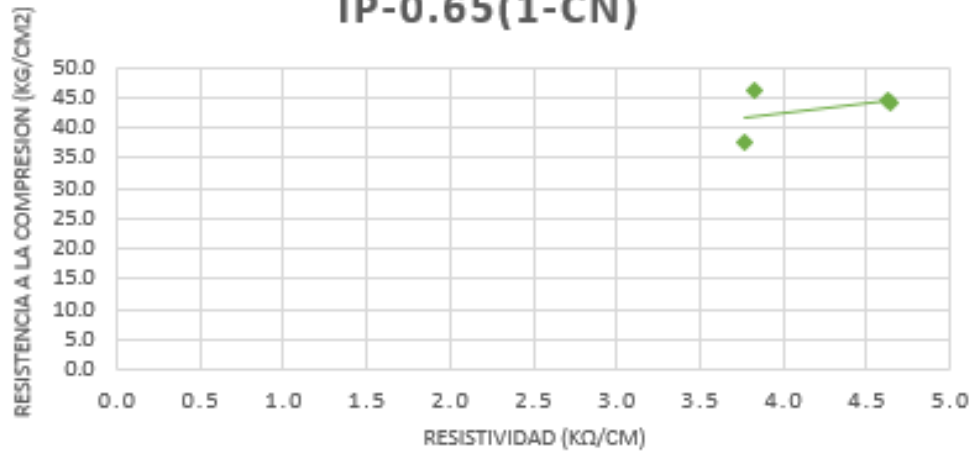
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.70(28-CN)



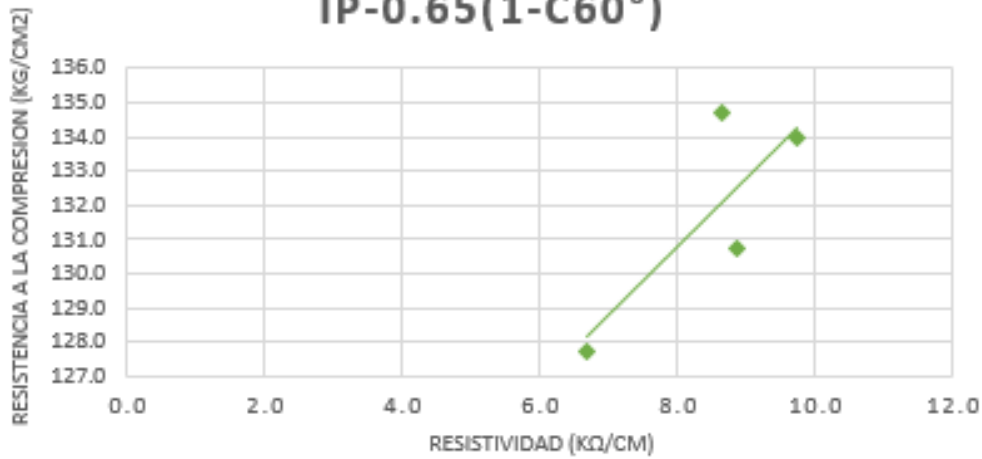
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.22.- Resistividad Eléctrica IP - 0.70.

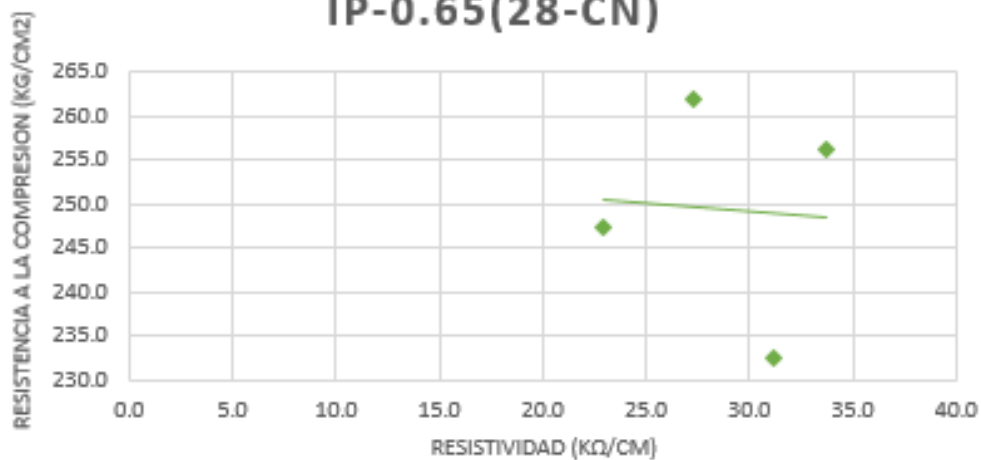
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(1-C60°)



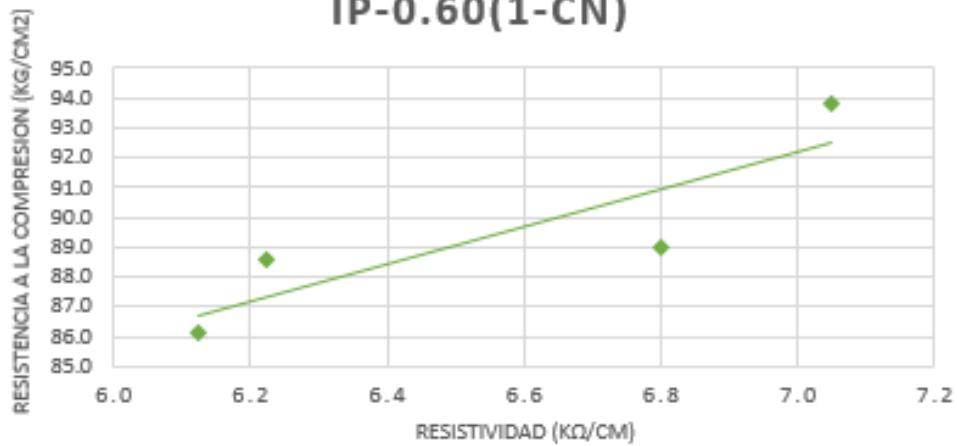
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(28-CN)



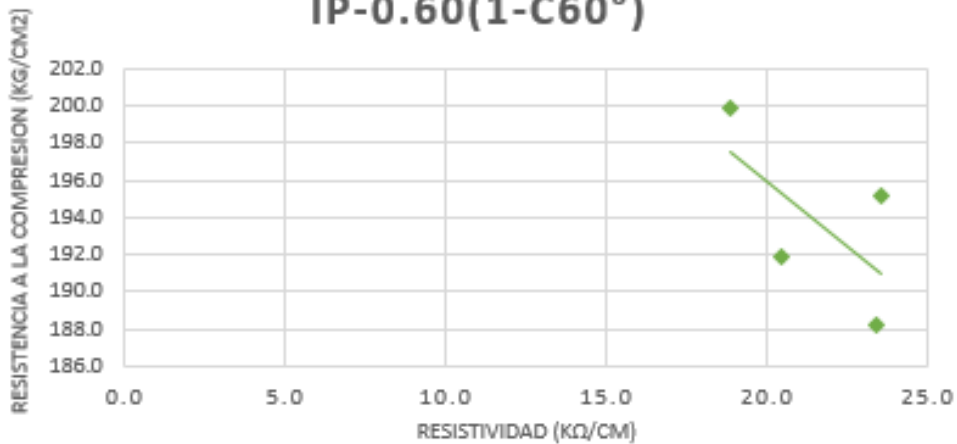
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.23.- Resistividad Eléctrica IP - 0.65.

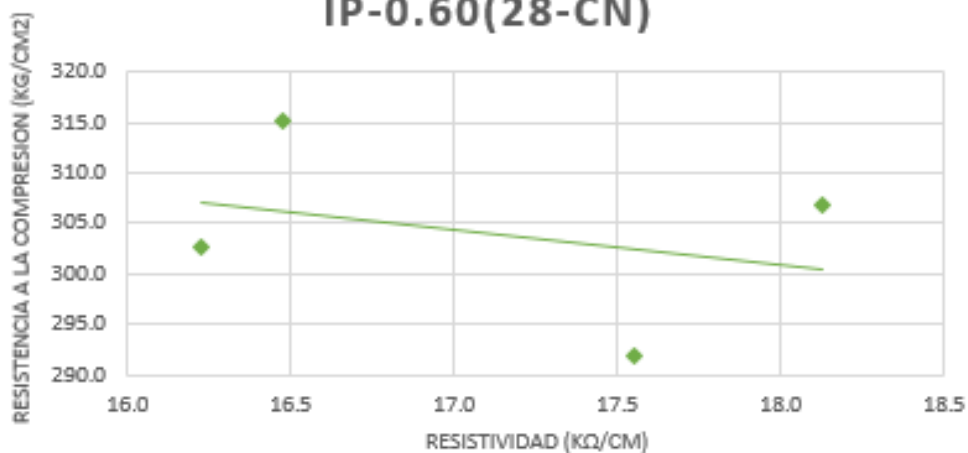
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(1-C60°)



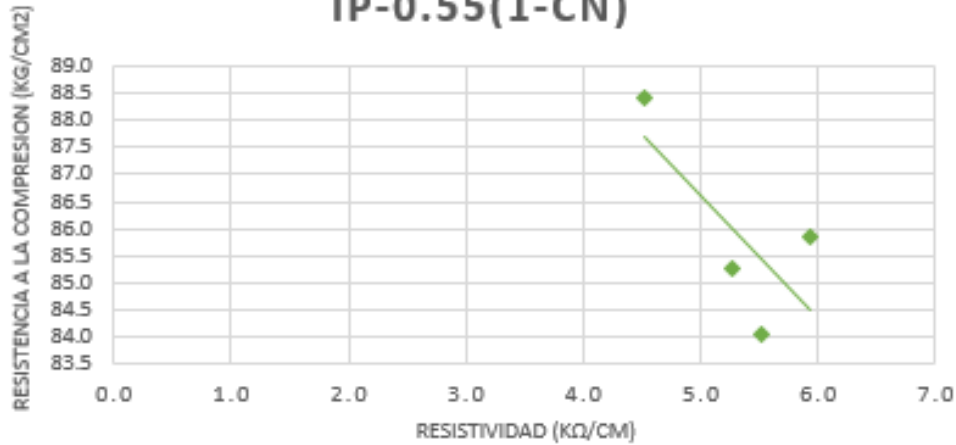
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(28-CN)



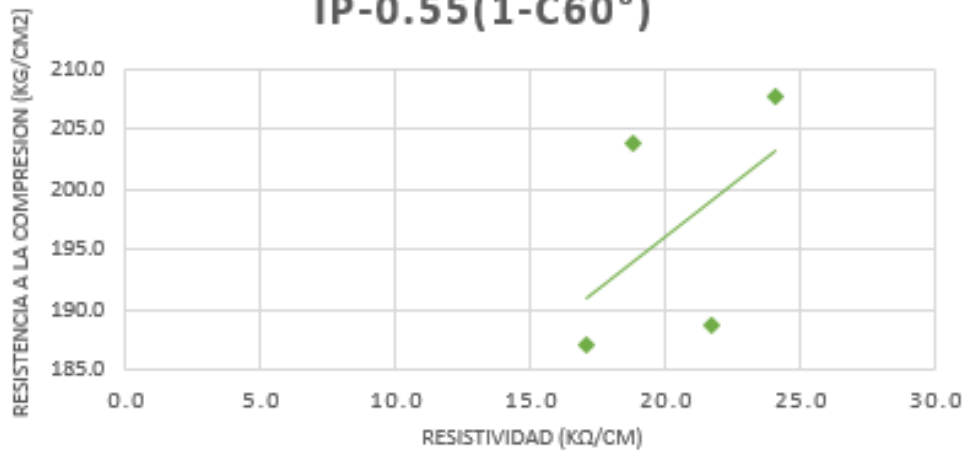
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.24.- Resistividad Eléctrica IP - 0.60.

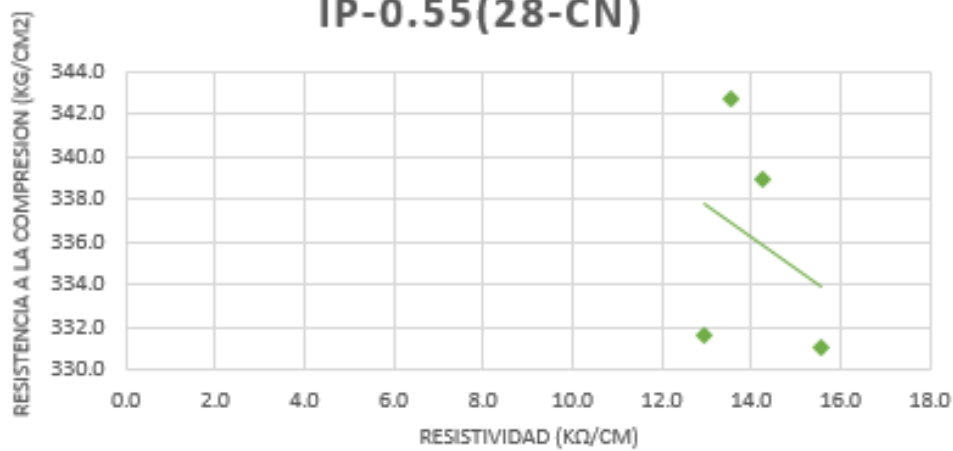
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(1-C60°)



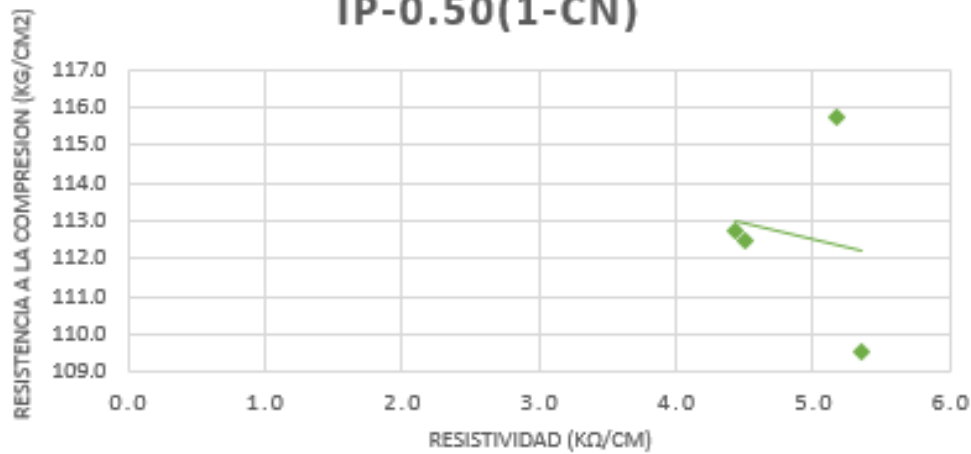
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(28-CN)



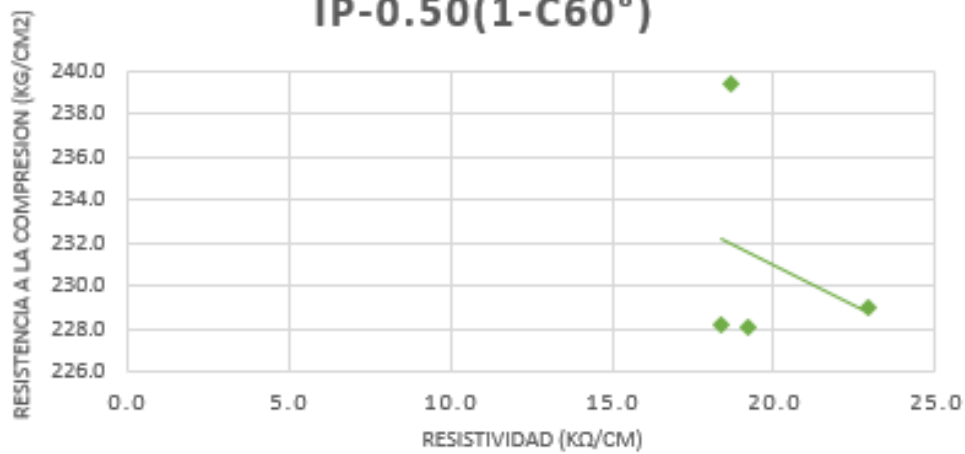
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.25.- Resistividad Eléctrica IP - 0.55.

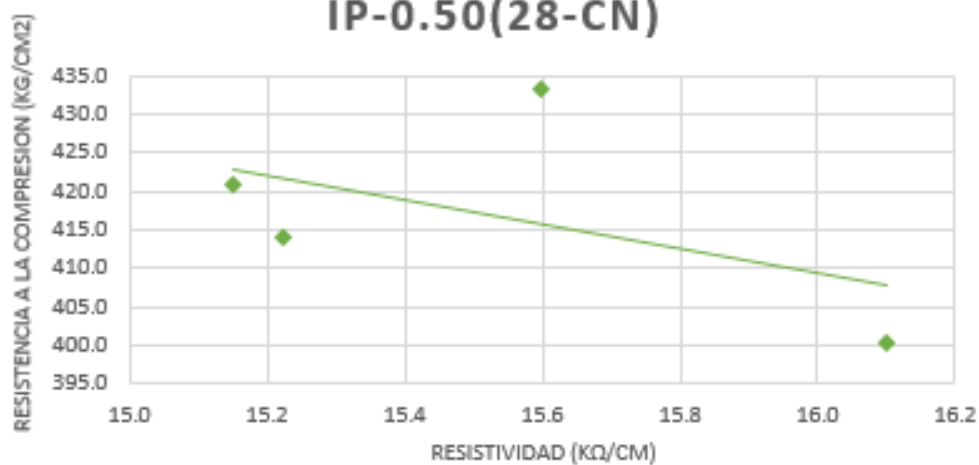
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(1-C60°)



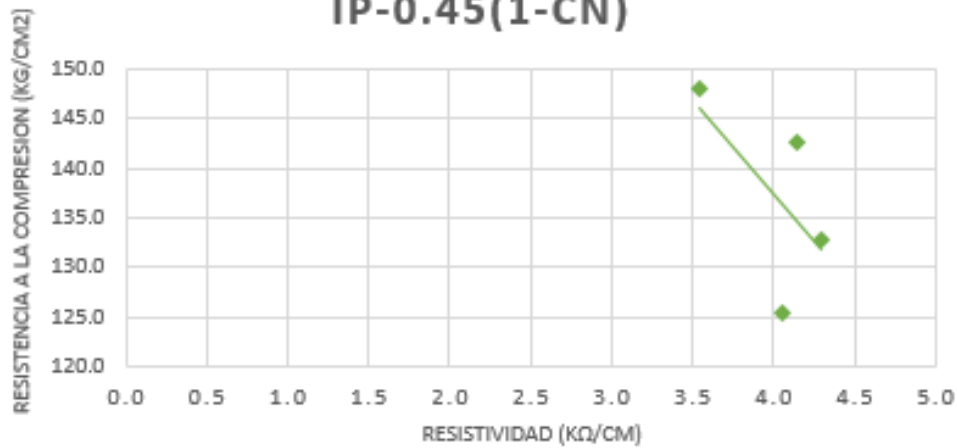
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(28-CN)



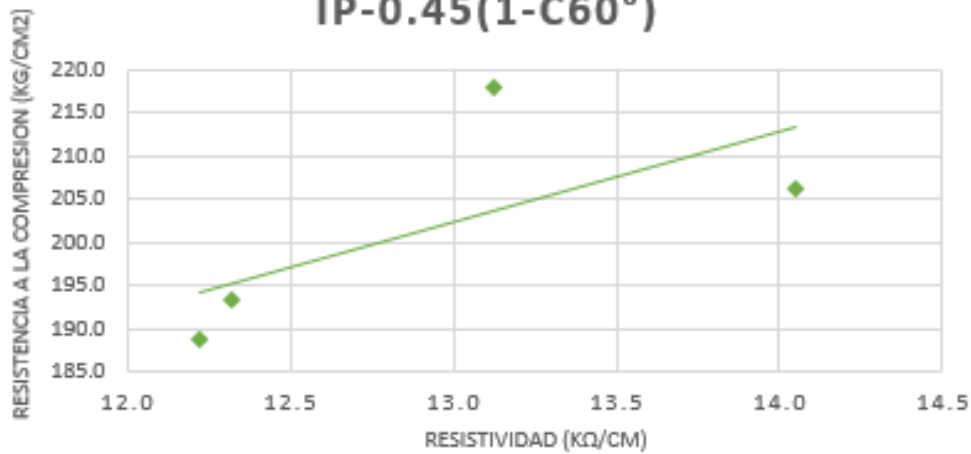
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.26.- Resistividad Eléctrica IP - 0.50.

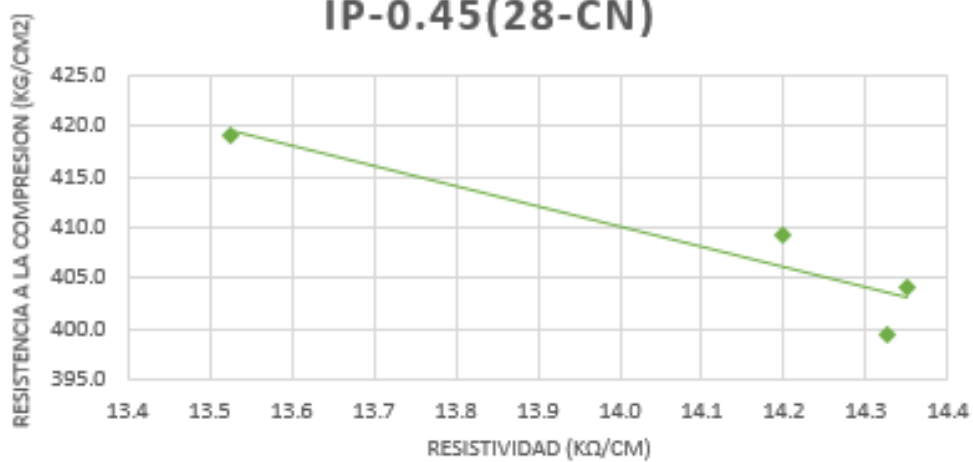
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(1-C60°)



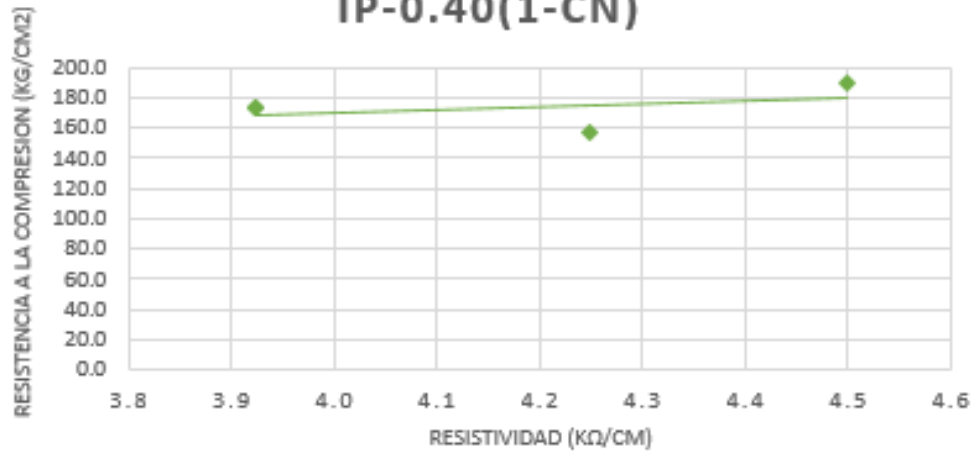
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(28-CN)



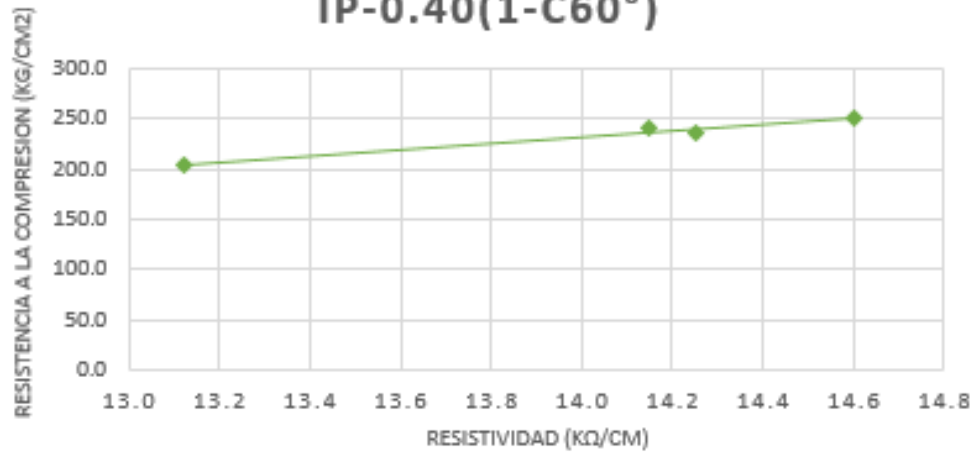
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.27.- Resistividad Eléctrica IP - 0.45.

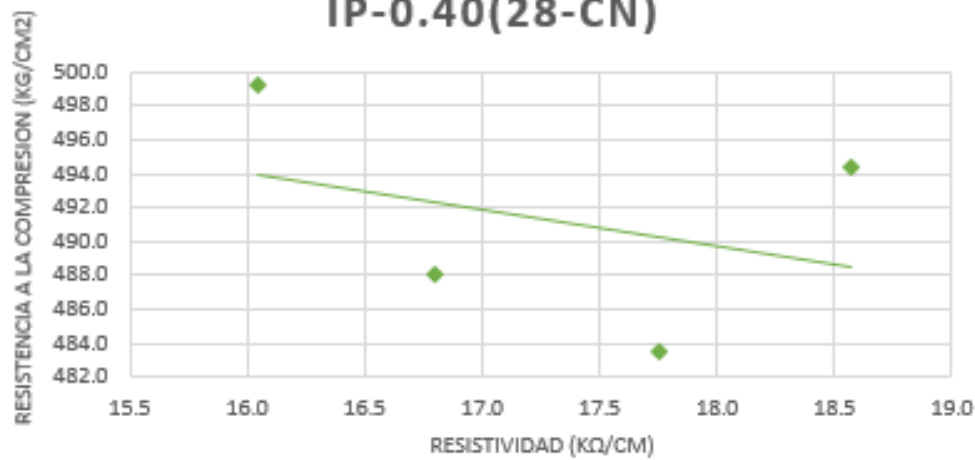
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(1-C60°)



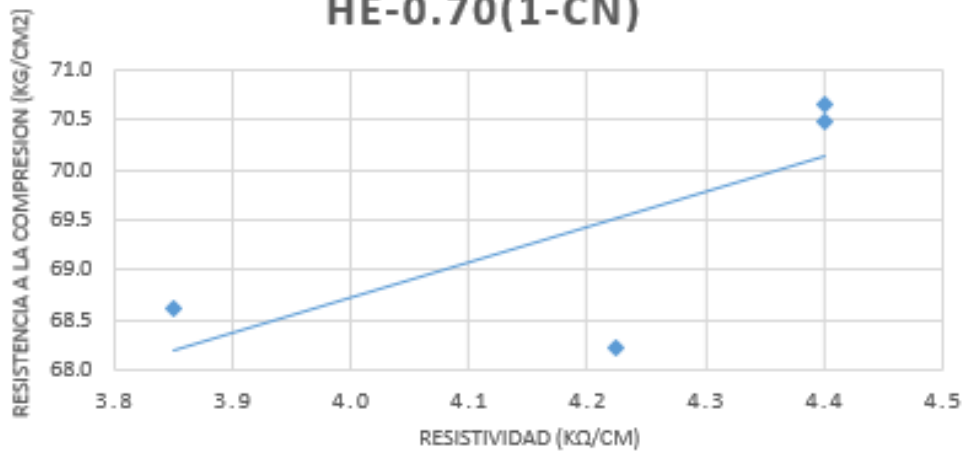
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(28-CN)



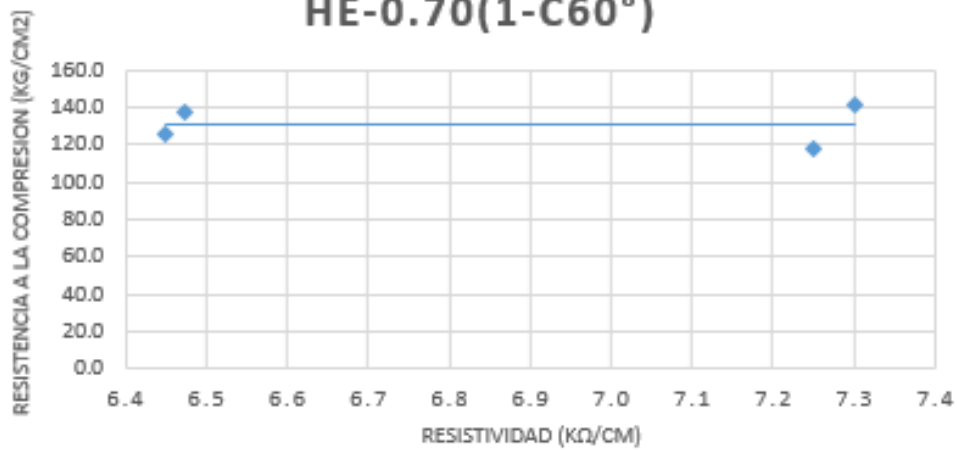
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.28.- Resistividad Eléctrica IP - 0.40.

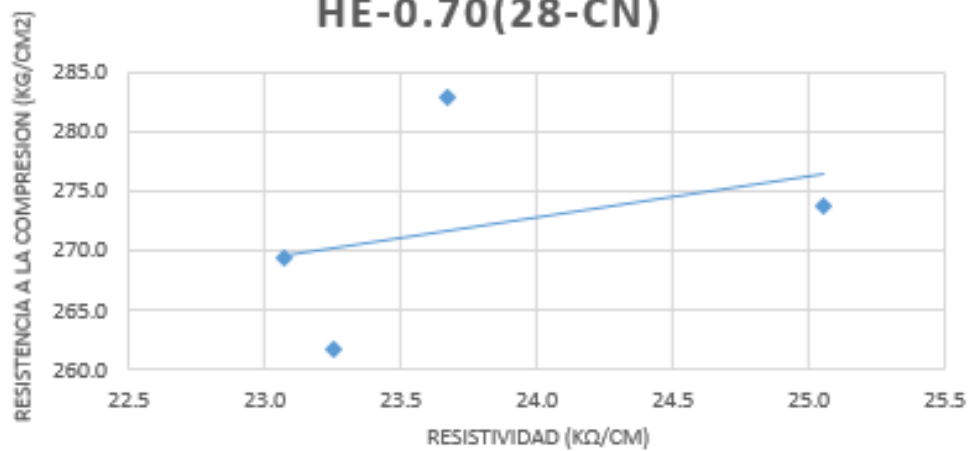
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(1-C60°)



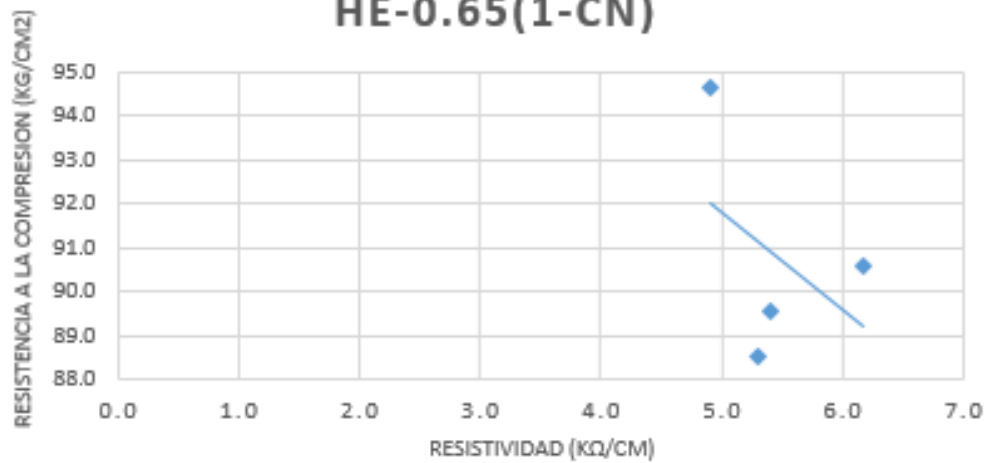
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(28-CN)



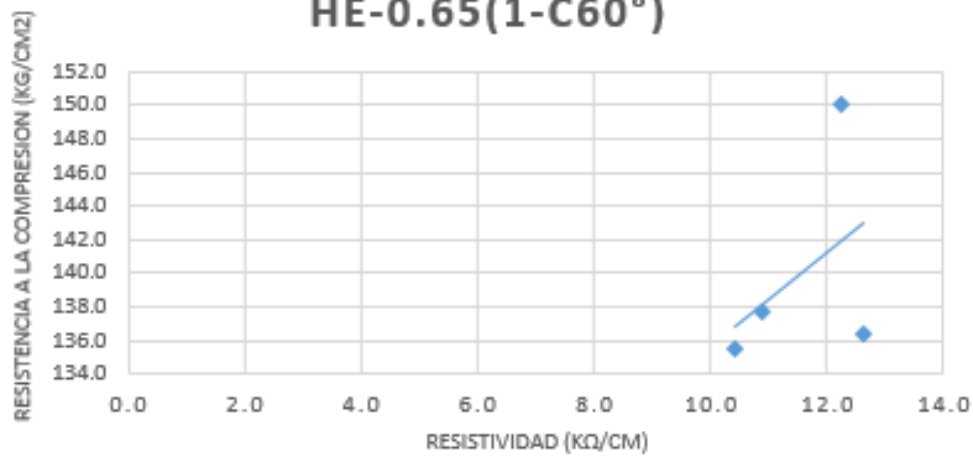
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.29.- Resistividad Eléctrica HE - 0.70.

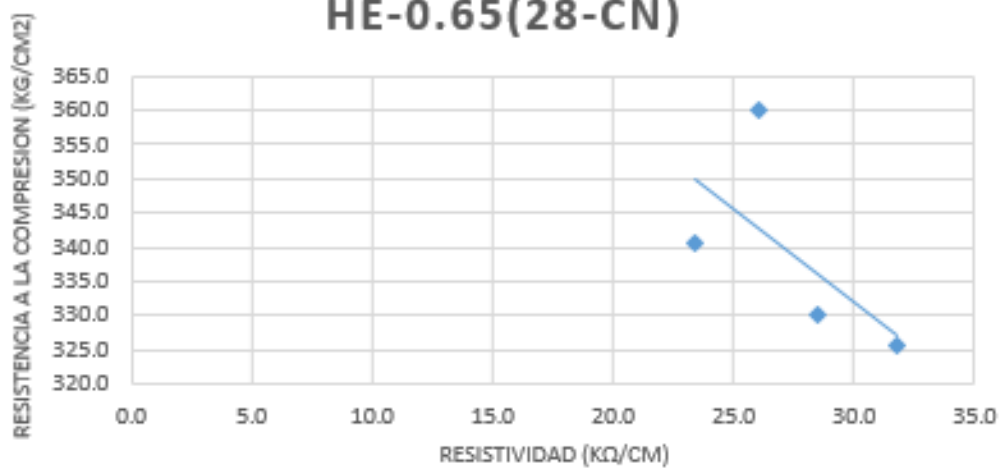
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(1-C60°)



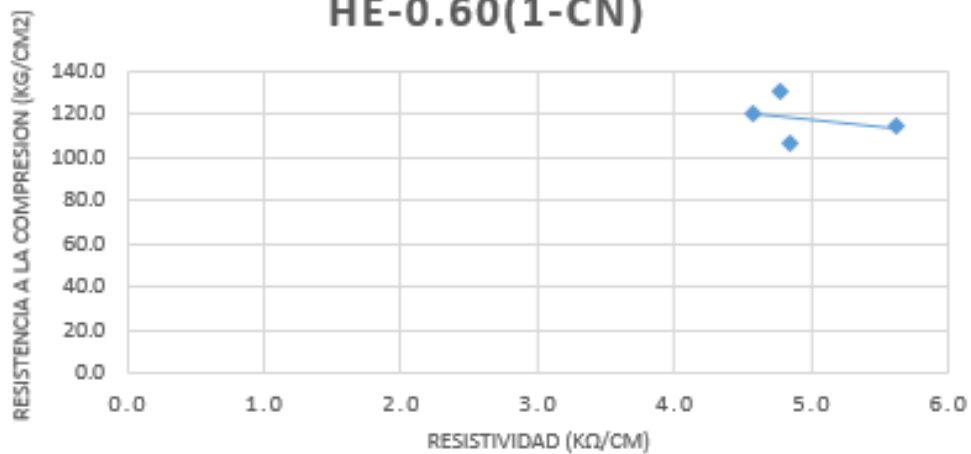
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(28-CN)



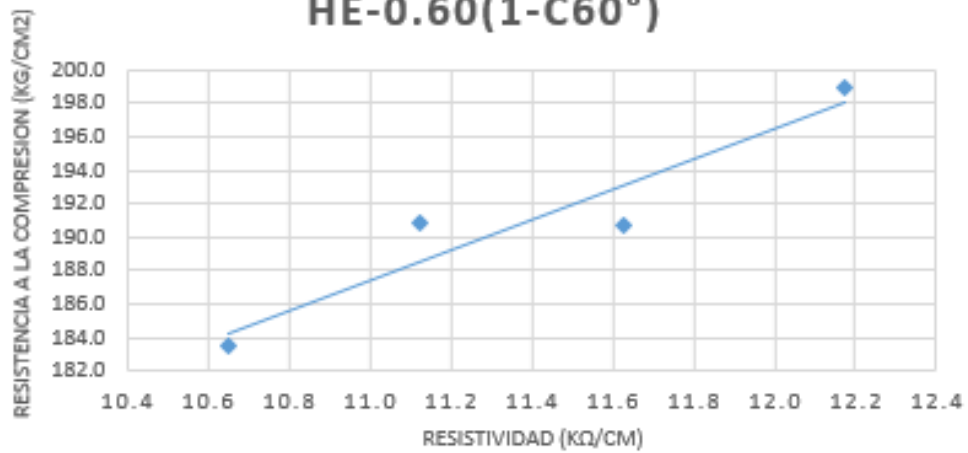
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.30.- Resistividad Eléctrica HE - 0.65.

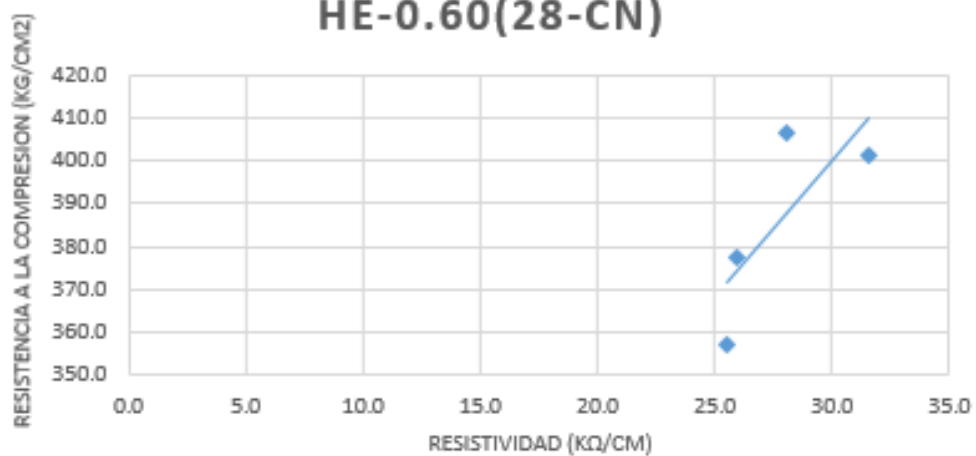
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(1-C60°)



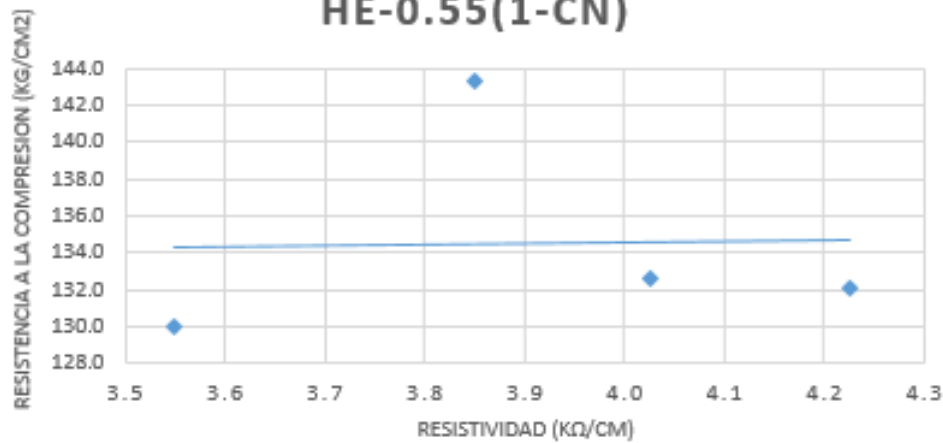
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(28-CN)



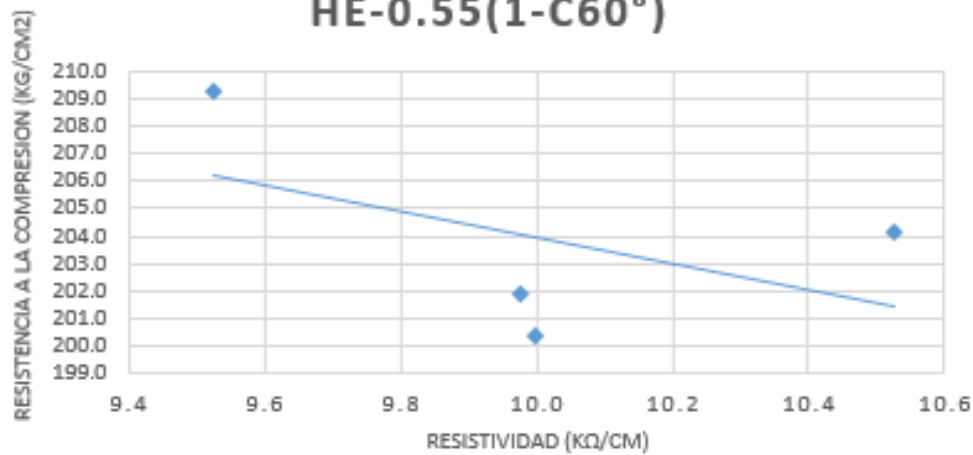
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.31.- Resistividad Eléctrica HE - 0.60.

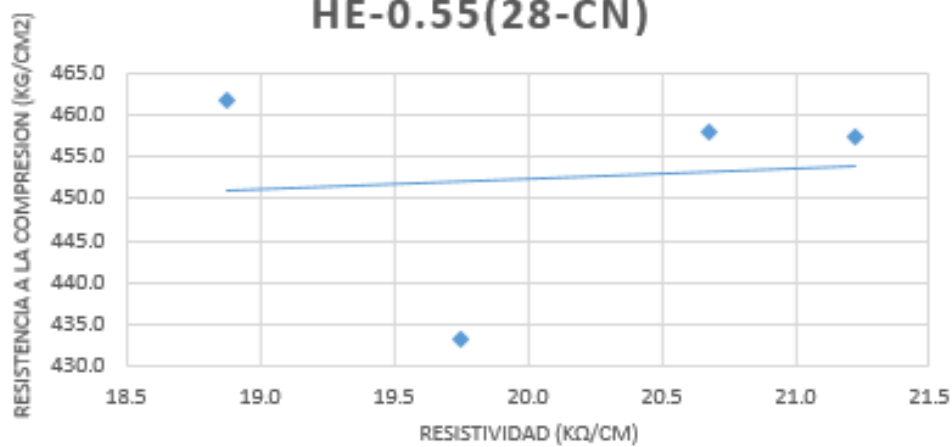
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(1-C60°)



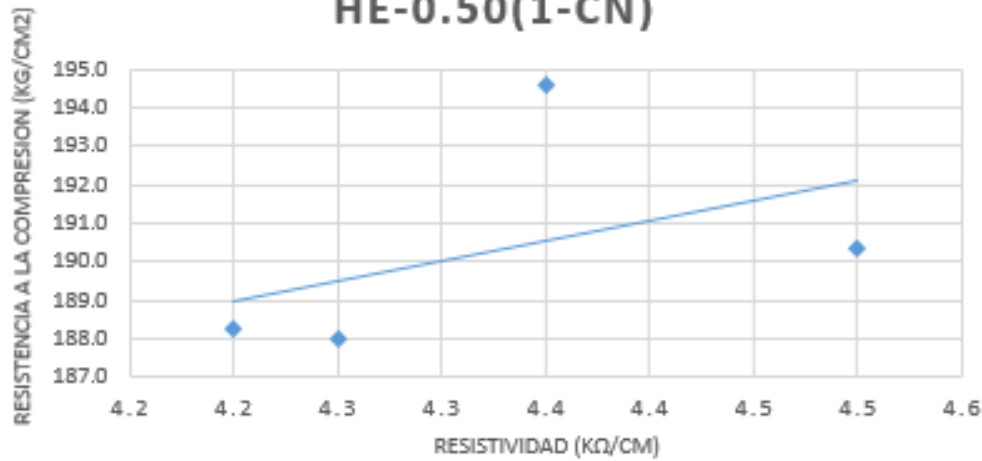
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(28-CN)



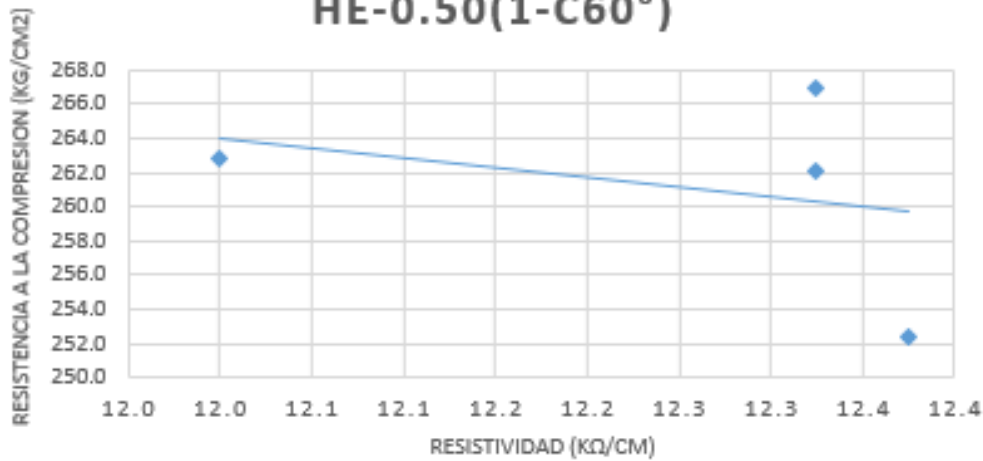
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.32.- Resistividad Eléctrica HE - 0.55.

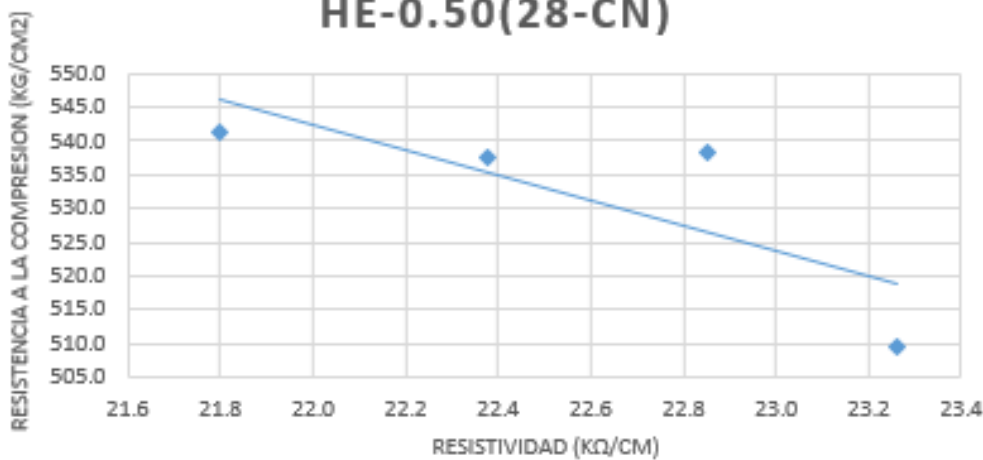
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(1-C60°)



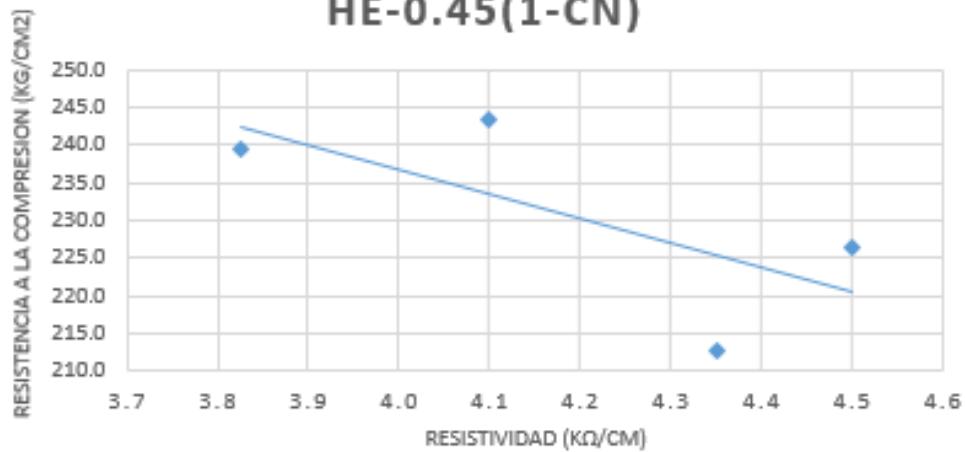
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(28-CN)



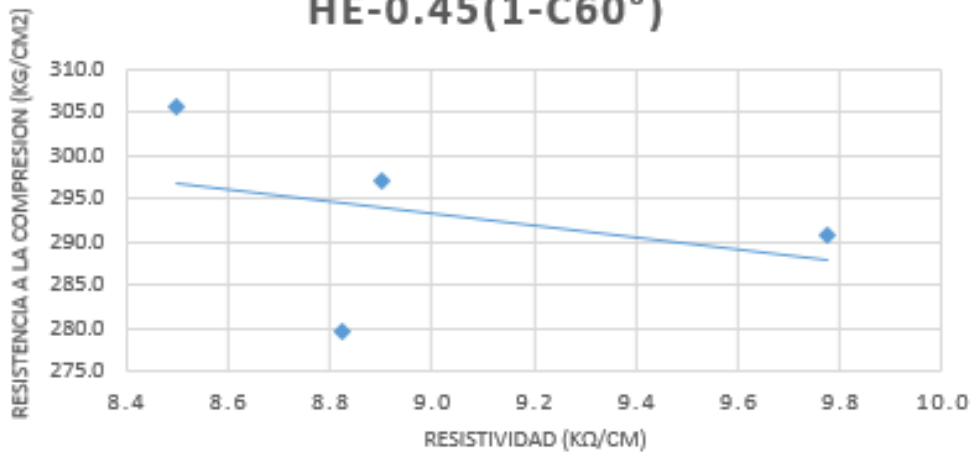
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.33.- Resistividad Eléctrica HE - 0.50.

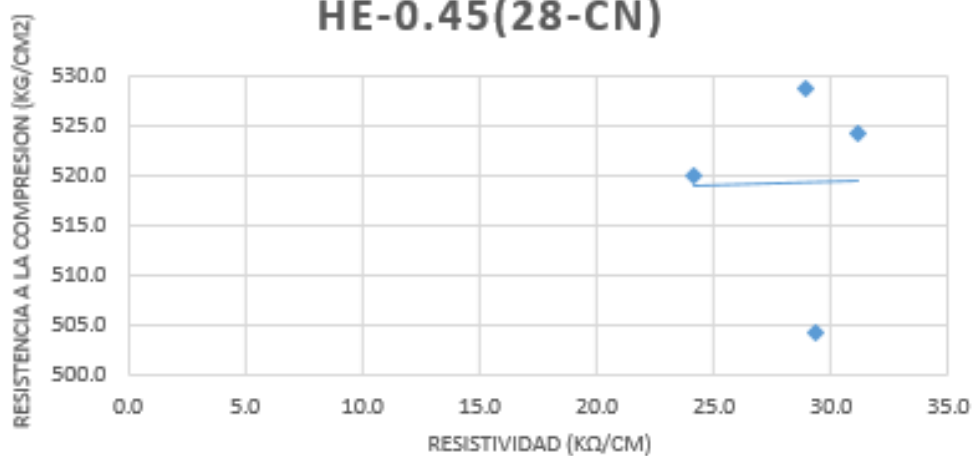
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(1-C60°)



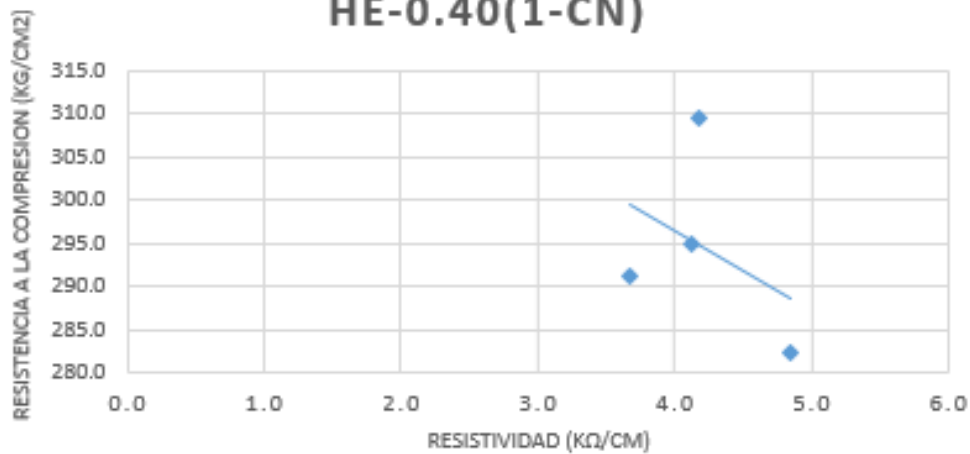
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(28-CN)



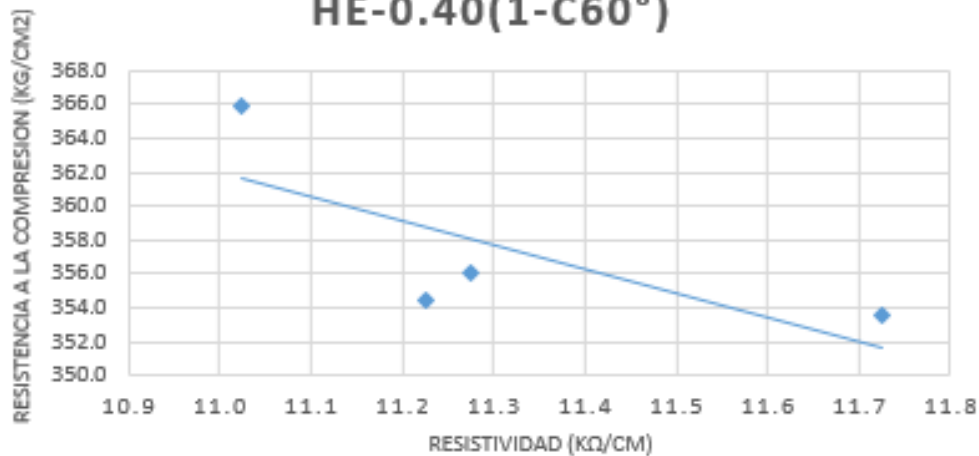
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.34.- Resistividad Eléctrica HE - 0.45.

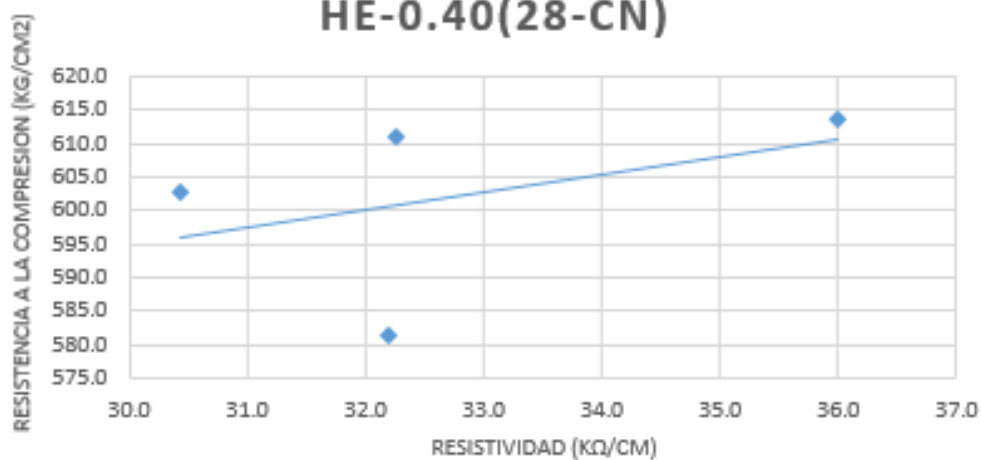
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(1-C60°)



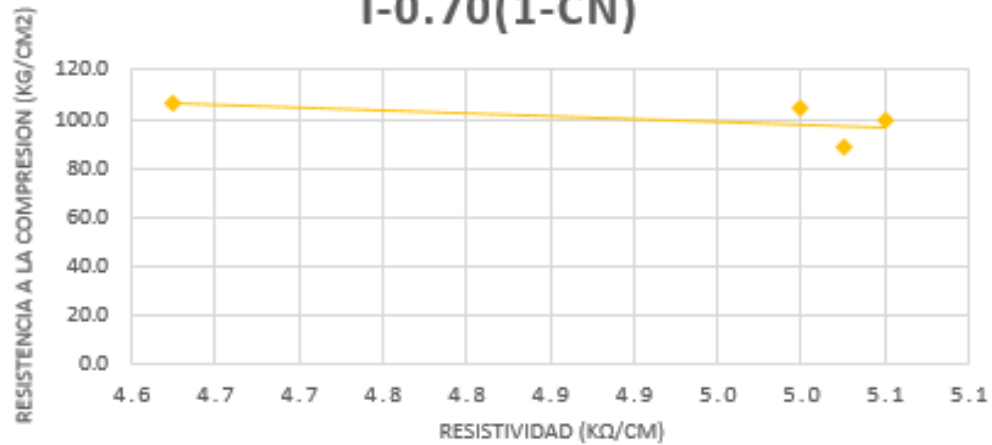
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(28-CN)



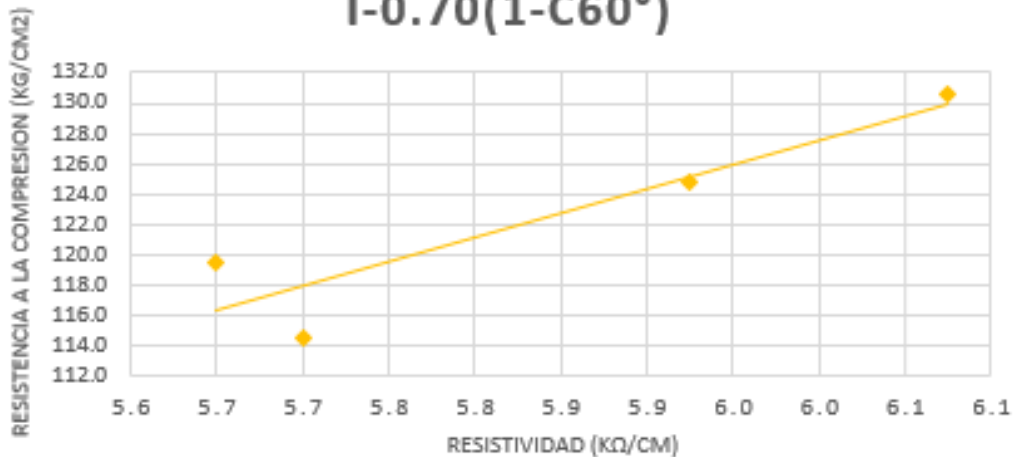
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.35.- Resistividad Eléctrica HE - 0.40.

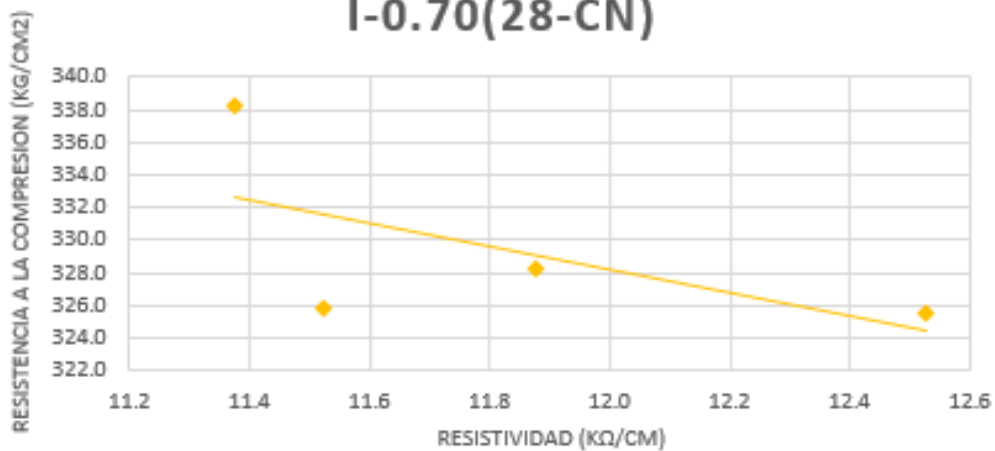
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.70(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.70(1-C60°)



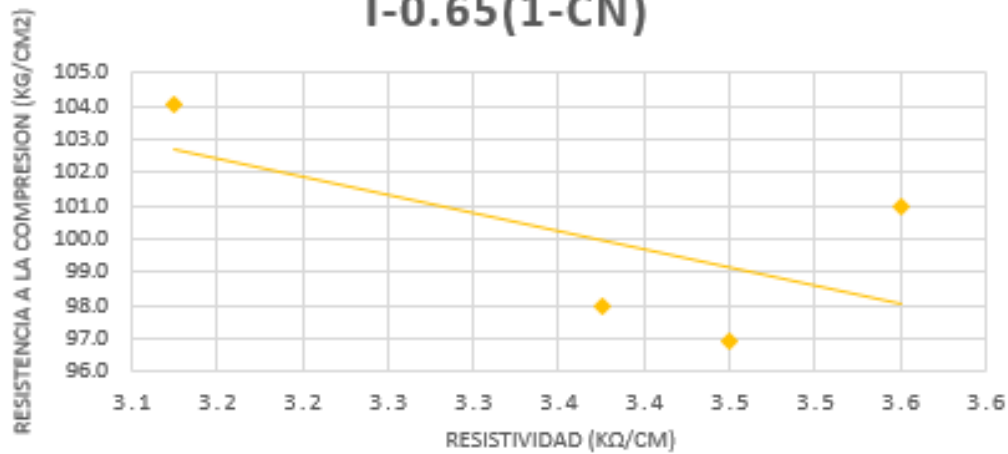
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.70(28-CN)



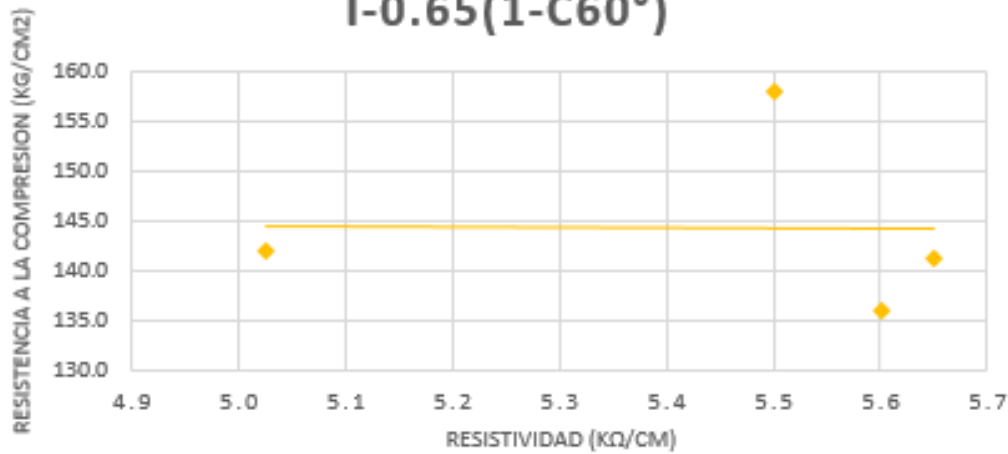
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.36.- Resistividad Eléctrica I - 0.70.

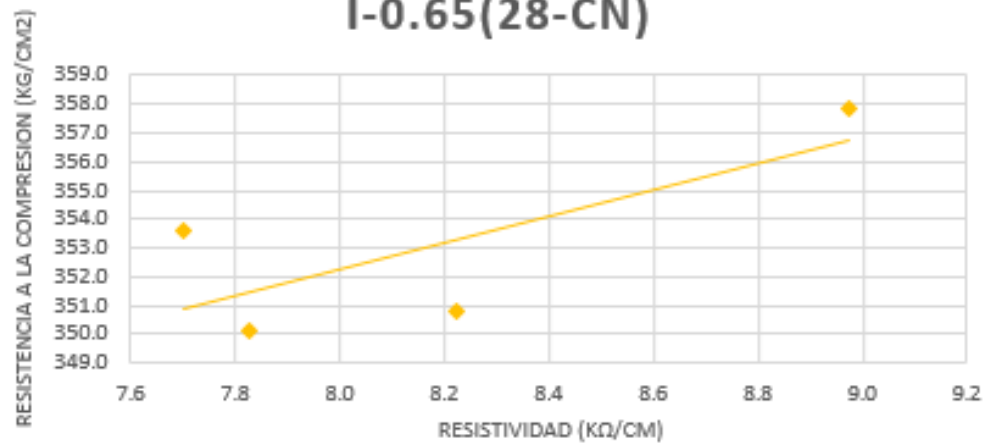
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.65(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.65(1-C60°)



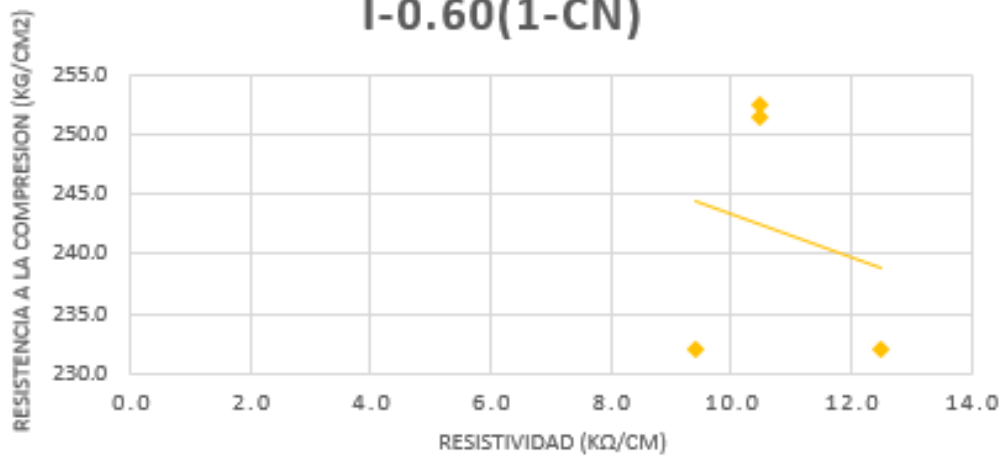
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.65(28-CN)



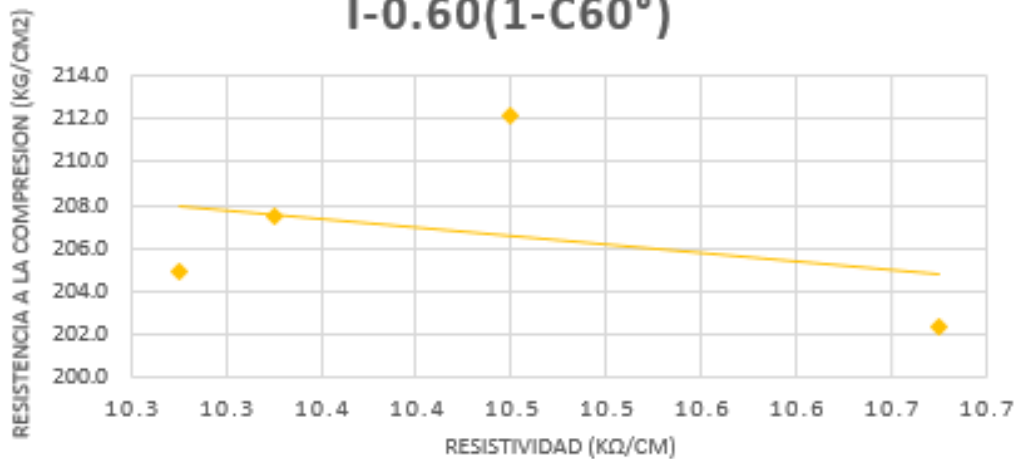
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.37.- Resistividad Eléctrica I - 0.65.

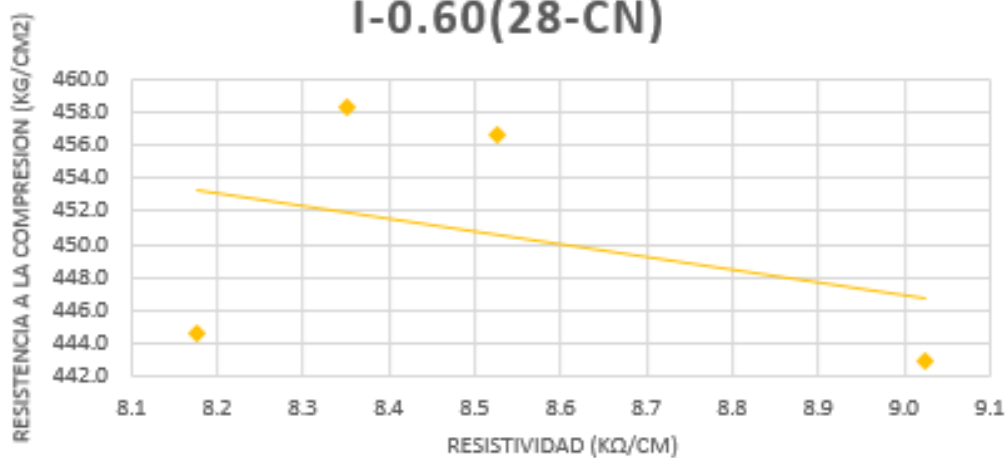
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.60(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.60(1-C60°)



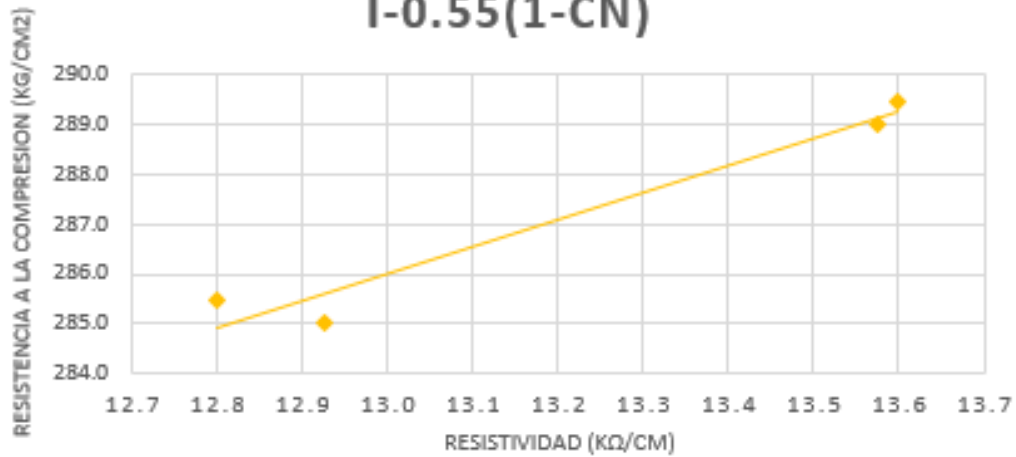
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.60(28-CN)



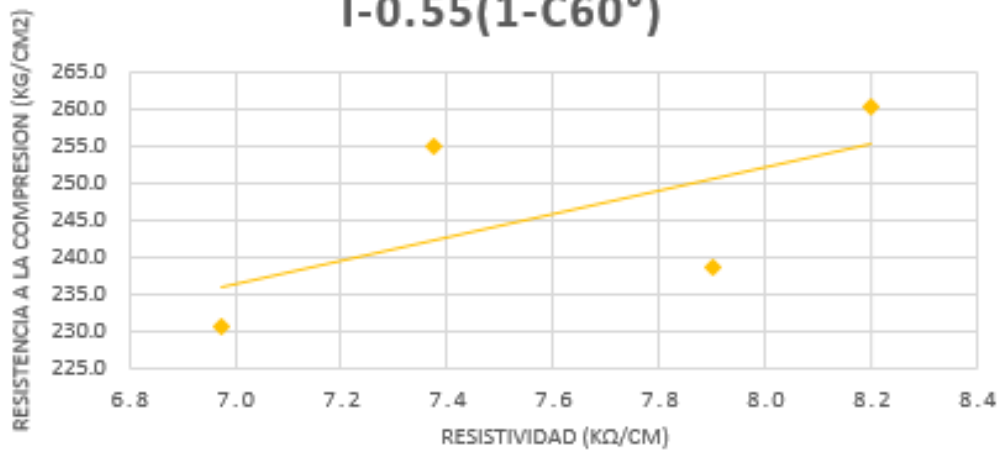
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.38.- Resistividad Eléctrica I - 0.60.

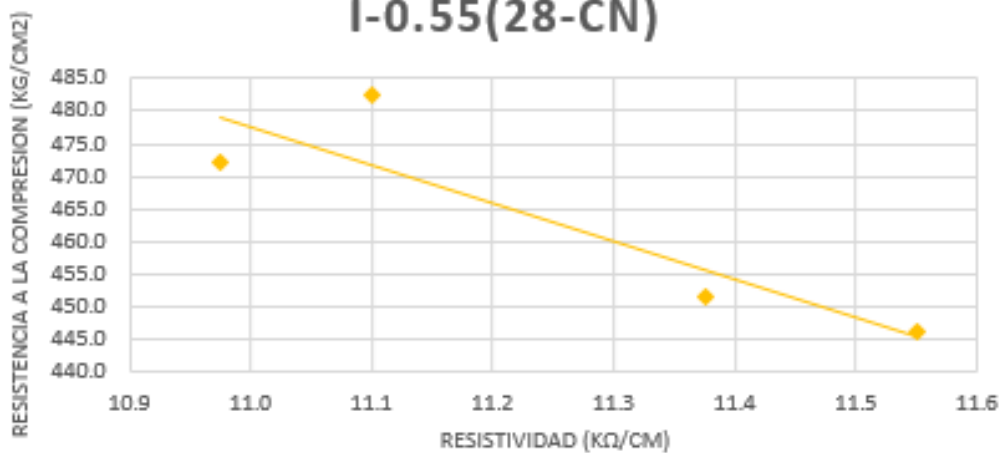
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-C60°)



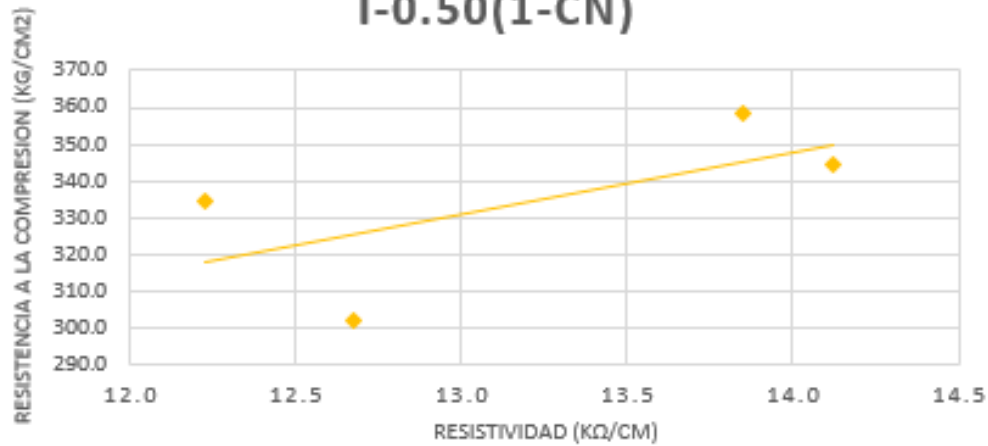
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.55(28-CN)



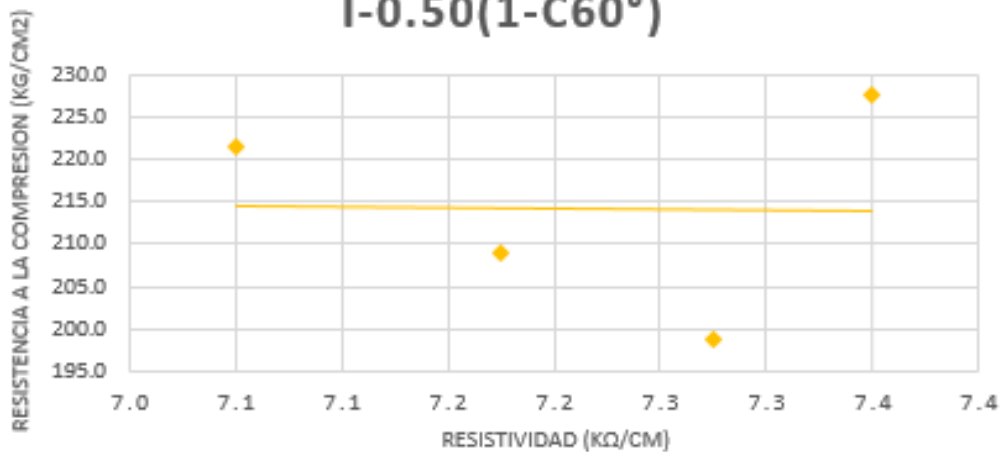
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.39.- Resistividad Eléctrica I - 0.55.

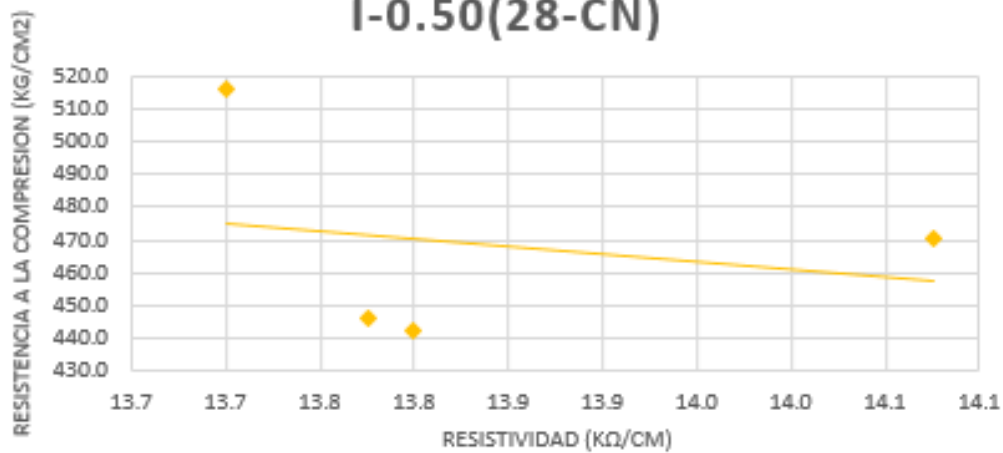
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-C60°)



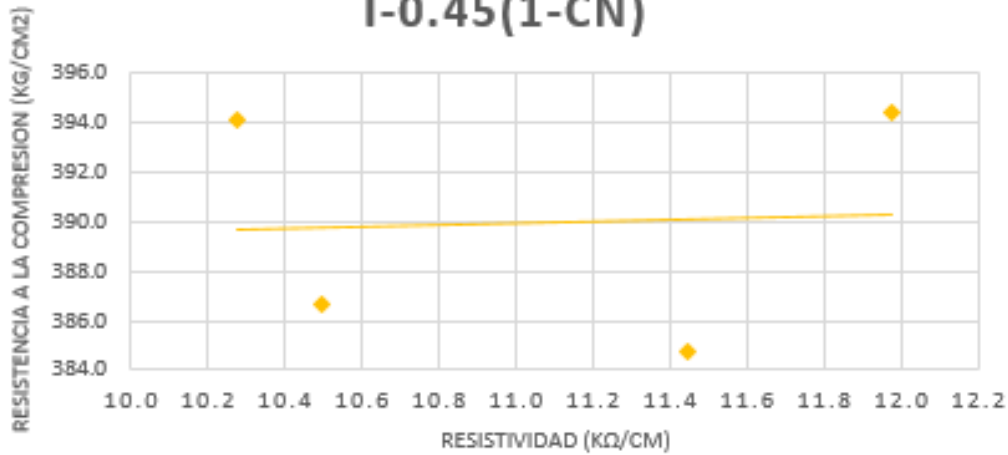
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.50(28-CN)



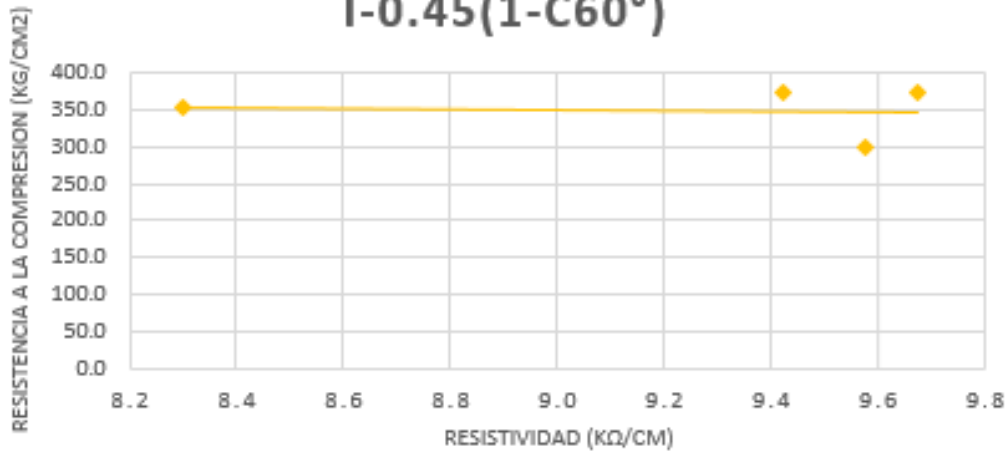
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.40.- Resistividad Eléctrica I - 0.50.

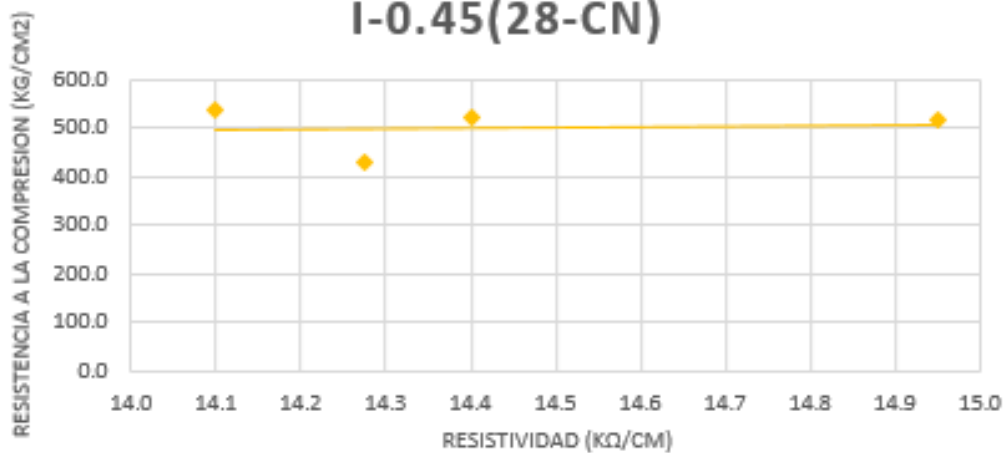
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.45(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.45(1-C60°)



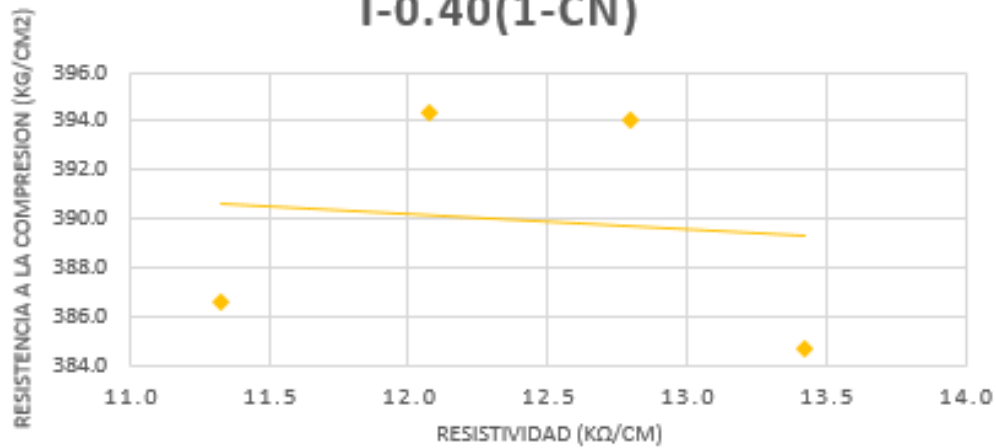
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.45(28-CN)



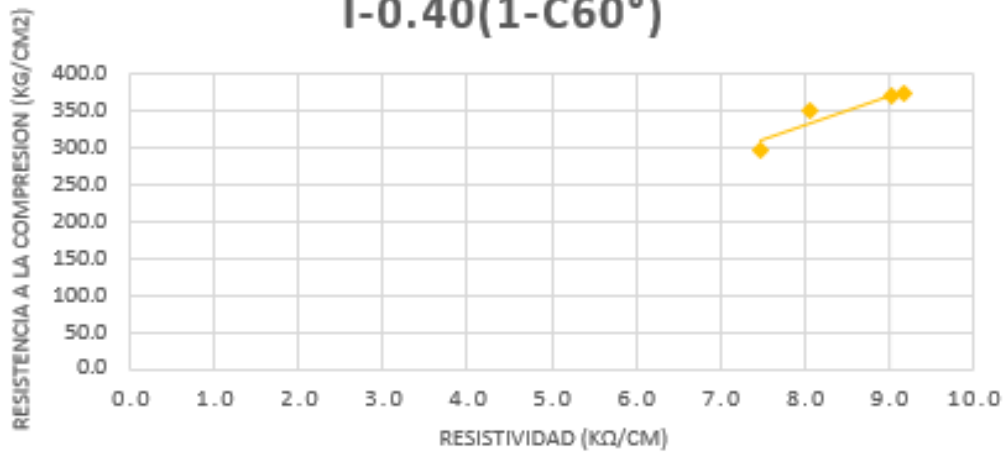
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.41.- Resistividad Eléctrica I - 0.45.

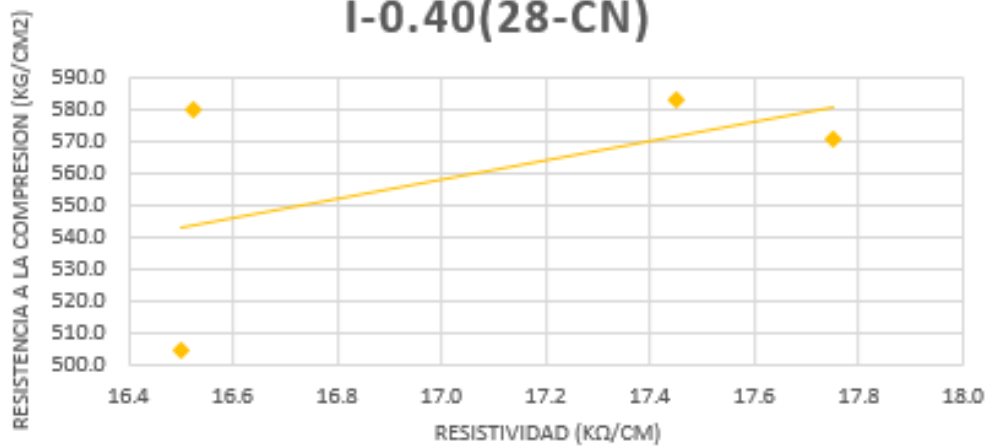
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.40(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.40(1-C60°)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.40(28-CN)

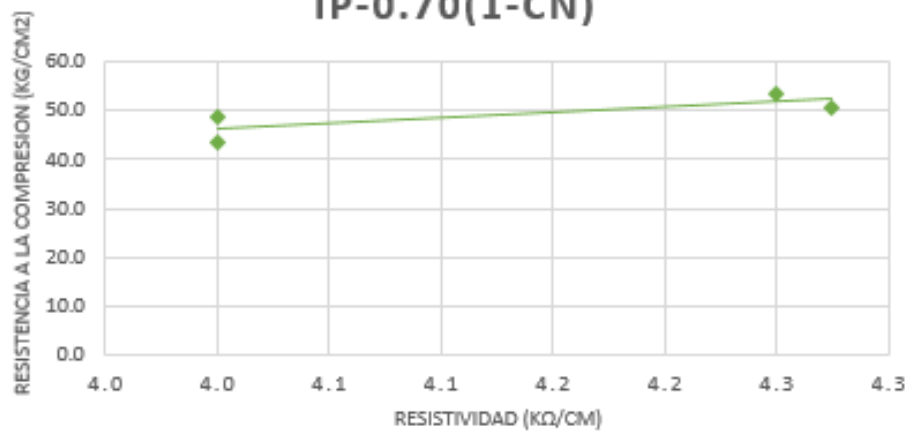


Fuente: Elaboración Propia

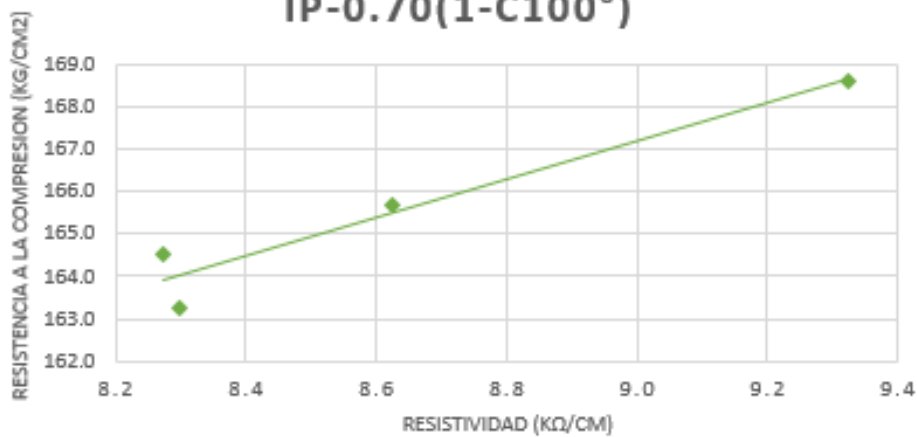
Figura 5.42.- Resistividad Eléctrica I - 0.40.

- A 100°C

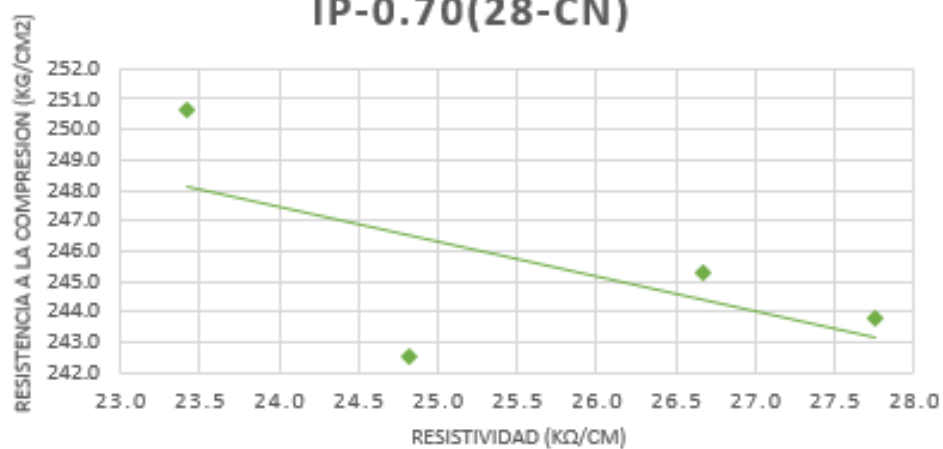
**RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(1-CN)**



**RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(1-C100°)**



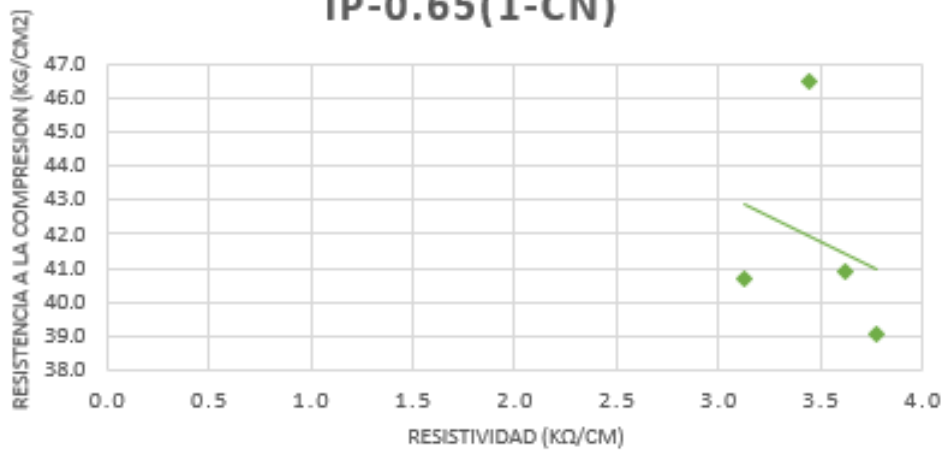
**RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(28-CN)**



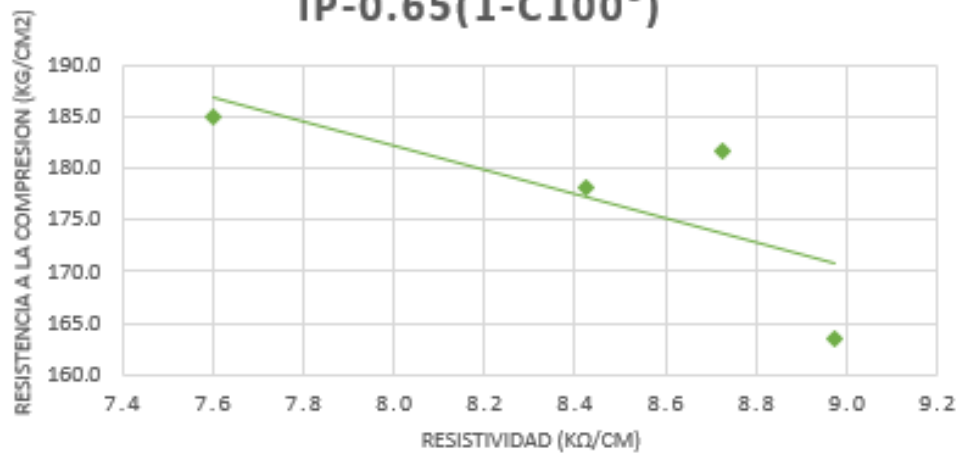
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.43.- Resistividad Eléctrica IP - 0.70.

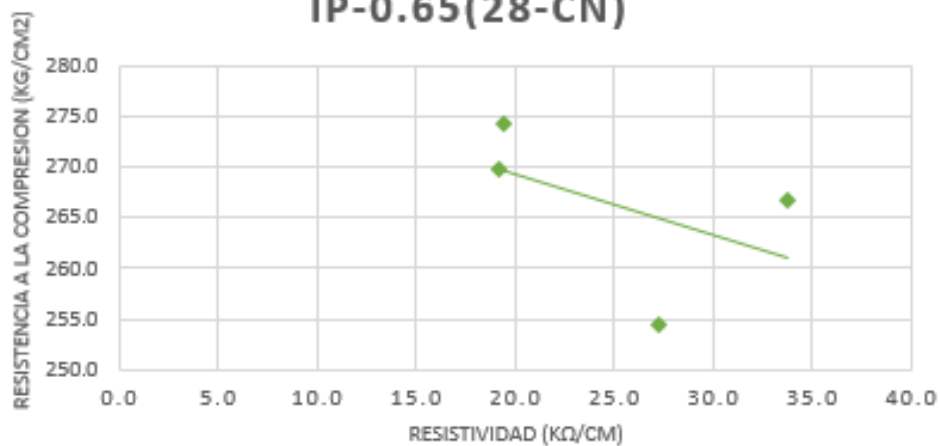
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(1-C100°)



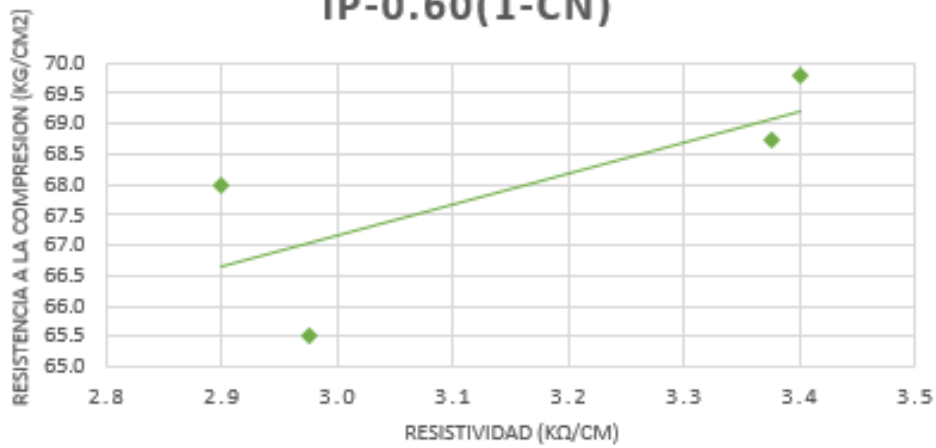
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(28-CN)



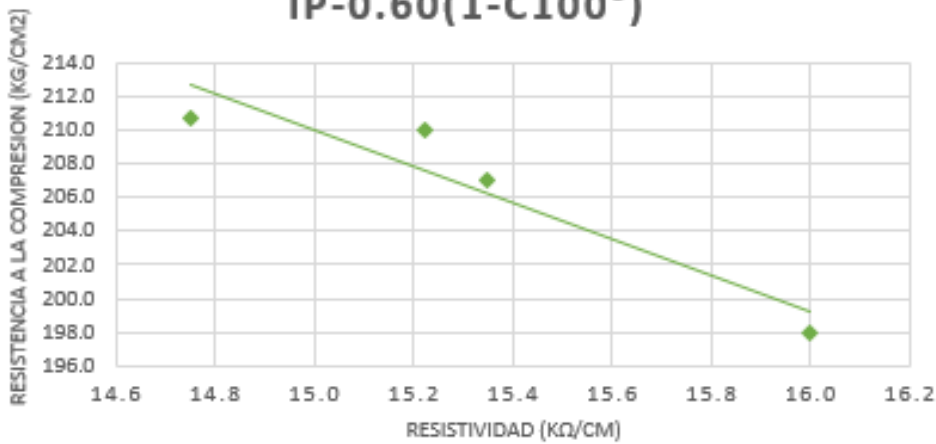
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.44.- Resistividad Eléctrica IP - 0.65.

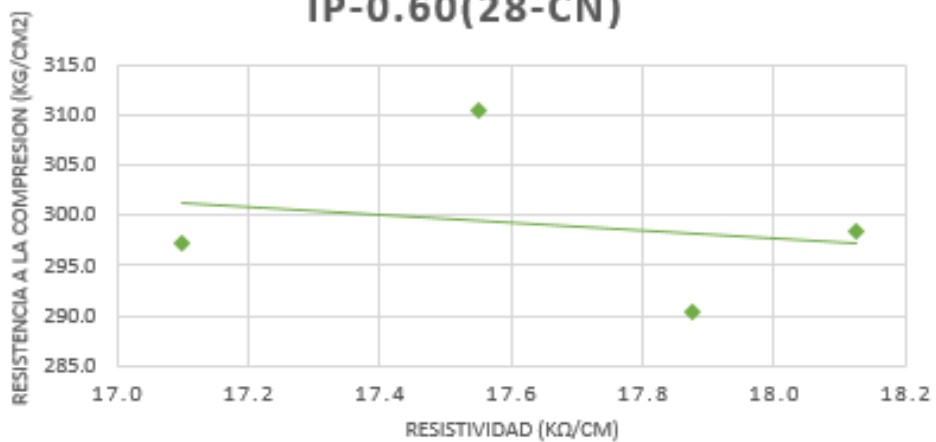
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(1-C100°)



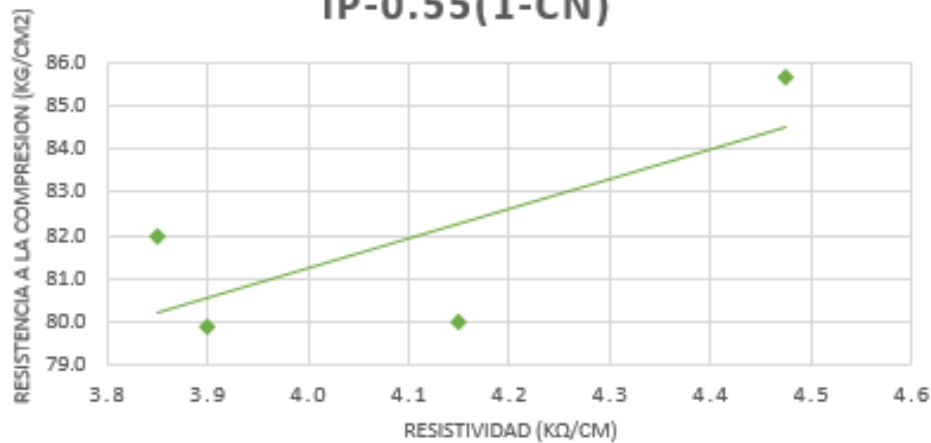
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(28-CN)



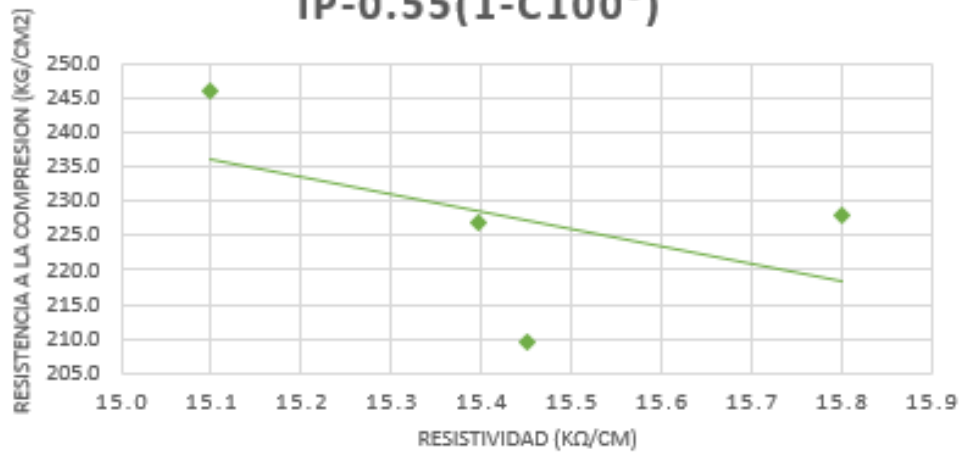
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.45.- Resistividad Eléctrica IP - 0.60.

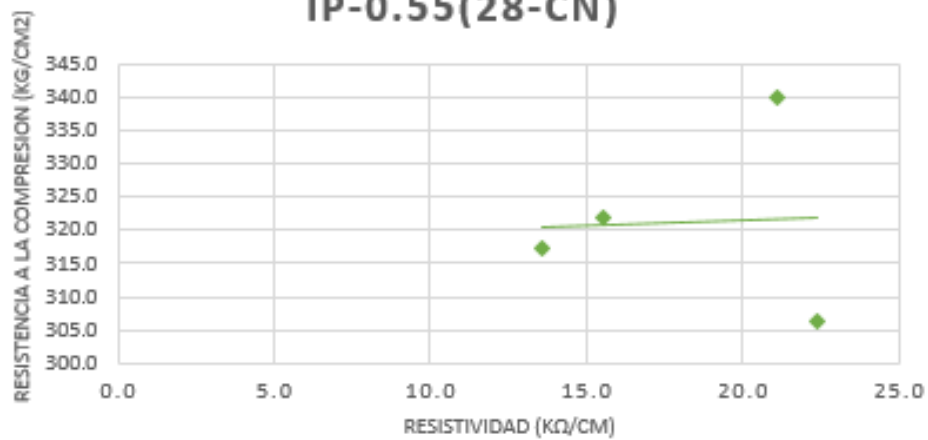
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(1-C100°)



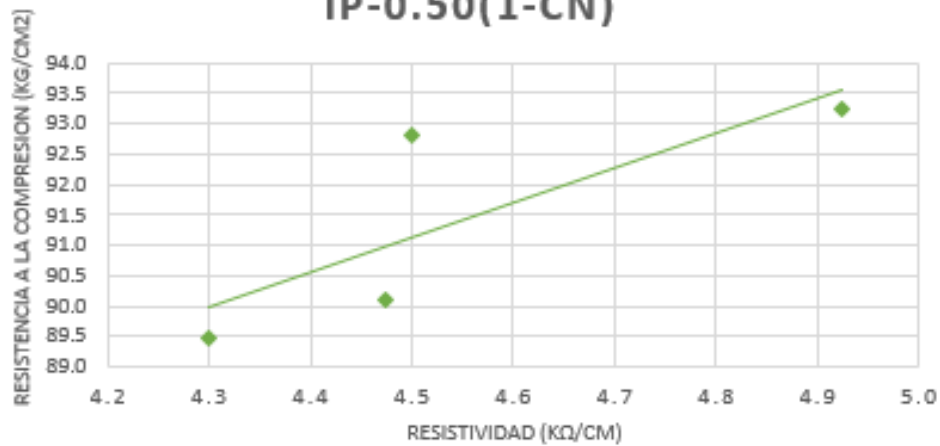
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(28-CN)



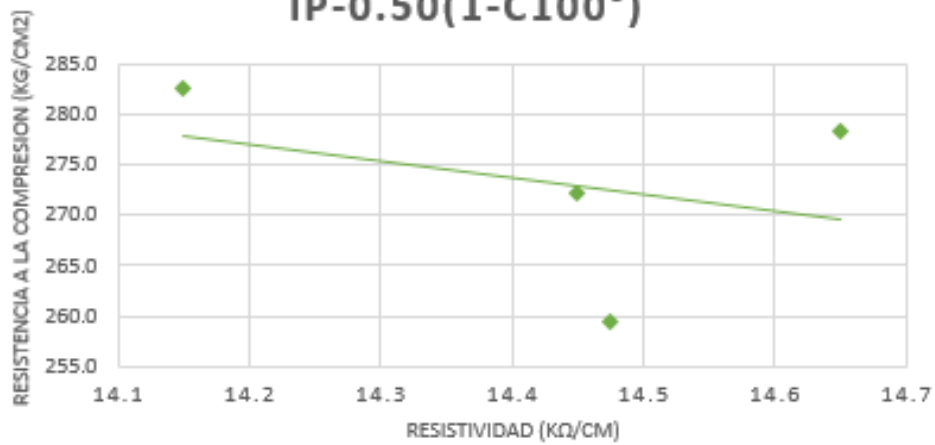
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.46.- Resistividad Eléctrica IP - 0.55.

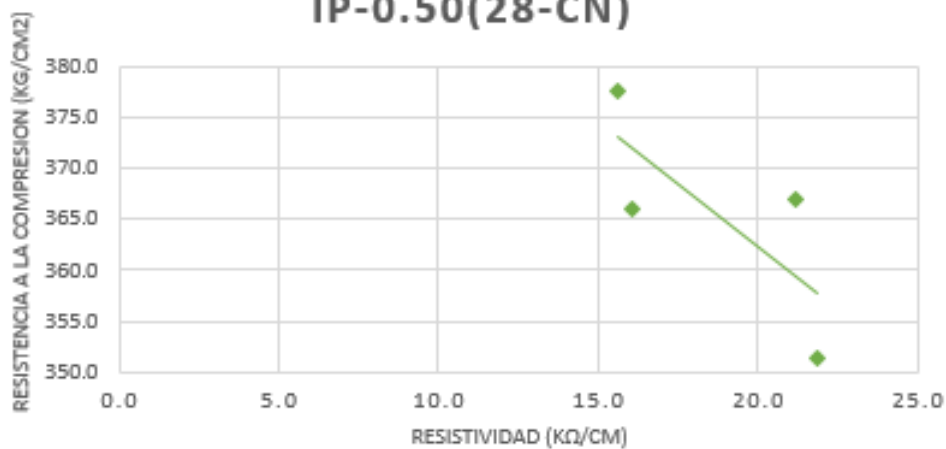
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(1-C100°)



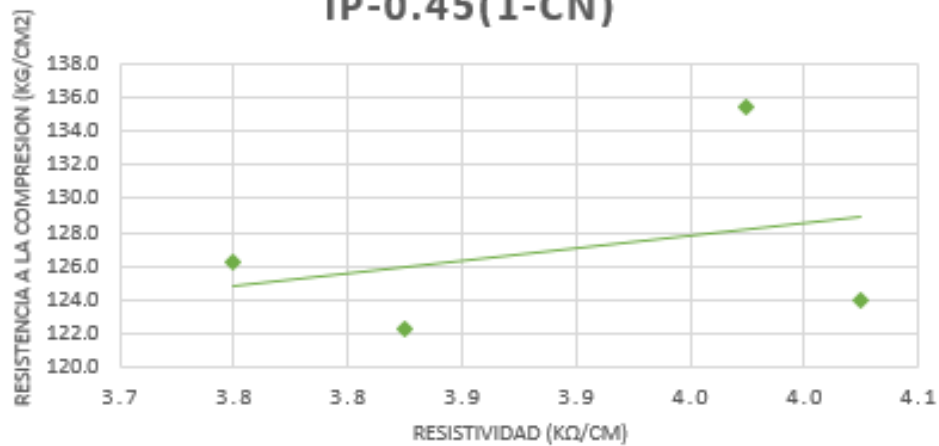
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(28-CN)



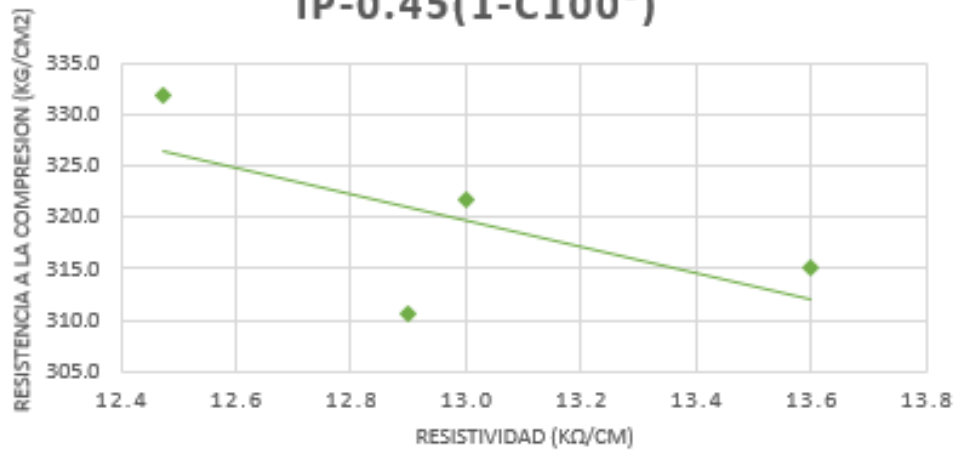
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.47.- Resistividad Eléctrica IP - 0.50.

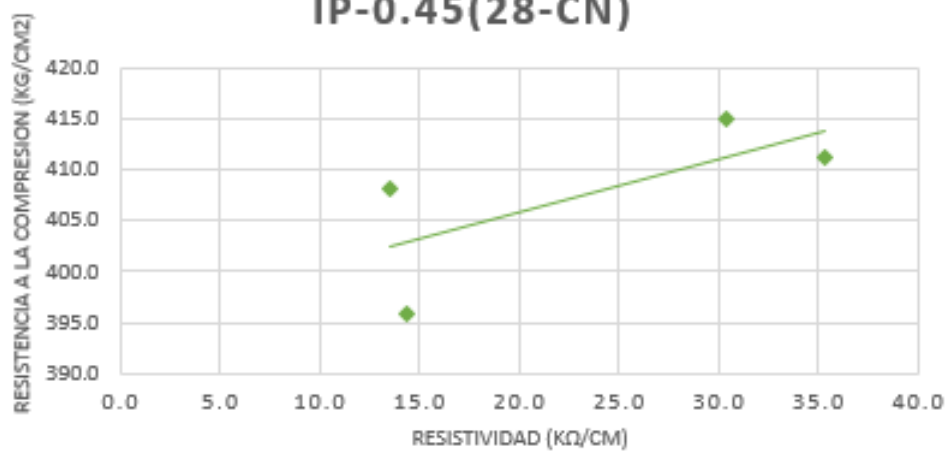
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(1-C100°)



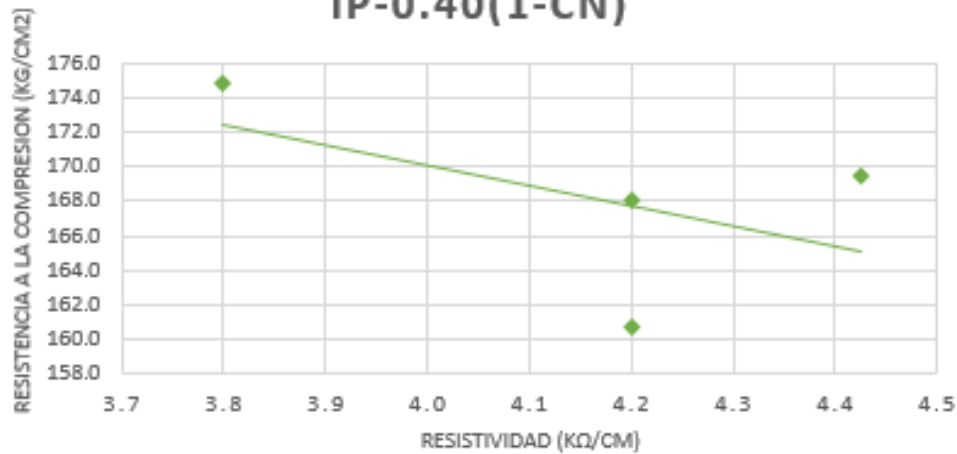
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(28-CN)



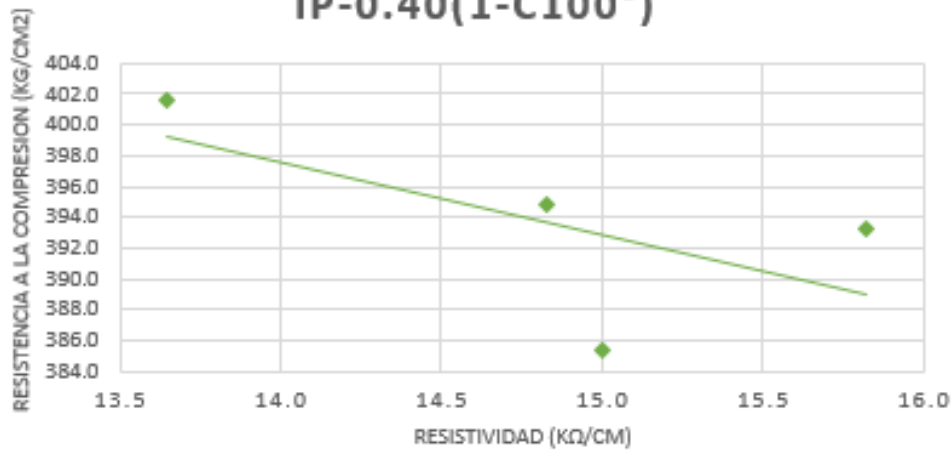
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.48.- Resistividad Eléctrica IP - 0.45.

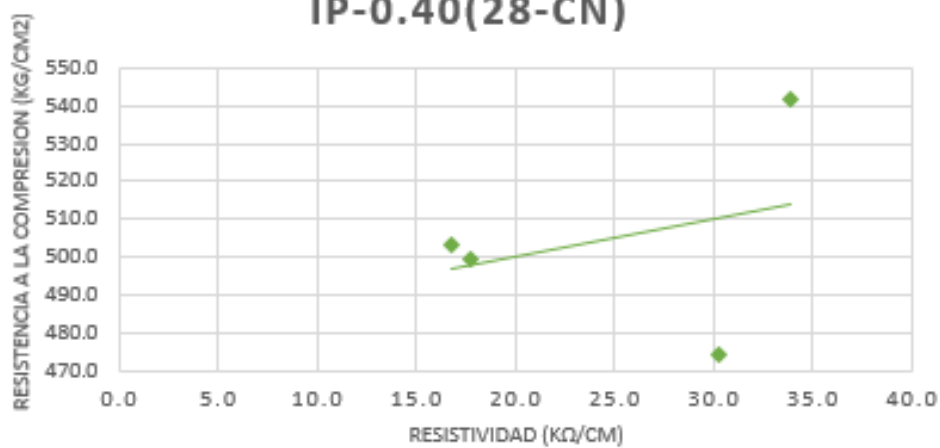
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(1-C100°)



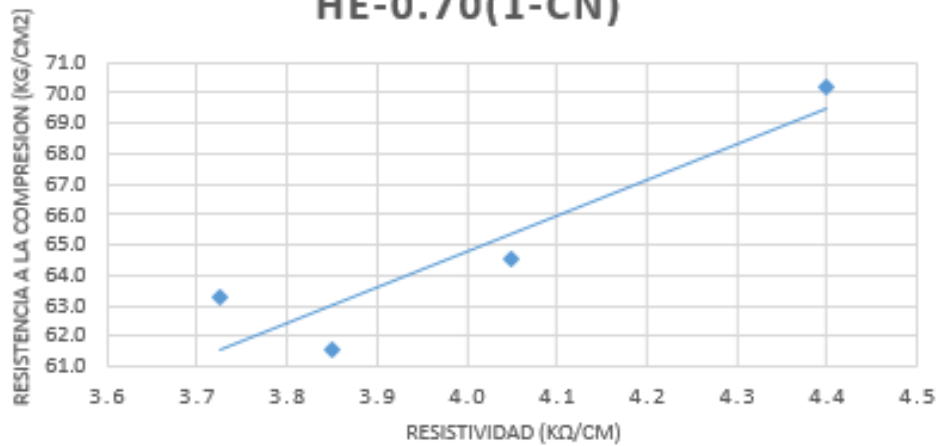
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(28-CN)



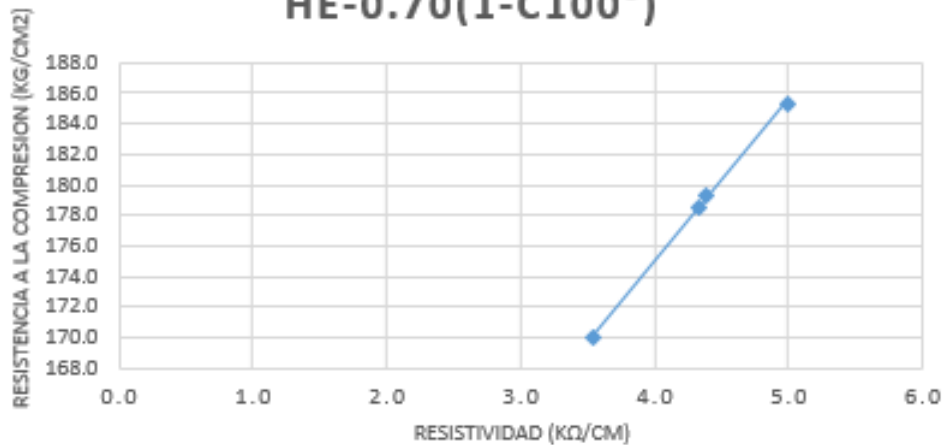
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.49.- Resistividad Eléctrica IP - 0.40.

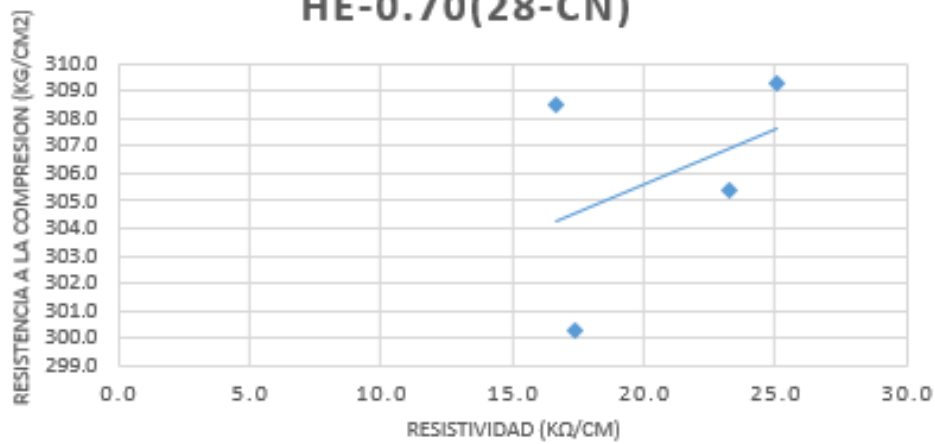
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(1-C100°)



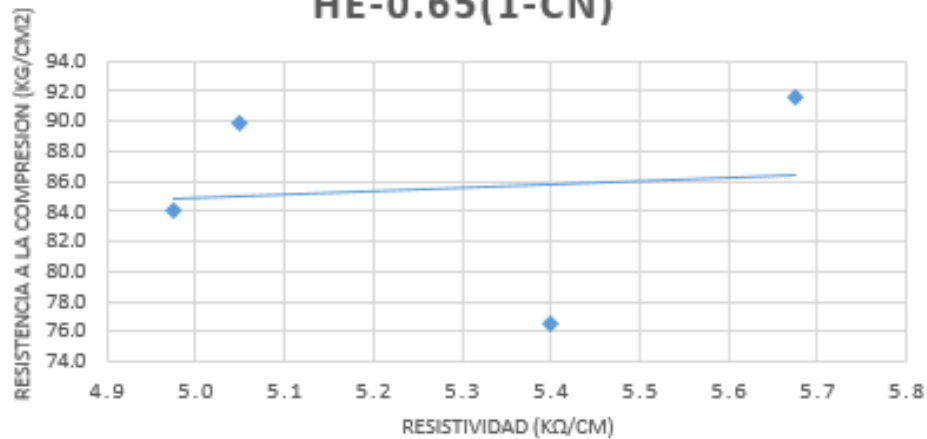
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(28-CN)



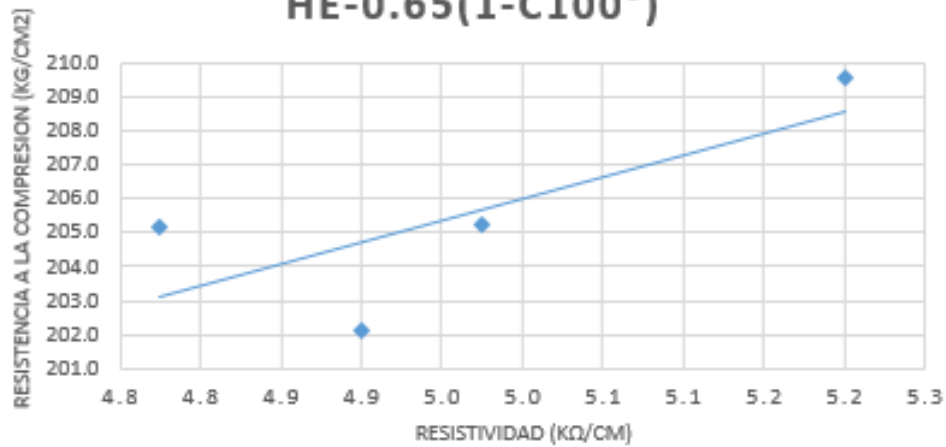
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.50.- Resistividad Eléctrica HE - 0.70.

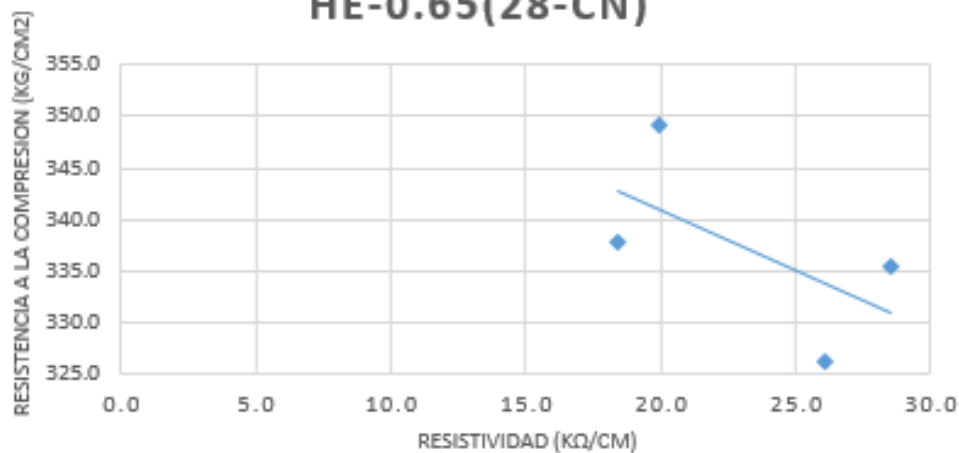
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(1-C100°)



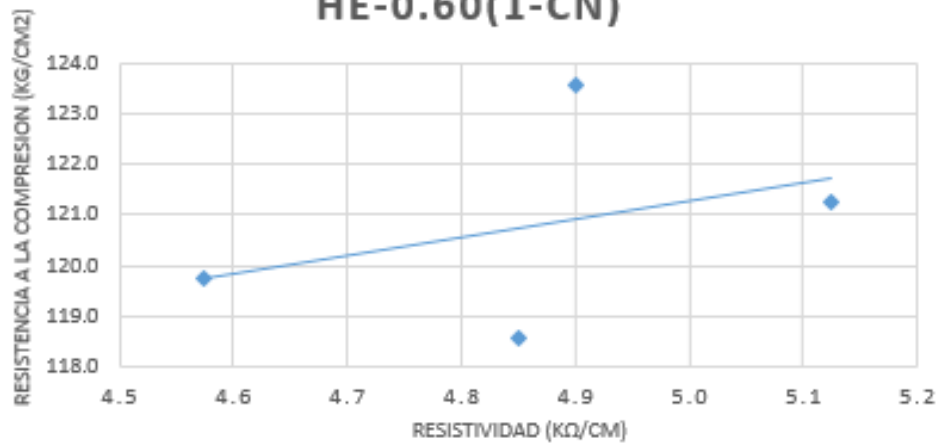
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(28-CN)



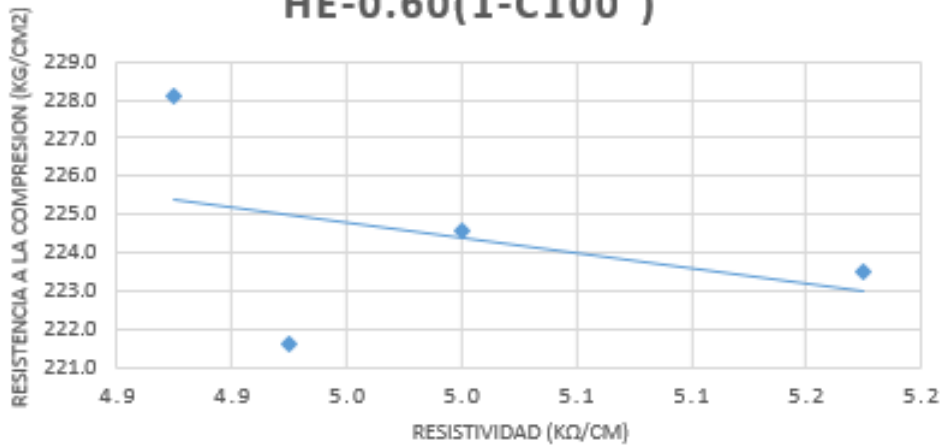
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.51.- Resistividad Eléctrica HE - 0.65.

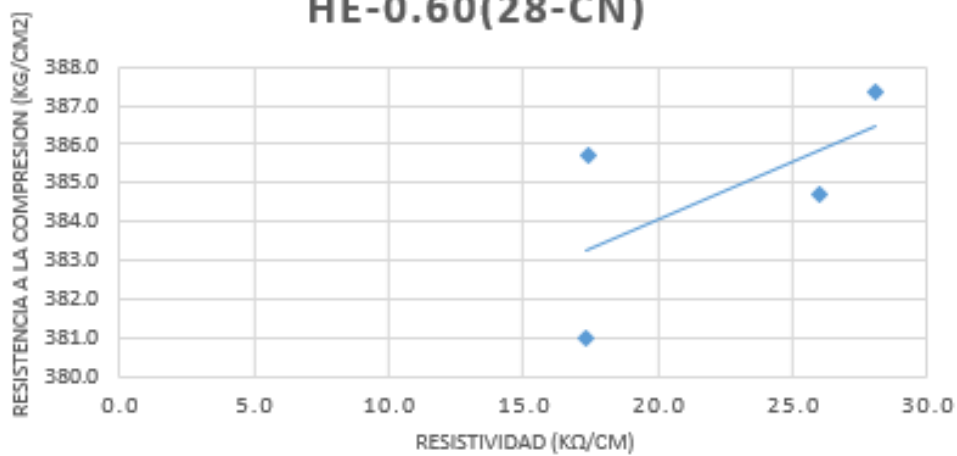
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(1-C100°)



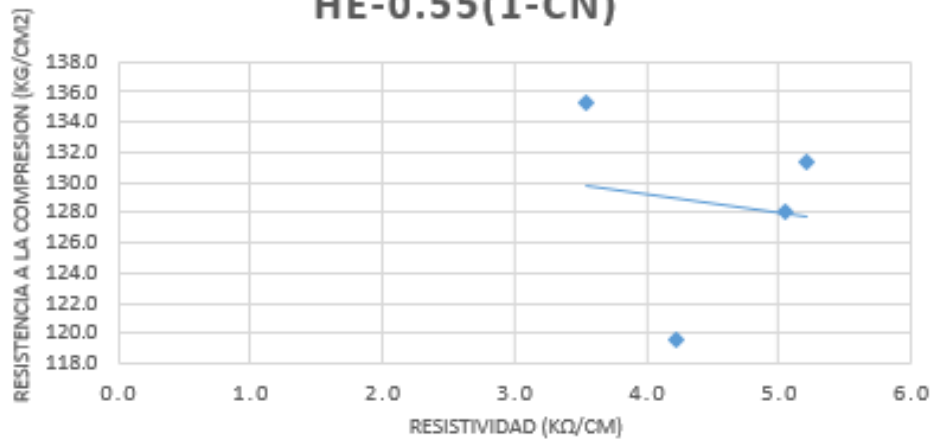
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(28-CN)



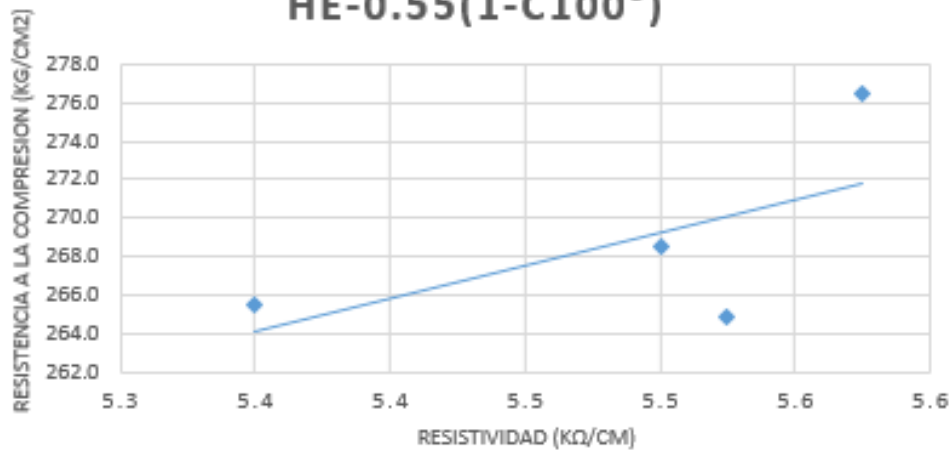
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.52.- Resistividad Eléctrica HE - 0.60.

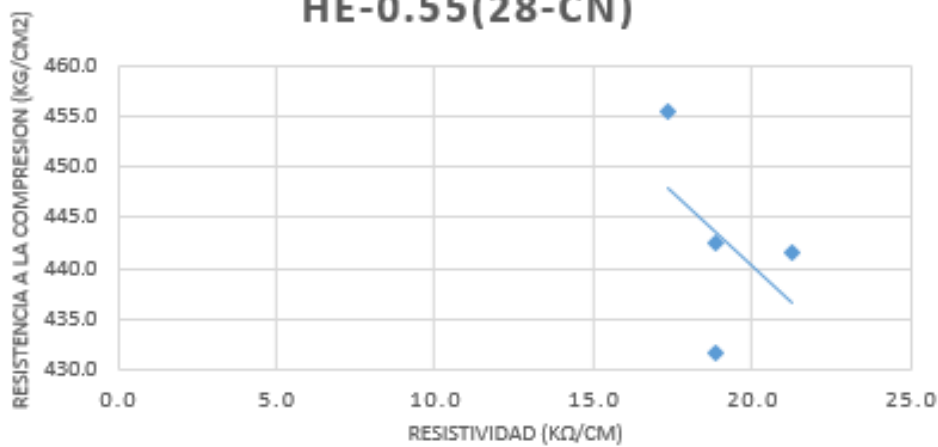
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(1-C100°)



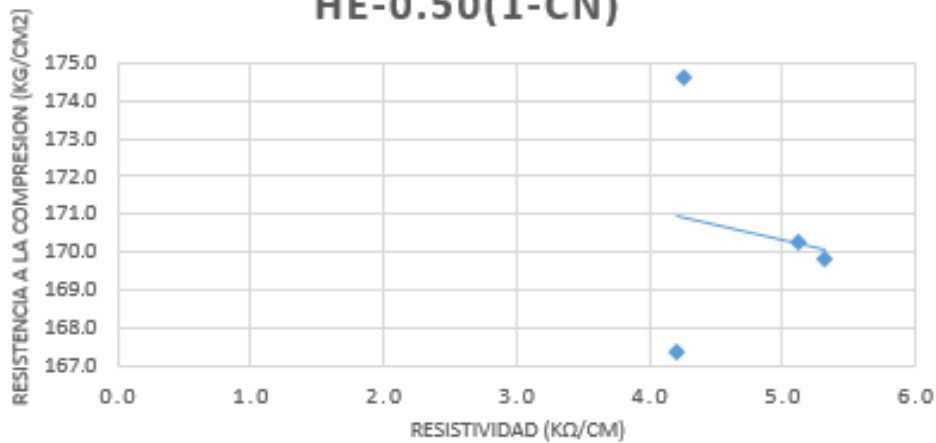
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(28-CN)



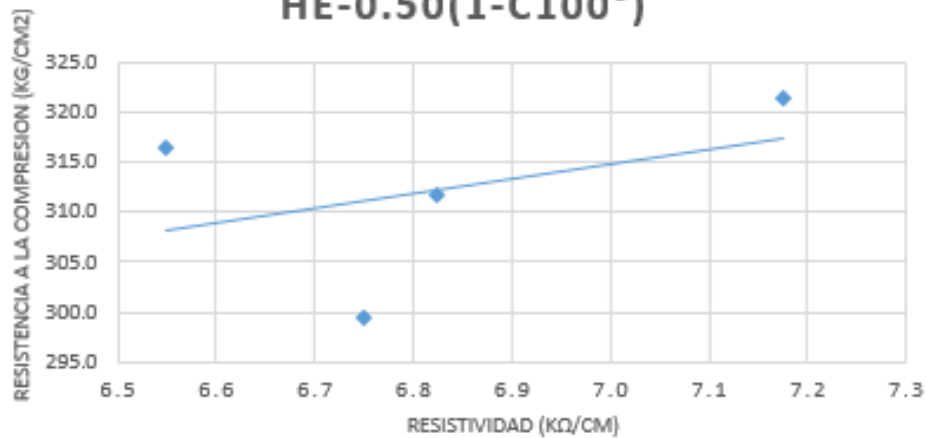
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.53.- Resistividad Eléctrica HE - 0.55.

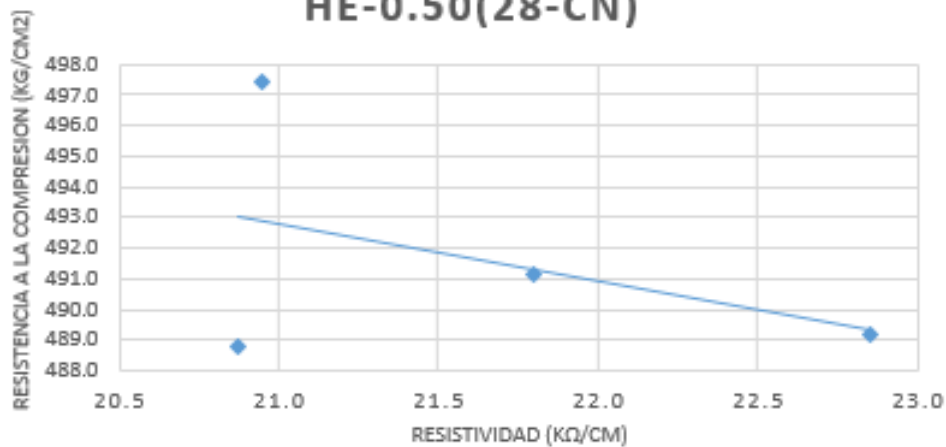
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(1-C100°)

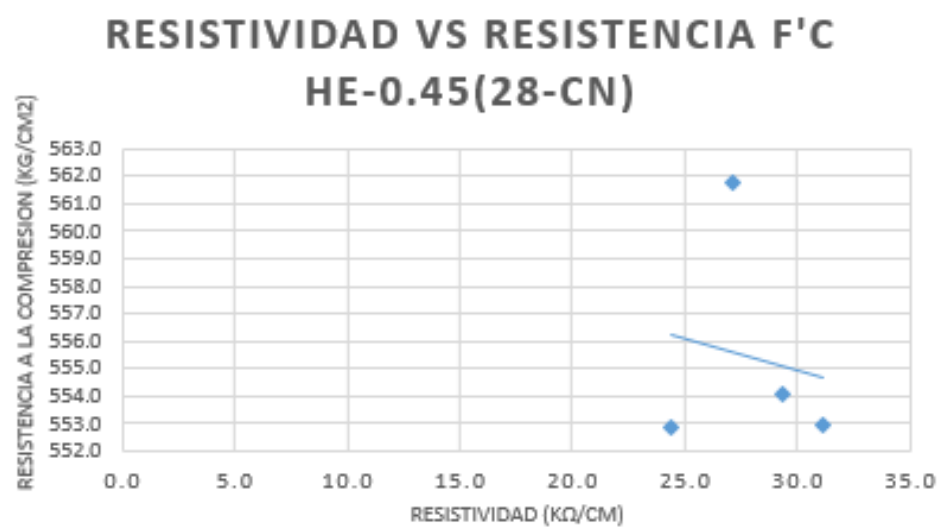
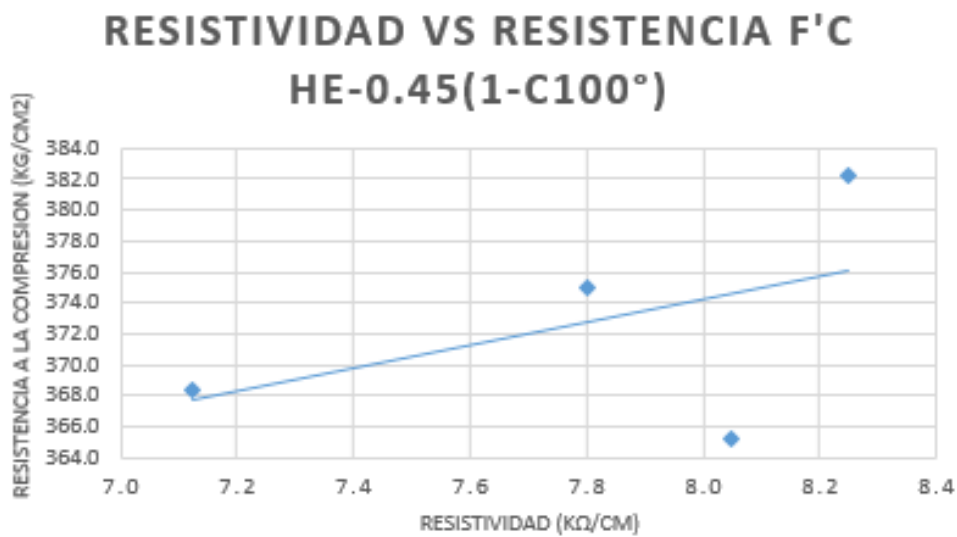
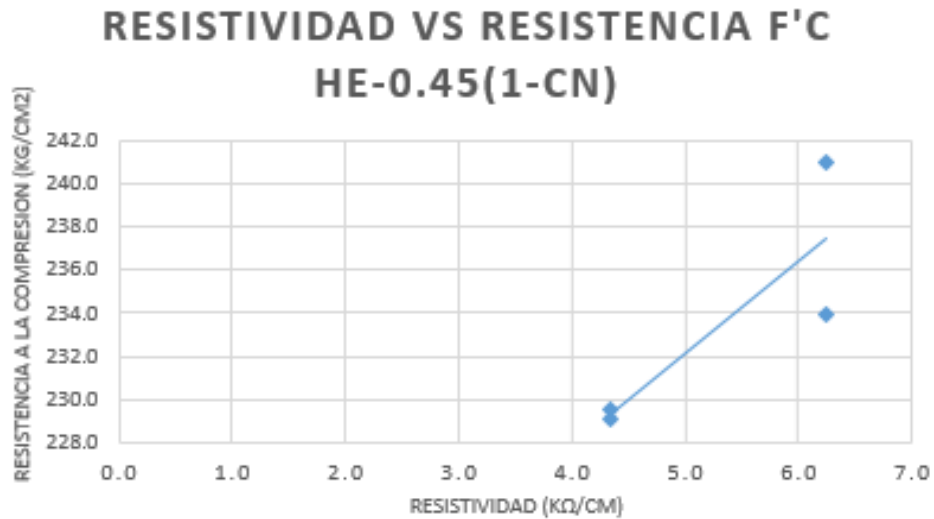


RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(28-CN)



Fuente: Elaboración Propia

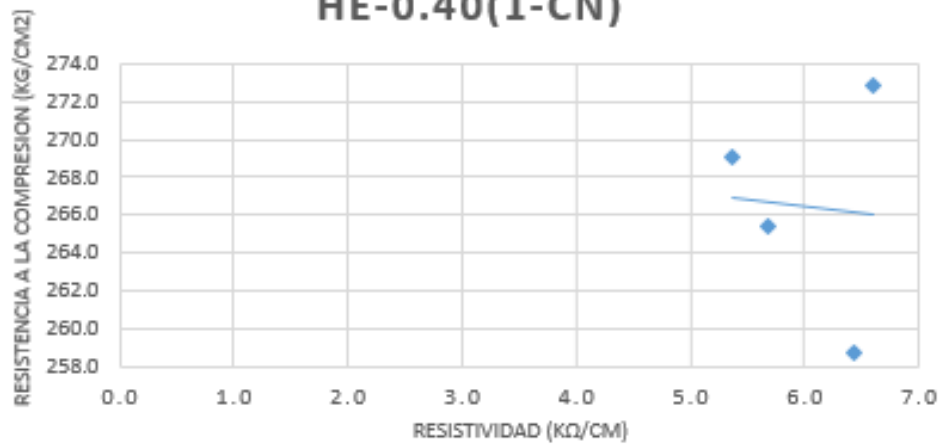
Figura 5.54.- Resistividad Eléctrica HE - 0.50.



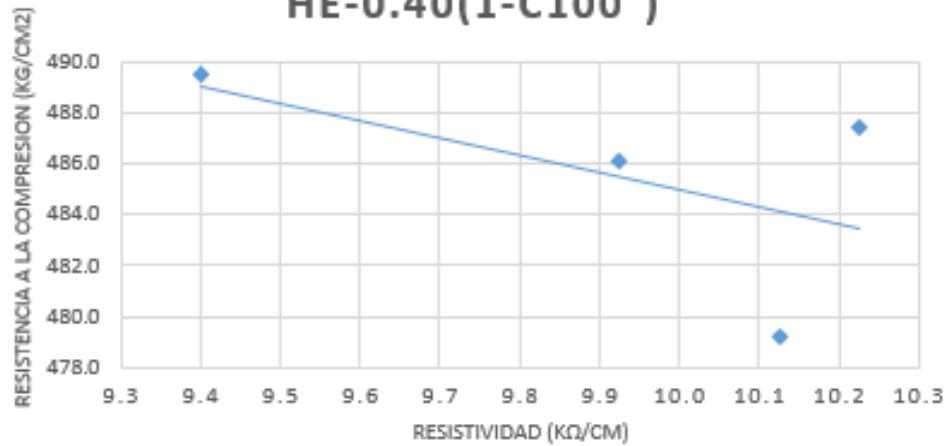
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.55.- Resistividad Eléctrica HE - 0.45.

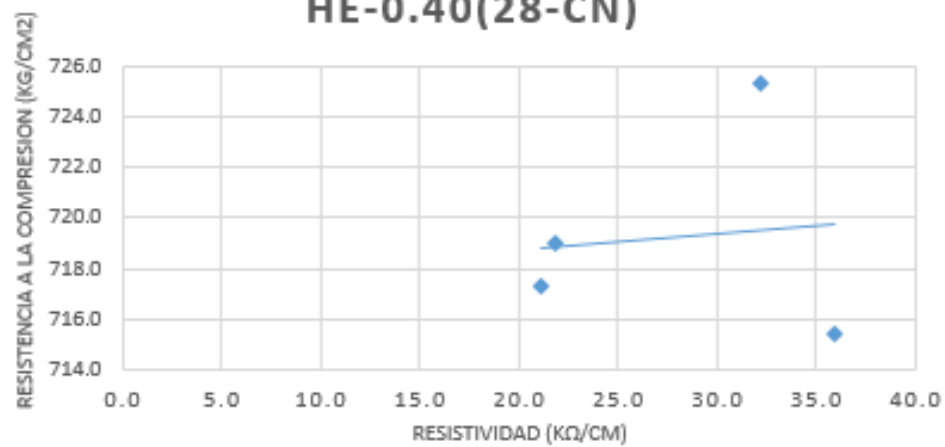
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(1-C100°)



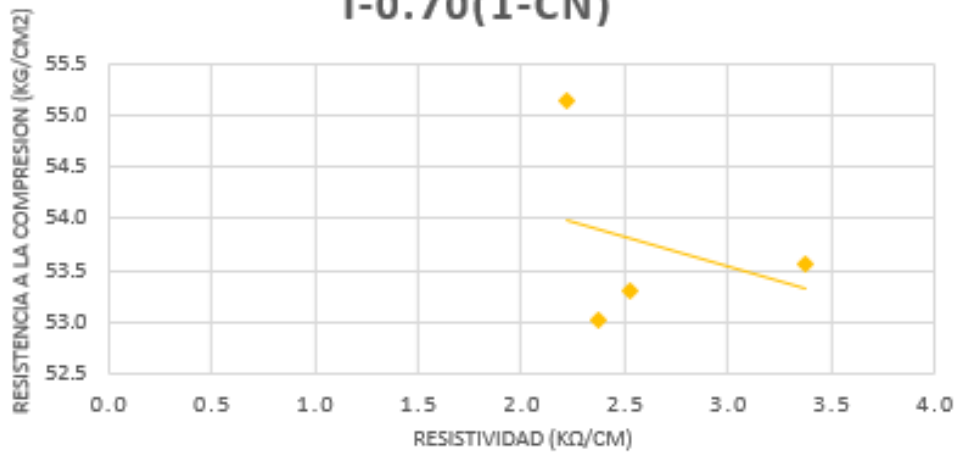
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(28-CN)



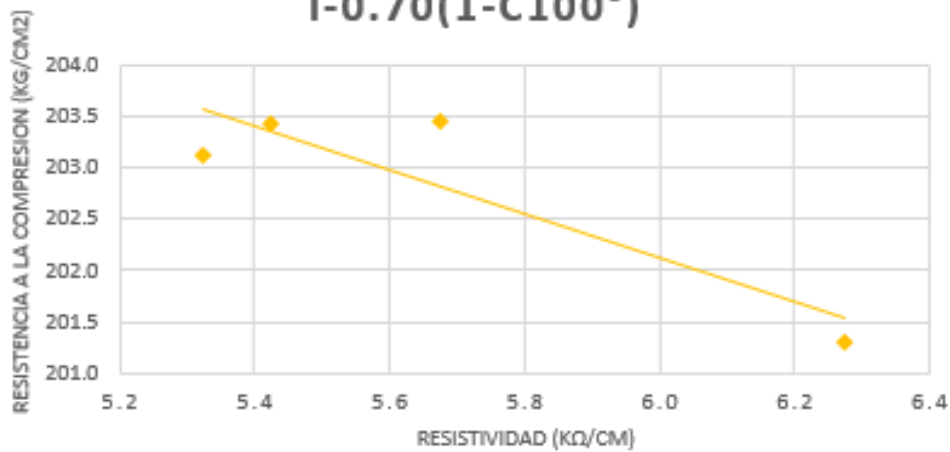
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.56.- Resistividad Eléctrica HE - 0.40.

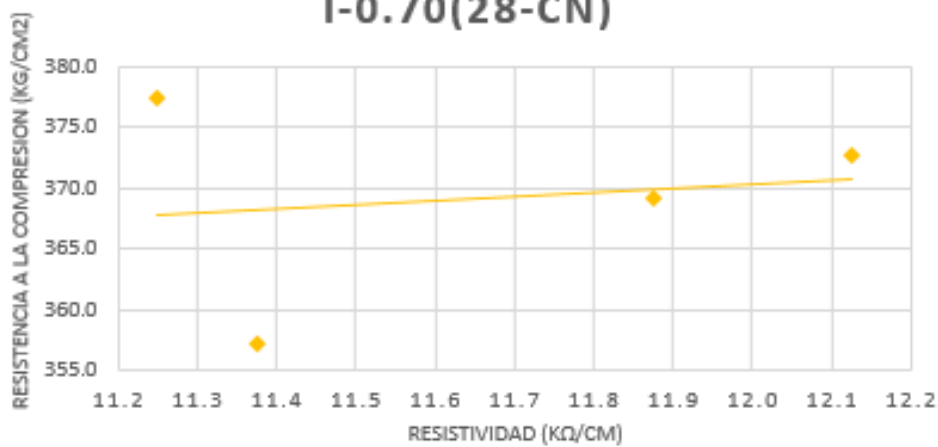
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.70(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.70(1-C100°)



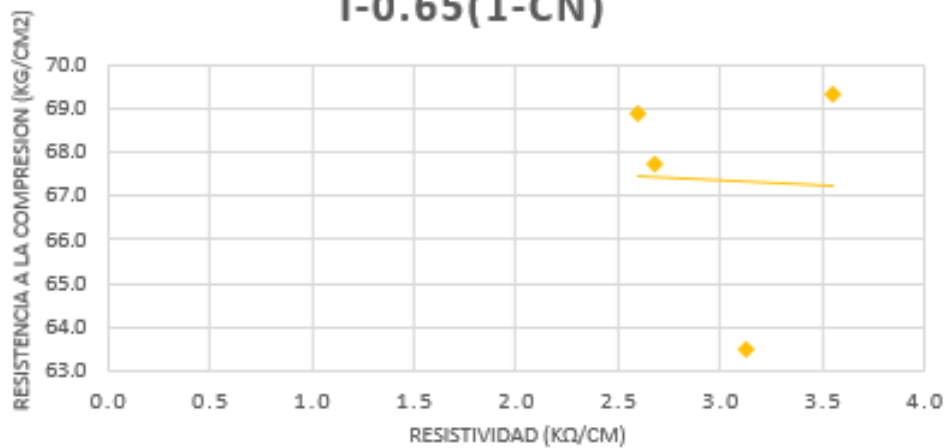
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.70(28-CN)



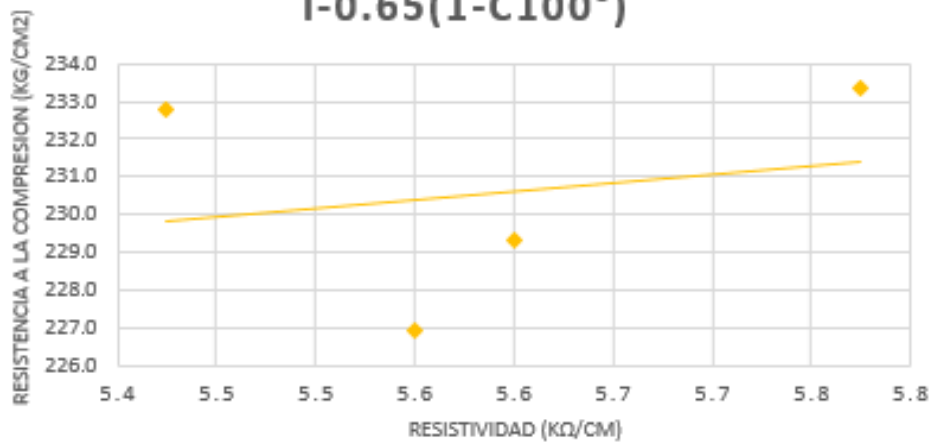
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.57.- Resistividad Eléctrica I - 0.70.

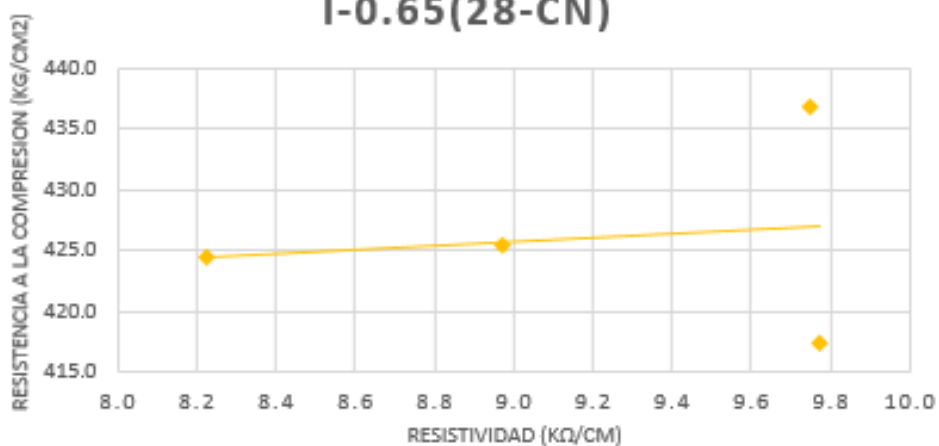
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.65(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.65(1-C100°)



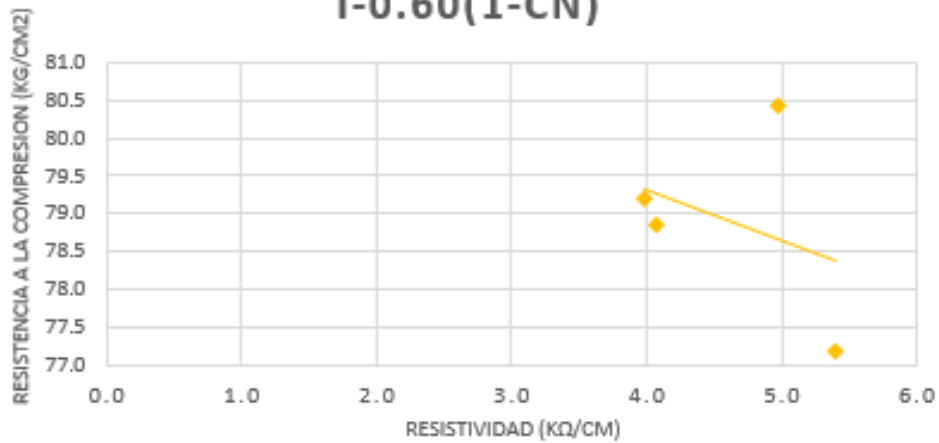
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.65(28-CN)



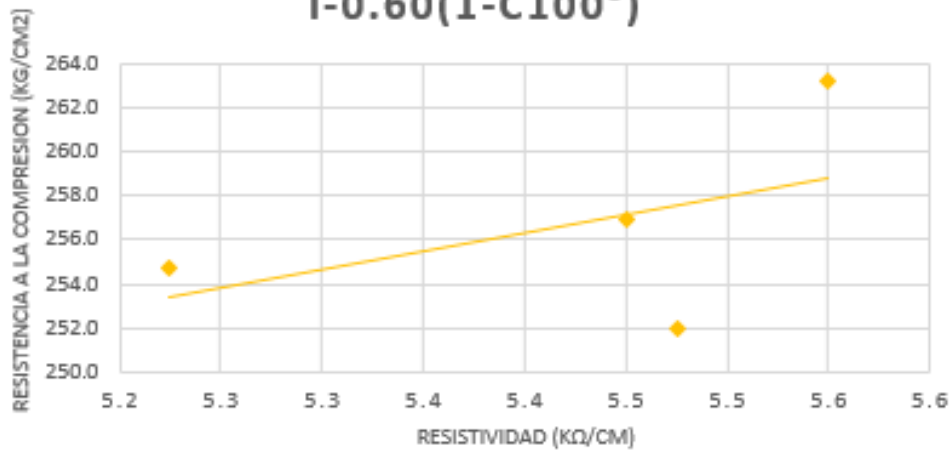
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.58.- Resistividad Eléctrica I - 0.65.

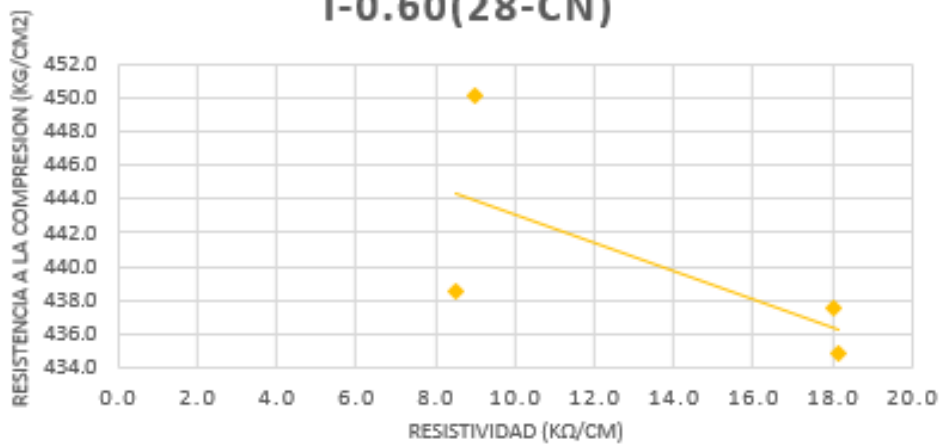
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.60(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.60(1-C100°)



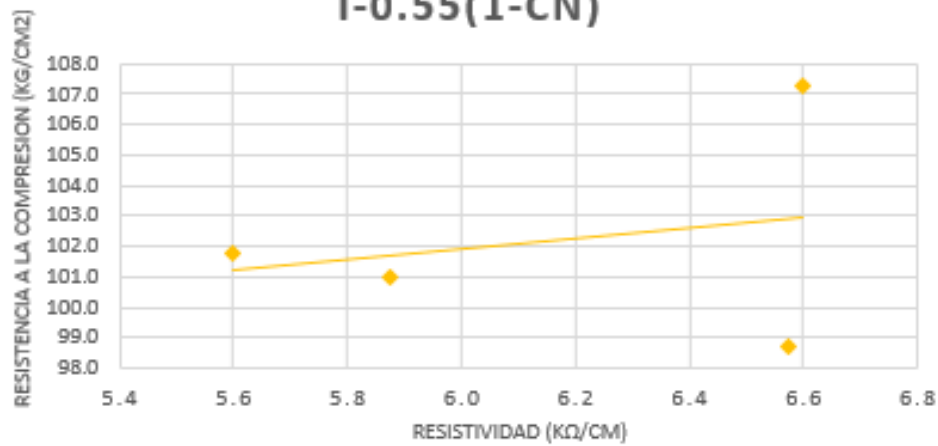
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.60(28-CN)



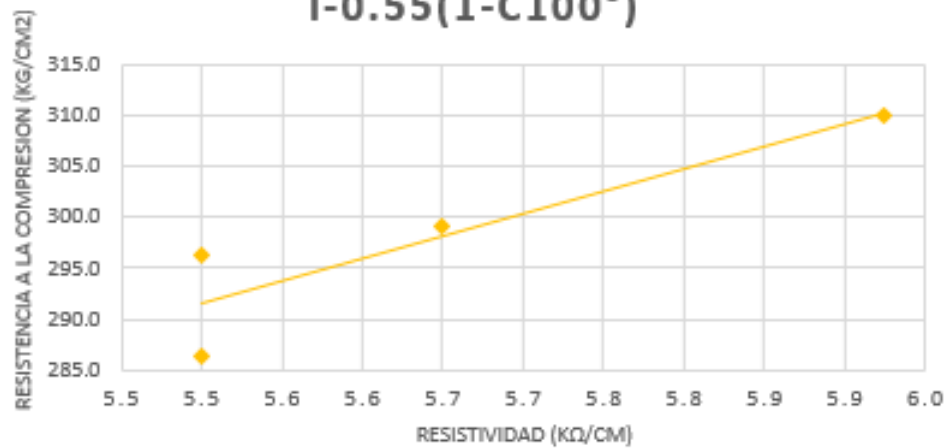
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.59.- Resistividad Eléctrica I - 0.60.

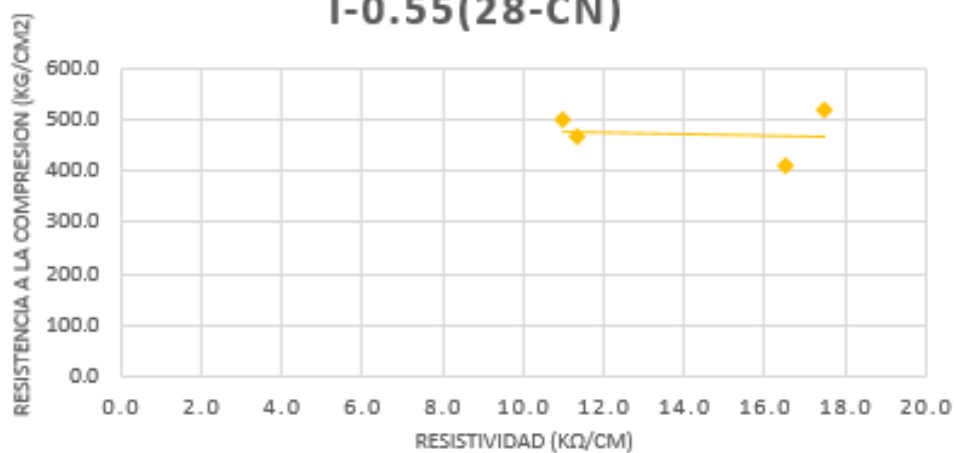
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-C100°)



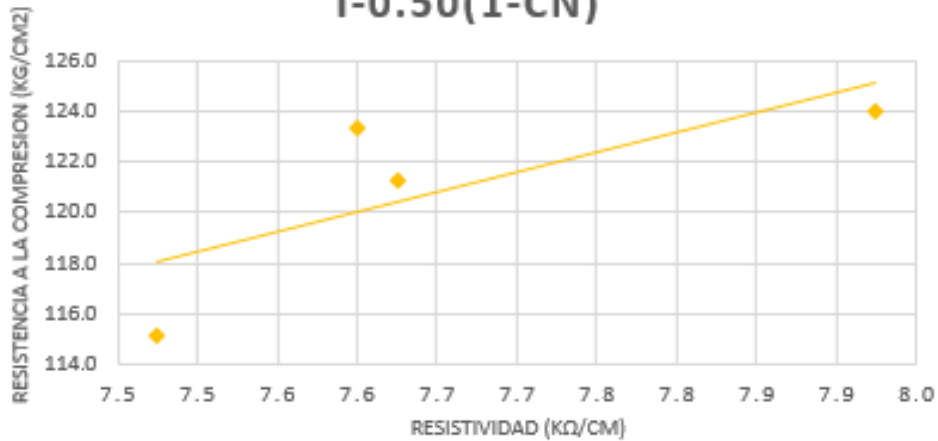
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.55(28-CN)



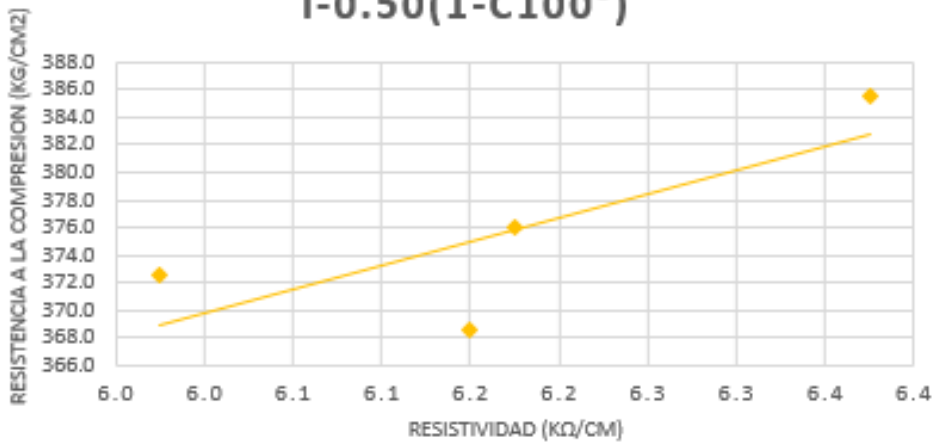
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.60.- Resistividad Eléctrica I - 0.55.

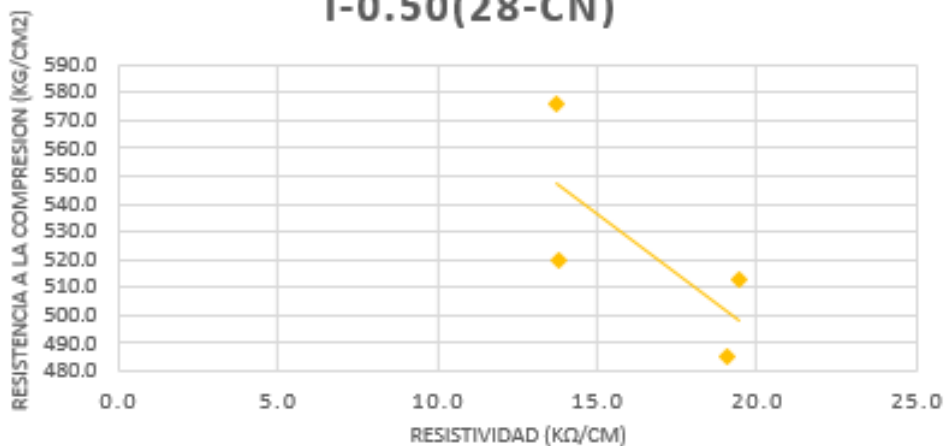
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-C100°)



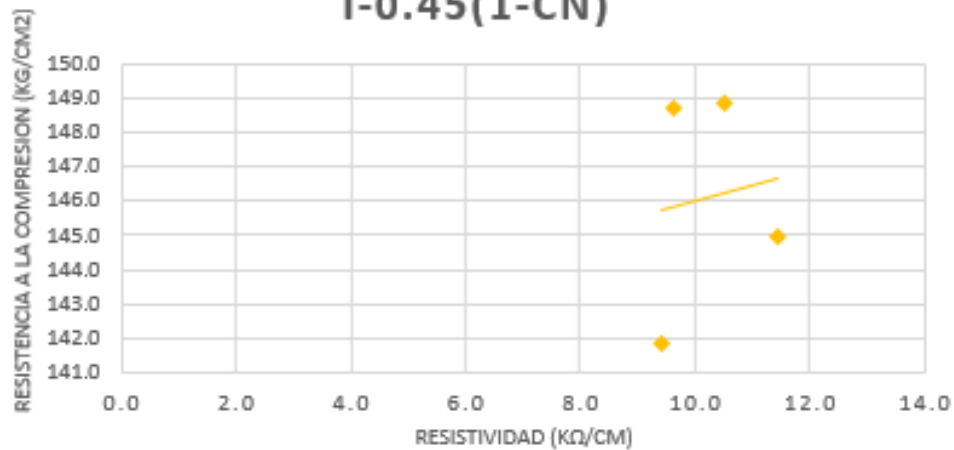
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.50(28-CN)



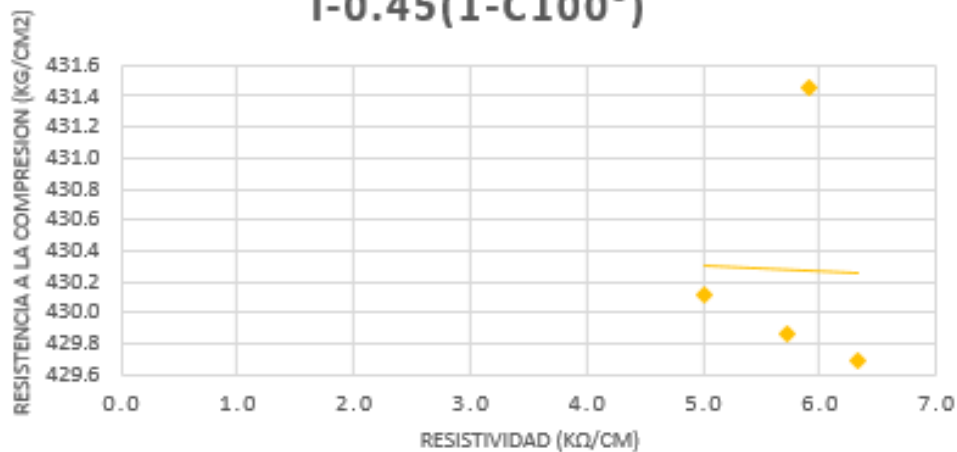
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.61.- Resistividad Eléctrica I - 0.50.

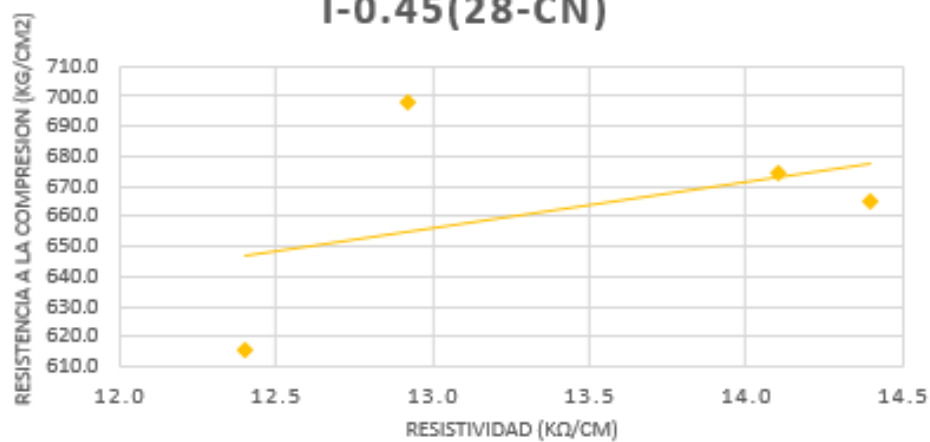
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.45(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.45(1-C100°)



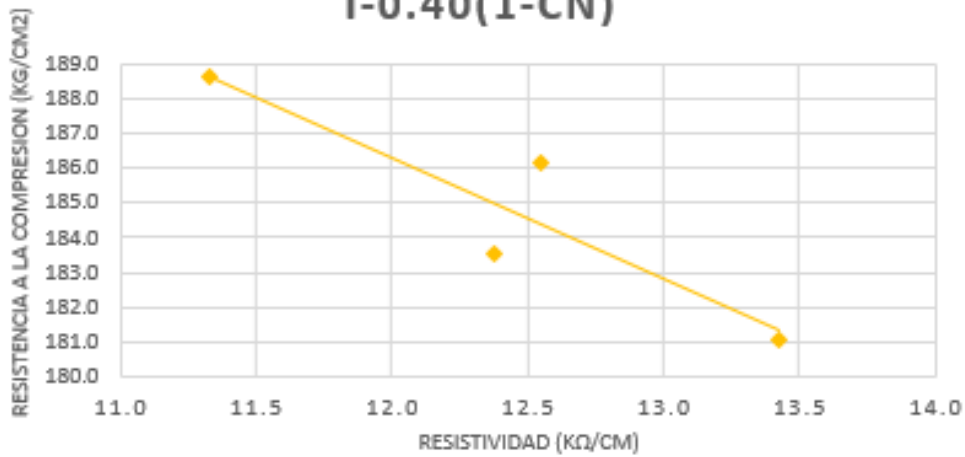
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.45(28-CN)



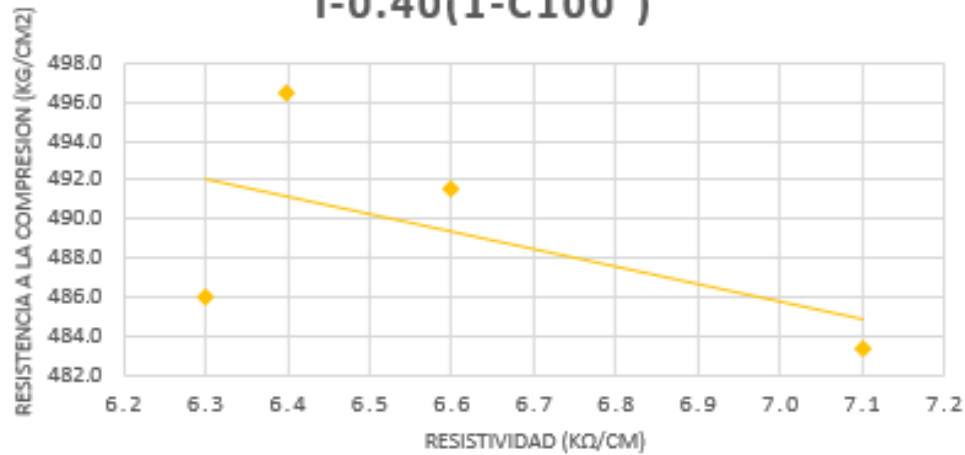
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.62.- Resistividad Eléctrica I - 0.45.

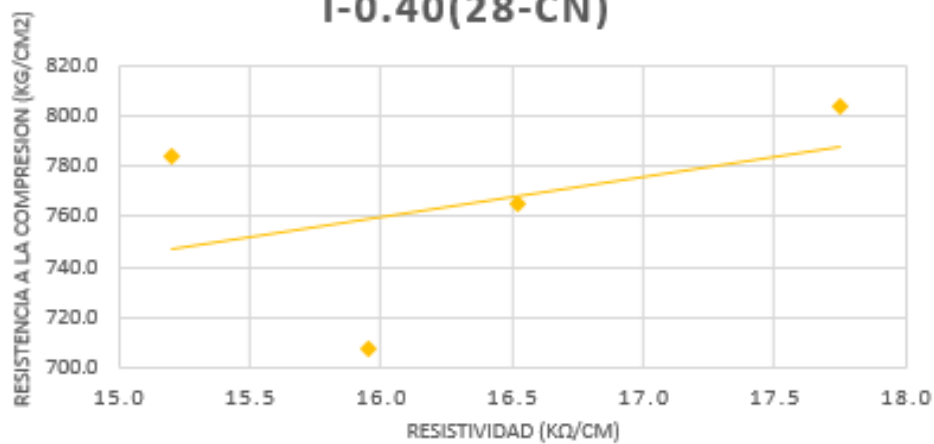
RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.40(1-CN)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.40(1-C100°)



RESISTIVIDAD VS RESISTENCIA F'C I-0.40(28-CN)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.63.- Resistividad Eléctrica I - 0.40.

5.2.1.2 Número de Rebotes

- A 35°C

RELACIÓN AGUA/CEMENTO

TIEMPO DE CURADO

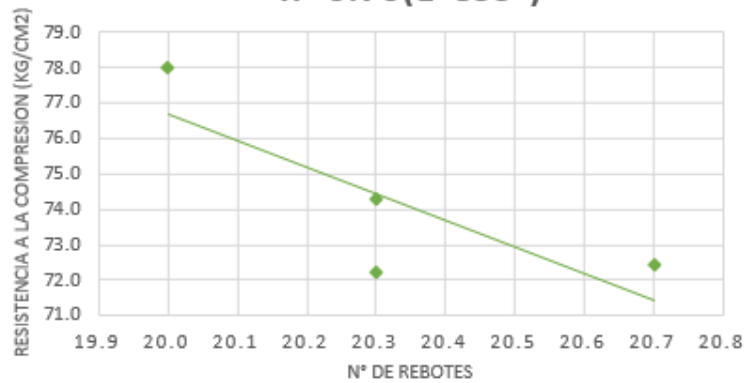
TIPO DE CEMENTO

N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(1-CN)

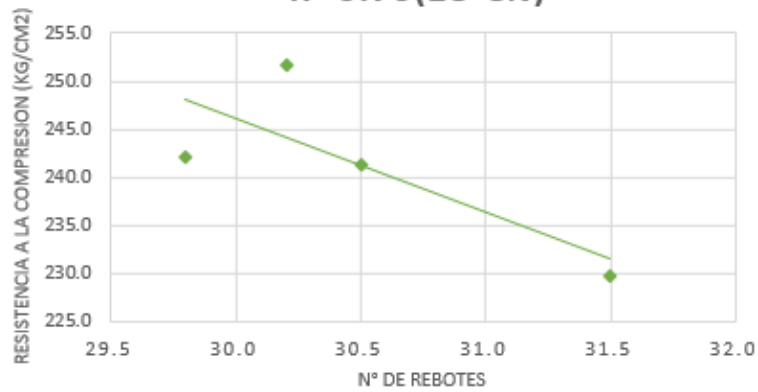
TIPO DE CURADO



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(1-C35°)

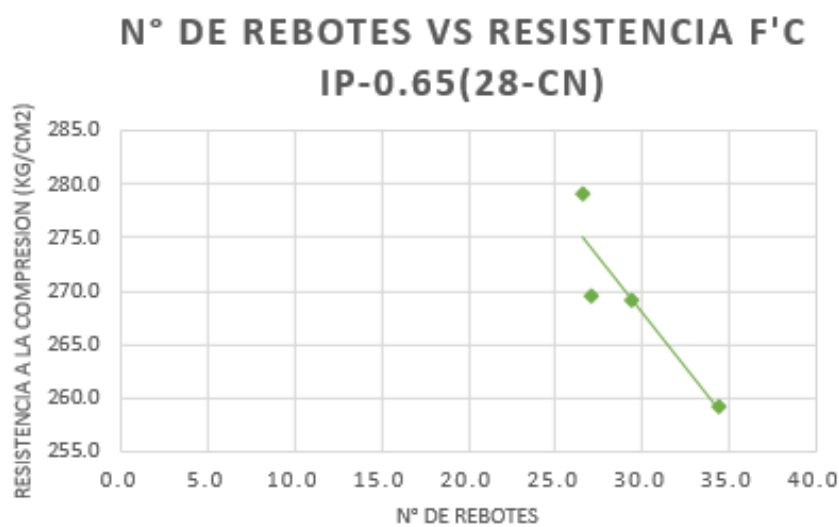
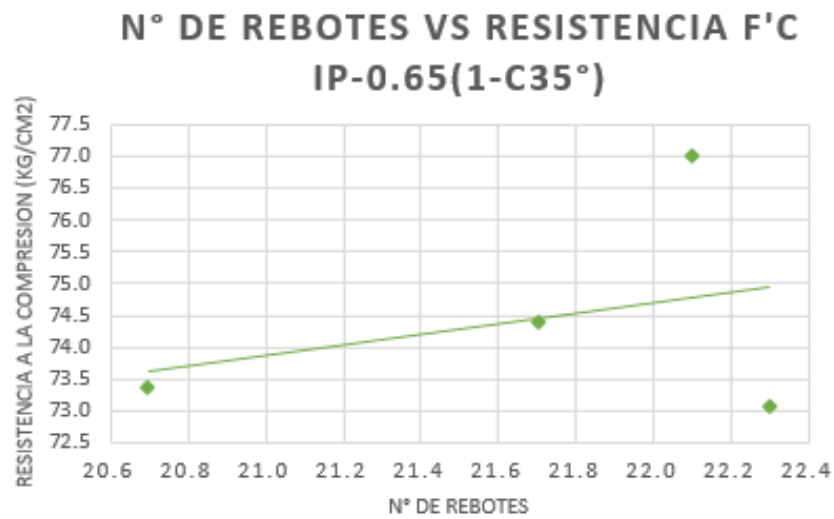
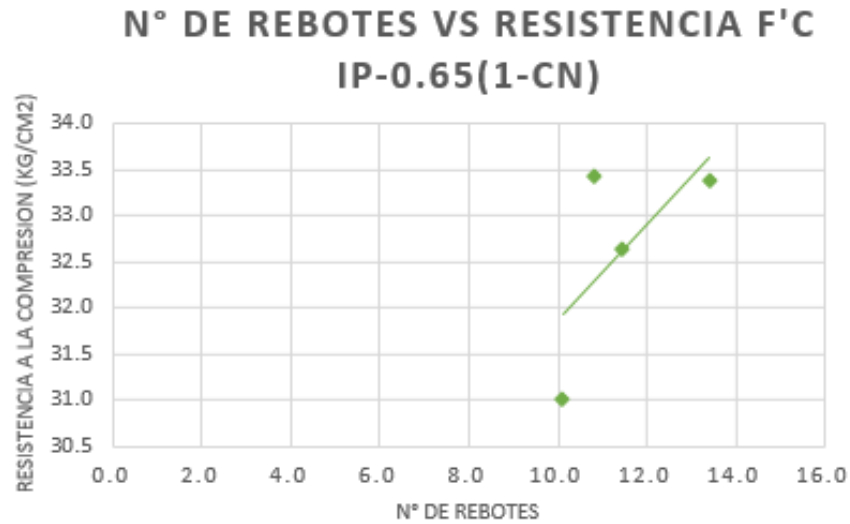


N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(28-CN)



Fuente: Elaboración Propia

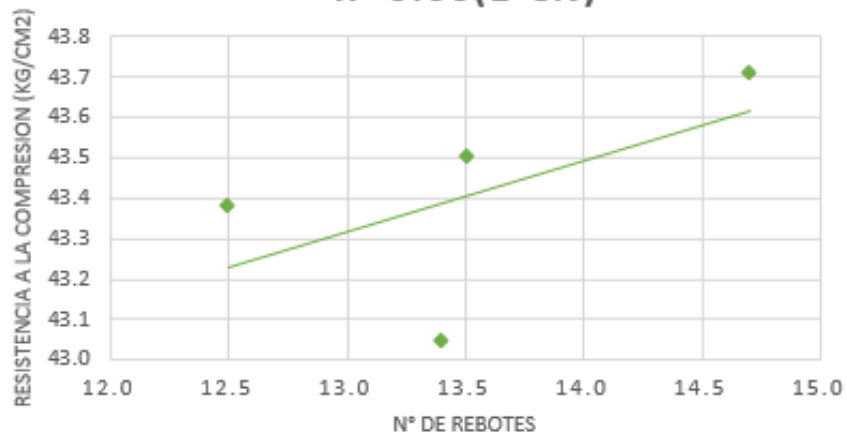
Figura 5.64.- Número de Rebotes IP - 0.70.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.65.- Número de Rebotes IP - 0.65.

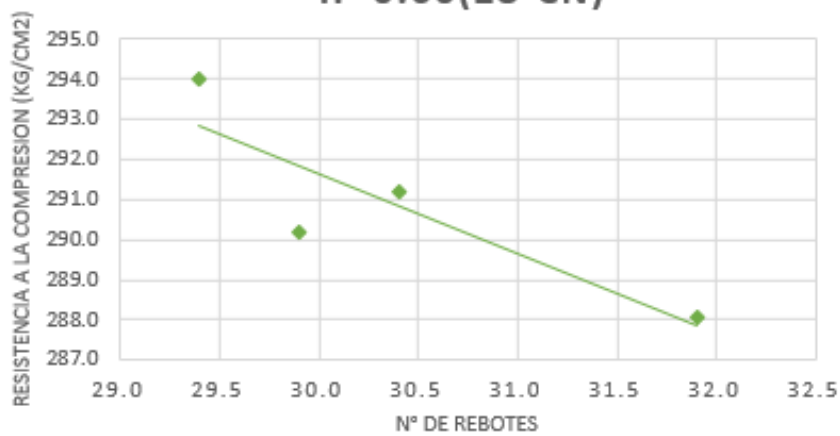
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.60(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.60(1-C35°)**



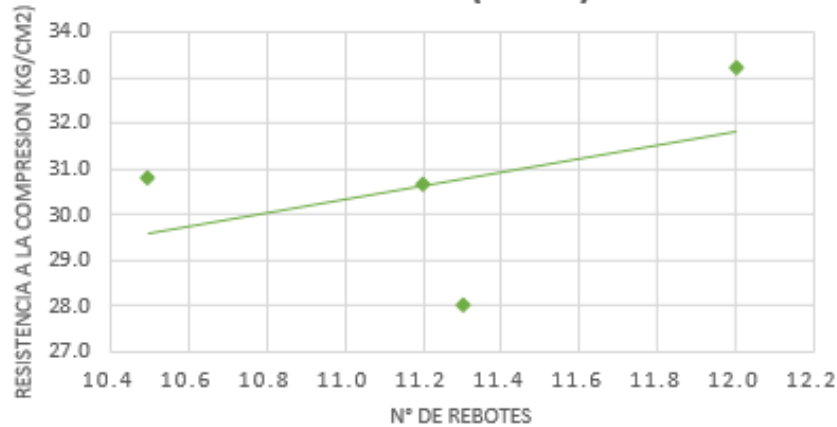
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.60(28-CN)**



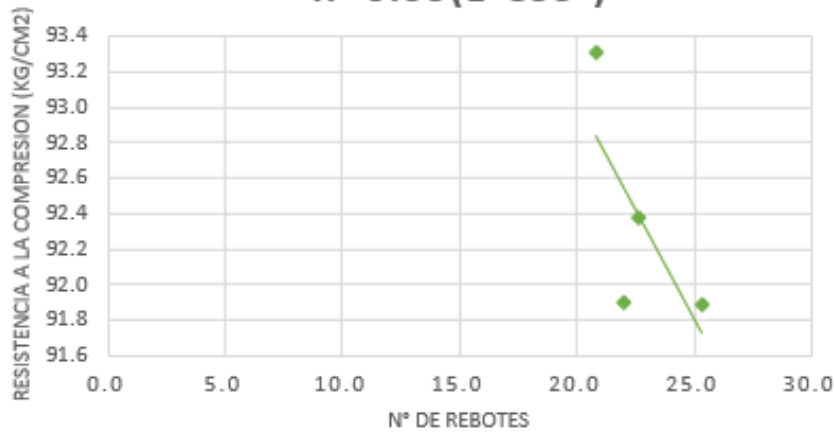
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.66.- Número de Rebotes IP - 0.60.

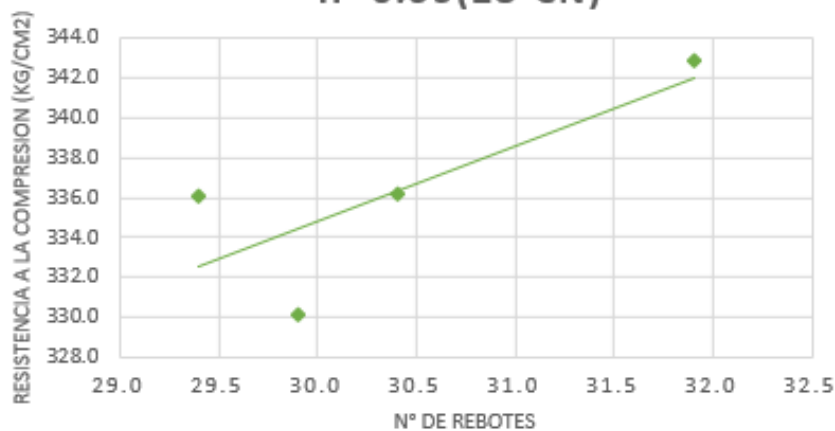
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.55(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.55(1-C35°)**



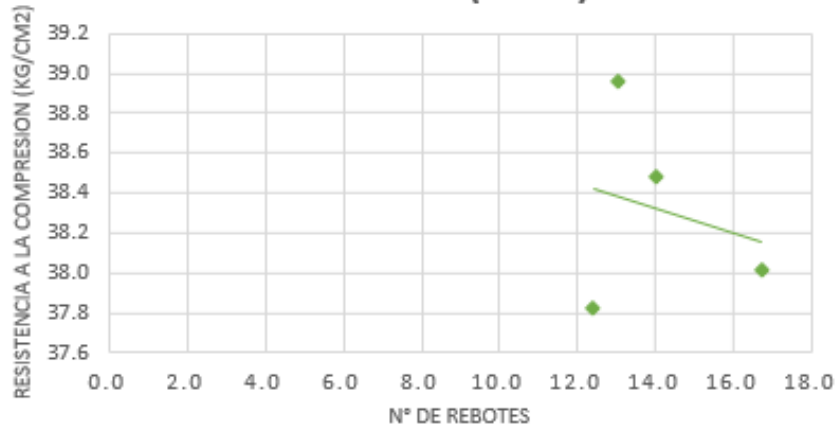
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.55(28-CN)**



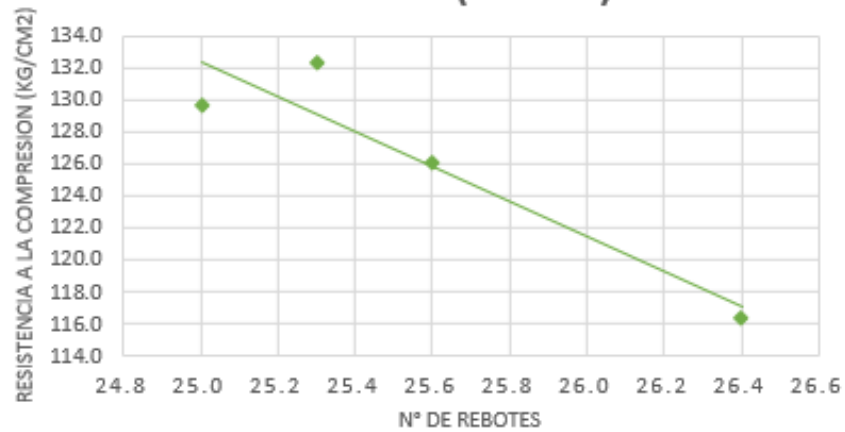
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.67.- Número de Rebotes IP - 0.55.

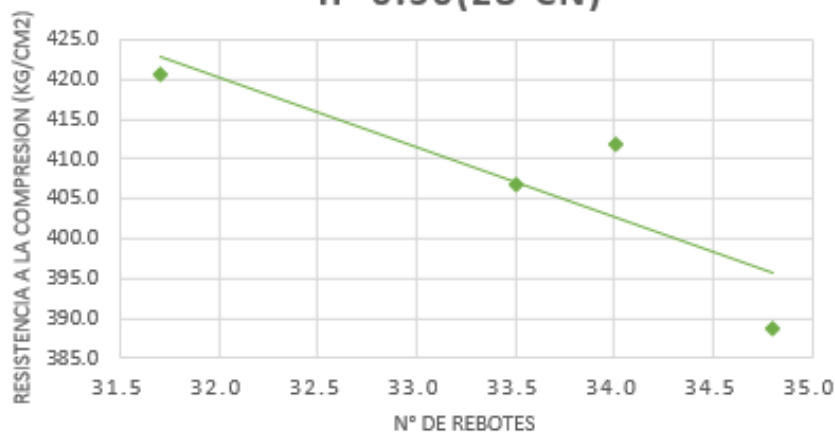
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.50(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.50(1-C35°)**



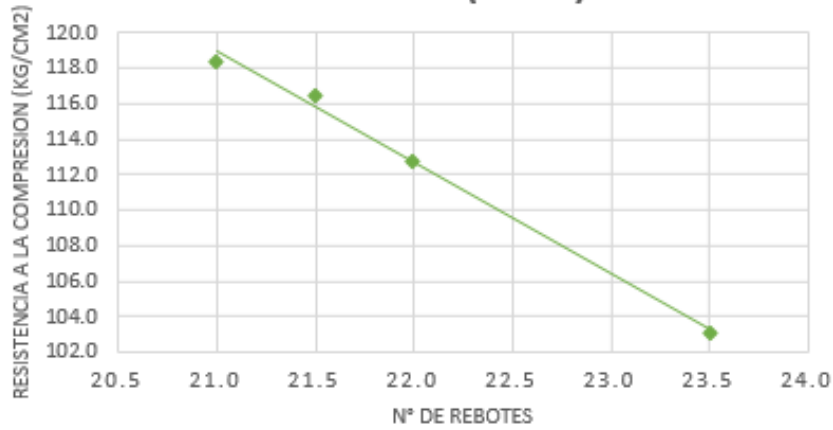
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.50(28-CN)**



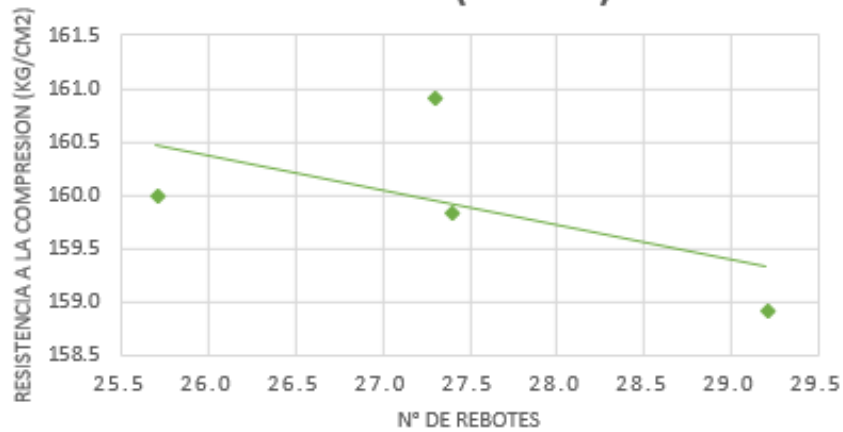
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.68.- Número de Rebotes IP - 0.50.

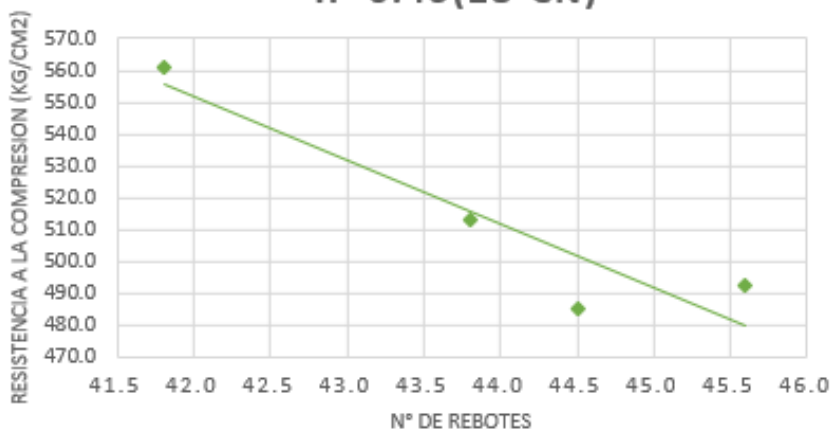
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.45(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.45(1-C35°)**



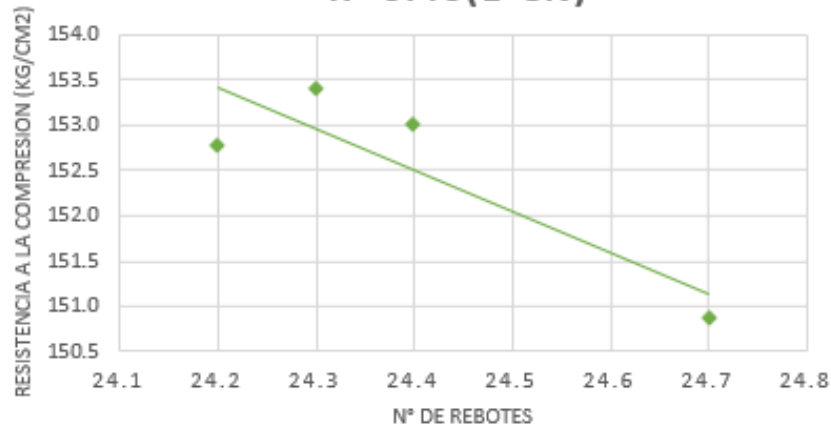
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.45(28-CN)**



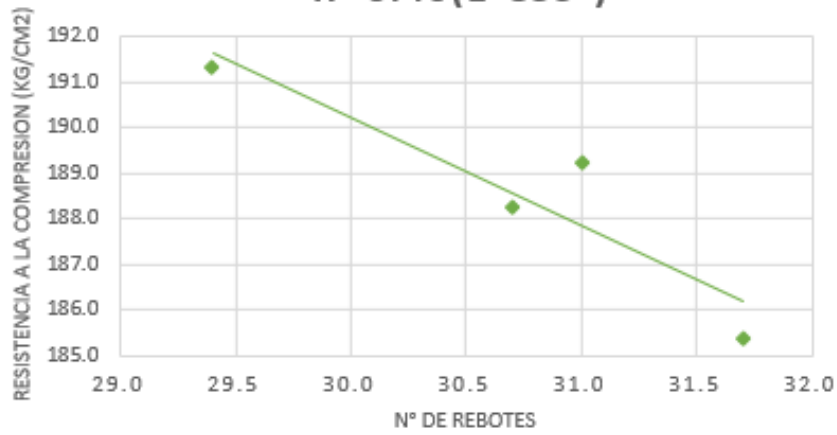
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.69.- Número de Rebotes IP - 0.45.

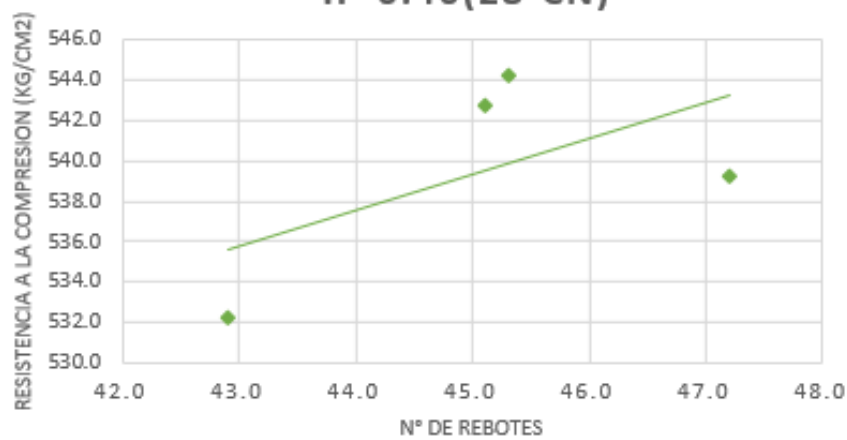
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.40(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.40(1-C35°)**

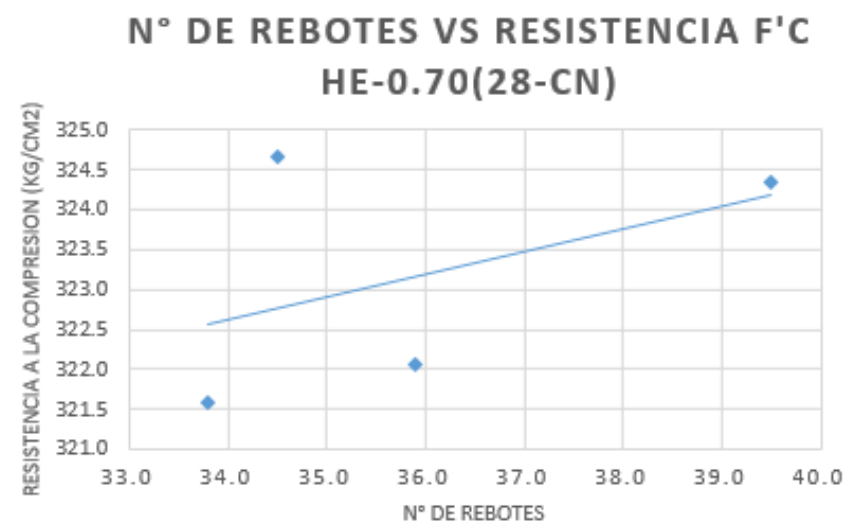
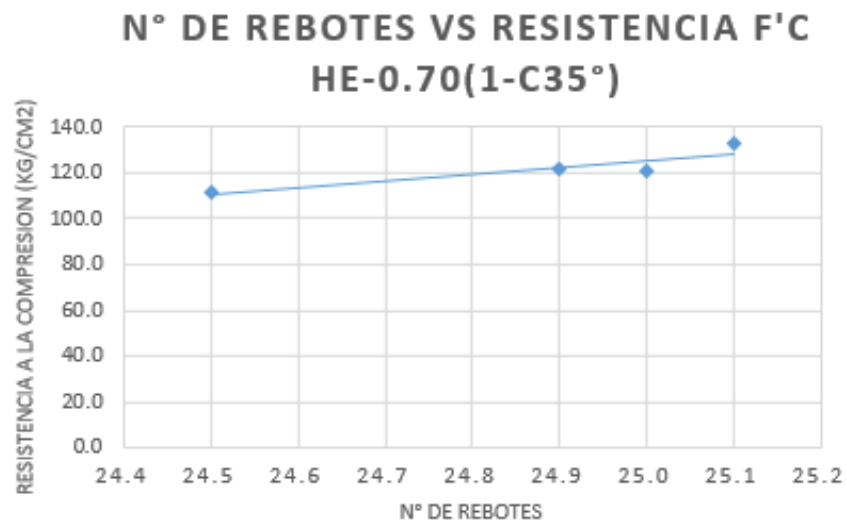
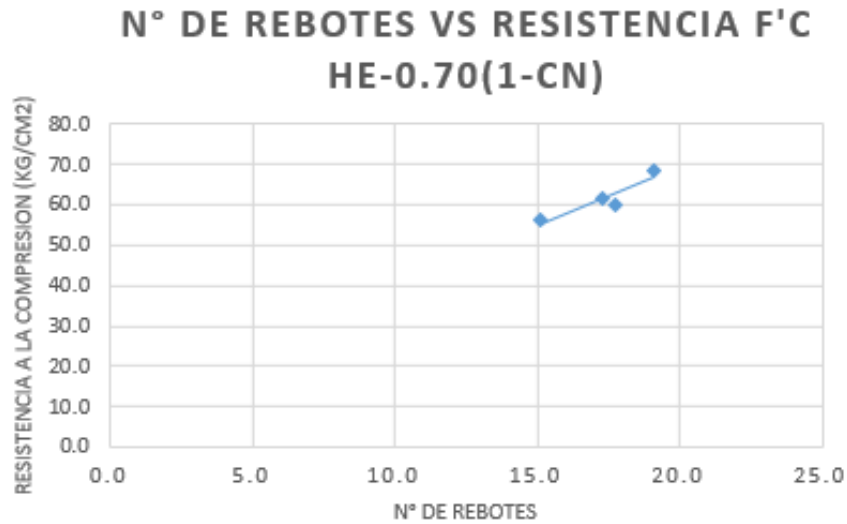


**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.40(28-CN)**



Fuente: Elaboración Propia

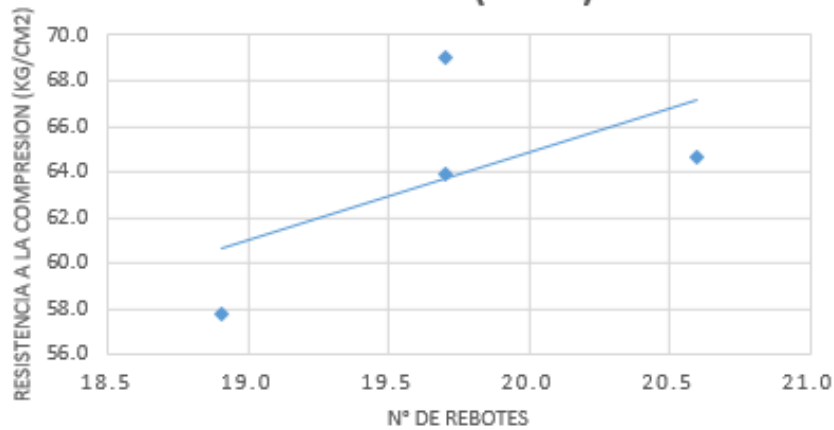
Figura 5.70.- Número de Rebotes IP - 0.40.



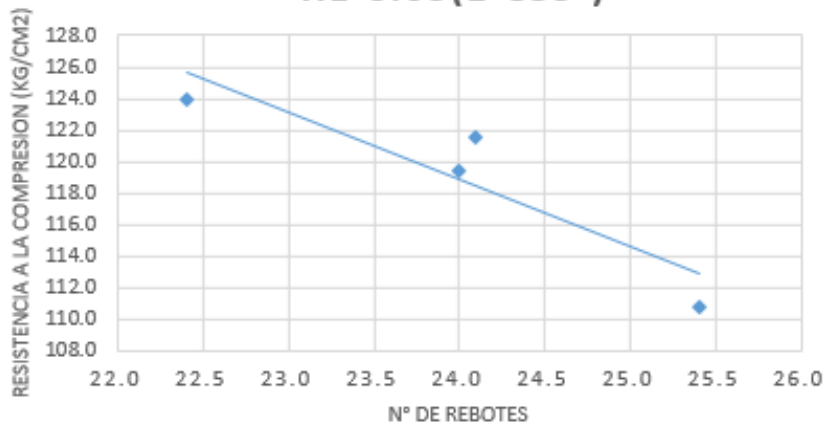
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.71.- Número de Rebotes HE - 0.70.

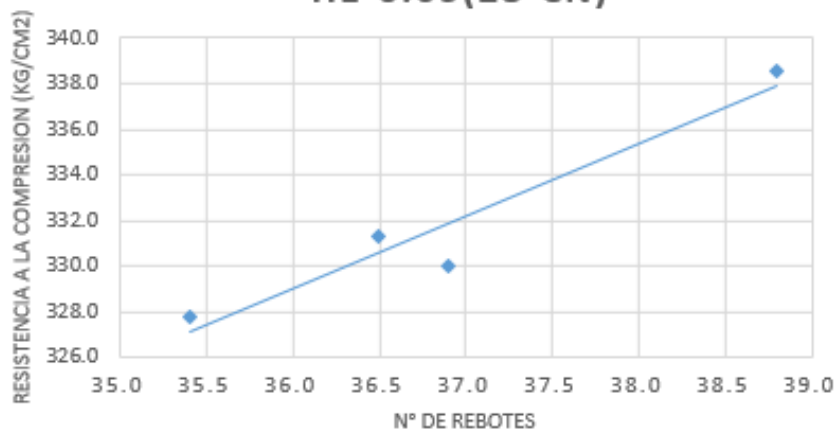
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.65(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.65(1-C35°)**



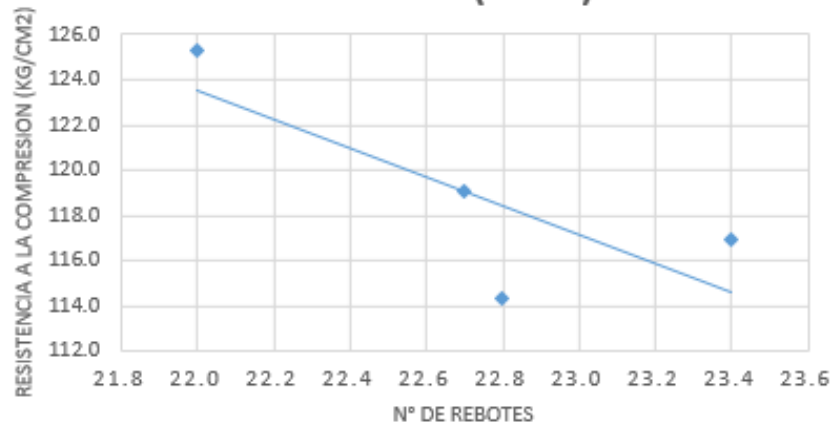
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.65(28-CN)**



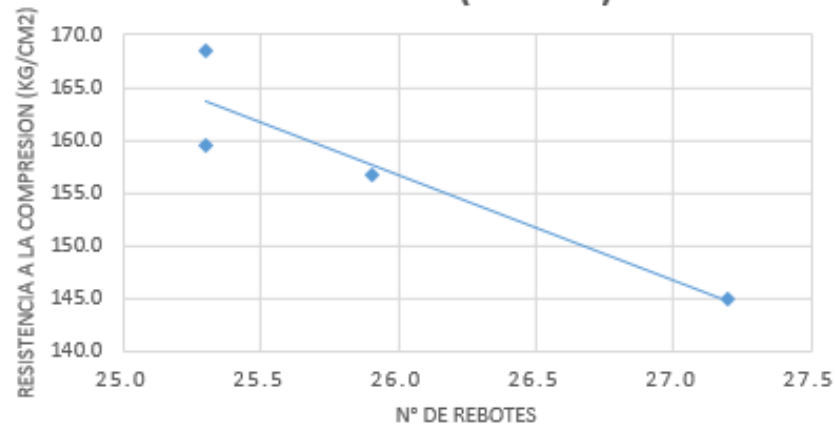
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.72.- Número de Rebotes HE - 0.65.

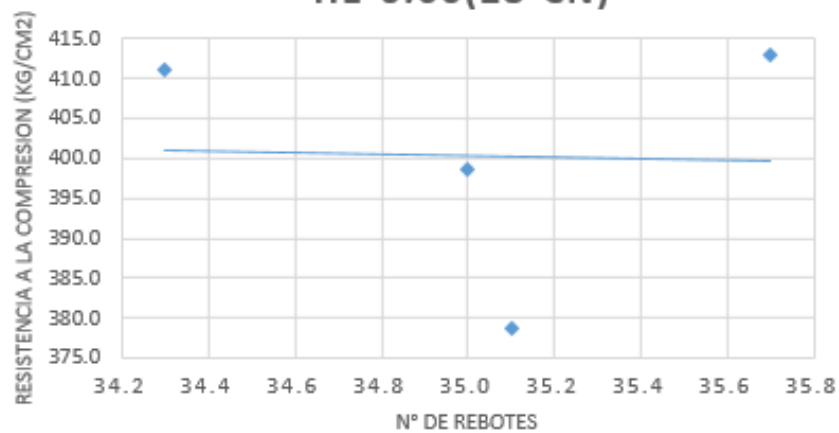
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.60(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.60(1-C35°)**



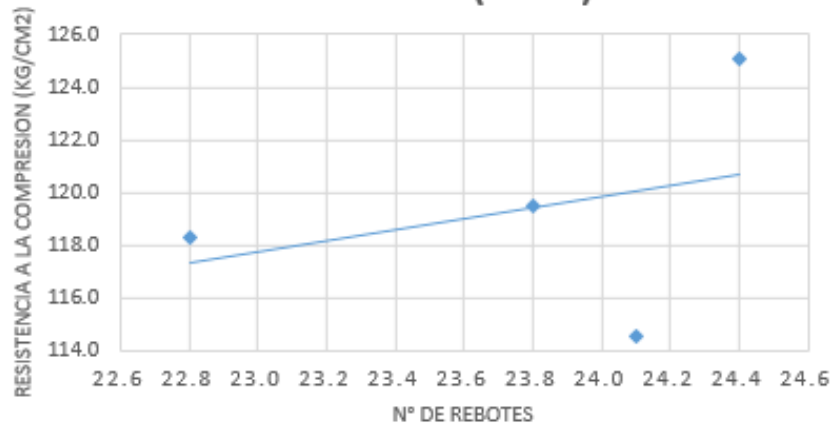
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.60(28-CN)**



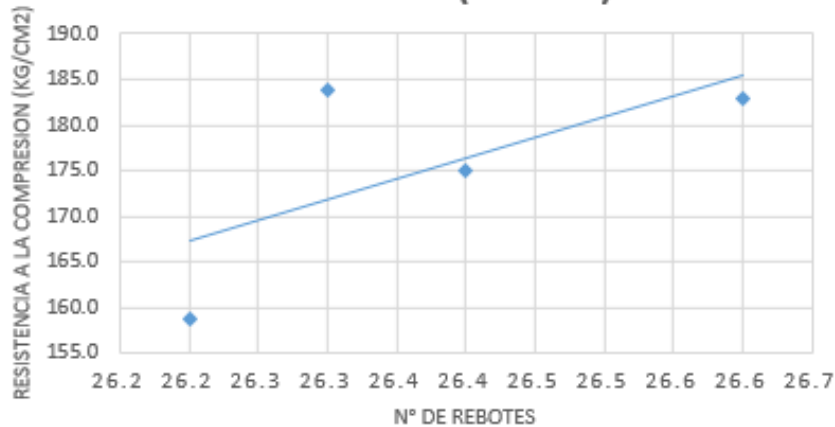
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.73.- Número de Rebotes HE - 0.60.

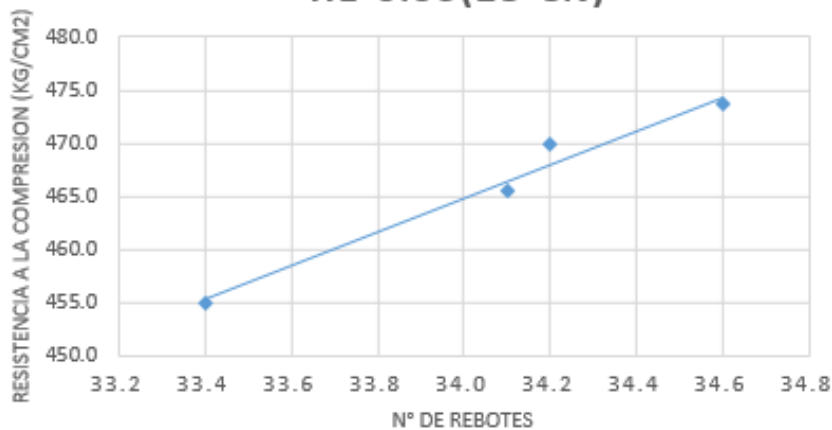
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.55(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.55(1-C35°)**



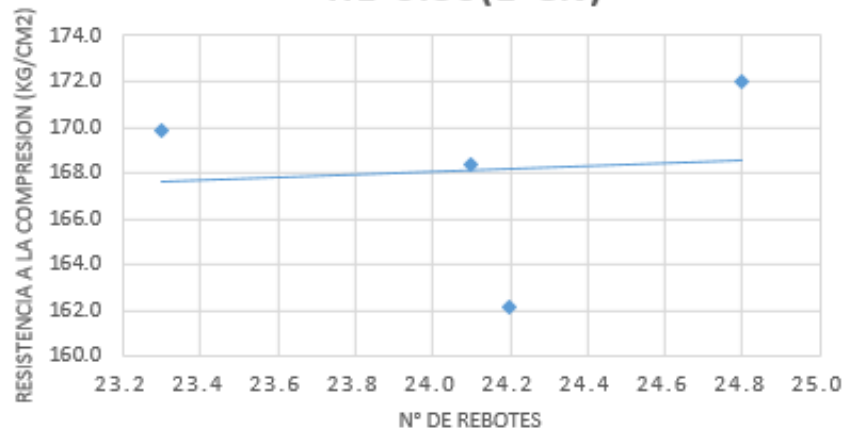
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.55(28-CN)**



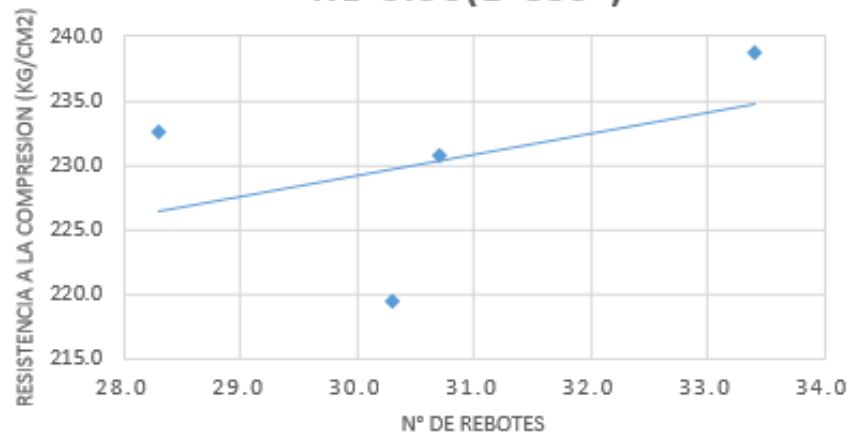
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.74.- Número de Rebotes HE - 0.55.

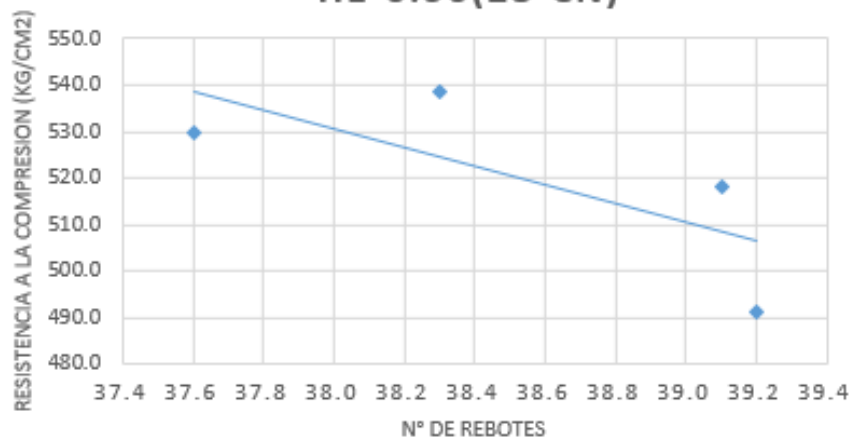
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.50(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.50(1-C35°)**



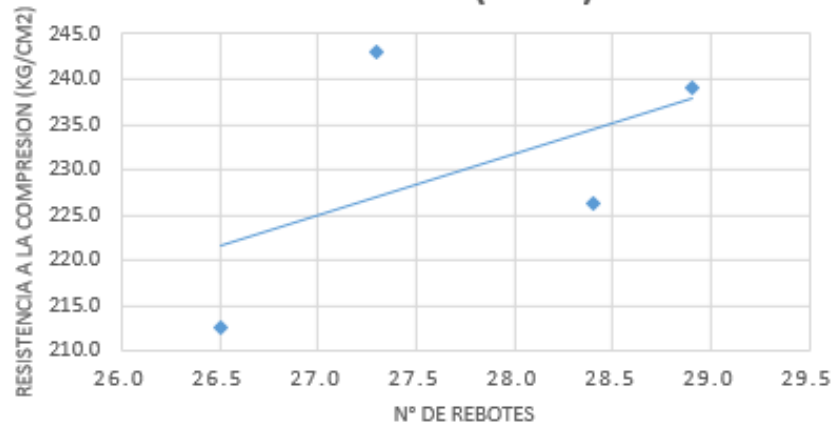
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.50(28-CN)**



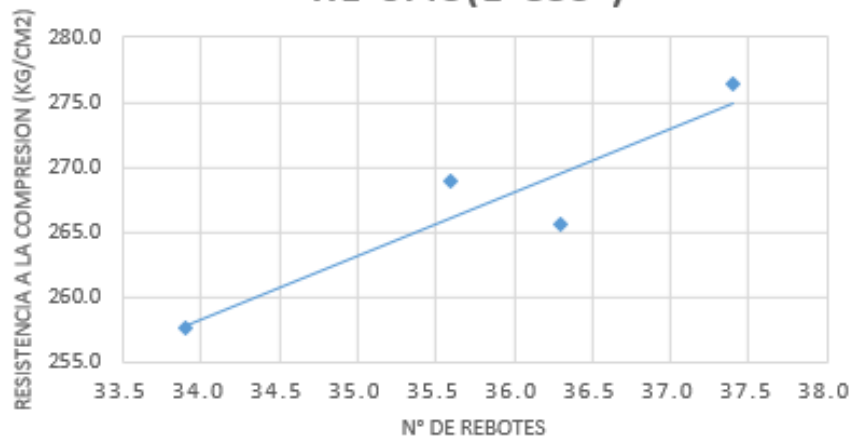
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.75.- Número de Rebotes HE - 0.50.

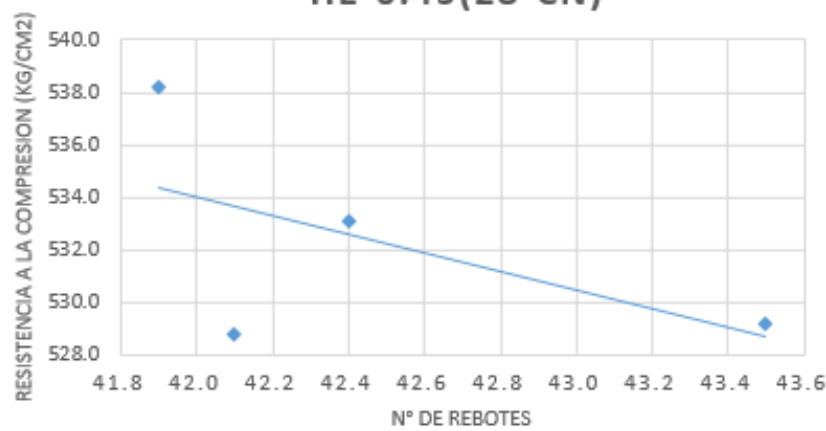
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.45(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.45(1-C35°)**



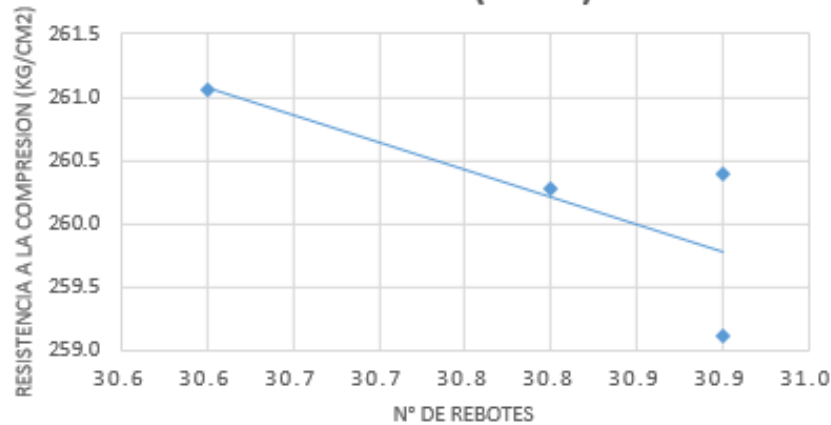
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.45(28-CN)**



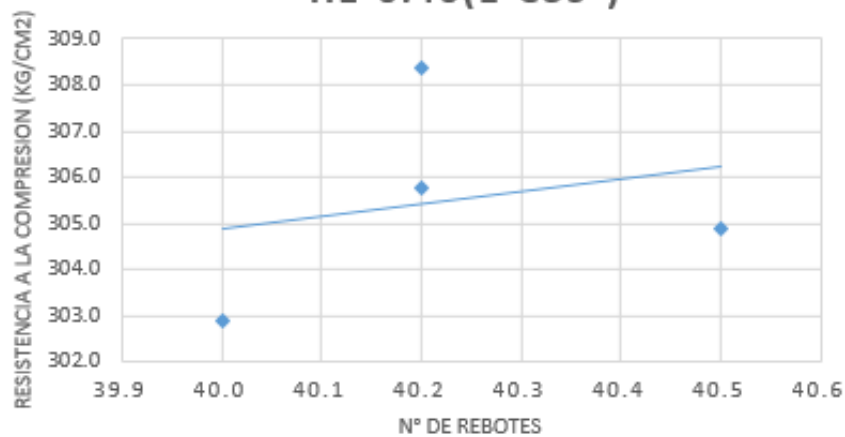
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.76.- Número de Rebotes HE - 0.45.

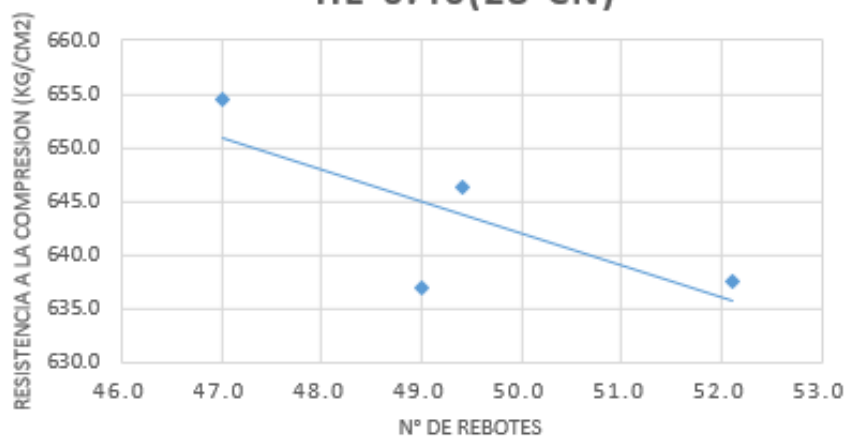
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.40(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.40(1-C35°)**



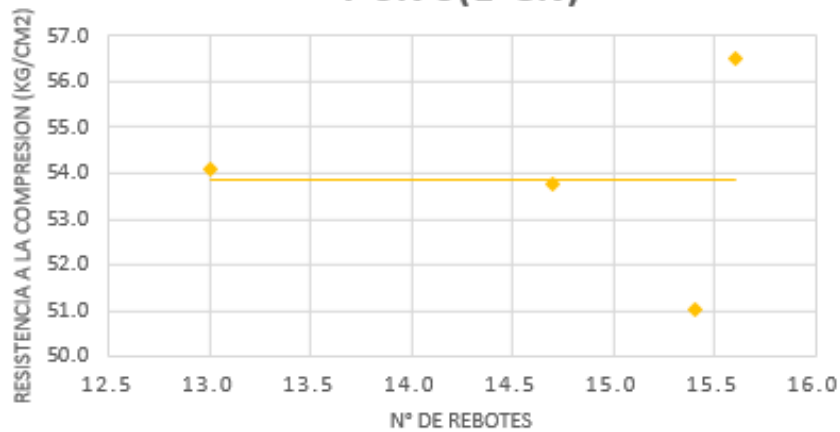
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
HE-0.40(28-CN)**



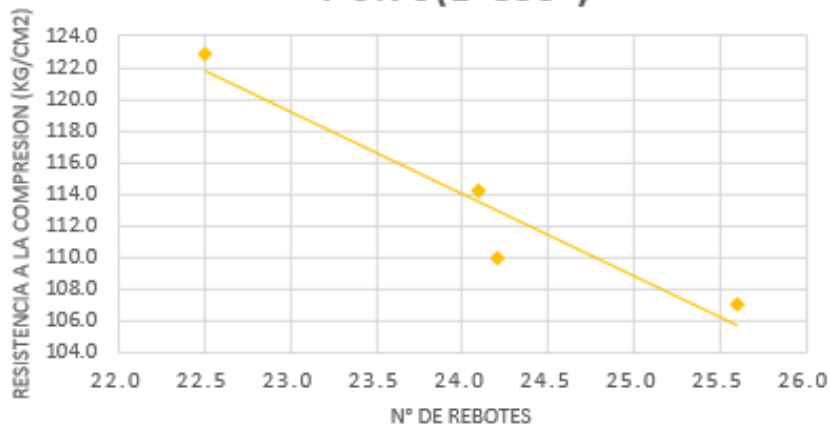
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.77.- Número de Rebotes HE - 0.40.

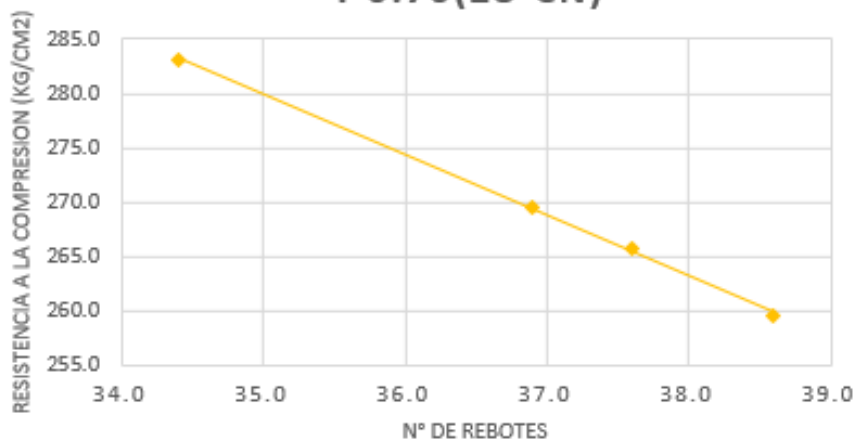
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
I-0.70(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
I-0.70(1-C35°)**

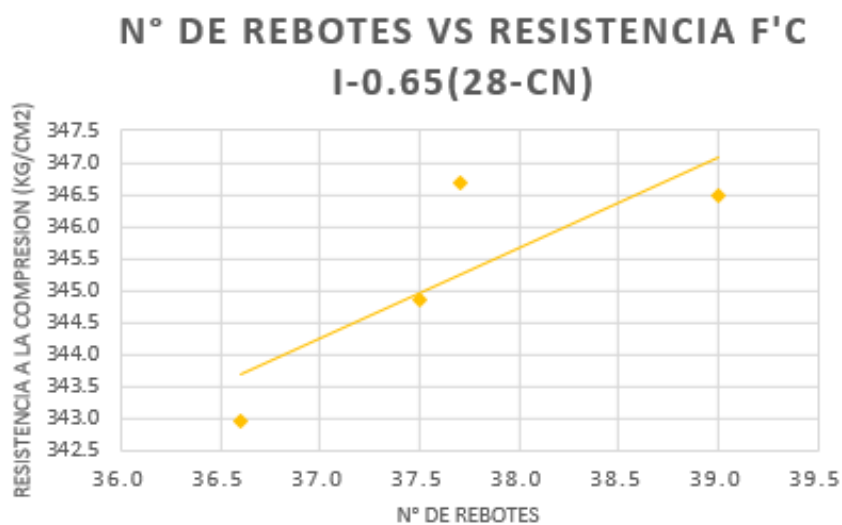
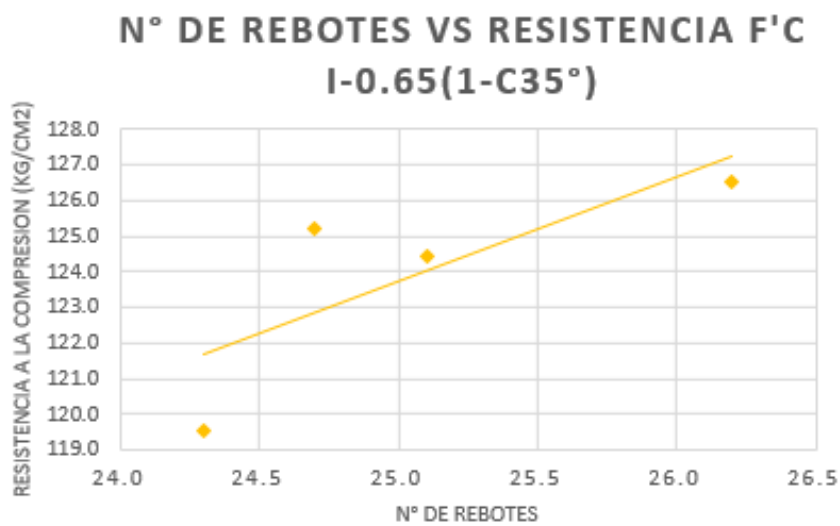
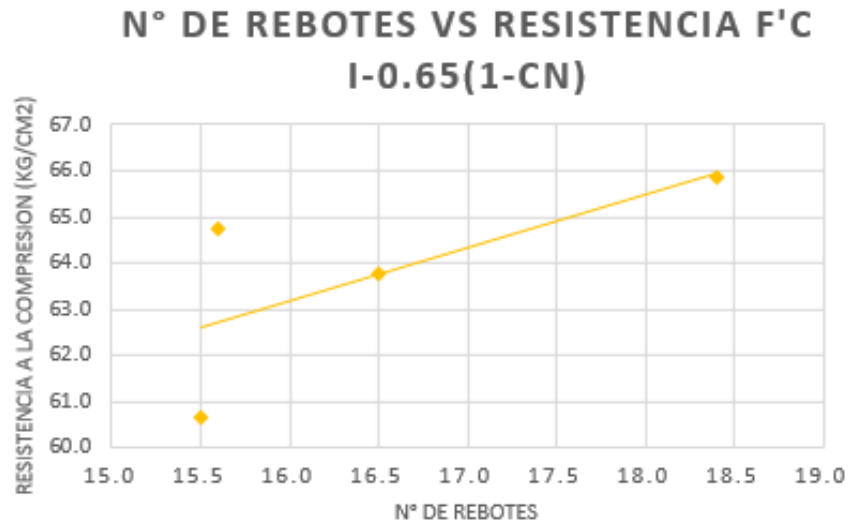


**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
I-0.70(28-CN)**



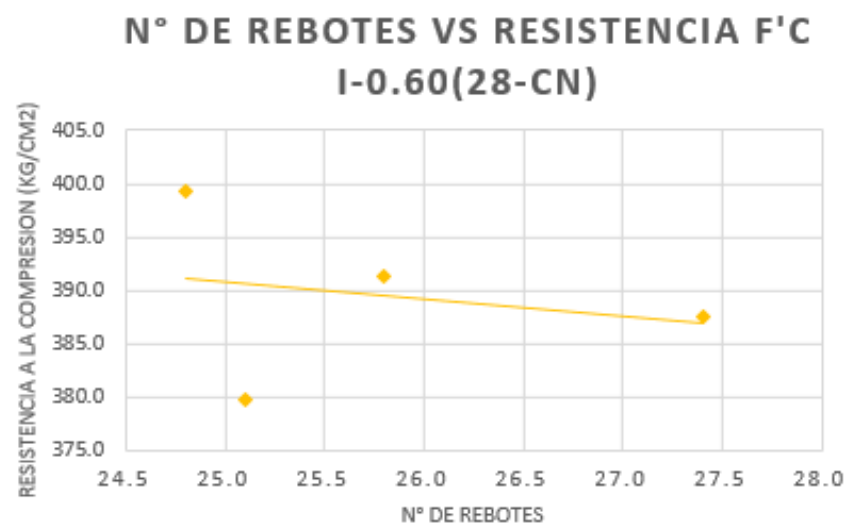
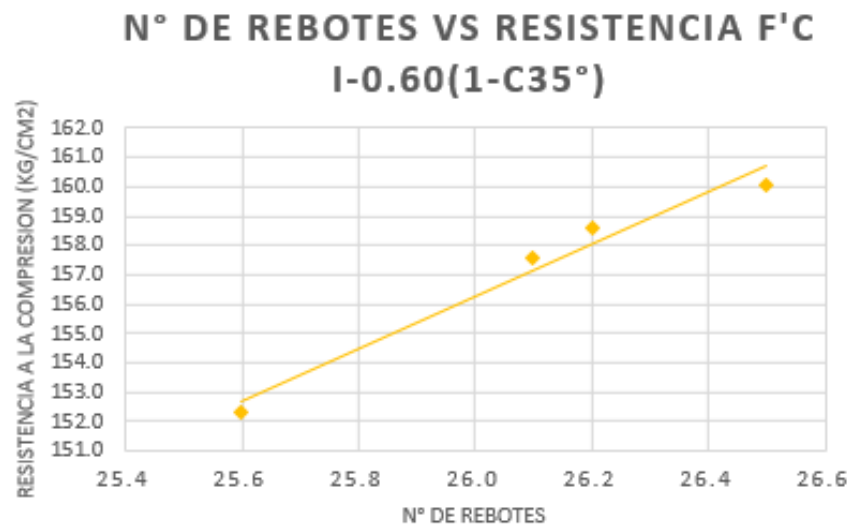
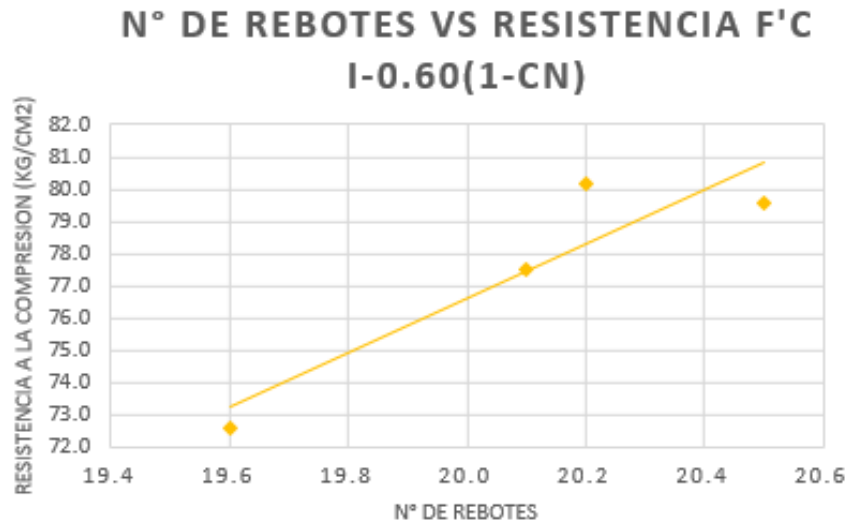
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.78.- Número de Rebotes I - 0.70.



Fuente: Elaboración Propia

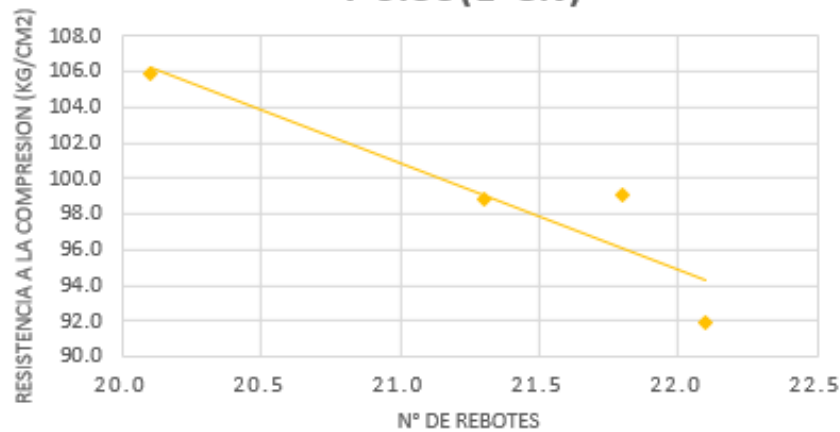
Figura 5.79.- Número de Rebotes I - 0.65.



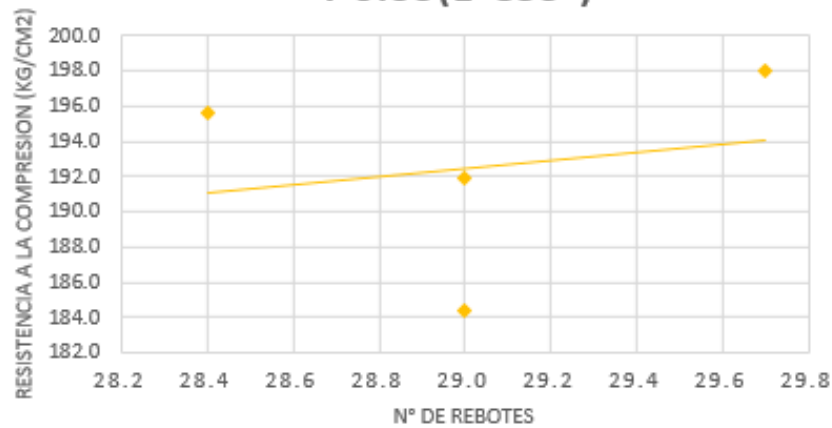
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.80.- Número de Rebotes I - 0.60.

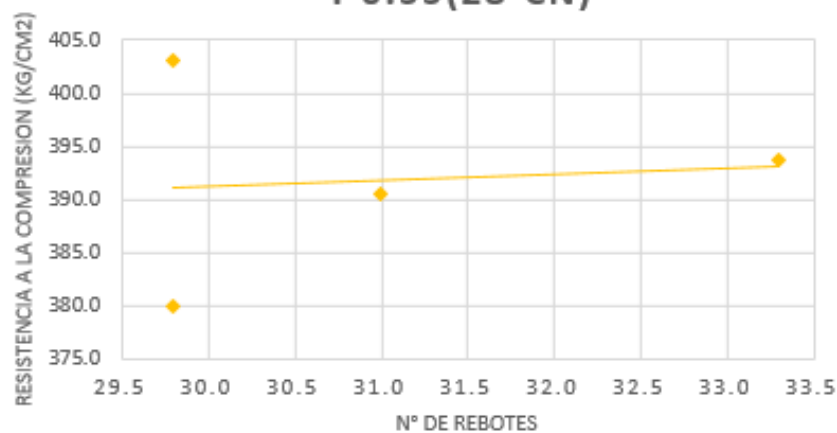
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-C35°)



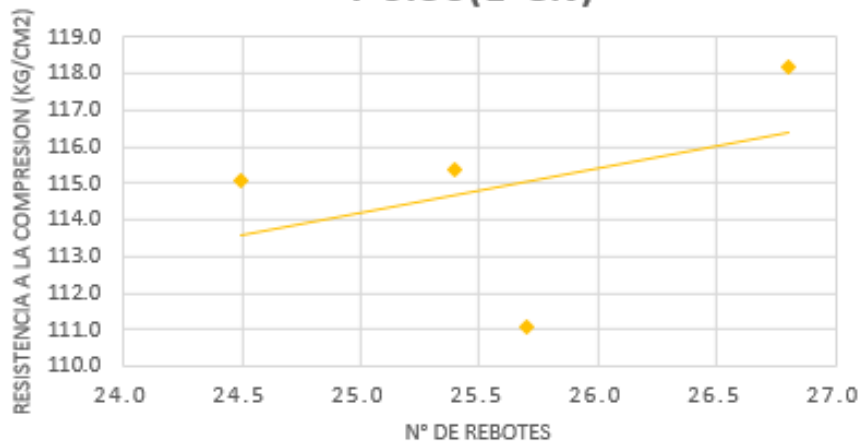
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(28-CN)



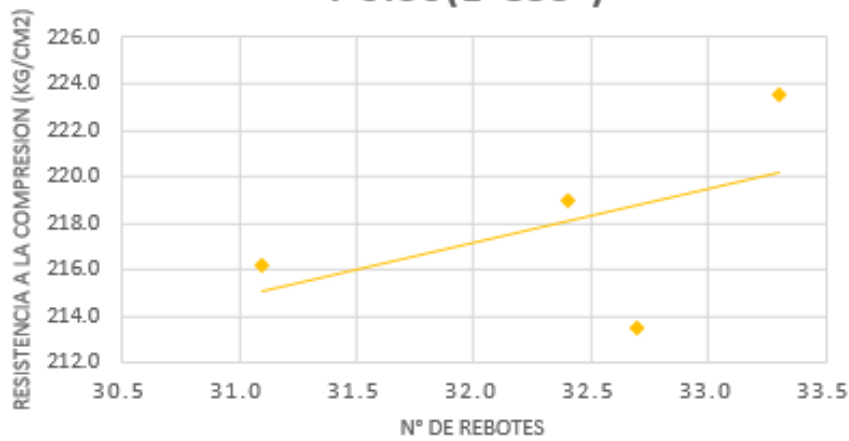
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.81.- Número de Rebotes I - 0.55.

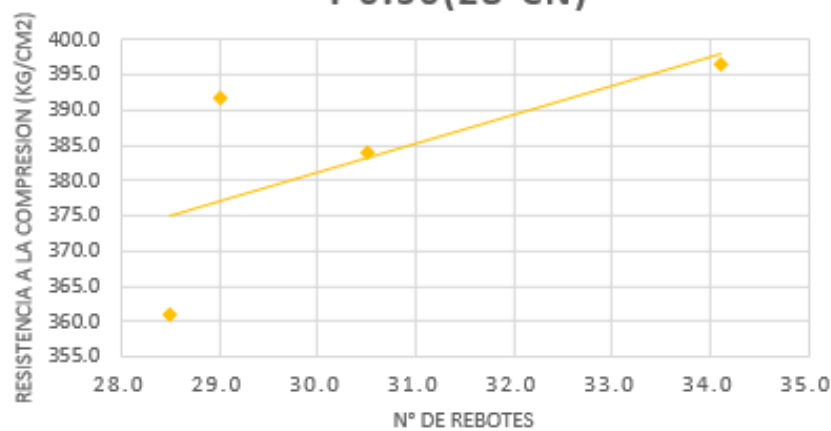
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-C35°)



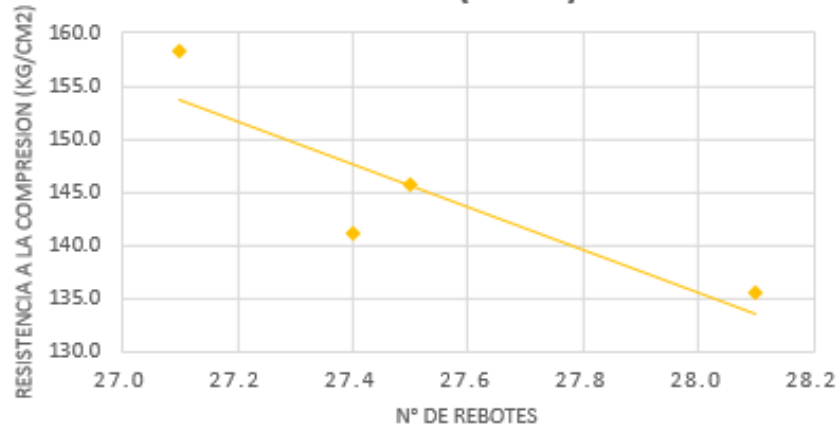
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(28-CN)



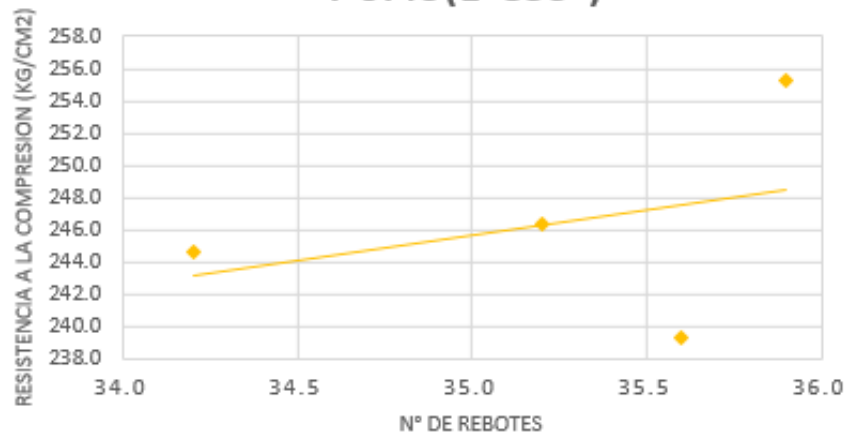
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.82.- Número de Rebotes I - 0.50.

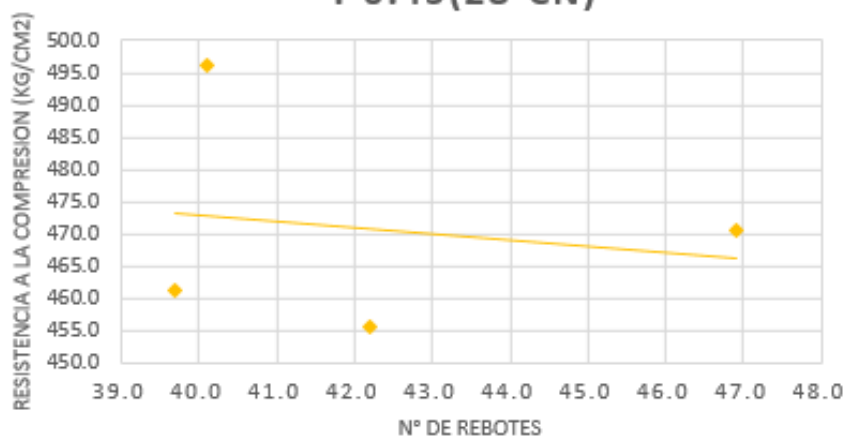
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
I-0.45(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
I-0.45(1-C35°)**

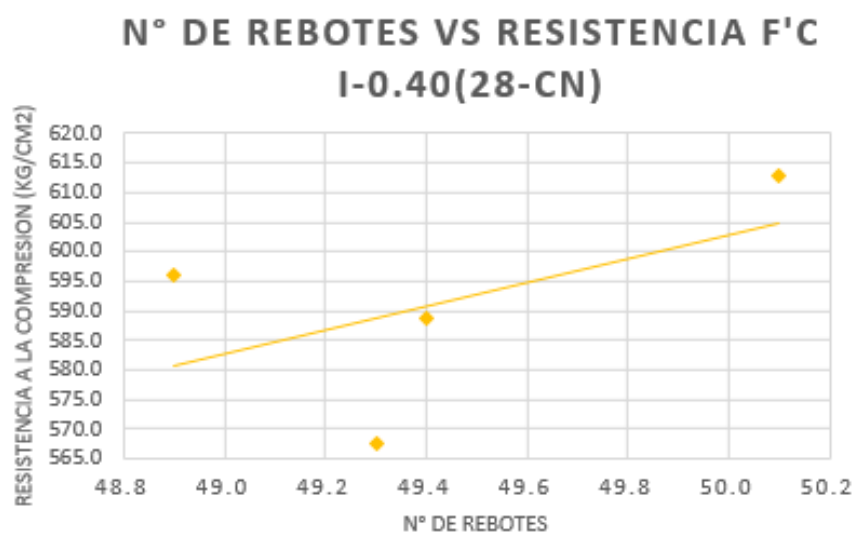
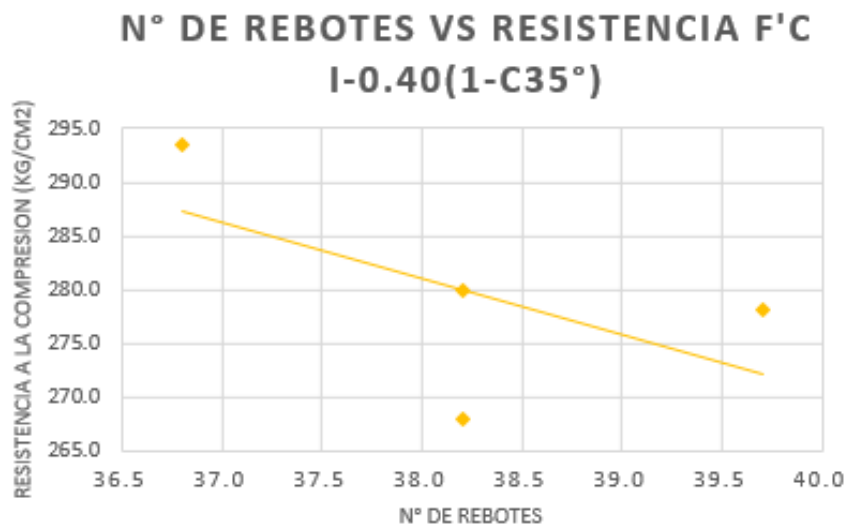
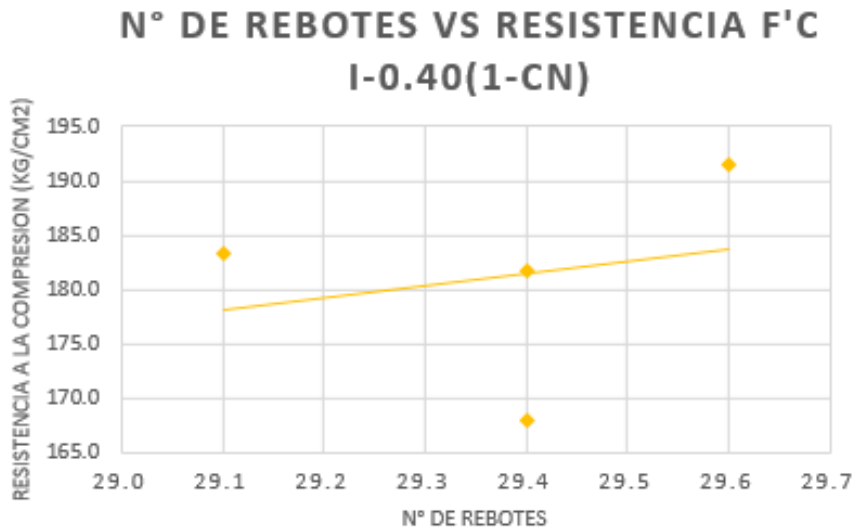


**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
I-0.45(28-CN)**



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.83.- Número de Rebotes I - 0.45.

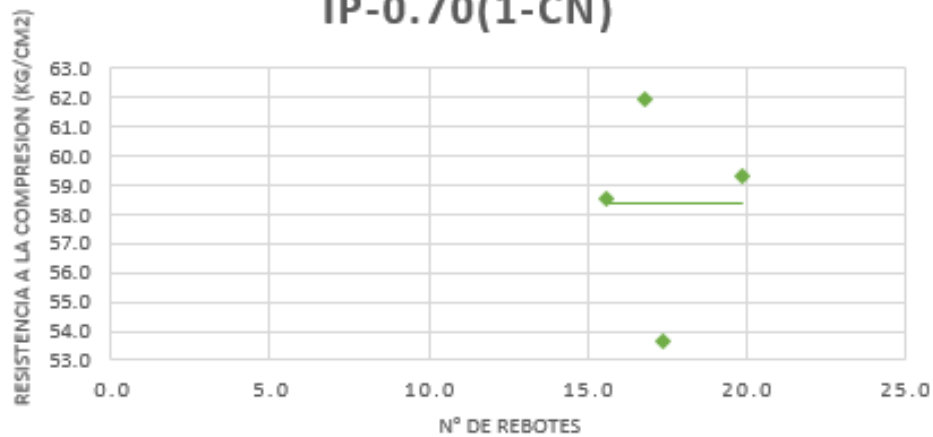


Fuente: Elaboración Propia

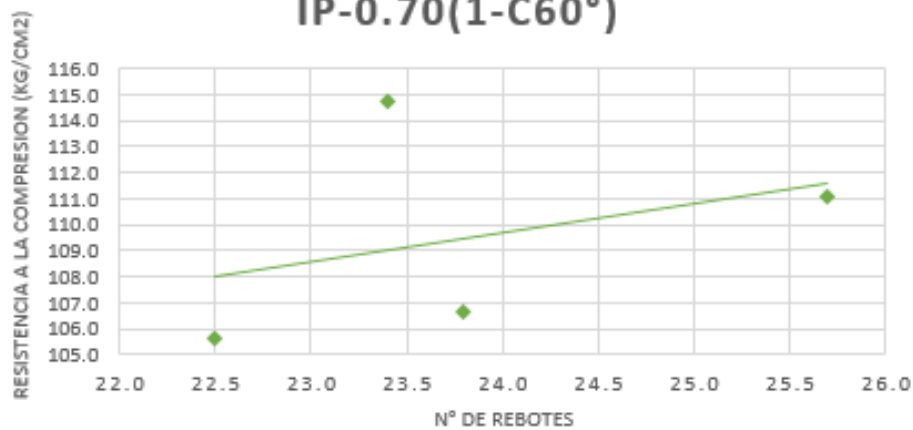
Figura 5.84.- Número de Rebotes I - 0.40.

- A 60°C

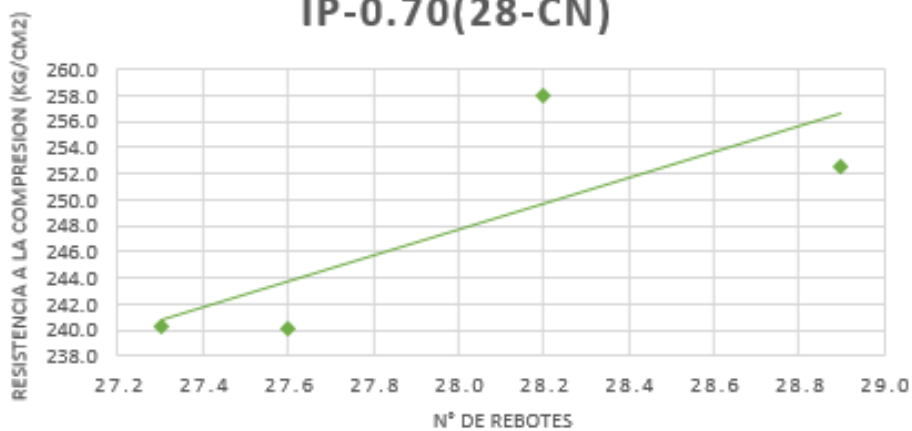
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.70(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.70(1-C60°)



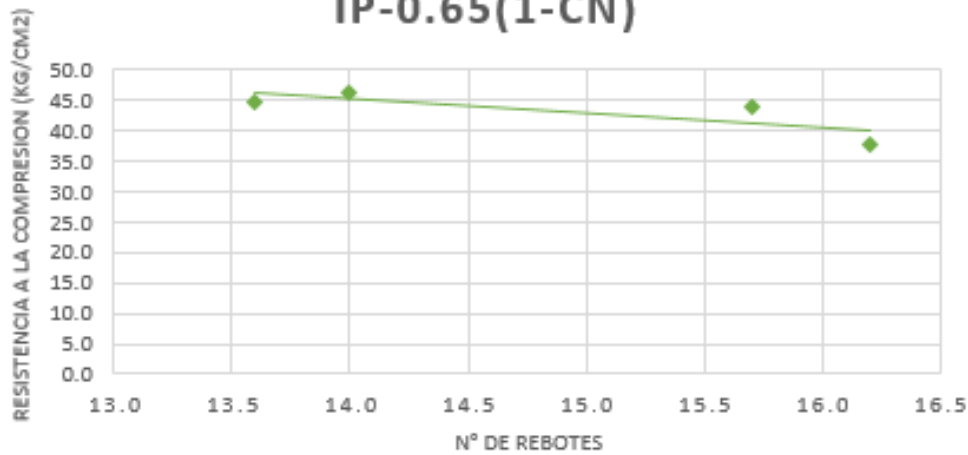
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.70(28-CN)



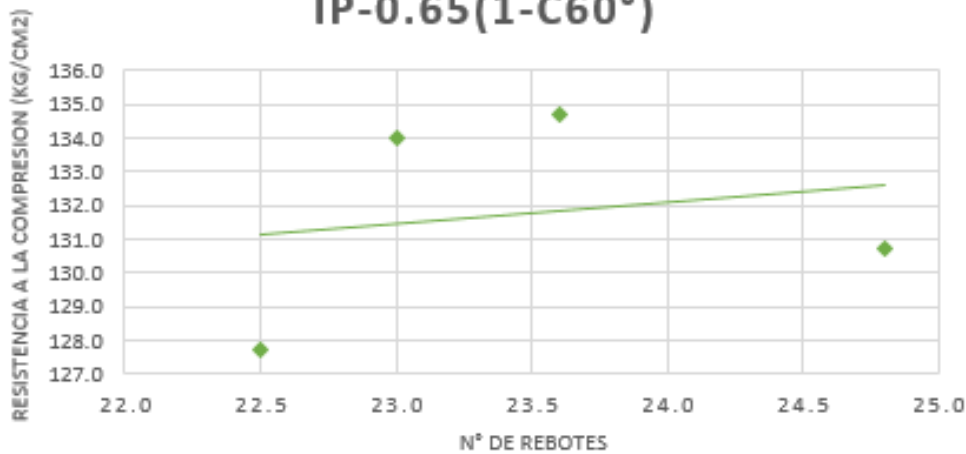
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.85.- Número de Rebotes IP - 0.70.

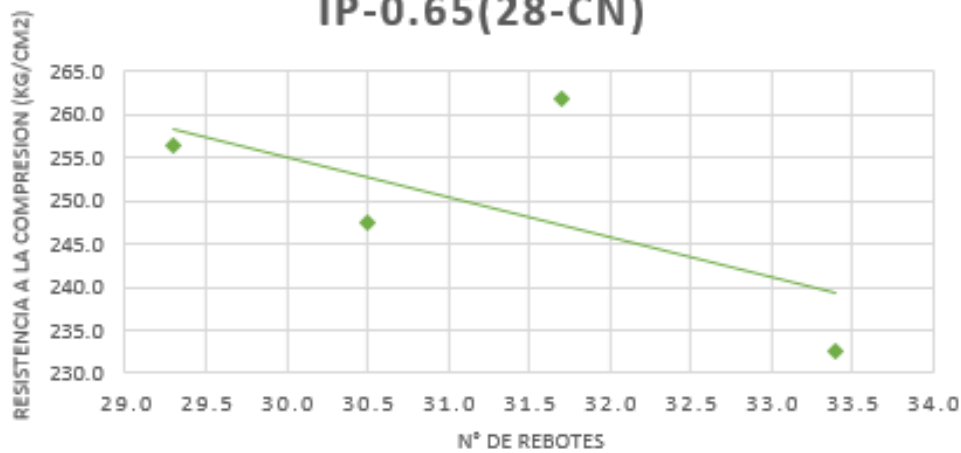
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(1-C60°)



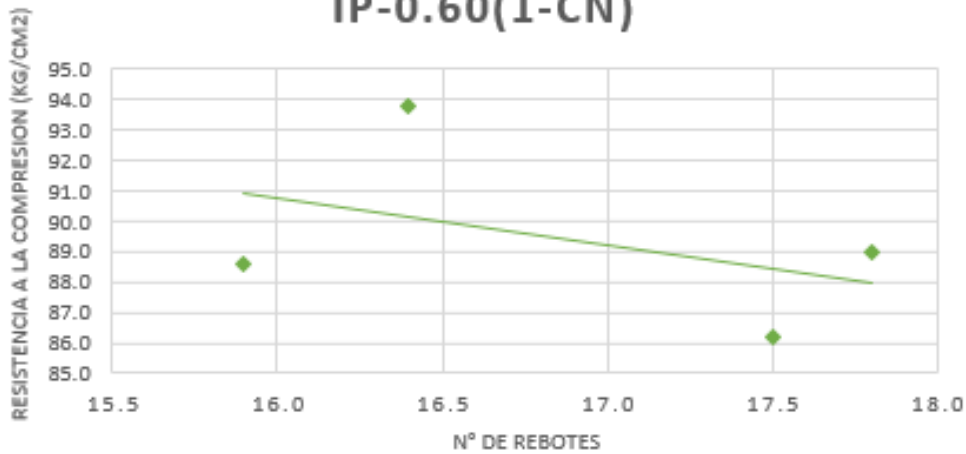
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(28-CN)



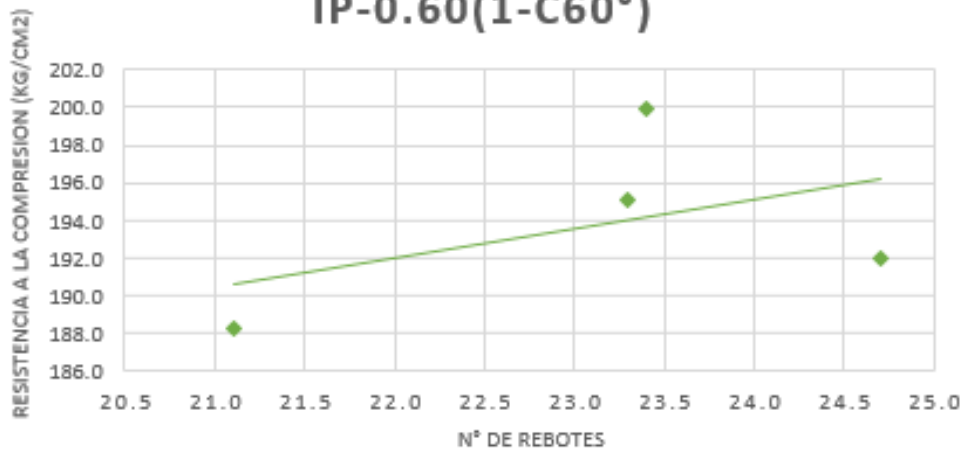
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.86.- Número de Rebotes IP - 0.65.

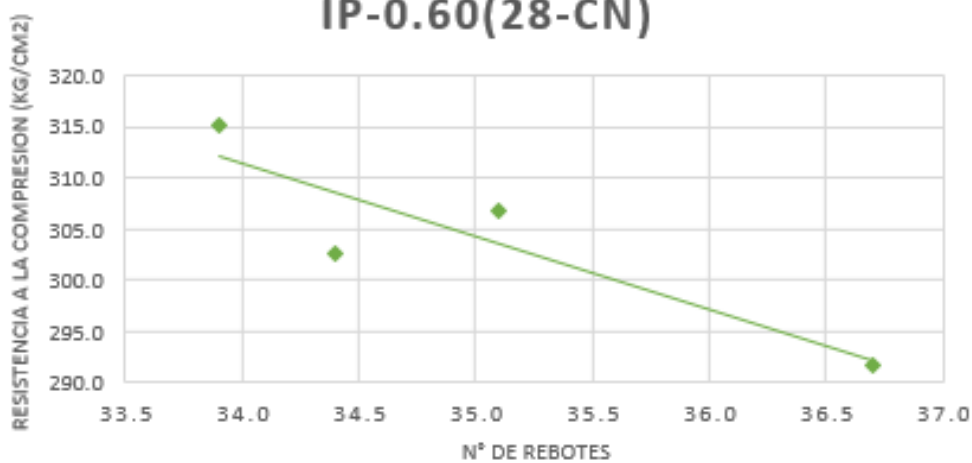
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(1-C60°)



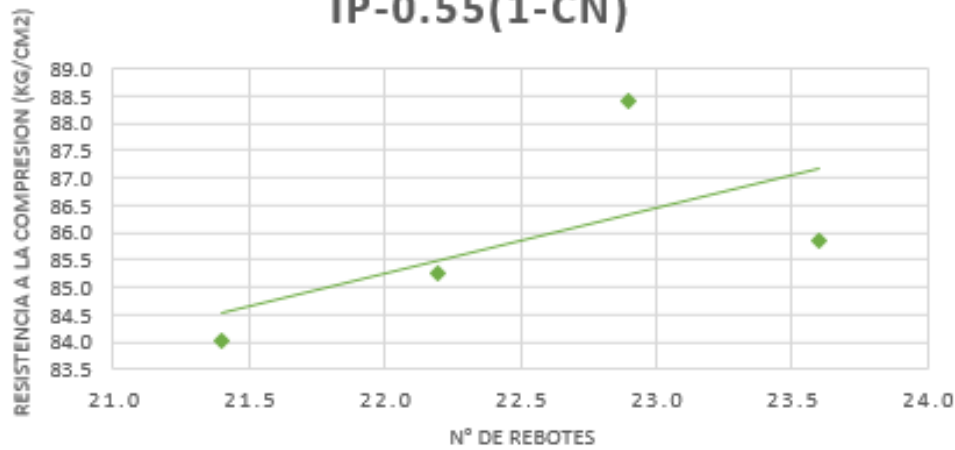
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(28-CN)



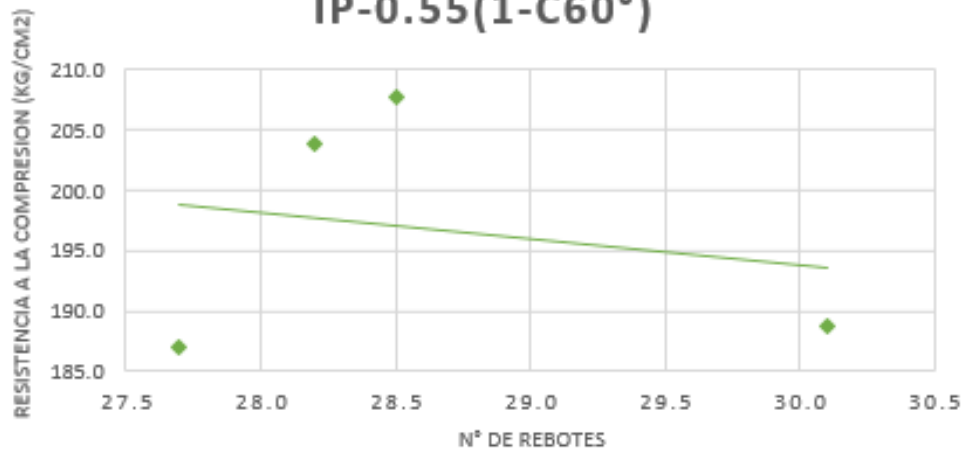
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.87.- Número de Rebotes IP - 0.60.

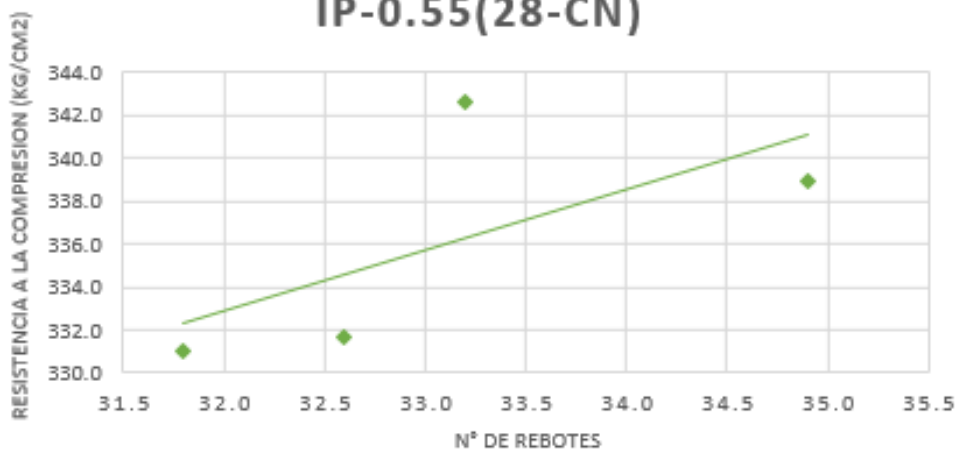
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(1-C60°)



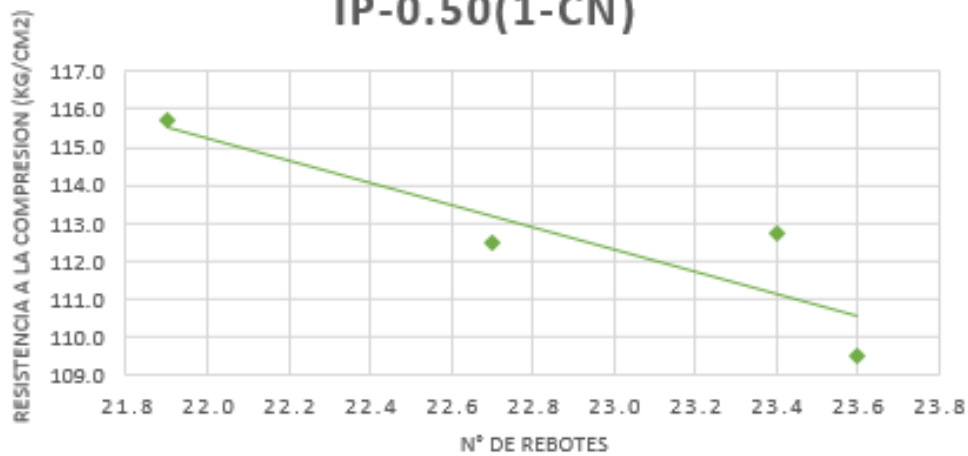
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(28-CN)



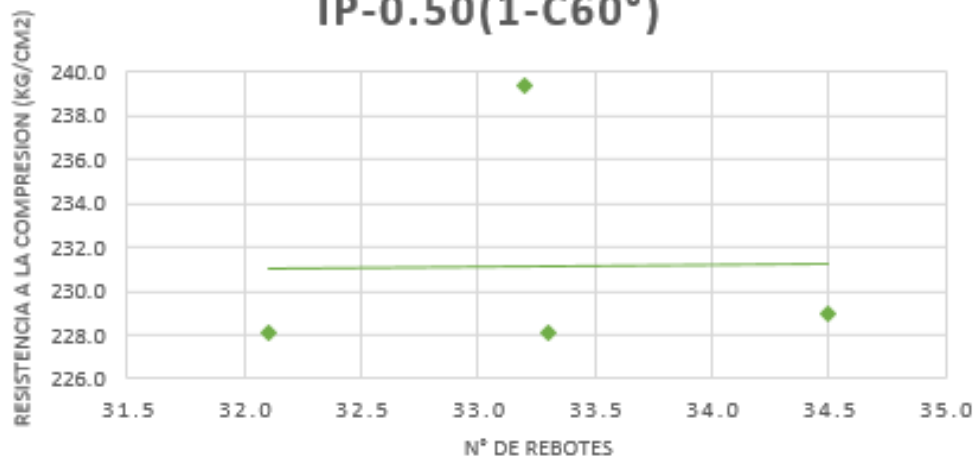
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.88.- Número de Rebotes IP - 0.55.

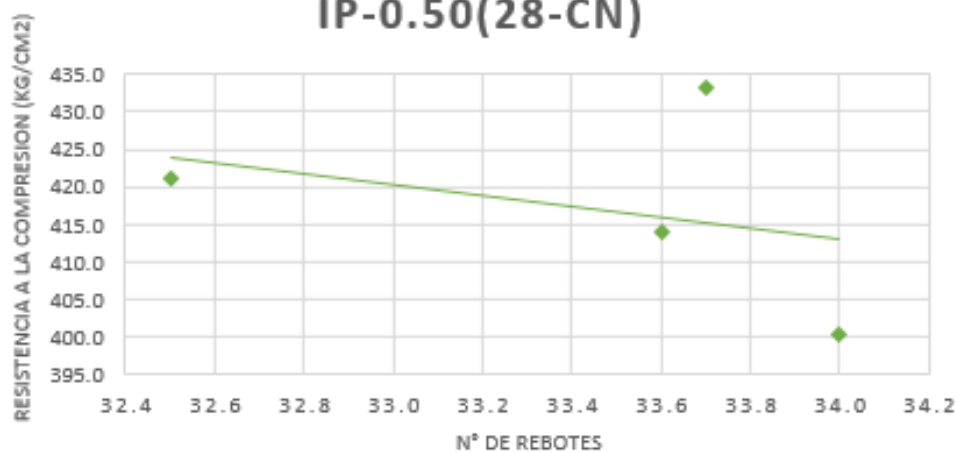
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(1-C60°)



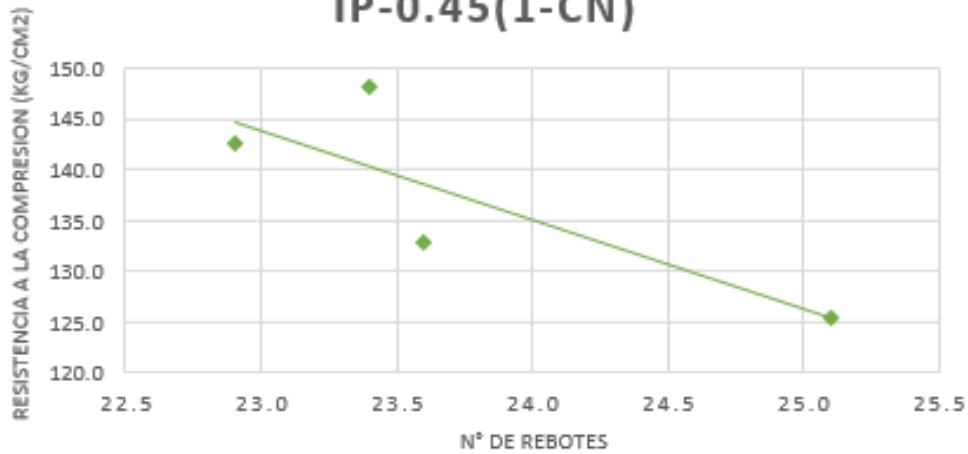
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(28-CN)



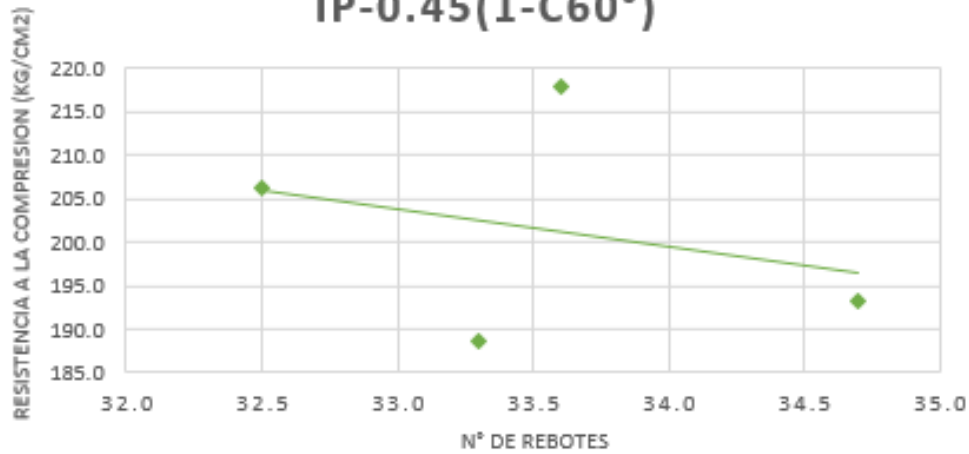
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.89.- Número de Rebotes IP - 0.50.

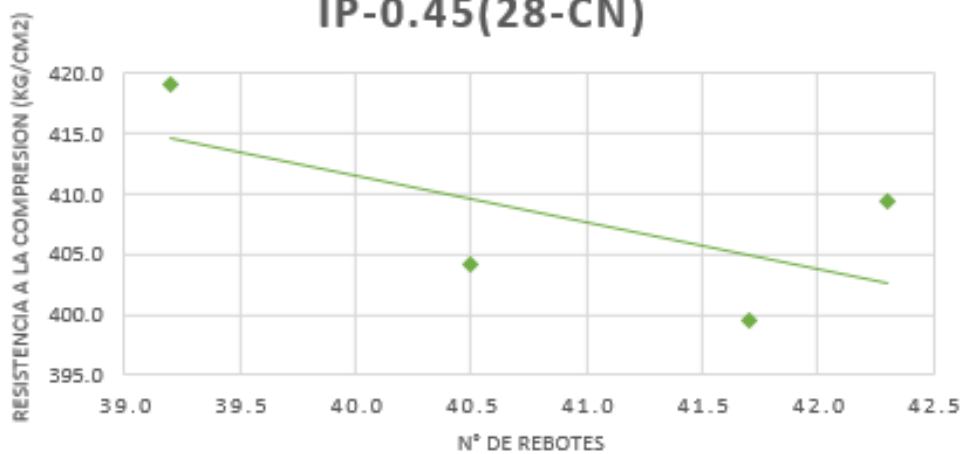
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(1-C60°)



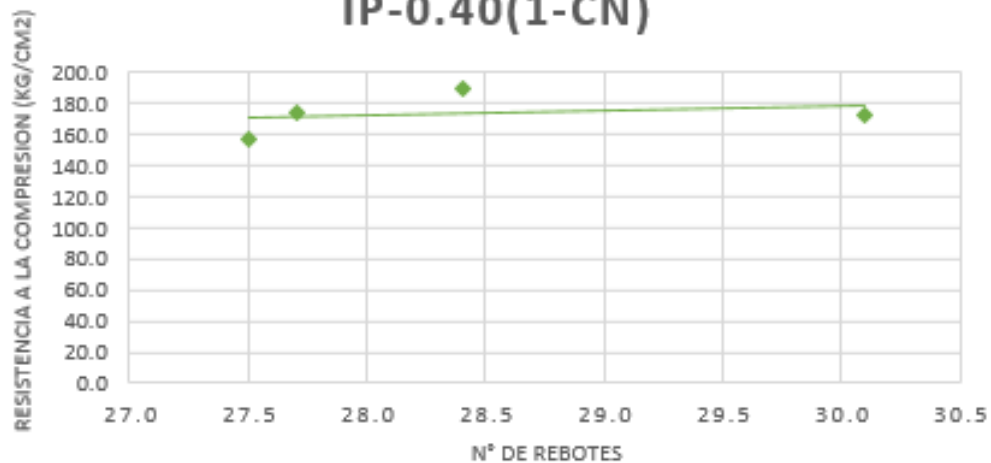
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(28-CN)



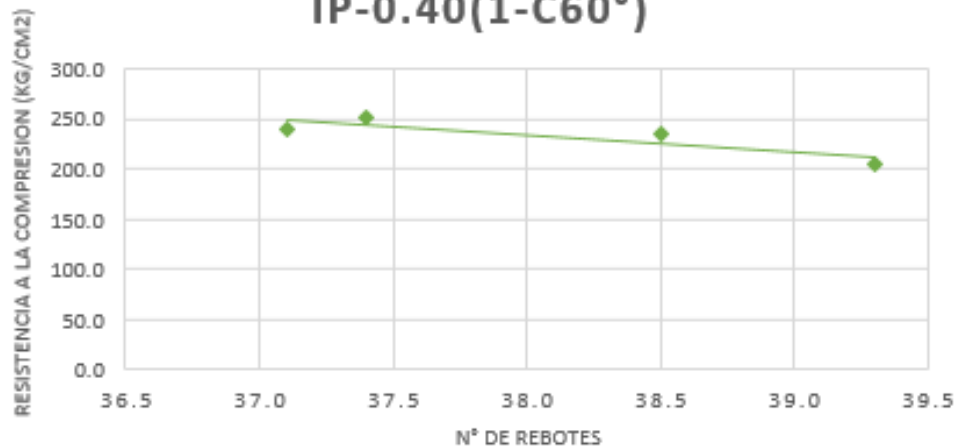
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.90.- Número de Rebotes IP - 0.45.

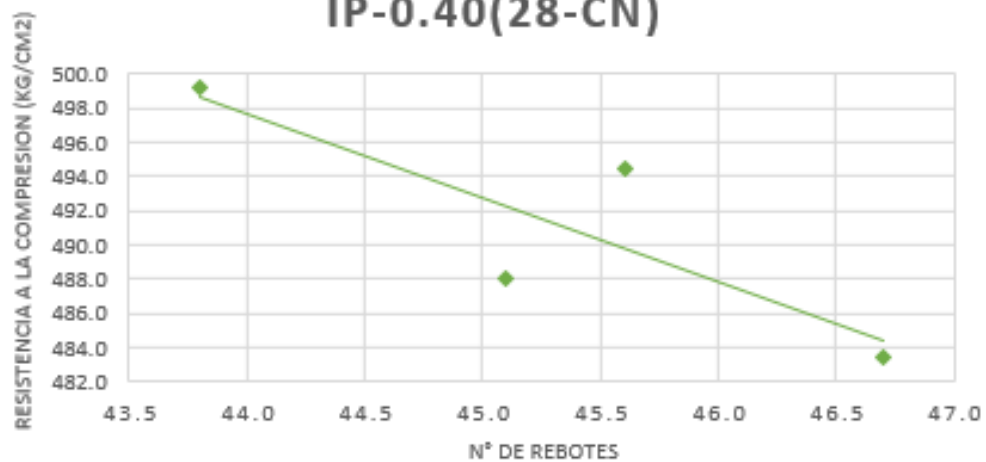
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(1-C60°)



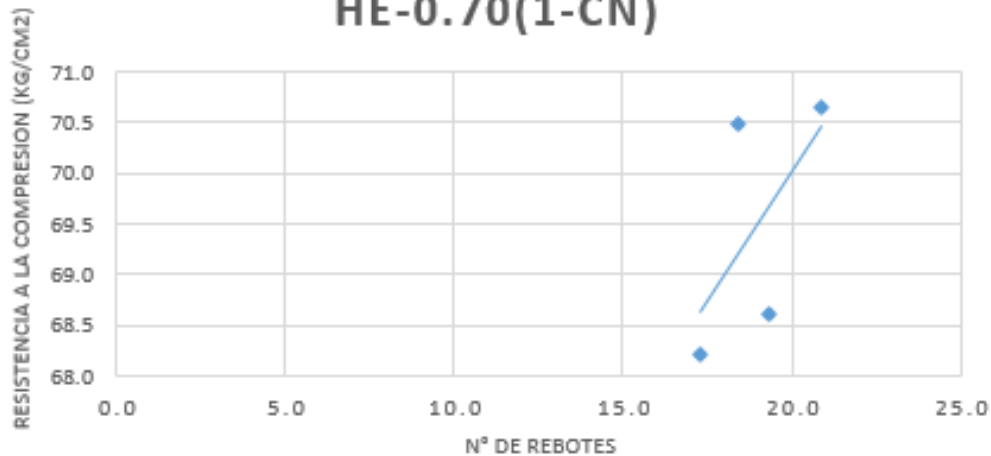
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(28-CN)



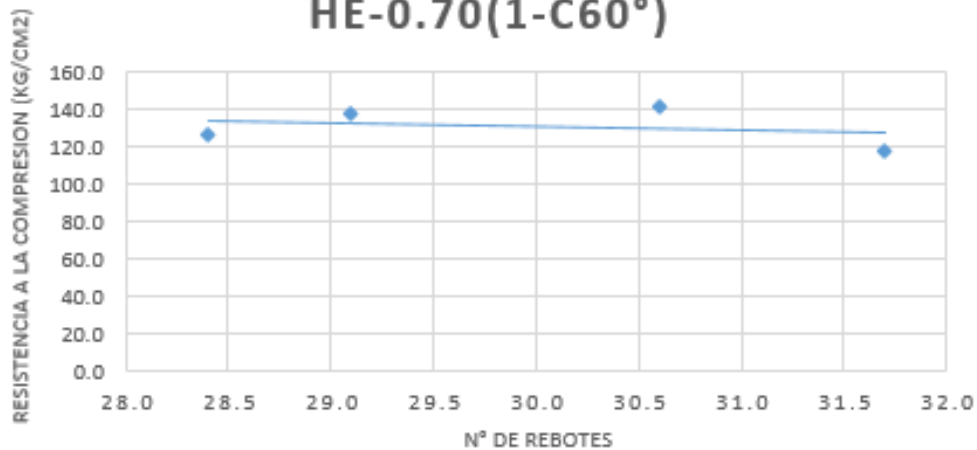
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.91.- Número de Rebotes IP - 0.40.

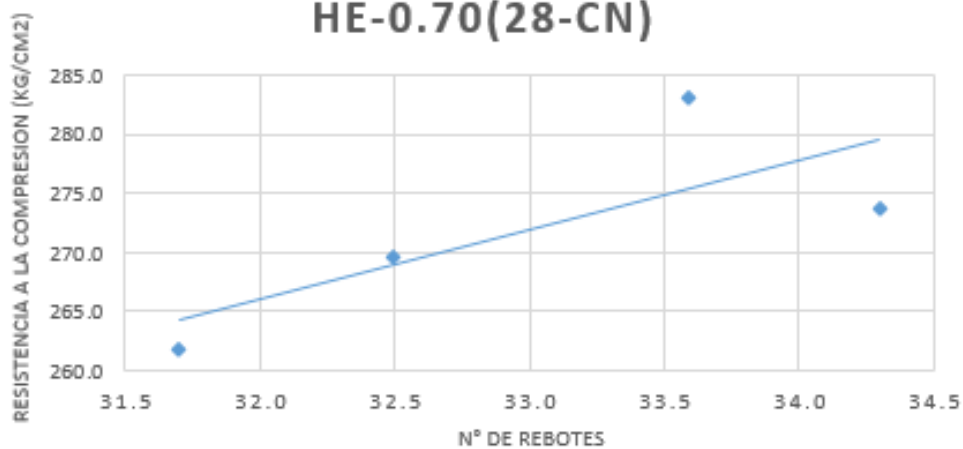
Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(1-CN)



Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(1-C60°)



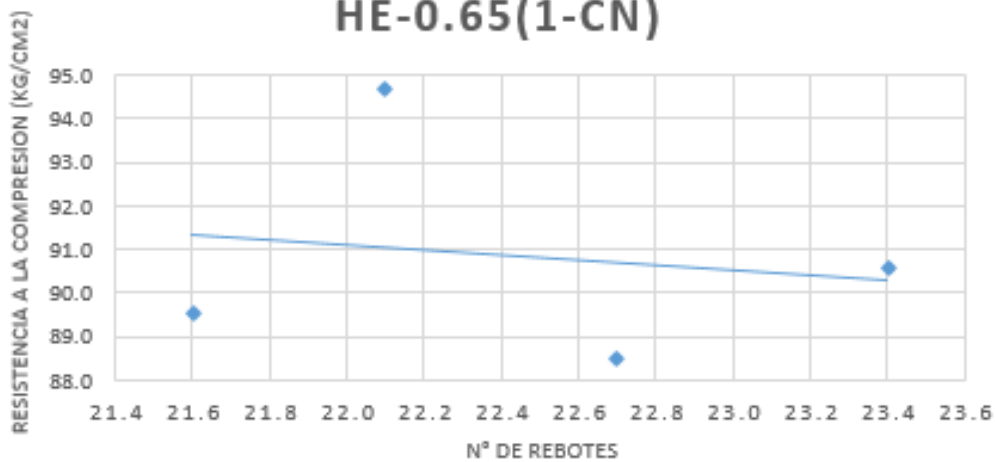
Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(28-CN)



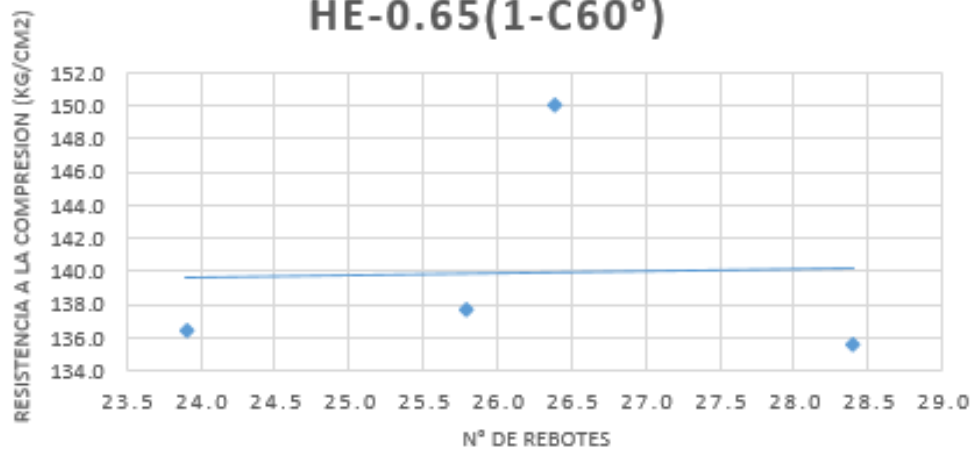
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.92.- Número de Rebotes HE - 0.70.

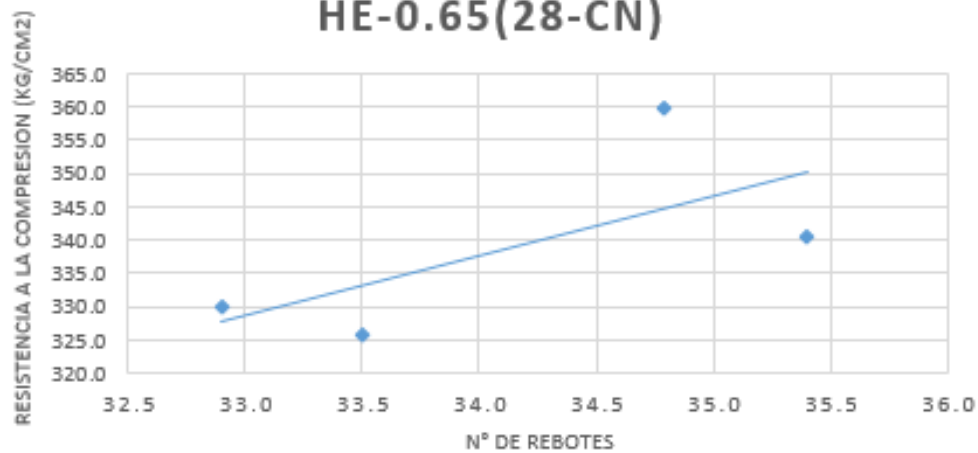
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(1-C60°)



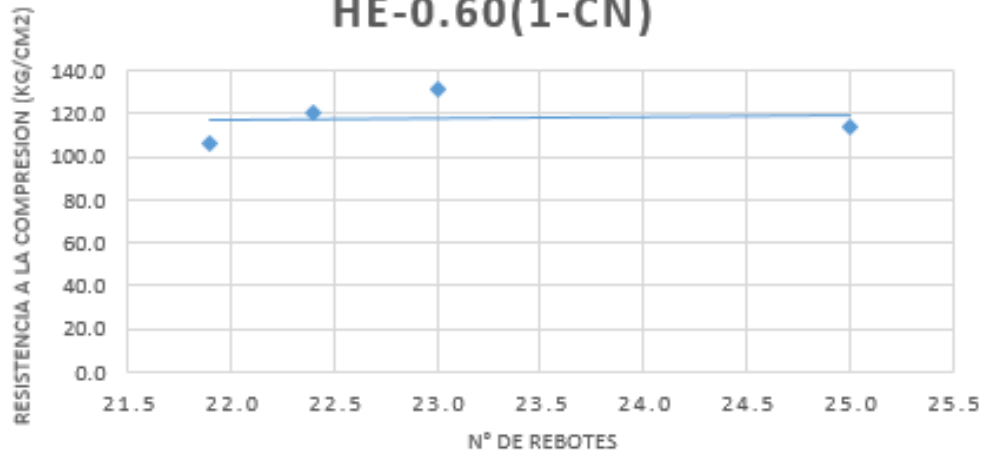
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(28-CN)



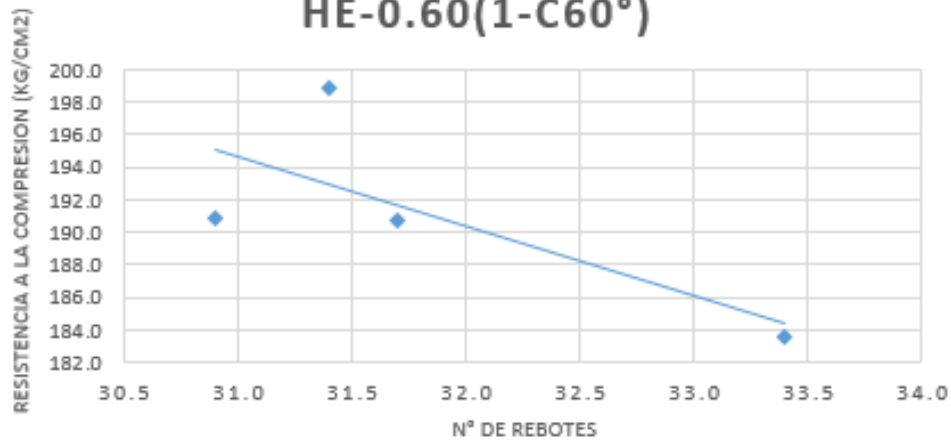
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.93.- Número de Rebotes HE - 0.65.

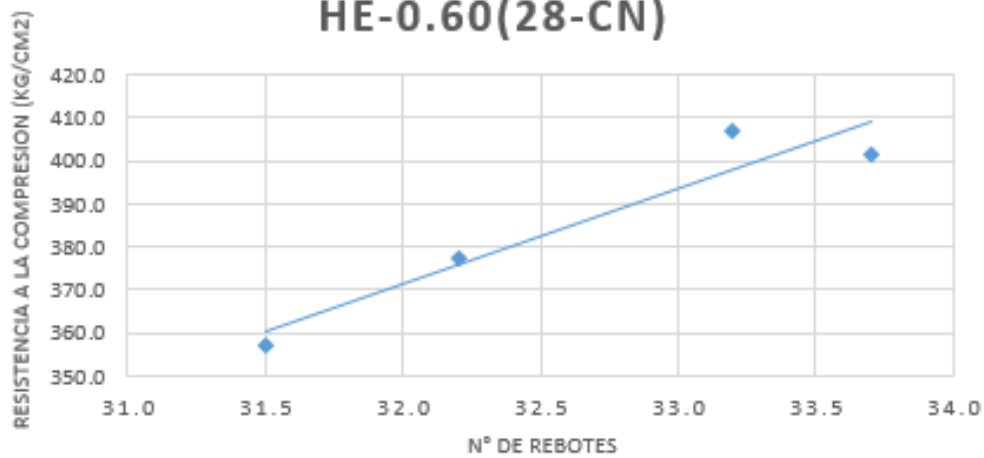
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(1-C60°)



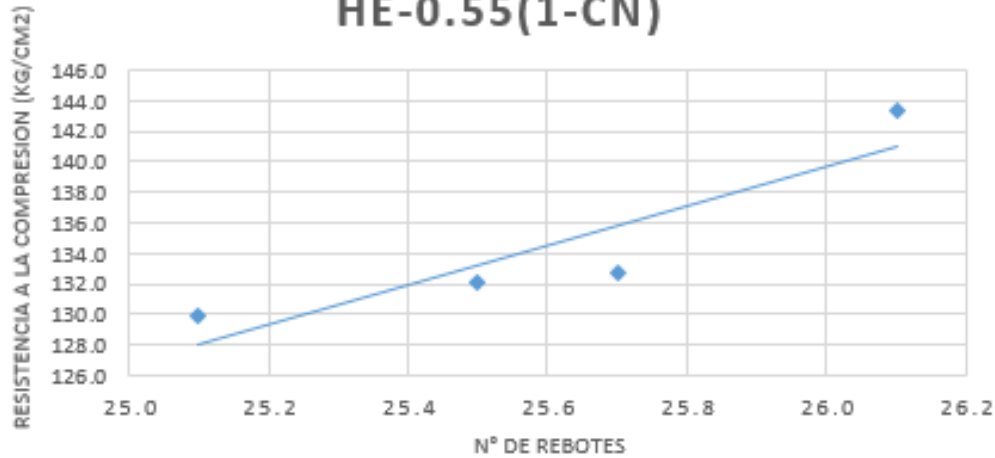
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(28-CN)



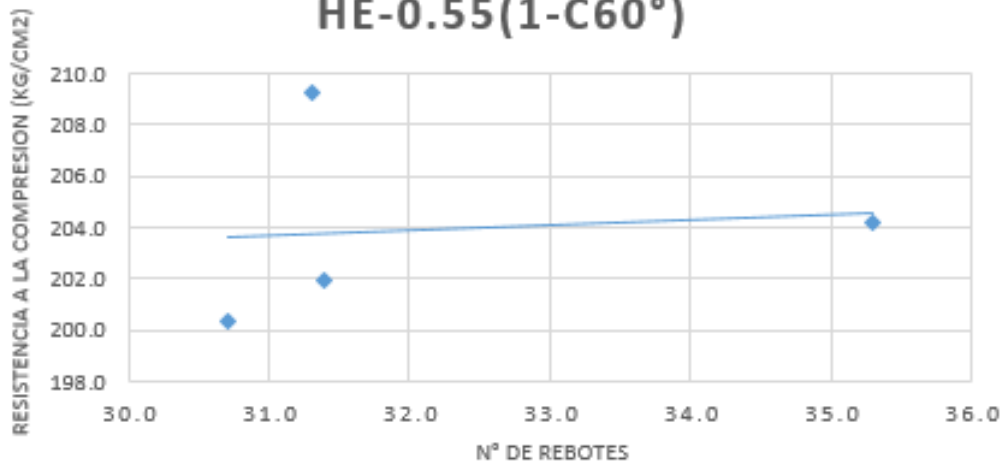
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.94.- Número de Rebotes HE - 0.60.

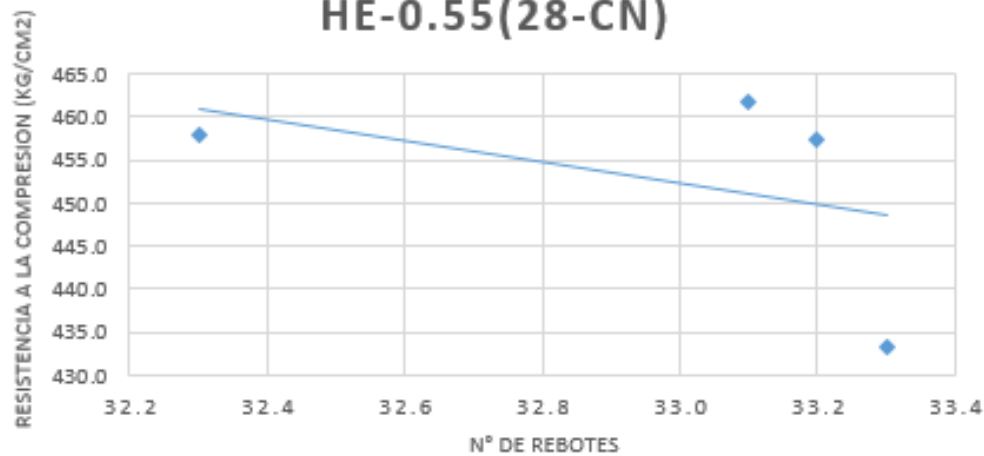
Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(1-CN)



Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(1-C60°)



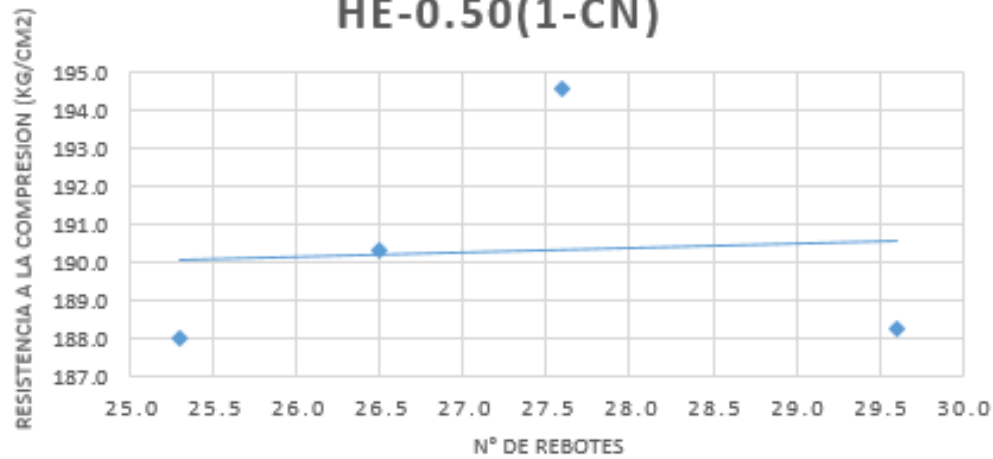
Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(28-CN)



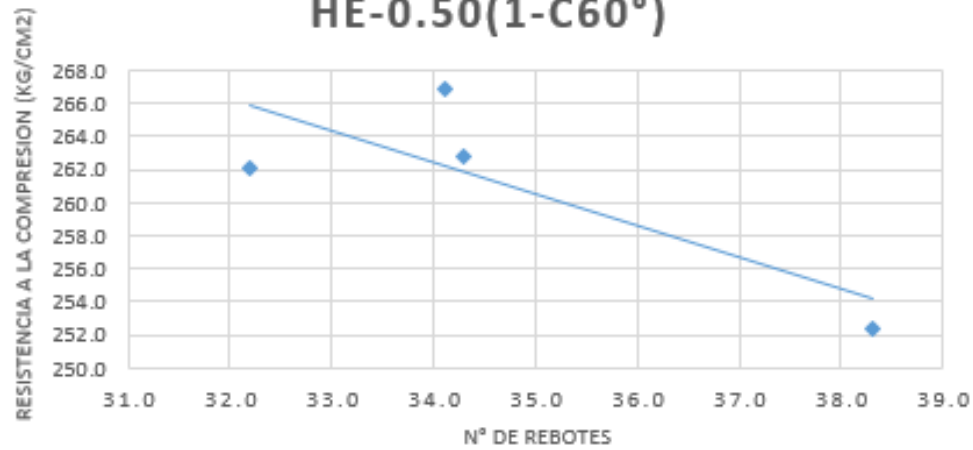
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.95.- Número de Rebotes HE - 0.55.

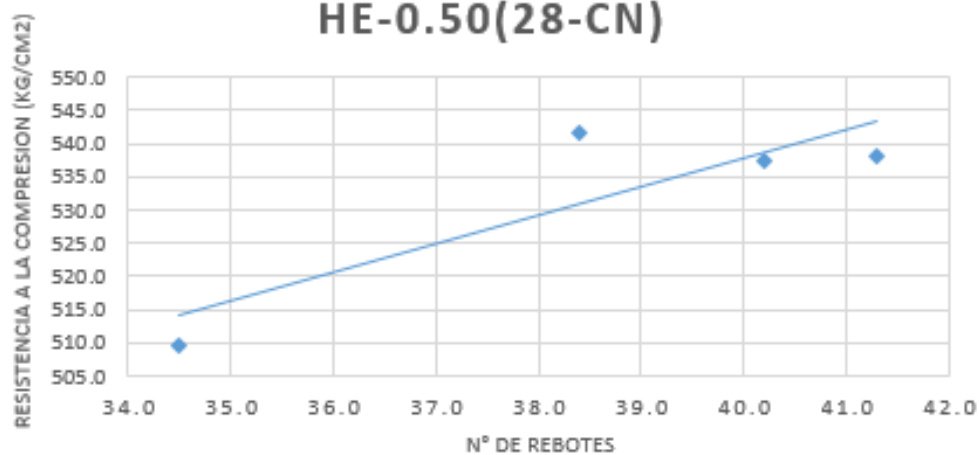
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(1-C60°)



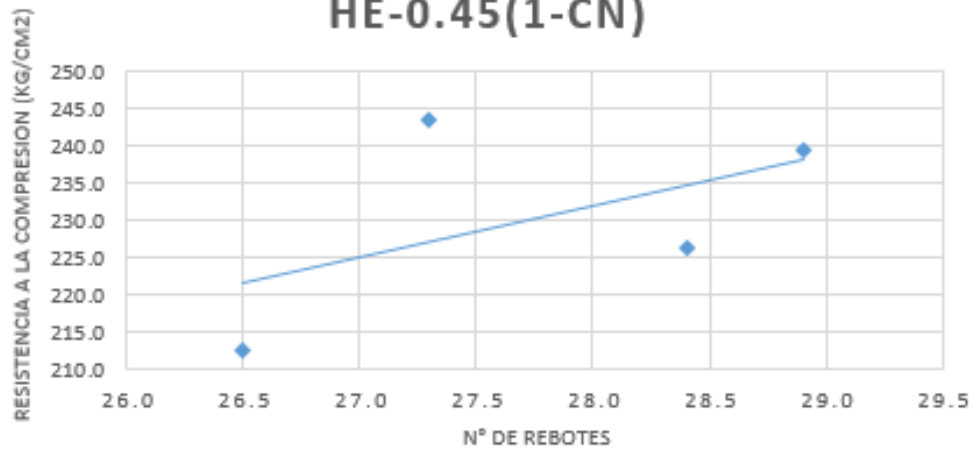
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(28-CN)



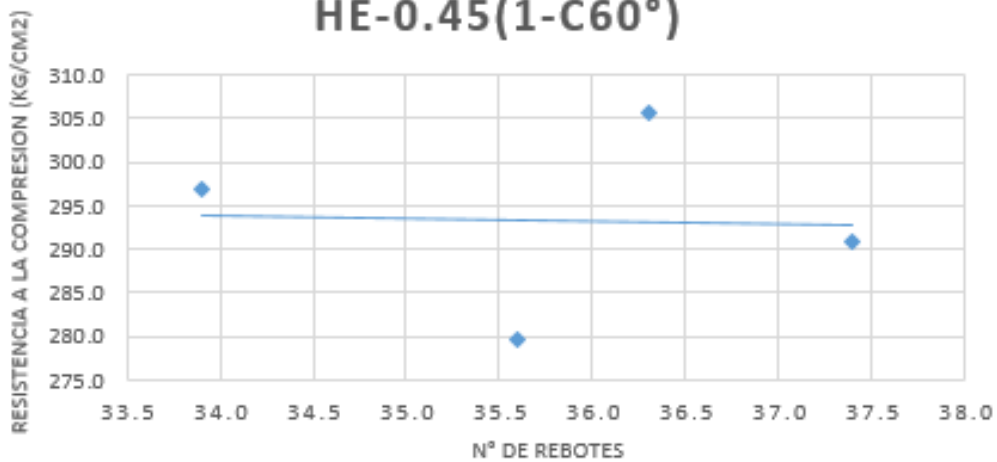
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.96.- Número de Rebotes HE - 0.50.

N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(1-C60°)



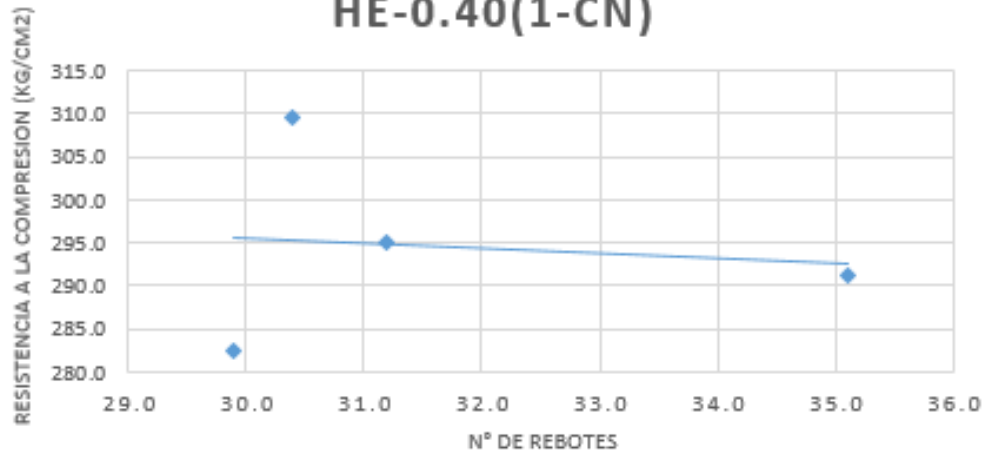
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(28-CN)



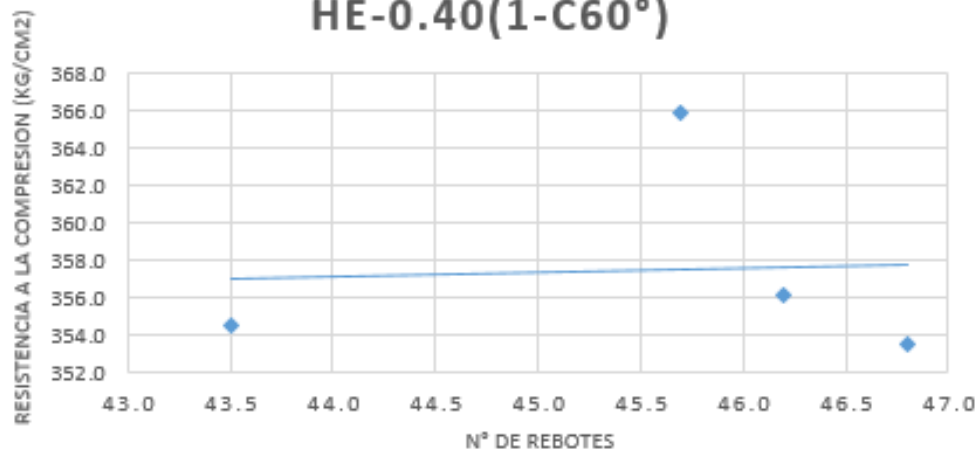
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.97.- Número de Rebotes HE - 0.45.

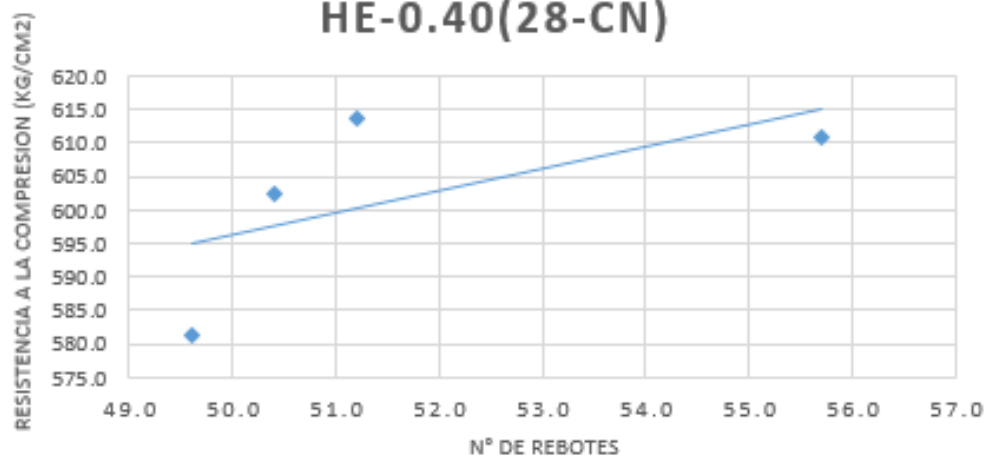
Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(1-CN)



Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(1-C60°)



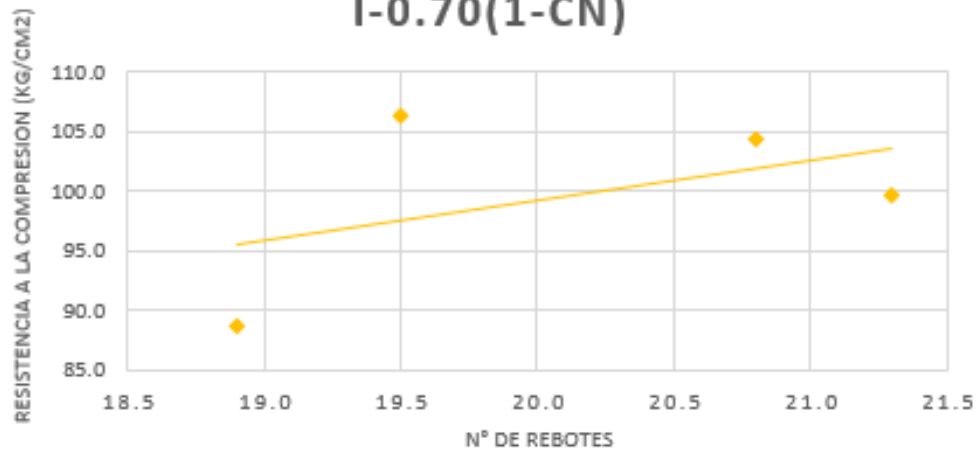
Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(28-CN)



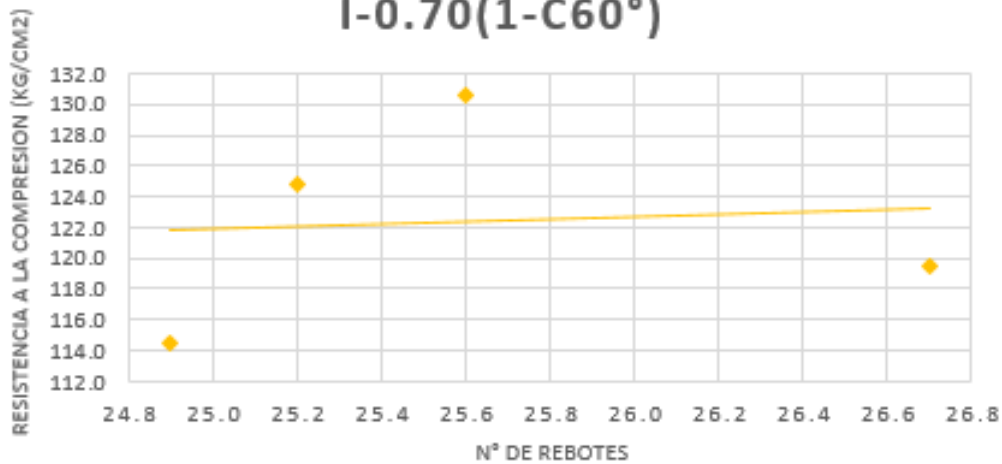
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.98.- Número de Rebotes HE - 0.40.

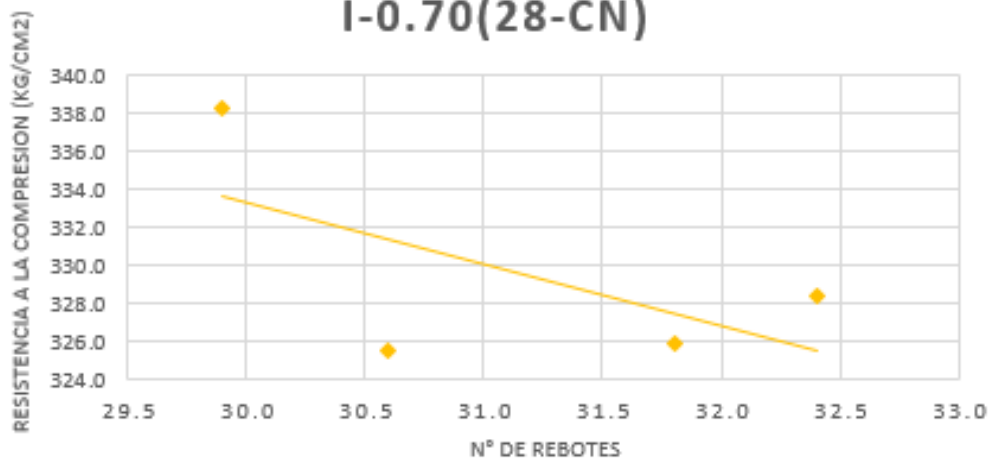
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.70(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.70(1-C60°)



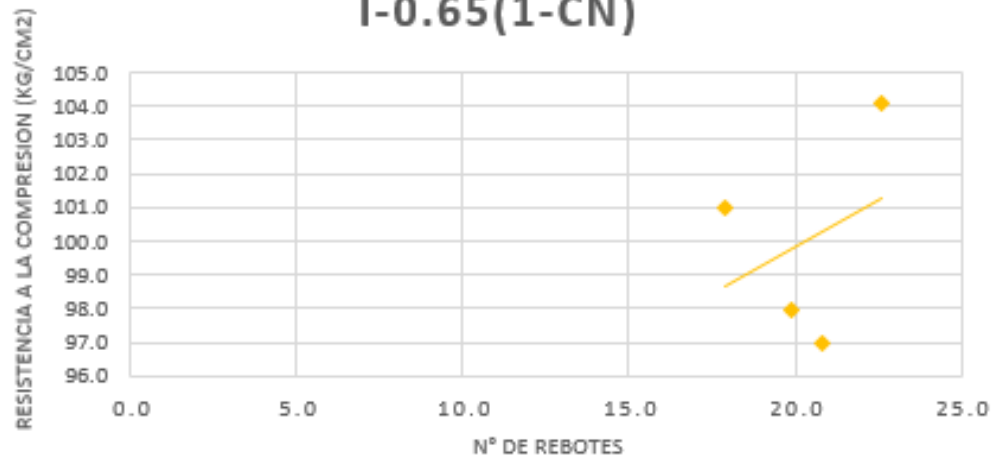
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.70(28-CN)



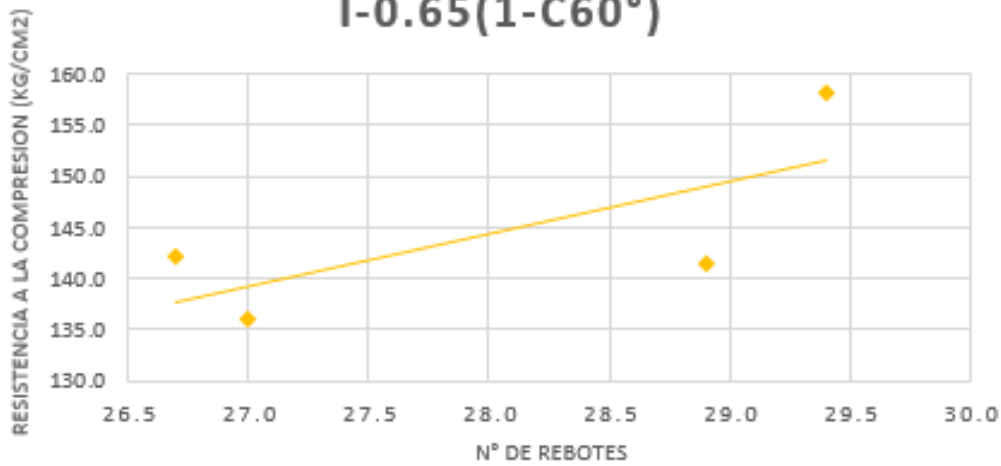
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.99.- Número de Rebotes I - 0.70.

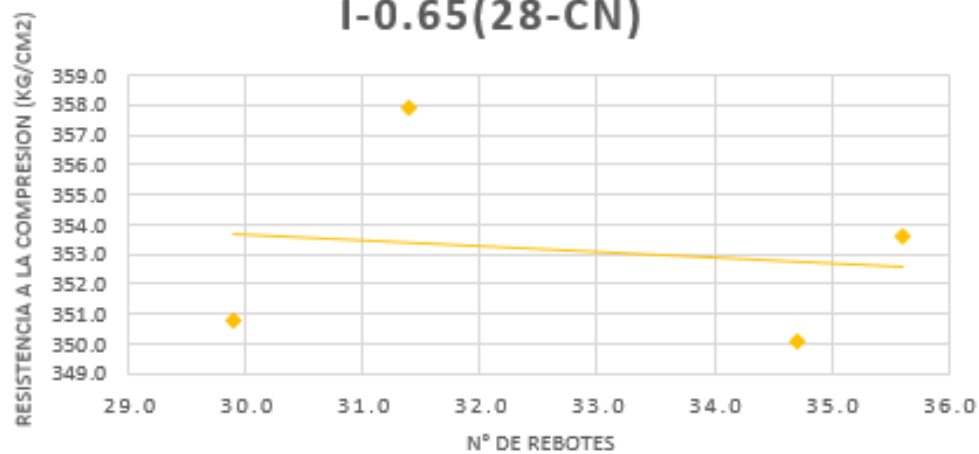
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.65(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.65(1-C60°)



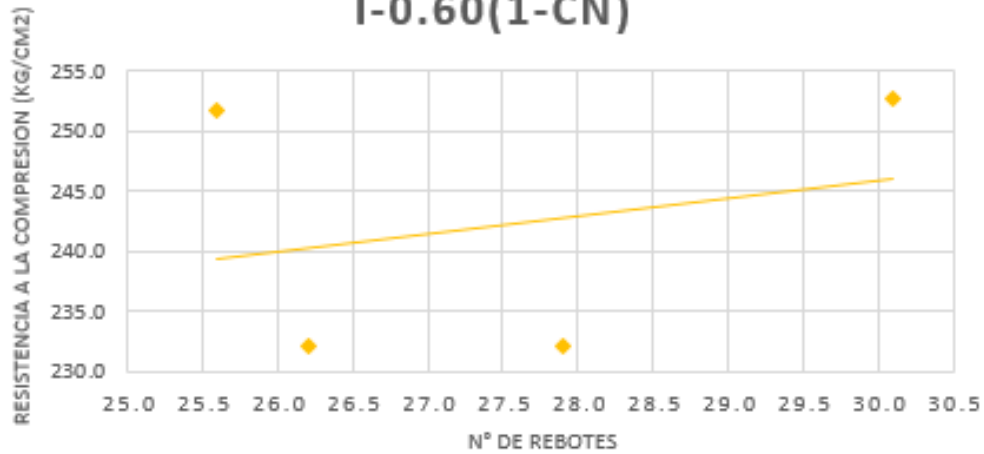
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.65(28-CN)



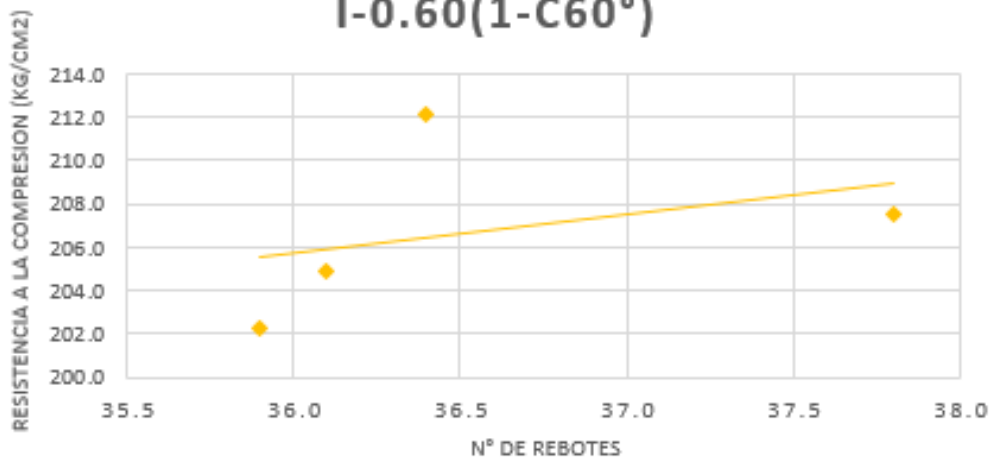
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.100.- Número de Rebotes I - 0.65.

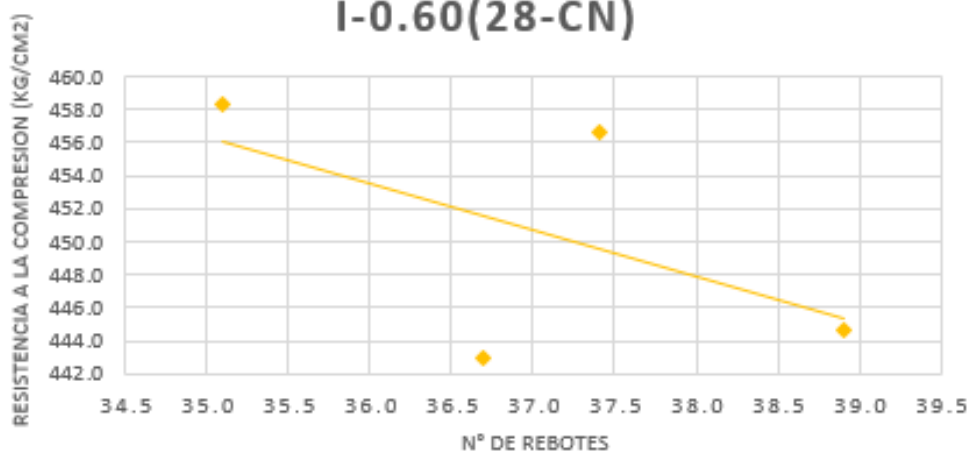
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.60(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.60(1-C60°)



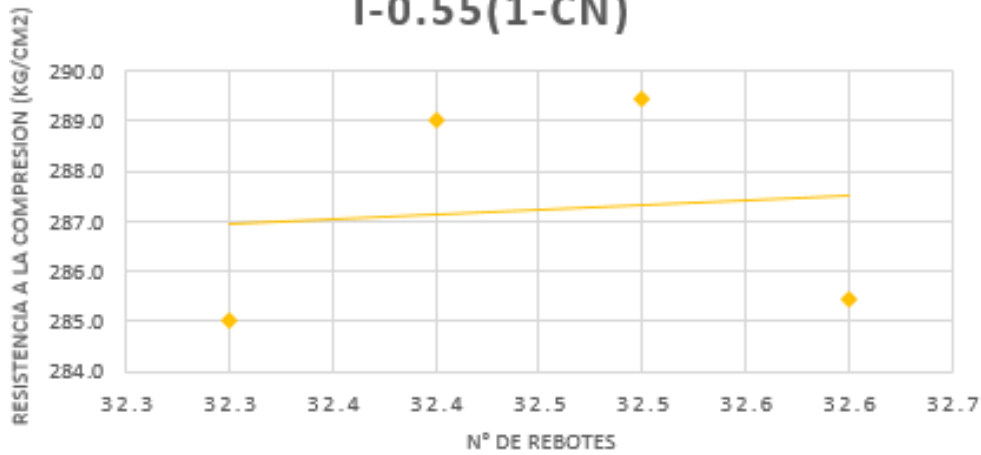
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.60(28-CN)



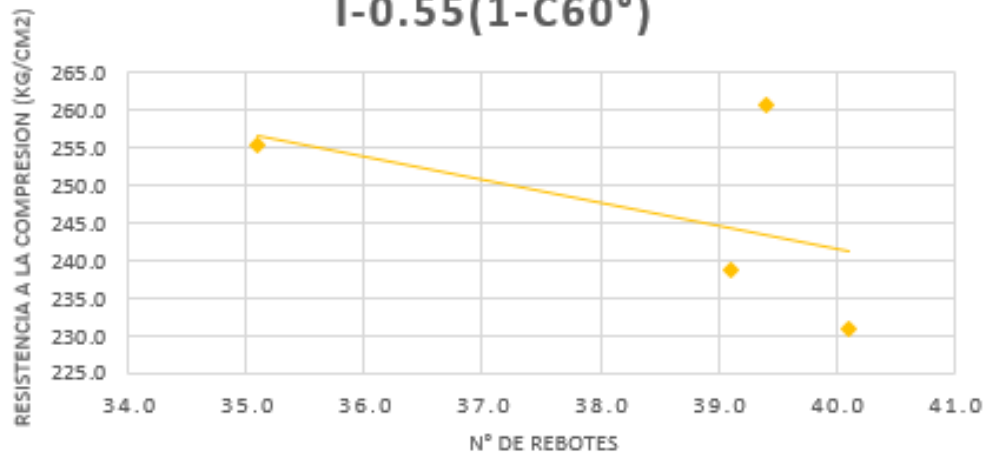
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.101.- Número de Rebotes I - 0.60.

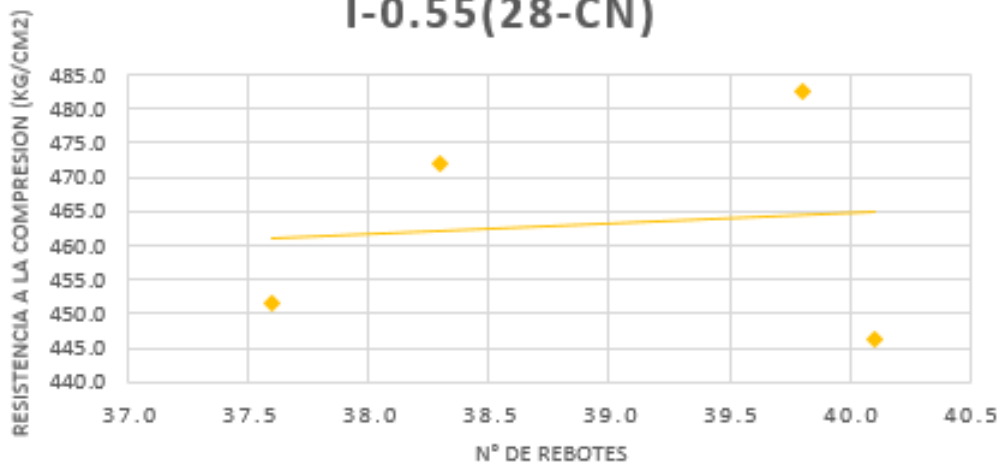
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-C60°)



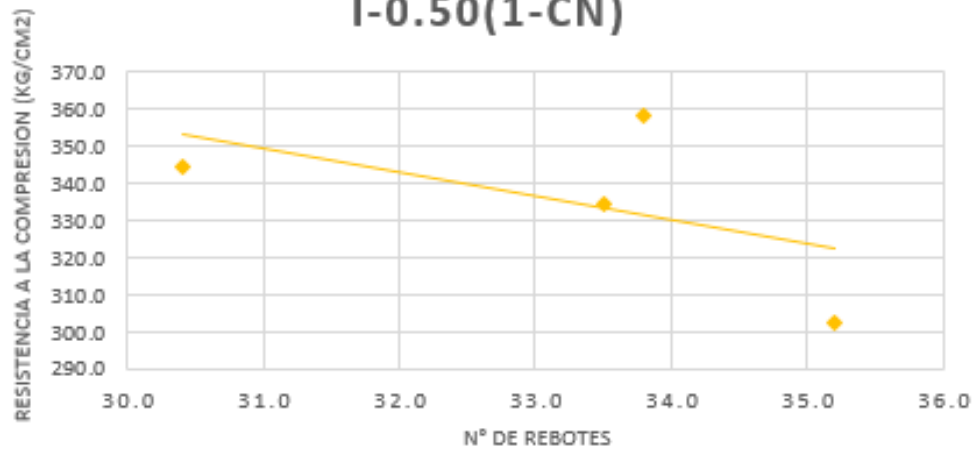
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(28-CN)



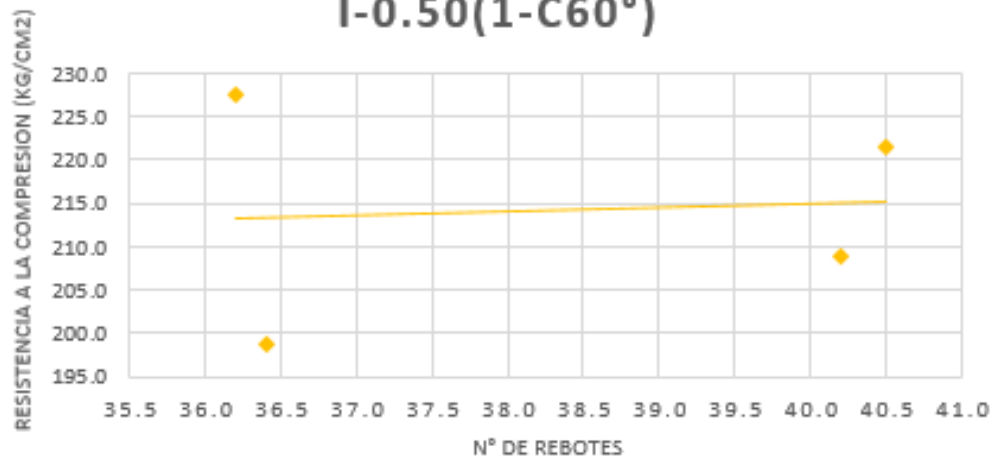
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.102.- Número de Rebotes I - 0.55.

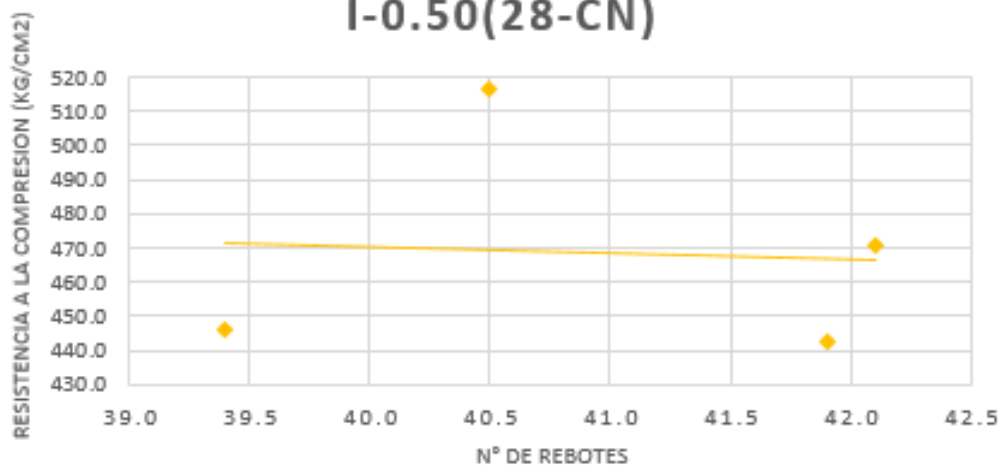
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-C60°)



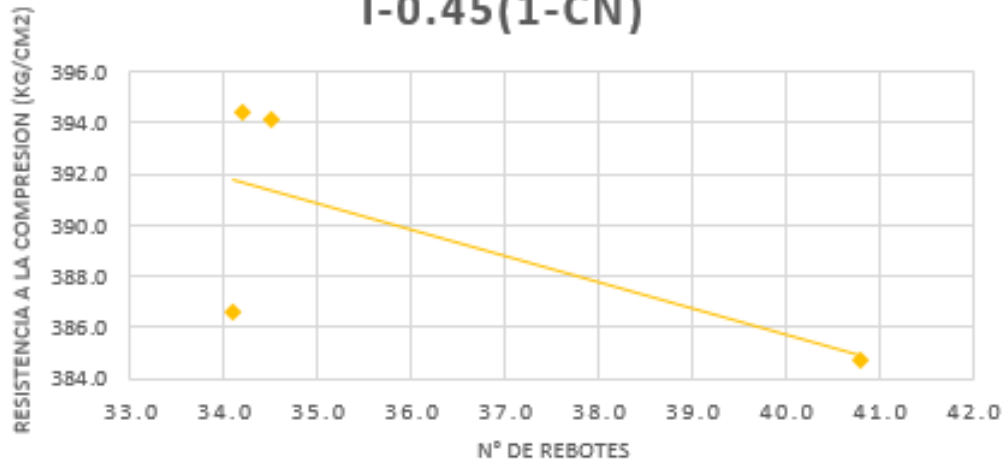
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(28-CN)



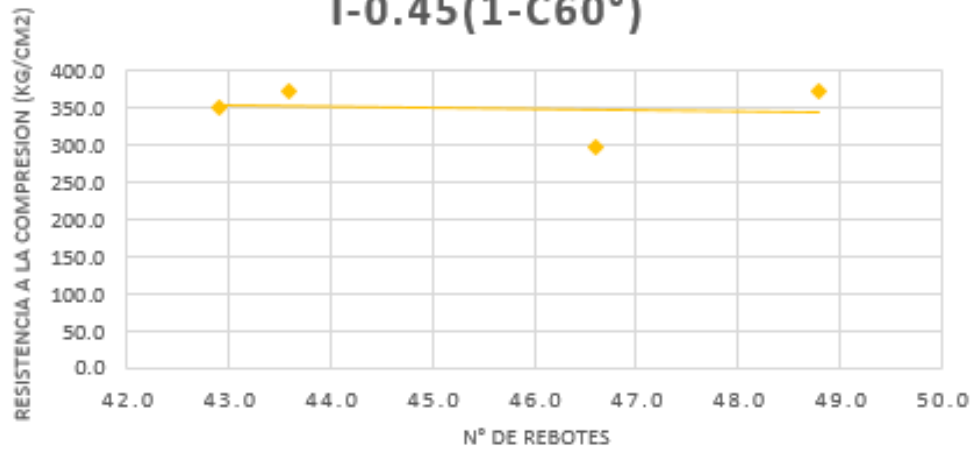
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.103.- Número de Rebotes I - 0.50.

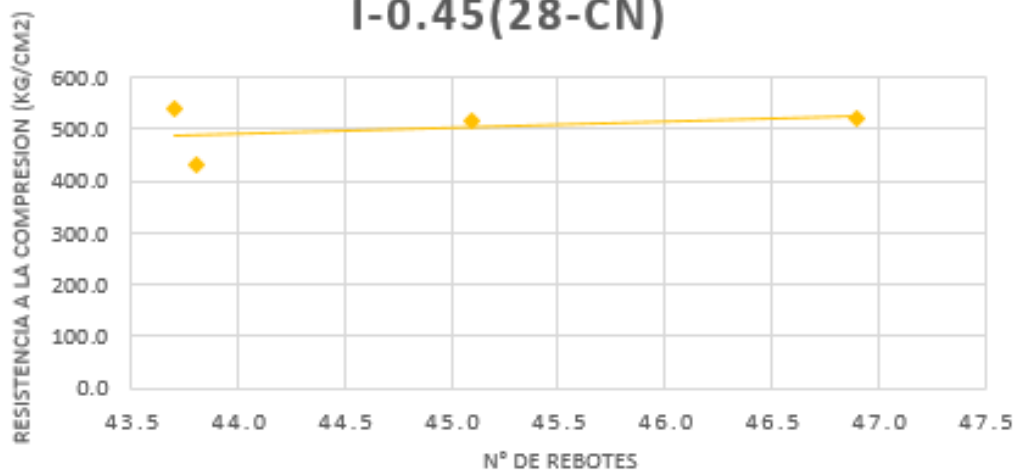
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.45(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.45(1-C60°)



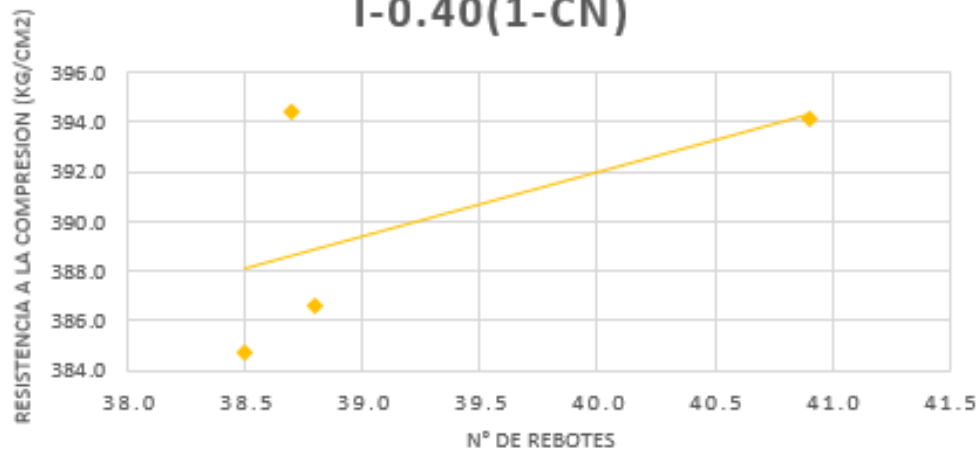
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.45(28-CN)



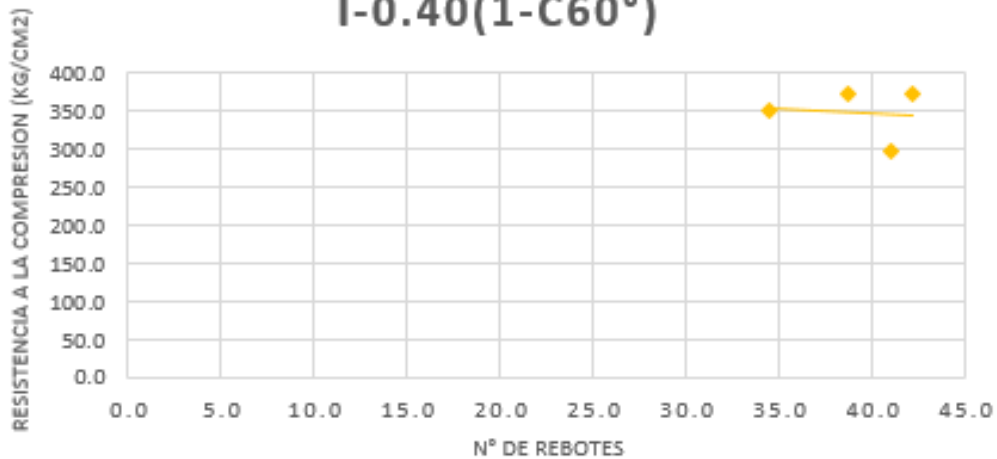
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.104.- Número de Rebotes I - 0.45.

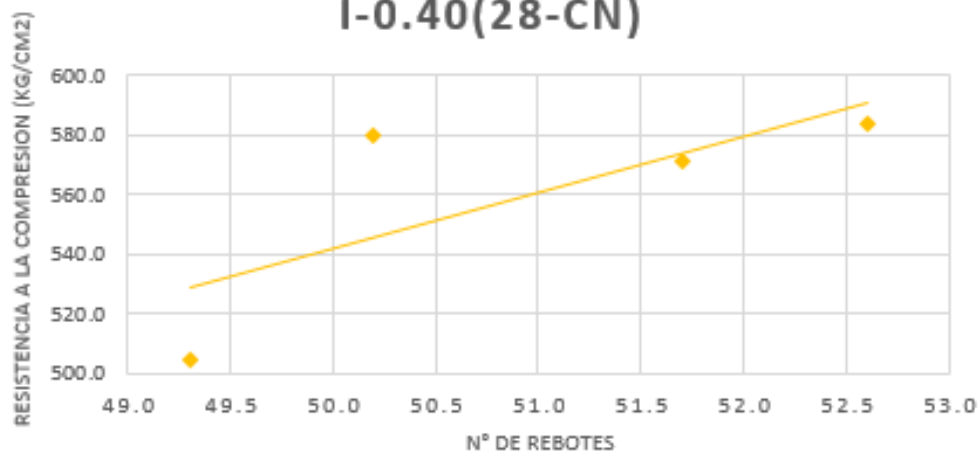
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.40(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.40(1-C60°)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.40(28-CN)

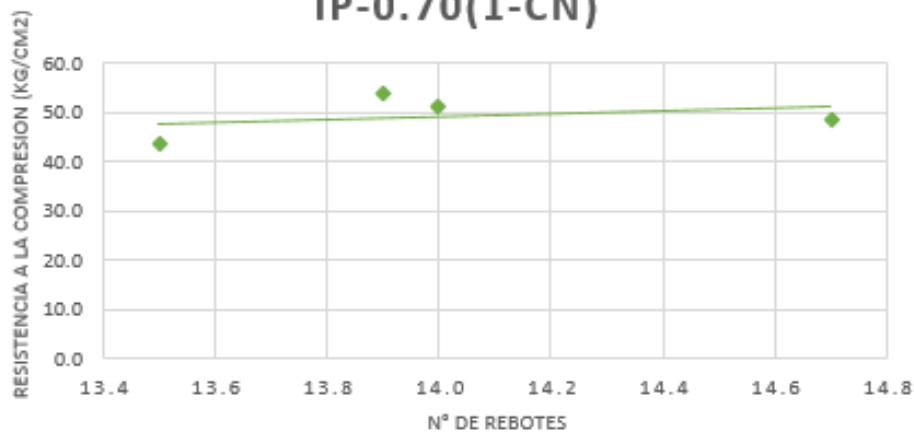


Fuente: Elaboración Propia

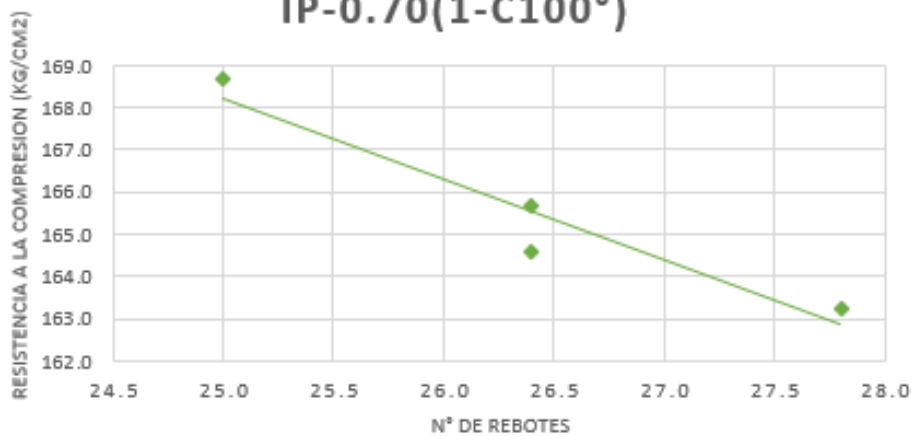
Figura 5.105.- Número de Rebotes I - 0.40.

- A 100°C

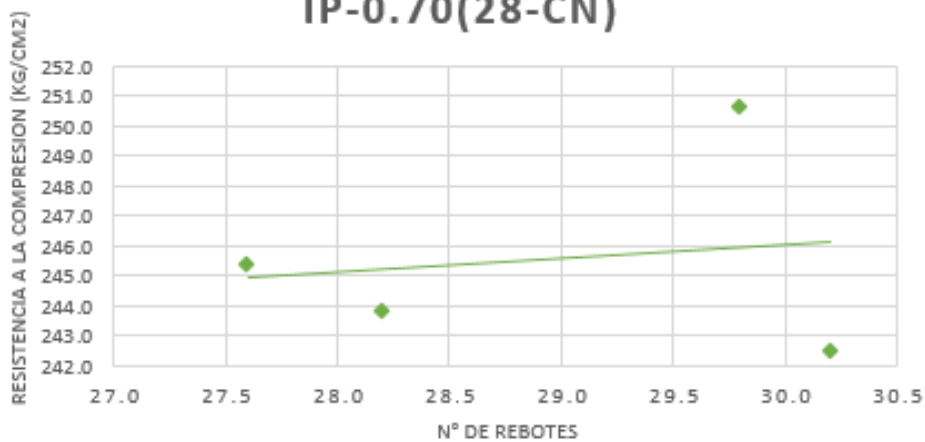
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(1-CN)**



**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(1-C100°)**



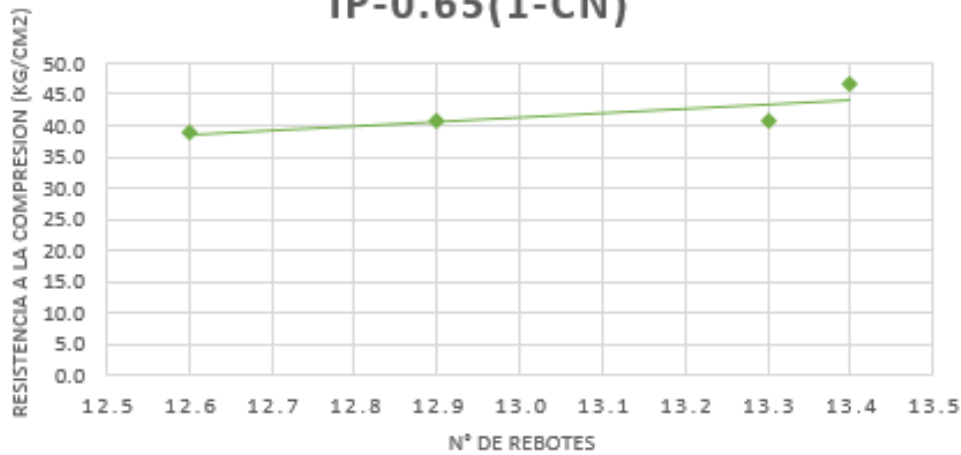
**N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C
IP-0.70(28-CN)**



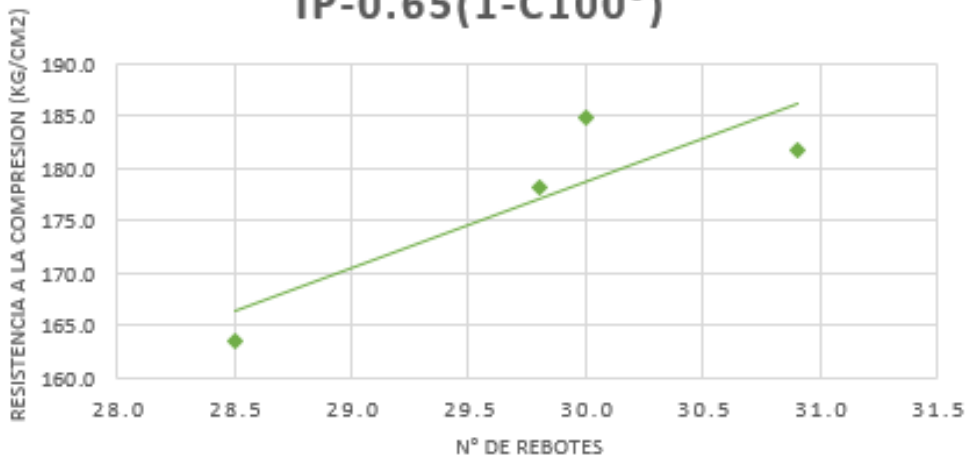
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.106.- Número de Rebotes IP - 0.70.

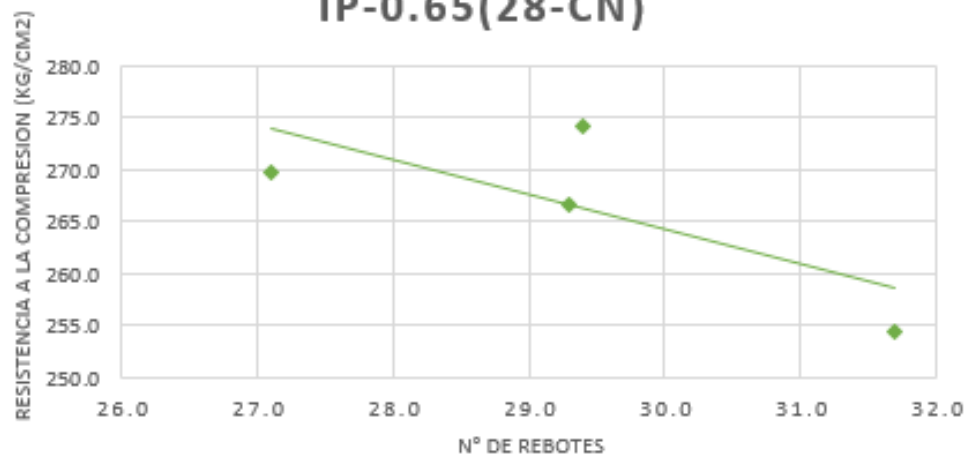
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(1-C100°)



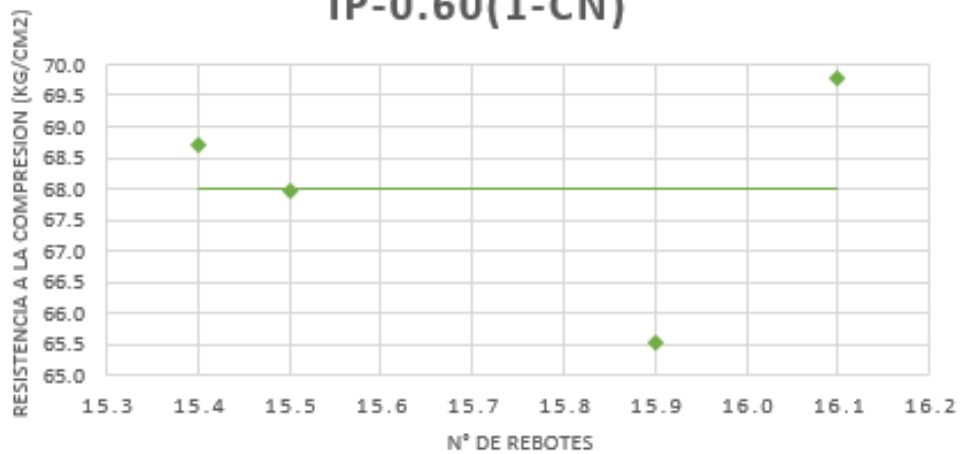
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.65(28-CN)



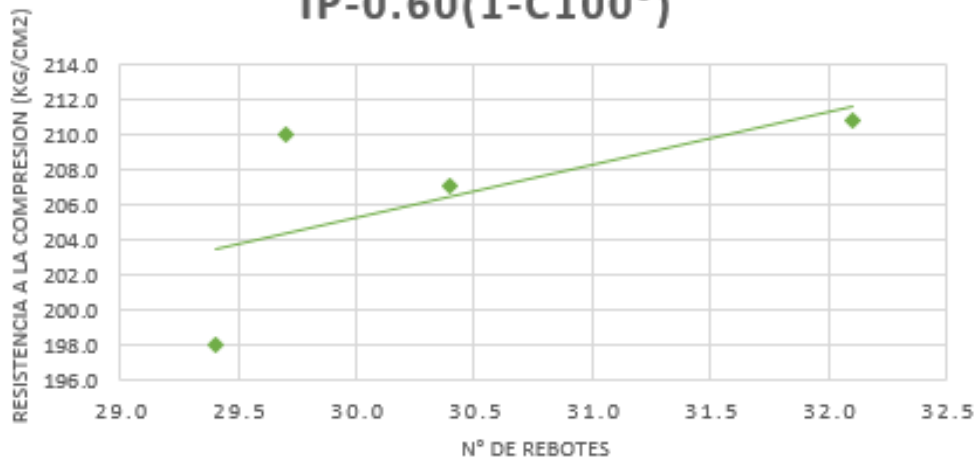
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.107.- Número de Rebotes IP - 0.65.

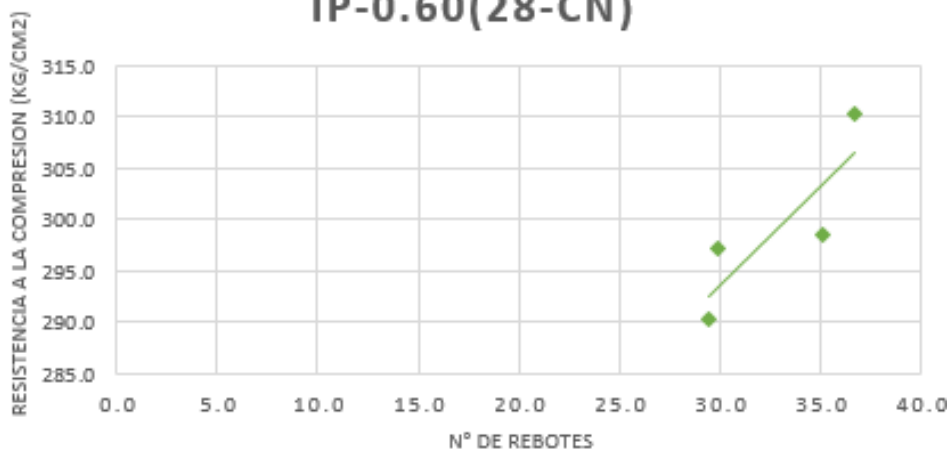
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(1-C100°)



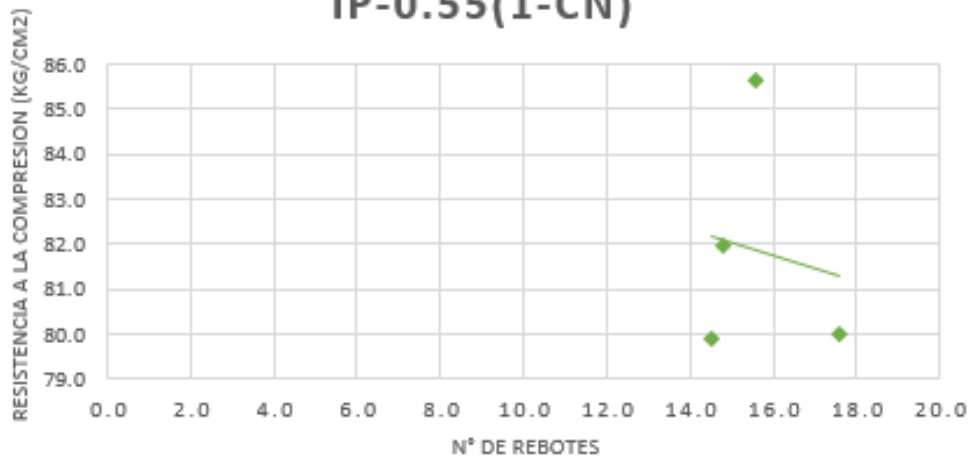
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.60(28-CN)



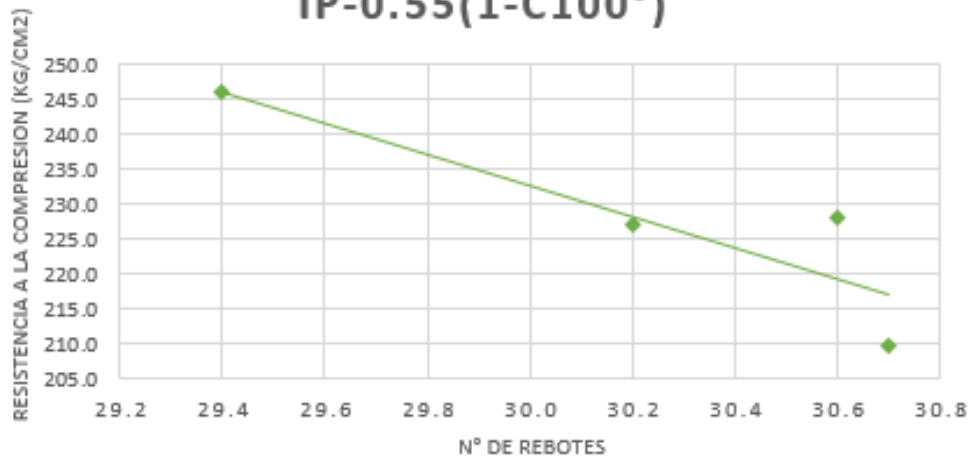
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.108.- Número de Rebotes IP - 0.60.

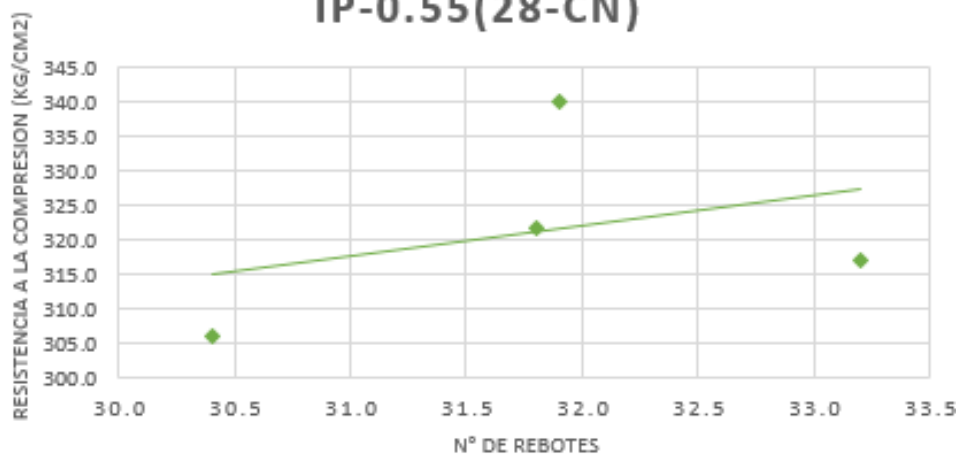
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(1-C100°)



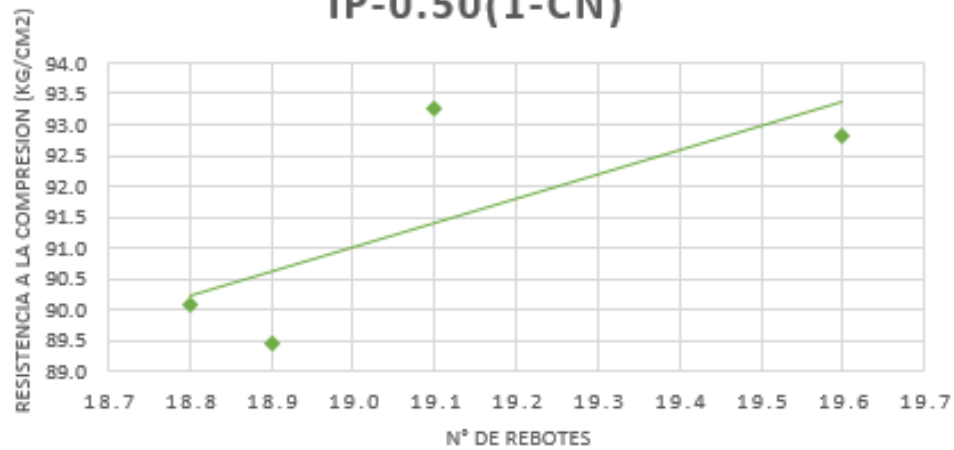
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.55(28-CN)



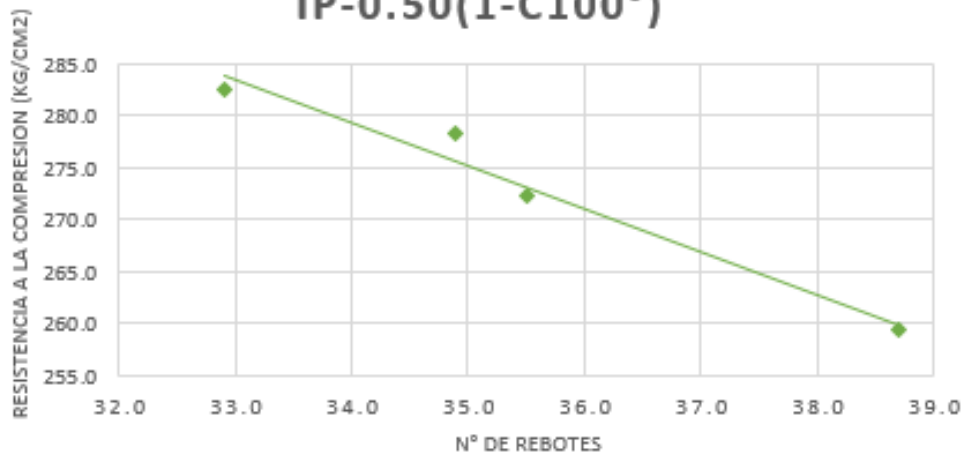
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.109.- Número de Rebotes IP - 0.55.

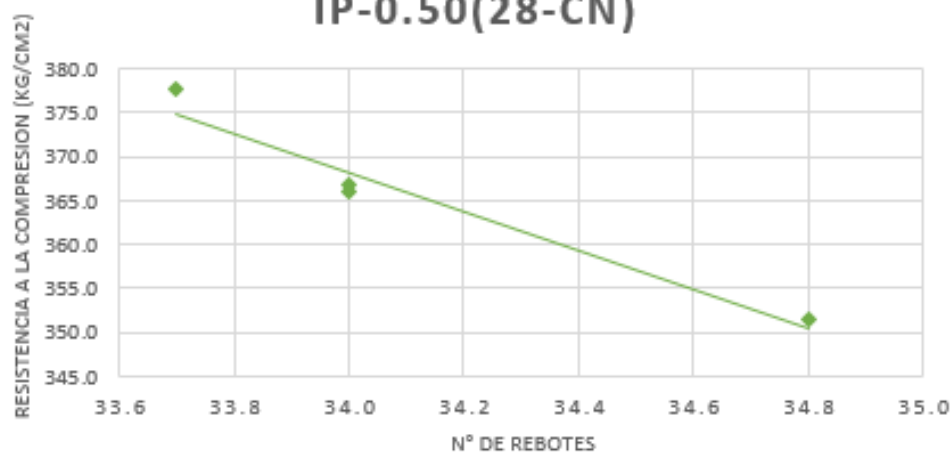
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(1-C100°)



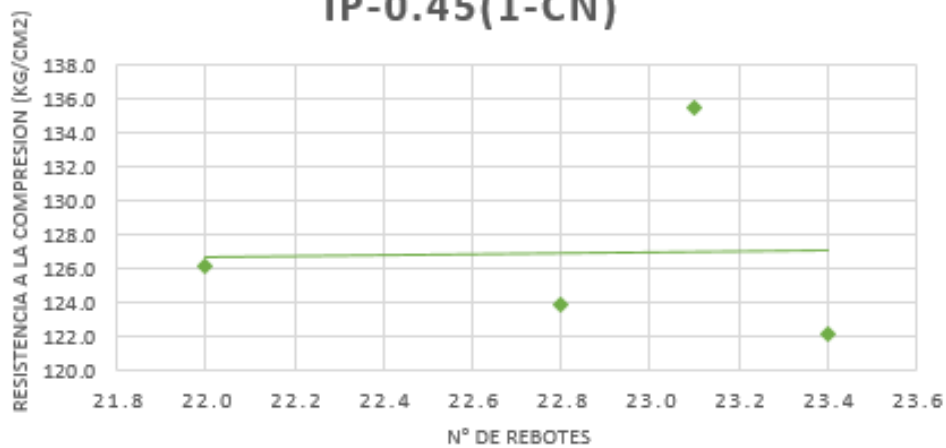
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.50(28-CN)



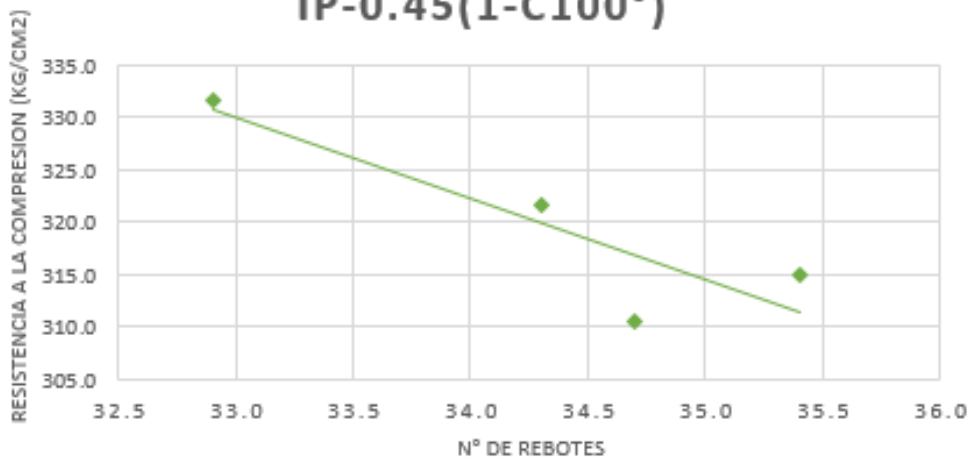
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.110.- Número de Rebotes IP - 0.50.

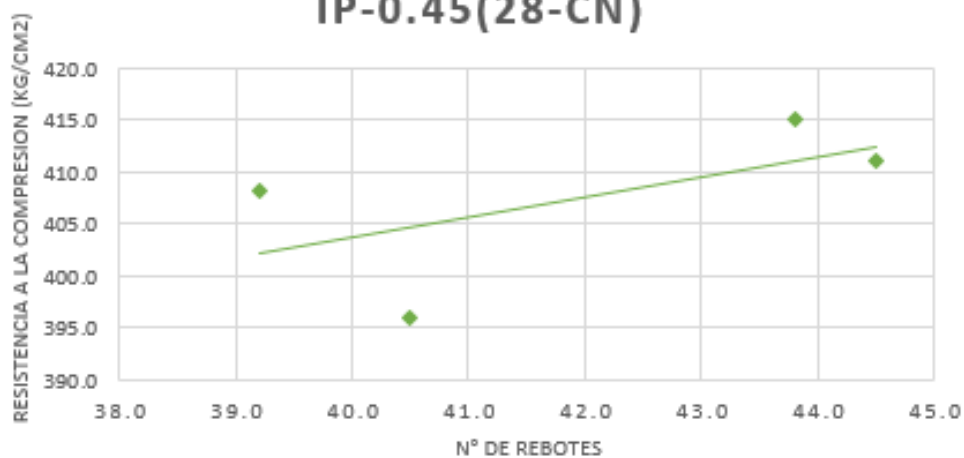
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(1-C100°)



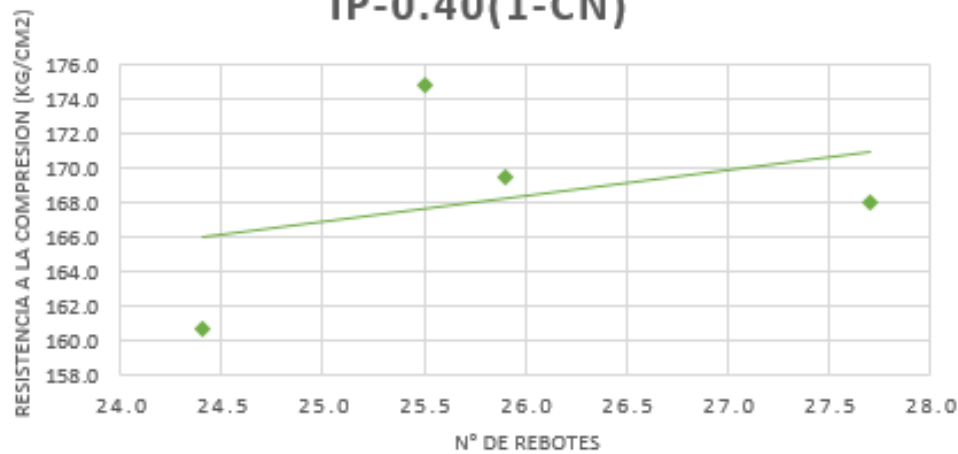
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.45(28-CN)



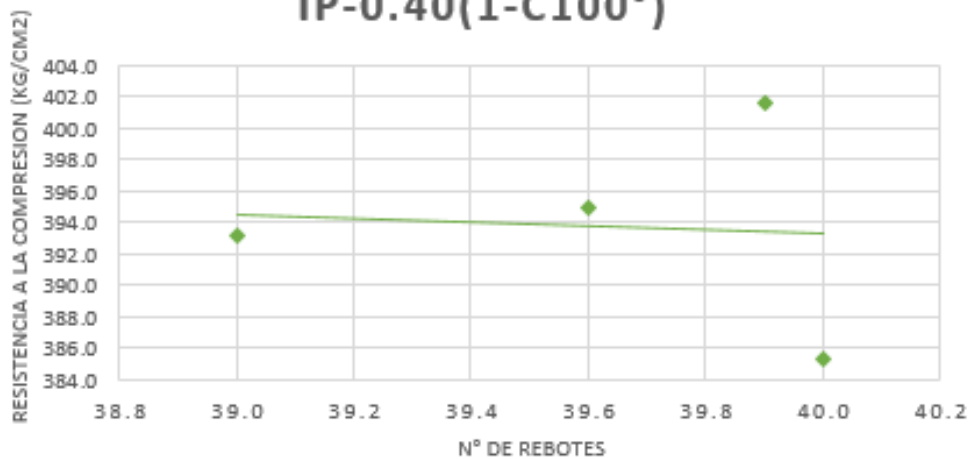
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.111.- Número de Rebotes IP - 0.45.

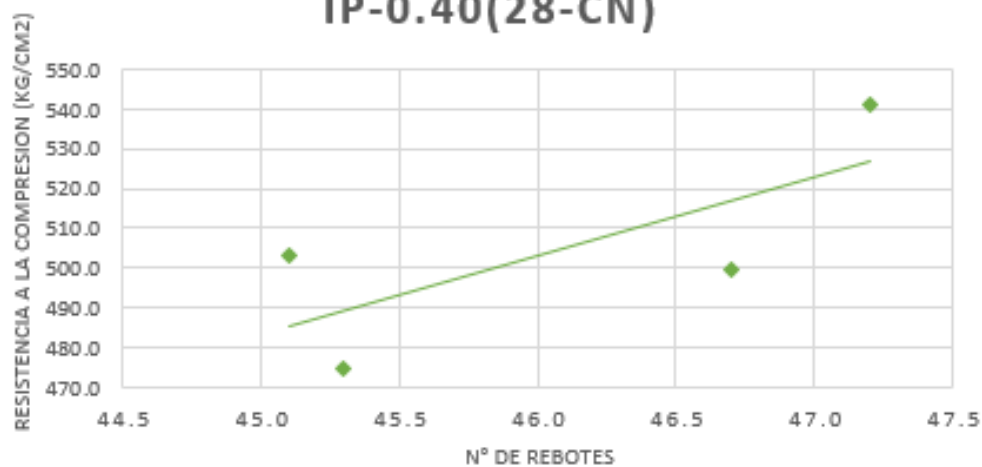
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(1-C100°)



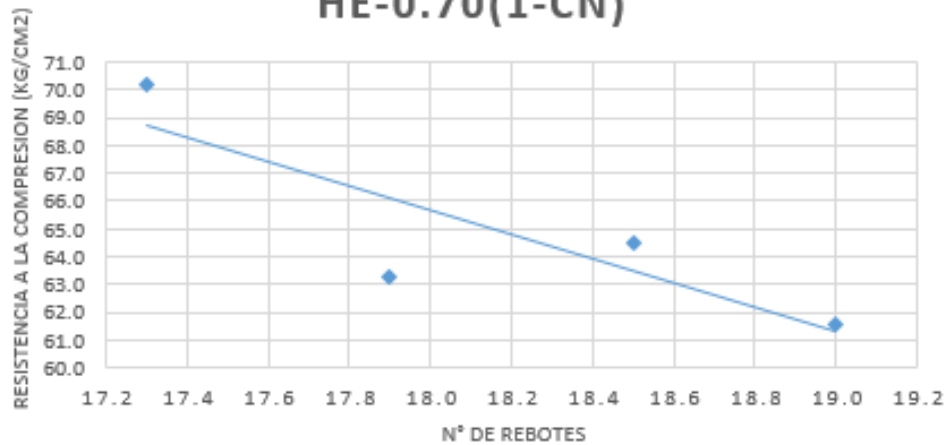
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C IP-0.40(28-CN)



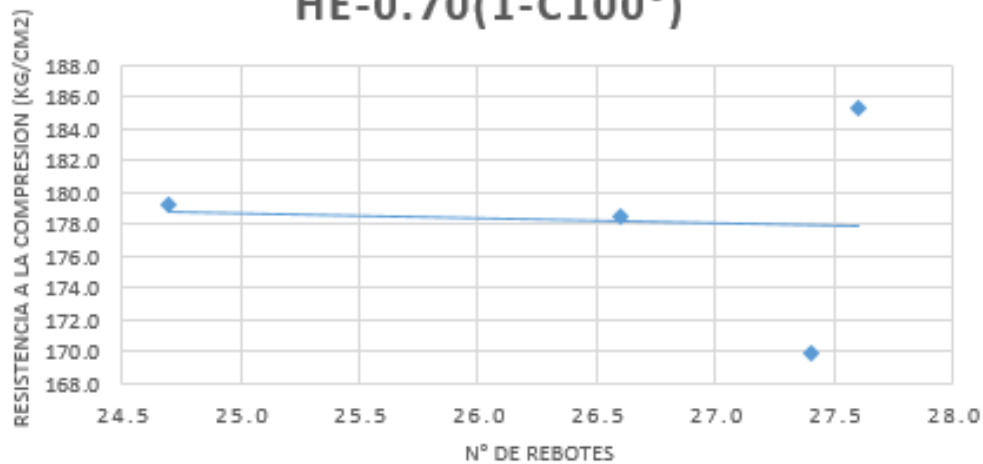
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.112.- Número de Rebotes IP - 0.40.

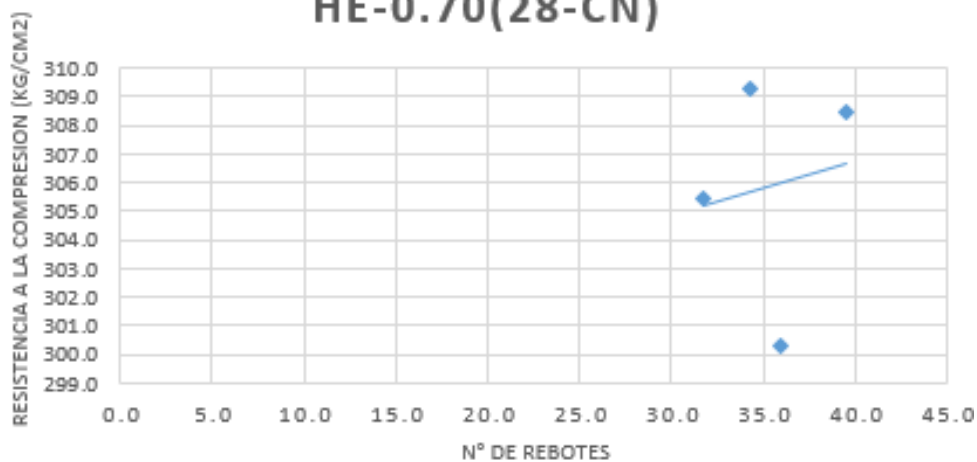
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(1-C100°)



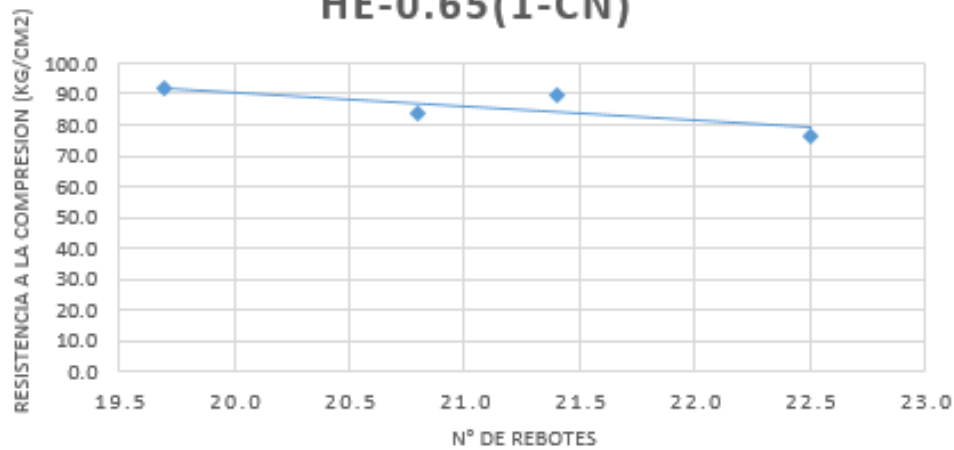
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.70(28-CN)



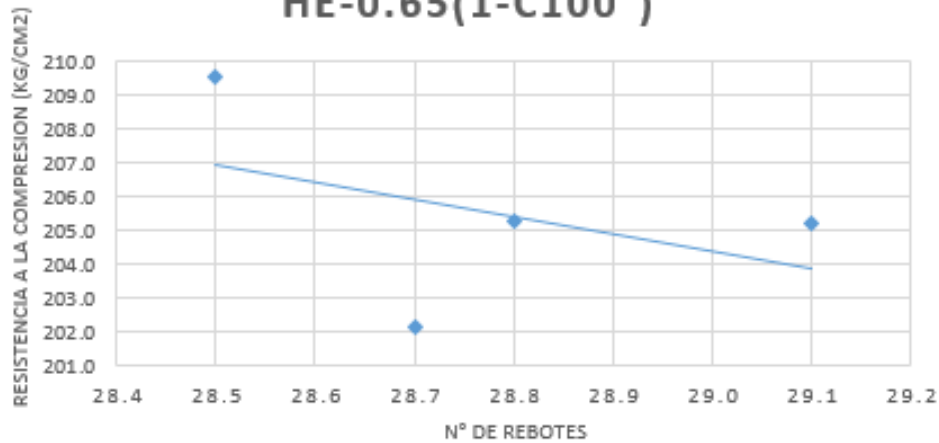
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.113.- Número de Rebotes HE - 0.70.

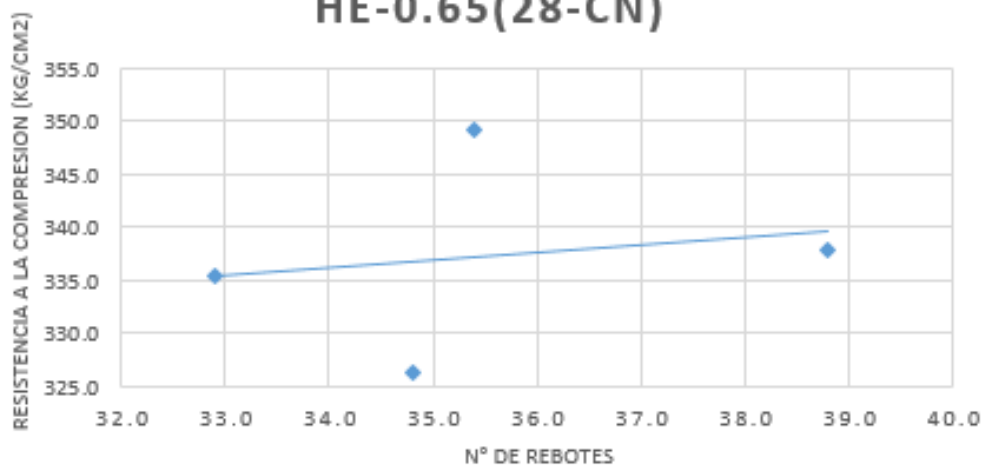
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(1-C100°)



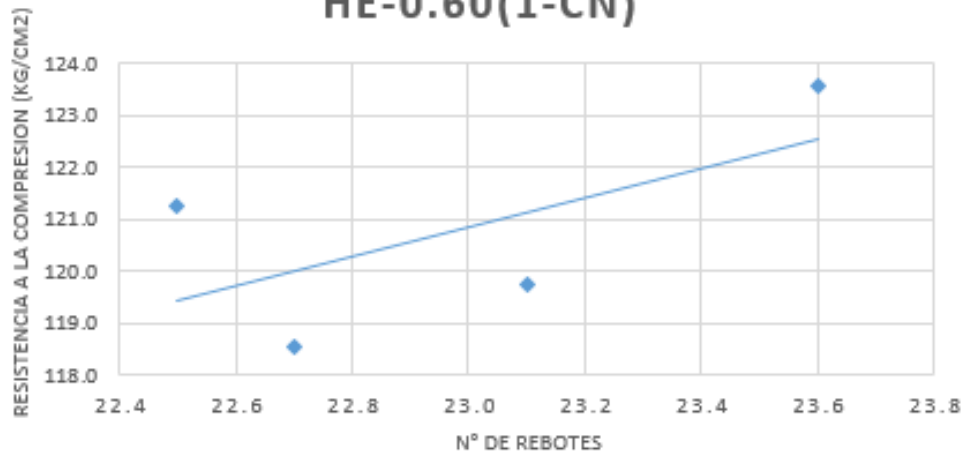
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.65(28-CN)



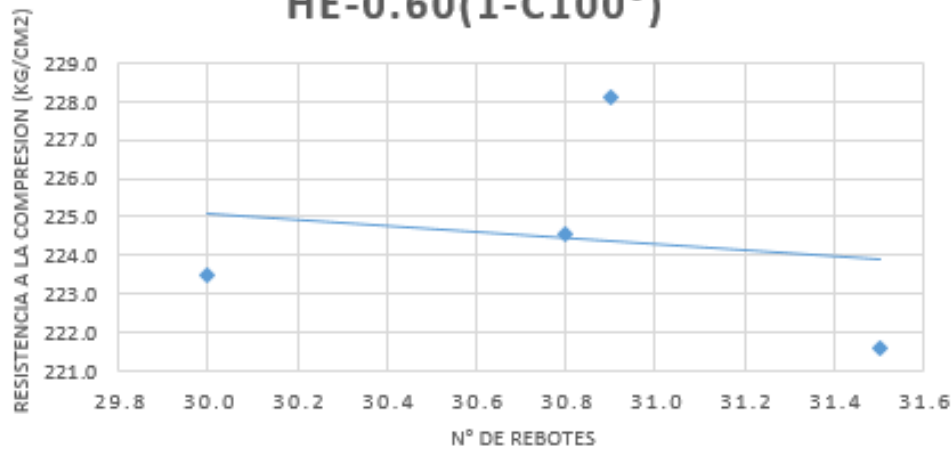
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.114.- Número de Rebotes HE - 0.65.

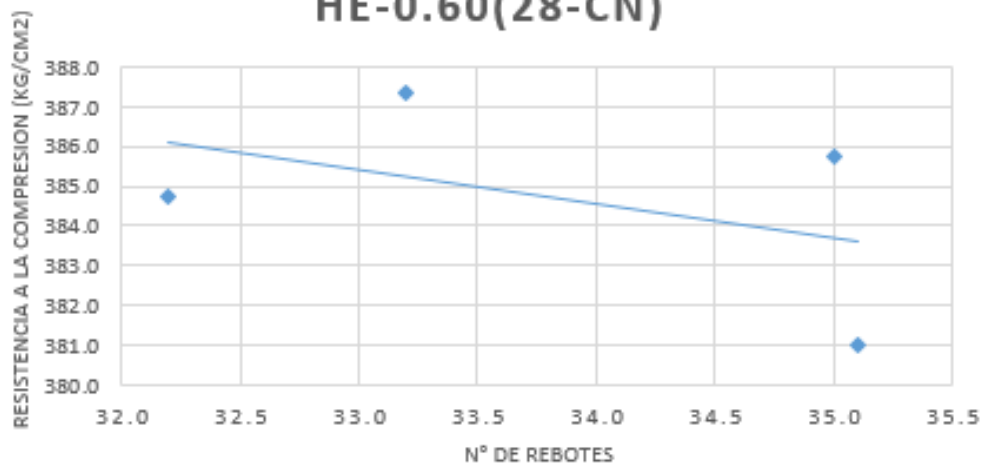
Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(1-CN)



Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(1-C100°)



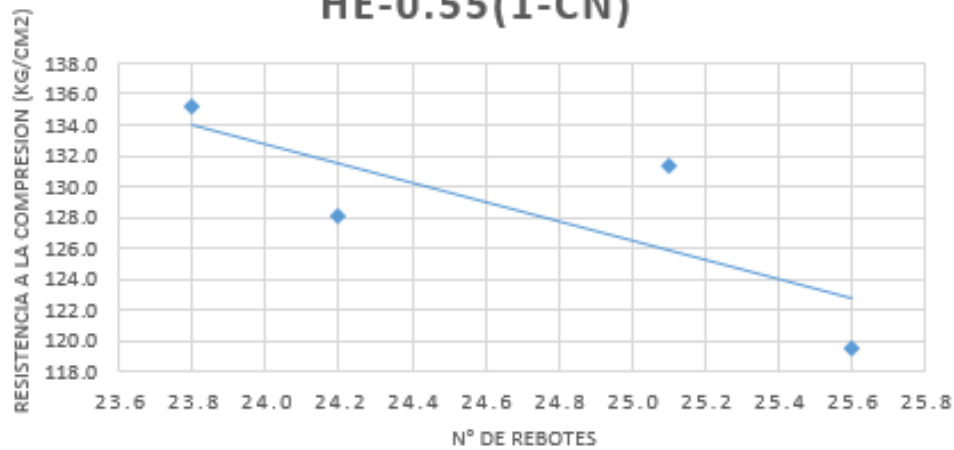
Nº DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.60(28-CN)



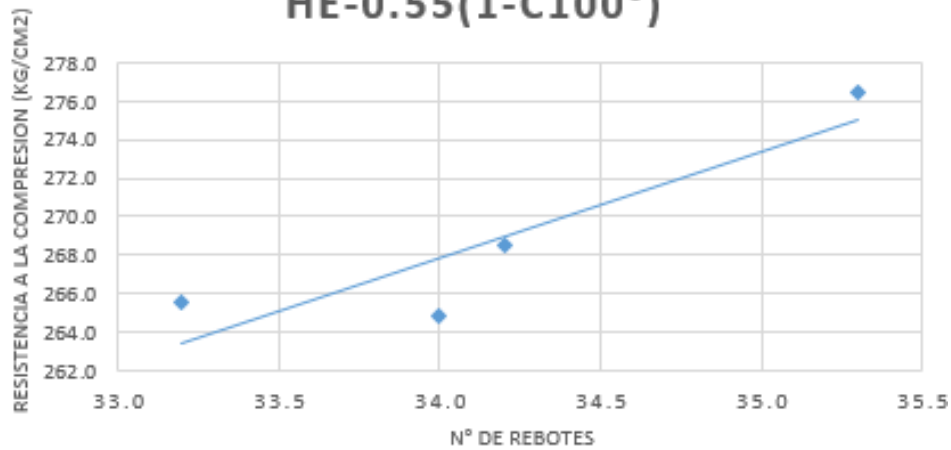
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.115.- Número de Rebotes HE - 0.60.

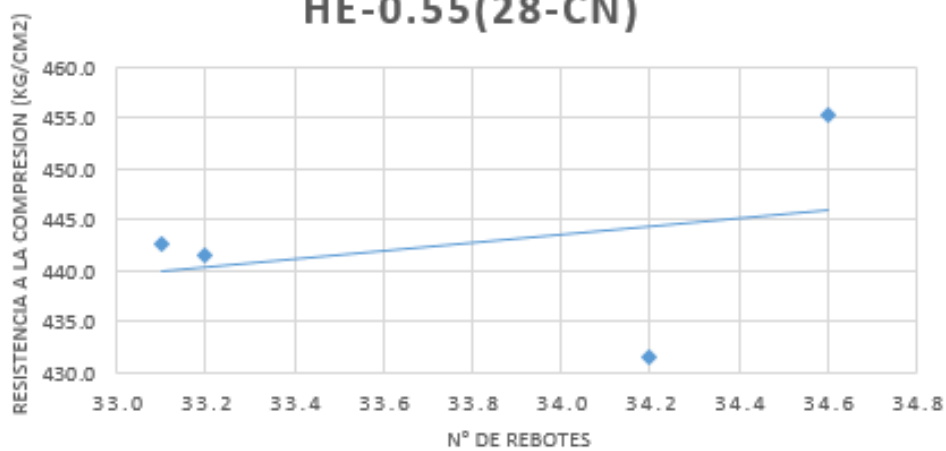
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(1-C100°)



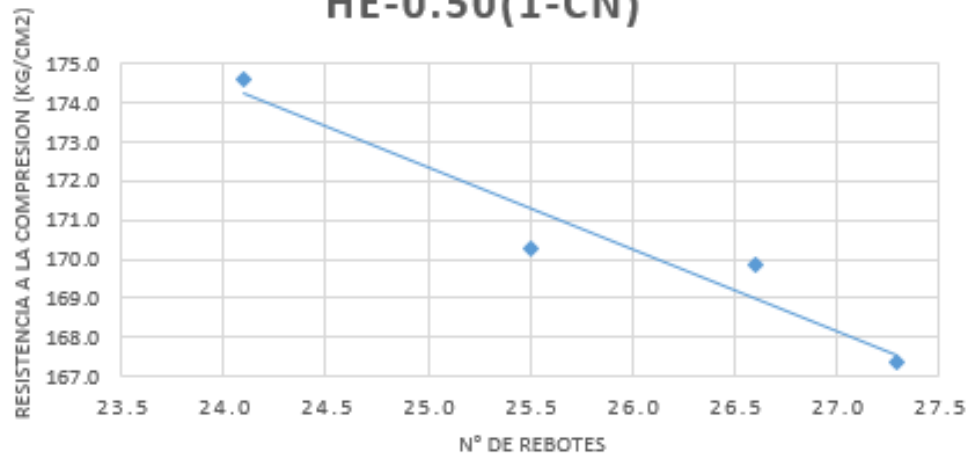
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.55(28-CN)



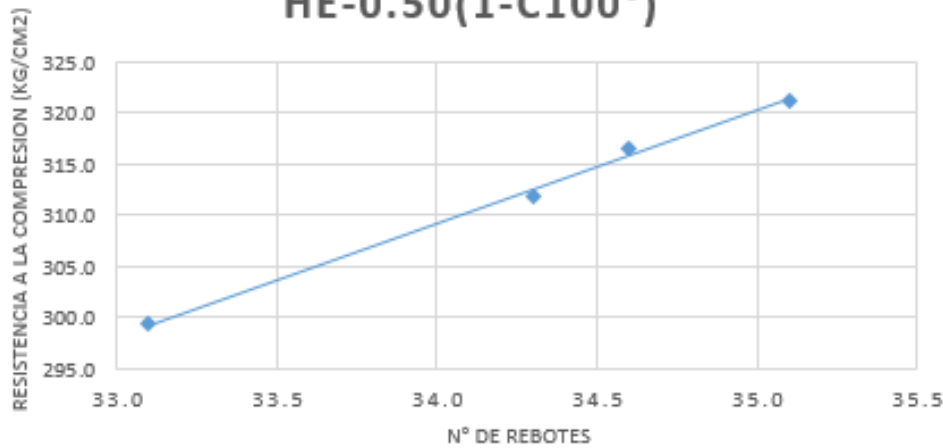
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.116.- Número de Rebotes HE - 0.55.

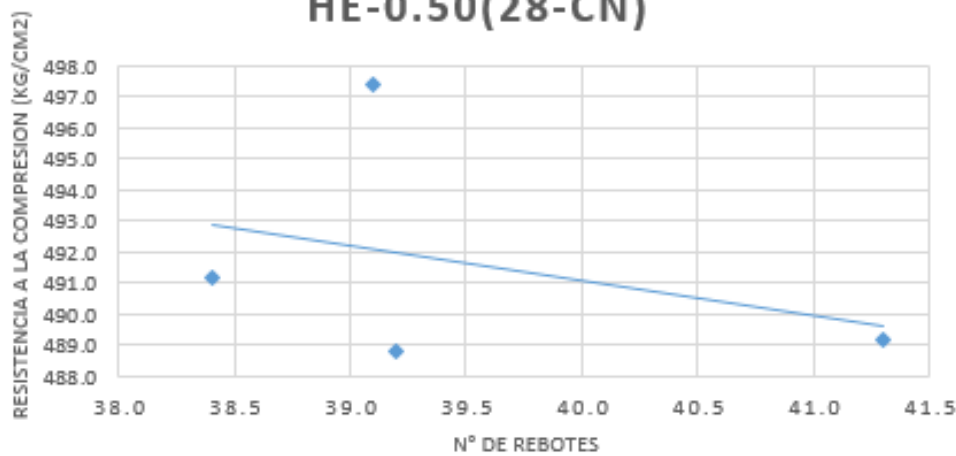
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(1-C100°)



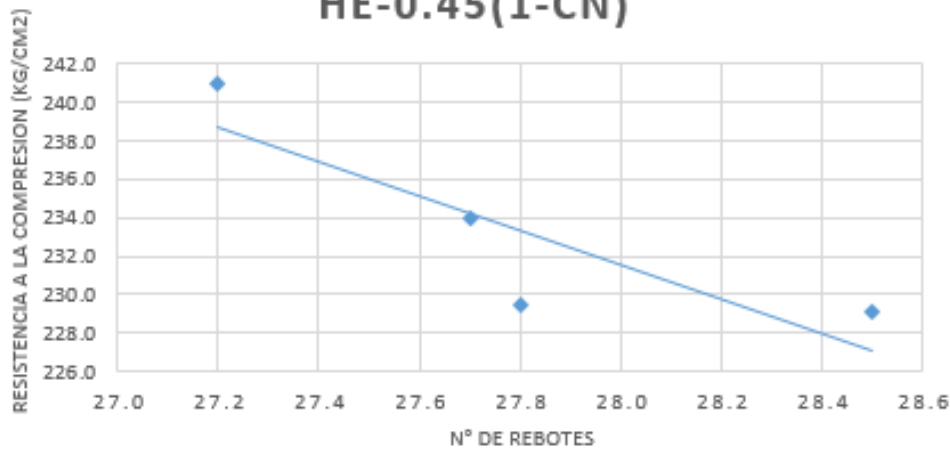
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.50(28-CN)



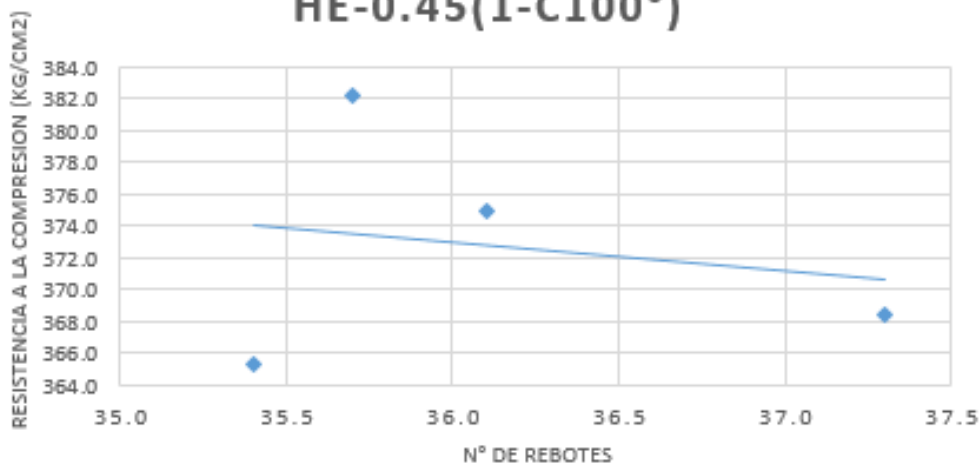
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.117.- Número de Rebotes HE - 0.50.

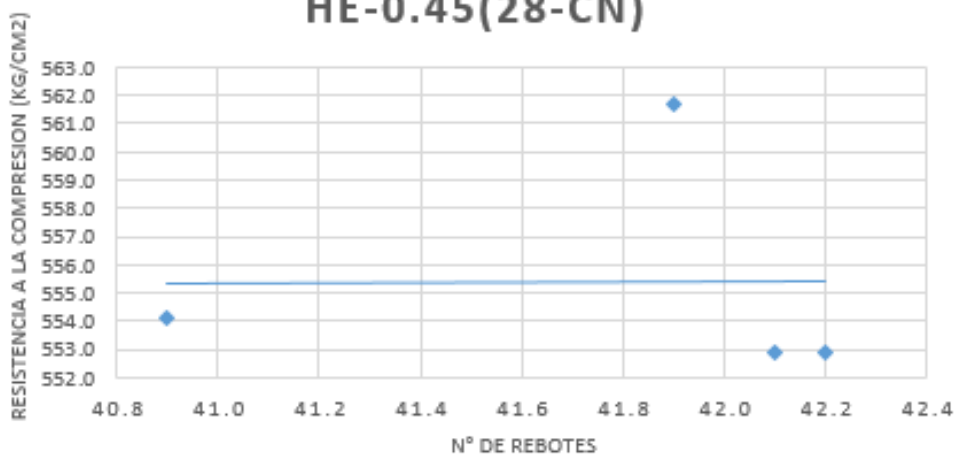
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(1-C100°)



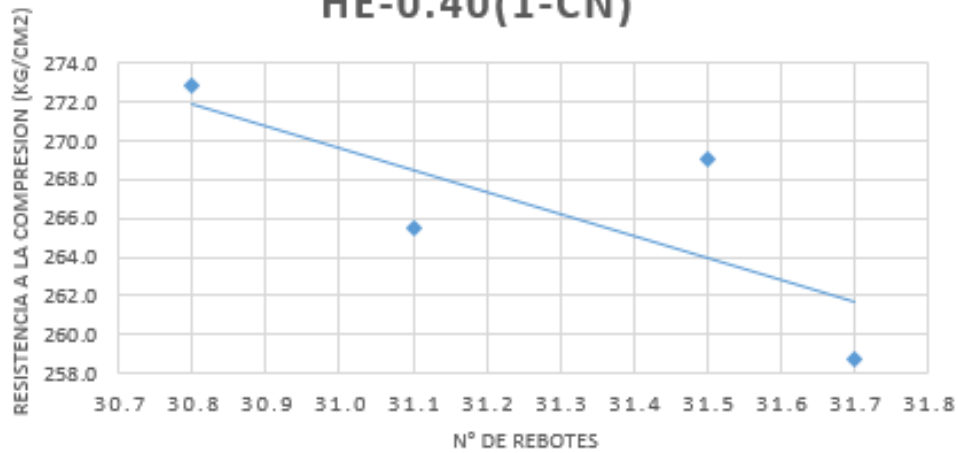
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.45(28-CN)



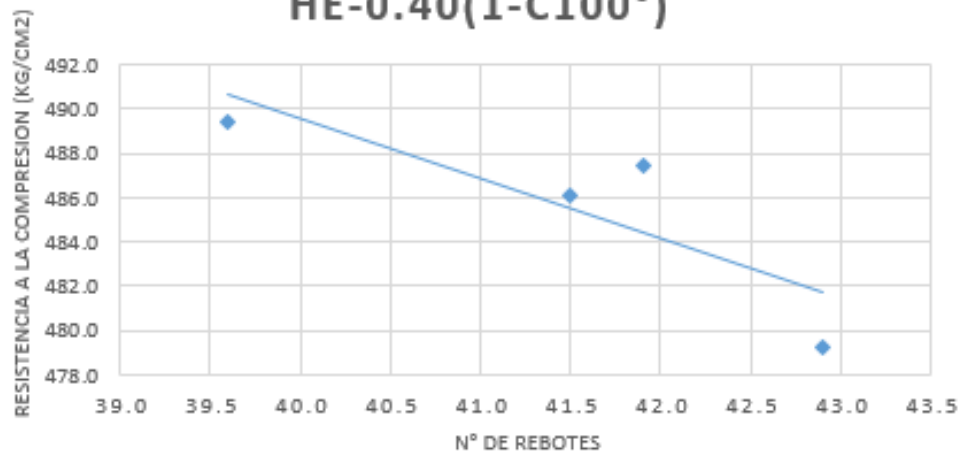
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.118.- Número de Rebotes HE - 0.45.

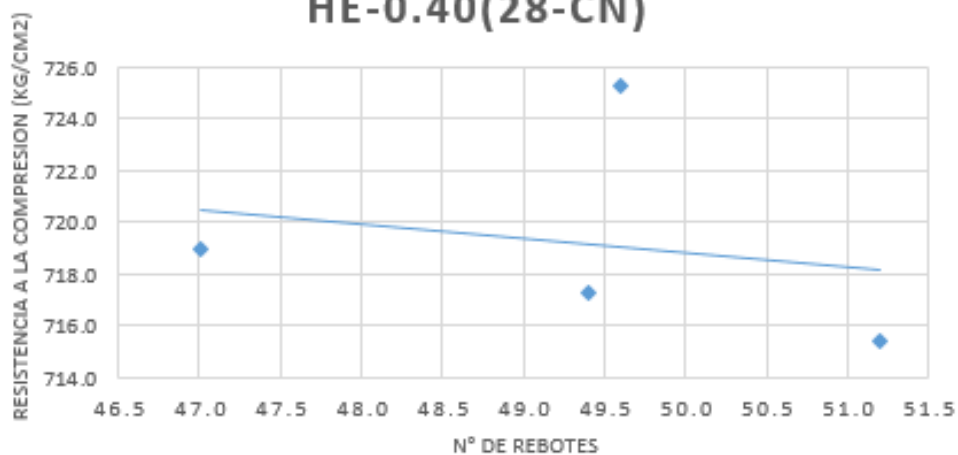
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(1-C100°)



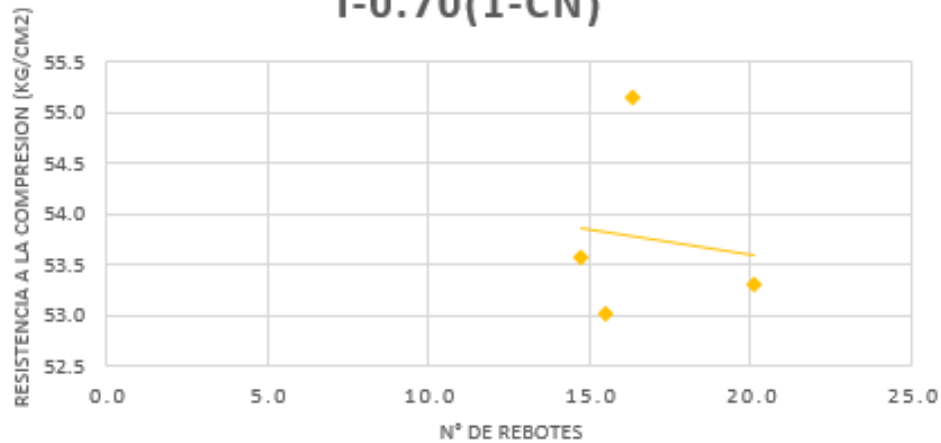
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C HE-0.40(28-CN)



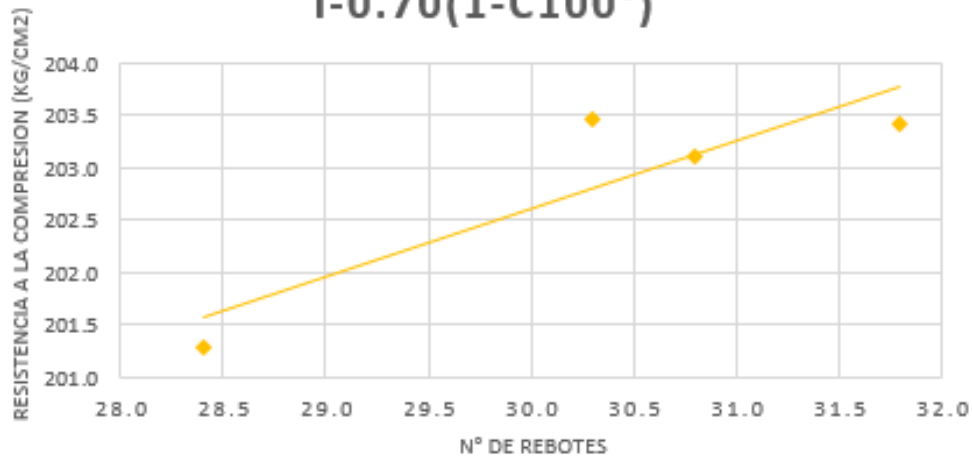
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.119.- Número de Rebotes HE - 0.40.

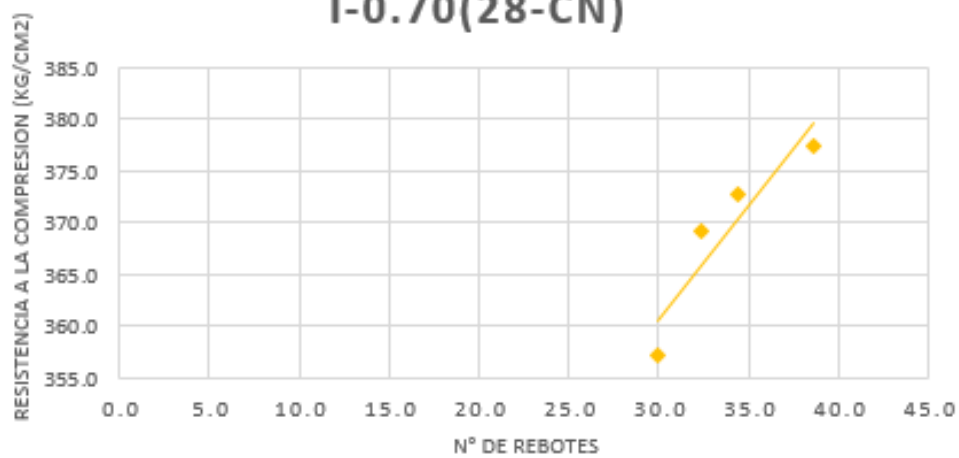
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.70(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.70(1-C100°)



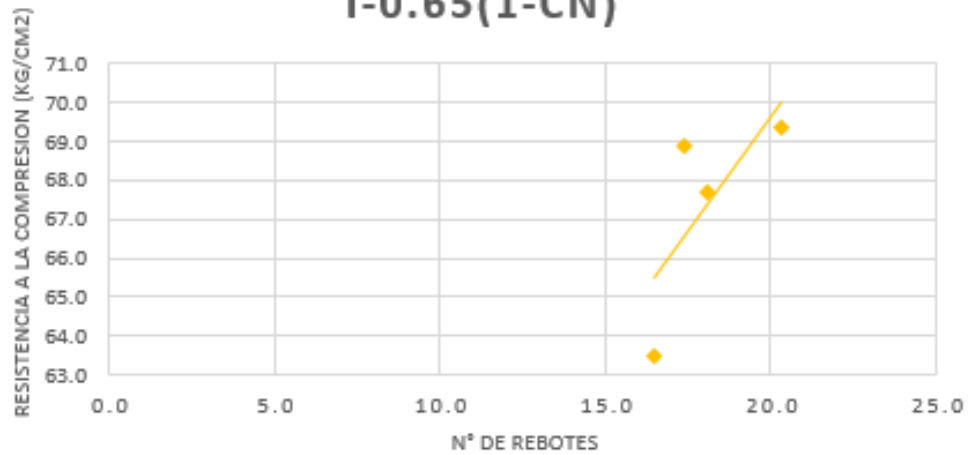
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.70(28-CN)



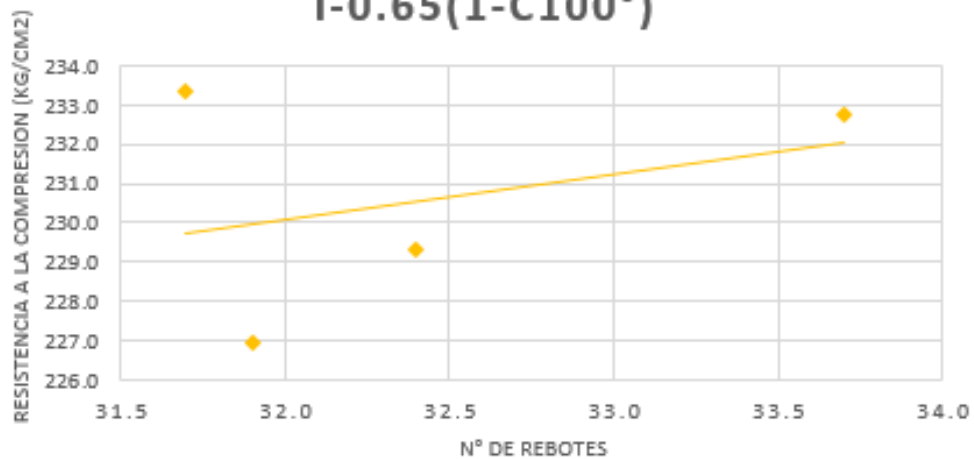
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.120.- Número de Rebotes I - 0.70.

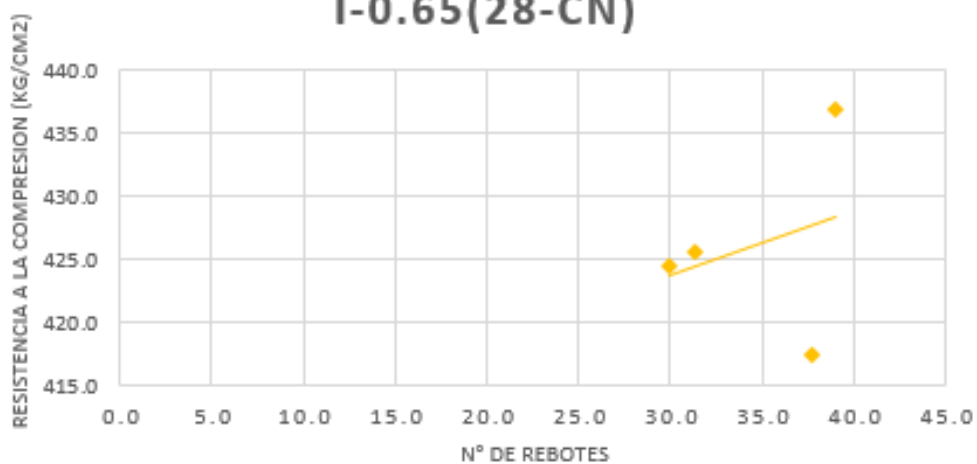
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.65(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.65(1-C100°)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.65(28-CN)



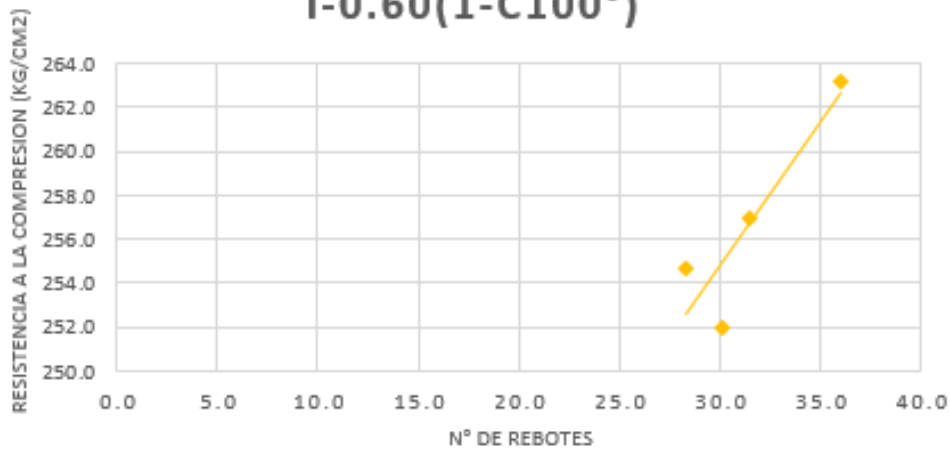
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.121.- Número de Rebotes I - 0.65.

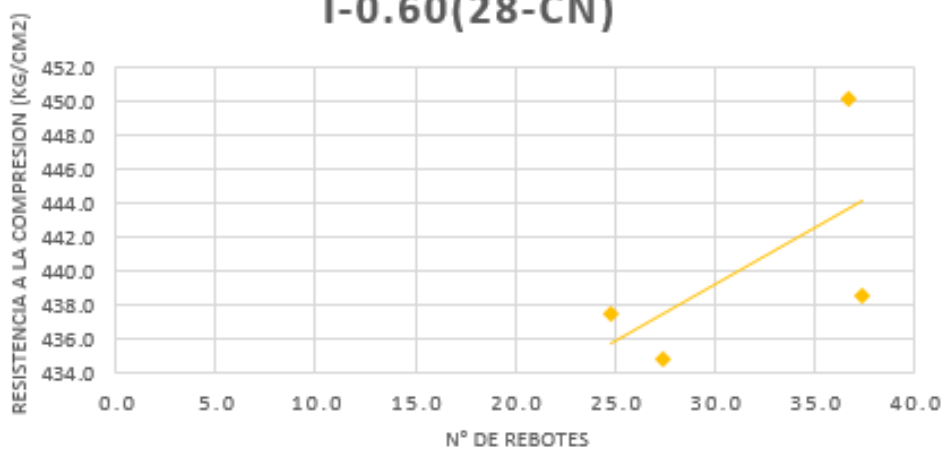
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.60(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.60(1-C100°)



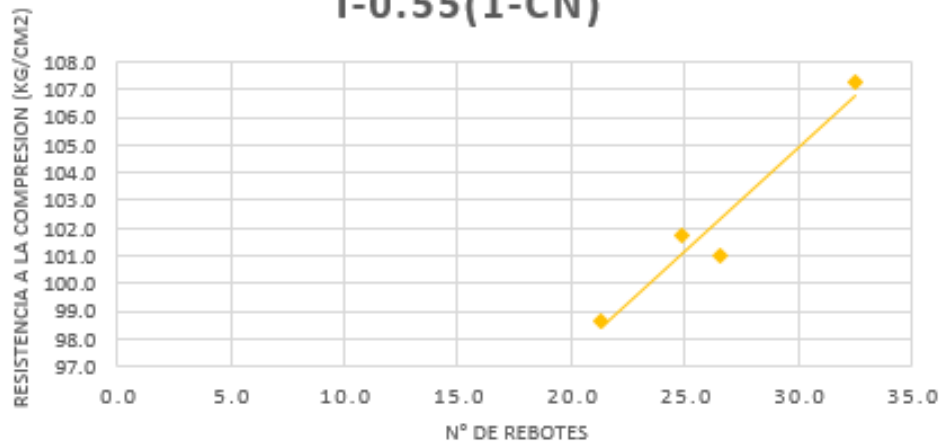
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.60(28-CN)



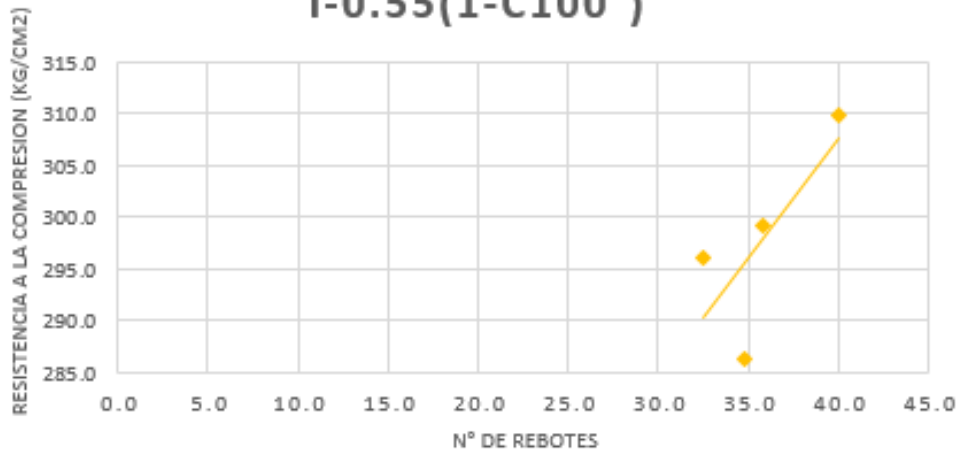
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.122.- Número de Rebotes I - 0.60.

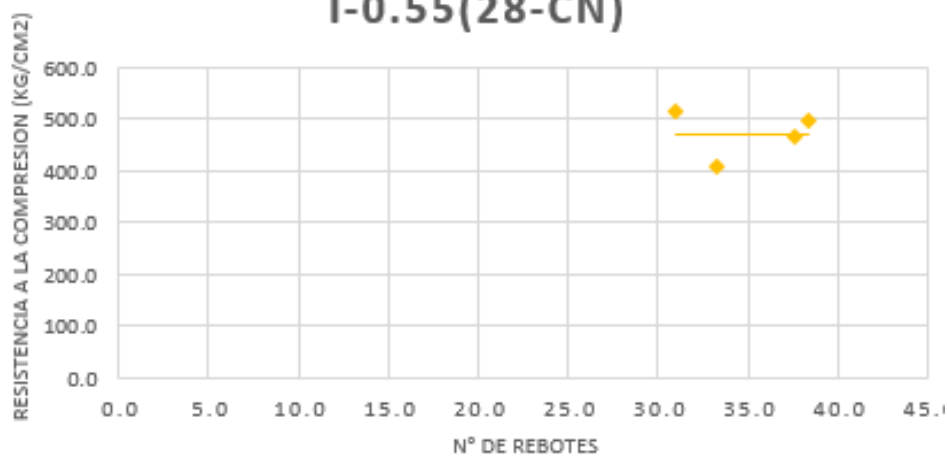
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(1-C100°)



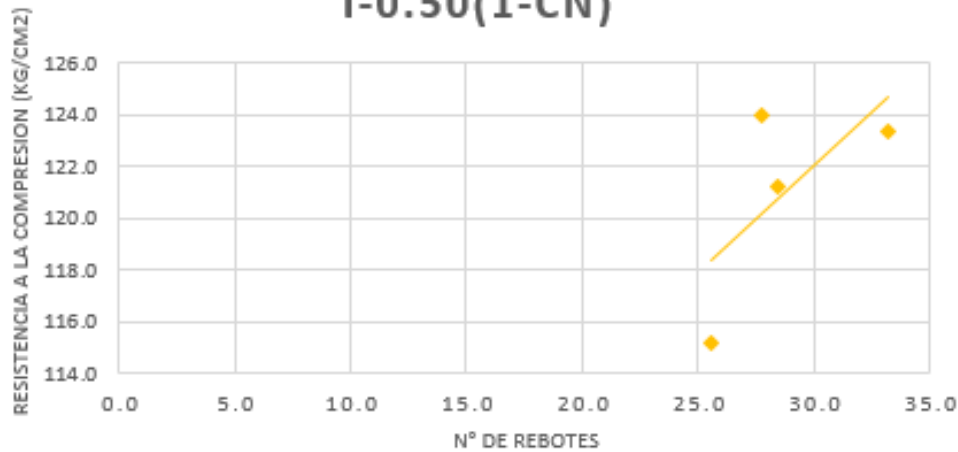
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.55(28-CN)



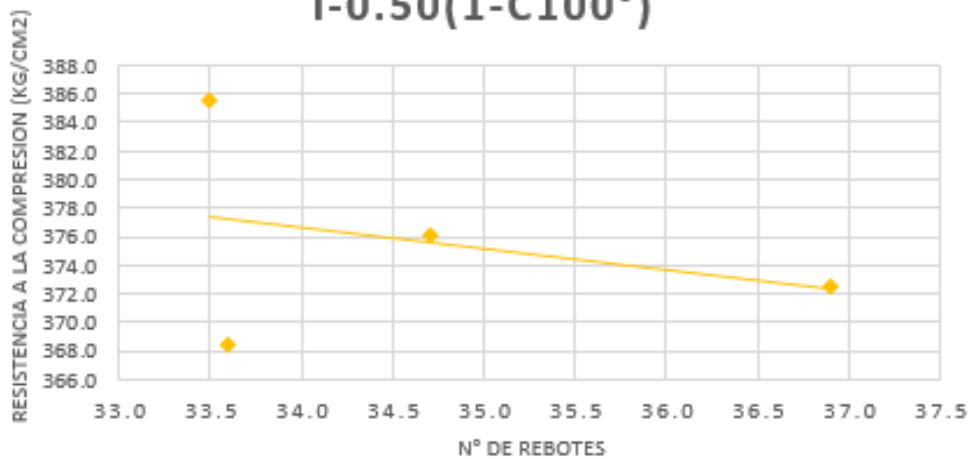
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.123.- Número de Rebotes I - 0.55.

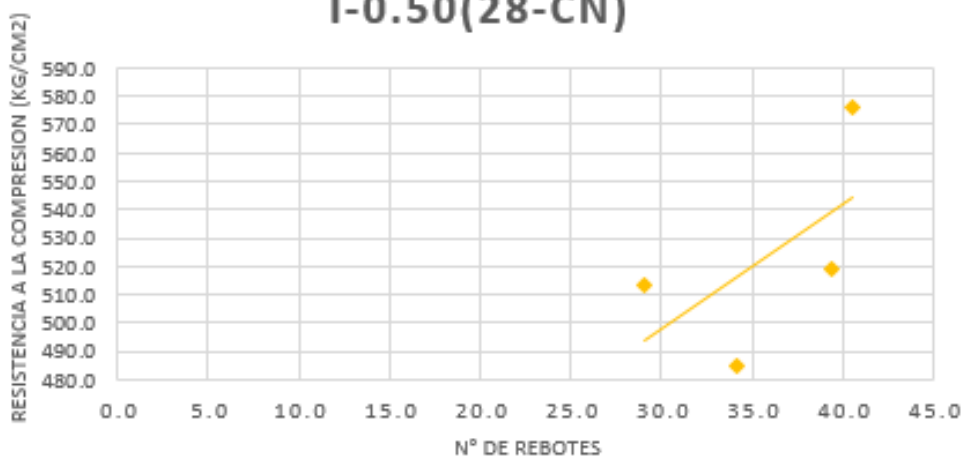
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(1-C100°)



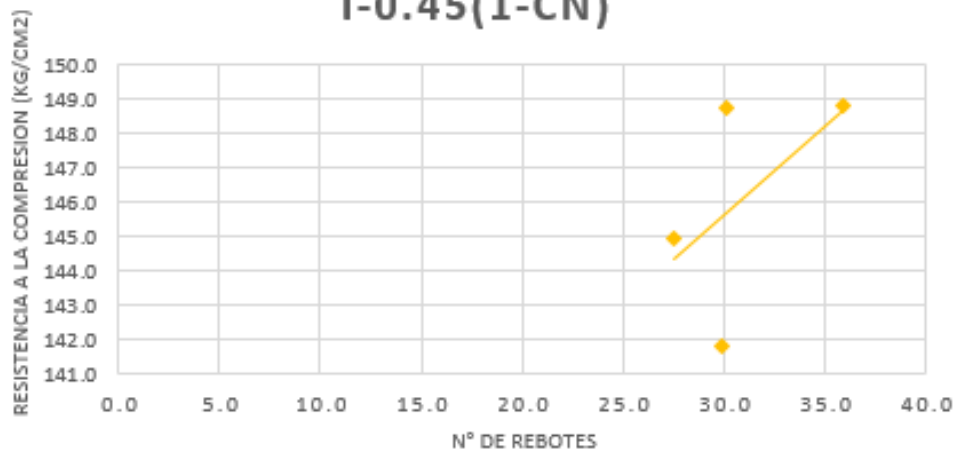
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.50(28-CN)



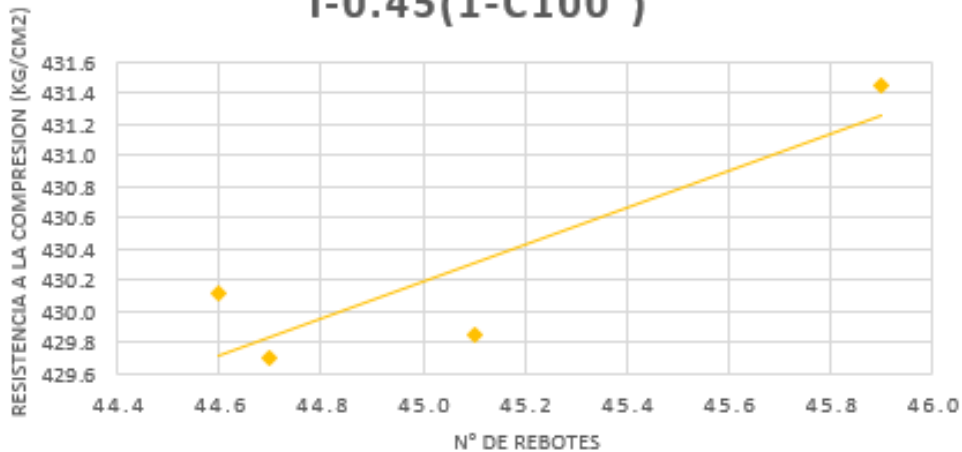
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.124.- Número de Rebotes I - 0.50.

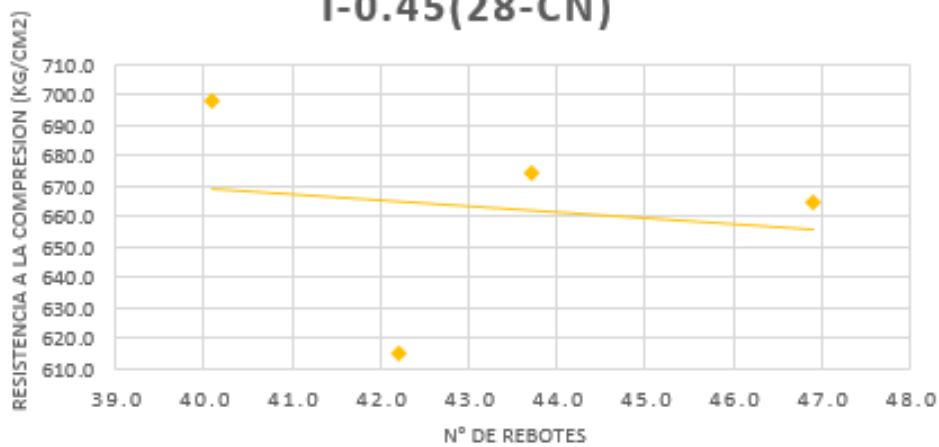
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.45(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.45(1-C100°)



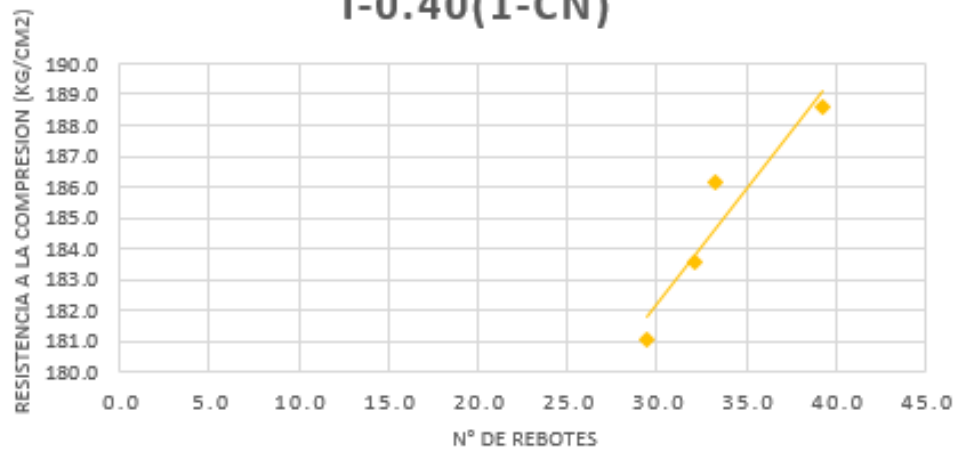
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.45(28-CN)



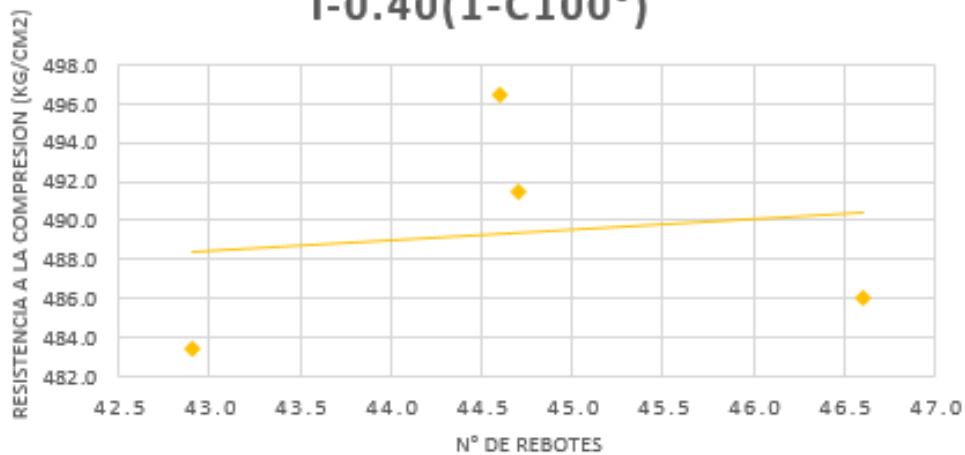
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.125.- Número de Rebotes I - 0.45.

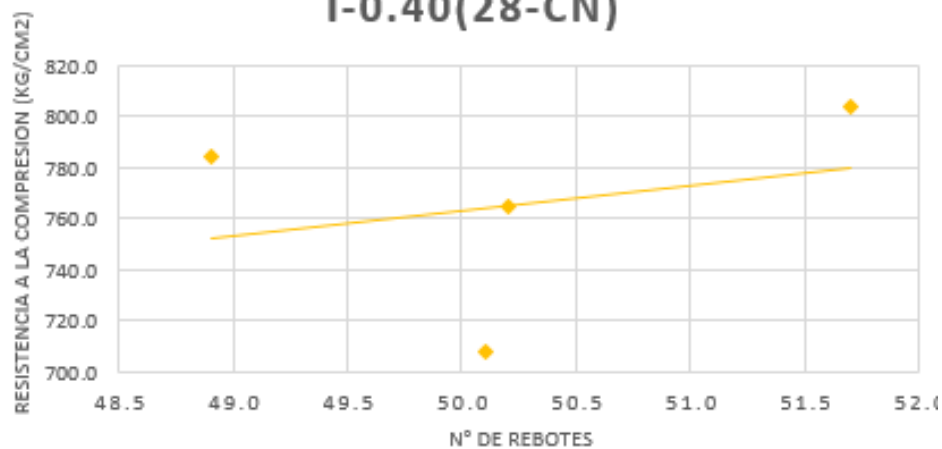
N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.40(1-CN)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.40(1-C100°)



N° DE REBOTES VS RESISTENCIA F'C I-0.40(28-CN)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.126.- Número de Rebotes I - 0.40.

5.2.2 Ensayos Destructivos

5.2.2.1 Resistencia a la Compresión

A continuación, se presentan los resultados de los diseños previos (patrón), una vez aprobados con las resistencias requeridas se procedió a hacer los diseños respectivamente a las temperaturas de 35°C, 60°C y 100° C.



DISEÑO	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)
PATRON-IP-0.70(9)	3	10.16	81.07	9340	115.2	7	10.14	80.75	10340	128.0	28	10.23	82.19	17630	214.5
		10.18	81.39	9160	112.5		10.17	81.23	10160	125.1		10.19	81.55	17370	213.0
		10.21	81.87	8970	109.6		10.13	80.60	10270	127.4		10.21	81.87	17530	214.1
PATRON-IP-0.65(9)	3	10.14	80.75	11990	148.5	7	10.15	80.91	12990	160.5	28	10.20	81.71	19990	244.6
		10.17	81.23	11710	144.2		10.14	80.75	12340	152.8		10.15	80.91	19060	235.6
		10.16	81.07	11740	144.8		10.16	81.07	12480	153.9		10.13	80.60	19160	237.7
PATRON-IP-0.60(9)	3	10.18	81.39	13780	169.3	7	10.14	80.75	14170	175.5	28	10.22	82.03	25960	316.5
		10.17	81.23	13410	165.1		10.13	80.60	14310	177.6		10.20	81.71	24730	302.6
		10.12	80.44	12690	157.8		10.18	81.39	14960	183.8		10.23	82.19	25660	312.2
PATRON-IP-0.55(9)	3	10.19	81.55	15510	190.2	7	10.15	80.91	17860	220.7	28	10.18	81.39	28380	348.7
		10.20	81.71	15810	193.5		10.14	80.75	17570	217.6		10.15	80.91	29390	363.2
		10.14	80.75	15860	196.4		10.12	80.44	16260	202.1		10.23	82.19	28950	352.2
PATRON-IP-0.50(9)	3	10.12	80.44	17490	217.4	7	10.13	80.60	20510	254.5	28	10.15	80.91	32160	397.5
		10.18	81.39	17650	216.8		10.16	81.07	20530	253.2		10.16	81.07	31190	384.7
		10.14	80.75	17430	215.8		10.17	81.23	19340	238.1		10.18	81.39	34780	427.3
PATRON-IP-0.45(9)	3	10.14	80.75	20560	254.6	7	10.12	80.44	24330	302.5	28	10.19	81.55	39670	486.4
		10.13	80.60	20720	257.1		10.19	81.55	24260	297.5		10.23	82.19	37990	462.2
		10.18	81.39	21840	268.3		10.14	80.75	26060	322.7		10.21	81.87	38660	472.2
PATRON-IP-0.40(9)	3	10.16	81.07	25720	317.2	7	10.15	80.91	30500	376.9	28	10.18	81.39	36740	451.4
		10.13	80.60	25350	314.5		10.18	81.39	30370	373.1		10.17	81.23	36220	445.9
		10.14	80.75	25490	315.6		10.17	81.23	30090	370.4		10.16	81.07	36420	449.2
PATRON-HE-0.70(9)	3	10.15	80.91	16360	202.2	7	10.22	82.03	21370	260.5	28	10.12	80.44	24950	310.2
		10.21	81.87	14920	182.2		10.19	81.55	21010	257.6		10.15	80.91	26340	325.5
		10.18	81.39	16240	199.5		10.15	80.91	20440	252.6		10.19	81.55	25080	307.5
PATRON-HE-0.65(9)	3	10.16	81.07	18060	222.8	7	10.16	81.07	24470	301.8	28	10.17	81.23	30200	371.8
		10.21	81.87	18040	220.3		10.17	81.23	25180	310.0		10.18	81.39	28870	354.7
		10.22	82.03	17960	218.9		10.22	82.03	24500	298.7		10.13	80.60	30070	373.1
PATRON-HE-0.60(9)	3	10.17	81.23	28970	356.6	7	10.15	80.91	23120	285.7	28	10.12	80.44	29300	364.3
		10.15	80.91	17930	221.6		10.19	81.55	23030	282.4		10.13	80.60	30590	379.6
		10.20	81.71	19960	244.3		10.16	81.07	21220	261.7		10.14	80.75	28340	350.9
PATRON-HE-0.55(9)	3	10.20	81.71	23180	283.7	7	10.21	81.87	26820	327.6	28	10.18	81.39	35900	441.1
		10.18	81.39	25440	312.6		10.22	82.03	27040	329.6		10.15	80.91	37700	465.9
		10.22	82.03	25690	313.2		10.18	81.39	27510	338.0		10.17	81.23	37850	465.9
PATRON-HE-0.50(9)	3	10.15	80.91	28540	352.7	7	10.24	82.35	31020	376.7	28	10.20	81.71	40430	494.8
		10.19	81.55	29520	362.0		10.22	82.03	34010	414.6		10.17	81.23	38180	470.0
		10.16	81.07	31080	383.4		10.19	81.55	34240	419.9		10.16	81.07	43590	537.7
PATRON-HE-0.45(9)	3	10.20	81.71	26670	326.4	7	10.21	81.87	34720	424.1	28	10.20	81.71	44600	545.8
		10.22	82.03	26860	327.4		10.15	80.91	34100	421.4		10.15	80.91	42580	526.2
		10.16	81.07	26630	328.5		10.17	81.23	34120	420.0		10.18	81.39	43020	528.5
PATRON-HE-0.40(9)	3	10.15	80.91	31690	391.7	7	10.19	81.55	37600	461.1	28	10.13	80.60	47420	588.4
		10.18	81.39	31080	381.9		10.23	82.19	40150	488.5		10.18	81.39	51280	630.0
		10.22	82.03	31190	380.2		10.24	82.35	38860	471.9		10.20	81.71	48400	592.3
PATRON-I-0.70(9)	3	10.11	80.28	10470	130.4	7	10.13	80.60	17900	222.1	28	10.15	80.91	22900	283.0
		10.15	80.91	11120	137.4		10.15	80.91	19860	245.4		10.13	80.60	23430	290.7
		10.13	80.60	11340	140.7		10.14	80.75	19310	239.1		10.17	81.23	24530	302.0
PATRON-I-0.65(9)	3	10.14	80.75	12720	157.5	7	10.12	80.44	23900	297.1	28	10.14	80.75	27480	340.3
		10.15	80.91	13270	164.0		10.17	81.23	25680	316.1		10.12	80.44	28350	352.5
		10.18	81.39	12890	158.4		10.15	80.91	23260	287.5		10.19	81.55	27370	335.6
PATRON-I-0.60(9)	3	10.15	80.91	15230	188.2	7	10.13	80.60	27570	342.1	28	10.20	81.71	33610	411.3
		10.21	81.87	14890	181.9		10.18	81.39	26390	324.2		10.18	81.39	36080	443.3
		10.17	81.23	15360	189.1		10.20	81.71	27510	336.7		10.14	80.75	35050	434.0
PATRON-I-0.55(9)	3	10.12	80.44	18420	229.0	7	10.15	80.91	31910	394.4	28	10.13	80.60	38080	472.5
		10.16	81.07	17950	221.4		10.11	80.28	31480	392.1		10.16	81.07	38730	477.7
		10.19	81.55	17990	220.6		10.18	81.39	31490	386.9		10.17	81.23	38390	472.6
PATRON-I-0.50(9)	3	10.13	80.60	20740	257.3	7	10.21	81.87	34890	426.1	28	10.12	80.44	40830	507.6
		10.14	80.75	19860	245.9		10.16	81.07	37390	461.2		10.21	81.87	43290	528.7
		10.17	81.23	21170	260.6		10.13	80.60	34480	427.8		10.20	81.71	43410	531.3
PATRON-I-0.45(9)	3	10.18	81.39	25330	311.2	7	10.15	80.91	40750	503.6	28	10.15	80.91	49570	612.6
		10.17	81.23	26840	330.4		10.13	80.60	40400	501.3		10.16	81.07	47270	583.1
		10.13	80.60	25190	312.5		10.11	80.28	41480	516.7		10.18	81.39	52530	645.4
PATRON-I-0.40(9)	3	10.16	81.07	28540	352.0	7	10.12	80.44	42890	533.2	28	10.20	81.71	48310	591.2
		10.14	80.75	30160	373.5		10.16	81.07	42730	527.1		10.12	80.44	53470	664.8
		10.13	80.60	29720	368.8		10.17	81.23	42390	521.8		10.16	81.07	52580	648.5

Fuente: Elaboración Propia
Tabla 5.2.- Resultados de diseños previos (patrones).

- A 35°C

DISEÑO	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	COMPARACION 1CN-28CN	COMPARACION 1C35-28CN
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	4280	52.9	1-C35*	10.20	81.71	5900	72.2	28-CN	10.19	81.55	19760	242.3		
		10.18	81.39	4440	54.6		10.21	81.87	5930	72.4		10.18	81.39	20490	251.7		
		10.16	81.07	4410	54.4		10.18	81.39	6350	78.0		10.21	81.87	18810	229.7		
		10.17	81.23	4040	49.7		10.19	81.55	6060	74.3		10.19	81.55	19680	241.3		
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	1-CN	10.16	81.07	3710	45.8	1-C35*	10.15	80.91	5910	73.0	28-CN	10.17	81.23	21060	259.3		
		10.13	80.60	3510	43.4		10.14	80.75	6220	77.0		10.18	81.39	22720	279.1		
		10.15	80.91	3640	45.0		10.17	81.23	5960	73.4		10.15	80.91	21810	269.5		
		10.14	80.75	6530	80.5		10.16	81.07	6030	74.4		10.17	81.23	21860	269.1		
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	6510	80.5	1-C35*	10.18	81.39	6730	82.7	28-CN	10.13	80.60	23990	290.2		
		10.14	80.75	6530	80.9		10.17	81.23	6900	84.9		10.21	81.87	24070	294.0		
		10.16	81.07	6490	80.1		10.20	81.71	6780	83.0		10.22	82.03	23630	288.1		
		10.15	80.91	6520	80.6		10.18	81.39	6810	83.7		10.18	81.39	23700	291.2		
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	1-CN	10.18	81.39	7540	92.6	1-C35*	10.15	80.91	7550	93.3	28-CN	10.16	81.07	26760	330.1		
		10.22	82.03	7330	89.4		10.16	81.07	7450	91.9		10.19	81.55	27410	336.1		
		10.17	81.23	7200	94.8		10.18	81.39	7480	91.9		10.18	81.39	27910	342.9		
		10.19	81.55	7590	92.0		10.16	81.07	7490	92.4		10.18	81.39	27360	335.1		
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	9060	112.0	1-C35*	10.14	80.75	10470	129.7	28-CN	10.18	81.39	31650	388.9		
		10.13	80.60	9140	113.4		10.16	81.07	9430	116.3		10.20	81.71	33660	411.9		
		10.19	81.55	9100	111.6		10.22	82.03	13300	160.9		10.21	81.87	34430	420.5		
		10.16	81.07	9120	112.5		10.15	80.91	10200	126.1		10.20	81.71	33250	406.9		
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	1-CN	10.20	81.71	11430	139.9	1-C35*	10.14	80.75	12920	160.0	28-CN	10.21	81.87	40320	492.5		
		10.19	81.55	11660	143.0		10.17	81.23	12910	158.9		10.16	81.07	45510	561.3		
		10.21	81.87	11540	140.9		10.22	82.03	13000	160.9		10.15	80.91	39270	485.3		
		10.20	81.71	11210	137.2		10.18	81.39	13010	159.8		10.17	81.23	41700	513.3		
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	1-CN	10.17	81.23	14410	177.4	1-C35*	10.14	80.75	15450	191.3	28-CN	10.16	81.07	44120	544.2		
		10.19	81.55	14510	180.2		10.19	81.55	15020	185.4		10.15	80.91	43230	532.2		
		10.16	81.07	14230	175.5		10.15	80.91	15310	189.2		10.17	81.23	43230	532.2		
		10.15	80.91	14380	177.7		10.17	81.23	15290	188.2		10.12	80.44	43660	542.8		
DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	1-CN	10.14	80.75	4550	56.3	1-C35*	10.19	81.55	9070	111.2	28-CN	10.14	80.75	25970	321.6		
		10.16	81.07	4560	56.5		10.14	80.75	10740	133.0		10.15	80.91	26270	324.7		
		10.18	81.39	4890	60.1		10.18	81.39	9840	120.9		10.12	80.44	26090	324.4		
		10.17	81.23	4990	61.4		10.16	81.07	9880	121.9		10.16	81.07	26110	322.1		
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	1-CN	10.18	81.39	6790	82.3	1-C35*	10.17	81.23	9870	121.5	28-CN	10.11	80.28	26310	327.7		
		10.13	80.60	6540	81.4		10.15	80.91	9970	124.0		10.15	80.91	27390	338.1		
		10.16	81.07	6240	77.0		10.16	81.07	10050	124.0		10.16	81.07	26860	331.3		
		10.15	80.91	5170	63.9		10.13	80.60	9630	119.5		10.18	81.39	26860	330.0		
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	1-CN	10.17	81.23	9600	118.9	1-C35*	10.14	80.75	12990	162.6	28-CN	10.15	80.91	33170	412.9		
		10.18	81.39	10200	125.3		10.18	81.39	13710	168.4		10.12	80.44	33060	411.0		
		10.15	80.91	9250	114.3		10.19	81.55	11830	145.1		10.16	81.07	30700	378.7		
		10.16	81.07	9650	119.0		10.20	81.71	12810	156.8		10.17	81.23	32390	398.7		
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	1-CN	10.14	80.75	10100	125.1	1-C35*	10.17	81.23	14860	184.3	28-CN	10.13	80.60	36810	453.2		
		10.18	81.39	9630	118.3		10.15	80.91	12850	158.8		10.16	81.07	38090	469.8		
		10.19	81.55	9340	114.5		10.18	81.39	14960	183.8		10.14	80.75	36750	455.1		
		10.16	81.07	9690	119.5		10.17	81.23	14260	175.4		10.15	80.91	37670	465.6		
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	13920	172.0	1-C35*	10.17	81.23	19390	238.7	28-CN	10.14	80.75	43500	538.7		
		10.19	81.55	13220	162.1		10.15	80.91	18820	232.6		10.17	81.23	43050	530.0		
		10.17	81.23	13800	169.9		10.16	81.07	17790	219.4		10.12	80.44	39500	491.1		
		10.16	81.07	13650	168.4		10.15	80.91	18670	230.7		10.16	81.07	42010	518.2		
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	1-CN	10.16	81.07	19700	243.0	1-C35*	10.14	80.75	21720	269.0	28-CN	10.15	80.91	42790	528.8		
		10.17	81.23	17270	212.6		10.15	80.91	20850	257.2		10.17	81.23	43720	538.2		
		10.19	81.55	18460	226.4		10.19	81.55	22540	276.4		10.13	80.60	42650	529.2		
		10.14	80.75	19300	239.0		10.20	81.71	21700	265.6		10.14	80.75	43050	533.1		
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	21070	260.4	1-C35*	10.17	81.23	25050	308.4	28-CN	10.18	81.39	51900	637.6		
		10.13	80.60	21040	261.1		10.19	81.55	24700	302.9		10.17	81.23	51750	637.1		
		10.18	81.39	21090	259.1		10.14	80.75	24620	304.9		10.15	80.91	52950	654.4		
		10.15	80.91	21060	260.3		10.16	81.07	24790	305.8		10.14	80.75	52200	646.4		
DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	1-CN	10.19	81.55	4610	56.5	1-C35*	10.19	81.55	8730	107.0	28-CN	10.15	80.91	22910	283.1		
		10.12	80.44	4350	54.1		10.17	81.23	8930	109.9		10.14	80.75	20970	259.7		
		10.15	80.91	4130	51.0		10.14	80.75	9920	122.8		10.19	81.55	21670	265.7		
		10.16	81.07	4360	53.8		10.12	80.44	9190	114.3		10.16	81.07	21850	269.5		
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	1-CN	10.12	80.44	4880	60.7	1-C35*	10.15	80.91	10240	126.6	28-CN	10.14	80.75	27850	344.9		
		10.18	81.39	5270	64.7		10.14	80.75	10110	125.2		10.17	81.23	27860	343.0		
		10.16	81.07	5340	65.9		10.19	81.55	9750	119.6		10.16	81.07	28090	346.5		
		10.15	80.91	5160	63.8		10.13	80.60	10030	124.4		10.13	80.60	27940	346.7		
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	1-CN	10.16	81.07	6450	79.6	1-C35*	10.15	80.91	12950	160.0	28-CN	10.15	80.91	32310	399.3		
		10.13	80.60	6460	80.2		10.16	81.07	12860	158.6		10.18	81.39	31540	387.5		
		10.17	81.23	5900	72.6		10.14	80.75	12800	157.9		10.19	81.55	30980	379.9		
		10.15	80.91	6270	77.5		10.13	80.60	12700	157.6		10.14	80.75	31610	391.4		
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	1-CN	10.18	81.39	8060	99.0	1-C35*	10.12	80.44	15740	195.7	28-CN	10.16	81.07	30810	380.0		
		10.14	80.75	8050	98.9		10.14	80.75	14950	184.3		10.13	80.60	32490	403.1		
		10.15	80.91	7440	91.9		10.13	80.60	15960	198.0		10.15	80.91	31850	393.6		
		10.16	81.07	8010	98.8		10.15	80.91	15530	191.9		10.17	81.23	31720	390.5		
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	9310	115.1	1-C35*	10.21	81.87	17700	216.2	28-CN	10.18	81.39	32270	396.5		
		10.18	81.39	11600	143.9		10.15	80.91	18240	226.3		10.17	81.23	31820	391.8		
		10.14	80.75	8970	111.1		10.14	80.75	17240	213.5		10.14	80.75	29140	360.8		
		10.13	80.60	9300	115.4		10.15	80.91	17720	219.0		10.15	80.91	31080	384.1		
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	1-CN	10.17	81.23	11460	141.1	1-C35*	10.16	81.07	19400	239.3	28-CN	10.16	81.07	38140	470.4		
		10.15	80.91	10970	135.6		10.15	80.91	20650	256.9		10.17	81.23	37480	461.3		
		10.13	80.60	12760	158.3		10.17	81.23	19870	244.6		10.14	80.75	40060	496.1		
		10.12	80.44	11730	145.8		10.16	81.07	19970	246.3		10.19	81.55	37150	455.5		
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	13600	168.1	1-C35*	10.14	80.75	24660	304.9	28-CN	10.15	80.91	49580	612.8		
		10.14	80.75	15470	191.6		10.13	80.60	22410	278.1		10.16	81.07	48320	596.0		
		10.17	81.23	14890	183.3		10.15	80.91	23750	293.5		10.14	80.75	45820	567.4		
		10.13	80.60	14650	181.8		10.14	80.75	22600	279.9		10.18	81.39	47910	588.6		

- A 60°C

DISEÑO	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	COMPARACION 1CN-28CN	COMPARACION 1C60*-28CN
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	1-CN	10.22	81.07	4490	53.6	1-C60*	10.19	81.55	8700	106.7	28-CN	10.14	80.75	20400	252.6		
		10.2	81.73	4780	58.5		10.17	81.23	8580	105.6		10.16	81.07	19480	240.3		
		10.19	81.55	5050	61.9		10.15	80.91	8990	111.1		10.17	81.23	20960	258.0		
		10.13	80.60	4780	59.3		10.21	81.87	9390	114.7		10.18	81.39	19540	240.1		
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	1-CN	10.13	80.60	3730	46.3	1-C60*	10.22	82.03	10990	134.0	28-CN	10.14	80.75	21140	261.8		
		10.16	81.07	3620	44.7		10.17	81.23	10940	134.7		10.19	81.55	20900	256.3		
		10.18	81.39	3060	37.6		10.23	82.19	10500	127.7		10.16	81.07	20050	247.3		
		10.21	81.87	3600	44.0		10.19	81.55	10660	130.7		10.15	80.91	18820	232.6		
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	1-CN	10.13	80.60	7170	89.0	1-C60*	10.18	81.39	15880	195.1	28-CN	10.19	81.55	24680	302.6		
		10.16	81.07	7180	88.6		10.16	81.07	15260	188.2		10.15	80.91	25500	315.2		
		10.19	81.55	7650	93.8		10.17	81.23	16240	199.9		10.14	80.75	23560	291.7		
		10.20	81.71	7040	86.2		10.14	80.75	15500	191.9		10.17	81.23	24920	306.8		
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	6900	85.3	1-C60*	10.12	80.44	15050	187.1	28-CN	10.16	81.07	27780	342.7		
		10.14	80.75	7140	88.4		10.14	80.75	16770	207.7		10.19	81.55	27000	331.1		
		10.18	81.39	6840	84.0		10.13	80.60	15210	188.7		10.21	81.87	27550	338.9		
		10.13	80.60	6920	85.9		10.16	81.07	16520	203.8		10.20	81.71	27100	331.6		
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	1-CN	10.12	80.44	8810	109.5	1-C60*	10.18	81.39	18570	228.2	28-CN	10.14	80.75	33430	414.0		
		10.16	81.07	9140	112.7		10.20	81.71	18640	228.1		10.13	80.60	33930	421.0		
		10.15	80.91	9100	112.5		10.17	81.23	18600	229.0		10.16	81.07	35130	433.3		
		10.18	81.39	9420	115.7		10.13	80.60	19290	239.5		10.15	80.91	32390	400.3		
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	11980	148.1	1-C60*	10.22	82.03	15480	188.7	28-CN	10.16	81.07	32760	404.1		
		10.14	80.75	11520	142.7		10.19	81.55	16820	206.2		10.12	80.44	33700	419.0		
		10.17	81.23	10190	125.4		10.21	81.87	17840	217.9		10.15	80.91	32330	399.6		
		10.20	81.71	10860	132.9		10.18	81.39	15730	193.3		10.18	81.39	33320	409.4		
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	1-CN	10.19	81.55	14140	173.4	1-C60*	10.16	81.07	20370	251.3	28-CN	10.12	80.44	40150	499.2		
		10.17	81.23	14050	173.0		10.15	80.91	19400	239.8		10.19	81.55	40320	494.4		
		10.25	82.52	12990	157.4		10.27	82.23	16720	202.7		10.17	81.23	39270	482.4		
		10.20	81.71	15520	189.9		10.20	81.71	19210	235.1		10.15	80.91	39490	488.1		
DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	1-CN	10.21	81.87	5770	70.5	1-C60*	10.20	81.71	11230	137.4	28-CN	10.22	82.03	22460	276.8		
		10.23	82.19	5670	68.6		10.13	80.60	10140	125.8		10.15	80.91	21180	261.8		
		10.17	81.23	5740	70.7		10.16	81.07	11490	141.9		10.16	81.07	23940	296.7		
		10.15	80.91	5520	68.2		10.19	81.55	9630	118.1		10.19	81.55	21980	269.5		
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	1-CN	10.21	81.87	7750	94.7	1-C60*	10.15	80.91	12140	150.0	28-CN	10.14	80.75	26290	325.6		
		10.23	82.19	7360	89.5		10.21	81.87	11230	137.4		10.17	81.23	27680	340.7		
		10.15	80.91	7330	90.6		10.22	82.03	11120	135.6		10.15	80.91	29130	360.0		
		10.17	81.23	7190	88.5		10.23	82.19	11210	136.4		10.19	81.55	26910	330.0		
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	1-CN	10.19	81.55	10670	130.8	1-C60*	10.19	81.55	16220	198.9	28-CN	10.19	81.55	33170	406.7		
		10.22	82.03	9900	120.7		10.21	81.87	15630	192.9		10.14	80.75	30490	377.6		
		10.16	81.07	8590	106.0		10.15	80.91	15430	190.7		10.20	81.71	29170	357.0		
		10.21	81.87	9350	114.2		10.16	81.07	14880	183.5		10.13	80.60	32360	401.5		
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	1-CN	10.2	81.71	10680	132.7	1-C60*	10.12	80.44	16700	206.4	28-CN	10.14	80.75	36130	439.4		
		10.15	80.91	10690	132.1		10.14	80.75	16180	200.4		10.14	80.75	36980	457.9		
		10.18	81.39	10580	130.0		10.15	80.91	16930	209.2		10.17	81.23	37510	461.8		
		10.13	80.60	11550	143.3		10.11	80.28	16210	201.9		10.15	80.91	37010	457.4		
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	1-CN	10.18	81.39	14280	175.6	1-C60*	10.23	82.03	23250	284.6	28-CN	10.21	81.87	48560	593.1		
		10.16	81.07	14150	174.5		10.2	81.71	23190	283.8		10.14	80.75	49160	608.8		
		10.23	82.19	14350	174.6		10.15	80.91	22980	284.0		10.17	81.23	44480	547.6		
		10.21	81.87	13630	166.5		10.17	81.23	22930	282.8		10.16	81.07	48370	596.6		
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	19790	243.5	1-C60*	10.20	81.71	22850	279.6	28-CN	10.2	81.71	42490	520.0		
		10.17	81.23	17270	212.6		10.13	80.60	23930	296.9		10.15	80.91	42780	528.7		
		10.19	81.55	18460	226.4		10.19	81.55	23720	290.9		10.14	80.75	42330	524.2		
		10.13	80.60	19300	239.5		10.11	80.28	24540	305.7		10.19	81.55	41130	504.3		
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	1-CN	10.16	81.07	21920	270.4	1-C60*	10.12	80.44	28510	354.4	28-CN	10.19	81.55	47400	581.2		
		10.13	80.60	21950	272.3		10.18	81.39	29780	365.9		10.15	80.91	49650	613.6		
		10.12	80.44	22710	282.3		10.15	80.91	28810	356.1		10.20	81.71	49240	602.6		
		10.15	80.91	21560	266.5		10.13	80.60	28990	353.5		10.14	80.75	49330	610.9		
DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	1-CN	10.17	81.23	4470	55.0	1-C60*	10.12	80.44	10040	124.8	28-CN	10.13	80.60	26260	325.8		
		10.13	80.60	4140	51.4		10.17	81.23	9300	114.5		10.15	80.91	26340	325.5		
		10.15	80.91	4600	56.9		10.15	80.91	9670	119.5		10.16	81.07	27420	338.2		
		10.12	80.44	4010	49.9		10.14	80.75	10540	130.5		10.21	81.87	26880	328.3		
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	1-CN	10.14	80.75	5830	72.2	1-C60*	10.19	81.55	11090	136.0	28-CN	10.14	80.75	28900	357.9		
		10.20	81.71	5250	64.2		10.17	81.23	11490	141.4		10.19	81.55	28610	350.8		
		10.12	80.44	5370	66.8		10.13	80.60	11450	142.1		10.21	81.87	28950	353.6		
		10.19	81.55	5990	73.4		10.16	81.07	12820	158.1		10.17	81.23	28440	350.1		
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	6780	83.8	1-C60*	10.13	80.60	17100	212.2	28-CN	10.13	80.60	35840	444.7		
		10.13	80.60	6280	77.9		10.15	80.91	16370	202.3		10.15	80.91	37080	458.3		
		10.12	80.44	6390	78.6		10.15	80.91	16650	205.9		10.15	80.91	35170	434.9		
		10.17	81.23	6850	84.3		10.21	81.87	16990	207.5		10.11	80.28	36660	456.7		
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	1-CN	10.19	81.55	8820	108.2	1-C60*	10.15	80.91	18670	230.7	28-CN	10.14	80.75	38120	472.0		
		10.15	80.91	8420	104.1		10.20	81.71	19500	238.6		10.12	80.44	36330	451.7		
		10.16	81.07	8430	104.0		10.21	81.87	20890	254.2		10.13	80.60	39260	485.2		
		10.13	80.60	8970	111.3		10.18	81.39	21210	260.6		10.14	80.75	38960	482.5		
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	1-CN	10.16	81.07	9500	117.2	1-C60*	10.13	80.60	16830	208.8	28-CN	10.19	81.55	38370	470.5		
		10.12	80.44	9810	122.0		10.15	80.91	17820	220.5		10.21	81.87	36240	442.6		
		10.13	80.60	9950	123.5		10.16	81.07	18440	227.4		10.18	81.39	42010	516.1		
		10.15	80.91	10880	134.5		10.18	81.39	16180	198.8		10.17	81.23	36230	446.0		
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	1-CN	10.16	81.07	11950	147.4	1-C60*	10.19	81.55	24310	298.1	28-CN	10.14	80.75	43590	539.8		
		10.13	80.60	11600	143.3		10.15	80.91	30170	371.6		10.16	81.07	42170	517.0		
		10.15	80.91	12130	149.9		10.14	80.75	28370	351.3		10.12	80.44	41520	516.2		
		10.18	81.39	11100	136.4		10.17	81.23	30200	371.8		10.20	81.71	35130	429.9		
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	1-CN	10.13	80.60	14850	184.3	1-C60*	10.18	81.39	19790	243.1	28-CN	10.12	80.44	46840	583.2		
		10.12	80.44	14780	182.2		10.20	81.71	20940	259.2		10.16	81.07	40910	506.6		
		10.15	80.91	15330	189.5		10.15	80.91	21440	265.0		10.17	81.23	46360	570.7		
		10.17	81.23	14820	182.4		10.11	80.28	19910	248.0		10.14					

- A 100°C

DISEÑO	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	COMPARACION 1CN-28CN	COMPARACION 1C100-28CN
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	1-CN	10.14	80.75	3500	43.3	1-C100*	10.15	80.91	13210	163.3	28-CN	10.13	80.60	20200	250.6	20%	67%
		10.17	81.23	3960	48.7		10.16	81.07	13340	164.5		10.16	81.07	19660	242.5		
		10.12	80.44	4310	53.6		10.13	80.60	13590	168.6		10.14	80.75	19690	243.8		
		10.13	80.60	4090	50.7		10.14	80.75	13380	165.7		10.15	80.91	19850	245.3		
		10.15	80.91	3160	39.1		10.16	81.39	15050	184.9		10.12	80.44	21700	269.8		
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	1-CN	10.18	81.39	3330	40.9	1-C100*	10.14	80.75	14680	181.8	28-CN	10.16	81.07	22240	274.3	16%	66%
		10.13	80.60	3280	40.7		10.16	81.07	13260	163.6		10.14	80.75	20550	254.5		
		10.12	80.44	3740	46.5		10.12	80.44	14330	178.2		10.13	80.60	21500	266.8		
		10.15	80.91	5560	68.7		10.14	80.75	17020	210.8		10.12	80.44	23900	297.1		
		10.14	80.75	5490	68.0		10.15	80.91	16990	210.0		10.17	81.23	23580	290.3		
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	1-CN	10.12	80.44	5270	65.5	1-C100*	10.16	81.07	16050	198.0	28-CN	10.15	80.91	25110	310.3	23%	69%
		10.18	81.39	5680	69.8		10.13	80.60	16690	207.1		10.16	81.07	24200	298.5		
		10.18	81.39	6510	80.0		10.17	81.23	18510	227.9		10.14	80.75	27460	340.0		
		10.14	80.75	6450	79.9		10.14	80.75	16920	209.5		10.16	81.07	24820	306.1		
		10.17	81.23	6660	82.0		10.12	80.44	19780	245.9		10.12	80.44	25510	317.1		
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	6930	85.6	1-C100*	10.16	81.07	18400	227.0	28-CN	10.13	80.60	25930	321.7	25%	71%
		10.18	81.39	7590	93.3		10.12	80.44	20870	259.5		10.15	80.91	28440	351.5		
		10.20	81.71	7310	89.5		10.15	80.91	22860	282.5		10.18	81.39	29860	366.9		
		10.15	80.91	10960	135.5		10.19	81.55	25690	315.0		10.12	80.44	30370	377.6		
		10.13	80.60	7480	92.8		10.16	81.07	22070	272.2		10.14	80.75	29560	366.0		
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	1-CN	10.14	80.75	9870	122.2	1-C100*	10.14	80.75	26790	331.7	28-CN	10.18	81.39	33460	411.1	25%	75%
		10.16	81.07	10230	126.2		10.18	81.39	25280	310.6		10.16	81.07	33650	415.1		
		10.15	80.91	10660	131.5		10.19	81.55	25690	315.0		10.14	80.75	31970	395.9		
		10.13	80.60	9990	124.0		10.13	80.60	25920	321.6		10.15	80.91	33030	408.2		
		10.15	80.91	13600	168.1		10.15	80.91	32500	401.7		10.17	81.23	38550	474.6		
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	1-CN	10.13	80.60	12950	160.7	1-C100*	10.17	81.23	31940	393.2	28-CN	10.13	80.60	44630	541.3	33%	78%
		10.14	80.75	14120	174.9		10.16	81.07	31240	388.3		10.12	80.44	40170	499.3		
		10.18	81.39	13790	169.4		10.14	80.75	31890	394.9		10.16	81.07	40780	503.0		
		10.16	81.07	4990	61.5		10.16	81.07	13780	170.0		10.16	81.07	25010	308.5		
		10.14	80.75	5670	70.2		10.14	80.75	14480	179.3		10.14	80.75	24590	305.3		
DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	1-CN	10.13	80.60	5200	64.5	1-C100*	10.17	81.23	15050	185.3	28-CN	10.18	81.39	25170	309.2	21%	58%
		10.18	81.39	5150	63.3		10.15	80.91	14440	178.5		10.17	81.23	24810	305.4		
		10.13	80.60	6170	76.6		10.19	81.55	17090	209.6		10.15	80.91	28250	349.1		
		10.15	80.91	7410	91.6		10.13	80.60	16260	202.1		10.13	80.60	27230	337.9		
		10.14	80.75	7260	89.9		10.14	80.75	16570	205.2		10.16	81.07	26450	326.2		
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	1-CN	10.17	81.23	6830	84.1	1-C100*	10.16	81.07	16640	205.2	28-CN	10.18	81.39	27310	335.5	25%	61%
		10.13	80.60	9650	119.7		10.15	80.91	17990	221.6		10.19	81.55	31070	381.0		
		10.17	81.23	9630	118.5		10.17	81.23	18530	228.1		10.14	80.75	31150	385.1		
		10.15	80.91	9810	121.2		10.14	80.75	18050	223.5		10.15	80.91	31340	387.3		
		10.12	80.44	9940	123.6		10.15	80.91	18170	224.6		10.16	81.07	31190	384.7		
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	1-CN	10.16	81.07	9490	116.6	1-C100*	10.16	81.07	22410	276.4	28-CN	10.15	80.91	36350	455.4	29%	61%
		10.14	80.75	10920	135.2		10.14	80.75	21390	264.9		10.12	80.44	34720	431.6		
		10.15	80.91	10360	128.0		10.13	80.60	21400	265.5		10.17	81.23	35950	442.6		
		10.13	80.60	10590	131.4		10.15	80.91	21730	268.6		10.16	81.07	35790	441.5		
		10.15	81.55	13650	167.4		10.13	80.60	25510	316.5		10.15	80.91	39550	488.8		
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	1-CN	10.14	80.75	14100	174.6	1-C100*	10.15	80.91	24230	299.5	28-CN	10.14	80.75	40170	497.4	35%	64%
		10.18	81.39	13860	170.3		10.17	81.23	26100	321.3		10.17	81.23	39740	489.2		
		10.16	81.07	13720	169.8		10.16	81.07	25280	311.8		10.16	81.07	39820	491.2		
		10.18	81.39	18680	229.5		10.15	80.91	30930	383.3		10.12	80.44	44470	552.9		
		10.15	80.91	18930	234.0		10.19	81.55	29790	365.3		10.19	81.55	45810	561.7		
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	1-CN	10.16	81.07	18570	229.1	1-C100*	10.17	81.23	29930	368.4	28-CN	10.15	80.91	44740	552.9	42%	67%
		10.13	80.60	19420	241.0		10.13	80.60	30220	375.0		10.17	81.23	45010	554.1		
		10.18	81.39	21060	258.7		10.14	80.75	38700	479.2		10.16	81.07	58290	719.0		
		10.14	80.75	22030	272.8		10.17	81.23	39760	489.5		10.13	80.60	57810	717.3		
		10.16	81.07	21520	265.4		10.16	81.07	39520	487.5		10.14	80.75	58570	725.3		
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	21770	269.1	1-C100*	10.13	80.60	48610	600.1	28-CN	10.18	81.39	58230	715.4	37%	68%
		10.14	80.75	4305	53.3		10.16	81.07	16320	201.3		10.19	81.55	30400	372.8		
		10.18	81.39	4360	53.6		10.17	81.23	16500	203.1		10.14	80.75	30480	377.4		
		10.15	80.91	4290	53.0		10.15	80.91	16460	203.4		10.15	80.91	28900	357.2		
		10.16	81.07	4470	55.1		10.14	80.75	16430	203.5		10.16	81.07	29930	369.2		
DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	5610	69.3	1-C100*	10.13	80.60	18760	231.8	28-CN	10.15	80.91	35350	436.9	15%	55%
		10.18	81.39	5170	63.5		10.15	80.91	18880	233.3		10.17	81.23	33910	417.4		
		10.13	80.60	5550	68.9		10.18	81.39	18470	226.9		10.14	80.75	34360	425.5		
		10.16	81.07	5490	67.7		10.19	81.55	18700	229.3		10.18	81.39	34540	424.4		
		10.19	81.55	6560	80.4		10.14	80.75	20350	252.0		10.13	80.60	35260	437.5		
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	1-CN	10.17	81.23	6270	77.2	1-C100*	10.16	81.07	21340	263.2	28-CN	10.16	81.07	35250	434.8	18%	58%
		10.15	80.91	6380	78.5		10.17	81.23	20690	257.7		10.14	80.75	36350	455.4		
		10.16	81.07	6420	79.2		10.15	80.91	20790	256.9		10.17	81.23	35620	438.5		
		10.14	80.75	8660	107.2		10.17	81.23	24060	296.2		10.18	81.39	33190	407.8		
		10.17	81.23	8015	98.7		10.18	81.39	23310	286.4		10.15	80.91	41850	512.2		
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	1-CN	10.18	81.39	8220	101.0	1-C100*	10.16	81.07	25270	315.7	28-CN	10.16	81.07	40370	499.9	22%	63%
		10.19	81.55	8300	101.8		10.15	80.91	24210	299.2		10.13	80.60	37520	465.5		
		10.18	81.39	10040	123.4		10.18	81.39	31380	385.5		10.16	81.07	39330	485.1		
		10.14	80.75	9365	115.2		10.13	80.60	28700	356.5		10.14	80.75	41305	513.0		
		10.13	80.60	9990	124.0		10.16	81.07	30200	372.5		10.12	80.44	46320	575.9		
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	1-CN	10.15	80.91	9810	121.2	1-C100*	10.15	80.91	30430	376.1	28-CN	10.19	81.55	42360	519.4	23%	72%
		10.17	81.23	12090	148.8		10.14	80.75	34700	429.7		10.15	80.91	56470	697.9		
		10.15	80.91	11500	142.0		10.15	80.91	34940	430.1		10.14	80.75	49660	615.2		
		10.16	81.07	11500	141.8		10.15	80.91	34910	431.4		10.16	81.07	54650	674.1		
		10.14	80.75	12010	148.7		10.16	81.07	34850	429.9		10.13	80.60	53600	665.1		
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	1-CN	10.13	80.60	15200	188.6	1-C100*	10.18	81.39	40410	496.5	28-CN	10.18	81.39	52600	647.2	24%	64%
		10.15	80.91	14850	181.1		10.19	81.55	39450	484.5		10.13	80.60	63210	784.4		
		10.19	81.55	14970	183.6		10.17	81.23	39480								

5.2.2.2 Resistencia a la Tracción Indirecta (Método Brasiler))

- A 35°C

DISEÑO	TRACCION INDIRECTA-1C35°				TRACCION INDIRECTA-28CN				COMPARACION TRACCION INDIRECTA 1C35°-28CN
	CARGA (Kgf)	LONG (cm)	DIAM (cm)	ESFUERZO (Kgf/cm2)	CARGA (Kgf)	LONG (cm)	DIAM (cm)	ESFUERZO (Kgf/cm2)	
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	5730	29.95	15.00	8.12	16680	30.02	14.89	23.76	34%
	6110	30.02	15.06	8.60	17930	30.01	15.00	25.36	
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	6300	30.01	14.99	8.92	19980	29.97	14.96	28.37	34%
	6670	29.96	15.03	9.43	18000	30.03	14.91	25.59	
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	6290	29.97	15.03	8.89	19520	30.00	14.95	27.71	35%
	6910	30.02	14.99	9.78	18490	29.98	15.05	26.09	
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	7330	29.87	15.02	10.40	19660	30.02	15.01	27.78	35%
	7320	29.95	14.99	10.38	22580	29.96	14.98	32.03	
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	8910	29.89	15.01	12.64	27400	30.00	15.06	38.61	37%
	9230	29.97	14.98	13.09	21670	29.99	15.02	30.63	
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	9830	29.94	15.00	13.93	22100	30.05	14.98	31.25	45%
	10430	30.01	14.97	14.78	23050	29.99	15.03	32.55	
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	12420	30.03	15.01	17.54	25700	30.02	15.01	36.31	52%
	14080	30.01	14.98	19.94	24870	29.99	15.02	35.15	
DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	9290	29.98	15.02	13.13	15420	30.01	14.97	21.85	53%
	6780	30.02	15.00	9.59	15040	30.00	14.95	21.35	
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	7680	29.89	14.97	10.93	16430	29.99	15.01	23.24	44%
	6820	29.91	14.95	9.71	16810	30.03	15.04	23.69	
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	8960	29.98	14.97	12.71	19820	29.97	15.00	28.07	49%
	10400	30.01	15.00	14.71	19700	30.01	15.02	27.82	
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	9000	30.00	14.98	12.75	19580	29.98	15.00	27.72	55%
	12790	29.99	15.02	18.08	20140	30.00	15.01	28.47	
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	15070	29.92	14.95	21.45	21700	29.97	14.98	30.77	63%
	14460	29.97	15.01	20.46	25630	30.01	14.99	36.27	
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	16960	30.01	15.03	23.94	26050	29.99	15.02	36.82	64%
	16610	29.95	14.98	23.57	26840	30.01	15.00	37.96	
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	17230	30.02	15.02	24.33	30640	30.02	15.00	43.32	62%
	16880	29.97	15.00	23.90	24110	29.98	15.01	34.11	
DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	8880	29.89	14.97	12.63	23960	30.03	15.02	33.82	41%
	9540	29.91	14.95	13.58	21450	29.99	14.98	30.40	
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	10120	29.96	15.01	14.33	25300	29.95	15.03	35.78	46%
	11550	29.94	14.98	16.39	22100	30.01	15.00	31.25	
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	13120	30.04	14.99	18.55	17300	29.99	14.97	24.53	72%
	12940	30.02	15.06	18.22	18930	30.02	14.97	26.82	
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	14750	29.97	15.03	20.85	18320	30.00	15.03	25.87	79%
	14210	29.95	15.00	20.14	18560	30.01	15.00	26.25	
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	16890	30.01	14.95	23.97	24360	30.05	14.98	34.45	70%
	15460	29.94	14.96	21.97	22150	29.96	15.01	31.36	
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	17250	29.99	15.01	24.40	21520	30.02	14.99	30.44	79%
	18360	29.96	15.03	25.96	23790	30.01	15.00	33.64	
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	20560	30.06	14.99	29.05	28710	29.99	15.02	40.58	78%
	22780	29.91	14.93	32.48	27180	30.02	15.00	38.43	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.6.- Tracción Indirecta 35°C.

- A 60°C

DISEÑO	TRACCION INDIRECTA-1C60°				TRACCION INDIRECTA-28CN				COMPARACION TRACCION INDIRECTA 1C60°-28CN
	CARGA (Kgf)	LONG (cm)	DIAM (cm)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	CARGA (Kgf)	LONG (cm)	DIAM (cm)	ESFUERZO (Kgf/cm ²)	
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	12630	29.88	14.96	17.99	14720	29.94	14.99	20.88	77%
	10850	29.91	14.92	15.48	16130	29.89	15.03	22.86	
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	12900	29.98	15.02	18.24	17530	30.00	14.95	24.88	71%
	11460	30.03	15.00	16.20	16840	30.04	15.02	23.76	
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	12870	29.99	15.04	18.16	20140	29.99	14.96	28.58	64%
	12640	30.02	15.01	17.86	19760	30.02	15.03	27.88	
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	14230	29.97	15.00	20.15	18750	29.74	15.04	26.69	75%
	13670	30.03	15.05	19.26	18060	29.83	14.99	25.71	
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	16080	30.02	15.04	22.67	19870	29.84	14.96	28.34	71%
	14810	29.98	15.00	20.97	23460	29.87	14.92	33.51	
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	17480	29.91	15.01	24.79	22850	30.00	14.95	32.43	69%
	13790	30.00	14.99	19.52	22570	29.85	14.99	32.11	
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	20990	29.99	15.01	29.68	20780	29.95	15.02	29.41	84%
	15200	30.05	14.97	21.51	22100	30.01	14.98	31.30	
DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	12010	30.06	15.01	16.95	17420	30.00	15.03	24.60	69%
	11780	30.04	14.97	16.68	16930	29.96	15.04	23.92	
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	13290	29.98	15.01	18.80	19760	30.05	15.07	27.78	65%
	13730	30.02	15.03	19.37	21620	30.02	15.01	30.55	
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	14150	29.93	15.06	19.99	16780	29.91	15.02	23.78	83%
	16490	30.01	15.01	23.31	19990	30.03	14.97	28.31	
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	14790	30.03	14.99	20.92	20970	30.01	15.00	29.66	68%
	14330	29.98	15.04	20.23	21530	29.94	14.89	30.75	
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	17120	29.91	15.04	24.23	29510	29.96	14.92	42.03	53%
	13640	30.01	15.00	19.29	28670	30.02	15.06	40.37	
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	18840	30.05	15.01	26.59	23320	29.93	14.98	33.11	73%
	15610	30.02	15.00	22.07	23970	29.97	15.01	33.92	
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	17050	30.00	15.04	24.06	28560	29.94	15.01	40.46	68%
	19170	29.99	14.99	27.15	24350	30.02	14.99	34.45	
DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	12910	29.94	15.01	18.29	17490	30.02	15.01	24.71	66%
	11600	30.03	15.02	16.37	19580	29.98	14.99	27.74	
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	12070	30.03	15.04	17.01	14620	30.00	14.92	20.79	78%
	12940	29.96	15.06	18.26	17440	29.97	15.03	24.65	
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	14760	30.02	15.04	20.81	22210	30.02	14.98	31.44	70%
	15310	29.99	15.00	21.67	20720	30.00	15.06	29.20	
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	15950	30.05	14.99	22.54	20740	29.97	15.01	29.35	77%
	16390	29.98	15.02	23.17	21180	30.02	15.00	29.94	
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	16870	30.05	14.96	23.89	19890	30.06	14.95	28.18	81%
	17320	29.98	15.00	24.52	22450	29.94	15.04	31.74	
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	15840	29.87	15.02	22.48	27840	29.98	15.04	39.31	59%
	17230	30.05	14.97	24.38	28280	30.01	15.02	39.94	
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	19050	29.98	15.02	26.93	26530	29.97	15.03	37.49	70%
	16400	30.01	14.97	23.24	24000	29.99	14.96	34.06	

Fuente: Elaboración Propia
Tabla 5.7.- Tracción Indirecta 60°C.

- A 100°C

DISEÑO	TRACCION INDIRECTA-1C100°				TRACCION INDIRECTA-28CN				COMPARACION TRACCION INDIRECTA 1C100°-28CN
	CARGA (Kgf)	LONG (cm)	DIAM (cm)	ESFUERZO (Kgf/cm2)	CARGA (Kgf)	LONG (cm)	DIAM (cm)	ESFUERZO (Kgf/cm2)	
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	9320	30.01	15.01	13.17	13130	30.01	15.02	18.54	75%
	9540	30.02	15.00	13.49	11890	29.98	15.00	16.83	
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	10740	30.00	15.00	15.19	14950	29.99	15.01	21.14	70%
	10560	29.99	15.03	14.91	15650	30.02	15.02	22.10	
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	13850	29.98	14.97	19.65	21020	30.03	15.01	29.69	69%
	13540	30.01	15.02	19.12	18900	30.00	14.98	26.77	
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	14550	30.00	15.00	20.58	21730	29.98	15.02	30.72	71%
	14970	30.02	15.01	21.15	19710	29.99	15.00	27.89	
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	17280	29.98	15.02	24.43	21630	30.01	14.99	30.61	81%
	16660	30.01	15.00	23.56	20140	29.98	15.02	28.47	
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	17860	30.03	15.02	25.21	20500	30.02	15.00	28.98	84%
	18230	29.99	14.97	25.85	22720	30.00	14.99	32.16	
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	19870	30.01	15.01	28.08	24470	30.01	14.99	34.63	80%
	20010	29.97	14.99	28.36	25280	29.98	15.02	35.74	
DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	8810	30.02	15.00	12.46	16620	30.03	15.00	23.49	59%
	9430	30.00	14.99	13.35	14050	30.00	14.98	19.90	
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	11350	29.99	15.01	16.05	18710	30.04	15.03	26.38	67%
	11960	29.97	15.03	16.90	16320	29.98	15.05	23.03	
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	12970	30.01	14.97	18.38	22100	30.02	14.99	31.27	68%
	13550	29.95	15.02	19.18	17060	29.99	15.00	24.14	
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	14640	29.95	14.98	20.77	22380	30.00	15.02	31.62	64%
	15210	29.98	15.01	21.52	24110	30.04	15.03	34.00	
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	16230	30.00	15.03	22.91	22820	29.98	15.01	32.28	72%
	16840	29.99	15.02	23.80	22960	30.01	15.00	32.47	
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	18810	30.01	15.03	26.55	22970	30.03	14.95	32.57	79%
	19390	30.00	15.02	27.39	24910	30.01	14.97	35.30	
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	19880	29.97	15.01	28.13	29480	29.98	14.98	41.79	69%
	20350	30.01	15.02	28.74	28880	29.99	14.93	41.06	
DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	12250	30.01	14.99	17.34	19040	30.01	15.00	26.93	66%
	13660	29.99	15.00	19.33	20040	30.03	15.01	28.30	
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	15500	30.03	15.00	21.91	21920	30.01	14.97	31.06	72%
	16240	30.00	15.02	22.94	22360	29.98	15.02	31.61	
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	15180	30.01	14.99	21.48	20700	30.03	14.99	29.27	77%
	17250	30.02	15.01	24.37	21470	30.00	14.96	30.46	
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	17070	30.00	15.00	24.15	21980	30.02	15.03	31.01	75%
	17990	30.02	15.03	25.38	24510	29.97	15.02	34.66	
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	16990	30.03	15.00	24.01	24560	29.96	15.00	34.79	71%
	18670	30.01	15.01	26.39	25710	30.02	15.01	36.32	
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	20480	30.02	15.00	28.95	24160	29.97	14.98	34.26	82%
	22450	30.01	14.99	31.77	27930	29.99	14.99	39.55	
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	21640	30.04	15.03	30.51	29650	30.01	15.02	41.88	74%
	23780	30.05	15.02	33.54	31420	30.00	15.00	44.45	

Fuente: Elaboración Propia
Tabla 5.8.- Tracción Indirecta 100°C.



CAPITULO VI. – ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Datos del Vaciado



DISEÑO	FECHA	DISEÑO EN SECO							PROPIEDADES DEL CONCRETO						
		CEMENTO (kg)	AGUA (kg)	ARENA (kg)	PIEDRA 3/4" (kg)	PIEDRA 1" (kg)	NEOPLAST 8500 HP (kg)	EUCO WR 75 (kg)	HORA	HUMEDAD RELATIVA (%)	T CONCRETO (°c)	T AMBIENTE (°c)	SLUMP (plg)	PESO UNITARIO (kg/m3)	CONTENIDO DE AIRE (%)
PATRON-0.70-IP	08/03/2017	270	188	876	863	154	0.81	0.81	14:45	43	20.6	23.9	8 1/2"	19917	1.5
PATRON-0.65-IP	08/03/2017	280	181	880	867	155	0.84	0.84	16:15	46	19.4	21.3	8 1/2"	19508	0.72
PATRON-0.60-IP	13/03/2017	305	184	865	852	152	0.92	0.92	08:33	31	20.3	24.2	7 3/4"	20318	1.6
PATRON-0.55-IP	13/03/2017	330	183	856	842	150	0.99	0.99	08:46	32	19.9	24.3	7 1/2"	20200	2.0
PATRON-0.50-IP	14/03/2017	350	175	857	843	150	1.05	1.05	10:46	43	22.8	26.1	3"	20264	1.9
PATRON-0.45-IP	14/03/2017	390	175	839	826	147	1.17	1.17	12:08	34	22.7	24.9	2 1/4"	20332	2.0
PATRON-0.40-IP	16/03/2017	420	170	832	963	146	1.26	1.26	16:12	43	20.2	22.0	3"	20423	2.0
PATRON-0.50-IP	23/03/2017	350	175	856	843	150	1.23	1.05	14:05	35	22.6	24.0	8"	20029	2.0
PATRON-0.45-IP	24/03/2017	390	175	839	826	147	1.37	1.17	14:41	24	23.7	28.2	7 3/4"	19911	1.6
PATRON-0.40-IP	24/03/2017	420	170	831	963	146	1.47	1.26	16:05	36	21.2	22.9	8"	20216	2
PATRON-0.70-HE	29/03/2017	270	188	881	867	155	0.84	0.81	06:58	60	17.1	19.0	7 1/4"	20375	-
PATRON-0.65-HE	29/03/2017	280	181	885	871	155	1.23	0.84	11:35	LO	24.6	30.8	6"	20502	-
PATRON-0.60-HE	30/03/2017	305	184	870	857	153	1.16	1.07	07:24	30	18.4	20.5	7"	20225	-
PATRON-0.55-HE	30/03/2017	330	183	861	848	151	1.25	1.16	11:14	60	23.6	26.6	7 3/4"	20491	-
PATRON-0.50-HE	30/03/2017	350	175	862	849	151	1.30	1.23	11:39	42	23.1	26.3	8 1/4"	20273	-
PATRON-0.45-HE	31/03/2017	390	175	845	832	148	1.48	1.37	16:07	39	21.1	19.9	7"	20350	-
PATRON-0.40-HE	31/03/2017	420	170	839	971	147	1.60	1.47	17:02	47	19.9	18.6	7 1/2"	20421	-
DISEÑO-0.70-IP-60°	03/04/2017	270	188	869	860	154	0.81	0.81	11:42	21	24.7	28.6	7 1/4"	20150	-
DISEÑO-0.65-IP-60°	04/04/2017	280	181	873	864	155	0.84	0.84	07:08	51	17.9	18.9	7 1/2"	20137	-
DISEÑO-0.60-IP-60°	04/04/2017	305	184	858	850	152	1.04	0.92	11:40	22	25.5	27.9	7 1/2"	20215	-

DISEÑO-0.55-IP-60°	05/04/2017	330	183	848	840	150	1.12	0.99	06:46	22	12.3	14.5	8 1/4"	20098	-
DISEÑO-0.50-IP-60°	05/04/2017	350	175	849	841	150	1.23	1.05	07:10	31	17.5	17.4	7 3/4"	20095	-
DISEÑO-0.45-IP-60°	06/04/2017	390	175	831	823	147	1.56	1.17	06:50	50	16.2	15.1	8"	20316	-
DISEÑO-0.40-IP-60°	06/04/2017	420	170	824	960	146	1.81	1.26	07:18	31	18.1	20.1	8 1/4"	20501	-
DISEÑO-0.70-HE-60°	07/04/2017	270	188	873	865	155	0.89	0.81	06:55	45	17.1	17.7	6 1/2"	20354	-
DISEÑO-0.65-HE-60°	10/04/2017	280	181	878	869	155	0.92	0.84	06:37	48	14.4	13.4	7 1/4"	19192	-
DISEÑO-0.60-HE-60°	10/04/2017	305	184	864	855	153	0.98	0.92	07:04	LO	18.0	15.7	7 1/2"	19082	-
DISEÑO-0.55-HE-60°	11/04/2017	330	183	854	846	151	1.25	0.99	06:37	43	14.4	13.4	7 3/4"	19365	-
DISEÑO-0.50-HE-60°	11/04/2017	350	175	855	847	151	1.40	1.05	07:10	36	17.8	18.9	8 1/4"	19796	-
DISEÑO-0.55-HE-60°	19/04/2017	330	183	854	846	151	1.25	0.99	06:51	46	16.7	15.1	8"	19185	-
DISEÑO-0.50-HE-60°	19/04/2017	350	175	855	847	151	1.4	1.05	07:18	42	17.7	17.9	7 3/4"	19378	-
DISEÑO-0.45-HE-60°	20/04/2017	390	175	838	830	148	1.56	1.17	06:50	32	13.8	11.8	9"	19433	-
DISEÑO-0.40-HE-60°	20/04/2017	420	170	832	968	147	1.89	1.26	07:22	28	16.2	20.9	8 1/2"	19545	-
PATRON-0.70-I	22/04/2017	270	188	881	872	156	0.95	0.81	07:14	45	15.9	14.4	8 3/4"	19110	-
PATRON-0.65-I	22/04/2017	280	181	885	876	157	1.12	0.84	07:29	40	17.7	16.5	6 1/4"	19230	-
PATRON-0.60-I	25/04/2017	305	184	871	863	154	1.31	0.92	06:53	42	16.6	15.9	6 3/4"	19258	-
PATRON-0.55-I	25/04/2017	330	183	863	854	153	1.39	0.99	06:55	32	16.0	16.4	6 1/2"	19187	-
PATRON-0.50-I	25/04/2017	350	175	864	856	153	1.58	1.05	07:20	25	17.8	17.4	6 3/4"	19172	-
PATRON-0.45-I	26/04/2017	390	175	848	840	150	1.83	1.17	17:23	28	20.1	21.9	8"	19174	-
PATRON-0.40-I	23/05/2017	420	170	842	981	149	2.14	1.26	13:00	LO	22.7	25.9	6 1/4"	19594	-
DISEÑO-0.70-I-60°	26/04/2017	270	188	881	872	156	0.95	0.81	06:37	27	15.1	14.2	4 1/2"	19117	-
DISEÑO-0.65-I-60°	18/05/2017	280	181	885	876	157	1.12	0.84	15:17	22	21.8	22.5	6 1/4"	19105	-
DISEÑO-0.60-I-60°	19/05/2017	305	184	871	863	154	1.31	0.92	12:00	22	23.0	26.0	8"	19160	-
DISEÑO-0.55-I-60°	19/05/2017	330	183	863	854	153	1.39	0.99	12:37	21	23.2	24.9	8"	19033	-
DISEÑO-0.50-I-60°	22/05/2017	350	175	864	856	153	1.58	1.05	12:46	20	23.3	26.9	8"	19020	-
DISEÑO-0.45-I-60°	22/05/2017	390	175	848	840	150	1.83	1.17	13:25	19	22.8	26.9	7 /34"	19153	-
DISEÑO-0.40-I-60°	23/05/2017	420	170	842	981	149	2.14	1.26	13:48	LO	22.6	25.6	8"	19385	-
DISEÑO-0.40-I-60°	24/05/2017	420	170	842	981	149	2.14	1.26	13:01	LO	23.3	24.8	8"	19763	-

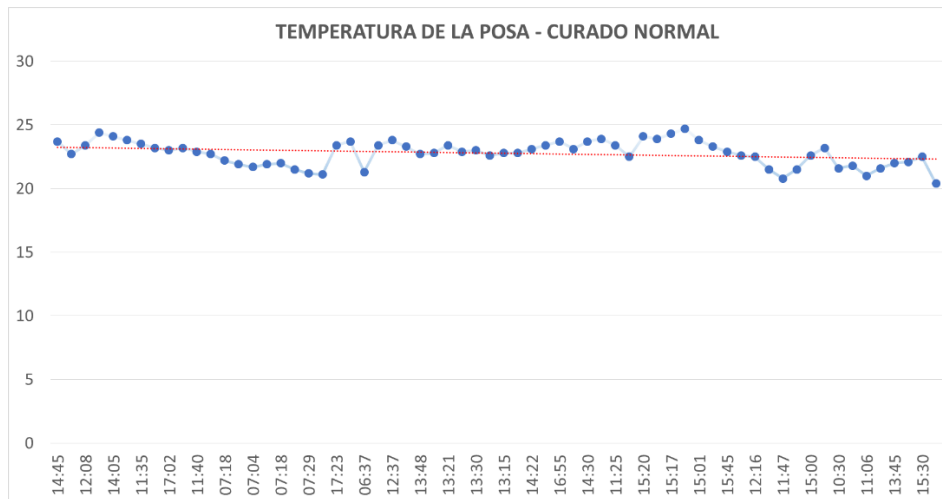
DISEÑO-0.45-I-60°	24/05/2017	390	175	848	840	150	1.83	1.17	13:37	LO	22.7	24.9	8"	18919	-
DISEÑO-0.50-I-60°	25/05/2017	350	175	864	856	153	1.58	1.05	12:17	LO	24.6	27.8	7 3/4"	19089	-
DISEÑO-0.55-I-60°	25/05/2017	330	183	863	854	153	1.39	0.99	13:21	LO	24.0	26.7	8"	18917	-
DISEÑO-0.60-I-60°	29/05/2017	305	184	871	863	154	1.31	0.92	12:39	21	20.4	24.0	6"	20245	-
DISEÑO-0.65-I-60°	29/05/2017	280	181	885	876	157	1.12	0.84	13:33	21	22.2	24.7	7 1/2"	20353	-
DISEÑO-0.70-I-60°	30/05/2017	270	188	881	872	156	0.95	0.81	12:17	23	21.2	22.1	7 1/4"	20361	-
DISEÑO-0.40-HE-60°	30/05/2017	420	170	832	968	147	1.89	1.26	13:30	23	19.9	22.6	7"	20567	-
DISEÑO-0.45-HE-60°	31/05/2017	390	175	838	830	148	1.56	1.17	12:31	LO	24.3	28.7	6 3/4"	20211	-
DISEÑO-0.60-HE-60°	31/05/2017	305	184	864	855	153	0.98	0.92	13:34	LO	22.7	27.3	7"	20172	-
DISEÑO-0.65-HE-60°	01/06/2017	280	181	878	869	155	0.92	0.84	12:31	20	24.3	28.0	6"	20175	-
DISEÑO-0.70-HE-60°	01/06/2017	270	188	873	865	155	0.89	0.81	13:15	LO	24.0	28.2	6"	20192	-
DISEÑO-0.70-IP-60°	02/06/2017	270	188	869	860	154	0.81	0.81	13:26	LO	22.8	26.5	6"	20141	2.4
DISEÑO-0.65-IP-60°	02/06/2017	280	181	873	864	155	0.84	0.84	15:15	LO	21.5	25.8	6"	20015	3.4
DISEÑO-0.60-IP-60°	06/06/2017	305	184	858	850	152	1.04	0.92	12:31	LO	23.9	25.7	7 1/2"	19970	4.5
DISEÑO-0.55-IP-60°	06/06/2017	330	183	848	840	150	1.12	0.99	14:22	20	22.0	23.5	8"	19971	4.4
DISEÑO-0.50-IP-60°	06/06/2017	350	175	849	841	150	1.23	1.05	15:40	24	20.2	20.3	7 1/2"	19954	4.1
DISEÑO-0.45-IP-60°	07/06/2017	390	175	831	823	147	1.56	1.17	12:35	21	22.5	23.3	7"	19071	8.3
DISEÑO-0.40-IP-60°	07/06/2017	420	170	824	960	146	1.81	1.26	13:55	21	20.2	20.7	6"	20265	3.6
DISEÑO-0.70-HE-60°	07/06/2017	270	188	873	865	155	0.89	0.81	15:21	27	18.6	18.6	7"	19940	3.6
DISEÑO-0.65-HE-60°	07/06/2017	280	181	878	869	155	0.92	0.84	17:30	32	19.7	17.7	7"	20140	3.4
DISEÑO-0.60-HE-60°	08/06/2017	305	184	864	855	153	0.98	0.92	12:38	LO	22.3	24.9	7 1/2"	19671	6.5
DISEÑO-0.55-HE-60°	08/06/2017	330	183	854	846	151	1.25	0.99	14:00	LO	22.2	23.8	7 3/4"	19777	5.9
DISEÑO-0.50-HE-60°	08/06/2017	350	175	855	847	151	1.4	1.05	15:52	24	18.5	21.2	7 1/2"	19945	4.4
DISEÑO-0.45-HE-60°	08/06/2017	390	175	838	830	148	1.56	1.17	16:55	29	17.3	19.6	8 1/2"	19871	8.3
DISEÑO-0.40-HE-60°	09/06/2017	420	170	832	968	147	1.89	1.26	13:43	LO	21.5	23.6	8"	20522	3.1
DISEÑO-0.40-I-60°	09/06/2017	420	170	842	981	149	2.14	1.26	15:18	21	19.5	22.0	7"	20543	3.6
DISEÑO-0.45-I-60°	09/06/2017	390	175	848	840	150	1.83	1.17	16:32	23	20.8	19.5	8 1/4"	20242	4.9
DISEÑO-0.50-I-60°	09/06/2017	350	175	864	856	153	1.58	1.05	17:23	24	20.5	17.8	8 1/4"	20141	4.0

DISEÑO-0.55-I-60°	12/06/2017	330	183	863	854	153	1.39	0.99	10:20	26	19.6	20.6	7 1/4"	19110	-
DISEÑO-0.60-I-60°	12/06/2017	305	184	871	863	154	1.31	0.92	09:30	32	19.8	20.9	7 1/2"	19209	-
DISEÑO-0.65-I-60°	12/06/2017	280	181	885	876	157	1.12	0.84	14:30	22	22	23.6	7"	19729	-
DISEÑO-0.70-I-60°	13/06/2017	270	188	881	872	156	0.95	0.81	09:27	25	18.2	19	6 1/2"	19739	-
DISEÑO-0.70-IP-60°	13/06/2017	270	188	876	863	154	0.81	0.81	14:05	22	21.7	25.2	7 1/2"	20029	2.0
DISEÑO-0.65-IP-60°	13/06/2017	280	181	880	867	155	0.84	0.84	15:00	21	20.4	23.6	7 3/4"	19761	2.1
DISEÑO-0.60-IP-60°	14/06/2017	305	184	858	850	152	1.04	0.92	12:05	20	24.7	26.8	7 3/4"	20092	3.8
DISEÑO-0.55-IP-60°	14/06/2017	330	183	848	840	150	1.12	0.99	10:30	21	17.2	19	7 1/2"	20034	3.6
DISEÑO-0.50-IP-60°	14/06/2017	350	175	849	841	150	1.23	1.05	11:25	27.5	18.9	20	7"	20024	3.7
DISEÑO-0.45-IP-60°	15/06/2017	390	175	831	823	147	1.56	1.17	08:00	35	19.4	19.2	7 1/2"	19693	5.0
DISEÑO-0.40-IP-60°	15/06/2017	420	170	824	960	146	1.81	1.26	10:36	26	19.2	20.4	7 3/4"	20383	4.1
DISEÑO-0.70-IP-35°	30/11/2017	270	188	869	862	154	0.81	0.81	15:20	21	26.1	26.6	7 1/2"	19810	2.7
DISEÑO-0.65-IP-35°	04/12/2017	280	181	873	866	155	0.84	0.84	15:20	22	26.0	26.5	7"	19589	3.0
DISEÑO-0.60-IP-35°	06/12/2017	305	184	877	858	153	1.04	0.92	15:17	21	25.1	29.1	8"	19952	4.3
DISEÑO-0.55-IP-35°	11/12/2017	330	183	867	848	151	1.12	0.99	15:37	23	25.2	23.9	8"	20125	4.0
DISEÑO-0.50-IP-35°	12/12/2017	350	175	868	849	151	1.23	1.05	15:01	26	25.9	25.3	7"	19994	3.8
DISEÑO-0.45-IP-35°	19/12/2017	390	175	850	831	148	1.56	1.17	15:24	35	22.7	23.1	9"	20288	5.9
DISEÑO-0.40-IP-35°	23/01/2018	420	170	843	969	147	1.81	1.26	15:45	33	24.5	25	9"	20456	3.8
DISEÑO-0.70-HE-35°	24/01/2018	270	188	893	873	156	0.89	0.81	12:45	32	24.6	25.2	7 1/4"	20243	3.7
DISEÑO-0.65-HE-35°	24/01/2018	280	181	897	877	156	0.92	0.84	13:52	32	24.9	27.7	7"	19974	3.3
DISEÑO-0.60-HE-35°	25/01/2018	305	184	883	863	154	0.98	0.92	12:16	41	24.9	27.4	6 3/4"	19346	4.3
DISEÑO-0.55-HE-35°	31/01/2018	330	183	873	851	152	1.25	0.99	11:48	39	26.7	27.1	6 3/4"	19576	4.9
DISEÑO-0.50-HE-35°	01/02/2018	350	175	874	852	152	1.40	1.05	11:47	35	23.9	27.4	6"	19675	4.0
DISEÑO-0.45-HE-35°	05/02/2018	390	175	857	836	149	1.64	1.17	13:29	26	25.5	28.6	6 1/4"	19763	5.1
DISEÑO-0.40-HE-35°	12/02/2018	420	170	850	975	148	1.89	1.26	14:29	31	23.9	24.5	5"	20514	2.9
DISEÑO-0.70-I-35°	13/02/2018	270	188	900	878	157	0.95	0.81	11:29	32	23.9	26.1	7 1/2"	19438	2.5
DISEÑO-0.65-I-35°	13/02/2018	280	181	905	882	158	1.12	0.84	12:05	31	24.5	26.5	7 1/4"	19547	3.3
DISEÑO-0.60-I-35°	14/02/2018	305	184	891	868	155	1.31	0.92	10:55	31	24.4	27.1	8"	19358	3.8

DISEÑO-0.55-I-35°	14/02/2018	330	183	882	860	154	1.39	0.99	11:22	30	25.3	27.4	8 1/4"	19075	4.1
DISEÑO-0.50-I-35°	14/02/2018	350	175	884	862	154	1.58	1.05	14:02	47	22.2	23	7"	19011	4.3
DISEÑO-0.45-I-35°	15/02/2018	390	175	867	846	151	1.83	1.17	14:05	47	21.9	23.7	9"	19256	4.7
DISEÑO-0.40-I-35°	15/02/2018	420	170	861	988	150	2.1	1.26	14:55	50	22.5	23.0	7 1/4"	19548	4.5
DISEÑO-0.70-IP-100°	28/02/2018	270	188	888	868	155	0.81	0.81	11:01	34	23.4	26.7	7 1/2"	20078	2.2
DISEÑO-0.65-IP-100°	28/02/2018	280	181	892	873	155	0.84	0.84	13:34	40	22.3	23.3	6"	19963	2.7
DISEÑO-0.60-IP-100°	01/03/2018	305	184	877	858	153	1.01	0.92	09:33	43	21.4	22.8	7"	20147	3.5
DISEÑO-0.55-IP-100°	01/03/2018	330	183	867	848	151	1.09	0.99	09:58	33	21.2	25.9	6 1/2"	20075	4.0
DISEÑO-0.50-IP-100°	01/03/2018	350	175	868	849	151	1.23	1.05	10:23	36	22.1	24.5	7 1/4"	19972	4.2
DISEÑO-0.45-IP-100°	01/03/2018	390	175	850	831	148	1.48	1.17	10:59	27	22.4	26.5	6 3/4"	20144	5.5
DISEÑO-0.40-IP-100°	01/03/2018	420	170	843	969	147	1.72	1.26	11:32	24	22.5	27.6	8"	20365	4.3
DISEÑO-0.70-HE-100°	06/03/2018	270	188	893	873	156	0.89	0.81	09:55	37	22.7	23.9	7 1/4"	20173	3.5
DISEÑO-0.65-HE-100°	06/03/2018	280	181	897	877	156	0.92	0.84	10:15	34	23.5	24.8	7 1/2"	19846	3.3
DISEÑO-0.60-HE-100°	06/03/2018	305	184	883	863	154	1.01	0.92	10:44	34	22.9	23.7	7"	19421	4.2
DISEÑO-0.55-HE-100°	06/03/2018	330	183	873	851	152	1.25	0.99	11:03	36	23.4	24.2	7"	19285	4.9
DISEÑO-0.50-HE-100°	07/03/2018	350	175	874	852	152	1.44	1.05	10:22	25	22.9	26.5	7 1/2"	19653	4.3
DISEÑO-0.45-HE-100°	07/03/2018	390	175	857	836	149	1.64	1.17	10:52	22	23.5	27.1	7 3/4"	19953	6.2
DISEÑO-0.40-HE-100°	07/03/2018	420	170	850	968	147	1.89	1.26	11:28	23	22.7	26.4	8"	20434	4.1
DISEÑO-0.70-I-100°	08/03/2018	270	188	900	878	157	0.95	0.81	10:22	43	22.3	23.0	7 1/2"	19638	2.3
DISEÑO-0.65-I-100°	08/03/2018	280	181	905	882	158	1.12	0.84	10:44	38	21.8	24.1	7"	19436	3.2
DISEÑO-0.60-I-100°	08/03/2018	305	184	891	869	155	1.22	0.92	11:24	32	23	25.0	7 1/4"	19245	3.7
DISEÑO-0.55-I-100°	08/03/2018	330	183	882	860	154	1.32	0.99	11:57	32	23.5	26.1	7"	18990	4.2
DISEÑO-0.50-I-100°	08/03/2018	350	175	884	862	154	1.58	1.05	14:17	30	24.4	27.4	6 1/2"	19143	4.5
DISEÑO-0.45-I-100°	12/03/2018	390	175	867	846	151	1.83	1.17	10:50	29	24.3	25.7	8"	19445	4.8
DISEÑO-0.40-I-100°	12/03/2018	420	170	842	975	148	1.89	1.26	11:16	21	23.9	27.7	7"	19565	5.0

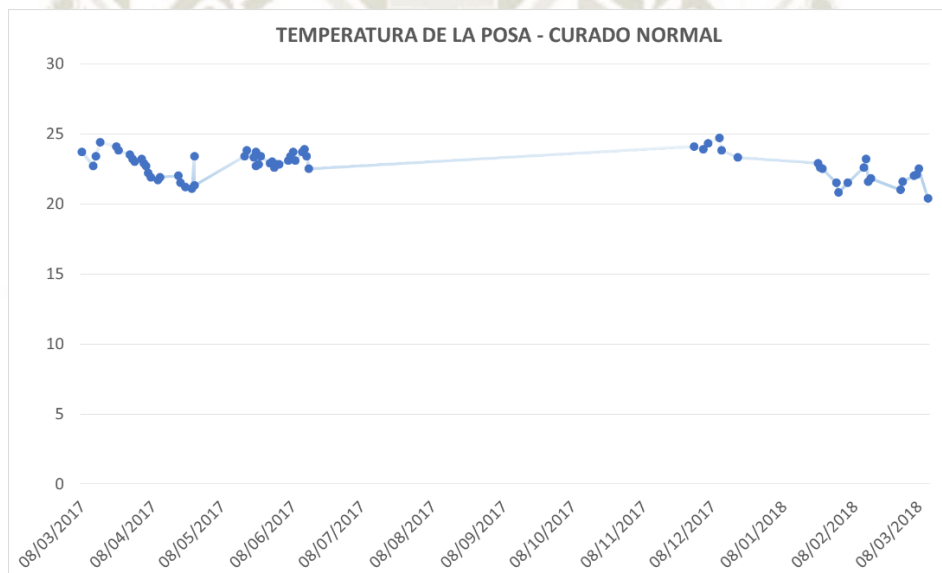
Fuente: Elaboración Propia
Tabla 6.1- Tabla de Vaciados.

6.2. Análisis de la Temperatura de la Posa de Curado Normal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.1.- Horas de inserción de probetas en la poza de curado normal.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.2.- Fechas de inserción de probetas en la poza de curado normal.

- Se cumple lo que indica la norma, en que la temperatura de la poza de curado normal este entre $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Se hace una línea de tendencia e indica que la temperatura de la poza es de 23°C .
- La temperatura máxima en la poza de curado normal alcanzo los 24.7°C en el mes de diciembre.
- La temperatura mínima en la poza de curado normal alcanzo los 20.4°C en el mes de marzo.

6.3. Análisis de los Resultados de Concreto en Estado Fresco

6.3.1 Análisis de Resultados de la Temperatura del Concreto

- La temperatura del concreto varió entre 12.3°C y 26.7°C.
- La temperatura ambiente varió entre 11.8°C y 30.8°C, siendo elaborado el presente estudio de investigación en la ciudad de Arequipa – Perú.
- La humedad relativa varió entre 19% y 60%, siendo elaborado el presente estudio de investigación en la ciudad de Arequipa – Perú.

6.3.2 Análisis de Resultados del Asentamiento del Concreto

- Los patrones fueron para hallar un asentamiento del concreto entre 6” y 8”, para mantener la trabajabilidad de la mezcla.
- En promedio se logró obtener un asentamiento, aproximadamente de 7”.
- El asentamiento mínimo fue de 5”, si bien se redujo la fluidez de la mezcla en este diseño, la relación A/C no fue modificada y se mantuvo la resistencia.
- El asentamiento máximo fue de 9”, se obtuvo mayor fluidez de la mezcla en este diseño, la relación A/C no fue modificada y se mantuvo la resistencia.

6.3.3 Análisis de Resultados del Peso Unitario del Concreto

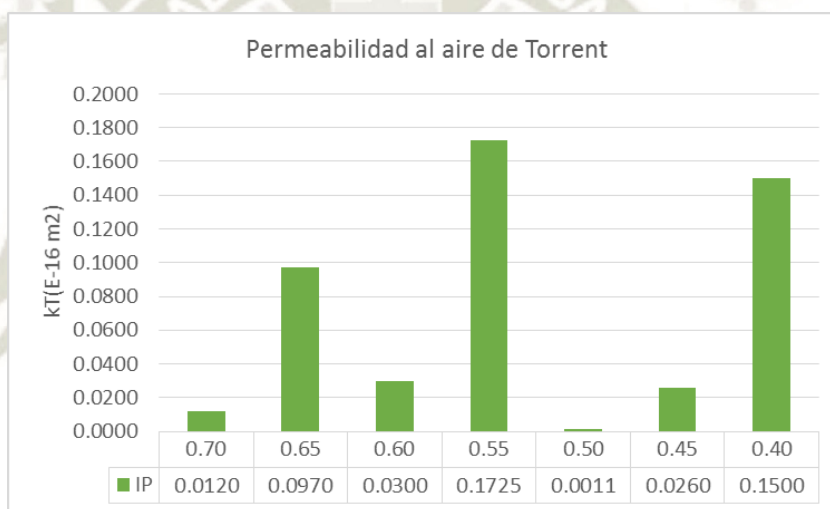
- En promedio, el peso volumétrico del concreto diseñado fue de 19.812 kg/m³.
- El concreto de mayor peso unitario fue el diseñado con cemento tipo HE de relación A/C 0.40.
- El concreto de menor peso unitario fue el diseñado con cemento tipo I de relación A/C 0.55.

6.3.4 Análisis de Resultados del Contenido de Aire del Concreto

- En promedio, el contenido de aire del concreto diseñado fue de 3.78 %.
- El concreto con mayor contenido de aire fue el diseñado con cemento tipo HE de relación A/C 0.45.
- El concreto con menor contenido de aire fue el diseñado con cemento tipo IP de relación A/C 0.70.

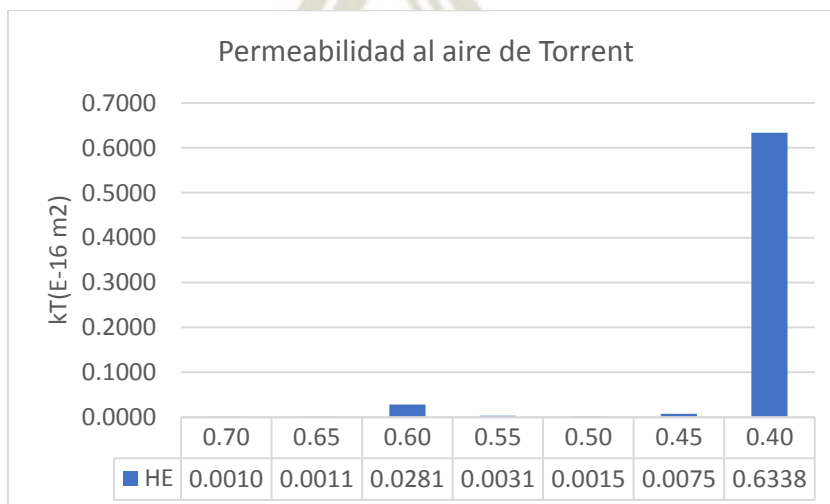
6.4. Análisis de Resultados no Destructivos

6.4.1 Análisis de Resultados Permeabilidad al aire de Torrent



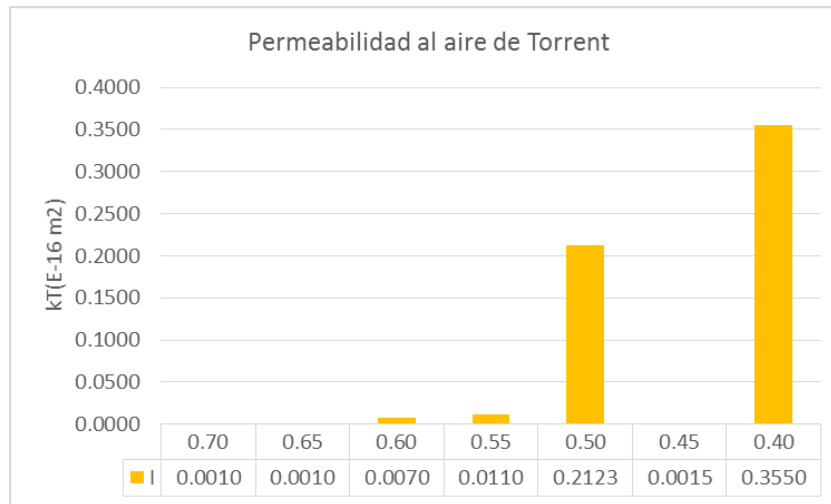
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.3.- Permeabilidad al aire de Torrent – IP.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.4.- Permeabilidad al aire de Torrent – HE.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.5.- Permeabilidad al aire de Torrent – I.

Calidad del Recubrimiento	kT(E-16 m ²)
Muy Bueno	kT<0.01
Bueno	0.01<kT>0.1
Normal	0.1<kT>1.0
Pobre	1.0<kT>10
Muy Pobre	kT>10

Fuente: Norma DIN

Tabla 6.2.- Clasificación de la calidad del recubrimiento.

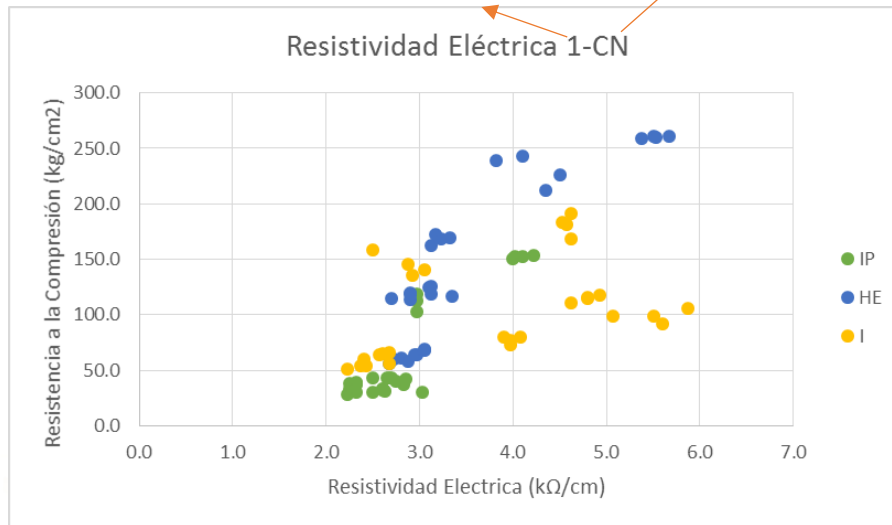
- Según la tabla 6.2, la calidad del recubrimiento en la mayoría de los diseños es “Bueno”.
- Los diseños con la mejor calidad de recubrimiento son del cemento tipo HE y I, dichos concretos son clasificados con “Muy Buenos”.
- La peor calidad de recubrimiento la obtuvo el cemento tipo IP, esto pudo ocurrir por la cantidad de poros creados en el interior del testigo, estos diseños obtuvieron en su mayoría como la clasificación “Normal”.
- En la relación A/C 0.40, en los tres tipos de cementos la calidad del recubrimiento fue “Normal”, esto debido a que este concreto se vuelve pesado y es más difícil su trabajabilidad.
- Debido que la presente investigación es para elementos prefabricados, el recubrimiento debe tener la mejor calidad posible. Y como estos fueron realizados en un patio de diseño especial, no hubo pérdida de finos.

6.4.2 Análisis de Resultados Resistividad Eléctrica

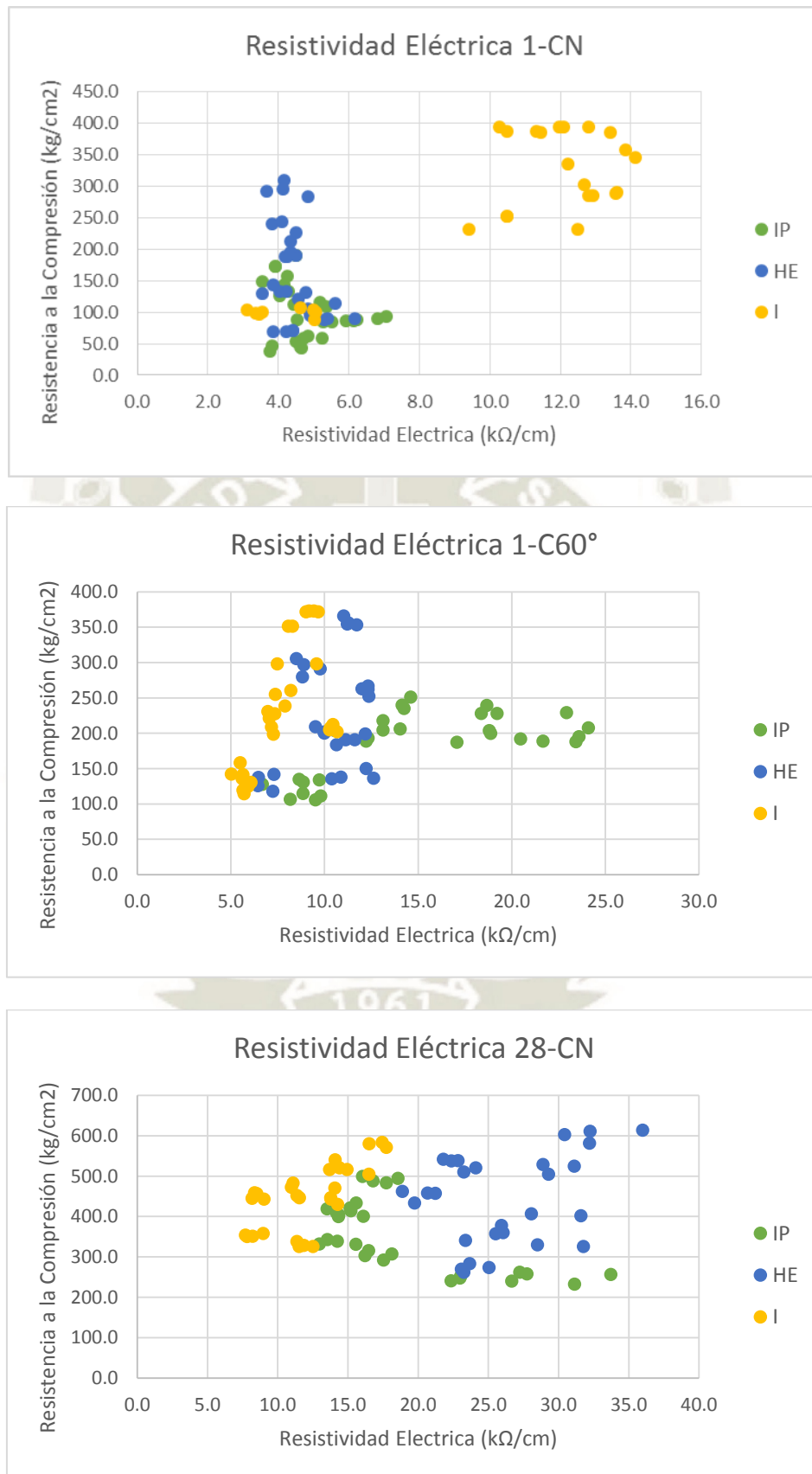
- A 35°C

TIEMPO DE CURADO

TIPO DE CURADO

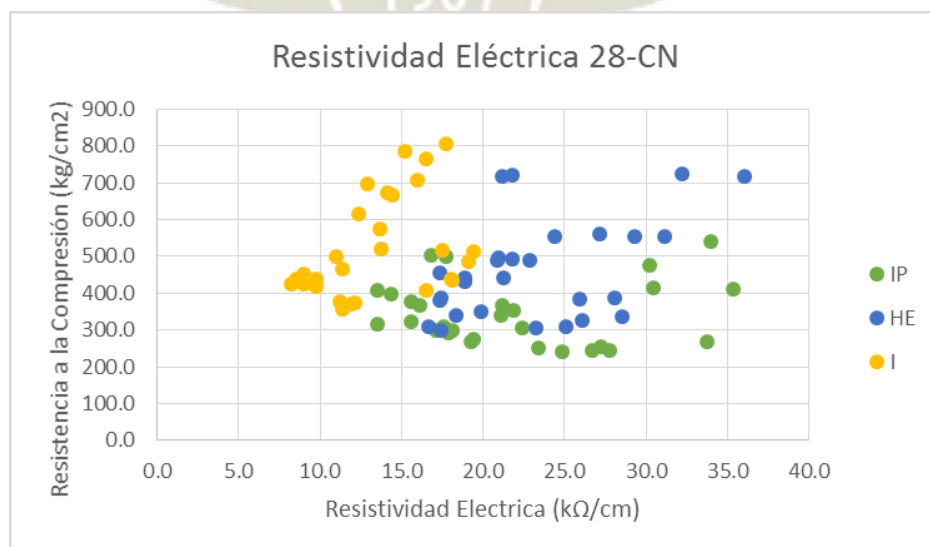
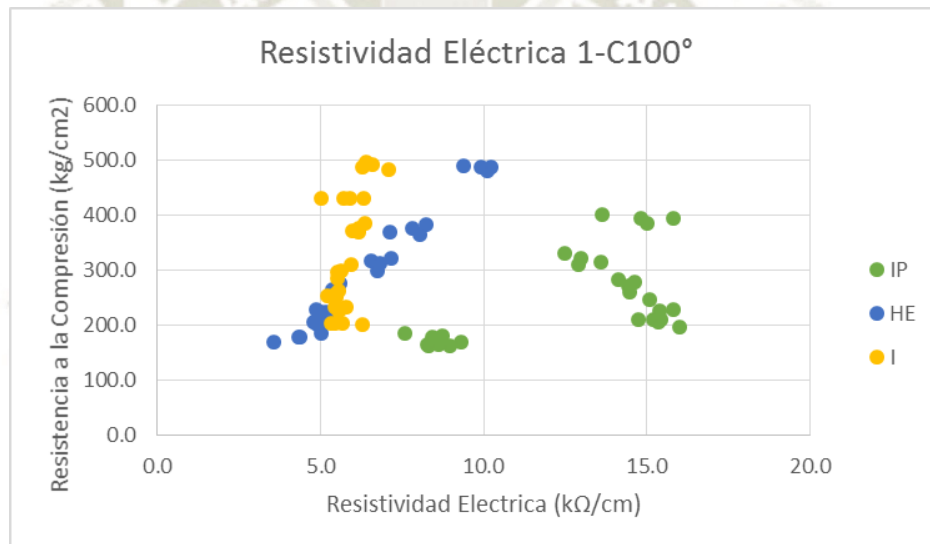
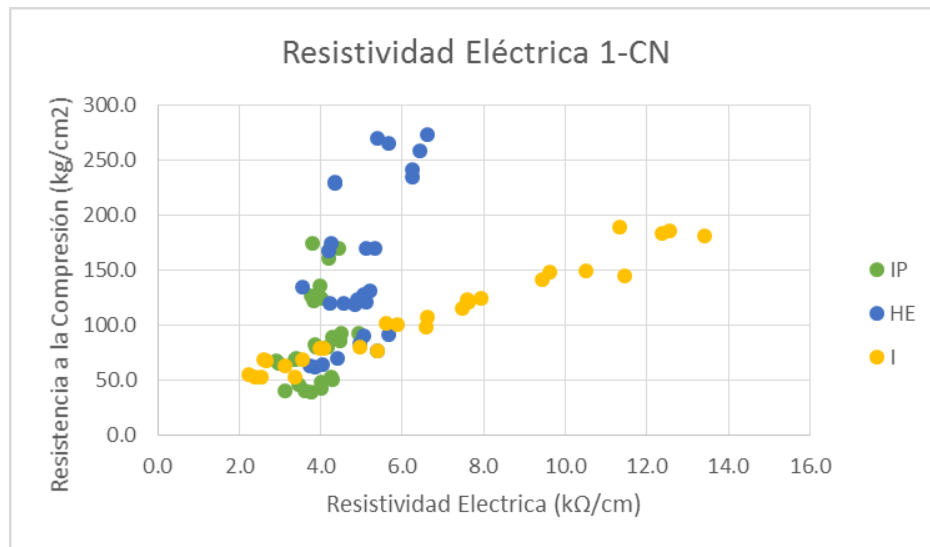


- A 60°C



Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.7.- Resistividad Eléctrica a 60°C.

- A 100°C



Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.8.- Resistividad Eléctrica a 100°C.

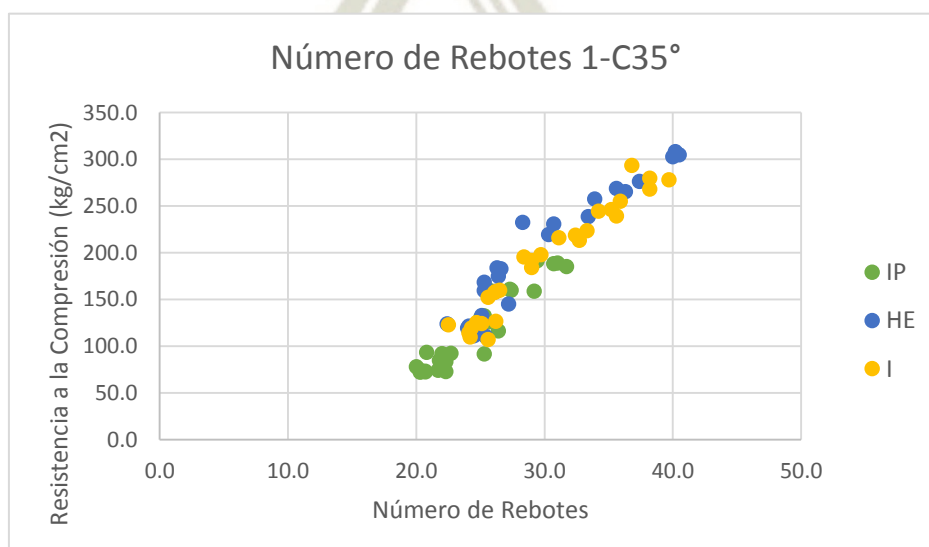
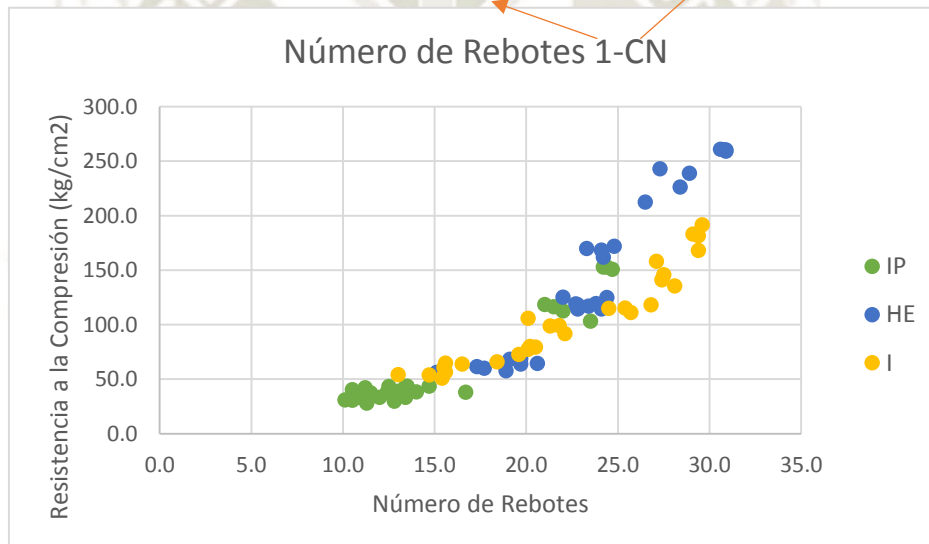
- La resistividad eléctrica no tiene una correlación directa con la resistencia a la compresión.
- Se obtuvieron datos dispersos, tanto por la temperatura, el tipo de curado y el tipo de cemento a usarse.
- No se puede utilizar la resistividad eléctrica del concreto como un método no destructivo para determinar la resistencia del concreto.
- La resistividad eléctrica puede intervenir en otros parámetros como la durabilidad, velocidad de corrosión, resistencia a la penetración de cloruros y carbonatación, etc.

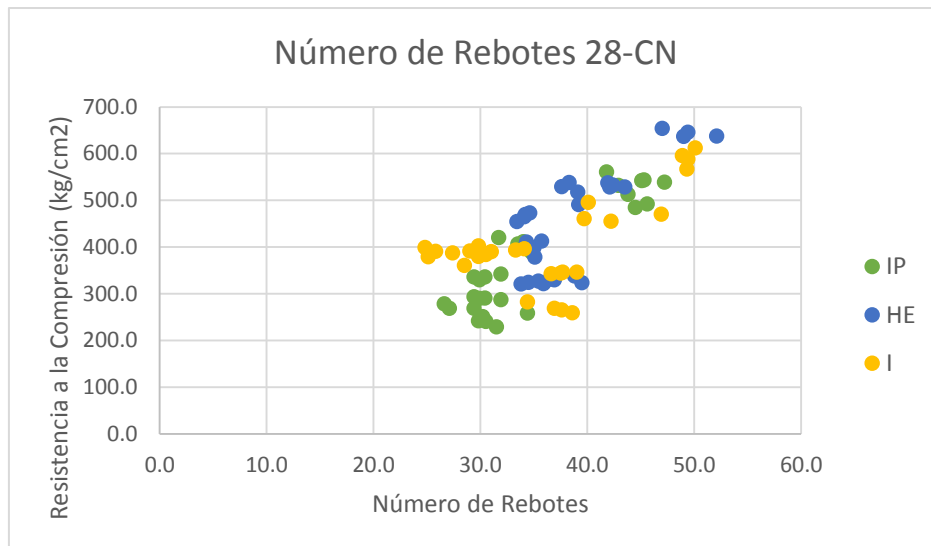
6.4.3 Análisis de Resultados Número de Rebotes

- A 35°C

TIEMPO DE CURADO

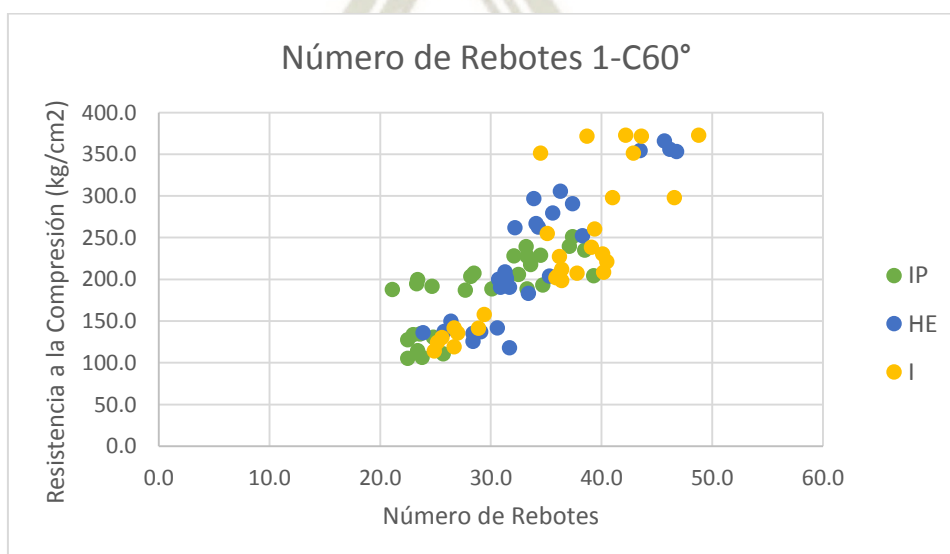
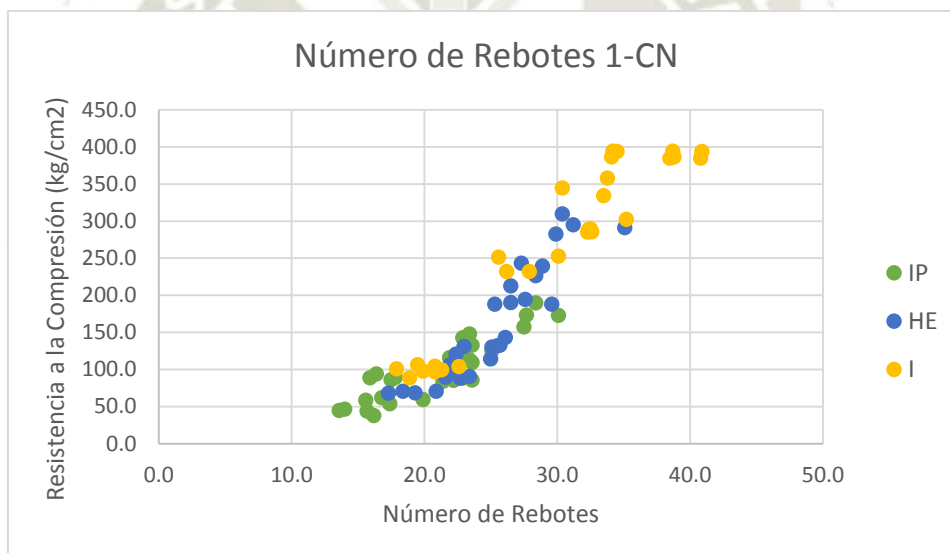
TIPO DE CURADO





Fuente: Elaboración Propia
 Figura 6.9.- Número de Rebotes a 35°C.

- **A 60°C**



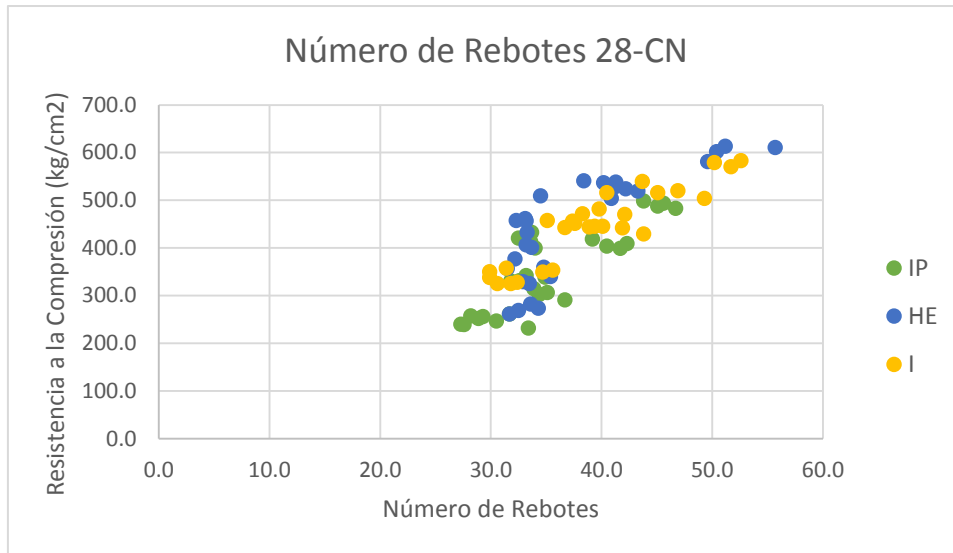
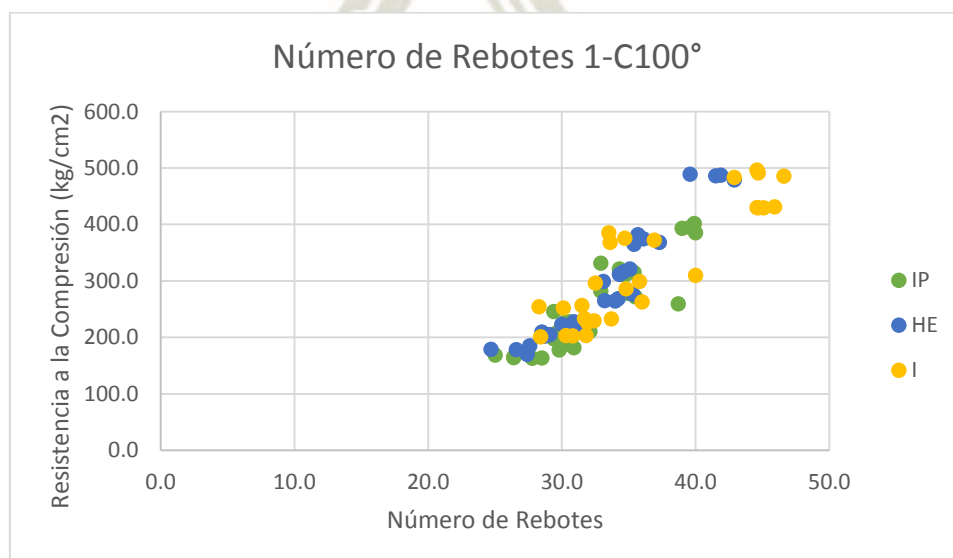
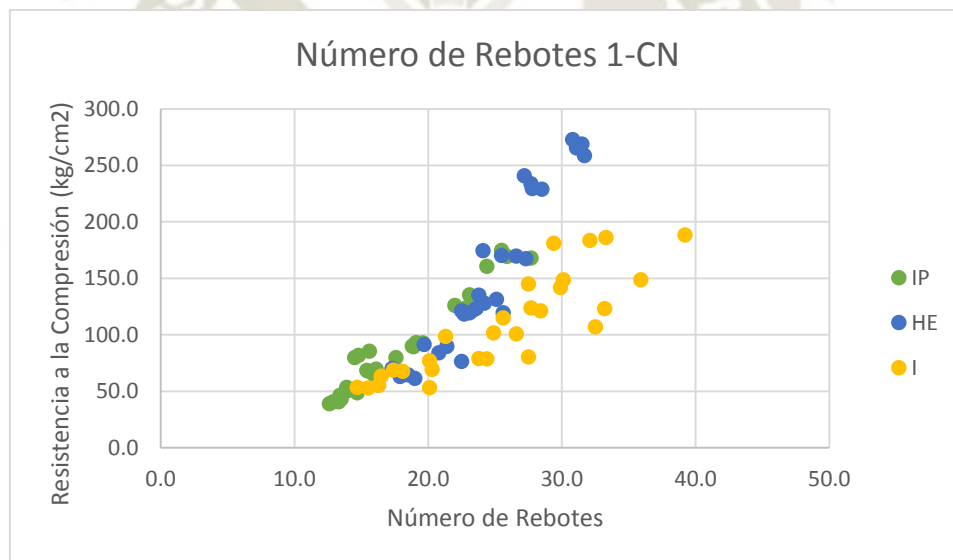
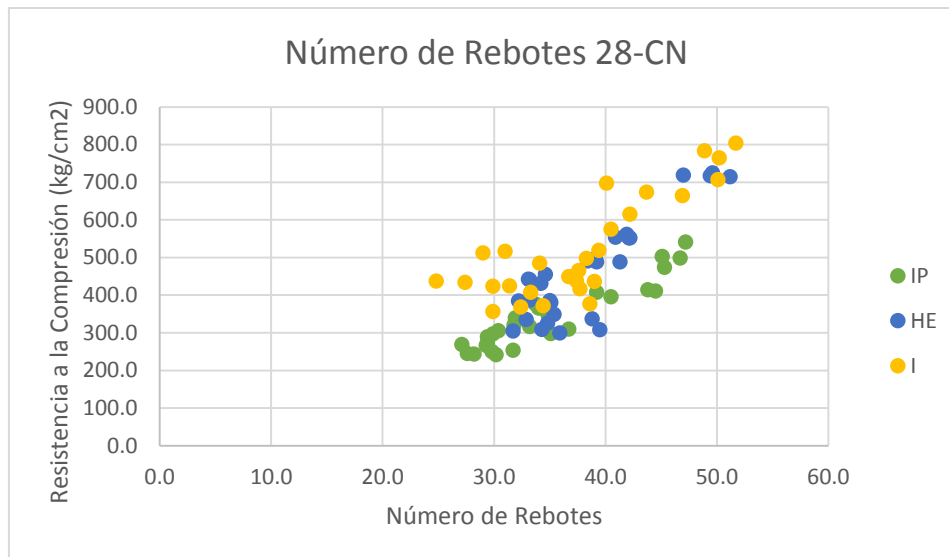


Figura 6.10.- Número de Rebotes a 60°C.

- **A 100°C**





Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.11.- Número de Rebotes a 100°C.

- Las gráficas anteriores muestran los resultados de todos los diseños en la presente investigación, sin distinción del tipo de curado o el tipo de cemento.
- Se observa que el número de rebotes es directamente proporcional a la resistencia a la compresión. A mayor resistencia a la compresión, mayor número de rebotes.
- Debido a que la resistencia a la compresión aumenta su valor con el tiempo, el número de rebotes también aumenta su valor.
- El ensayo de número de rebotes, es un método no destructivo aproximado para determinar la resistencia a la compresión sin necesidad de la rotura.

6.5. Análisis de Resultados Destructivos

6.5.1 Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión

- En la presente investigación se desarrollaron diferentes modelos matemáticos con el fin de determinar la curva que mejor relacione el conjunto de valores (X) de resistencia acelerada, con el conjunto de valores (Y) de resistencia a la compresión a los 28 días.
- La técnica matemática usada en la presente investigación se llama

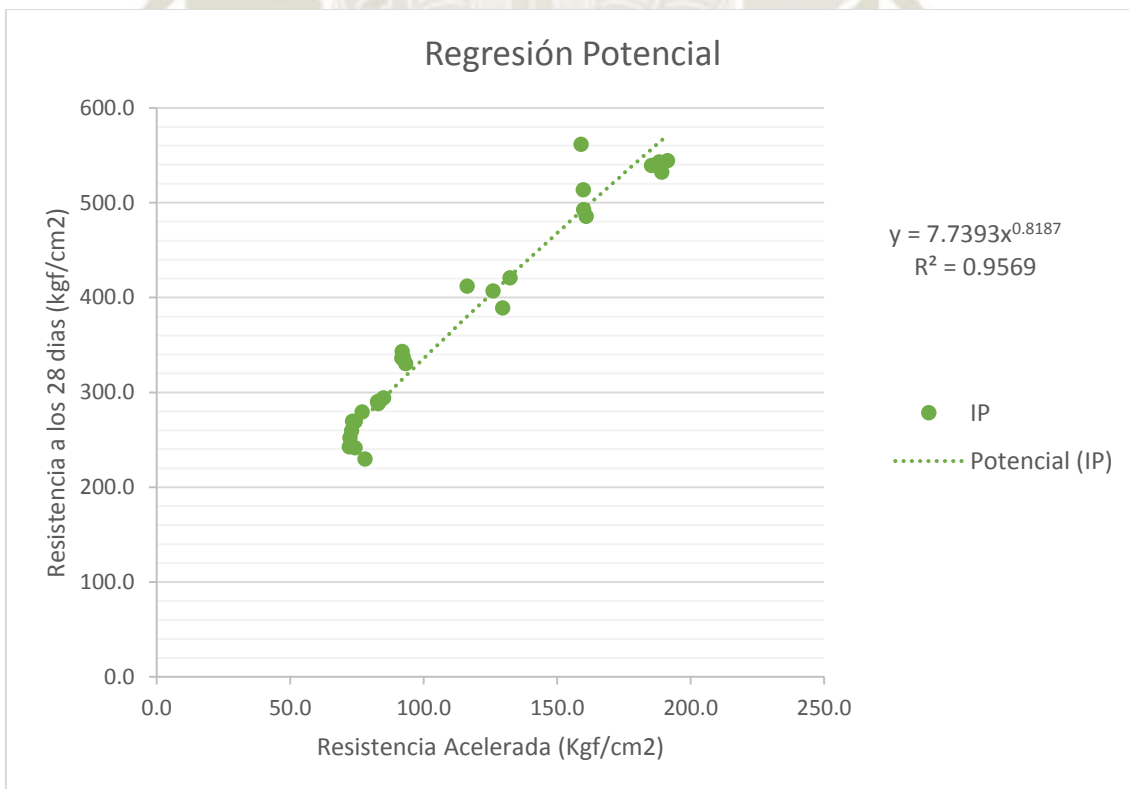
“Regresión” que por medio de sus diferentes modelos matemáticos y a través del método de los mínimos cuadrados se intenta establecer la curva que se ajuste mejor a la dispersión de datos obtenidos en el desarrollo de la presente.

- Se determinaran cuatro ecuaciones de regresión Lineal, Potencial, Exponencial y Logarítmico.
- Se conoce por el comité 214 del ACI que es recomendable la elección de una ecuación de regresión lineal en el uso de ensayos acelerados de resistencia, sin embargo con la finalidad de verificar la propuesta del ACI 214 en la presente investigación, se analizaran las diferentes regresiones ya mencionadas.
- La elección de la ecuación que mejor relacione los valores de (X) y (Y), se realiza por medio del coeficiente de correlación (R), que mide la fuerza de la relación entre las variables ya mencionadas. El mejor valor para R es 1, sin embargo los valores de $R > 0.8$, representan una confiabilidad excelente, caso contrario si los valores de $R < 0.8$, las predicciones basadas en la ecuación serán menos confiables.
- Para la elaboración de las gráficas, se tomaron todos los resultados de las 7 relaciones A/C por cada tipo de cemento y por las 3 temperaturas desarrolladas en la presente investigación.
- Mediante la herramienta informática Microsoft Office Excel se pudo graficar rápidamente los 4 modelos mencionados y así poder determinar cuál fue la curva que tuvo mayor aproximación.

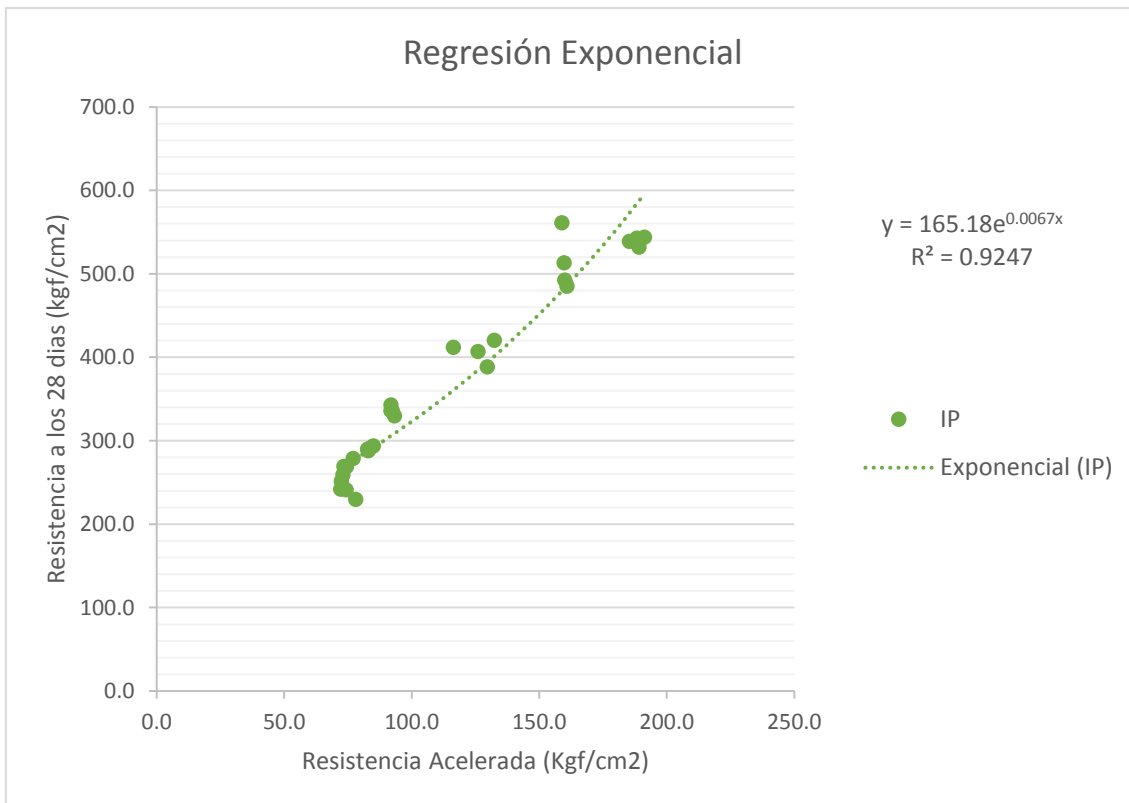
- A 35°C



Fuente: Elaboración Propia
 Figura 6.12.- Regresión Lineal - IP.

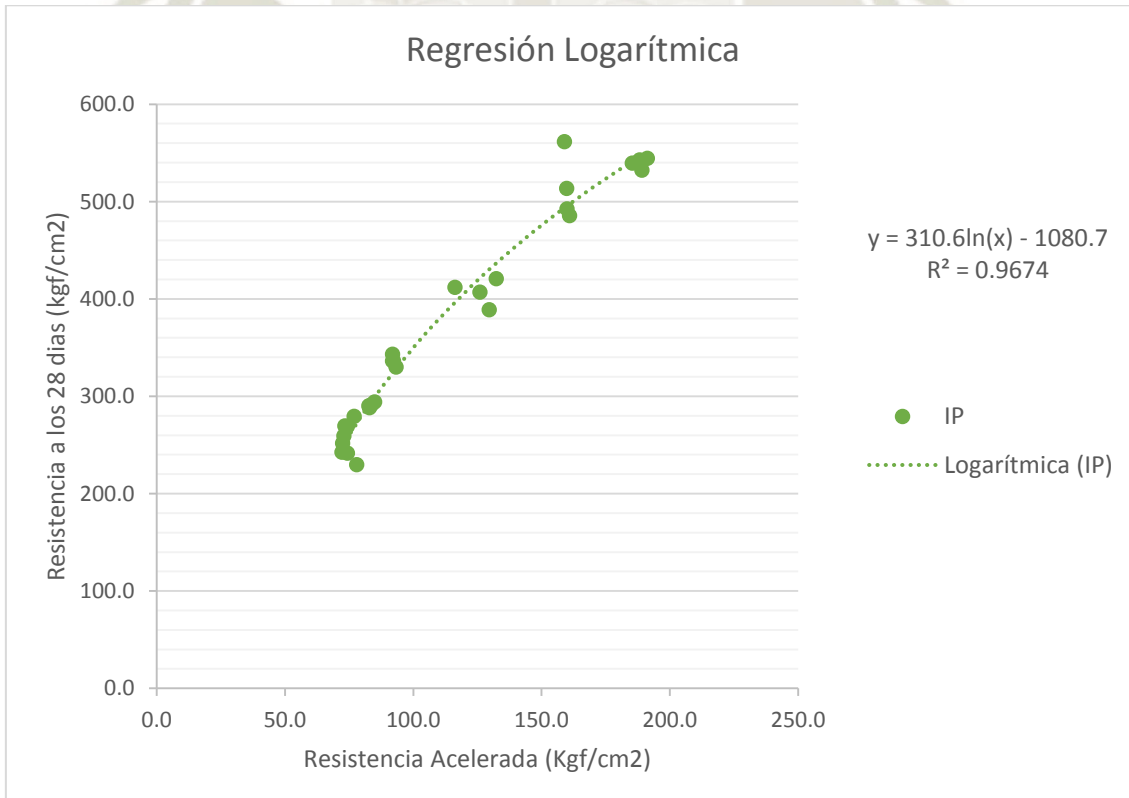


Fuente: Elaboración Propia
 Figura 6.13.- Regresión Potencial - IP.



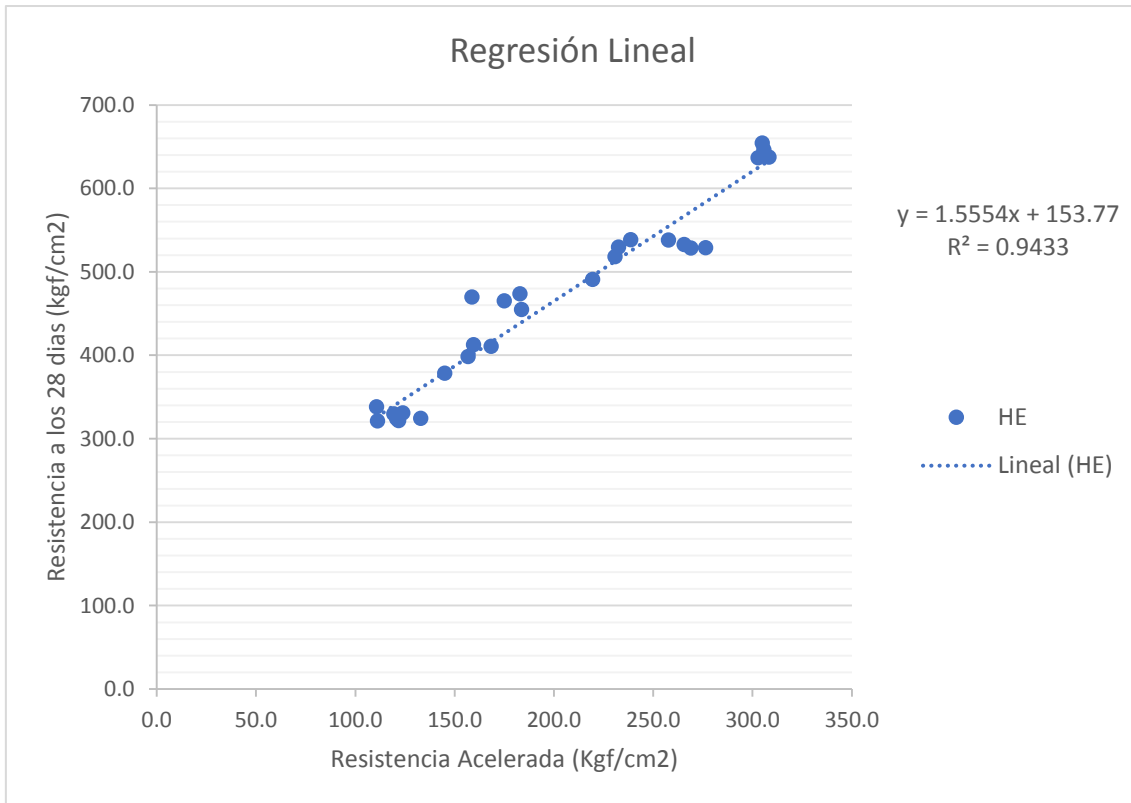
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.14.- Regresión Exponencial - IP.

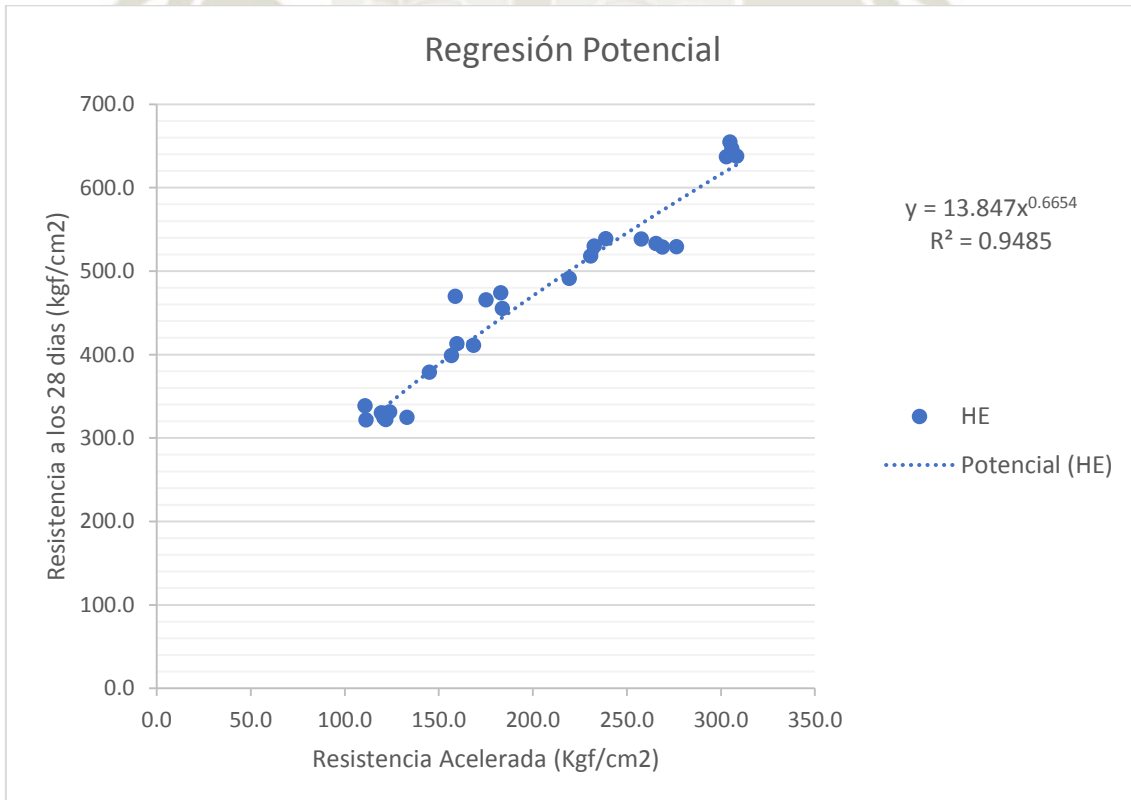


Fuente: Elaboración Propia

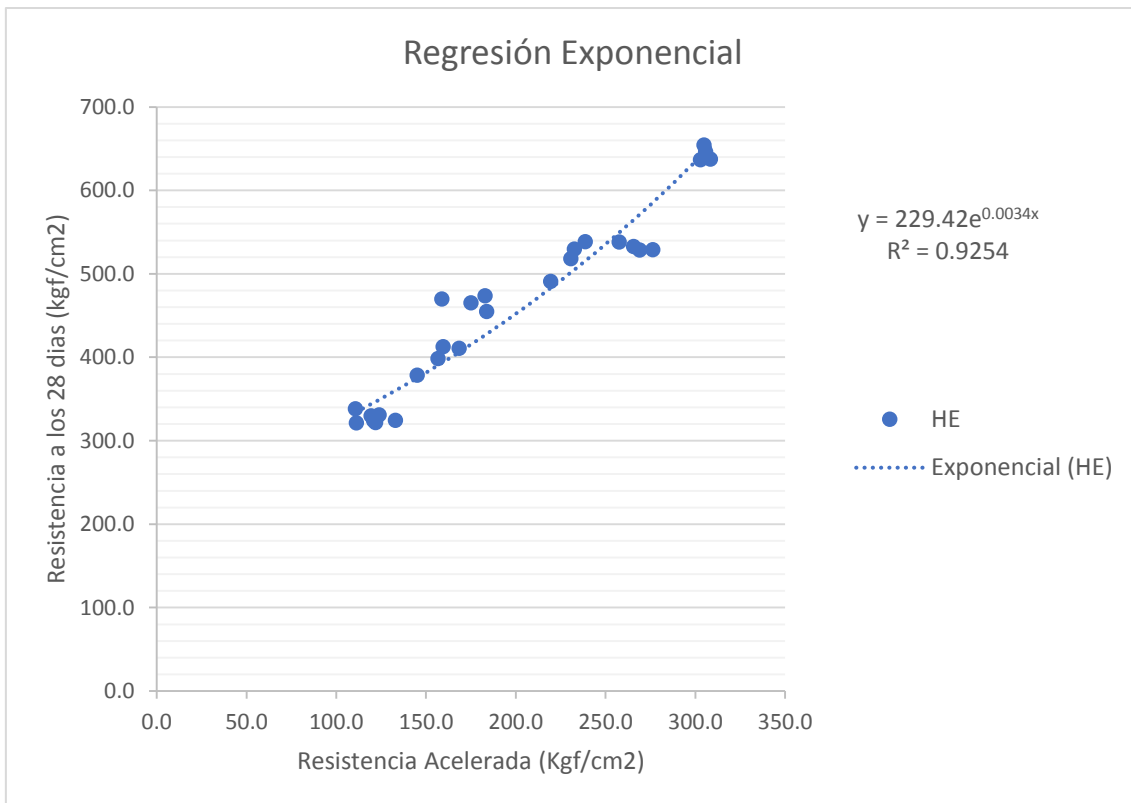
Figura 6.15.- Regresión Logarítmica - IP.



Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.16.- Regresión Lineal - HE.

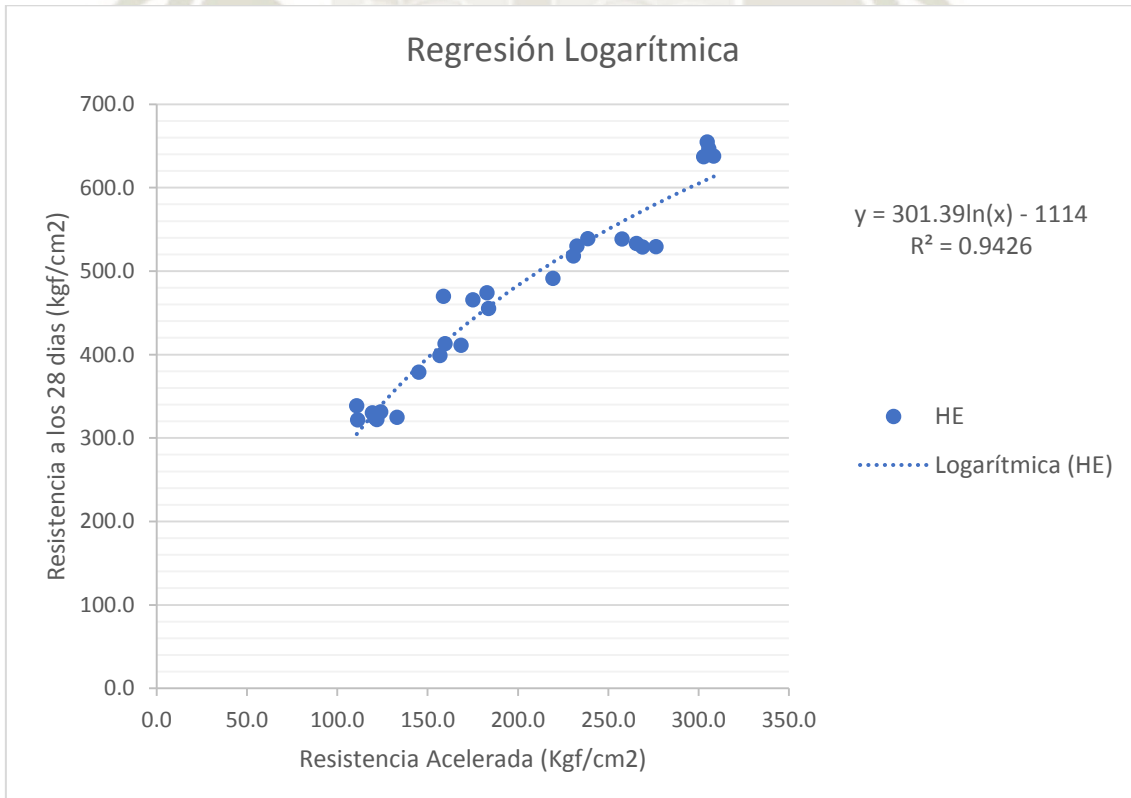


Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.17.- Regresión Potencial - HE.



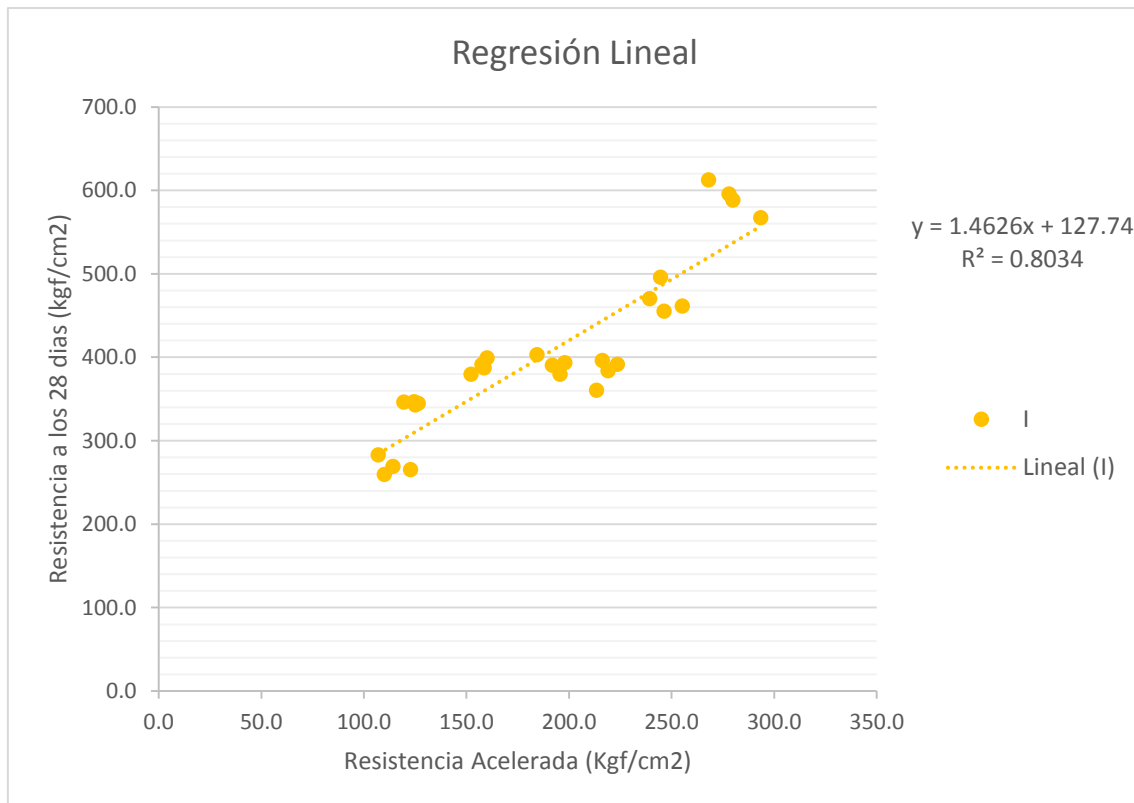
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.18.- Regresión Exponencial - HE.

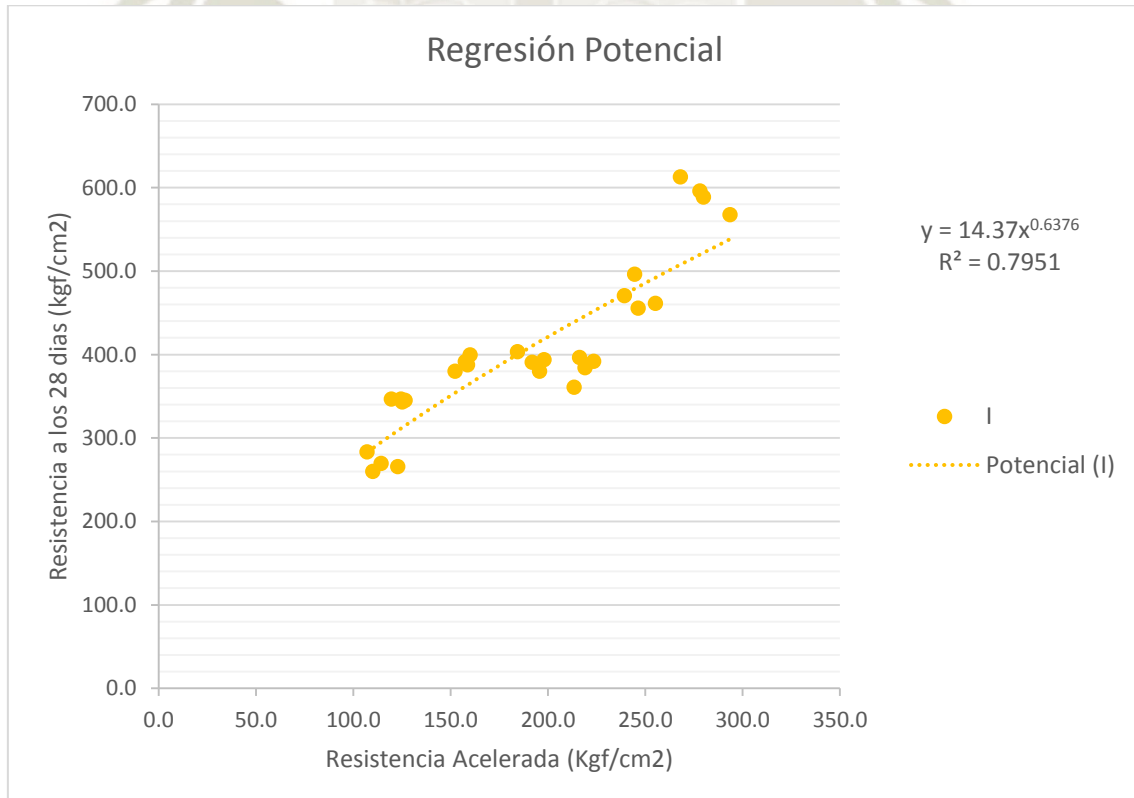


Fuente: Elaboración Propia

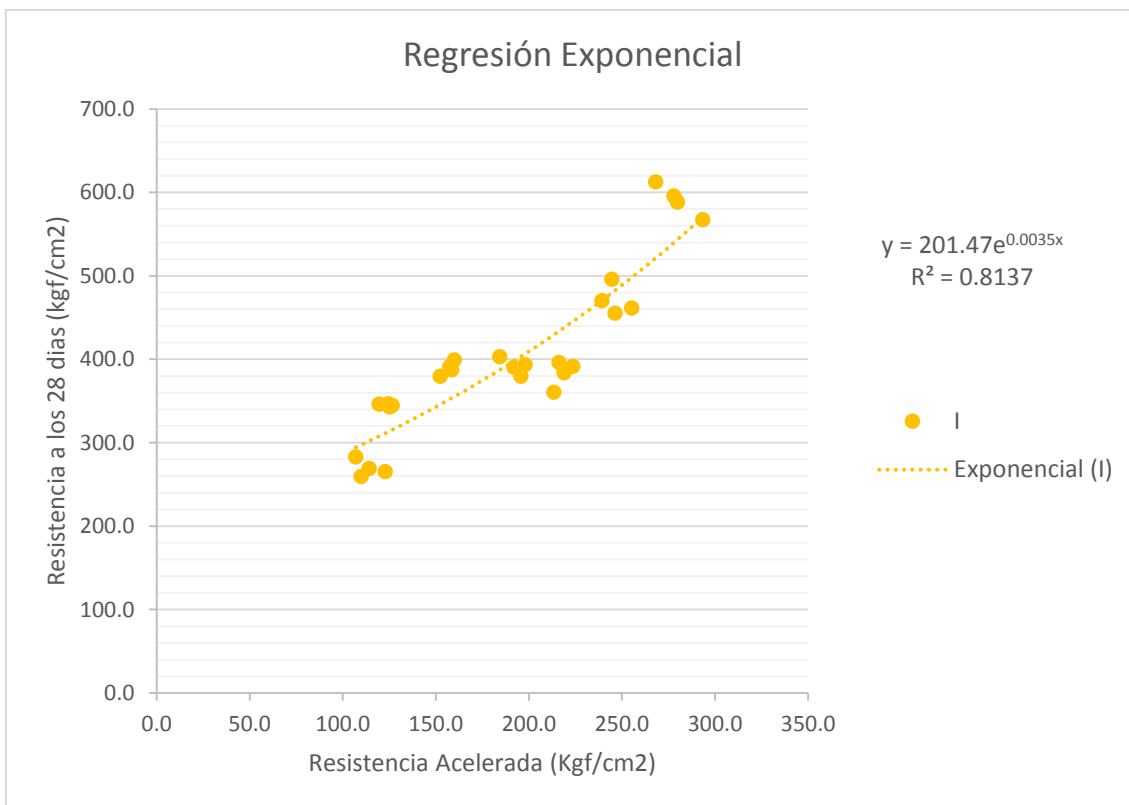
Figura 6.19.- Regresión Logarítmica - HE.



Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.20.- Regresión Lineal - I.

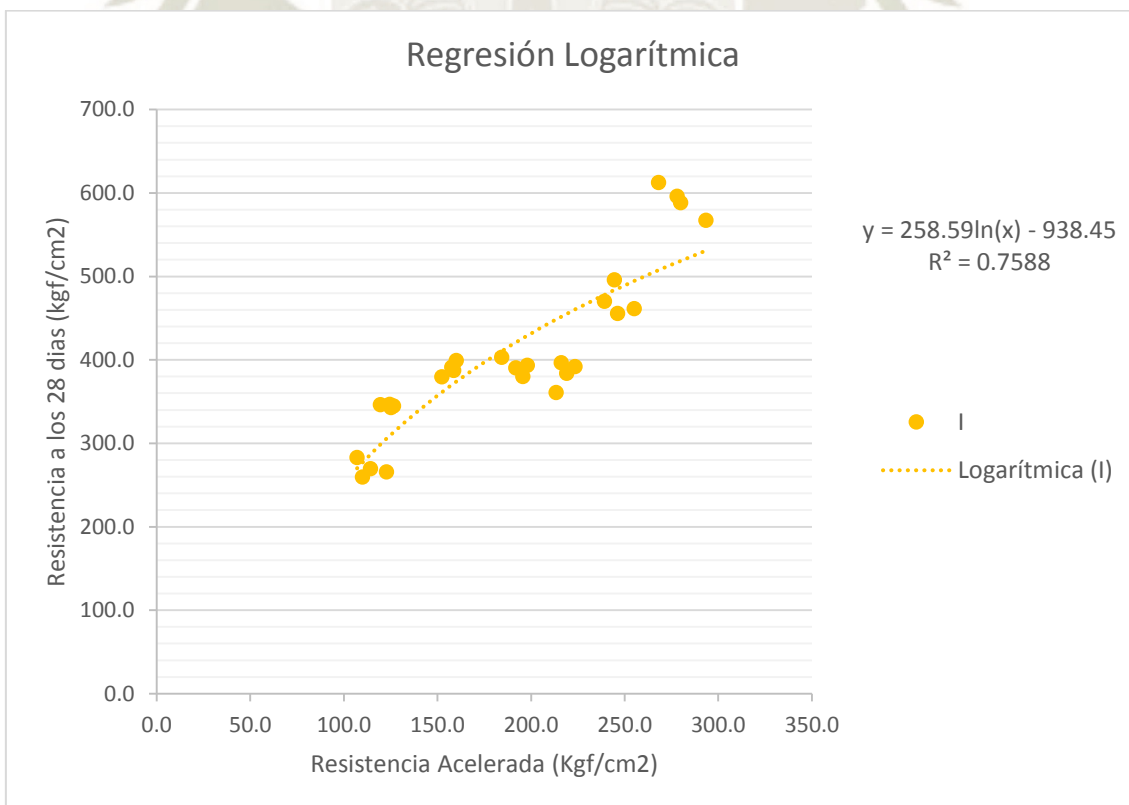


Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.21.- Regresión Potencial - I.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.22.- Regresión Exponencial - I.

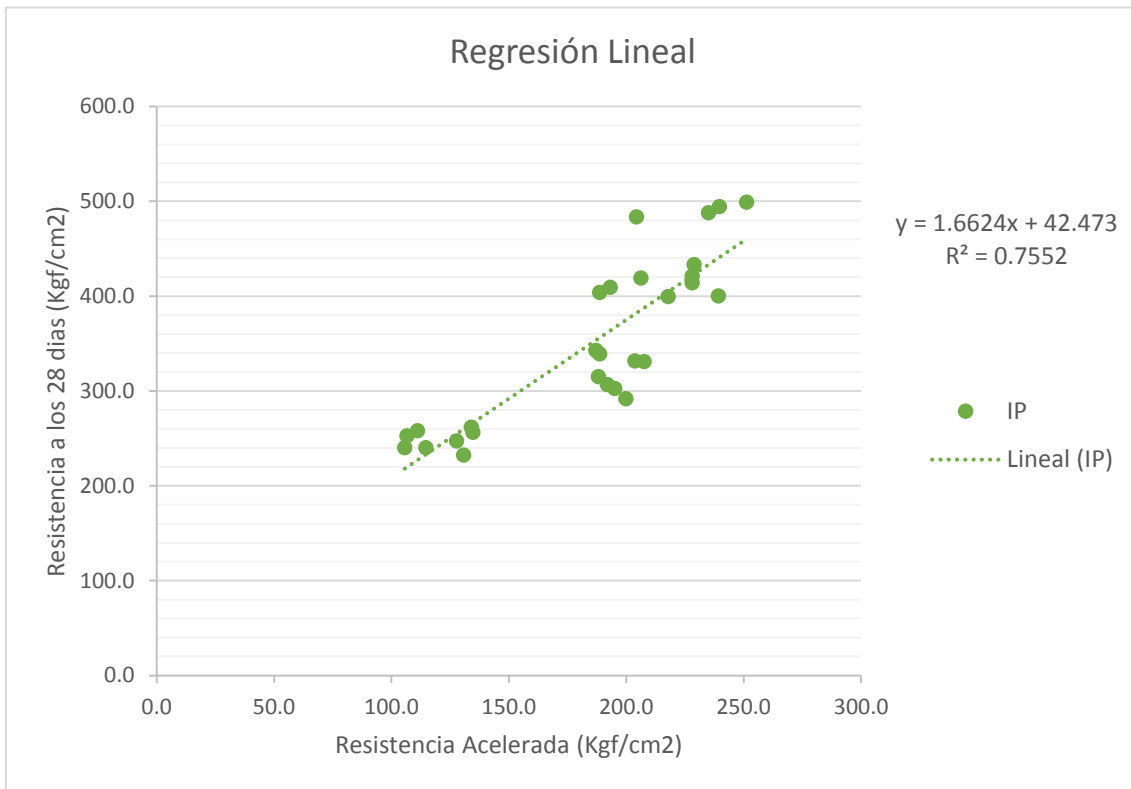


Fuente: Elaboración Propia

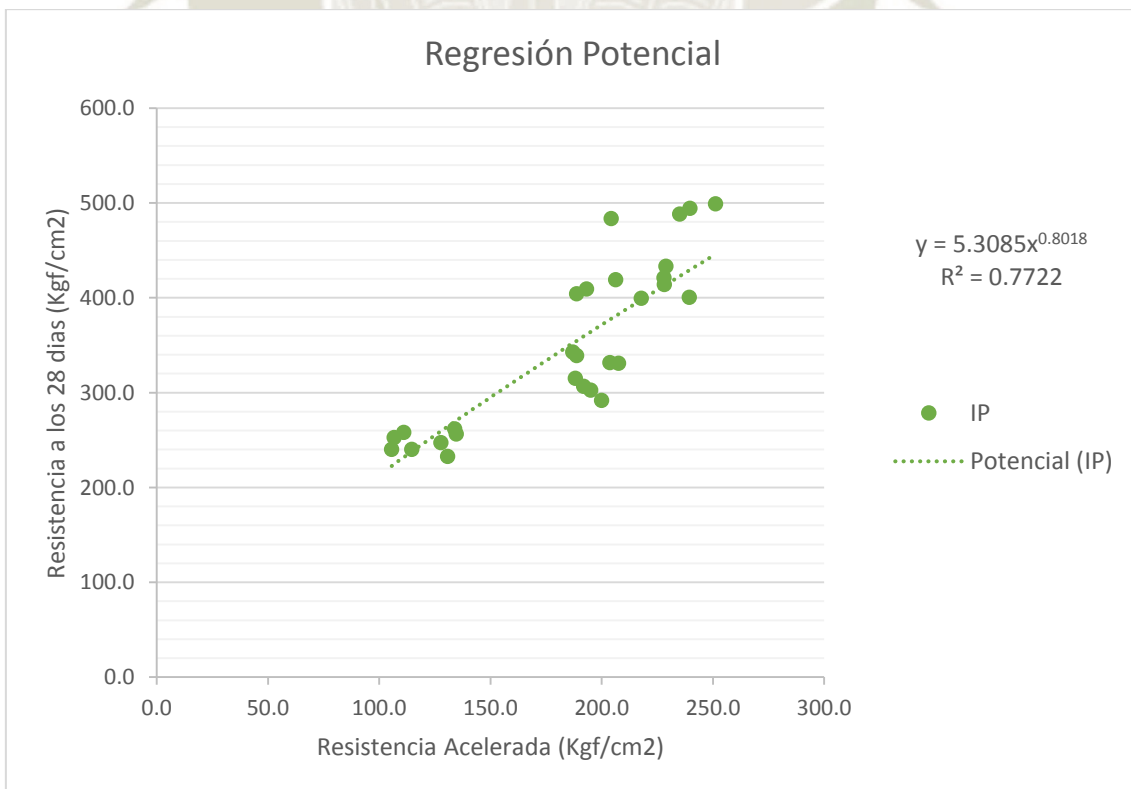
Figura 6.23.- Regresión Logarítmica - I.

- Se determina como ecuación de regresión lineal a $Y = 2.5699X + 77.659$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9534$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo IP.
- Se determina como ecuación de regresión potencial a $Y = 7.7393XE^{0.8187}$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9569$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo IP.
- Se determina como ecuación de regresión exponencial a $Y = 229.42E^{0.0034X}$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9254$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Se determina como ecuación de regresión logarítmica a $Y = 310.6\ln(X) - 1080.7$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9674$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo IP.
- Por lo tanto se eligen estas ecuaciones a 35°C para predecir las resistencias a 28 días de curado normal bajo las condiciones de diseño y materiales que supusieron su determinación.
- Los resultados mostrados son del procedimiento "A" a 35°C con una duración del curado acelerado de 23,5 h +/- 30 minutos.

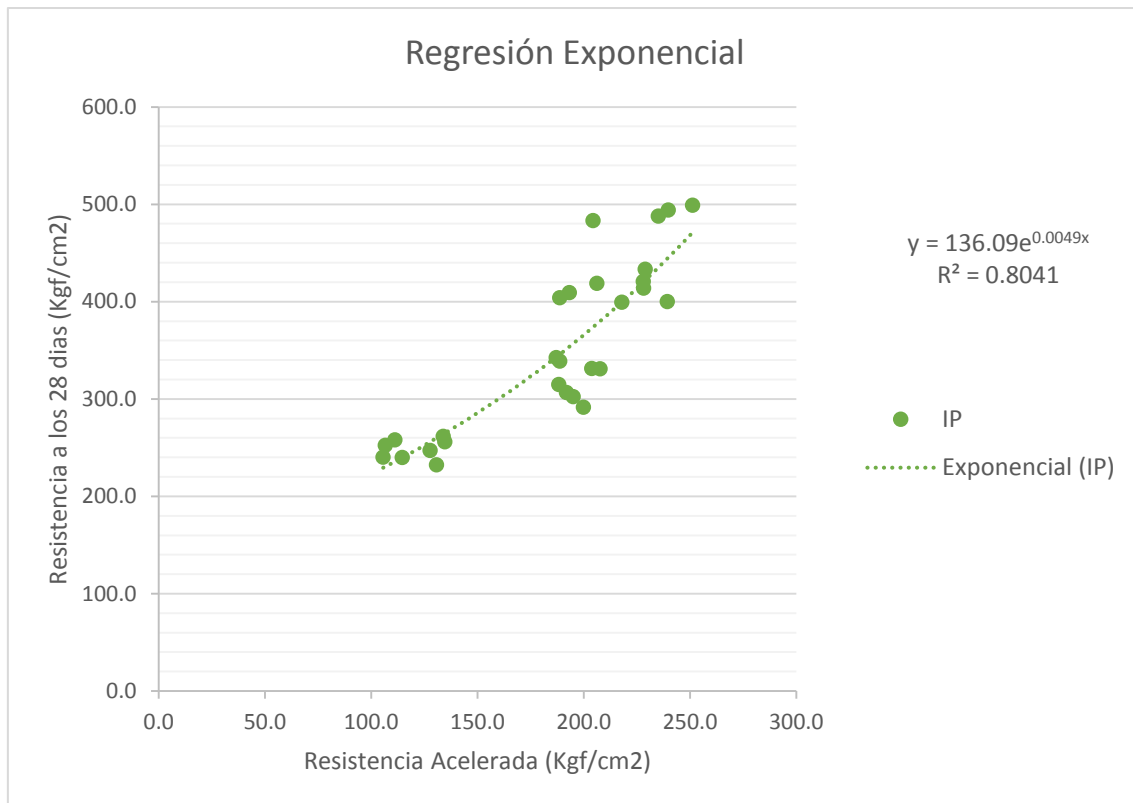
- A 60°C



Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.24.- Regresión Lineal - IP.

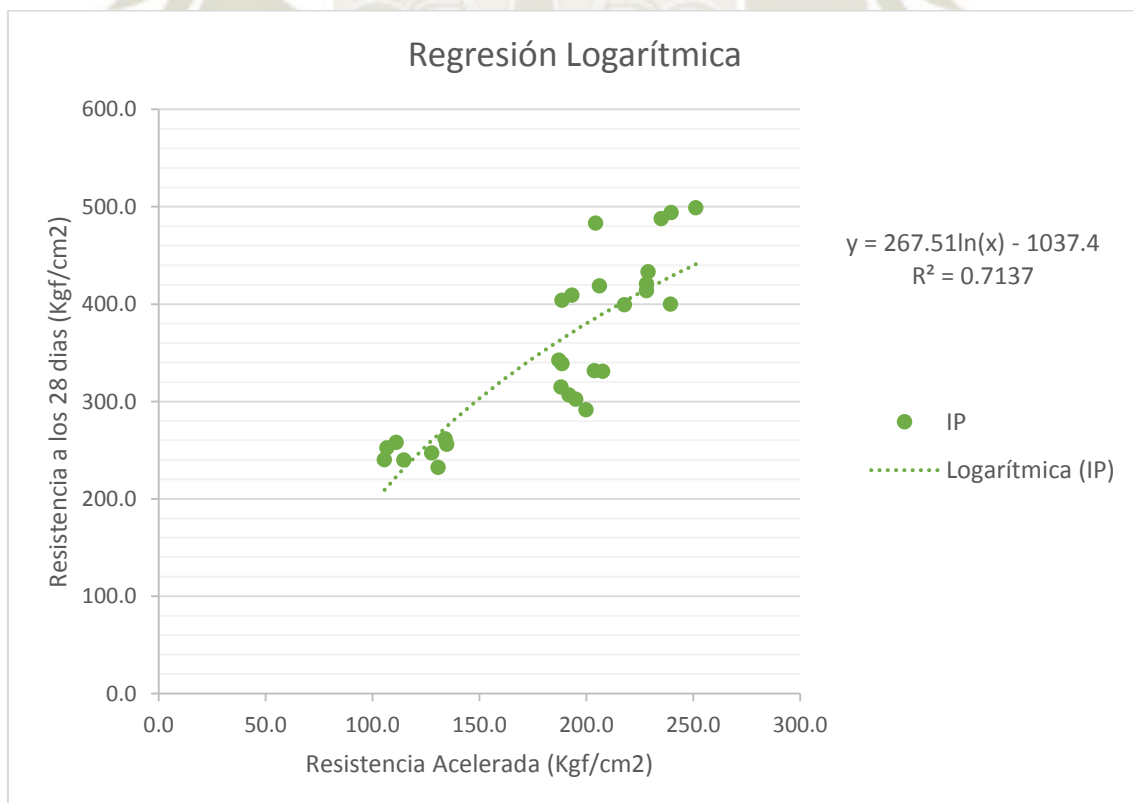


Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.25.- Regresión Potencial - IP.



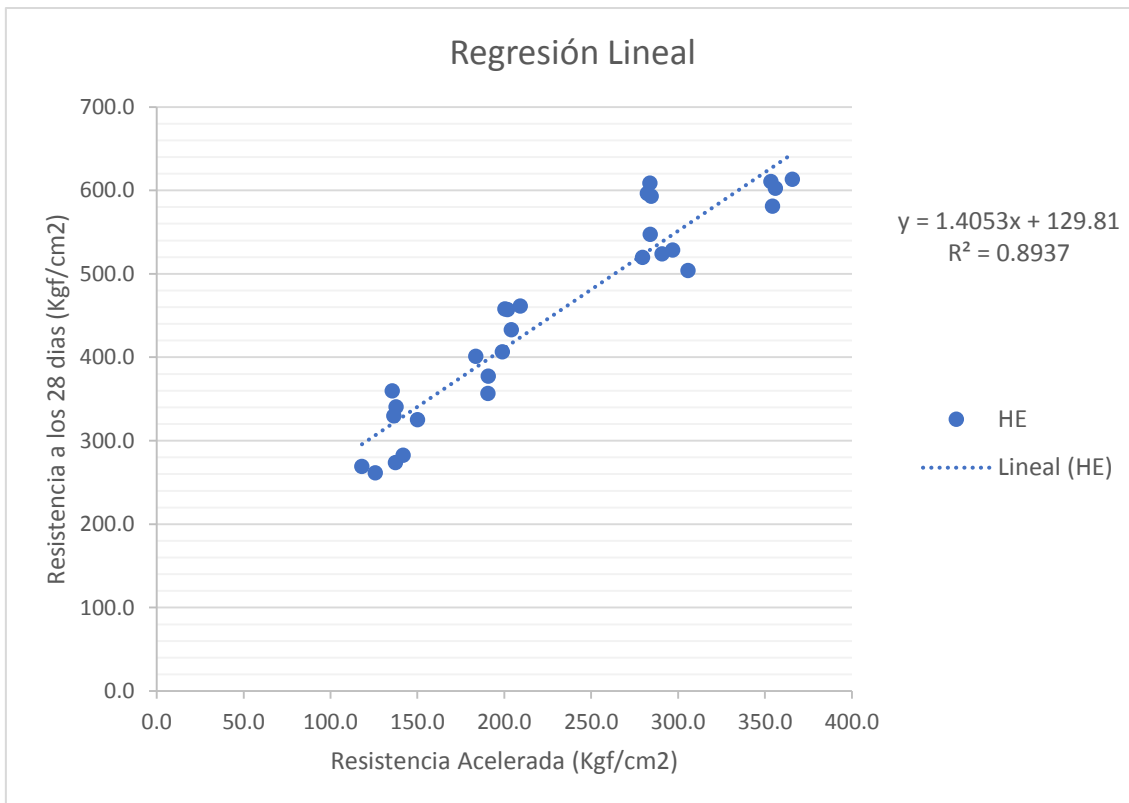
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.26.- Regresión Exponencial - IP.



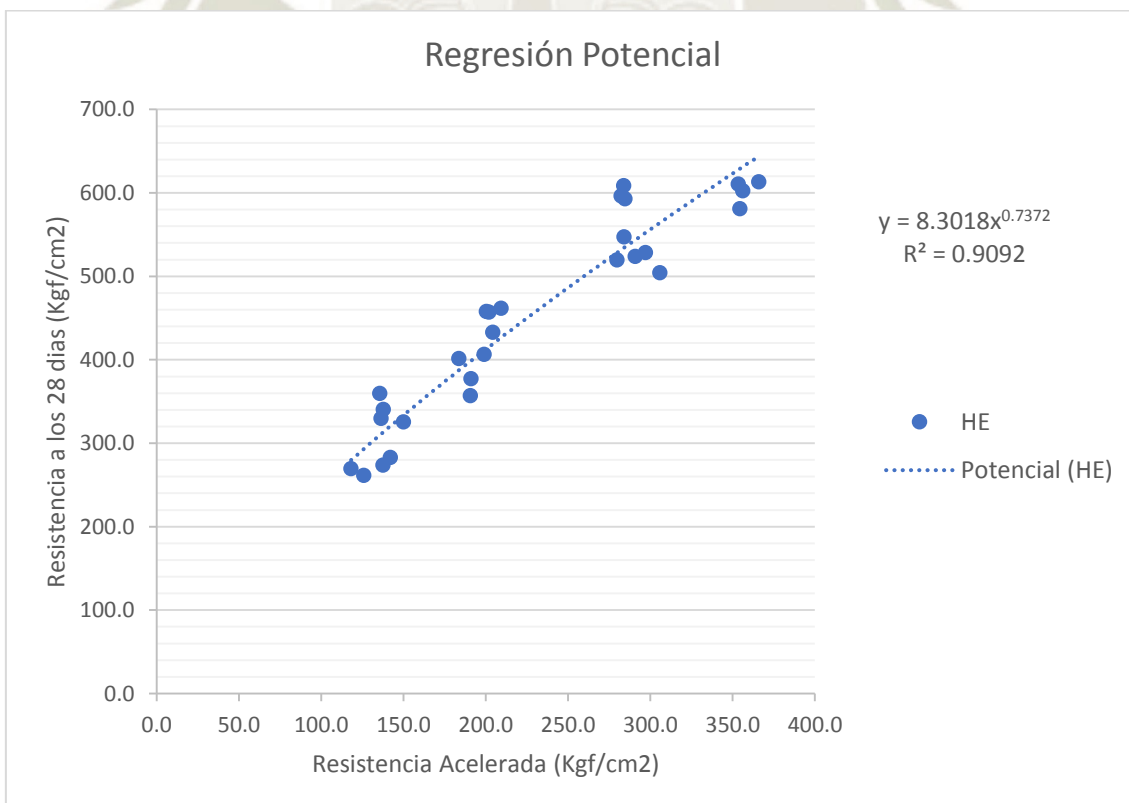
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.27.- Regresión Logarítmica - IP.



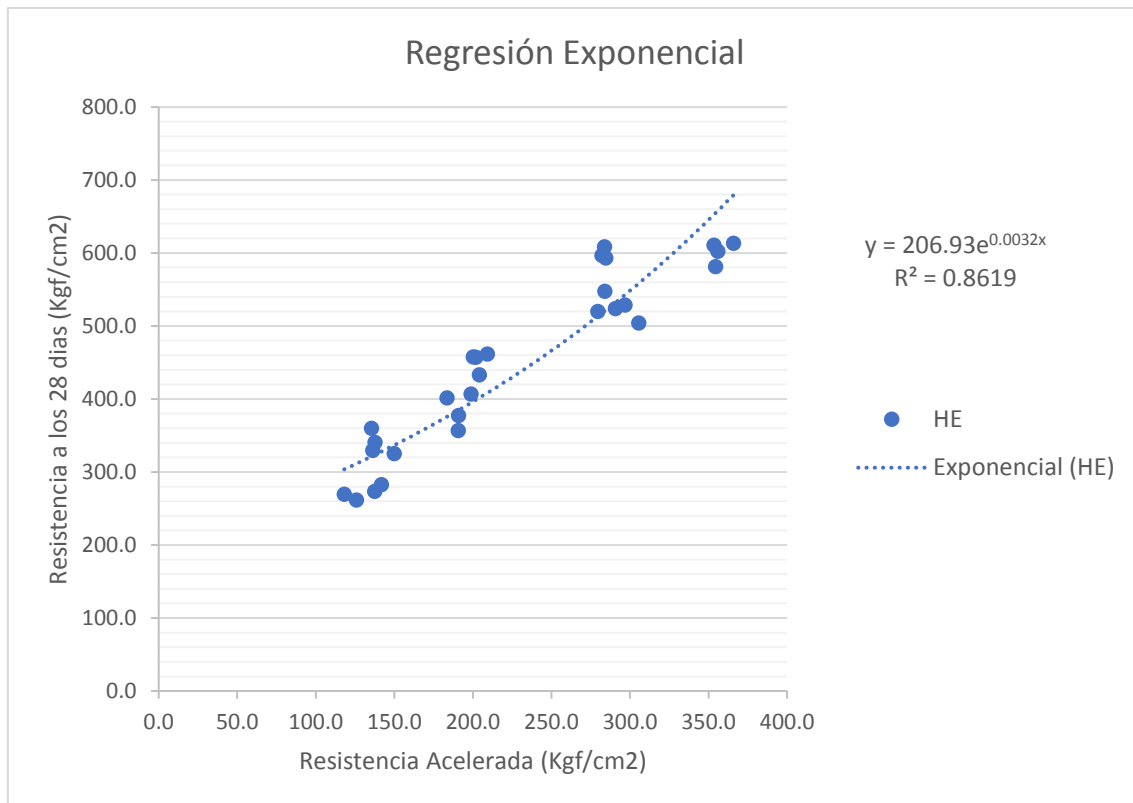
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.28.- Regresión Lineal - HE.



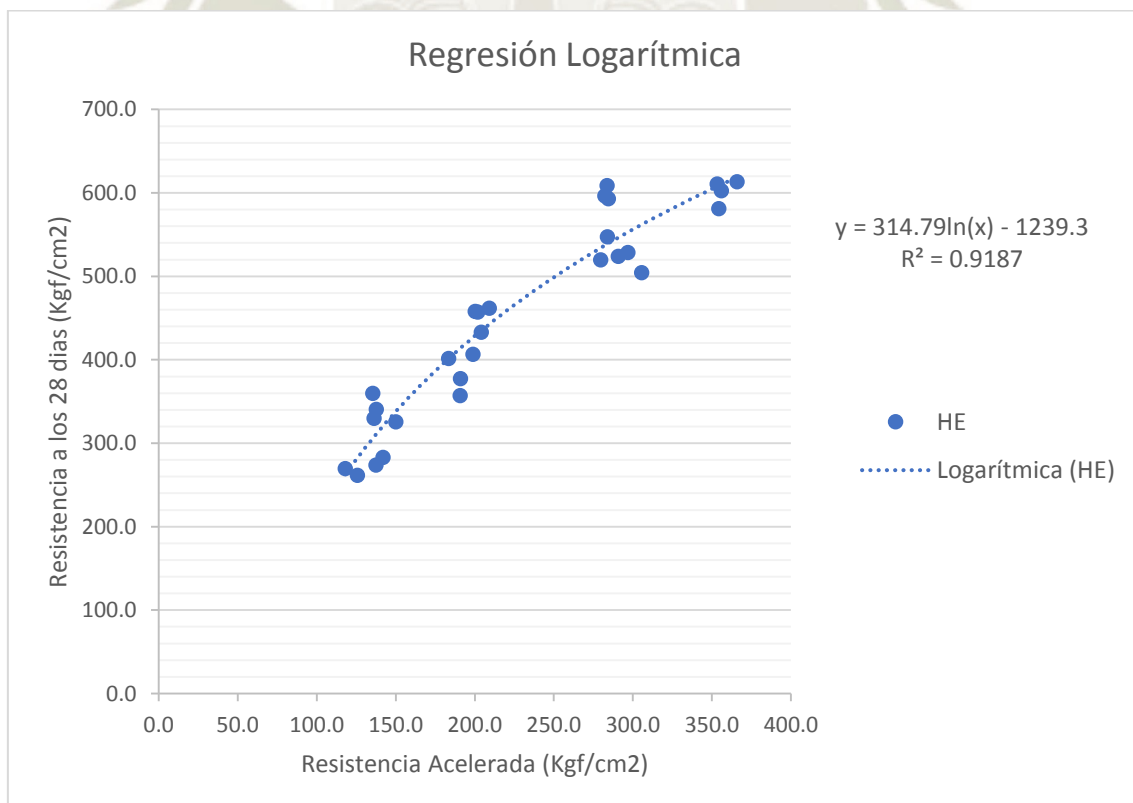
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.29.- Regresión Potencial - HE.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.30.- Regresión Exponencial - HE.



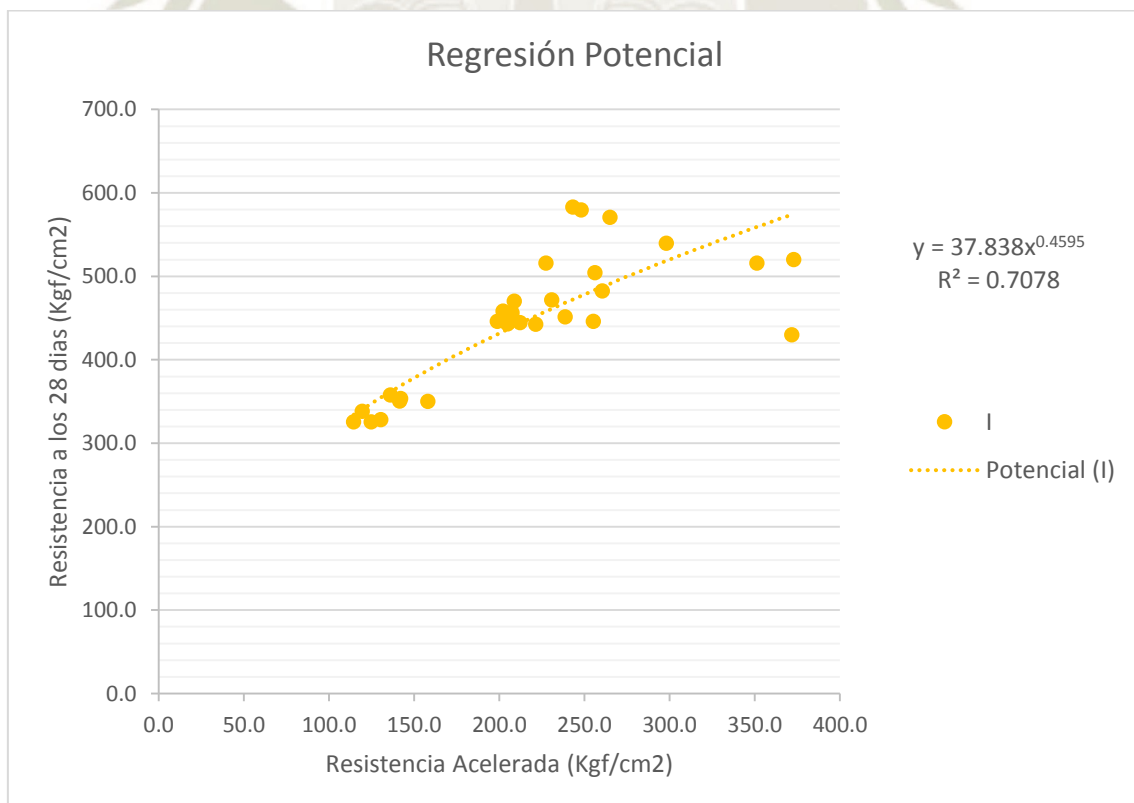
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.31.- Regresión Logarítmica - HE.



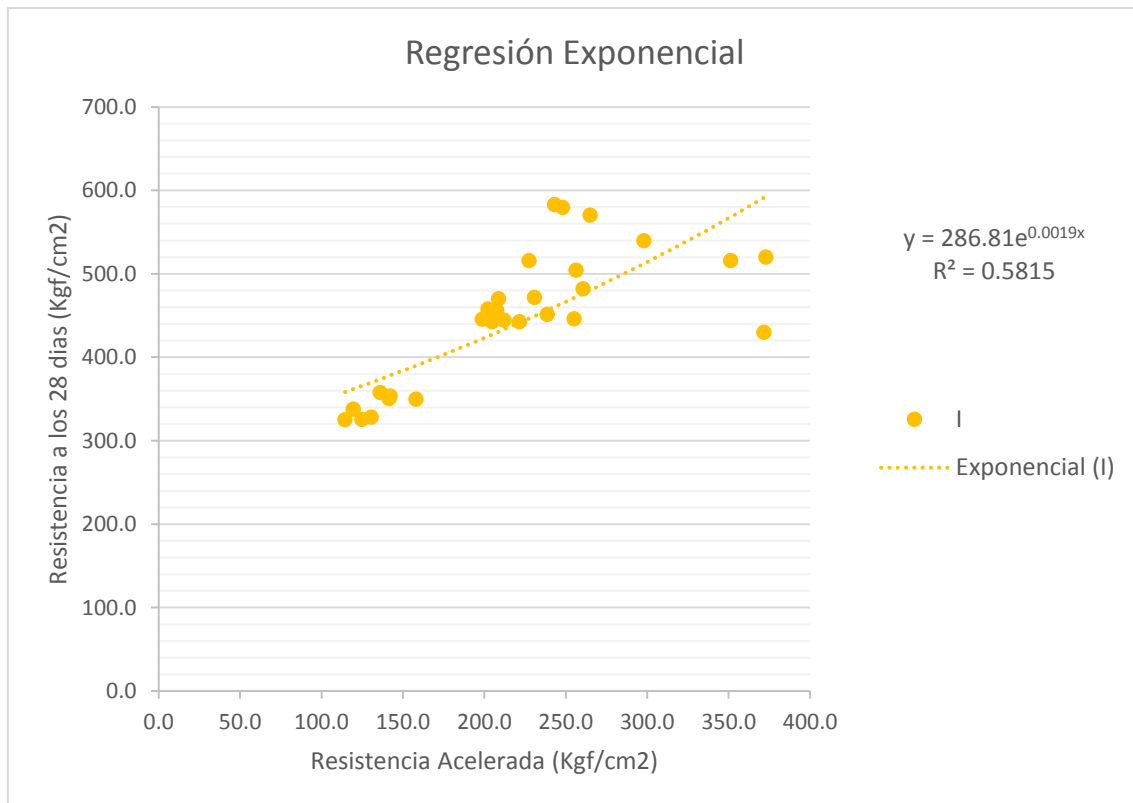
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.32.- Regresión Lineal - I.



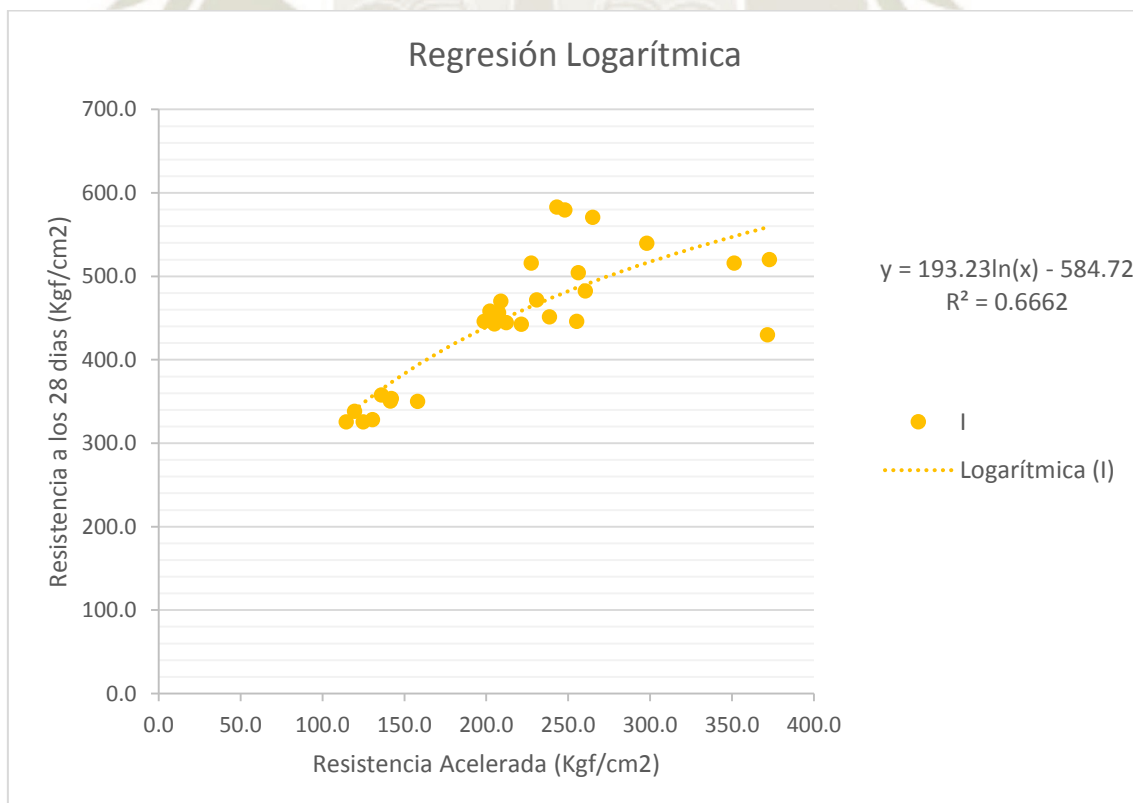
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.33.- Regresión Potencial - I.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.34.- Regresión Exponencial - I.

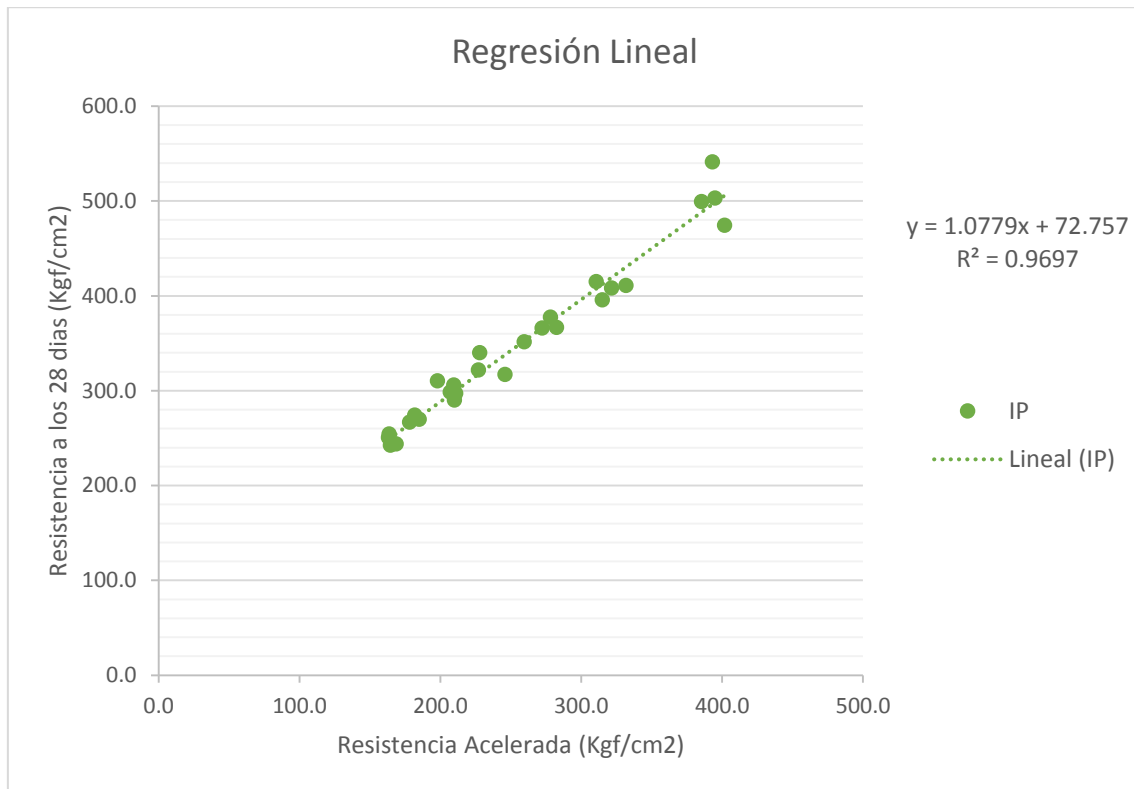


Fuente: Elaboración Propia

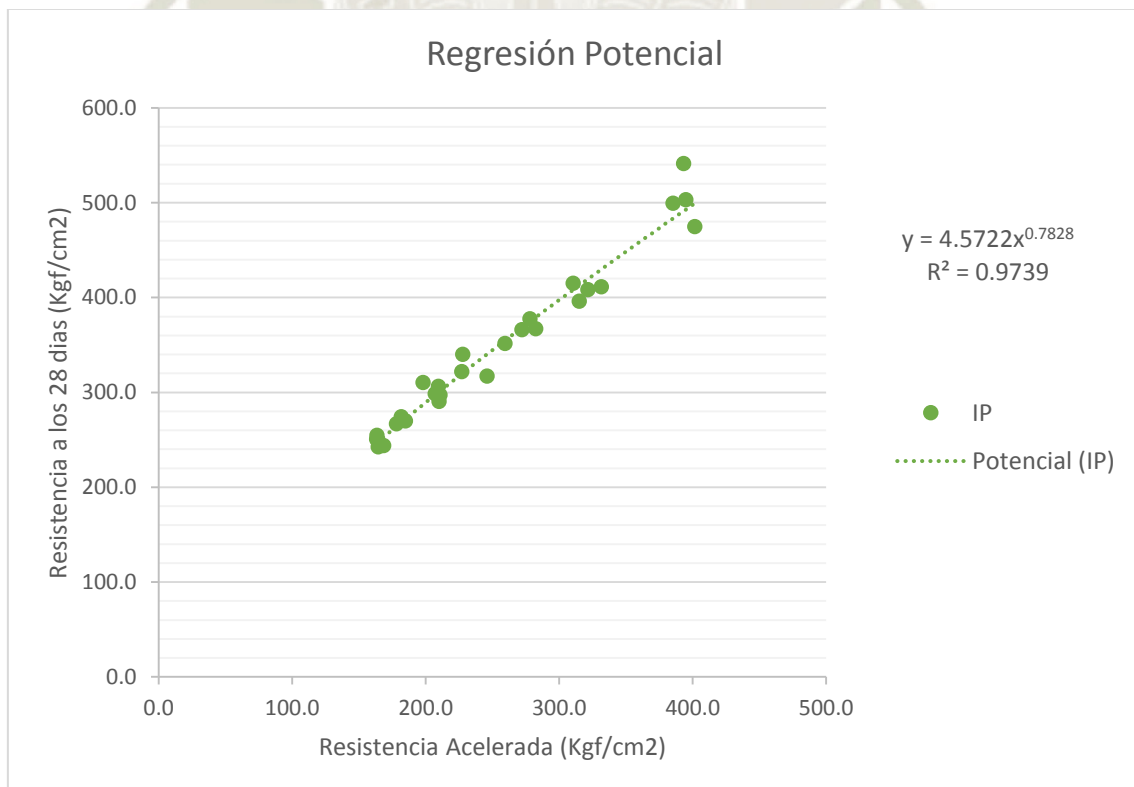
Figura 6.35.- Regresión Logarítmica - I.

- Se determina como ecuación de regresión lineal a $Y = 1.4053X + 129.81$, con un coeficiente de correlación $R = 0.8937$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Se determina como ecuación de regresión potencial a $Y = 8.3018XE^{0.7372}$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9092$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Se determina como ecuación de regresión exponencial a $Y = 206.93E^{0.0032X}$, con un coeficiente de correlación $R = 0.8619$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Se determina como ecuación de regresión logarítmica a $Y = 314.79\ln(X) - 1239.3$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9187$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Por lo tanto se eligen estas ecuaciones a 60°C para predecir las resistencias a 28 días de curado normal bajo las condiciones de diseño y materiales que supusieron su determinación.
- Los resultados mostrados son del procedimiento "A" a 60°C con una duración del curado acelerado de 23,5 h +/- 30 minutos.

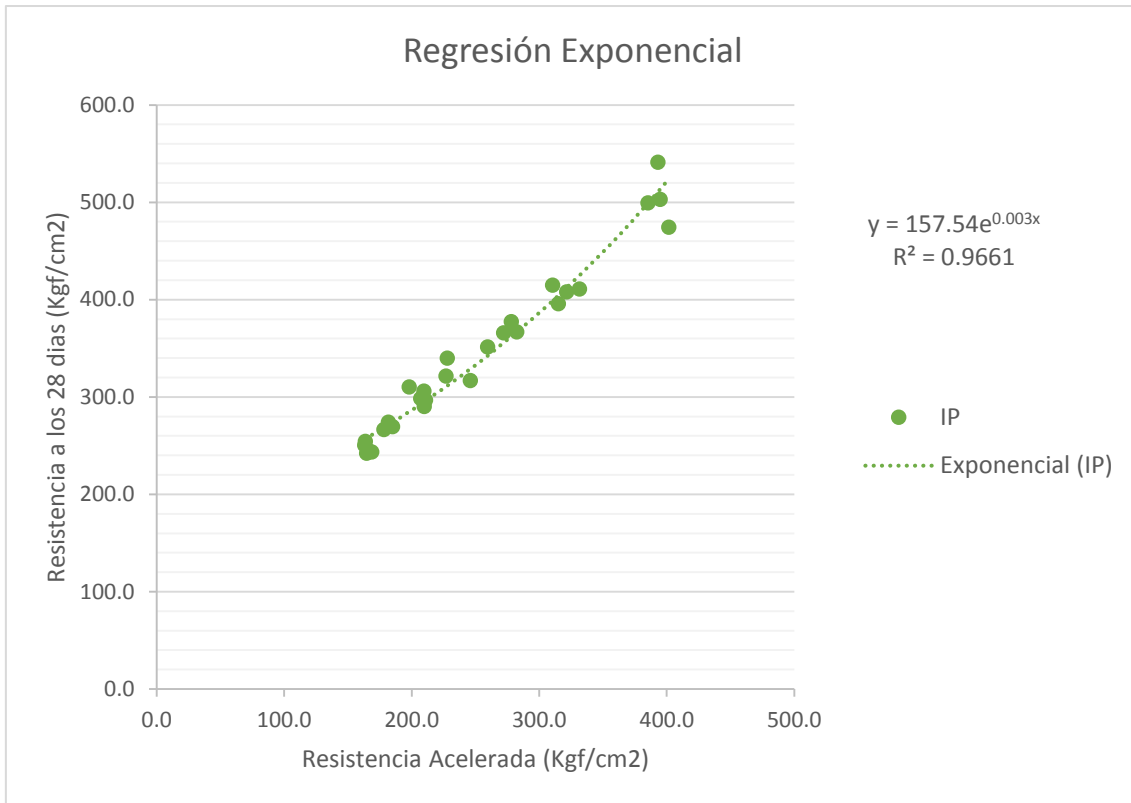
- A 100°C



Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.36.- Regresión Lineal - IP.

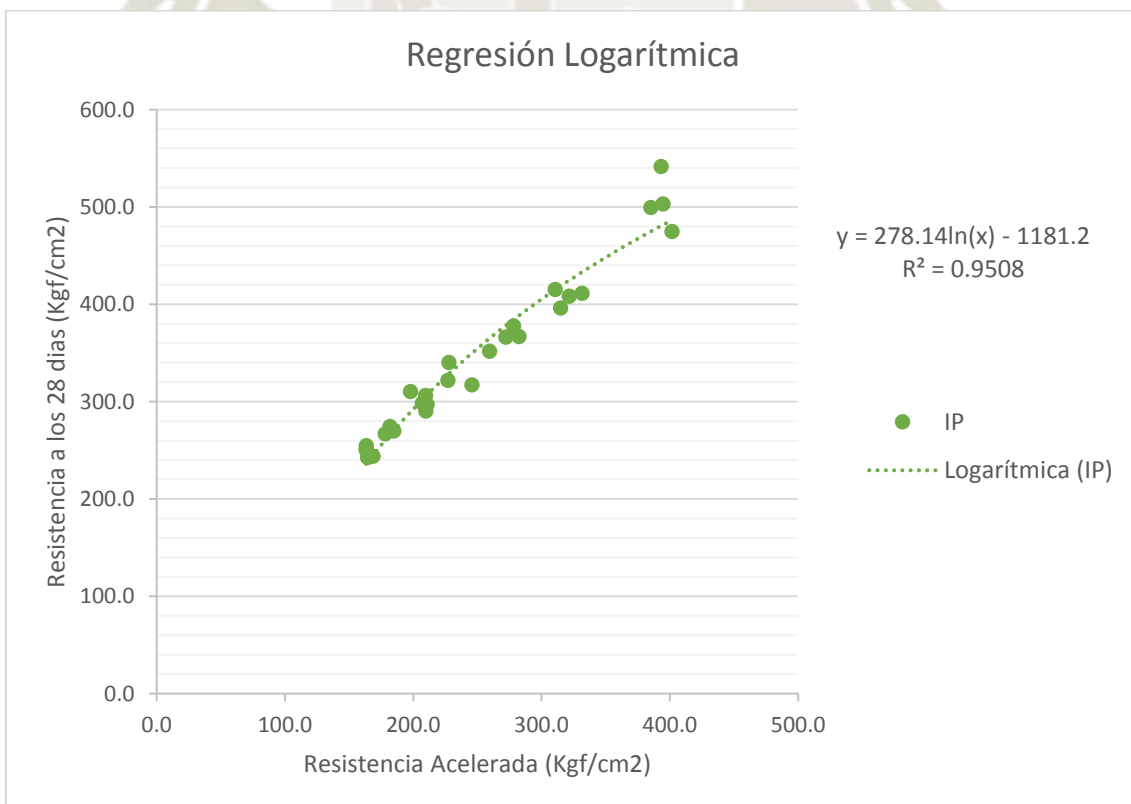


Fuente: Elaboración Propia
Figura 6.37.- Regresión Potencial - IP.



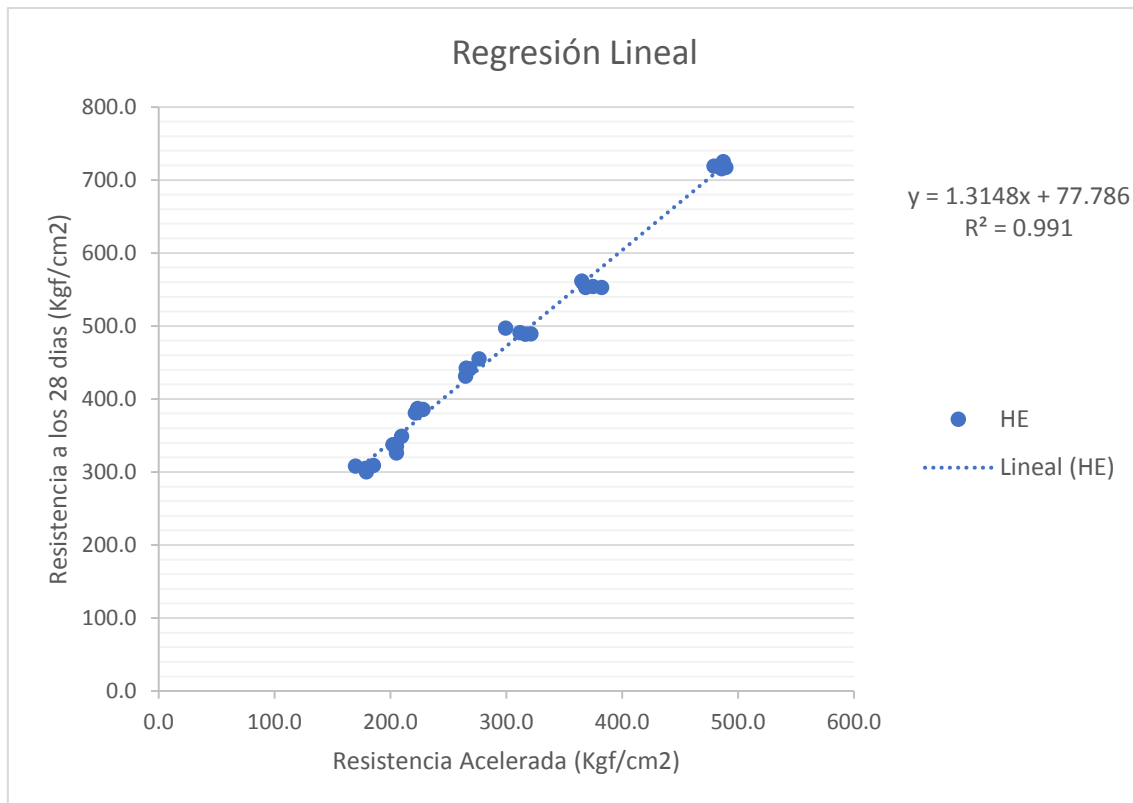
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.38.- Regresión Exponencial - IP.



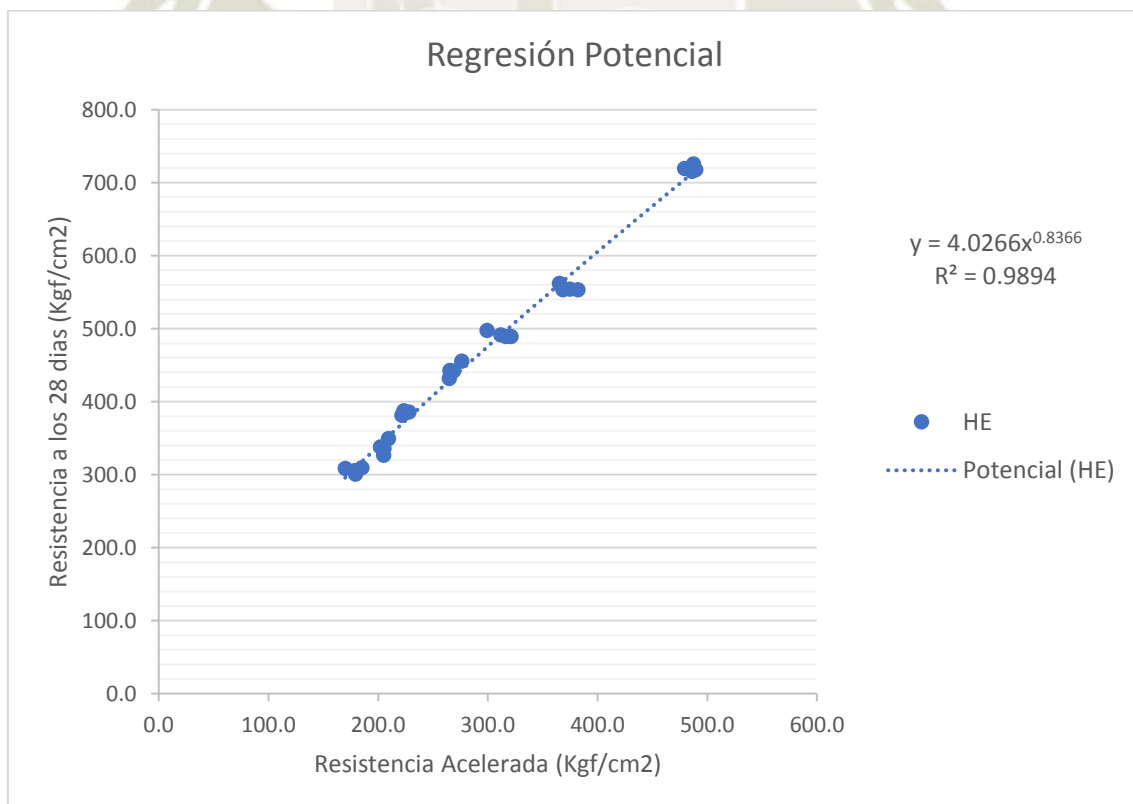
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.39.- Regresión Logarítmica - IP.



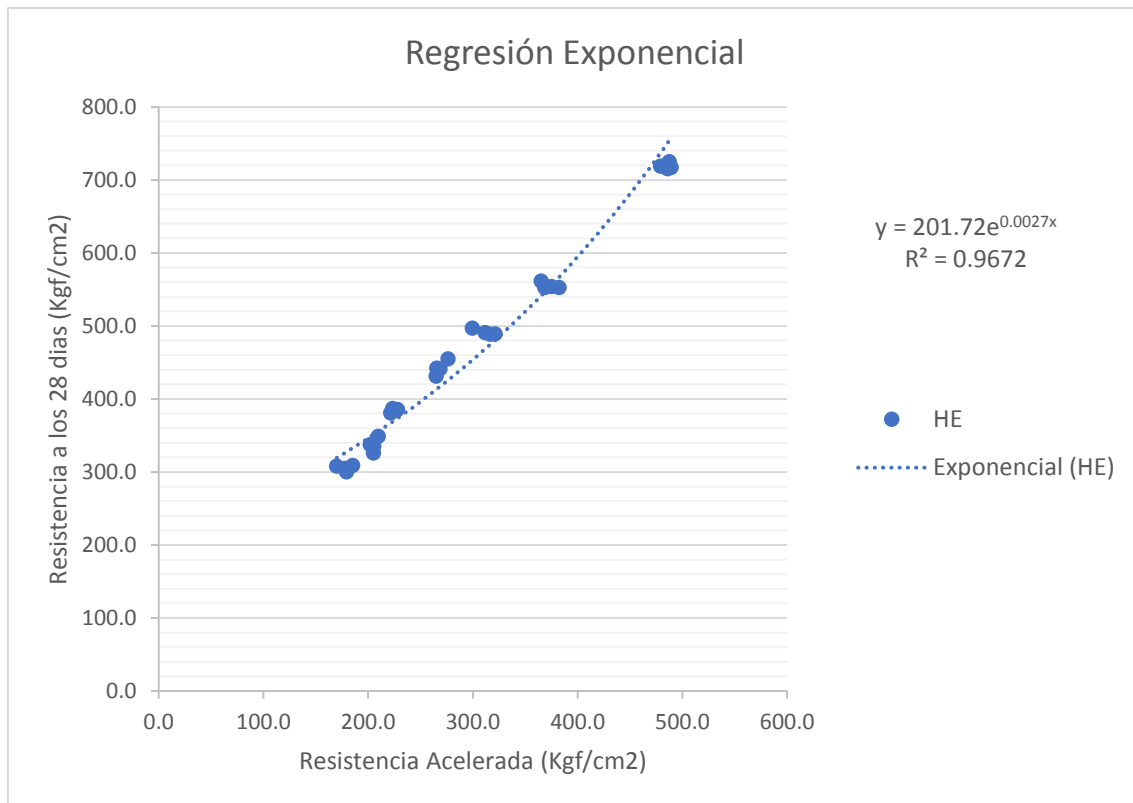
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.40.- Regresión Lineal - HE.



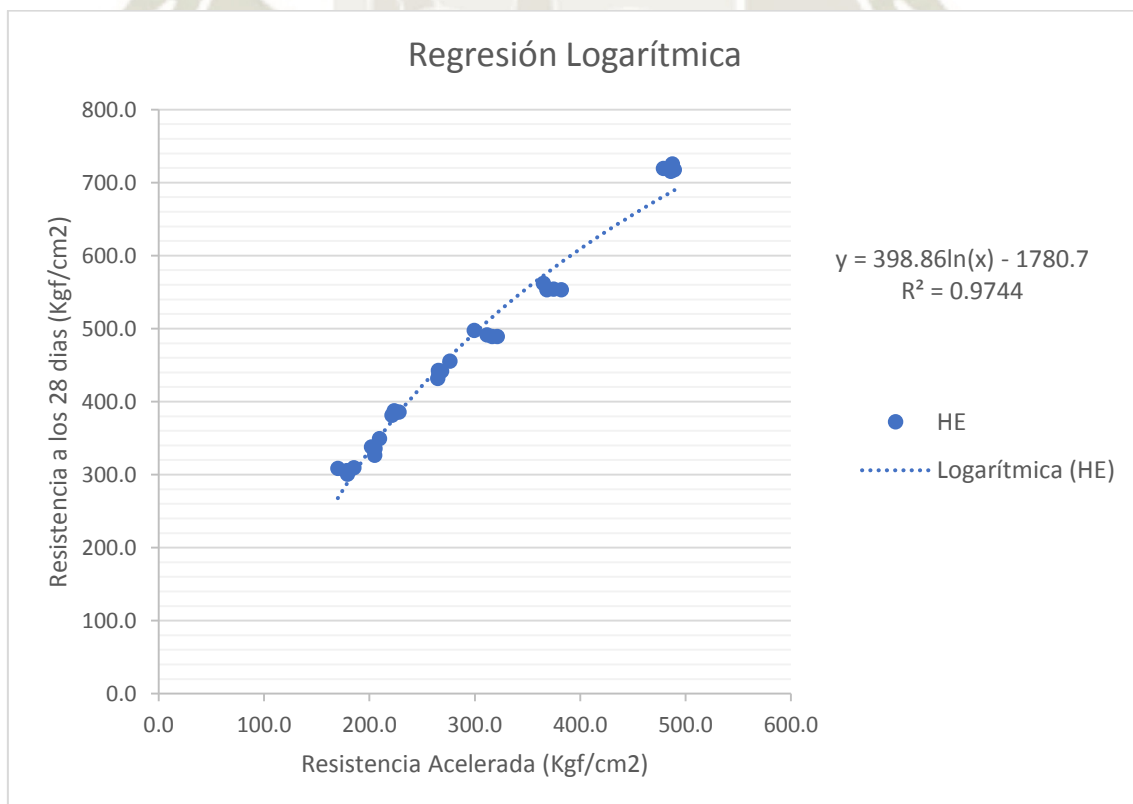
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.41.- Regresión Potencial - HE.



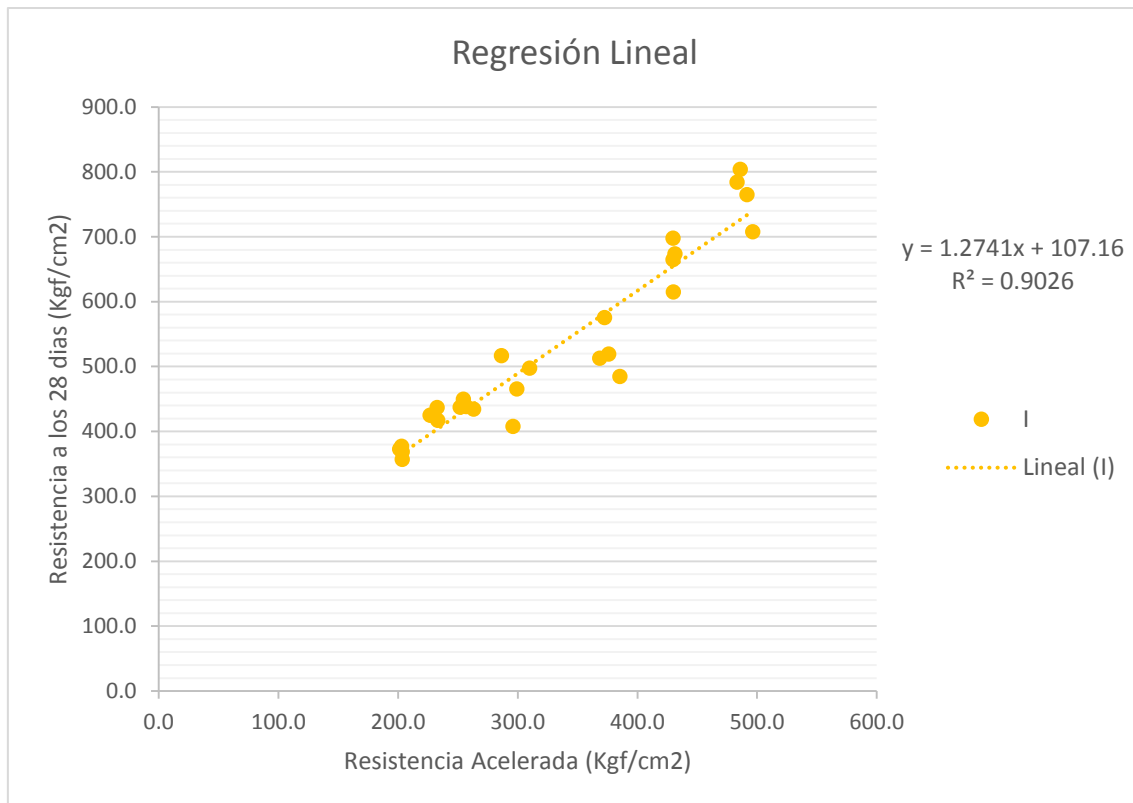
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.42.- Regresión Exponencial - HE.



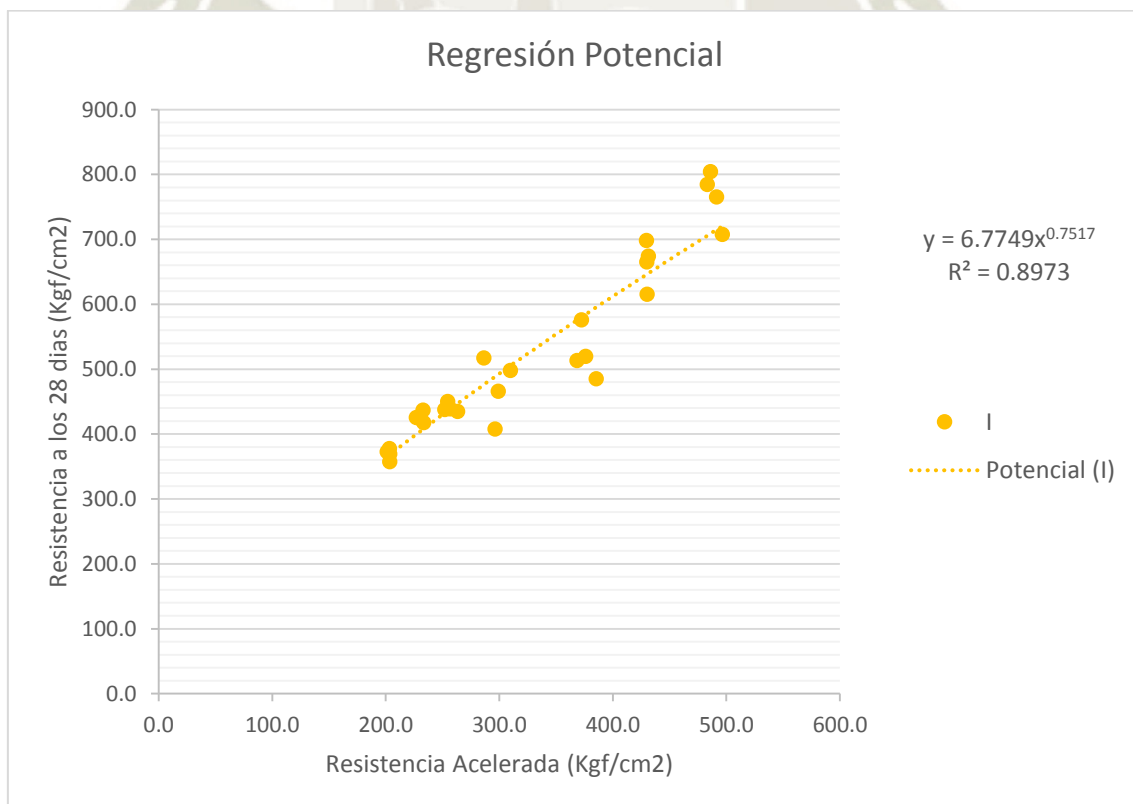
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.43.- Regresión Logarítmica - HE.



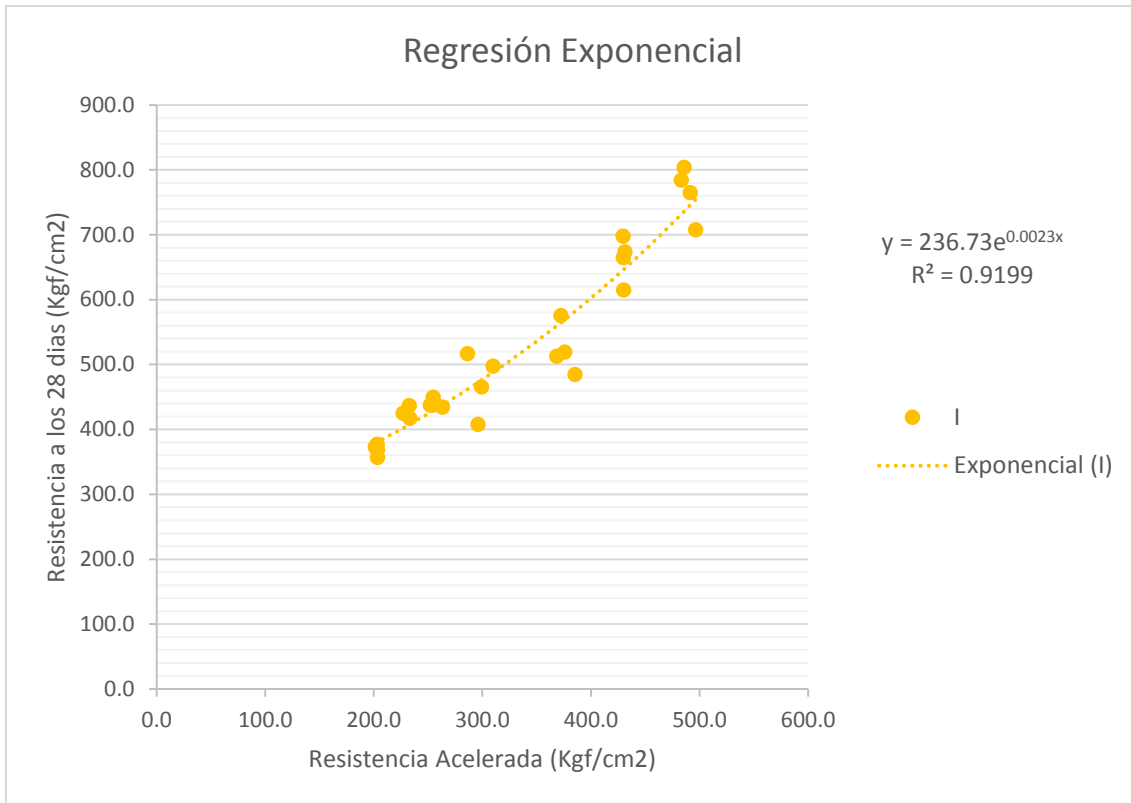
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.44.- Regresión Lineal - I.



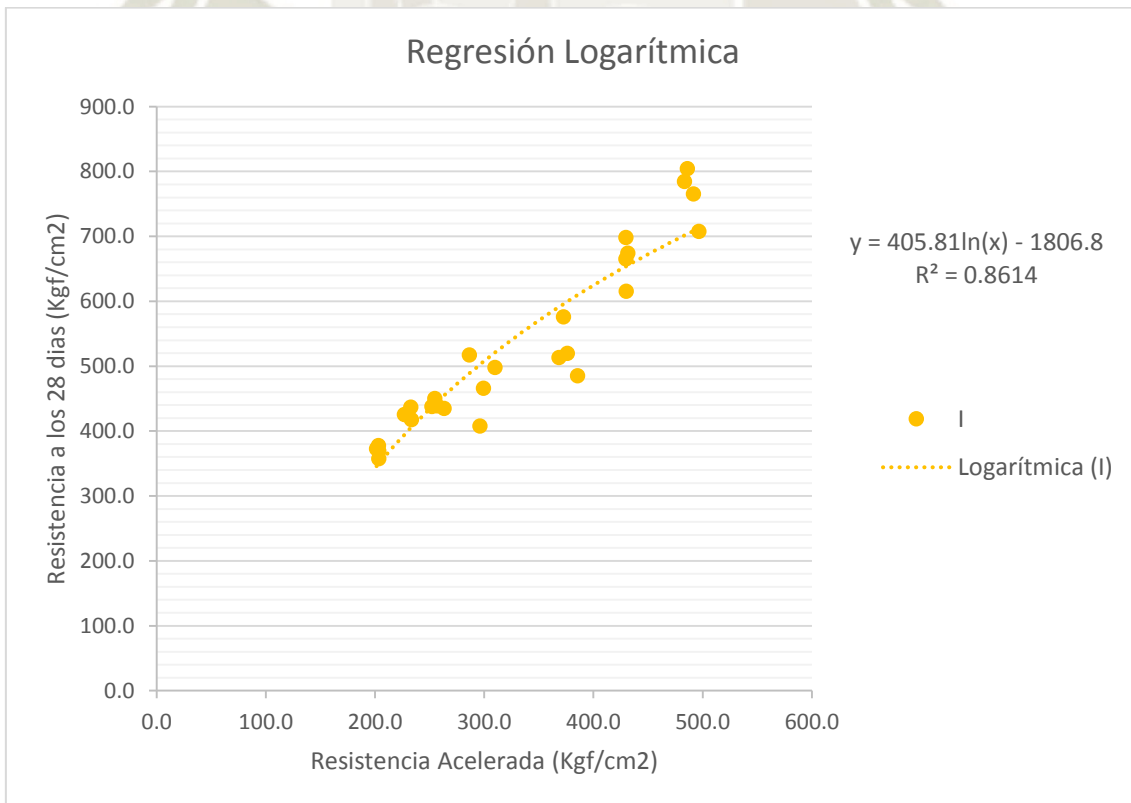
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.45.- Regresión Potencial - I.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.46.- Regresión Exponencial - I.

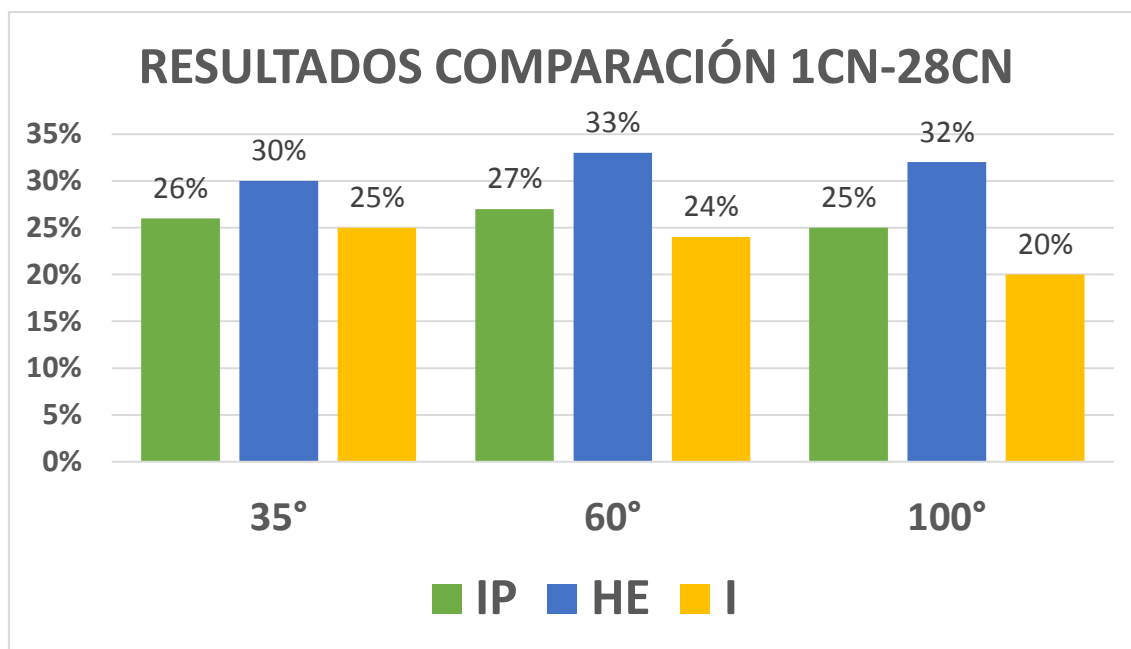


Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.47.- Regresión Logarítmica - I.

- Se determina como ecuación de regresión lineal a $Y = 1.3148X + 77.786$, con un coeficiente de correlación $R = 0.991$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Se determina como ecuación de regresión potencial a $Y = 4.0266XE^{0.8366}$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9894$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Se determina como ecuación de regresión exponencial a $Y = 201.72E^{0.0027X}$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9672$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Se determina como ecuación de regresión logarítmica a $Y = 398.86\ln(X) - 1780.7$, con un coeficiente de correlación $R = 0.9744$, siendo este valor más cercado a 1, proviniendo del cemento tipo HE.
- Por lo tanto se eligen estas ecuaciones a 100°C para predecir las resistencias a 28 días de curado normal bajo las condiciones de diseño y materiales que supusieron su determinación.
- Los resultados mostrados son del procedimiento "B" a 100°C con una duración del curado acelerado de 3,5 h +/- 5 minutos.

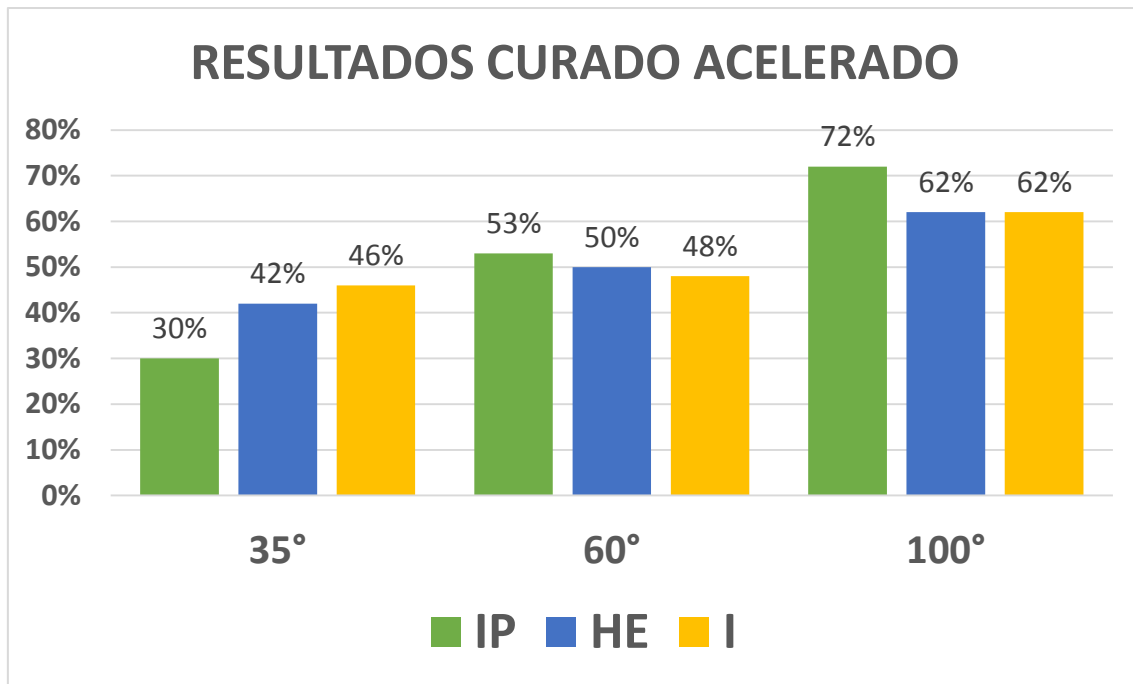
6.6. Análisis de Resultados Comparativos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.48.- Comparación 1CN – 28CN.

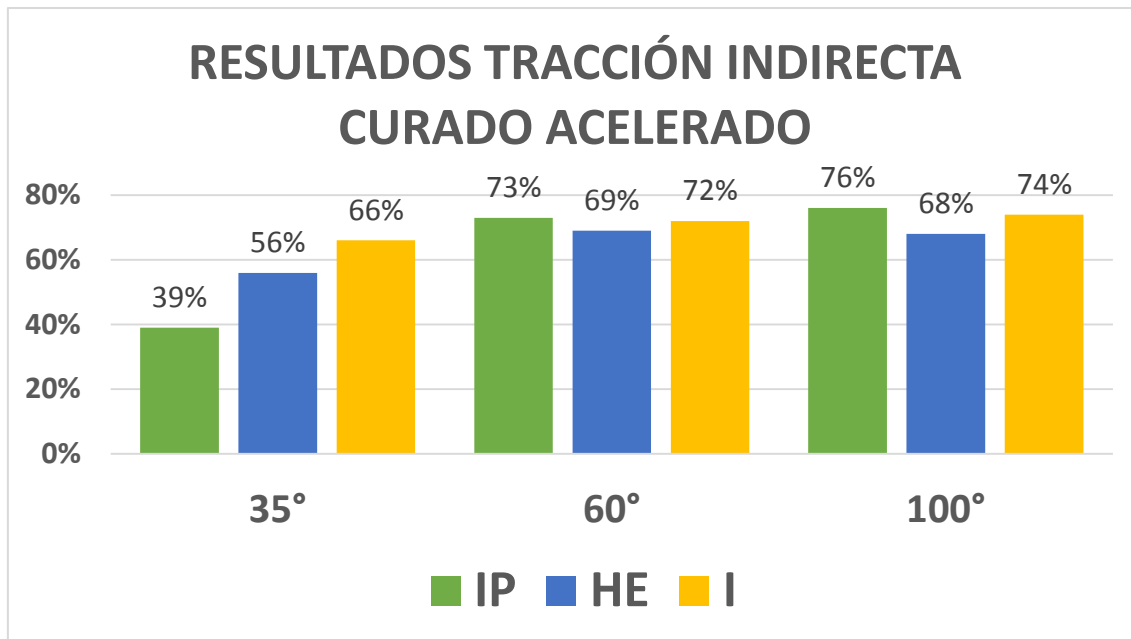
- En el gráfico se puede apreciar la comparación de resultados en porcentaje de aproximación entre 1 día con curado normal y 28 días con curado normal.
- Se puede determinar que para los 60°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo IP.
- Se puede determinar que para los 60°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo HE.
- Se puede determinar que para los 35°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo I.
- Según la norma NTP 339.183, indica moldear los especímenes rápidamente sobre una superficie nivelada y rígida, libre de vibraciones y otras alteraciones, en un lugar tan cerca como sea posible a la localización del ambiente donde serán almacenados.
- Según la norma NTP 339.183, indica que para el curado inicial, los especímenes deben ser almacenados por un periodo de hasta 24 horas en un rango de temperatura de 16 °C a 27 °C y en un ambiente en donde prevenga la pérdida de humedad. Y para el curado final, los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente a una temperatura de 23 °C +/- 2 °C, usando agua de los tanques de almacenamientos o cuartos húmedos que cumplan con la NTP 334.077.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.49.- Comparación Curado Acelerado.

- En el gráfico se puede apreciar la comparación de resultados en porcentaje de aproximación entre 1 día con curado acelerado y 28 días de curado normal.
- Se puede determinar que por el método "B" a 100°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo IP.
- Se puede determinar que por el método "B" a 100°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo HE.
- Se puede determinar que por el método "B" a 100°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo I.
- Según la norma NTP 339.183, indica moldear los especímenes rápidamente sobre una superficie nivelada y rígida, libre de vibraciones y otras alteraciones, en un lugar tan cerca como sea posible a la localización del ambiente donde serán almacenados.
- Según la norma NTP 339.213, indica que para el curado inicial, los especímenes deben ser almacenados según el método a desarrollar dado por la temperatura y el tiempo en el tanque de curado acelerado. Y para el curado final, los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente a una temperatura de 23 °C +/- 2 °C, usando agua de los tanques de almacenamiento o cuartos húmedos que cumplan con la NTP 334.077.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.50.- Comparación Tracción Indirecta Curado Acelerado.

- En el gráfico se puede apreciar la comparación de resultados en porcentaje de aproximación para la tracción indirecta entre 1 día con curado acelerado y 28 días de curado normal.
- Se puede determinar que por el método "B" a 100°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo IP.
- Se puede determinar que por el método "A" a 60°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo HE.
- Se puede determinar que por el método "B" a 100°C se obtuvo mejores resultados con el cemento tipo I.
- Según la norma NTP 339.183, indica moldear los especímenes rápidamente sobre una superficie nivelada y rígida, libre de vibraciones y otras alteraciones, en un lugar tan cerca como sea posible a la localización del ambiente donde serán almacenados.
- Según la norma NTP 339.213, indica que para el curado inicial, los especímenes deben ser almacenados según el método a desarrollar dado por la temperatura y el tiempo en el tanque de curado acelerado. Y para el curado final, los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente a una temperatura de 23 °C +/- 2 °C, usando agua de los tanques de almacenamiento o cuartos húmedos que cumplan con la NTP 334.077.



**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

Conclusiones

- I. Se concluye que por el Método B (Curado de Ebullición Modificado a 100° C), se tiene una certeza de aproximación del 65%, entre los resultados de curado de 1 día con los de 28 días.
- II. Se concluye que en el caso de los agregados tanto fino como grueso, que estos cumplen con todas las normas de calidad, estos pueden ser utilizados como material para la fabricación del concreto (elementos prefabricados).
- III. La resistencia con el curado acelerado es, por el procedimiento "A" a 35°C durante 23,5 h +/- 30 minutos, el 39 % de la resistencia alcanzada según procedimiento normal a los 28 días.
- IV. La resistencia con el curado acelerado es, por el procedimiento "A" a 60°C durante 23,5 h +/- 30 minutos, el 50 % de la resistencia alcanzada según procedimiento normal a los 28 días.
- V. La resistencia con el curado acelerado es, por el procedimiento "B" a 100°C durante 3,5 h +/- 5 minutos, el 65 % de la resistencia alcanzada según procedimiento normal a los 28 días.
- VI. Se determina como ecuación de regresión lineal a $Y = 1.3148X + 77.786$, con un coeficiente de correlación $R = 0.991$, siendo este valor más cercano a 1, proviniendo del cemento tipo HE por el procedimiento "B" a 100°C durante 3,5 h +/- 5 minutos.
- VII. El conocimiento del valor "R" en cada ecuación de regresión lineal para cada tipo de concreto permite conocer el valor real que alcanzará la resistencia a la compresión a los 28 días.
- VIII. Cuando la resistencia obtenida con el curado acelerado se conoce, se puede predecir la resistencia normal a 28 días, con una certeza del 99%, mediante la ecuación mencionada en la conclusión anterior. Este porcentaje de certeza se podrá lograr en un laboratorio adecuado para este tipo de investigación.
- IX. Los métodos de resistencias aceleradas imponen un curado acelerado de las probetas. Esto se consigue acelerando la velocidad de hidratación del

cemento que así reduce más rápidamente y alcanza una resistencia suficiente en un intervalo de tiempo más corto.

- X. Se concluye que el método “B” o “agua hervida” resulta el más eficiente y proporciona mejores resultados que el método “A”.
- XI. La correlación entre la resistencia acelerada y la resistencia alcanzada a la misma edad prolongada por el uso de un método de curado convencional dependen de los materiales que componen el concreto, las proporciones de la mezcla y del procedimiento de ensayo acelerado especificado.
- XII. Como indica la normal NTP 339.213, los resultados pueden ser usados en la rápida evaluación de la variabilidad para el proceso de control y señalar la necesidad de hacer los ajustes indicados.
- XIII. Al momento de realizar los ensayos, las probetas que fueron sometidas al curado acelerado presentaron un color gris claro en comparación a las probetas hermanas que presentaron un color gris oscuro, este cambio de color, se debe principalmente al aceleramiento de la reacciones químicas del cemento.
- XIV. Se puede comprobar que el ensayo de número de rebotes como método no destructivo, es un método aproximado para poder determinar la resistencia del concreto a cualquier edad in situ, siendo este el de mayor velocidad y facilidad al momento de ser realizado.
- XV. Los resultados del ensayo de tracción indirecta por el método “A” a 35°C en promedio fue del 54 %, por el método “A” a 60°C en promedio fue del 71 % y por el método “B” a 100°C en promedio fue del 73 % de los resultados entre un 1 día de curado acelerado y los 28 días de curado normal.
- XVI. Se determina que el uso de los aditivos fue para mejorar el proceso de muestreo de mezclas de concreto fresco. Precisamente estos demuestran que pueden ser usados en los moldes de elementos prefabricados, para que al momento de ser colocados estos tengan mayor facilidad en su moldeo.

Recomendaciones

- I. Se recomienda que el usuario podrá cambiar el procedimiento a usar sobre las bases de su experiencia y condición local. Estos procesos, en general, serán prácticos cuando un laboratorio en obra esté disponible para contener los recipientes de curado y el equipo de prueba para medir las resistencias a la compresión dentro de los límites de tiempo especificados.
- II. Se recomienda a la Universidad, proveer el tanque de curado acelerado para poder realizar ensayos en la misma, proponiendo diferentes variaciones, es más este podría ser parte de un curso por desarrollar en la carrera. El costo del tanque aproximado es de \$1000.00 dólares americanos.
- III. Debido a que las propiedades del concreto mejoraron con el método “B” de curado acelerado, para futuras investigaciones, se recomienda que el tiempo de curado de las probetas debería ampliarse de 4 a 5 horas, con lo que se llegara a una resistencia mayor, resultados con mayor aproximación a los de 28 días.
- IV. Al momento de desarrollar el método “A”, se recomienda que después de realizadas las probetas, se espere aproximadamente de 30 a 60 minutos, antes que ingresen al tanque de curado, para que estas tengan un proceso de fraguado inicial sin pérdida de mortero o deformaciones del espécimen de ensayo, caso contrario se creara una película de concreto con deformaciones y que dificultara los diferentes ensayos por realizar.
- V. Se recomienda siempre el uso del equipo de protección personal, como son el casco, lentes (oscuros y claros), tapa orejas, respirador, polos manga larga, chaleco, guantes (normales y para agua) y zapatos dieléctricos de seguridad. Observar los requerimientos de seguridad y salud ocupacional establecidos por la autoridad competente así como estándares de laboratorio y campo para tomar las precauciones cuando se hacen el muestreo, moldeo, curado y ensayos de concreto.
- VI. En el método “A”, al momento de ser retirados los testigos del tanque de curado acelerado no se tuvo que esperar mucho tiempo para poder

realizar sus ensayos, pero en el método “B”, si se tuvo que esperar por lo menos 1 hora para que los testigos puedan enfriar y sean manipulables, observar las medidas de seguridad cuando se use este procedimiento para prevenir los resultados de escaldadura u otros quemados por el uso de agua hirviendo como medio de curado. Para los dos casos, los testigos no fueron retirados de inmediato a la temperatura ambiente estos estuvieron en el laboratorio para que el cambio de temperatura no sea brusco.

- VII.** Mediante el tanque, se recomienda que este tenga una instalación separada de otros equipos que pueda ver en el laboratorio, para que no sufra ningún daño o se apague durante el proceso. En el método “A”, el descenso de agua es mínimo pero de todas maneras siempre hay que revisarlo. En el método “B”, se marcó un máximo y mínimo de agua se pudo verificar que el descenso de agua por cada ensayo era de 5 centímetros y cada vez que se realizó el ensayo se agregó agua nueva para que el tanque no sufra algún daño. Se recomienda prender por lo menos una hora antes el tanque para que este establezca la temperatura adecuada al método a realizar, en el caso del método “B” se prendía el tanque dos horas antes, para que pueda llegar a 92°C, punto de ebullición en la ciudad de Arequipa – Perú.
- VIII.** Se sugiere el uso de las pinzas de elevación para el colocado de moldes lentamente debajo del agua hirviendo sin salpicaduras, estrictamente para el método “B”, ya que el agua alcanzó los 92°C.
- IX.** Se recomienda, que se debe tener una mayor precaución al manipular el cemento durante la elaboración del concreto, debido a que es una sustancia caustica que puede ocasionar daños a largo plazo en los trabajadores, para esto, se debe contar con los equipos de protección personal mencionados líneas arriba.
- X.** Se podría usar otros agregados, los menos usados en la ciudad de Arequipa y hacer una comparación con los resultados de esta investigación, y así determinar en qué porcentaje varían los ensayos.

REFERENCIAS

- ¹ Naturaleza del concreto (Pág. 1 -2). Biblioteca Universidad de Piura.
- ² IMCYC – Instituto Mexicano del cemento y del concreto (Julio, 2004). Propiedades del concreto – Capitulo 2.
- ³ Javier Silva, Omar. Ingeniero Civil (2015, Abril). Publicación: Durabilidad del concreto. Bogotá – Colombia.
- ⁴ Pasquel, Enrique (1998, Noviembre). Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú. Segunda Edición. Lima. Pág. (64-65).
- ⁵ Tacilla, E. (2004) Composición química del cemento. Trabajo de investigación Publicada: Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela profesional de Ingeniería Civil, Cajamarca.
- ⁶ Hernández, F. (2006, Octubre). Concreto en la Obra, Problemas, causas y soluciones. Cemento y concreto Resistencias a los sulfatos. Editada por el Instituto Mexicano del cemento y del concreto (1-47).
- ⁷ Fernández Martínez, M. Proceso de Fabricación de cemento.
- ⁸ NTP 334.009. Cementos Portland. Requisitos. Edición: Cuarta Edición, 2011. Publicación Lima – Perú.
- ⁹ NTP 334.090. Cementos Portland Adicionados. Requisitos. Edición: Sexta Edición, 2015. Publicación Lima – Perú.
- ¹⁰ NTP 334.082. Cementos Portland con Especificación de la Performance. Edición: Tercera Edición, 2008. Publicación Lima – Perú.
- ¹¹ El ABC de los materiales de construcción: agregados. Cementos Pacasmayo. Publicado el 25 de Enero del 2013.
- ¹² Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Portland Cement Association. Primera Edición. Pág. (135).
- ¹³ Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Portland Cement Association. Primera Edición. Pág. (106 – 110).

¹⁴ NTP 400.018. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N°200) para lavado en agregados. Edición: Tercera Edición, 2013. Publicación Lima – Perú.

¹⁵ Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Portland Cement Association. Primera Edición. Pág. (185).

BIBLIOGRAFIA

- ASTM C 684:1999 (2003) Standard test method for making, accelerated curing and testing concrete compression test specimens.
- NTP 339.213 2007 (revisada 2015) Concreto Método de ensayo normalizado para elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto.
- ENRIQUE PASQUEL CARBAJAL, (1998), Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú.
- R. KRISHNA IYER y N. SUKESAN NAIR, (1977), The Indian Concrete Journal, vol. 51, núm. 11, págs. 334-341: Ensayos acelerados de resistencia del concreto.
- SONO SANCHEZ, JUAN CARLOS y ANDRADE PINO, ANDRES SEBASTIAN, (2014) Tema: Aplicación del ensayo de curado acelerado en cilindros de concreto sometidos a compresión simple. TESIS: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- ALVA CÁCERES, RICARDO ARTURO DAVID, (2013) Tema: Experiencia de implementación en laboratorio de la norma NTP 339.213 para el curado acelerado de probetas de concreto mediante el uso de agua hirviendo. TESIS: Universidad de Piura.
- DEL CARPIO TEJADA, OSCAR MAURICIO (2016) Tema: Implementación del sistema de curado acelerado para la optimización de diseños de mezclas de concreto, estimando resistencias a edades mayores, en la ciudad de Arequipa.

- CALDERÓN ANTEZANA, WERNHER, (2002) Tema A: "Influencia del curado en la resistencia final del concreto para mezclas de $f'c$ 210 kgf/cm³" Tema B: "Estudio Técnico del concreto Fast Track en reparación y habilitación de pavimentos" TESIS: Universidad Nacional de San Agustín.
- MONRROY VILLENA, MOISES DAVID, (2014) Tema: Influencia de los tipos de curado en la resistencia del concreto. TESIS: Universidad Nacional de San Agustín.
- Ing. Washington Cano Olazâbal, Ing. Luis P. Traversa, Ing. Jorge H. Giussi, PREDICCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND POR EL METODO DE CURADO ACELERADO (Argentina).
- Instituto Nacional de Vías, I.N.V. E – 412 – 07, ENSAYO DE FABRICACIÓN, CURADO ACELERADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO.
- ASTM C1768/C1768M-12, Práctica estándar para el curado acelerado de cilindros de concreto.
- Oscar A. Cabrera - Horacio A. Donza – Edgardo F. Irassar, EFECTO DEL CURADO EN LOS CONCRETOS DE ALTA PERFORMANCE.
- SENCICO, CURSO: RESIDENTE DE OBRAS, Control de calidad del concreto, Control de concreto en obra.
- NORMAS ASTM, "American Society for Testing and Materials".
- NORMAS NTP, "Norma Técnica Peruana".
- NORMAS ACE, "American Concrete Institute".
- NORMAS DIN, "Instituto Alemán de Normalización".

ANEXOS

Anexo A. Constancias

Anexo B. Certificado de Materiales

Anexo C. Resultados Humedad Diaria

Anexo D. Diseños de Mezclas

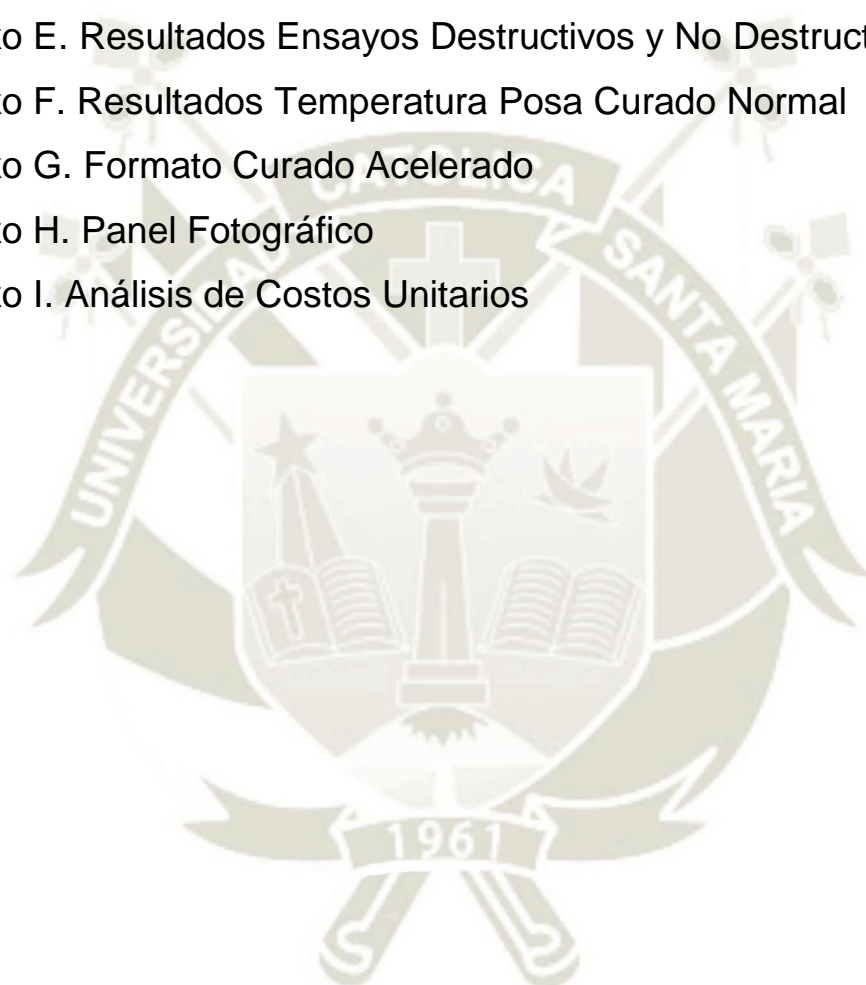
Anexo E. Resultados Ensayos Destructivos y No Destructivos

Anexo F. Resultados Temperatura Posa Curado Normal

Anexo G. Formato Curado Acelerado

Anexo H. Panel Fotográfico

Anexo I. Análisis de Costos Unitarios





ANEXO A. – CONSTANCIAS



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:

GIANCARLO CESAR VALDIVIA TORRES

Código N° 2008702191

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 Y DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CURADO ACELERADO POR EL MÉTODO DE AGUA CALIENTE EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017"**.

Los ensayos efectuados por los señores bachilleres fueron los siguientes:

- 001 Análisis granulométrico de los Agregados
- 003 Peso Unitario Suelto de los Agregados
- 003 Peso Unitario Compactado de los Agregados
- 003 Peso Específico y absorción de los agregados
- 003 Pasante de la Mala 200

El costo total de los ensayos realizados asciende a: S/. 97.00

El costo cancelado por dichos ensayos asciende a: S/. 97.00* (Comprobante BO17-00000209)

*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 **05/01/17** y el **09/01/17**.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 06 de Septiembre del 2017

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA


Dr. Ing. **ALEJANDRO VÍCTOR HIDALGO VALDIVIA**
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL
EPIC-PAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

CONSTANCIA

El que suscribe, Ing. Carlos Guerra Cisneros, líder de calidad de la empresa SUPERMIX S.A.

Hace constar:

Que el señor Bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María:

VALDIVIA TORRES, GIANCARLO CÉSAR

Código N° 2008702191

Ha realizado los ensayos en el laboratorio para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo tema de investigación es: **"DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CURADO ACELERADO POR EL METODO DE AGUA CALIENTE EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – 2017"**.

Los trabajos realizados en las instalaciones del laboratorio de Control de Calidad de Planta Gloria han sido elaborados entre 08/03/2017 y 09/04/2018.

Los ensayos efectuados por el tesista fueron los siguientes:

- Ensayos de concreto en estado fresco: Temperatura del Concreto, Asentamiento (Slump), Peso Unitario y Contenido de Aire.
- Ensayos de concreto en estado endurecido: No Destructivos (Resistividad, Numero de Rebotes y Torrent), Destructivos (Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Tracción Indirecta).
- Vaciados de Concreto para 189 Probetas Cilíndricas de 10 cm x 20 cm (4" x 8") para patrón y verificación de los resultados.
- Vaciados de Concreto para 756 Probetas Cilíndricas de 10 cm x 20 cm (4" x 8") para los ensayos de curado acelerado tanto no destructivos y destructivos.
- Vaciados de Concreto para 252 Probetas Cilíndricas de 15 cm x 30 cm (6" x 12") para los ensayos de curado acelerado tanto no destructivos y destructivos.
- Vaciados de Concreto para 21 Cubos de 15 cm x 15 cm x 20 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.



ING. CARLOS GUERRA CISNEROS
LÍDER DE CALIDAD
CIP-55374



ANEXO B. – CERTIFICADOS DE MATERIALES



UNIDAD DE PRODUCCION DE BIENES Y
PRESTACION DE SERVICIOS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS
LABINVSERV

INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICO

N° DE REPORTE: 18845-17

NOMBRE DEL CLIENTE	: CONCRETOS SUPERMIX S. A.
DIRECCIÓN	: AV. GENERAL DIEZ CANSECO 527 AREQUIPA
ASUNTO	: ANÁLISIS FISICO QUIMICO
PRODUCTO	: AGUA
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 01
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN	: AREQUIPA, 2017-11-24
CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES	: BÓTELLA DE PLASTICO
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	: AREQUIPA, 2017-11-30
REFERENCIA	: MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
PROCEDENCIA	: AGUA PLANTA GLORIA
CODIGO DE REGISTRO DE MUESTRA	: 24480

- LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
- ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV

PAGINA 1 DE 2

Av. Independencia s/n Ciudad Universitaria Laboratorio 108-Primer Piso
Teléfono: 220360 E-mail: fcnf_labinserv@unsa.edu.pe



UNIDAD DE PRODUCCION DE BIENES Y
PRESTACION DE SERVICIOS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS
LABINVSERV

INFORME DE ENSAYO

Nº DE REPORTE: 18845-17

DETERMINACIÓN DE :					
Cloruros	mg/L	83.22			
Sulfatos	mg/L	110.00			
Sólidos Totales	mg/L	528.00			
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	122.92			
OBSERVACIONES:					

METODO DE ENSAYO

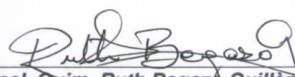
DETERMINACIÓN	METODO DE ENSAYO APLICADO
	NORMA /REFERENCIA / NOMBRE
Cloruros	Método Mercurimétrico (1, 2) 33.067 de la AOAC
Sulfatos	Método Turbidimétrico (1, 2) de la AOAC
Sólidos Totales	Método Gravimétrico
Alcalinidad Total	Método Volumétrico

PAGINA 2 DE 2

Emitido en Arequipa (Perú), el 30 de Noviembre del 2017


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




Anal. Quím. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Av. Independencia s/n. Ciudad Universitaria Laboratorio 108-Primer Piso
Teléfono: 220360 E-mail: fenf_labinvserv@unsa.edu.pe



IP CEMENTO MULTI-PROPÓSITO Alta Durabilidad

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.

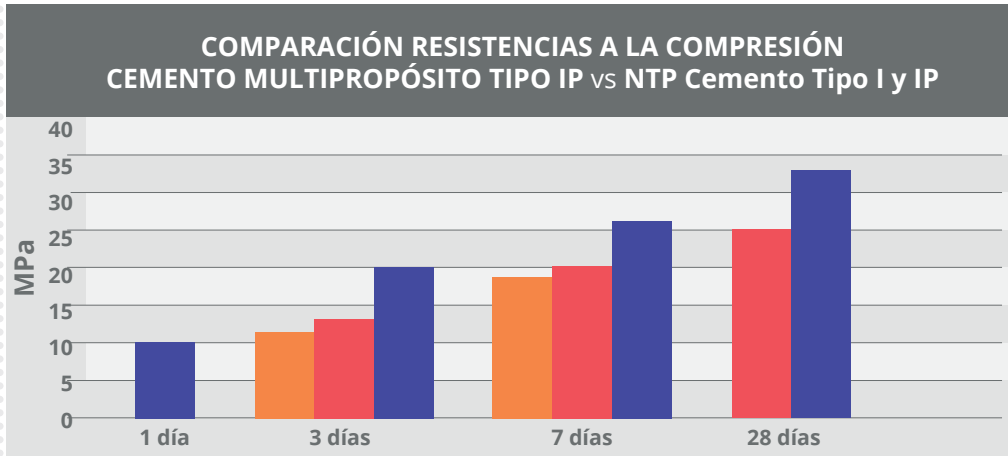
DURABILIDAD

“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 NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
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/cm ³)	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/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa
1 día	80 a 104	7.8 a 10.2	-	-	-	-
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Mín.	13	122 Mín.	12
7 días	225 a 260	22.0 a 25.4	204 Mín.	20	194 Mín.	19
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			

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS



- CEMENTO TIPO I
NORMA TÉCNICA
NTP 334.009 (ASTM C150)
- CEMENTO TIPO IP
NORMA TÉCNICA
NTP 334.090 (ASTM C595)
- CEMENTO MULTI-PROPÓSITO
YURA TIPO IP

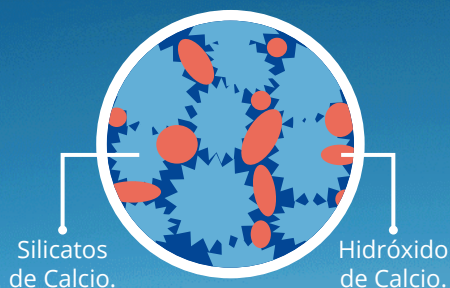
PROPIEDADES

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.

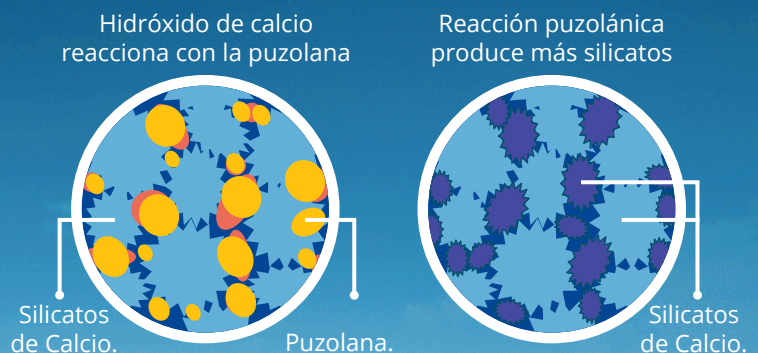
Los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

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



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.



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

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.





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.

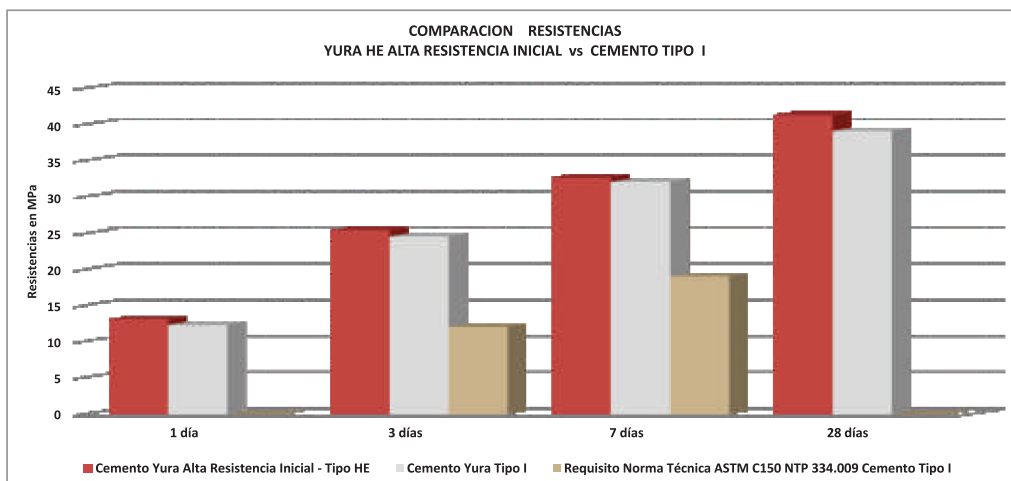
La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

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





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 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.

VERSIÓN DICIEMBRE 2013

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, Kgf/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

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



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. (*).

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.

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.

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.

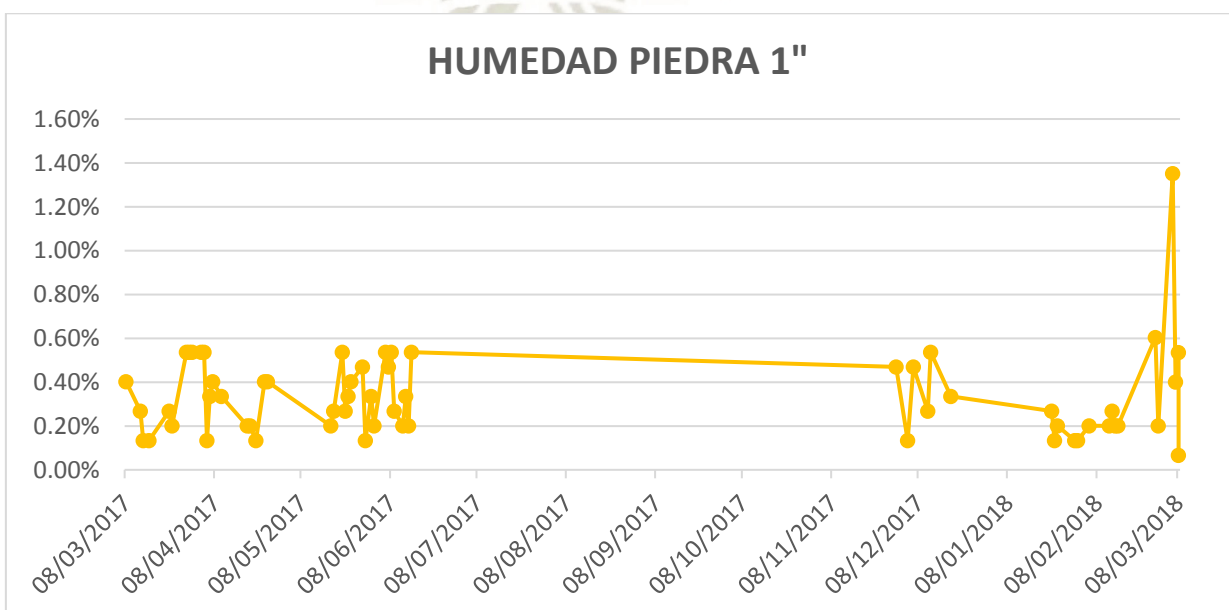
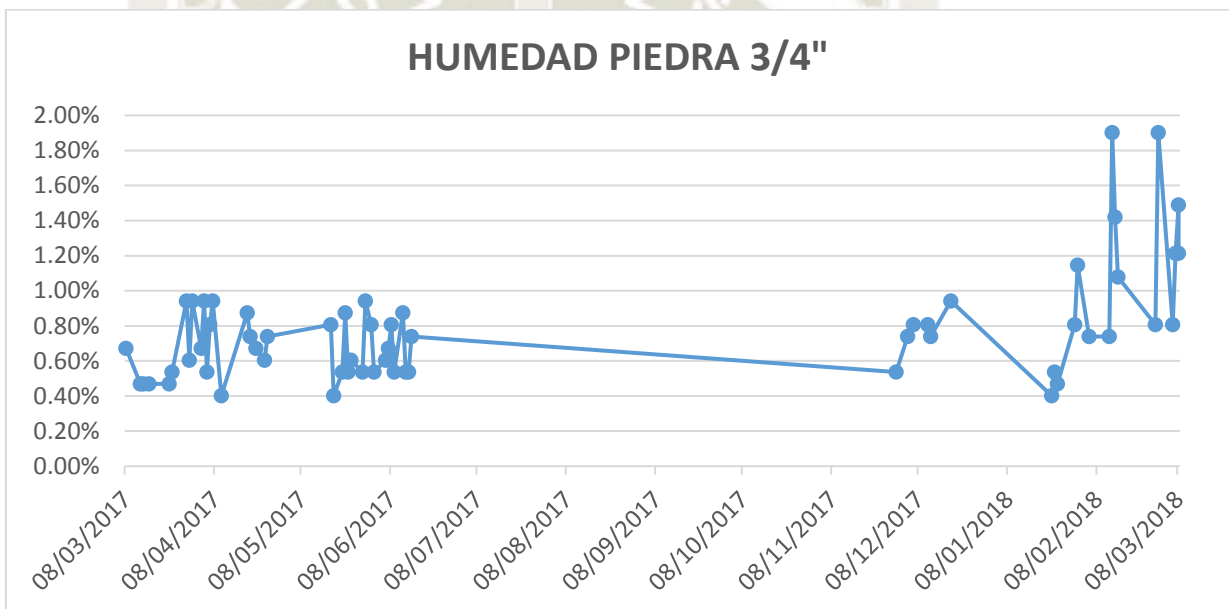
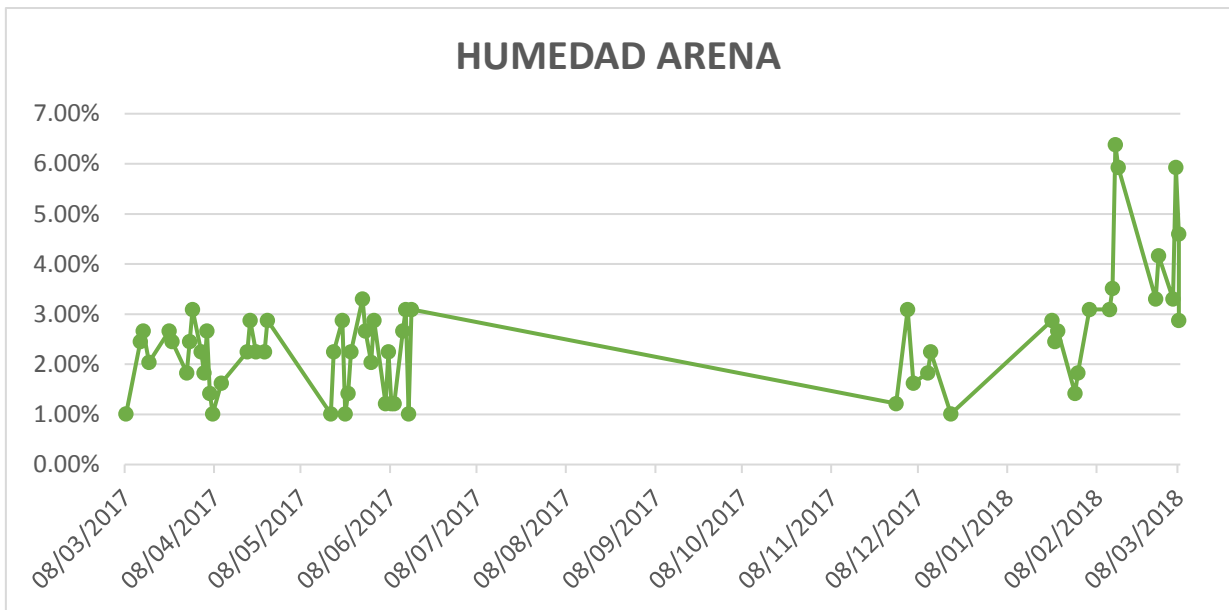
Vida útil: 12 meses



**ANEXO C. – RESULTADOS
HUMEDAD DIARIA**

FECHA		ARENA	%	PIEDRA 3/4"	%	PIEDRA 1"	%
08/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.01%	1500	0.60%	1500	0.47%
	PESO SECO (gr)	495		1491		1493	
13/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.42%	1500	0.67%	1500	0.54%
	PESO SECO (gr)	493		1490		1492	
14/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.42%	1500	0.74%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	493		1489		1497	
16/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.63%	1500	0.94%	1500	0.33%
	PESO SECO (gr)	492		1486		1495	
23/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.01%	1500	0.40%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	495		1494		1498	
24/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	3.09%	1500	0.67%	1500	0.54%
	PESO SECO (gr)	485		1490		1492	
29/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.63%	1500	0.74%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	492		1489		1498	
30/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.04%	1500	0.81%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	490		1488		1497	
31/03/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.04%	1500	0.81%	1500	0.40%
	PESO SECO (gr)	490		1488		1494	
03/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.83%	1500	0.54%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	491		1492		1498	
04/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.04%	1500	0.81%	1500	0.54%
	PESO SECO (gr)	490		1488		1492	
05/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.46%	1500	0.87%	1500	0.33%
	PESO SECO (gr)	488		1487		1495	
06/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.83%	1500	0.47%	1500	0.40%
	PESO SECO (gr)	491		1493		1494	
07/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.21%	1500	0.81%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	494		1488		1498	
10/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.88%	1500	0.74%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	486		1489		1498	
19/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.83%	1500	0.67%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	491		1490		1498	
20/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.21%	1500	0.81%	1500	0.40%
	PESO SECO (gr)	494		1488		1494	
22/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	3.09%	1500	0.87%	1500	0.33%
	PESO SECO (gr)	485		1487		1495	
25/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.25%	1500	0.54%	1500	0.33%
	PESO SECO (gr)	489		1492		1495	
26/04/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.83%	1500	0.54%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	491		1492		1498	
18/05/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.25%	1500	0.81%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	489		1488		1497	
19/05/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.04%	1500	0.40%	1500	0.33%
	PESO SECO (gr)	490		1494		1495	
22/05/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	3.09%	1500	0.81%	1500	0.27%
	PESO SECO (gr)	485		1488		1496	
23/05/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.04%	1500	0.87%	1500	0.33%
	PESO SECO (gr)	490		1487		1495	
24/05/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.21%	1500	0.87%	1500	0.47%
	PESO SECO (gr)	494		1487		1493	
25/05/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.83%	1500	0.94%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	491		1486		1498	
29/05/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.88%	1500	0.67%	1500	0.67%
	PESO SECO (gr)	486		1490		1490	
30/05/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.88%	1500	0.94%	1500	0.47%
	PESO SECO (gr)	486		1486		1493	
01/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.04%	1500	0.47%	1500	0.27%
	PESO SECO (gr)	490		1493		1496	

02/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.01%	1500	0.40%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	495		1494		1498	
06/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.67%	1500	0.87%	1500	0.33%
	PESO SECO (gr)	487		1487		1495	
07/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.88%	1500	0.81%	1500	0.47%
	PESO SECO (gr)	486		1488		1493	
08/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	3.09%	1500	0.54%	1500	0.27%
	PESO SECO (gr)	485		1492		1496	
09/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.04%	1500	0.54%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	490		1492		1497	
12/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.01%	1500	0.67%	1500	0.27%
	PESO SECO (gr)	495		1490		1496	
13/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.25%	1500	0.87%	1500	0.33%
	PESO SECO (gr)	489		1487		1495	
14/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.88%	1500	0.74%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	486		1489		1497	
15/06/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.67%	1500	0.60%	1500	0.40%
	PESO SECO (gr)	487		1491		1494	
30/11/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.01%	1500	0.54%	1500	0.40%
	PESO SECO (gr)	495		1492		1494	
04/12/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.21%	1500	0.40%	1500	0.54%
	PESO SECO (gr)	494		1494		1492	
06/12/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.83%	1500	0.81%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	491		1488		1497	
11/12/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.04%	1500	0.87%	1500	0.47%
	PESO SECO (gr)	490		1487		1493	
12/12/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	2.46%	1500	0.81%	1500	0.54%
	PESO SECO (gr)	488		1488		1492	
19/12/2017	PESO HUMEDO (gr)	500	1.01%	1500	0.47%	1500	0.54%
	PESO SECO (gr)	495		1493		1492	
23/01/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	2.88%	1500	0.40%	1500	0.27%
	PESO SECO (gr)	486		1494		1496	
24/01/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	2.46%	1500	0.54%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	488		1492		1498	
25/01/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	2.67%	1500	0.47%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	487		1493		1497	
31/01/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	1.42%	1500	0.81%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	493		1488		1498	
01/02/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	1.83%	1500	1.15%	1500	0.13%
	PESO SECO (gr)	491		1483		1498	
05/02/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	3.09%	1500	0.74%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	485		1489		1497	
12/02/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	3.09%	1500	0.74%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	485		1489		1497	
13/02/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	3.52%	1500	1.90%	1500	0.27%
	PESO SECO (gr)	483		1472		1496	
14/02/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	6.38%	1500	1.42%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	470		1479		1497	
15/02/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	5.93%	1500	1.08%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	472		1484		1497	
28/02/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	3.31%	1500	0.81%	1500	0.60%
	PESO SECO (gr)	484		1488		1491	
01/03/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	4.17%	1500	1.90%	1500	0.20%
	PESO SECO (gr)	480		1472		1497	
06/03/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	3.31%	1500	0.81%	1500	1.35%
	PESO SECO (gr)	484		1488		1480	
07/03/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	5.93%	1500	1.21%	1502	0.40%
	PESO SECO (gr)	472		1482		1496	
08/03/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	4.60%	1500	1.49%	1502	0.54%
	PESO SECO (gr)	478		1478		1494	
08/03/2018	PESO HUMEDO (gr)	500	2.88%	1500	1.21%	1500	0.07%
	PESO SECO (gr)	486		1482		1499	





ANEXO D. – DISEÑOS DE MEZCLAS

DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO MEDIANTE EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA

I.- PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO Y AGREGADOS

N°	MATERIAL	PROCEDENCIA	P. ESP.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% HUM.	MALLA 200	% MATERIAL
1	Cemento Tipo IP	Yura	2810	-	-	-	-	-	-	-
2	Agua	Arequipa	1000	-	-	-	-	-	-	-
3	Arena Gruesa	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	3.31	9.60	-
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	0.81	0.66	85%
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	0.60	0.43	15%
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101	-	-	-	-	-	-	0.30%
7	Euco WR 75	QSI	1156	-	-	-	-	-	-	0.30%

II.- REQUISITOS DEL DISEÑO

1) Relación Agua/Cemento	0.70		
2) Tamaño Máximo Nominal	1"		
3) Slump	7"		
4) Factor Cemento	270		
5) Volumen Unitario de Agua	Relación $\frac{0.70}{1} \times$ Factor Cemento	$0.70 \times 270 =$	189
6) Pasta			0.29
7) Porcentaje de Agregado Fino RF	0.48		
8) Modulo de Fineza de la Combinación de los Agregados	(Porcentaje de Agregado Fino RF * MF Arena) + ((1 - Porcentaje de Agregado Fino RF) * (MF - "%Material" + MF1 * "%Material1"))		
Dato: Se determino que esta es la mejor combinación, cumpliendo con la curva granulométrica.	$(0.48 \times 2.73) + ((1-0.48) \times (6.50 \times 85\% + 7.63 \times 15\%)) =$		4.78
9) Porcentaje de Agregado Fino Absoluto	Porcentaje de Agregado Fino RF * (1 - $\frac{0.29}{0.70}$)	$0.48 \times (1 - \frac{0.29}{0.70}) =$	0.34
10) Porcentaje de Agregado Grueso Absoluto	$(1 - \text{Pasta}) \times (1 - \text{Porcentaje de Agregado Fino RF})$	$(1 - 0.29) \times (1 - 0.48) =$	0.37

III.- DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO EN SECO

PESO SSS (kg/m³)

11) Cemento = (Paso 4)	$270 =$	270	kg/m ³
12) Agua = (Paso 5)	$0.70 \times 270 =$	189	kg/m ³
13) Arena Gruesa = (Paso 9 * P. Esp. Arena)	$0.34 \times 2590 =$	888.8	kg/m ³
14) Piedra 3/4" = (Paso 10 * % Material 3/4" * P.Esp. Piedra 3/4")	$0.37 \times 85\% \times 2750 =$	869.0	kg/m ³
15) Piedra 1" = (Paso 10 * % Material 1" * P.Esp. Piedra 1")	$0.37 \times 15\% \times 2776 =$	154.8	kg/m ³
16) Neoplast 8500 HP = (Paso 4 * %Material)	$270 \times 30\% =$	0.81	kg/m ³
17) Euco WR 75 = (Paso 4 * %Material)	$270 \times 30\% =$	0.81	kg/m ³

VOLUMEN SSS (%)

18) Cemento = (Paso 4 / P.Esp.Cemento)	$270 / 2810 =$	0.0961	%
19) Agua = (Paso 5 / 1000)	$189 / 1000 =$	0.1890	%
20) Arena Gruesa = (Paso 9)	$0.48 \times (1 - (270/2810) + (189/1000)) =$	0.3432	%
21) Piedra 3/4" = (Paso 10 * %Material)	$0.37 \times 85\% =$	0.3160	%
22) Piedra 1" = (Paso 10 * %Material)	$0.37 \times 15\% =$	0.0558	%
23) Neoplast 8500 HP = (Paso 16 / P.Esp. Neoplast 8500 HP)	$0.81 / 1101 =$	0.0007	%
24) Euco WR 75 = (Paso 17 / P.Esp. Euco WR 75)	$0.81 / 1156 =$	0.0007	%

PESO SECO (kg/m³)

25) Cemento = (Paso 11)	$270 =$	270	kg/m ³
26) Agua = (Paso 12)	$0.70 \times 270 =$	189	kg/m ³
27) Arena Gruesa = (Paso 13 / (1 + %AbsorciónArena/100))	$(888 / (1 + 2.24/100)) =$	869	kg/m ³
28) Piedra 3/4" = (Paso 14 / (1 + %AbsorciónPiedra3/4"/100))	$(868 / (1 + 0.79/100)) =$	862	kg/m ³
29) Piedra 1" = (Paso 15 / (1 + %AbsorciónPiedra1"/100))	$(154 / (1 + 0.56/100)) =$	154	kg/m ³
30) Neoplast 8500 HP = (Paso 16)	$270 \times 30\% =$	0.81	kg/m ³
31) Euco WR 75 = (Paso 17)	$270 \times 30\% =$	0.81	kg/m ³

DISEÑO HUMEDO

PESO HUMEDO (kg/m³)

			TANDA (0.024)	
32) Cemento = (Paso 25)	270 =	270	kg/m ³	6.48 kg/m ³
33) Agua = (Paso 26 + ((%AbsArena- %HumArena)/100) * Paso 27 + ((%AbsPiedra3/4"- %HumPiedra3/4")/100) * Paso 28 + ((%AbsPiedra1"- %HumPiedra1")/100)*Paso 29)	(189 + ((2.24-3.31)/100 * 869 + (0.79-0.81)/100 * 862 + (0.56-0.60)/100 * 153) =	179	kg/m ³	4.28 kg/m ³
34) Arena Gruesa = (Paso 27 * (1+%HumArena/100))	(869 * (1 + (3.31/100)))	897	kg/m ³	21.54 kg/m ³
35) Piedra 3/4" = (Paso 28 * (1+%HumPiedra3/4"/100))	(862 * (1 + (0.81/100)))	869	kg/m ³	20.85 kg/m ³
36) Piedra 1" = (Paso 29 * (1+%HumPiedra1"/100))	(154 * (1 + (0.60/100)))	155	kg/m ³	3.71 kg/m ³
37) Neoplast 8500 HP = (Paso 30)	270 * 30% =	0.81	kg/m ³	0.01944 kg/m ³
38) Euco WR 75 = (Paso 31)	270 * 30% =	0.81	kg/m ³	0.01944 kg/m ³

39) PROPORCIONES POR PESO

_____ : _____ : _____ : _____ : _____

40) PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	1 X 42.5 =	42.5	KG/BOLSA
AGUA	179 / 6.0 =	29.8	LT/BOLSA
ARENA	3.66 * 42.5 =	155.6	KG/BOLSA
PIEDRA DE 3/4"	3.22 * 42.5 =	136.9	KG/BOLSA
PIEDRA DE 1"	0.57 * 42.5 =	24.2	KG/BOLSA

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo IP	Yura	2810						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	3.31	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	0.81	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	0.60	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8			0						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	175							
		IP-0.70							
1	FC	270							
2	a/c	0.70							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	175						
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	0.024	
		Wsss	Vsss					
1	Cemento YURA Tipo IP	270	0.09609	270	270	6.48		
2		0	0.0000	0	0	0.00		
3	Agua	188	0.1880	188	179	4.28		
4	Arena	888	0.3429	869	897	21.54		
5	Piedra 3/4" Huso 67	868	0.3158	862	869	20.85		
6	Piedra 1" Huso 5	155	0.0557	154	155	3.71		
8	Neoplast 8500 HP	0.81	0.0007	0.81	0.81	0.019	19.44	
9	Euco WR 75	0.81	0.0007	0.81	0.81	0.019	19.44	
9	% aire	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000		
10	0			0.00	0.00	0.00000		
PESO TOTAL		2371	1.0000	2344	2371	56.90		

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	IP-0.70	Resistencias		
		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
HORA				
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo IP	Yura	2810						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	3.31	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	0.81	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	0.60	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8			0						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	210							
		IP-0.65							
1	FC	280							
2	a/c	0.65							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	210					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo IP	280	0.09964	280	280	6.72	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	181	0.1810	181	171	4.12	
4	Arena	892	0.3446	873	902	21.64	
5	Piedra 3/4" Huso 67	873	0.3173	866	873	20.95	
6	Piedra 1" Huso 5	155	0.0560	155	156	3.73	
8	Neoplast 8500 HP	0.84	0.0008	0.84	0.84	0.020	20.16
9	Euco WR 75	0.84	0.0007	0.84	0.84	0.020	20.16
9	% aire	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10	0			0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2383	1.0000	2356	2383	57.20	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	IP-0.65	Resistencias		
HORA		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo IP	Yura	2810						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.17	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	1.90	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	0.20	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		IP-0.60							
1	FC	305							
2	a/c	0.60							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	0.024
		W _{sss}	V _{sss}				
1	Cemento YURA Tipo IP	305	0.10854	305	305	7.32	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	184	0.1840	184	159	3.81	
4	Arena	877	0.3388	858	894	21.45	
5	Piedra 3/4" Huso 67	858	0.3119	851	867	20.82	
6	Piedra 1" Huso 5	153	0.0550	152	152	3.65	
8	Neoplast 8500 HP	1.01	0.0009	1.01	1.01	0.024	24.16
9	Euco WR 75	0.92	0.0008	0.92	0.92	0.022	21.96
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2379	1.0000	2352	2379	57.10	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	IP-0.60	Resistencias		
		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
HORA				
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo IP	Yura	2810						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.17	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	1.90	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	0.20	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8									

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		IP-0.55							
1	FC	330							
2	a/c	0.55							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo IP	330	0.11744	330	330	7.92	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	183	0.1830	183	158	3.79	
4	Arena	867	0.3349	848	884	21.21	
5	Piedra 3/4" Huso 67	848	0.3084	841	857	20.58	
6	Piedra 1" Huso 5	151	0.0544	150	151	3.61	
8	Neoplast 8500 HP	1.09	0.0010	1.09	1.09	0.026	26.14
9	Euco WR 75	0.99	0.0009	0.99	0.99	0.024	23.76
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2382	1.0000	2355	2382	57.16	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	IP-0.55	Resistencias		
HORA		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo IP	Yura	2810						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.17	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	1.90	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	0.20	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		IP-0.50							
1	FC	350							
2	a/c	0.50							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo IP	350	0.12456	350	350	8.40	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	175	0.1750	175	150	3.60	
4	Arena	868	0.3352	849	885	21.23	
5	Piedra 3/4" Huso 67	849	0.3087	842	858	20.60	
6	Piedra 1" Huso 5	151	0.0545	150	151	3.62	
8	Neoplast 8500 HP	1.23	0.0011	1.23	1.23	0.029	29.40
9	Euco WR 75	1.05	0.0009	1.05	1.05	0.025	25.20
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2396	1.0000	2369	2396	57.50	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	IP-0.50	Resistencias		
HORA		12 HRS	24 HRS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo IP	Yura	2810						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.17	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	1.90	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	0.20	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		IP-0.45							
1	FC	390							
2	a/c	0.45							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo IP	390	0.13879	390	390	9.36	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	175	0.1750	175	150	3.61	
4	Arena	850	0.3282	832	866	20.79	
5	Piedra 3/4" Huso 67	831	0.3023	825	840	20.17	
6	Piedra 1" Huso 5	148	0.0533	147	148	3.54	
8	Neoplast 8500 HP	1.48	0.0013	1.48	1.48	0.036	35.57
9	Euco WR 75	1.17	0.0010	1.17	1.17	0.028	28.08
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2397	1.0000	2371	2397	57.53	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	IP-0.45	Resistencias		
HORA		12 HRS	24 HRS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo IP	Yura	2810						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.17	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	1.90	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	0.13	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		IP-0.40							
1	FC	420							
2	a/c	0.40							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo IP	420	0.14947	420	420	10.08	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	170	0.1700	170	144	3.46	
4	Arena	843	0.3254	824	859	20.61	
5	Piedra 3/4" Huso 67	969	0.3525	962	980	23.52	
6	Piedra 1" Huso 5	147	0.0529	146	146	3.51	
8	Neoplast 8500 HP	1.72	0.0016	1.72	1.72	0.041	41.33
9	Euco WR 75	1.26	0.0011	1.26	1.26	0.030	30.24
9		0.00	0.0000	0.00	0.00		
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00		
PESO TOTAL		2552	1.0529	2525	2552	61.24	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	IP-0.40	Resistencias		
HORA		12 HRS	24 HRS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo HE	Yura	2930						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	3.31	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	0.81	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	1.35	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8			0						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	175							
		HE-0.70							
1	FC	270							
2	a/c	0.70							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	175					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	0.024
		W _{sss}	V _{sss}				
1	Cemento YURA Tipo HE	270	0.09215	270	270	6.48	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	188	0.1880	188	177	4.26	
4	Arena	893	0.3448	873	902	21.66	
5	Piedra 3/4" Huso 67	873	0.3175	866	873	20.96	
6	Piedra 1" Huso 5	156	0.0560	155	157	3.76	
8	Neoplast 8500 HP	0.89	0.0008	0.89	0.89	0.021	21.38
9	Euco WR 75	0.81	0.0007	0.81	0.81	0.019	19.44
9	% aire	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10	0			0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2381	1.0000	2354	2381	57.15	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	HE-0.70			Resistencias		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
HORA						
Humedad Relativa %						
Temp Concreto °C						
Temp Ambiente °C						
Slump pulgadas						
Peso Unitario kg/m3						
Contenido Aire (%)						

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo HE	Yura	2930						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	3.31	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	0.81	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	1.35	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8			0						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	210							
		HE-0.65							
1	FC	280							
2	a/c	0.65							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	210					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	0.024
		W _{sss}	V _{sss}				
1	Cemento YURA Tipo HE	280	0.09556	280	280	6.72	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	181	0.1810	181	170	4.09	
4	Arena	897	0.3465	878	907	21.76	
5	Piedra 3/4" Huso 67	877	0.3191	871	878	21.06	
6	Piedra 1" Huso 5	156	0.0563	155	158	3.78	
8	Neoplast 8500 HP	0.92	0.0008	0.92	0.92	0.022	22.18
9	Euco WR 75	0.84	0.0007	0.84	0.84	0.020	20.16
9	% aire	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10	0			0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2394	1.0000	2367	2394	57.45	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	HE-0.65			Resistencias		
				3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
HORA						
Humedad Relativa %						
Temp Concreto °C						
Temp Ambiente °C						
Slump pulgadas						
Peso Unitario kg/m3						
Rendimiento /m3						
Contenido Aire (%)						

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo HE	Yura	2930						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	3.31	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2750	0.79	6.50	1450	1650	0.81	0.66
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2776	0.56	7.63	1455	1630	1.35	0.43
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO


Nº	Características del Concreto	280							
		HE-0.60							
1	FC	305							
2	a/c	0.60							
3	rf	0.48							
4	MC	4.95							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	0.024
		W _{sss}	V _{sss}				
1	Cemento YURA Tipo HE	305	0.10410	305	305	7.32	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	184	0.1840	184	173	4.16	
4	Arena	883	0.3409	864	892	21.41	
5	Piedra 3/4" Huso 67	863	0.3139	856	863	20.72	
6	Piedra 1" Huso 5	154	0.0554	153	155	3.72	
8	Neoplast 8500 HP	1.01	0.0009	1.01	1.01	0.024	24.16
9	Euco WR 75	0.92	0.0008	0.92	0.92	0.022	21.96
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2391	1.0000	2364	2391	57.38	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	HE-0.60			Resistencias		
				3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
HORA						
Humedad Relativa %						
Temp Concreto °C						
Temp Ambiente °C						
Slump pulgadas						
Peso Unitario kg/m3						
Rendimiento /m3						
Contenido Aire (%)						

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo HE	Yura	2930						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	3.31	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	0.81	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	1.35	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8									

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		HE-0.55							
1	FC	330							
2	a/c	0.55							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo HE	330	0.11263	330	330	7.92	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	183	0.1830	183	172	4.12	
4	Arena	873	0.3371	854	882	21.18	
5	Piedra 3/4" Huso 67	851	0.3105	846	852	20.46	
6	Piedra 1" Huso 5	152	0.0548	151	153	3.68	
8	Neoplast 8500 HP	1.25	0.0011	1.25	1.25	0.030	30.10
9	Euco WR 75	0.99	0.0009	0.99	0.99	0.024	23.76
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2392	1.0000	2366	2392	57.40	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	HE-0.55	Resistencias		
HORA		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo HE	Yura	2930						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	5.93	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.21	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.40	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		HE-0.50							
1	FC	350							
2	a/c	0.50							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo HE	350	0.11945	350	350	8.40	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	175	0.1750	175	139	3.34	
4	Arena	874	0.3376	855	906	21.74	
5	Piedra 3/4" Huso 67	852	0.3109	847	857	20.57	
6	Piedra 1" Huso 5	152	0.0549	151	152	3.65	
8	Neoplast 8500 HP	1.44	0.0013	1.44	1.44	0.034	34.44
9	Euco WR 75	1.05	0.0009	1.05	1.05	0.025	25.20
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2407	1.0000	2381	2407	57.76	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	HE-0.50				Resistencias		
HORA					3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %							
Temp Concreto °C							
Temp Ambiente °C							
Slump pulgadas							
Peso Unitario kg/m3							
Rendimiento /m3							
Contenido Aire (%)							

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo HE	Yura	2930						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	5.93	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.21	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.40	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		HE-0.45							
1	FC	390							
2	a/c	0.45							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo HE	390	0.13311	390	390	9.36	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	175	0.1750	175	140	3.36	
4	Arena	857	0.3309	838	888	21.31	
5	Piedra 3/4" Huso 67	836	0.3047	830	840	20.16	
6	Piedra 1" Huso 5	149	0.0538	148	149	3.58	
8	Neoplast 8500 HP	1.64	0.0015	1.64	1.64	0.039	39.31
9	Euco WR 75	1.17	0.0010	1.17	1.17	0.028	28.08
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2410	1.0000	2384	2410	57.83	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	HE-0.45	Resistencias		
HORA		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo HE	Yura	2930						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	5.93	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.21	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.40	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO


Nº	Características del Concreto	280							
		HE-0.40							
1	FC	420							
2	a/c	0.40							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo HE	420	0.14334	420	420	10.08	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	170	0.1700	170	134	3.22	
4	Arena	850	0.3282	832	881	21.14	
5	Piedra 3/4" Huso 67	975	0.3556	968	980	23.53	
6	Piedra 1" Huso 5	148	0.0533	147	148	3.55	
8	Neoplast 8500 HP	1.89	0.0017	1.89	1.89	0.045	45.36
9	Euco WR 75	1.26	0.0011	1.26	1.26	0.030	30.24
9		0.00	0.0000	0.00	0.00		
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00		
PESO TOTAL		2566	1.0533	2540	2566	61.59	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	HE-0.40				Resistencias		
HORA					3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %							
Temp Concreto °C							
Temp Ambiente °C							
Slump pulgadas							
Peso Unitario kg/m3							
Rendimiento /m3							
Contenido Aire (%)							

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo I	Yura	3130						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.60	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.49	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.40	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8			0						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	175							
		I-0.70							
1	FC	270							
2	a/c	0.70							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	175					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo I	270	0.08626	270	270	6.48	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	188	0.1880	188	160	3.85	
4	Arena	900	0.3476	881	921	22.11	
5	Piedra 3/4" Huso 67	878	0.3201	872	885	21.23	
6	Piedra 1" Huso 5	157	0.0565	156	157	3.76	
8	Neoplast 8500 HP	0.95	0.0009	0.95	0.95	0.023	22.68
9	Euco WR 75	0.81	0.0007	0.81	0.81	0.019	19.44
9	% aire	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10	0			0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2394	1.0000	2368	2394	57.47	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	I-0.70	Resistencias		
		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
HORA				
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo I	Yura	3130						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.60	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.49	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.40	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8			0						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	210							
		I-0.65							
1	FC	280							
2	a/c	0.65							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	210					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	0.024
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo I	280	0.08946	280	280	6.72	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	181	0.1810	181	153	3.68	
4	Arena	905	0.3493	885	926	22.22	
5	Piedra 3/4" Huso 67	882	0.3217	876	889	21.34	
6	Piedra 1" Huso 5	158	0.0568	157	157	3.78	
8	Neoplast 8500 HP	1.12	0.0010	1.12	1.12	0.027	26.88
9	Euco WR 75	0.84	0.0007	0.84	0.84	0.020	20.16
9	% aire	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10	0			0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2407	1.0000	2381	2407	57.78	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	I-0.65	Resistencias		
HORA		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo I	Yura	3130						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.60	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.49	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.40	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		I-0.60							
1	FC	305							
2	a/c	0.60							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo I	305	0.09744	305	305	7.32	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	184	0.1840	184	157	3.76	
4	Arena	891	0.3440	871	912	21.88	
5	Piedra 3/4" Huso 67	869	0.3168	863	876	21.01	
6	Piedra 1" Huso 5	155	0.0559	154	155	3.72	
8	Neoplast 8500 HP	1.22	0.0011	1.22	1.22	0.029	29.28
9	Euco WR 75	0.92	0.0008	0.92	0.92	0.022	21.96
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2406	1.0000	2380	2406	57.74	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	I-0.60	Resistencias		
HORA		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo I	Yura	3130						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	4.60	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.49	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.40	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8									

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		I-0.55							
1	FC	330							
2	a/c	0.55							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	0.024
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo I	330	0.10543	330	330	7.92	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	183	0.1830	183	156	3.74	
4	Arena	882	0.3406	863	902	21.66	
5	Piedra 3/4" Huso 67	860	0.3136	854	867	20.80	
6	Piedra 1" Huso 5	154	0.0553	153	153	3.68	
8	Neoplast 8500 HP	1.32	0.0012	1.32	1.32	0.032	
9	Euco WR 75	0.99	0.0009	0.99	0.99	0.024	
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2411	1.0000	2385	2411	57.86	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	I-0.55	Resistencias		
		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
HORA				
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS	FECHA
		24/07/2018

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo I	Yura	3130						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	2.88	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.21	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.07	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		I-0.50							
1	FC	350							
2	a/c	0.50							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo I	350	0.11182	350	350	8.40	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	175	0.1750	175	166	3.98	
4	Arena	884	0.3412	864	889	21.34	
5	Piedra 3/4" Huso 67	862	0.3142	856	866	20.79	
6	Piedra 1" Huso 5	154	0.0554	153	153	3.67	
8	Neoplast 8500 HP	1.58	0.0014	1.58	1.58	0.038	37.80
9	Euco WR 75	1.05	0.0009	1.05	1.05	0.025	25.20
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000	
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000	
PESO TOTAL		2427	1.0000	2401	2427	58.24	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	I-0.50	Resistencias		
HORA		3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %				
Temp Concreto °C				
Temp Ambiente °C				
Slump pulgadas				
Peso Unitario kg/m3				
Rendimiento /m3				
Contenido Aire (%)				

		DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
									24/07/2018	
1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO										
Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200	
1	Cemento YURA Tipo I	Yura	3130							
2	Agua	Arequipa	1000							
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	2.88	9.60	
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.21	0.72	
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.07	0.32	
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101							
7	Euco WR 75	QSI	1156							
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100							
2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO										
Nº	Características del Concreto	280								
		I-0.45								
1	FC	390								
2	a/c	0.45								
3	rf	0.48								
4	MC	5.01								
3.- DISEÑO EN SECO										
Nº	MATERIAL	280								
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA				
		Wsss	Vsss				0.024			
1	Cemento YURA Tipo I	390	0.12460	390	390	9.36				
2		0	0.0000	0	0	0.00				
3	Agua	175	0.1750	175	166	3.98				
4	Arena	867	0.3349	848	873	20.95				
5	Piedra 3/4" Huso 67	846	0.3084	840	850	20.40				
6	Piedra 1" Huso 5	151	0.0544	150	150	3.61				
8	Neoplast 8500 HP	1.83	0.0017	1.83	1.83	0.044	43.99			
9	Euco WR 75	1.17	0.0010	1.17	1.17	0.028	28.08			
9		0.00	0.0000	0.00	0.00	0.000				
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00	0.00000				
PESO TOTAL		2432	1.0000	2407	2432	58.37				
Propiedades del Concreto										
CODIGO DE DISEÑO		I-0.45			Resistencias					
HORA							3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	
Humedad Relativa %										
Temp Concreto °C										
Temp Ambiente °C										
Slump pulgadas										
Peso Unitario kg/m3										
Rendimiento /m3										
Contenido Aire (%)										

	DISEÑO DE MEZCLA - TESIS							FECHA	
								24/07/2018	

1.- PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS, CEMENTO

Nº	MATERIAL	CANTERA O PROCEDENCIA	P. Esp.	% ABS	MF	P.U.S.	P.U.C.	% Hum.	<MALLA 200
1	Cemento YURA Tipo I	Yura	3130						
2	Agua	Arequipa	1000						
3	Arena	La poderosa	2590	2.24	2.73	1628	1846	2.88	9.60
4	Piedra 3/4" Huso 67	La poderosa	2742	0.68	6.66	1456	1630	1.21	0.72
5	Piedra 1" Huso 5	La poderosa	2775	0.55	7.67	1450	1622	0.07	0.32
6	Neoplast 8500 HP	QSI	1101						
7	Euco WR 75	QSI	1156						
8	Aditivo Sika 1 Polvo	Sika	1100						

2.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Nº	Características del Concreto	280							
		I-0.40							
1	FC	420							
2	a/c	0.40							
3	rf	0.48							
4	MC	5.01							

3.- DISEÑO EN SECO

Nº	MATERIAL	280					
		PESO SSS		PESO SECO	PESO HUMEDO	TANDA	
		Wsss	Vsss				
1	Cemento YURA Tipo I	420	0.13419	420	420	10.08	
2		0	0.0000	0	0	0.00	
3	Agua	170	0.1700	170	160	3.84	
4	Arena	861	0.3326	842	867	20.80	
5	Piedra 3/4" Huso 67	988	0.3603	981	993	23.83	
6	Piedra 1" Huso 5	150	0.0540	149	149	3.58	
8	Neoplast 8500 HP	2.10	0.0019	2.10	2.10	0.050	50.40
9	Euco WR 75	1.26	0.0011	1.26	1.26	0.030	30.24
9		0.00	0.0000	0.00	0.00		
10		0.0000	0.00000	0.00	0.00		
PESO TOTAL		2592	1.0540	2566	2592	62.22	

Propiedades del Concreto

CODIGO DE DISEÑO	I-0.40				Resistencias		
HORA					3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
Humedad Relativa %							
Temp Concreto °C							
Temp Ambiente °C							
Slump pulgadas							
Peso Unitario kg/m3							
Rendimiento /m3							
Contenido Aire (%)							



ANEXO E. – RESULTADOS ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS

DISEÑO	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)
PATRON-IP-0.70(9)	3	10.16	81.07	9340	115.2	7	10.14	80.75	10340	128.0	28	10.23	82.19	17630	214.5
		10.18	81.39	9160	112.5		10.17	81.23	10160	125.1		10.19	81.55	17370	213.0
		10.21	81.87	8970	109.6		10.13	80.60	10270	127.4		10.21	81.87	17530	214.1
PATRON-IP-0.65(9)	3	10.14	80.75	11990	148.5	7	10.15	80.91	12990	160.5	28	10.20	81.71	19990	244.6
		10.17	81.23	11710	144.2		10.14	80.75	12340	152.8		10.15	80.91	19060	235.6
		10.16	81.07	11740	144.8		10.16	81.07	12480	153.9		10.13	80.60	19160	237.7
PATRON-IP-0.60(9)	3	10.18	81.39	13780	169.3	7	10.14	80.75	14170	175.5	28	10.22	82.03	25960	316.5
		10.17	81.23	13410	165.1		10.13	80.60	14310	177.6		10.20	81.71	24730	302.6
		10.12	80.44	12690	157.8		10.18	81.39	14960	183.8		10.23	82.19	25660	312.2
PATRON-IP-0.55(9)	3	10.19	81.55	15510	190.2	7	10.15	80.91	17860	220.7	28	10.18	81.39	28380	348.7
		10.20	81.71	15810	193.5		10.14	80.75	17570	217.6		10.15	80.91	29390	363.2
		10.14	80.75	15860	196.4		10.12	80.44	16260	202.1		10.23	82.19	28950	352.2
PATRON-IP-0.50(9)	3	10.12	80.44	17490	217.4	7	10.13	80.60	20510	254.5	28	10.15	80.91	32160	397.5
		10.18	81.39	17650	216.8		10.16	81.07	20530	253.2		10.16	81.07	31190	384.7
		10.14	80.75	17430	215.8		10.17	81.23	19340	238.1		10.18	81.39	34780	427.3
PATRON-IP-0.45(9)	3	10.14	80.75	20560	254.6	7	10.12	80.44	24330	302.5	28	10.19	81.55	39670	486.4
		10.13	80.60	20720	257.1		10.19	81.55	24260	297.5		10.23	82.19	37990	462.2
		10.18	81.39	21840	268.3		10.14	80.75	26060	322.7		10.21	81.87	38660	472.2
PATRON-IP-0.40(9)	3	10.16	81.07	25720	317.2	7	10.15	80.91	30500	376.9	28	10.18	81.39	36740	451.4
		10.13	80.60	25350	314.5		10.18	81.39	30370	373.1		10.17	81.23	36220	445.9
		10.14	80.75	25490	315.6		10.17	81.23	30090	370.4		10.16	81.07	36420	449.2
PATRON-HE-0.70(9)	3	10.15	80.91	16360	202.2	7	10.22	82.03	21370	260.5	28	10.12	80.44	24950	310.2
		10.21	81.87	14920	182.2		10.19	81.55	21010	257.6		10.15	80.91	26340	325.5
		10.18	81.39	16240	199.5		10.15	80.91	20440	252.6		10.19	81.55	25080	307.5
PATRON-HE-0.65(9)	3	10.16	81.07	18060	222.8	7	10.16	81.07	24470	301.8	28	10.17	81.23	30200	371.8
		10.21	81.87	18040	220.3		10.17	81.23	25180	310.0		10.18	81.39	28870	354.7
		10.22	82.03	17960	218.9		10.22	82.03	24500	298.7		10.13	80.60	30070	373.1
PATRON-HE-0.60(9)	3	10.17	81.23	28970	356.6	7	10.15	80.91	23120	285.7	28	10.12	80.44	29300	364.3
		10.15	80.91	17930	221.6		10.19	81.55	23030	282.4		10.13	80.60	30590	379.6
		10.20	81.71	19960	244.3		10.16	81.07	21220	261.7		10.14	80.75	28340	350.9
PATRON-HE-0.55(9)	3	10.20	81.71	23180	283.7	7	10.21	81.87	26820	327.6	28	10.18	81.39	35900	441.1
		10.18	81.39	25440	312.6		10.22	82.03	27040	329.6		10.15	80.91	37700	465.9
		10.22	82.03	25690	313.2		10.18	81.39	27510	338.0		10.17	81.23	37850	465.9
PATRON-HE-0.50(9)	3	10.15	80.91	28540	352.7	7	10.24	82.35	31020	376.7	28	10.20	81.71	40430	494.8
		10.19	81.55	29520	362.0		10.22	82.03	34010	414.6		10.17	81.23	38180	470.0
		10.16	81.07	31080	383.4		10.19	81.55	34240	419.9		10.16	81.07	43590	537.7
PATRON-HE-0.45(9)	3	10.20	81.71	26670	326.4	7	10.21	81.87	34720	424.1	28	10.20	81.71	44600	545.8
		10.22	82.03	26860	327.4		10.15	80.91	34100	421.4		10.15	80.91	42580	526.2
		10.16	81.07	26630	328.5		10.17	81.23	34120	420.0		10.18	81.39	43020	528.5
PATRON-HE-0.40(9)	3	10.15	80.91	31690	391.7	7	10.19	81.55	37600	461.1	28	10.13	80.60	47420	588.4
		10.18	81.39	31080	381.9		10.23	82.19	40150	488.5		10.18	81.39	51280	630.0
		10.22	82.03	31190	380.2		10.24	82.35	38860	471.9		10.20	81.71	48400	592.3
PATRON-I-0.70(9)	3	10.11	80.28	10470	130.4	7	10.13	80.60	17900	222.1	28	10.15	80.91	22900	283.0
		10.15	80.91	11120	137.4		10.15	80.91	19860	245.4		10.13	80.60	23430	290.7
		10.13	80.60	11340	140.7		10.14	80.75	19310	239.1		10.17	81.23	24530	302.0
PATRON-I-0.65(9)	3	10.14	80.75	12720	157.5	7	10.12	80.44	23900	297.1	28	10.14	80.75	27480	340.3
		10.15	80.91	13270	164.0		10.17	81.23	25680	316.1		10.12	80.44	28350	352.5
		10.18	81.39	12890	158.4		10.15	80.91	23260	287.5		10.19	81.55	27370	335.6
PATRON-I-0.60(9)	3	10.15	80.91	15230	188.2	7	10.13	80.60	27570	342.1	28	10.20	81.71	33610	411.3
		10.21	81.87	14890	181.9		10.18	81.39	26390	324.2		10.18	81.39	36080	443.3
		10.17	81.23	15360	189.1		10.20	81.71	27510	336.7		10.14	80.75	35050	434.0
PATRON-I-0.55(9)	3	10.12	80.44	18420	229.0	7	10.15	80.91	31910	394.4	28	10.13	80.60	38080	472.5
		10.16	81.07	17950	221.4		10.11	80.28	31480	392.1		10.16	81.07	38730	477.7
		10.19	81.55	17990	220.6		10.18	81.39	31490	386.9		10.17	81.23	38390	472.6
PATRON-I-0.50(9)	3	10.13	80.60	20740	257.3	7	10.21	81.87	34890	426.1	28	10.12	80.44	40830	507.6
		10.14	80.75	19860	245.9		10.16	81.07	37390	461.2		10.21	81.87	43290	528.7
		10.17	81.23	21170	260.6		10.13	80.60	34480	427.8		10.20	81.71	43410	531.3
PATRON-I-0.45(9)	3	10.18	81.39	25330	311.2	7	10.15	80.91	40750	503.6	28	10.15	80.91	49570	612.6
		10.17	81.23	26840	330.4		10.13	80.60	40400	501.3		10.16	81.07	47270	583.1
		10.13	80.60	25190	312.5		10.11	80.28	41480	516.7		10.18	81.39	52530	645.4
PATRON-I-0.40(9)	3	10.16	81.07	28540	352.0	7	10.12	80.44	42890	533.2	28	10.20	81.71	48310	591.2
		10.14	80.75	30160	373.5		10.16	81.07	42730	527.1		10.12	80.44	53470	664.8
		10.13	80.60	29720	368.8		10.17	81.23	42390	521.8		10.16	81.07	52580	648.5

DISEÑO	VACIADO	ROTURA	TOTAL DIAS	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	EDAD DIAS	DIAM (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm2)	COMPARACION	COMPARACION
																			1CN-28CN	1C35°-28CN
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	30/11/2017	28/12/2017	-	1-CN	10.15	80.91	4280	52.9	1-C35°	10.20	81.71	5900	72.2	28-CN	10.19	81.55	19760	242.3	22%	31%
					10.18	81.39	4440	54.6		10.21	81.87	5930	72.4		10.18	81.39	20490	251.7		
					10.16	81.07	4410	54.4		10.18	81.39	6350	78.0		10.21	81.87	18810	229.7		
					10.17	81.23	4040	49.7		10.19	81.55	6060	74.3		10.19	81.55	19680	241.3		
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	04/12/2017	01/01/2018	-	1-CN	10.16	81.07	3710	45.8	1-C35°	10.15	80.91	5910	73.0	28-CN	10.17	81.23	21060	259.3	17%	28%
					10.15	80.91	3510	43.4		10.14	80.75	6220	77.0		10.18	81.39	22720	279.1		
					10.13	80.60	3690	45.8		10.17	81.23	5960	73.4		10.15	80.91	21810	269.5		
					10.15	80.91	3640	45.0		10.16	81.07	6030	74.4		10.17	81.23	21860	269.1		
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	06/12/2017	03/01/2018	-	1-CN	10.15	80.91	6510	80.5	1-C35°	10.18	81.39	6730	82.7	28-CN	10.13	80.60	23390	290.2	28%	29%
					10.14	80.75	6530	80.9		10.17	81.23	6900	84.9		10.21	81.87	24070	294.0		
					10.16	81.07	6490	80.1		10.20	81.71	6780	83.0		10.22	82.03	23630	288.1		
					10.15	80.91	6520	80.6		10.18	81.39	6810	83.7		10.18	81.39	23700	291.2		
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	11/12/2017	08/01/2018	-	1-CN	10.18	81.39	7540	92.6	1-C35°	10.15	80.91	7550	93.3	28-CN	10.16	81.07	26760	330.1	27%	27%
					10.22	82.03	7330	89.4		10.16	81.07	7450	91.9		10.19	81.55	27410	336.1		
					10.17	81.23	7700	94.8		10.18	81.39	7480	91.9		10.18	81.39	27910	342.9		
					10.19	81.55	7500	92.0		10.16	81.07	7490	92.4		10.18	81.39	27360	336.1		
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	12/12/2017	09/01/2018	-	1-CN	10.15	80.91	9060	112.0	1-C35°	10.14	80.75	10470	129.7	28-CN	10.18	81.39	31650	388.9	28%	31%
					10.13	80.60	9140	113.4		10.16	81.07	9430	116.3		10.20	81.71	33660	411.9		
					10.19	81.55	9100	111.6		10.15	80.91	10710	132.4		10.21	81.87	34430	420.5		
					10.16	81.07	9120	112.5		10.15	80.91	10200	126.1		10.20	81.71	33250	406.9		
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	19/12/2017	16/01/2018	-	1-CN	10.20	81.71	11430	139.9	1-C35°	10.14	80.75	12920	160.0	28-CN	10.21	81.87	40320	492.5	27%	31%
					10.19	81.55	11660	143.0		10.17	81.23	12910	158.9		10.16	81.07	45510	561.3		
					10.21	81.87	11540	140.9		10.22	82.03	13200	160.9		10.15	80.91	39270	485.3		
					10.20	81.71	11210	137.2		10.18	81.39	13010	159.8		10.17	81.23	41700	513.3		
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	23/01/2018	20/02/2018	-	1-CN	10.17	81.23	14410	177.4	1-C35°	10.14	80.75	15450	191.3	28-CN	10.16	81.07	44120	544.2	33%	35%
					10.19	81.55	15510	190.2		10.19	81.55	15120	185.4		10.15	80.91	43630	539.2		
					10.16	81.07	14230	175.5		10.15	80.91	15310	189.2		10.17	81.23	43230	532.2		
					10.15	80.91	14380	177.7		10.17	81.23	15290	188.2		10.12	80.44	43660	542.8		

DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	24/01/2018	21/02/2018		1-CN	10.14	80.75	4550	56.3	1-C35 ⁵	10.19	81.55	9070	111.2	28-CN	10.14	80.75	25970	321.6	19%	38%
					10.16	81.07	5550	68.5		10.14	80.75	10740	133.0		10.15	80.91	26270	324.7		
					10.18	81.39	4890	60.1		10.18	81.39	9840	120.9		10.12	80.44	26090	324.4		
					10.17	81.23	4990	61.4		10.16	81.07	9880	121.9		10.16	81.07	26110	322.1		
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	24/01/2018	21/02/2018		1-CN	10.18	81.39	6700	82.3	1-C35 ⁵	10.17	81.23	9870	121.5	28-CN	10.11	80.28	26310	327.7	23%	36%
					10.13	80.60	6560	81.4		10.15	80.91	8960	110.7		10.15	80.91	27390	338.5		
					10.16	81.07	6240	77.0		10.16	81.07	10050	124.0		10.16	81.07	26860	331.3		
					10.15	80.91	5170	63.9		10.13	80.60	9630	119.5		10.18	81.39	26860	330.0		
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	25/01/2018	22/02/2018		1-CN	10.17	81.23	9500	116.9	1-C35 ⁵	10.14	80.75	12890	159.6	28-CN	10.15	80.91	33410	412.9	30%	39%
					10.18	81.39	10200	125.3		10.18	81.39	13710	168.4		10.12	80.44	33060	411.0		
					10.15	80.91	9250	114.3		10.19	81.55	11830	145.1		10.16	81.07	30700	378.7		
					10.16	81.07	9650	119.0		10.20	81.71	12810	156.8		10.17	81.23	32390	398.7		
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	31/01/2018	28/02/2018		1-CN	10.14	80.75	10100	125.1	1-C35 ⁵	10.17	81.23	14860	182.9	28-CN	10.13	80.60	38180	473.7	26%	38%
					10.18	81.39	9630	118.3		10.15	80.91	12850	158.8		10.16	81.07	38090	469.8		
					10.19	81.55	9340	114.5		10.18	81.39	14960	183.8		10.14	80.75	36750	455.1		
					10.16	81.07	9690	119.5		10.17	81.23	14220	175.1		10.15	80.91	37670	465.6		
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	01/02/2018	01/03/2018		1-CN	10.15	80.91	13920	172.0	1-C35 ⁵	10.17	81.23	19390	238.7	28-CN	10.14	80.75	43500	538.7	32%	44%
					10.19	81.55	13220	162.1		10.15	80.91	18820	232.6		10.17	81.23	43050	530.0		
					10.17	81.23	13800	169.9		10.16	81.07	17790	219.4		10.12	80.44	39500	491.1		
					10.16	81.07	13650	168.4		10.15	80.91	18670	230.7		10.16	81.07	42010	518.2		
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	05/02/2018	05/03/2018		1-CN	10.16	81.07	19700	243.0	1-C35 ⁵	10.14	80.75	21720	269.0	28-CN	10.15	80.91	42790	528.8	43%	50%
					10.17	81.23	17270	212.6		10.15	80.91	20850	257.7		10.17	81.23	43720	538.2		
					10.19	81.55	18460	226.4		10.19	81.55	22540	276.4		10.13	80.60	42650	529.2		
					10.14	80.75	19300	239.0		10.20	81.71	21700	265.6		10.14	80.75	43050	533.1		
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	12/02/2018	12/03/2018		1-CN	10.15	80.91	21070	260.4	1-C35 ⁵	10.17	81.23	25050	308.4	28-CN	10.18	81.39	51900	637.6	40%	47%
					10.13	80.60	21040	261.1		10.19	81.55	24700	302.9		10.17	81.23	51750	637.1		
					10.18	81.39	21090	259.1		10.14	80.75	24620	304.9		10.15	80.91	52950	654.4		
					10.15	80.91	21060	260.3		10.16	81.07	24790	305.8		10.14	80.75	52200	646.4		

DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	13/02/2018	13/03/2018		1-CN	10.19	81.55	4610	56.5	1-C35°	10.19	81.55	8730	107.0	28-CN	10.15	80.91	22910	283.1	20%	42%
					10.12	80.44	4350	54.1		10.17	81.23	8930	109.9		10.14	80.75	20970	259.7		
					10.15	80.91	4130	51.0		10.14	80.75	9920	122.8		10.19	81.55	21670	265.7		
					10.16	81.07	4360	53.8		10.12	80.44	9190	114.3		10.16	81.07	21850	269.5		
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	13/02/2018	13/03/2018		1-CN	10.12	80.44	4880	60.7	1-C35°	10.15	80.91	10240	126.6	28-CN	10.14	80.75	27850	344.9	18%	36%
					10.18	81.39	5270	64.7		10.14	80.75	10110	125.2		10.17	81.23	27860	343.0		
					10.16	81.07	5340	65.9		10.19	81.55	9750	119.6		10.16	81.07	28090	346.5		
					10.15	80.91	5160	63.8		10.13	80.60	10030	124.4		10.13	80.60	27940	346.7		
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	14/02/2018	14/03/2018		1-CN	10.16	81.07	6450	79.6	1-C35°	10.15	80.91	12950	160.0	28-CN	10.15	80.91	32310	399.3	20%	40%
					10.13	80.60	6460	80.2		10.16	81.07	12860	158.6		10.18	81.39	31540	387.5		
					10.17	81.23	5900	72.6		10.14	80.75	12300	152.3		10.19	81.55	30980	379.9		
					10.15	80.91	6270	77.5		10.13	80.60	12700	157.6		10.14	80.75	31610	391.4		
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	14/02/2018	14/03/2018		1-CN	10.18	81.39	8060	99.0	1-C35°	10.12	80.44	15740	195.7	28-CN	10.16	81.07	30810	380.0	25%	49%
					10.14	80.75	8550	105.9		10.14	80.75	14890	184.4		10.13	80.60	32490	403.1		
					10.15	80.91	7440	91.9		10.13	80.60	15960	198.0		10.15	80.91	31850	393.6		
					10.16	81.07	8010	98.8		10.15	80.91	15530	191.9		10.17	81.23	31720	390.5		
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	14/02/2018	14/03/2018		1-CN	10.15	80.91	9310	115.1	1-C35°	10.21	81.87	17700	216.2	28-CN	10.18	81.39	32270	396.5	30%	57%
					10.18	81.39	9620	118.2		10.19	81.55	18230	223.5		10.17	81.23	31830	391.8		
					10.14	80.75	8970	111.1		10.14	80.75	17240	213.5		10.14	80.75	29140	360.8		
					10.13	80.60	9300	115.4		10.15	80.91	17720	219.0		10.15	80.91	31080	384.1		
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	15/02/2018	15/03/2018		1-CN	10.17	81.23	11460	141.1	1-C35°	10.16	81.07	19400	239.3	28-CN	10.16	81.07	38140	470.4	31%	52%
					10.15	80.91	10970	135.6		10.15	80.91	20650	255.2		10.17	81.23	37480	461.4		
					10.13	80.60	12760	158.3		10.17	81.23	19870	244.6		10.14	80.75	40060	496.1		
					10.12	80.44	11730	145.8		10.16	81.07	19970	246.3		10.19	81.55	37150	455.5		
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	15/02/2018	15/03/2018		1-CN	10.15	80.91	13600	168.1	1-C35°	10.14	80.75	21650	268.1	28-CN	10.15	80.91	49580	612.8	31%	47%
					10.14	80.75	15470	191.6		10.13	80.60	22410	278.1		10.16	81.07	48320	596.0		
					10.17	81.23	14890	183.3		10.15	80.91	23750	293.5		10.14	80.75	45820	567.4		
					10.13	80.60	14650	181.8		10.14	80.75	22600	279.9		10.18	81.39	47910	588.6		

DISEÑO	VACIADO	ROTURA	TOTAL DIAS	RESISTIVIDAD										N° DE REBOTES		RESISTENCIA FC		RESISTIVIDAD					N° DE REBOTES	RESISTENCIA FC
				1-CN					1-C35°					1-CN	1-C35°	1-CN	1-C35°	28-CN					28-CN	28-CN
				1	2	3	4	PROMEDIO	1	2	3	4	PROMEDIO					1	2	3	4	PROMEDIO		
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	30/11/2017	28/12/2017	-	2.7	2.7	2.7	2.9	2.8	3.5	3.4	3.4	4.1	3.6	10.5	20.3	40.5	72.2	25.1	23.2	22.9	22.5	23.4	29.8	242.3
				3.0	3.1	3.2	2.8	3.0	3.6	3.7	3.4	3.8	3.6	12.8	20.7	30.0	72.4	26.7	24.6	25.6	22.4	24.8	30.2	251.7
				3.0	3.1	2.6	2.7	2.9	3.3	3.2	3.1	2.9	3.1	11.2	20.0	42.1	78.0	22.8	24.2	24.6	23.7	23.8	31.5	229.7
				2.8	2.9	2.8	2.8	2.8	3.5	3.4	3.3	3.6	3.5	11.5	20.3	37.5	74.3	24.9	24.0	24.4	22.9	24.1	30.5	241.3
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	04/12/2017	01/01/2018	-	2.6	2.7	2.7	2.4	2.6	2.9	3.3	3.4	3.5	3.3	10.8	22.3	33.4	73.0	19.8	18.7	20.7	22.0	20.3	34.4	259.3
				2.7	2.8	2.5	2.5	2.6	3.1	3.6	3.3	3.2	3.3	10.1	22.1	31.0	77.0	20.3	18.8	17.1	19.0	18.8	26.6	279.1
				2.6	2.7	2.5	2.6	2.6	3.4	3.8	3.9	3.3	3.6	13.4	20.7	33.4	73.4	20.4	18.7	19.5	18.4	19.3	27.1	269.5
				2.6	2.7	2.6	2.5	2.6	3.1	3.6	3.5	3.3	3.4	11.4	21.7	32.6	74.4	20.2	18.7	19.1	19.8	19.5	29.4	269.1
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	06/12/2017	03/01/2018	-	2.8	2.6	2.6	2.8	2.7	2.9	3.0	3.2	2.9	3.0	12.5	22.1	43.4	82.7	15.8	17.4	18.0	17.2	17.1	29.9	290.2
				2.6	2.6	2.7	2.8	2.7	3.3	3.4	3.1	3.1	3.2	14.7	21.8	43.7	84.9	18.4	19.2	17.6	16.3	17.9	29.4	294.0
				2.6	2.5	2.5	2.4	2.5	3.0	3.2	3.2	3.2	3.2	13.4	22.0	43.0	83.0	16.7	15.2	15.9	15.3	15.8	31.9	288.1
				2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	13.5	22.3	43.5	83.7	17.0	17.3	17.2	16.3	17.0	30.4	291.2
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	11/12/2017	08/01/2018	-	2.6	2.5	2.5	2.4	2.5	3.4	3.1	3.4	3.4	3.3	10.5	20.8	30.8	93.3	23.8	22.7	22.1	21.4	22.5	29.9	330.1
				2.3	2.3	2.2	2.1	2.2	3.3	3.2	2.9	3.4	3.2	11.3	25.3	28.0	91.9	24.2	24.6	23.4	22.4	23.7	29.4	336.1
				2.4	2.3	2.2	2.1	2.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.2	12.0	22.0	33.2	91.9	21.1	21.6	21.1	20.7	21.1	31.9	342.9
				2.4	2.4	2.3	2.2	2.3	3.3	3.2	3.2	3.3	3.3	11.2	22.7	30.7	92.4	23.0	23.0	22.2	21.5	22.4	30.4	336.1
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	12/12/2017	09/01/2018	-	2.3	2.3	2.5	2.2	2.3	3.0	3.0	3.3	3.5	3.2	12.4	25.0	37.8	129.7	22.7	23.0	20.4	21.3	21.9	34.8	388.9
				2.2	2.4	2.3	2.4	2.3	3.1	3.1	3.2	3.0	3.1	13.0	26.4	39.0	116.3	21.6	20.5	20.6	21.9	21.2	34.0	411.9
				2.3	2.1	2.3	2.3	2.3	3.0	3.5	3.1	3.4	3.3	16.7	25.3	38.0	132.4	22.1	20.2	22.0	21.5	21.5	31.7	420.5
				2.3	2.3	2.4	2.3	2.3	3.0	3.2	3.2	3.3	3.2	14.0	25.6	38.5	126.1	22.1	21.2	21.0	21.6	21.5	33.5	406.9
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	19/12/2017	16/01/2018	-	3.0	2.8	3.0	3.1	3.0	6.6	6.2	6.0	6.3	6.3	23.5	25.7	103.2	160.0	25.5	36.7	30.1	35.2	31.9	45.6	492.5
				2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	6.5	6.2	6.1	6.6	6.4	21.0	29.2	118.5	158.9	28.2	29.9	33.4	32.5	31.0	41.8	561.3
				3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	6.4	6.2	6.2	6.2	6.3	21.5	27.3	116.5	160.9	30.7	39.3	36.8	34.7	35.4	44.5	485.3
				3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	6.5	6.2	6.1	6.4	6.3	22.0	27.4	112.7	159.8	26.5	35.9	29.5	29.8	30.4	43.8	513.3
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	23/01/2018	20/02/2018	-	4.0	4.0	3.8	4.3	4.0	7.3	7.7	7.3	7.0	7.3	24.2	29.4	152.8	191.3	30.6	29.5	29.7	31.1	30.2	45.3	544.2
				4.1	4.3	4.3	4.2	4.2	8.0	7.6	7.8	7.9	7.8	24.3	31.7	153.4	185.4	33.1	31.5	35.5	35.7	34.0	47.2	539.2
				3.9	4.0	4.1	4.0	4.0	7.9	8.0	7.5	8.0	7.9	24.7	31.0	150.9	189.2	28.4	31.1	30.9	29.1	29.9	42.9	532.2
				4.0	4.1	4.1	4.2	4.1	7.7	7.8	7.5	7.6	7.7	24.4	30.7	153.0	188.2	30.7	30.7	32.0	32.0	31.4	45.1	542.8

DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	24/01/2018	21/02/2018		2.8	2.7	2.6	2.6	2.7	4.8	4.3	4.6	4.4	4.5	15.1	24.5	56.3	111.2	16.5	18.0	17.1	16.8	17.1	33.8	321.6
				3.0	2.9	3.2	3.1	3.1	4.6	4.9	4.8	4.4	4.7	19.1	25.1	68.5	133.0	19.5	16.5	17.7	20.3	18.5	34.5	324.7
				2.7	2.5	2.9	2.8	2.7	4.2	4.2	4.7	4.0	4.3	17.7	25.0	60.1	120.9	16.9	16.2	16.8	16.7	16.7	39.5	324.4
				2.8	2.7	2.9	2.8	2.8	4.5	4.5	4.7	4.3	4.5	17.3	24.9	61.4	121.9	17.6	16.9	17.2	17.9	17.4	35.9	322.1
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	24/01/2018	21/02/2018		2.8	2.8	2.9	3.0	2.9	4.3	4.3	4.3	4.2	4.3	18.9	24.1	57.7	121.5	21.7	18.6	20.0	19.3	19.9	35.4	327.7
				3.1	2.9	3.3	2.9	3.1	4.2	4.8	4.4	4.4	4.5	19.7	25.4	69.0	110.7	20.8	17.5	18.1	17.1	18.4	38.8	338.5
				2.9	2.8	3.0	3.2	3.0	4.9	4.6	4.8	4.8	4.8	20.6	22.4	64.6	124.0	17.8	19.4	19.4	19.2	19.0	36.5	331.3
				2.9	2.8	3.1	3.0	3.0	4.5	4.6	4.5	4.5	4.5	19.7	24.0	63.9	119.5	20.1	18.5	19.2	18.5	19.1	36.9	330.0
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	25/01/2018	22/02/2018		3.3	3.3	3.7	3.1	3.4	4.0	3.7	4.1	4.1	4.0	23.4	25.3	116.9	159.6	18.6	17.4	17.6	19.0	18.2	35.7	412.9
				3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.7	4.4	4.1	4.6	4.2	22.0	25.3	125.3	168.4	17.7	16.5	16.4	16.6	16.8	34.3	411.0
				2.7	2.6	3.1	3.2	2.9	4.4	4.2	4.3	4.5	4.4	22.8	27.2	114.3	145.1	17.9	17.2	17.1	17.2	17.4	35.1	378.7
				3.1	3.0	3.3	3.1	3.1	4.0	4.1	4.2	4.4	4.2	22.7	25.9	119.0	156.8	18.1	17.0	17.0	17.6	17.4	35.0	398.7
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	31/01/2018	28/02/2018		3.1	2.9	2.9	3.5	3.1	4.9	4.3	4.7	4.8	4.7	24.4	26.6	125.1	182.9	17.7	17.3	16.7	17.6	17.3	34.6	473.7
				2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	5.2	5.2	5.4	5.2	5.3	22.8	26.2	118.3	158.8	19.4	18.3	18.4	19.4	18.9	34.2	469.8
				2.6	2.6	2.7	2.9	2.7	4.8	5.1	4.9	5.1	5.0	24.1	26.3	114.5	183.8	20.0	18.4	18.6	18.7	18.9	33.4	455.1
				2.9	2.8	2.8	3.1	2.9	5.0	4.9	5.0	5.0	5.0	23.8	26.4	119.5	175.1	19.0	18.0	17.9	18.6	18.4	34.1	465.6
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	01/02/2018	01/03/2018		3.3	3.1	3.2	3.1	3.2	4.8	4.5	4.8	5.7	5.0	24.8	33.4	172.0	238.7	18.8	19.7	20.5	21.7	20.2	38.3	538.7
				3.3	3.1	3.0	3.1	3.1	5.1	5.5	5.1	5.3	5.3	24.2	28.3	162.1	232.6	20.8	22.1	21.5	23.0	21.9	37.6	530.0
				3.5	3.3	3.2	3.3	3.3	5.4	5.4	5.3	5.2	5.3	23.3	30.3	169.9	219.4	21.3	21.6	19.6	21.0	20.9	39.2	491.1
				3.4	3.2	3.1	3.2	3.2	5.1	5.1	5.1	5.4	5.2	24.1	30.7	168.4	230.7	20.3	21.1	20.5	21.9	21.0	39.1	518.2
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	05/02/2018	05/03/2018		4.0	3.8	4.6	4.0	4.1	7.0	6.4	7.4	6.5	6.8	27.3	35.6	243.0	269.0	25.4	22.5	24.1	25.5	24.4	42.1	528.8
				4.5	4.2	4.1	4.6	4.4	6.4	6.3	7.4	7.5	6.9	26.5	33.9	212.6	257.7	27.5	25.9	26.4	28.8	27.2	41.9	538.2
				4.0	4.4	5.6	4.0	4.5	7.8	8.2	6.7	8.4	7.8	28.4	37.4	226.4	276.4	27.1	25.5	26.0	27.0	26.4	43.5	529.2
				4.3	3.8	3.7	3.5	3.8	6.1	5.9	6.8	7.2	6.5	28.9	36.3	239.0	265.6	27.9	26.6	26.1	25.5	26.5	42.4	533.1
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	12/02/2018	12/03/2018		5.7	5.4	5.3	5.6	5.5	8.2	8.2	9.0	9.5	8.7	30.9	40.2	260.4	308.4	18.3	24.5	18.7	19.2	20.2	52.1	637.6
				5.5	5.8	5.8	5.6	5.7	8.5	8.2	8.6	8.0	8.3	30.6	40.0	261.1	302.9	22.4	18.2	22.6	23.0	21.6	49.0	637.1
				5.5	5.3	5.3	5.4	5.4	8.6	8.7	9.3	8.6	8.8	30.9	40.5	259.1	304.9	19.1	21.9	23.0	23.2	21.8	47.0	654.4
				5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	8.4	8.4	9.0	8.7	8.6	30.8	40.2	260.3	305.8	19.9	21.5	21.4	21.8	21.2	49.4	646.4

DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	13/02/2018	13/03/2018	-	2.5	2.7	2.8	2.7	2.7	4.1	3.8	4.1	3.9	4.0	15.6	25.6	56.5	107.0	12.8	12.7	11.3	11.7	12.1	34.4	283.1
				2.5	2.5	2.1	2.4	2.4	3.9	3.8	4.2	4.1	4.0	13.0	24.2	54.1	109.9	11.1	11.4	11.4	11.1	11.3	38.6	259.7
				2.3	2.2	2.1	2.3	2.2	4.3	3.8	4.4	4.4	4.2	15.4	22.5	51.0	122.8	12.8	12.6	12.6	13.0	12.8	37.6	265.7
				2.4	2.5	2.3	2.5	2.4	4.1	3.8	4.2	4.1	4.1	14.7	24.1	53.8	114.3	12.2	12.2	11.8	11.9	12.0	36.9	269.5
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	13/02/2018	13/03/2018	-	2.5	2.4	2.2	2.5	2.4	4.3	4.4	4.2	4.3	4.3	15.5	26.2	60.7	126.6	9.7	10.6	9.0	10.0	9.8	37.5	344.9
				2.5	2.7	2.6	2.6	2.6	4.4	3.7	4.0	4.3	4.1	15.6	24.7	64.7	125.2	9.5	9.6	10.2	9.7	9.8	36.6	343.0
				2.7	2.4	2.9	2.7	2.7	4.2	4.3	4.0	4.1	4.2	18.4	24.3	65.9	119.6	9.9	10.4	9.6	9.1	9.8	39.0	346.5
				2.6	2.5	2.6	2.6	2.6	4.3	4.1	4.1	4.2	4.2	16.5	25.1	63.8	124.4	9.7	10.2	9.6	9.6	9.8	37.7	346.7
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	14/02/2018	14/03/2018	-	3.7	3.9	4.1	3.9	3.9	5.3	5.0	5.0	5.3	5.2	20.5	26.5	79.6	160.0	20.4	19.4	16.2	16.1	18.0	24.8	399.3
				4.0	4.0	4.2	4.1	4.1	5.0	5.5	5.4	5.3	5.3	20.2	26.2	80.2	158.6	17.5	17.6	18.6	18.8	18.1	27.4	387.5
				3.8	4.0	4.1	4.0	4.0	5.3	5.0	5.0	5.1	5.1	19.6	25.6	72.6	152.3	19.8	18.4	18.2	17.4	18.5	25.1	379.9
				3.8	4.0	4.1	4.0	4.0	5.2	5.2	5.1	5.2	5.2	20.1	26.1	77.5	157.6	19.2	18.5	17.7	17.4	18.2	25.8	391.4
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	14/02/2018	14/03/2018	-	5.1	5.0	5.1	5.1	5.1	7.1	7.2	7.0	7.1	7.1	21.8	28.4	99.0	195.7	17.4	15.5	17.7	17.8	17.1	29.8	380.0
				5.9	5.9	5.8	5.9	5.9	7.3	7.1	7.2	7.5	7.3	20.1	29.0	105.9	184.4	19.4	18.8	19.1	17.7	18.8	29.8	403.1
				5.3	5.0	5.9	6.2	5.6	7.3	7.0	7.3	7.2	7.2	22.1	29.7	91.9	198.0	15.1	16.7	16.8	17.5	16.5	33.3	393.6
				5.4	5.3	5.6	5.7	5.5	7.2	7.1	7.2	7.3	7.2	21.3	29.0	98.8	191.9	17.3	17.0	17.9	17.7	17.5	31.0	390.5
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	14/02/2018	14/03/2018	-	4.1	5.0	5.1	5.0	4.8	6.2	6.0	6.1	6.0	6.1	24.5	31.1	115.1	216.2	20.1	21.8	17.3	17.1	19.1	34.1	396.5
				4.7	4.6	5.3	5.1	4.9	5.7	5.6	6.3	6.1	5.9	26.8	33.3	118.2	223.5	16.4	19.3	21.3	20.8	19.5	29.0	391.8
				4.6	4.8	4.6	4.5	4.6	5.6	5.8	5.6	5.5	5.6	25.7	32.7	111.1	213.5	20.8	21.7	21.1	21.3	21.2	28.5	360.8
				4.5	4.8	5.0	4.9	4.8	5.8	5.8	6.0	5.9	5.9	25.4	32.4	115.4	219.0	19.1	20.9	19.9	19.7	19.9	30.5	384.1
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	15/02/2018	15/03/2018	-	3.1	3.0	3.1	3.0	3.1	6.5	7.6	7.7	6.8	7.2	27.4	35.6	141.1	239.3	11.3	11.4	11.3	12.5	11.6	46.9	470.4
				2.7	2.6	3.3	3.1	2.9	6.2	7.0	6.9	6.5	6.7	28.1	35.9	135.6	255.2	14.0	13.1	12.3	11.0	12.6	39.7	461.4
				2.6	2.8	2.6	2.5	2.5	7.1	7.3	7.5	7.8	7.4	27.1	34.2	158.3	244.6	14.2	12.1	12.3	13.1	12.9	40.1	496.1
				2.8	2.8	3.0	2.9	2.9	6.7	7.5	7.8	6.9	7.2	27.5	35.2	145.8	246.3	13.2	12.2	12.0	12.2	12.4	42.2	455.5
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	15/02/2018	15/03/2018	-	4.5	4.1	5.2	4.7	4.6	7.7	8.4	8.9	8.5	8.4	29.4	38.2	168.1	268.1	15.8	17.4	15.6	15.0	16.0	50.1	612.8
				4.3	5.1	4.2	4.9	4.6	7.4	7.5	8.1	7.9	7.7	29.6	39.7	191.6	278.1	15.5	14.3	15.9	15.1	15.2	48.9	596.0
				4.4	4.7	4.5	4.5	4.5	7.3	7.1	8.3	7.4	7.5	29.1	36.8	183.3	293.5	16.7	16.3	16.3	16.7	16.5	49.3	567.4
				4.4	4.6	4.6	4.7	4.6	8.5	8.1	8.7	8.9	8.6	29.4	38.2	181.8	279.9	16.0	16.0	15.9	15.6	15.9	49.4	588.6

DISEÑO	VACIADO	ROTURA	TOTAL DIAS	EDAD DIAS	DIAM	AREA	CARGA	RESISTENCIA	EDAD DIAS	DIAM	AREA	CARGA	RESISTENCIA	EDAD DIAS	DIAM	AREA	CARGA	RESISTENCIA	COMPARACION 1CN-28CN	COMPARACION 1C60°-28CN
					(cm)	(cm2)	(Kgf)	(kgf/cm2)		(cm)	(cm2)	(Kgf)	(kgf/cm2)		(cm)	(cm2)	(Kgf)	(kgf/cm2)		
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	02/06/2017	30/06/2017	-	1-CN	10.22	82.03	4400	53.6	1-C60°	10.19	81.55	8700	106.7	28-CN	10.14	80.75	20400	252.6	24%	44%
					10.2	81.71	4780	58.5		10.17	81.23	8580	105.6		10.16	81.07	19480	240.3		
					10.19	81.55	5050	61.9		10.15	80.91	8990	111.1		10.17	81.23	20960	258.0		
					10.13	80.60	4780	59.3		10.21	81.87	9390	114.7		10.18	81.39	19540	240.1		
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	02/06/2017	30/06/2017	-	1-CN	10.13	80.60	3730	46.3	1-C60°	10.22	82.03	10990	134.0	28-CN	10.14	80.75	21140	261.8	17%	53%
					10.16	81.07	3620	44.7		10.17	81.23	10940	134.7		10.19	81.55	20900	256.3		
					10.18	81.39	3060	37.6		10.23	82.19	10500	127.7		10.16	81.07	20050	247.3		
					10.21	81.87	3600	44.0		10.19	81.55	10660	130.7		10.15	80.91	18820	232.6		
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	06/06/2017	04/07/2017	-	1-CN	10.13	80.60	7170	89.0	1-C60°	10.18	81.39	15880	195.1	28-CN	10.19	81.55	24680	302.6	29%	64%
					10.16	81.07	7180	88.6		10.16	81.07	15260	188.2		10.15	80.91	25500	315.2		
					10.19	81.55	7650	93.8		10.17	81.23	16240	199.9		10.14	80.75	23560	291.7		
					10.20	81.71	7040	86.2		10.14	80.75	15500	191.9		10.17	81.23	24920	306.8		
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	06/06/2017	04/07/2017	-	1-CN	10.15	80.91	6900	85.3	1-C60°	10.12	80.44	15050	187.1	28-CN	10.16	81.07	27780	342.7	26%	59%
					10.14	80.75	7140	88.4		10.14	80.75	16770	207.7		10.19	81.55	27000	331.1		
					10.18	81.39	6840	84.0		10.13	80.60	15210	188.7		10.21	81.87	27750	338.9		
					10.13	80.60	6920	85.9		10.16	81.07	16520	203.8		10.20	81.71	27100	331.6		
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	06/06/2017	04/07/2017	-	1-CN	10.12	80.44	8810	109.5	1-C60°	10.18	81.39	18570	228.2	28-CN	10.14	80.75	33430	414.0	27%	55%
					10.16	81.07	9140	112.7		10.20	81.71	18640	228.1		10.13	80.60	33930	421.0		
					10.15	80.91	9100	112.5		10.17	81.23	18600	229.0		10.16	81.07	35130	433.3		
					10.18	81.39	9420	115.7		10.13	80.60	19290	239.3		10.15	80.91	32390	400.3		
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	07/06/2017	05/07/2017	-	1-CN	10.15	80.91	11980	148.1	1-C60°	10.22	82.03	15480	188.7	28-CN	10.16	81.07	32760	404.1	34%	49%
					10.14	80.75	11520	142.7		10.19	81.55	16820	206.2		10.12	80.44	33700	419.0		
					10.17	81.23	10190	125.4		10.21	81.87	17840	217.9		10.15	80.91	32330	399.6		
					10.20	81.71	10860	132.9		10.18	81.39	15730	193.3		10.18	81.39	33320	409.4		
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	07/06/2017	05/07/2017	-	1-CN	10.19	81.55	14140	173.4	1-C60°	10.16	81.07	20370	251.3	28-CN	10.12	80.44	40150	499.2	35%	47%
					10.17	81.23	14050	173.0		10.15	80.91	19400	239.8		10.19	81.55	40320	494.4		
					10.25	82.52	12990	157.4		10.21	81.87	16730	204.3		10.17	81.23	39270	483.4		
					10.20	81.71	15520	189.9		10.20	81.71	19210	235.1		10.15	80.91	39490	488.1		

DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	01/06/2017	29/06/2017		1-CN	10.21	81.87	5770	70.5	1-C60°	10.20	81.71	11230	137.4	28-CN	10.22	82.03	22460	273.8	26%	48%
					10.23	82.19	5640	68.6		10.13	80.60	10140	125.8		10.15	80.91	21180	261.8		
					10.17	81.23	5740	70.7		10.15	80.91	11480	141.9		10.16	81.07	22940	283.0		
					10.15	80.91	5520	68.2		10.19	81.55	9630	118.1		10.19	81.55	21980	269.5		
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	01/06/2017	29/06/2017		1-CN	10.21	81.87	7750	94.7	1-C60°	10.15	80.91	12140	150.0	28-CN	10.14	80.75	26290	325.6	27%	41%
					10.23	82.19	7360	89.5		10.21	81.87	11280	137.8		10.17	81.23	27680	340.7		
					10.15	80.91	7330	90.6		10.22	82.03	11120	135.6		10.15	80.91	29130	360.0		
					10.17	81.23	7190	88.5		10.23	82.19	11210	136.4		10.19	81.55	26910	330.0		
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	31/05/2017	28/06/2017		1-CN	10.19	81.55	10670	130.8	1-C60°	10.19	81.55	16220	198.9	28-CN	10.19	81.55	33170	406.7	31%	50%
					10.22	82.03	9900	120.7		10.21	81.87	15630	190.9		10.14	80.75	30490	377.6		
					10.16	81.07	8590	106.0		10.15	80.91	15430	190.7		10.20	81.71	29170	357.0		
					10.21	81.87	9350	114.2		10.16	81.07	14880	183.5		10.13	80.60	32360	401.5		
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	19/04/2017	17/05/2017		1-CN	10.2	81.71	10840	132.7	1-C60°	10.12	80.44	16420	204.1	28-CN	10.16	81.07	35130	433.3	30%	45%
					10.15	80.91	10690	132.1		10.14	80.75	16180	200.4		10.14	80.75	36980	457.9		
					10.18	81.39	10580	130.0		10.15	80.91	16930	209.2		10.17	81.23	37510	461.8		
					10.13	80.60	11550	143.3		10.11	80.28	16210	201.9		10.15	80.91	37010	457.4		
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	11/04/2017	09/05/2017		1-CN	10.18	81.39	14290	175.6	1-C60°	10.22	82.03	23350	284.6	28-CN	10.21	81.87	48560	593.1	29%	48%
					10.16	81.07	14150	174.5		10.2	81.71	23190	283.8		10.14	80.75	49160	608.8		
					10.23	82.19	14350	174.6		10.15	80.91	22980	284.0		10.17	81.23	44480	547.6		
					10.21	81.87	13630	166.5		10.17	81.23	22930	282.3		10.16	81.07	48370	596.6		
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	31/05/2017	28/06/2017		1-CN	10.15	80.91	19700	243.5	1-C60°	10.20	81.71	22850	279.6	28-CN	10.2	81.71	42490	520.0	44%	56%
					10.17	81.23	17270	212.6		10.13	80.60	23930	296.9		10.15	80.91	42780	528.7		
					10.19	81.55	18460	226.4		10.19	81.55	23720	290.9		10.14	80.75	42330	524.2		
					10.13	80.60	19300	239.5		10.11	80.28	24540	305.7		10.19	81.55	41130	504.3		
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	30/05/2017	27/06/2017		1-CN	10.16	81.07	21920	270.4	1-C60°	10.12	80.44	28510	354.4	28-CN	10.19	81.55	47400	581.2	45%	59%
					10.13	80.60	21950	272.3		10.18	81.39	29780	365.9		10.15	80.91	49650	613.6		
					10.12	80.44	22710	282.3		10.15	80.91	28810	356.1		10.20	81.71	49240	602.6		
					10.15	80.91	21560	266.5		10.13	80.60	28490	353.5		10.14	80.75	49330	610.9		

DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	30/05/2017	27/06/2017		1-CN	10.17	81.23	4470	55.0	1-C60°	10.12	80.44	10040	124.8	28-CN	10.13	80.60	26260	325.8	16%	37%
					10.13	80.60	4140	51.4		10.17	81.23	9300	114.5		10.15	80.91	26340	325.5		
					10.15	80.91	4600	56.9		10.15	80.91	9670	119.5		10.16	81.07	27420	338.2		
					10.12	80.44	4010	49.9		10.14	80.75	10540	130.5		10.21	81.87	26880	328.3		
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	29/05/2017	26/06/2017		1-CN	10.14	80.75	5830	72.2	1-C60°	10.19	81.55	11090	136.0	28-CN	10.14	80.75	28900	357.9	20%	41%
					10.20	81.71	5250	64.2		10.17	81.23	11490	141.4		10.19	81.55	28610	350.8		
					10.12	80.44	5370	66.8		10.13	80.60	11450	142.1		10.21	81.87	28950	353.6		
					10.19	81.55	5990	73.4		10.16	81.07	12820	158.1		10.17	81.23	28440	350.1		
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	29/05/2017	26/06/2017		1-CN	10.15	80.91	6780	83.8	1-C60°	10.13	80.60	17100	212.2	28-CN	10.13	80.60	35840	444.7	18%	46%
					10.13	80.60	6280	77.9		10.15	80.91	16370	202.3		10.15	80.91	37080	458.3		
					10.12	80.44	6320	78.6		10.11	80.28	16450	204.9		10.16	81.07	35910	442.9		
					10.17	81.23	6850	84.3		10.21	81.87	16990	207.5		10.11	80.28	36660	456.7		
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	25/05/2017	22/06/2017		1-CN	10.19	81.55	8820	108.2	1-C60°	10.15	80.91	18670	230.7	28-CN	10.14	80.75	38120	472.0	23%	53%
					10.15	80.91	8420	104.1		10.20	81.71	19500	238.6		10.12	80.44	36330	451.7		
					10.16	81.07	8430	104.0		10.21	81.87	20890	255.2		10.13	80.60	35960	446.2		
					10.13	80.60	8970	111.3		10.18	81.39	21210	260.6		10.14	80.75	38960	482.5		
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	25/05/2017	22/06/2017		1-CN	10.16	81.07	9500	117.2	1-C60°	10.13	80.60	16830	208.8	28-CN	10.19	81.55	38370	470.5	27%	46%
					10.12	80.44	9810	122.0		10.15	80.91	17920	221.5		10.21	81.87	36240	442.6		
					10.13	80.60	9950	123.5		10.16	81.07	18440	227.4		10.18	81.39	42010	516.1		
					10.15	80.91	10880	134.5		10.18	81.39	16180	198.8		10.17	81.23	36230	446.0		
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	24/05/2017	21/06/2017		1-CN	10.16	81.07	11950	147.4	1-C60°	10.19	81.55	24310	298.1	28-CN	10.14	80.75	43590	539.8	30%	69%
					10.13	80.60	13160	163.3		10.15	80.91	30170	372.9		10.16	81.07	42170	520.1		
					10.15	80.91	12130	149.9		10.14	80.75	28370	351.3		10.12	80.44	41520	516.2		
					10.18	81.39	11100	136.4		10.17	81.23	30200	371.8		10.20	81.71	35130	429.9		
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	24/05/2017	21/06/2017		1-CN	10.13	80.60	14850	184.3	1-C60°	10.18	81.39	19790	243.1	28-CN	10.112	80.31	46840	583.2	34%	45%
					10.12	80.44	15780	196.2		10.20	81.71	20940	256.3		10.16	81.07	40910	504.6		
					10.15	80.91	15330	189.5		10.15	80.91	21440	265.0		10.17	81.23	46360	570.7		
					10.17	81.23	14820	182.4		10.11	80.28	19910	248.0		10.14	80.75	46810	579.7		

DISEÑO	VACIADO	ROTURA	TOTAL DIAS	RESISTIVIDAD										N° DE REBOTES		RESISTENCIA FC		RESISTIVIDAD					N° DE REBOTES	RESISTENCIA FC
				1-CN					1-C60°					1-CN	1-C60°	1-CN	1-C60°	28-CN					28-CN	28-CN
				1	2	3	4	PROMEDIO	1	2	3	4	PROMEDIO					1	2	3	4	PROMEDIO		
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	02/06/2017	30/06/2017	-	4.0	4.5	4.9	4.6	4.5	8.7	7.9	8.4	7.7	8.2	17.4	23.8	53.6	106.7	24.7	21.6	22.1	23.8	23.1	28.9	252.6
				5.5	4.6	5.7	5.2	5.3	10.4	9.7	9.3	8.7	9.5	15.6	22.5	58.5	105.6	24.3	22.5	20.9	21.7	22.4	27.3	240.3
				4.8	4.5	5.3	4.8	4.9	9.7	9.8	10.3	9.4	9.8	16.8	25.7	61.9	111.1	29.2	27.4	27.9	26.5	27.8	28.2	258.0
				4.8	4.6	4.5	5.0	4.7	9.4	8.7	8.6	8.7	8.9	19.9	23.4	59.3	114.7	29.7	27.4	25.7	23.9	26.7	27.6	240.1
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	02/06/2017	30/06/2017	-	3.8	4.3	3.7	3.5	3.8	9.8	9.6	9.0	10.5	9.7	14.0	23.0	46.3	134.0	28.2	26.4	29.1	25.3	27.3	31.7	261.8
				5.2	4.7	4.0	4.6	4.6	8.6	9.5	8.1	8.4	8.7	13.6	23.6	44.7	134.7	35.9	31.4	33.2	34.4	33.7	29.3	256.3
				4.1	3.8	3.7	3.5	3.8	6.8	6.9	6.3	6.7	6.7	16.2	22.5	37.6	127.7	26.4	21.7	22.3	21.5	23.0	30.5	247.3
				4.4	4.7	4.9	4.6	4.7	8.8	8.7	9.3	8.7	8.9	15.7	24.8	44.0	130.7	32.7	29.6	30.8	31.5	31.2	33.4	232.6
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	06/06/2017	04/07/2017	-	7.5	7.0	6.0	6.7	6.8	23.9	22.6	22.1	25.8	23.6	17.8	23.3	89.0	195.1	16.0	16.3	15.8	16.8	16.2	34.4	302.6
				6.1	7.4	5.6	5.8	6.2	24.5	23.9	21.7	23.6	23.4	15.9	21.1	88.6	188.2	15.1	16.3	17.7	16.8	16.5	33.9	315.2
				6.3	7.2	7.4	7.3	7.1	18.5	18.9	18.2	19.9	18.9	16.4	23.4	93.8	199.9	17.7	18.0	17.1	17.4	17.6	36.7	291.7
				5.9	6.1	5.8	6.7	6.1	19.2	20.9	19.8	22.0	20.5	17.5	24.7	86.2	191.9	18.5	18.7	18.1	17.2	18.1	35.1	306.8
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	06/06/2017	04/07/2017	-	5.0	5.1	5.2	5.8	5.3	18.8	18.2	15.7	15.6	17.1	22.2	27.7	85.3	187.1	12.8	13.3	14.3	13.8	13.6	33.2	342.7
				4.3	5.0	4.6	4.2	4.5	22.9	23.6	23.7	26.2	24.1	22.9	28.5	88.4	207.7	14.5	15.5	16.0	16.3	15.6	31.8	331.1
				5.0	5.3	5.8	6.0	5.5	21.7	21.5	22.1	21.4	21.7	21.4	30.1	84.0	188.7	13.6	13.9	15.6	13.9	14.3	34.9	338.9
				6.2	6.4	6.0	5.1	5.9	18.4	19.9	20.3	16.6	18.8	23.6	28.2	85.9	203.8	12.8	13.1	12.5	13.5	13.0	32.6	331.6
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	06/06/2017	04/07/2017	-	5.2	5.3	5.0	5.9	5.4	19.8	15.9	17.8	20.0	18.4	23.6	32.1	109.5	228.2	14.9	16.1	15.1	14.8	15.2	33.6	414.0
				4.3	4.7	4.5	4.2	4.4	17.7	18.6	21.5	19.1	19.2	23.4	33.3	112.7	228.1	16.1	14.6	14.2	15.7	15.2	32.5	421.0
				4.6	4.8	4.7	3.9	4.5	24.2	24.5	21.1	21.9	22.9	22.7	34.5	112.5	229.0	15.6	15.4	15.2	16.2	15.6	33.7	433.3
				4.9	4.8	5.8	5.2	5.2	19.1	18.4	18.9	18.3	18.7	21.9	33.2	115.7	239.3	15.7	16.6	15.4	16.7	16.1	34.0	400.3
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	07/06/2017	05/07/2017	-	3.1	3.7	3.6	3.8	3.6	12.4	12.5	12.3	11.7	12.2	23.4	33.3	148.1	188.7	13.6	14.7	14.4	14.7	14.4	40.5	404.1
				3.5	4.1	4.7	4.3	4.2	14.3	14.5	13.8	13.6	14.1	22.9	32.5	142.7	206.2	12.9	12.7	13.7	14.8	13.5	39.2	419.0
				3.8	3.4	4.4	4.6	4.1	13.1	13.2	13.4	12.8	13.1	25.1	33.6	125.4	217.9	13.9	14.0	15.0	14.4	14.3	41.7	399.6
				4.7	4.8	3.9	3.8	4.3	12.6	11.4	12.5	12.8	12.3	23.6	34.7	132.9	193.3	14.0	13.7	14.3	14.8	14.2	42.3	409.4
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	07/06/2017	05/07/2017	-	4.1	3.9	3.8	3.9	3.9	15.6	13.3	13.4	16.1	14.6	27.7	37.4	173.4	251.3	16.8	15.1	15.4	16.9	16.1	43.8	499.2
				3.7	3.5	4.0	4.5	3.9	14.6	13.7	14.3	14.0	14.2	30.1	37.1	173.0	239.8	17.4	19.1	18.7	19.1	18.6	45.6	494.4
				4.7	3.9	4.2	4.2	4.3	13.1	13.2	12.9	13.3	13.1	27.5	39.3	157.4	204.3	17.2	15.7	18.9	19.2	17.8	46.7	483.4
				4.3	4.4	4.7	4.6	4.5	14.0	14.2	15.1	13.7	14.3	28.4	38.5	189.9	235.1	15.8	15.9	16.5	19.0	16.8	45.1	488.1

DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	01/06/2017	29/06/2017		4.0	4.3	4.6	4.7	4.4	6.1	6.4	6.5	6.9	6.5	18.4	29.1	70.5	137.4	26.7	24.5	23.9	25.1	25.1	34.3	273.8
				3.8	3.5	3.9	4.2	3.9	6.6	6.7	6.8	5.7	6.5	19.3	28.4	68.6	125.8	24.5	22.2	22.9	23.4	23.3	31.7	261.8
				4.5	4.6	4.1	4.4	4.4	7.2	7.6	7.3	7.1	7.3	20.9	30.6	70.7	141.9	25.6	23.7	22.8	22.6	23.7	33.6	283.0
				4.5	4.7	3.8	3.9	4.2	7.5	6.8	7.6	7.1	7.3	17.3	31.7	68.2	118.1	26.5	21.7	20.4	23.7	23.1	32.5	269.5
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	01/06/2017	29/06/2017		5.1	4.8	5.0	4.7	4.9	12.4	11.9	12.0	12.6	12.2	22.1	26.4	94.7	150.0	32.3	31.9	30.5	32.4	31.8	33.5	325.6
				5.8	5.2	5.5	5.1	5.4	11.4	11.6	10.4	10.1	10.9	21.6	25.8	89.5	137.8	23.9	21.5	25.4	22.7	23.4	35.4	340.7
				6.0	5.7	6.7	6.3	6.2	10.7	10.2	10.4	10.3	10.4	23.4	28.4	90.6	135.6	27.4	25.8	24.9	26.1	26.1	34.8	360.0
				5.2	5.5	4.8	5.7	5.3	12.8	12.4	12.6	12.7	12.6	22.7	23.9	88.5	136.4	30.8	28.7	27.9	26.6	28.5	32.9	330.0
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	31/05/2017	28/06/2017		4.7	4.3	5.2	4.9	4.8	12.7	12.6	11.8	11.6	12.2	23.0	31.4	130.8	198.9	28.6	26.7	27.1	29.9	28.1	33.2	406.7
				4.9	4.7	4.6	4.1	4.6	9.8	11.9	11.5	11.3	11.1	22.4	30.9	120.7	190.9	27.5	25.1	26.3	24.9	26.0	32.2	377.6
				5.1	5.0	4.7	4.6	4.9	11.7	11.5	12.4	10.9	11.6	21.9	31.7	106.0	190.7	26.0	24.2	26.2	25.7	25.5	31.5	357.0
				5.8	5.4	5.9	5.4	5.6	9.8	10.4	11.7	10.7	10.7	25.0	33.4	114.2	183.5	33.8	31.4	30.4	30.8	31.6	33.7	401.5
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	19/04/2017	17/05/2017		3.9	4.0	4.2	4.0	4.0	10.7	10.9	10.0	10.5	10.5	25.7	35.3	132.7	204.1	16.7	21.2	20.8	20.3	19.8	33.3	433.3
				4.0	4.7	4.3	3.9	4.2	10.0	9.9	10.3	9.8	10.0	25.5	30.7	132.1	200.4	23.7	20.6	19.5	18.9	20.7	32.3	457.9
				3.7	3.3	3.5	3.7	3.6	10.2	9.0	9.4	9.5	9.5	25.1	31.3	130.0	209.2	16.8	22.0	15.9	20.8	18.9	33.1	461.8
				3.9	3.8	3.8	3.9	3.9	9.6	9.5	10.4	10.4	10.0	26.1	31.4	143.3	201.9	23.5	20.9	18.8	21.7	21.2	33.2	457.4
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	19/04/2017	17/05/2017		4.6	4.8	4.5	4.1	4.5	11.8	12.5	12.2	12.8	12.3	26.5	34.1	190.3	266.9	26.5	21.0	22.7	21.2	22.9	41.3	538.2
				4.0	3.9	4.5	4.4	4.2	11.8	12.5	12.2	12.8	12.3	29.6	32.2	188.2	262.1	21.3	24.6	19.9	21.4	21.8	38.4	541.4
				4.5	3.8	4.1	4.6	4.3	11.9	12.0	12.1	12.0	12.0	25.3	34.3	188.0	262.9	24.7	24.0	21.2	23.1	23.3	34.5	509.7
				4.4	4.3	4.8	3.9	4.4	12.9	12.5	12.0	12.1	12.4	27.6	38.3	194.6	252.4	19.5	22.0	24.4	23.6	22.4	40.2	537.4
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	31/05/2017	28/06/2017		4.0	3.8	4.6	4.0	4.1	9.0	8.4	9.4	8.5	8.8	27.3	35.6	243.5	279.6	26.4	22.5	23.1	24.4	24.1	43.3	520.0
				4.5	4.2	4.1	4.6	4.4	8.4	8.3	9.4	9.5	8.9	26.5	33.9	212.6	296.9	29.5	31.0	27.4	27.7	28.9	41.2	528.7
				4.0	4.4	5.6	4.0	4.5	9.8	10.2	8.7	10.4	9.8	28.4	37.4	226.4	290.9	32.1	30.9	31.1	30.4	31.1	42.2	524.2
				4.3	3.8	3.7	3.5	3.8	8.1	7.9	8.8	9.2	8.5	28.9	36.3	239.5	305.7	30.9	28.8	29.4	28.1	29.3	40.9	504.3
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	30/05/2017	27/06/2017		4.6	4.2	3.7	4.0	4.1	11.4	10.9	11.1	11.5	11.2	31.2	43.5	295.0	354.4	31.4	30.7	31.6	35.1	32.2	49.6	581.2
				4.1	3.8	4.3	4.5	4.2	10.7	10.8	11.1	11.5	11.0	30.4	45.7	309.6	365.9	36.7	36.4	35.9	35.0	36.0	51.2	613.6
				4.5	4.6	4.8	5.5	4.9	12.4	11.8	10.4	10.5	11.3	29.9	46.2	282.3	356.1	29.8	33.1	29.2	29.6	30.4	50.4	602.6
				3.1	3.5	3.9	4.2	3.7	11.5	11.7	12.6	11.1	11.7	35.1	46.8	291.2	353.5	32.4	32.6	32.1	31.9	32.3	55.7	610.9

DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	30/05/2017	27/06/2017	-	5.5	4.9	4.6	5.0	5.0	6.2	6.0	5.7	5.8	5.9	20.8	25.2	104.3	124.8	10.8	10.2	12.5	12.6	11.5	31.8	325.8
				5.2	4.3	4.9	5.7	5.0	5.5	6.0	5.9	5.4	5.7	18.9	24.9	88.6	114.5	12.8	12.4	12.6	12.3	12.5	30.6	325.5
				4.1	4.9	4.5	5.0	4.6	5.1	5.9	6.2	5.4	5.7	19.5	26.7	106.3	119.5	10.5	12.2	12.7	10.1	11.4	29.9	338.2
				5.3	4.9	4.7	5.3	5.1	6.0	5.8	6.3	6.2	6.1	21.3	25.6	99.6	130.5	11.7	10.6	11.8	13.4	11.9	32.4	328.3
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	29/05/2017	26/06/2017	-	3.3	3.4	3.6	3.5	3.5	5.1	5.9	5.4	6.0	5.6	20.8	27.0	97.0	136.0	9.4	8.7	8.6	9.2	9.0	31.4	357.9
				3.1	3.5	3.7	3.9	3.6	5.8	5.4	5.5	5.9	5.7	17.9	28.9	101.0	141.4	8.9	8.2	7.7	8.1	8.2	29.9	350.8
				2.8	3.0	3.4	3.3	3.1	5.3	4.8	5.3	4.7	5.0	22.6	26.7	104.1	142.1	8.3	7.8	7.4	7.3	7.7	35.6	353.6
				3.9	3.1	3.0	3.5	3.4	5.2	5.5	5.7	5.6	5.5	19.9	29.4	98.0	158.1	7.3	7.7	7.8	8.5	7.8	34.7	350.1
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	29/05/2017	26/06/2017	-	10.3	11.9	14.9	12.8	12.5	11.7	10.1	8.6	11.4	10.5	27.9	36.4	232.1	212.2	8.4	8.0	8.2	8.1	8.2	38.9	444.7
				12.1	10.8	9.1	9.9	10.5	9.9	9.2	12.9	10.7	10.7	25.6	35.9	251.6	202.3	8.0	8.2	8.5	8.7	8.4	35.1	458.3
				9.7	9.2	10.2	12.8	10.5	10.7	11.5	9.6	9.3	10.3	30.1	36.1	252.6	204.9	9.0	8.6	8.6	9.9	9.0	36.7	442.9
				7.9	9.9	10.4	9.4	9.4	10.4	11.9	9.0	10.0	10.3	26.2	37.8	232.0	207.5	8.5	8.8	8.5	8.3	8.5	37.4	456.7
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	25/05/2017	22/06/2017	-	14.1	12.2	12.8	12.1	12.8	7.7	6.5	7.3	6.4	7.0	32.6	40.1	285.5	230.7	10.5	11.0	11.0	11.4	11.0	38.3	472.0
				12.6	12.9	15.2	13.7	13.6	8.2	7.6	7.8	8.0	7.9	32.5	39.1	289.4	238.6	11.3	11.1	11.3	11.8	11.4	37.6	451.7
				14.2	12.6	13.3	14.2	13.6	7.6	7.0	7.6	7.3	7.4	32.4	35.1	289.0	255.2	11.6	12.4	11.5	10.7	11.6	40.1	446.2
				12.8	11.9	12.0	15.0	12.9	8.0	8.4	8.0	8.4	8.2	32.3	39.4	285.0	260.6	11.3	10.5	11.4	11.2	11.1	39.8	482.5
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	25/05/2017	22/06/2017	-	12.2	12.1	13.3	13.1	12.7	6.4	7.2	7.5	7.6	7.2	35.2	40.2	302.2	208.8	13.0	14.3	14.6	14.4	14.1	42.1	470.5
				13.9	14.2	13.6	13.7	13.9	6.8	7.0	6.5	7.9	7.1	33.8	40.5	358.2	221.5	14.0	14.1	13.0	14.1	13.8	41.9	442.6
				12.5	11.6	11.4	13.4	12.2	7.0	7.6	7.5	7.3	7.4	33.5	36.2	334.4	227.4	13.3	13.6	13.9	14.0	13.7	40.5	516.1
				13.0	14.1	15.1	14.3	14.1	7.0	7.1	7.0	8.0	7.3	30.4	36.4	344.6	198.8	14.2	13.9	13.6	13.4	13.8	39.4	446.0
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	24/05/2017	21/06/2017	-	8.5	10.4	10.9	11.3	10.3	9.5	9.3	10.1	9.4	9.6	34.5	46.6	394.1	298.1	15.2	13.9	13.0	14.3	14.1	43.7	539.8
				9.9	11.6	10.6	9.9	10.5	9.0	9.2	9.7	9.8	9.4	34.1	48.8	386.6	372.9	15.0	14.7	14.3	13.6	14.4	46.9	520.1
				10.8	12.1	11.8	11.1	11.5	8.1	8.3	8.2	8.6	8.3	40.8	42.9	384.7	351.3	15.1	14.3	15.3	15.1	15.0	45.1	516.2
				13.3	9.2	13.2	12.2	12.0	10.5	9.3	9.9	9.0	9.7	34.2	43.6	394.4	371.8	14.6	15.1	13.6	13.8	14.3	43.8	429.9
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	24/05/2017	21/06/2017	-	12.8	11.9	13.8	12.7	12.8	8.0	7.6	6.9	7.4	7.5	40.9	41.0	394.1	298.1	17.0	18.4	16.6	17.8	17.5	52.6	583.2
				11.5	12.0	10.0	11.8	11.3	10.2	8.4	8.8	9.3	9.2	38.8	42.2	386.6	372.9	15.9	16.8	16.1	17.2	16.5	49.3	504.6
				14.2	14.2	12.3	13.0	13.4	9.6	6.9	6.7	9.1	8.1	38.5	34.5	384.7	351.3	17.6	17.9	17.6	17.9	17.8	51.7	570.7
				10.4	12.0	11.6	14.3	12.1	9.2	9.4	9.5	8.0	9.0	38.7	38.7	394.4	371.8	16.0	17.2	16.5	16.4	16.5	50.2	579.7

DISEÑO	VACIADO	ROTURA	TOTAL DIAS	EDAD DIAS	DIAM	AREA	CARGA	RESISTENCIA	EDAD DIAS	DIAM	AREA	CARGA	RESISTENCIA	EDAD DIAS	DIAM	AREA	CARGA	RESISTENCIA	COMPARACION 1CN-28CN	COMPARACION 1C100°-28CN
					(cm)	(cm2)	(Kgf)	(kgf/cm2)		(cm)	(cm2)	(Kgf)	(kgf/cm2)		(cm)	(cm2)	(Kgf)	(kgf/cm2)		
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	28/02/2018	28/03/2018		1-CN	10.14	80.75	3500	43.3	1-C100°	10.15	80.91	13210	163.3	28-CN	10.13	80.60	20200	250.6	20%	67%
					10.17	81.23	3960	48.7		10.16	81.07	13340	164.5		10.16	81.07	19660	242.5		
					10.12	80.44	4310	53.6		10.13	80.60	13590	168.6		10.14	80.75	19690	243.8		
					10.13	80.60	4090	50.7		10.14	80.75	13380	165.7		10.15	80.91	19850	245.3		
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	28/02/2018	28/03/2018		1-CN	10.15	80.91	3160	39.1	1-C100°	10.18	81.39	15050	184.9	28-CN	10.12	80.44	21700	269.8	16%	66%
					10.18	81.39	3330	40.9		10.14	80.75	14680	181.8		10.16	81.07	22240	274.3		
					10.13	80.60	3280	40.7		10.16	81.07	13260	163.6		10.14	80.75	20550	254.5		
					10.12	80.44	3740	46.5		10.12	80.44	14330	178.2		10.13	80.60	21500	266.8		
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018		1-CN	10.15	80.91	5560	68.7	1-C100°	10.14	80.75	17020	210.8	28-CN	10.12	80.44	23900	297.1	23%	69%
					10.14	80.75	5490	68.0		10.15	80.91	16990	210.0		10.17	81.23	23580	290.3		
					10.12	80.44	5270	65.5		10.16	81.07	16050	198.0		10.15	80.91	25110	310.3		
					10.18	81.39	5680	69.8		10.13	80.60	16690	207.1		10.16	81.07	24200	298.5		
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018		1-CN	10.18	81.39	6510	80.0	1-C100°	10.17	81.23	18510	227.9	28-CN	10.14	80.75	27460	340.0	25%	71%
					10.14	80.75	6450	79.9		10.14	80.75	16920	209.5		10.16	81.07	24820	306.1		
					10.17	81.23	6660	82.0		10.12	80.44	19780	245.9		10.12	80.44	25510	317.1		
					10.15	80.91	6930	85.6		10.16	81.07	18400	227.0		10.13	80.60	25930	321.7		
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018		1-CN	10.18	81.39	7590	93.3	1-C100°	10.12	80.44	20870	259.5	28-CN	10.15	80.91	28440	351.5	25%	75%
					10.20	81.71	7310	89.5		10.15	80.91	22860	282.5		10.18	81.39	29860	366.9		
					10.15	80.91	7290	90.1		10.14	80.75	22470	278.3		10.12	80.44	30370	377.6		
					10.13	80.60	7480	92.8		10.16	81.07	22070	272.2		10.14	80.75	29560	366.0		
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018		1-CN	10.14	80.75	9870	122.2	1-C100°	10.14	80.75	26790	331.7	28-CN	10.18	81.39	33460	411.1	31%	78%
					10.16	81.07	10230	126.2		10.18	81.39	25280	310.6		10.16	81.07	33650	415.1		
					10.15	80.91	10960	135.5		10.19	81.55	25690	315.0		10.14	80.75	31970	395.9		
					10.13	80.60	9990	124.0		10.13	80.60	25920	321.6		10.15	80.91	33030	408.2		
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018		1-CN	10.15	80.91	13600	168.1	1-C100°	10.15	80.91	32500	401.7	28-CN	10.17	81.23	38550	474.6	33%	78%
					10.13	80.60	12950	160.7		10.17	81.23	31940	393.2		10.13	80.60	43630	541.3		
					10.14	80.75	14120	174.9		10.16	81.07	31240	385.3		10.12	80.44	40170	499.4		
					10.18	81.39	13790	169.4		10.14	80.75	31890	394.9		10.16	81.07	40780	503.0		

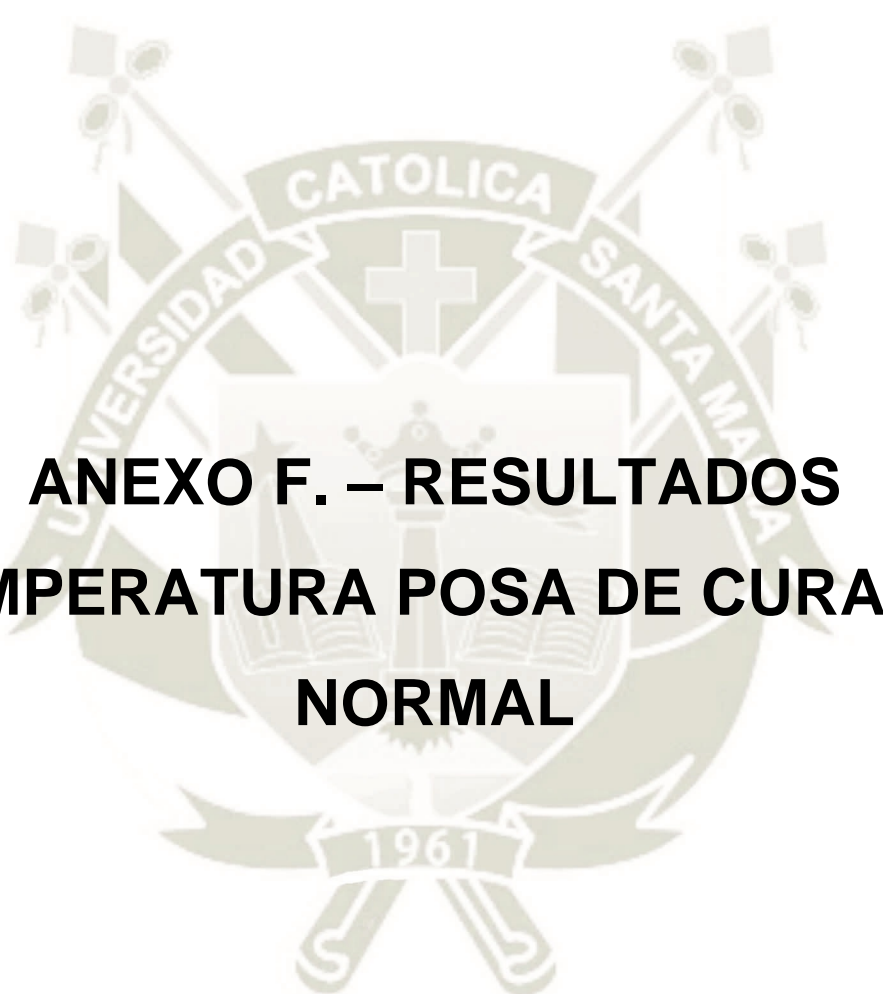
DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	06/03/2018	03/04/2018		1-CN	10.16	81.07	4990	61.5	1-C100°	10.16	81.07	13780	170.0	28-CN	10.16	81.07	25010	308.5	21%	58%
					10.14	80.75	5670	70.2		10.14	80.75	14480	179.3		10.14	80.75	24250	300.3		
					10.13	80.60	5200	64.5		10.17	81.23	15050	185.3		10.18	81.39	25170	309.2		
					10.18	81.39	5150	63.3		10.15	80.91	14440	178.5		10.17	81.23	24810	305.4		
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	06/03/2018	03/04/2018		1-CN	10.13	80.60	6170	76.6	1-C100°	10.19	81.55	17090	209.6	28-CN	10.15	80.91	28250	349.1	25%	61%
					10.15	80.91	7410	91.6		10.12	80.44	16260	202.1		10.13	80.60	27230	337.9		
					10.14	80.75	7260	89.9		10.14	80.75	16570	205.2		10.16	81.07	26450	326.2		
					10.17	81.23	6830	84.1		10.16	81.07	16640	205.2		10.18	81.39	27310	335.5		
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	06/03/2018	03/04/2018		1-CN	10.13	80.60	9650	119.7	1-C100°	10.15	80.91	17930	221.6	28-CN	10.19	81.55	31070	381.0	31%	58%
					10.17	81.23	9630	118.5		10.17	81.23	18530	228.1		10.14	80.75	31150	385.7		
					10.15	80.91	9810	121.2		10.14	80.75	18050	223.5		10.15	80.91	31340	387.3		
					10.12	80.44	9940	123.6		10.15	80.91	18170	224.6		10.16	81.07	31190	384.7		
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	06/03/2018	03/04/2018		1-CN	10.16	81.07	9690	119.5	1-C100°	10.16	81.07	22410	276.4	28-CN	10.13	80.60	36700	455.4	29%	61%
					10.14	80.75	10920	135.2		10.14	80.75	21390	264.9		10.12	80.44	34720	431.6		
					10.15	80.91	10360	128.0		10.13	80.60	21400	265.5		10.17	81.23	35950	442.6		
					10.13	80.60	10590	131.4		10.15	80.91	21730	268.6		10.16	81.07	35790	441.5		
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	07/03/2018	04/04/2018		1-CN	10.19	81.55	13650	167.4	1-C100°	10.13	80.60	25510	316.5	28-CN	10.15	80.91	39550	488.8	35%	64%
					10.14	80.75	14100	174.6		10.15	80.91	24230	299.5		10.14	80.75	40170	497.4		
					10.18	81.39	13860	170.3		10.17	81.23	26100	321.3		10.17	81.23	39740	489.2		
					10.16	81.07	13770	169.8		10.16	81.07	25280	311.8		10.16	81.07	39820	491.2		
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	07/03/2018	04/04/2018		1-CN	10.18	81.39	18680	229.5	1-C100°	10.15	80.91	30930	382.3	28-CN	10.12	80.44	44470	552.9	42%	67%
					10.15	80.91	18930	234.0		10.19	81.55	29790	365.3		10.19	81.55	45810	561.7		
					10.16	81.07	18570	229.1		10.17	81.23	29930	368.4		10.15	80.91	44740	552.9		
					10.13	80.60	19420	241.0		10.13	80.60	30220	375.0		10.17	81.23	45010	554.1		
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	07/03/2018	04/04/2018		1-CN	10.18	81.39	21060	258.7	1-C100°	10.14	80.75	38700	479.2	28-CN	10.16	81.07	58290	719.0	37%	68%
					10.14	80.75	22030	272.8		10.17	81.23	39760	489.5		10.13	80.60	57810	717.3		
					10.16	81.07	21520	265.4		10.16	81.07	39520	487.5		10.14	80.75	58570	725.3		
					10.15	80.91	21770	269.1		10.15	80.91	39330	486.1		10.18	81.39	58230	715.4		

DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		1-CN	10.14	80.75	4305	53.3	1-C100°	10.16	81.07	16320	201.3	28-CN	10.19	81.55	30400	372.8	15%	55%
					10.18	81.39	4360	53.6		10.17	81.23	16500	203.1		10.14	80.75	30480	377.4		
					10.15	80.91	4290	53.0		10.15	80.91	16460	203.4		10.15	80.91	28900	357.2		
					10.16	81.07	4470	55.1		10.14	80.75	16430	203.5		10.16	81.07	29930	369.2		
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		1-CN	10.15	80.91	5610	69.3	1-C100°	10.13	80.60	18760	232.8	28-CN	10.15	80.91	35350	436.9	16%	54%
					10.18	81.39	5170	63.5		10.15	80.91	18880	233.3		10.17	81.23	33910	417.4		
					10.13	80.60	5550	68.9		10.18	81.39	18470	226.9		10.14	80.75	34360	425.5		
					10.16	81.07	5490	67.7		10.19	81.55	18700	229.3		10.18	81.39	34540	424.4		
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		1-CN	10.19	81.55	6560	80.4	1-C100°	10.14	80.75	20350	252.0	28-CN	10.13	80.60	35260	437.5	18%	58%
					10.17	81.23	6270	77.2		10.16	81.07	21340	263.2		10.16	81.07	35250	434.8		
					10.15	80.91	6380	78.8		10.17	81.23	20690	254.7		10.14	80.75	36350	450.1		
					10.16	81.07	6420	79.2		10.15	80.91	20790	256.9		10.17	81.23	35620	438.5		
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		1-CN	10.14	80.75	8660	107.2	1-C100°	10.17	81.23	24060	296.2	28-CN	10.18	81.39	33190	407.8	22%	63%
					10.17	81.23	8015	98.7		10.18	81.39	23310	286.4		10.15	80.91	41850	517.2		
					10.18	81.39	8220	101.0		10.19	81.55	25270	309.9		10.16	81.07	40370	497.9		
					10.19	81.55	8300	101.8		10.15	80.91	24210	299.2		10.13	80.60	37520	465.5		
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		1-CN	10.18	81.39	10040	123.4	1-C100°	10.18	81.39	31380	385.5	28-CN	10.16	81.07	39330	485.1	23%	72%
					10.14	80.75	9300	115.2		10.13	80.60	29700	368.5		10.14	80.75	41430	513.0		
					10.13	80.60	9990	124.0		10.16	81.07	30200	372.5		10.12	80.44	46320	575.9		
					10.15	80.91	9810	121.2		10.15	80.91	30430	376.1		10.19	81.55	42360	519.4		
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	12/03/2018	09/04/2018		1-CN	10.17	81.23	12090	148.8	1-C100°	10.14	80.75	34700	429.7	28-CN	10.15	80.91	56470	697.9	22%	65%
					10.15	80.91	11730	145.0		10.17	81.23	34940	430.1		10.14	80.75	49680	615.2		
					10.16	81.07	11500	141.8		10.15	80.91	34910	431.4		10.16	81.07	54650	674.1		
					10.14	80.75	12010	148.7		10.16	81.07	34850	429.9		10.13	80.60	53600	665.1		
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	12/03/2018	09/04/2018		1-CN	10.13	80.60	15200	188.6	1-C100°	10.18	81.39	40410	496.5	28-CN	10.18	81.39	57600	707.7	24%	64%
					10.15	80.91	14650	181.1		10.19	81.55	39420	483.4		10.13	80.60	63210	784.3		
					10.19	81.55	14970	183.6		10.17	81.23	39480	486.0		10.14	80.75	64930	804.0		
					10.14	80.75	15030	186.1		10.15	80.91	39770	491.5		10.15	80.91	61910	765.1		

DISEÑO	VACIADO	ROTURA	TOTAL DIAS	RESISTIVIDAD										N° DE REBOTES		RESISTENCIA FC		RESISTIVIDAD					N° DE REBOTES	RESISTENCIA FC
				1-CN					1-C100°					1-CN	1-C100°	1-CN	1-C100°	28-CN					28-CN	28-CN
				1	2	3	4	PROMEDIO	1	2	3	4	PROMEDIO					1	2	3	4	PROMEDIO		
DISEÑO-IP-0.70(12,4,1)	28/02/2018	28/03/2018	-	4.1	3.9	3.7	4.3	4.0	8.8	8.0	9.0	7.4	8.3	13.5	27.8	43.3	163.3	25.1	23.2	22.9	22.5	23.4	29.8	250.6
				3.5	3.6	4.2	4.7	4.0	8.0	9.1	8.5	7.5	8.3	14.7	26.4	48.7	164.5	26.7	24.6	25.6	22.4	24.8	30.2	242.5
				3.6	4.5	4.8	4.1	4.3	9.0	9.1	10.2	9.0	9.3	13.9	25.0	53.6	168.6	29.2	27.4	27.9	26.5	27.8	28.2	243.8
				4.6	4.8	4.2	3.5	4.3	8.6	8.7	9.2	8.0	8.6	14.0	26.4	50.7	165.7	29.7	27.4	25.7	23.9	26.7	27.6	245.3
DISEÑO-IP-0.65(12,4,1)	28/02/2018	28/03/2018	-	3.3	3.9	4.0	3.9	3.8	7.4	7.4	7.8	7.8	7.6	12.6	30.0	39.1	184.9	20.4	18.7	19.5	18.4	19.3	27.1	269.8
				3.1	3.5	3.6	4.3	3.6	8.2	8.3	8.5	9.9	8.7	13.3	30.9	40.9	181.8	20.2	18.7	19.1	19.8	19.5	29.4	274.3
				2.7	3.5	3.2	3.1	3.1	9.4	9.2	8.8	8.5	9.0	12.9	28.5	40.7	163.6	28.2	26.4	29.1	25.3	27.3	31.7	254.5
				3.0	3.4	4.2	3.2	3.5	8.3	8.3	8.4	8.7	8.4	13.4	29.8	46.5	178.2	35.9	31.4	33.2	34.4	33.7	29.3	266.8
DISEÑO-IP-0.60(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018	-	3.1	3.6	3.5	3.3	3.4	15.0	14.1	14.7	15.2	14.8	15.4	32.1	68.7	210.8	15.8	17.4	18.0	17.2	17.1	29.9	297.1
				3.0	2.9	2.8	2.9	2.9	14.8	16.3	14.7	15.1	15.2	15.5	29.7	68.0	210.0	18.4	19.2	17.6	16.3	17.9	29.4	290.3
				3.4	2.7	2.8	3.0	3.0	16.3	16.6	15.2	15.9	16.0	15.9	29.4	65.5	198.0	17.7	18.0	17.1	17.4	17.6	36.7	310.3
				3.5	2.8	3.6	3.7	3.4	15.4	15.7	14.9	15.4	15.4	16.1	30.4	69.8	207.1	18.5	18.7	18.1	17.2	18.1	35.1	298.5
DISEÑO-IP-0.55(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018	-	4.1	4.6	4.0	3.9	4.2	14.6	16.5	16.6	15.5	15.8	17.6	30.6	80.0	227.9	21.1	21.6	21.1	20.7	21.1	31.9	340.0
				3.8	4.0	4.7	3.1	3.9	14.7	16.3	14.8	16.0	15.5	14.5	30.7	79.9	209.5	23.0	23.0	22.2	21.5	22.4	30.4	306.1
				3.5	3.6	4.1	4.2	3.9	15.5	14.9	15.6	14.4	15.1	14.8	29.4	82.0	245.9	12.8	13.3	14.3	13.8	13.6	33.2	317.1
				4.8	4.2	4.4	4.5	4.5	14.7	15.9	15.7	15.3	15.4	15.6	30.2	85.6	227.0	14.5	15.5	16.0	16.3	15.6	31.8	321.7
DISEÑO-IP-0.50(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018	-	4.9	5.0	4.7	5.1	4.9	15.3	14.9	14.6	13.1	14.5	19.1	38.7	93.3	259.5	22.7	23.0	20.4	21.3	21.9	34.8	351.5
				4.5	4.6	4.1	4.0	4.3	13.4	12.6	15.9	14.7	14.2	18.9	32.9	89.5	282.5	21.6	20.5	20.6	21.9	21.2	34.0	366.9
				4.4	4.5	4.7	4.3	4.5	14.4	14.7	14.5	15.0	14.7	18.8	34.9	90.1	278.3	15.6	15.4	15.2	16.2	15.6	33.7	377.6
				4.8	4.9	4.1	4.2	4.5	14.4	14.1	15.0	14.3	14.5	19.6	35.5	92.8	272.2	15.7	16.6	15.4	16.7	16.1	34.0	366.0
DISEÑO-IP-0.45(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018	-	3.5	3.7	4.0	4.1	3.8	11.8	12.1	12.1	13.9	12.5	23.4	32.9	122.2	331.7	30.7	39.3	36.8	34.7	35.4	44.5	411.1
				3.6	3.3	4.2	3.9	3.8	11.7	12.3	14.0	13.6	12.9	22.0	34.7	126.2	310.6	26.5	35.9	29.5	29.8	30.4	43.8	415.1
				3.8	3.9	4.2	4.0	4.0	13.0	13.9	12.0	15.5	13.6	23.1	35.4	135.5	315.0	13.6	14.7	14.4	14.7	14.4	40.5	395.9
				4.1	4.4	3.9	3.7	4.0	12.2	12.8	12.7	14.3	13.0	22.8	34.3	124.0	321.6	12.9	12.7	13.7	14.8	13.5	39.2	408.2
DISEÑO-IP-0.40(12,4,1)	01/03/2018	29/03/2018	-	4.0	4.5	4.6	3.7	4.2	12.7	15.7	13.3	12.9	13.7	27.7	39.9	168.1	401.7	30.6	29.5	29.7	31.1	30.2	45.3	474.6
				4.1	4.2	4.0	4.5	4.2	16.8	14.7	14.4	17.4	15.8	24.4	39.0	160.7	393.2	33.1	31.5	35.5	35.7	34.0	47.2	541.3
				3.9	3.8	3.5	4.0	3.8	15.9	15.6	14.8	13.7	15.0	25.5	40.0	174.9	385.3	17.2	15.7	18.9	19.2	17.8	46.7	499.4
				4.4	4.5	4.7	4.1	4.4	15.1	15.3	14.2	14.7	14.8	25.9	39.6	169.4	394.9	15.8	15.9	16.5	19.0	16.8	45.1	503.0

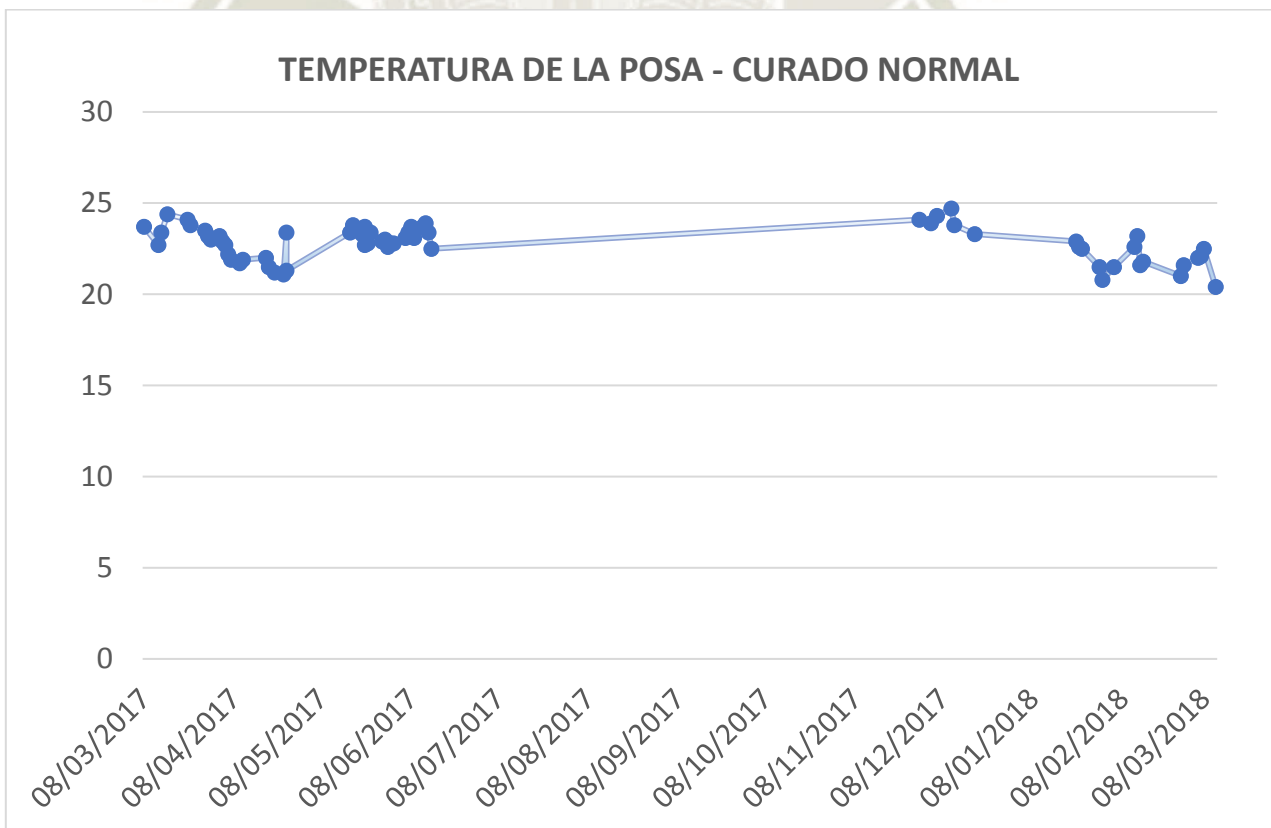
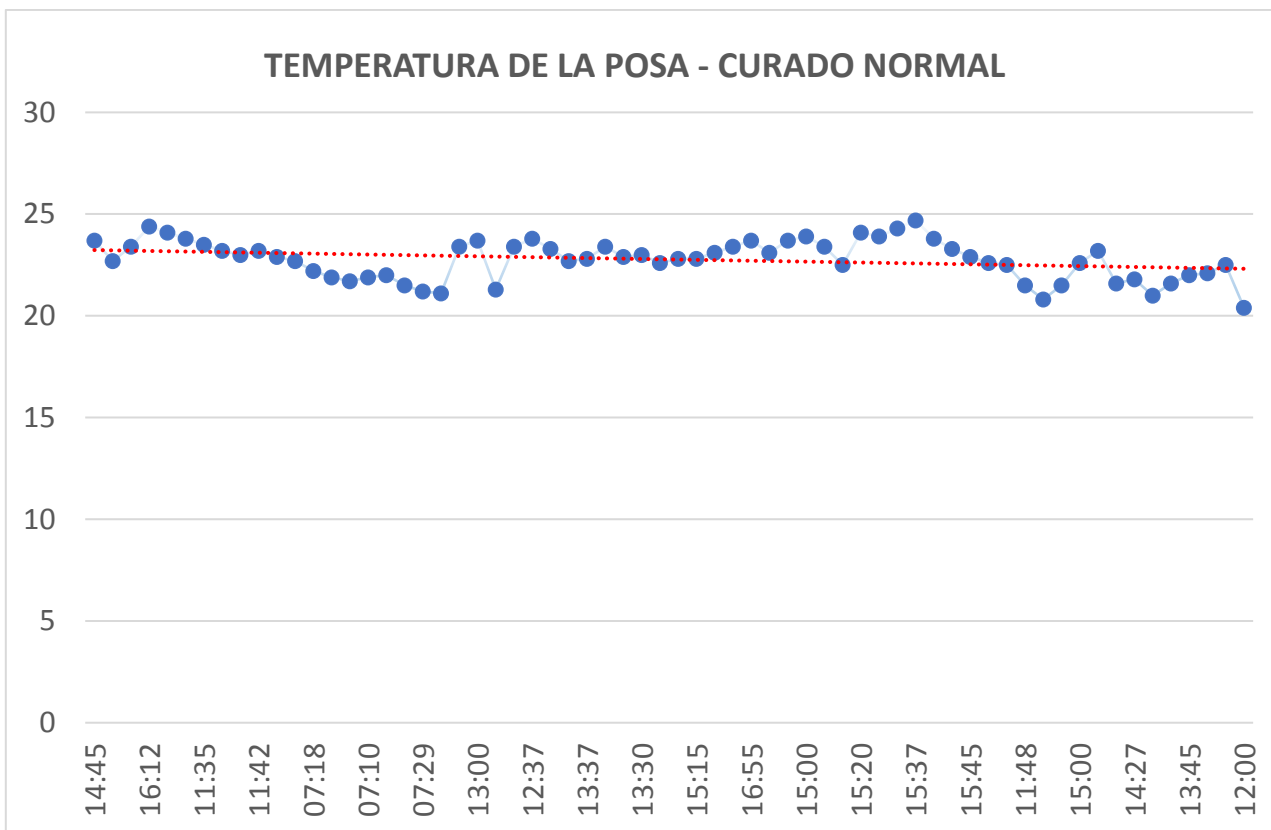
DISEÑO-HE-0.70(12,4,1)	06/03/2018	03/04/2018	-	3.8	3.5	3.9	4.2	3.9	3.3	3.8	3.5	3.6	3.6	19.0	27.4	61.5	170.0	16.9	16.2	16.8	16.7	16.7	39.5	308.5
				4.5	4.6	4.1	4.4	4.4	4.7	4.0	4.3	4.5	4.4	17.3	24.7	70.2	179.3	17.6	16.9	17.2	17.9	17.4	35.9	300.3
				4.0	3.9	4.2	4.1	4.1	5.2	4.7	5.3	4.8	5.0	18.5	27.6	64.5	185.3	26.7	24.5	23.9	25.1	25.1	34.3	309.2
				3.7	3.5	3.9	3.8	3.7	4.4	4.2	4.4	4.3	4.3	17.9	26.6	63.3	178.5	24.5	22.2	22.9	23.4	23.3	31.7	305.4
DISEÑO-HE-0.65(12,4,1)	06/03/2018	03/04/2018	-	5.8	5.2	5.5	5.1	5.4	5.6	5.0	5.3	4.9	5.2	22.5	28.5	76.6	209.6	21.7	18.6	20.0	19.3	19.9	35.4	349.1
				5.0	5.7	5.7	6.3	5.7	4.3	4.5	5.7	5.1	4.9	19.7	28.7	91.6	202.1	20.8	17.5	18.1	17.1	18.4	38.8	337.9
				5.1	4.9	5.3	4.9	5.1	4.5	4.9	4.8	4.9	4.8	21.4	29.1	89.9	205.2	27.4	25.8	24.9	26.1	26.1	34.8	326.2
				4.9	4.8	5.0	5.2	5.0	4.8	4.8	5.3	5.0	5.0	20.8	28.8	84.1	205.2	30.8	28.7	27.9	26.6	28.5	32.9	335.5
DISEÑO-HE-0.60(12,4,1)	06/03/2018	03/04/2018	-	4.9	4.7	4.6	4.1	4.6	4.8	4.7	4.9	5.3	4.9	23.1	31.5	119.7	221.6	17.9	17.2	17.1	17.2	17.4	35.1	381.0
				5.1	5.0	4.7	4.6	4.9	4.7	4.8	4.4	5.6	4.9	22.7	30.9	118.5	228.1	18.1	17.0	17.0	17.6	17.4	35.0	385.7
				5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2	5.1	5.3	5.1	5.2	22.5	30.0	121.2	223.5	28.6	26.7	27.1	29.9	28.1	33.2	387.3
				4.7	4.6	5.1	5.2	4.9	4.9	4.9	4.9	5.3	5.0	23.6	30.8	123.6	224.6	27.5	25.1	26.3	24.9	26.0	32.2	384.7
DISEÑO-HE-0.55(12,4,1)	06/03/2018	03/04/2018	-	4.0	4.7	4.3	3.9	4.2	4.9	6.3	6.1	5.0	5.6	25.6	35.3	119.5	276.4	17.7	17.3	16.7	17.6	17.3	34.6	455.4
				3.7	3.3	3.5	3.7	3.6	5.0	5.4	6.0	5.7	5.5	23.8	34.0	135.2	264.9	19.4	18.3	18.4	19.4	18.9	34.2	431.6
				4.9	4.9	5.1	5.3	5.1	5.0	5.4	5.5	5.5	5.4	24.2	33.2	128.0	265.5	16.8	22.0	15.9	20.8	18.9	33.1	442.6
				4.6	4.6	5.7	5.9	5.2	5.0	5.7	5.9	5.4	5.5	25.1	34.2	131.4	268.6	23.5	20.9	18.8	21.7	21.2	33.2	441.5
DISEÑO-HE-0.50(12,4,1)	07/03/2018	04/04/2018	-	4.0	3.9	4.5	4.4	4.2	6.5	6.1	6.4	7.2	6.6	27.3	34.6	167.4	316.5	21.3	21.6	19.6	21.0	20.9	39.2	488.8
				4.5	3.8	4.1	4.6	4.3	7.0	6.5	6.4	7.1	6.8	24.1	33.1	174.6	299.5	20.3	21.1	20.5	21.9	21.0	39.1	497.4
				5.3	5.1	5.0	5.1	5.1	7.0	6.4	7.8	7.5	7.2	25.5	35.1	170.3	321.3	26.5	21.0	22.7	21.2	22.9	41.3	489.2
				5.5	5.3	5.2	5.3	5.3	6.8	6.3	6.9	7.3	6.8	26.6	34.3	169.8	311.8	21.3	24.6	19.9	21.4	21.8	38.4	491.2
DISEÑO-HE-0.45(12,4,1)	07/03/2018	04/04/2018	-	4.5	4.2	4.1	4.6	4.4	8.3	8.4	8.8	7.5	8.3	27.8	35.7	229.5	382.3	25.4	22.5	24.1	25.5	24.4	42.1	552.9
				6.0	6.4	6.6	6.0	6.3	8.1	8.2	7.4	8.5	8.1	27.7	35.4	234.0	365.3	27.5	25.9	26.4	28.8	27.2	41.9	561.7
				4.5	4.2	4.1	4.6	4.4	7.0	7.7	6.7	7.1	7.1	28.5	37.3	229.1	368.4	32.1	30.9	31.1	30.4	31.1	42.2	552.9
				6.0	6.4	6.6	6.0	6.3	7.8	8.1	7.6	7.7	7.8	27.2	36.1	241.0	375.0	30.9	28.8	29.4	28.1	29.3	40.9	554.1
DISEÑO-HE-0.40(12,4,1)	07/03/2018	04/04/2018	-	6.1	6.8	6.3	6.5	6.4	10.6	10.8	9.7	9.4	10.1	31.7	42.9	258.7	479.2	19.1	21.9	23.0	23.2	21.8	47.0	719.0
				6.5	6.6	6.8	6.5	6.6	8.3	9.1	10.0	10.2	9.4	30.8	39.6	272.8	489.5	19.9	21.5	21.4	21.8	21.2	49.4	717.3
				5.5	5.8	5.8	5.6	5.7	8.9	10.1	12.0	9.9	10.2	31.1	41.9	265.4	487.5	31.4	30.7	31.6	35.1	32.2	49.6	725.3
				5.5	5.3	5.3	5.4	5.4	9.3	10.0	10.6	9.8	9.9	31.5	41.5	269.1	486.1	36.7	36.4	35.9	35.0	36.0	51.2	715.4

DISEÑO-I-0.70(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		2.2	2.3	2.9	2.7	2.5	6.0	6.2	6.5	6.4	6.3	20.1	28.4	53.3	201.3	12.8	12.7	11.3	11.7	12.1	34.4	372.8
				3.1	3.9	3.5	3.0	3.4	5.7	5.6	4.9	5.1	5.3	14.7	30.8	53.6	203.1	11.1	11.4	11.4	11.1	11.3	38.6	377.4
				2.5	2.5	2.1	2.4	2.4	5.1	5.3	6.0	5.3	5.4	15.5	31.8	53.0	203.4	10.5	12.2	12.7	10.1	11.4	29.9	357.2
				2.3	2.2	2.1	2.3	2.2	5.6	5.7	5.8	5.6	5.7	16.3	30.3	55.1	203.5	11.7	10.6	11.8	13.4	11.9	32.4	369.2
DISEÑO-I-0.65(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		3.1	3.5	3.7	3.9	3.6	5.7	5.3	5.7	5.0	5.4	20.3	33.7	69.3	232.8	9.9	10.4	9.6	9.1	9.8	39.0	436.9
				2.8	3.0	3.4	3.3	3.1	5.1	5.2	6.5	6.3	5.8	16.5	31.7	63.5	233.3	9.7	10.2	9.6	9.6	9.8	37.7	417.4
				2.5	2.7	2.6	2.6	2.6	5.4	5.3	5.7	5.8	5.6	17.4	31.9	68.9	226.9	9.4	8.7	8.6	9.2	9.0	31.4	425.5
				2.7	2.4	2.9	2.7	2.7	5.4	5.3	6.0	5.7	5.6	18.1	32.4	67.7	229.3	8.9	8.2	7.7	8.1	8.2	29.9	424.4
DISEÑO-I-0.60(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		4.7	4.2	5.2	5.8	5.0	5.6	5.7	5.5	5.1	5.5	27.5	30.1	80.4	252.0	20.4	19.4	16.2	16.1	18.0	24.8	437.5
				4.9	5.9	5.4	5.4	5.4	5.6	5.9	5.5	5.2	5.6	20.1	36.0	77.2	263.2	17.5	17.6	18.6	18.8	18.1	27.4	434.8
				4.0	4.0	4.2	4.1	4.1	5.5	5.1	5.1	5.2	5.2	24.4	28.3	78.8	254.7	9.0	8.6	8.6	9.9	9.0	36.7	450.1
				3.8	4.0	4.1	4.0	4.0	5.6	5.6	5.4	5.2	5.5	23.8	31.5	79.2	256.9	8.5	8.8	8.5	8.3	8.5	37.4	438.5
DISEÑO-I-0.55(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		6.6	6.9	6.2	6.7	6.6	5.2	5.0	6.1	5.7	5.5	32.5	32.5	107.2	296.2	15.1	16.7	16.8	17.5	16.5	33.3	407.8
				6.2	6.6	6.3	7.2	6.6	5.5	6.2	5.0	5.3	5.5	21.3	34.8	98.7	286.4	17.3	17.0	17.9	17.7	17.5	31.0	517.2
				5.9	5.9	5.8	5.9	5.9	5.4	6.0	6.5	5.8	5.9	26.6	40.0	101.0	309.9	10.5	11.0	11.0	11.4	11.0	38.3	497.9
				5.3	5.0	5.9	6.2	5.6	5.4	5.7	5.9	5.6	5.7	24.9	35.8	101.8	299.2	11.3	11.1	11.3	11.8	11.4	37.6	465.5
DISEÑO-I-0.50(12,4,1)	08/03/2018	05/04/2018		7.9	7.2	7.6	7.7	7.6	6.4	5.3	7.0	6.8	6.4	33.2	33.5	123.4	385.5	20.1	21.8	17.3	17.1	19.1	34.1	485.1
				7.5	7.6	7.4	7.4	7.5	6.1	6.0	6.7	5.8	6.2	25.6	33.6	115.2	368.5	16.4	19.3	21.3	20.8	19.5	29.0	513.0
				8.7	8.6	7.3	7.1	7.9	5.4	5.7	6.1	6.7	6.0	27.7	36.9	124.0	372.5	13.3	13.6	13.9	14.0	13.7	40.5	575.9
				7.6	7.8	7.6	7.5	7.6	6.0	5.7	6.6	6.4	6.2	28.4	34.7	121.2	376.1	14.2	13.9	13.6	13.4	13.8	39.4	519.4
DISEÑO-I-0.45(12,4,1)	12/03/2018	09/04/2018		9.9	11.6	10.6	9.9	10.5	6.2	6.8	5.3	7.0	6.3	35.9	44.7	148.8	429.7	14.2	12.1	12.3	13.1	12.9	40.1	697.9
				10.8	12.1	11.8	11.1	11.5	4.7	5.2	5.2	4.9	5.0	27.5	44.6	145.0	430.1	13.2	12.2	12.0	12.2	12.4	42.2	615.2
				9.7	9.6	9.3	9.1	9.4	4.9	7.3	5.5	5.9	5.9	29.9	45.9	141.8	431.4	15.2	13.9	13.0	14.3	14.1	43.7	674.1
				9.6	9.8	9.6	9.5	9.6	5.3	6.4	5.3	5.9	5.7	30.1	45.1	148.7	429.9	15.0	14.7	14.3	13.6	14.4	46.9	665.1
DISEÑO-I-0.40(12,4,1)	12/03/2018	09/04/2018		11.5	12.0	10.0	11.8	11.3	6.1	6.7	6.6	6.2	6.4	39.2	44.6	188.6	496.5	15.8	17.4	15.6	15.0	16.0	50.1	707.7
				14.2	14.2	12.3	13.0	13.4	6.2	8.4	6.8	7.0	7.1	29.4	42.9	181.1	483.4	15.5	14.3	15.9	15.1	15.2	48.9	784.3
				12.3	12.1	12.2	12.9	12.4	6.3	5.9	6.0	7.0	6.3	32.1	46.6	183.6	486.0	17.6	17.9	17.6	17.9	17.8	51.7	804.0
				12.4	12.7	12.5	12.6	12.6	6.2	7.0	6.5	6.7	6.6	33.3	44.7	186.1	491.5	16.0	17.2	16.5	16.4	16.5	50.2	765.1



**ANEXO F. – RESULTADOS
TEMPERATURA POSA DE CURADO
NORMAL**

FECHA	HORA	TEMPERATURA POSA (°c)
08/03/2017	14:45	23.7
13/03/2017	08:46	22.7
14/03/2017	12:08	23.4
16/03/2017	16:12	24.4
23/03/2017	14:05	24.1
24/03/2017	16:05	23.8
29/03/2017	11:35	23.5
30/03/2017	11:39	23.2
31/03/2017	17:02	23.0
03/04/2017	11:42	23.2
04/04/2017	11:40	22.9
05/04/2017	07:10	22.7
06/04/2017	07:18	22.2
07/04/2017	06:55	21.9
10/04/2017	07:04	21.7
11/04/2017	07:10	21.9
19/04/2017	07:18	22.0
20/04/2017	07:22	21.5
22/04/2017	07:29	21.2
25/04/2017	07:20	21.1
26/04/2017	17:23	23.4
23/05/2017	13:00	23.7
26/04/2017	06:37	21.3
18/05/2017	15:17	23.4
19/05/2017	12:37	23.8
22/05/2017	13:25	23.3
23/05/2017	13:48	22.7
24/05/2017	13:37	22.8
25/05/2017	13:21	23.4
29/05/2017	13:33	22.9
30/05/2017	13:30	23.0
31/05/2017	13:34	22.6
01/06/2017	13:15	22.8
02/06/2017	15:15	22.8
06/06/2017	14:22	23.1
07/06/2017	15:21	23.4
08/06/2017	16:55	23.7
09/06/2017	17:23	23.1
12/06/2017	14:30	23.7
13/06/2017	15:00	23.9
14/06/2017	11:25	23.4
15/06/2017	10:36	22.5
30/11/2017	15:20	24.1
04/12/2017	15:20	23.9
06/12/2017	15:17	24.3
11/12/2017	15:37	24.7
12/12/2017	15:01	23.8
19/12/2017	15:24	23.3
23/01/2018	15:45	22.9
24/01/2018	13:52	22.6
25/01/2018	12:16	22.5
31/01/2018	11:48	21.5
01/02/2018	11:47	20.8
05/02/2018	13:30	21.5
12/02/2018	15:00	22.6
13/02/2018	13:21	23.2
14/02/2018	10:30	21.6
15/02/2018	14:27	21.8
28/02/2018	11:06	21.0
01/03/2018	15:00	21.6
06/03/2018	13:45	22.0
07/03/2018	14:00	22.1
08/03/2018	15:30	22.5
12/03/2018	12:00	20.4





**ANEXO G. – FORMATO CURADO
ACELERADO**

FORMATO DE OPERACIÓN DE LA MAQUINA DE CURADO - NORMA NTP 339.213

RESPONSABLE:													
DIA:													
OPERACIÓN													
METODO DE ACELERADO:	35°	60°	100°										
	A	B	C										
HORA INICIO ENSAYO:													
HORA TERMINO ENSAYO:													
NUMERO DE PROBETAS	1	2	3	4									
ENSAYOS	NO DESTRUCTIVOS												
1.- RESISTIVIDAD	C.N				C.T				C.28 D				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1													
2													
3													
4													
2.- HUMEDAD	C.N				C.T				C.28 D				
1													
2													
3													
4													
3.- ULTRASONIDO	C.N				C.T				C.28 D				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1													
2													
3													
4													
4.- NRO DE REBOTES	C.N				C.T				C.28 D				
1													
2													
3													
4													
ENSAYOS	ENSAYOS DESTRUCTIVOS												
	DIAMETRO (cm)				AREA (cm ²)				RESISTENCIA (kgf/cm ²)				
C.N-1													
C.N-2													
C.N-3													
C.N-4													
C.T-1													
C.T-2													
C.T-3													
C.T-4													
C.28 D													
C.28 D													
C.28 D													
C.28 D													





ANEXO H. – PANEL FOTOGRAFICO

LABORATORIO UCSM



Ilustración 1.- Tamizadora Agregado Fino.



Ilustración 2.- Mallas Agregado Fino.



Ilustración 3.- Tamizadora Agregado Grueso.



Ilustración 4.- Balanza Agregado Grueso.



Ilustración 5.- Compactación Agregado Fino.



Ilustración 6.- Compactación Agregado Fino.



Ilustración 7.- Diferentes Instrumentos Agregado Fino.



Ilustración 8.- Horno.

LABORATORIO SUPERMIX



Ilustración 9.- Humedad Diaria Agregados.



Ilustración 10.- Diseño de Patrones.



Ilustración 11.- Protección de Probetas.



Ilustración 12.- Diseños a 35°.



Ilustración 13.- Diseños a 35°.



Ilustración 14.- Diseños a 60°.



Ilustración 15.- Diseños a 60°.



Ilustración 16.- Diseños a 100°.



Ilustración 17.- Diseños a 100°.



Ilustración 18.- Probetas Ensayadas.



ANEXO I. – ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

CEMENTO RELACION A/C		TIPO IP 0.70			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		IP - 0.70			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO IP	KG	270.00	S/. 0.468	126.36
2.00	AGUA	L	179.00	S/. 0.017	3.04
3.00	ARENA GRUESA	KG	897.00	S/. 0.009	8.07
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	869.00	S/. 0.017	14.77
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	155.00	S/. 0.021	3.26
6.00	NEOPLAST 8500	KG	0.81	S/. 9.200	7.45
7.00	EUCO WR75	KG	0.81	S/. 2.640	2.14
Costo unitario por M3:					S/. 165.09

CEMENTO RELACION A/C		TIPO IP 0.65			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		IP - 0.65			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO IP	KG	280.00	S/. 0.468	131.04
2.00	AGUA	L	171.00	S/. 0.017	2.91
3.00	ARENA GRUESA	KG	902.00	S/. 0.009	8.12
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	873.00	S/. 0.017	14.84
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	156.00	S/. 0.021	3.28
6.00	NEOPLAST 8500	KG	0.84	S/. 9.200	7.73
7.00	EUCO WR75	KG	0.84	S/. 2.640	2.22
Costo unitario por M3:					S/. 170.13

CEMENTO RELACION A/C		TIPO IP 0.60			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		IP - 0.60			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO IP	KG	305.00	S/. 0.468	142.74
2.00	AGUA	L	159.00	S/. 0.017	2.70
3.00	ARENA GRUESA	KG	894.00	S/. 0.009	8.05
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	867.00	S/. 0.017	14.74
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	152.00	S/. 0.021	3.19
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.01	S/. 9.200	9.29
7.00	EUCO WR75	KG	0.92	S/. 2.640	2.43
Costo unitario por M3:					S/. 183.14

CEMENTO RELACION A/C		TIPO IP 0.55			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		IP - 0.55			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO IP	KG	330.00	S/. 0.468	154.44
2.00	AGUA	L	158.00	S/. 0.017	2.69
3.00	ARENA GRUESA	KG	884.00	S/. 0.009	7.96
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	857.00	S/. 0.017	14.57
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	151.00	S/. 0.021	3.17
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.09	S/. 9.200	10.03
7.00	EUCO WR75	KG	0.99	S/. 2.640	2.61
Costo unitario por M3:					S/. 195.46

CEMENTO RELACION A/C		TIPO IP 0.50			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		IP - 0.50			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO IP	KG	350.00	S/. 0.468	163.8
2.00	AGUA	L	150.00	S/. 0.017	2.55
3.00	ARENA GRUESA	KG	885.00	S/. 0.009	7.97
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	858.00	S/. 0.017	14.59
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	151.00	S/. 0.021	3.17
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.23	S/. 9.200	11.32
7.00	EUCO WR75	KG	1.05	S/. 2.640	2.77
Costo unitario por M3:					S/. 206.16

CEMENTO RELACION A/C		TIPO IP 0.45			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		IP - 0.45			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO IP	KG	390.00	S/. 0.468	182.52
2.00	AGUA	L	150.00	S/. 0.017	2.55
3.00	ARENA GRUESA	KG	866.00	S/. 0.009	7.79
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	840.00	S/. 0.017	14.28
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	148.00	S/. 0.021	3.11
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.48	S/. 9.200	13.62
7.00	EUCO WR75	KG	1.17	S/. 2.640	3.09
Costo unitario por M3:					S/. 226.96

CEMENTO RELACION A/C		TIPO IP 0.40			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		IP - 0.40			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO IP	KG	420.00	S/. 0.468	196.56
2.00	AGUA	L	144.00	S/. 0.017	2.45
3.00	ARENA GRUESA	KG	859.00	S/. 0.009	7.73
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	980.00	S/. 0.017	16.66
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	146.00	S/. 0.021	3.07
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.72	S/. 9.200	15.82
7.00	EUCO WR75	KG	1.26	S/. 2.640	3.33
Costo unitario por M3:					S/. 245.62

CEMENTO RELACION A/C		TIPO HE 0.70			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		HE - 0.70			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	270.00	S/. 0.534	144.18
2.00	AGUA	L	177.00	S/. 0.017	3.01
3.00	ARENA GRUESA	KG	902.00	S/. 0.009	8.12
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	873.00	S/. 0.017	14.84
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	157.00	S/. 0.021	3.30
6.00	NEOPLAST 8500	KG	0.89	S/. 9.200	8.19
7.00	EUCO WR75	KG	0.81	S/. 2.640	2.14
Costo unitario por M3:					S/. 183.77

CEMENTO RELACION A/C		TIPO HE 0.65			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		HE - 0.65			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	280.00	S/. 0.534	149.52
2.00	AGUA	L	170.00	S/. 0.017	2.89
3.00	ARENA GRUESA	KG	907.00	S/. 0.009	8.16
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	878.00	S/. 0.017	14.93
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	158.00	S/. 0.021	3.32
6.00	NEOPLAST 8500	KG	0.92	S/. 9.200	8.46
7.00	EUCO WR75	KG	0.84	S/. 2.640	2.22
Costo unitario por M3:					S/. 189.50

CEMENTO RELACION A/C		TIPO HE 0.60			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		HE - 0.60			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	305.00	S/. 0.534	162.87
2.00	AGUA	L	173.00	S/. 0.017	2.94
3.00	ARENA GRUESA	KG	892.00	S/. 0.009	8.03
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	863.00	S/. 0.017	14.67
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	155.00	S/. 0.021	3.26
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.01	S/. 9.200	9.29
7.00	EUCO WR75	KG	0.92	S/. 2.640	2.43
Costo unitario por M3:					S/. 203.49

CEMENTO RELACION A/C		TIPO HE 0.55			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		HE - 0.55			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	330.00	S/. 0.534	176.22
2.00	AGUA	L	172.00	S/. 0.017	2.92
3.00	ARENA GRUESA	KG	882.00	S/. 0.009	7.94
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	852.00	S/. 0.017	14.48
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	153.00	S/. 0.021	3.21
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.25	S/. 9.200	11.50
7.00	EUCO WR75	KG	0.99	S/. 2.640	2.61
Costo unitario por M3:					S/. 218.89

CEMENTO RELACION A/C		TIPO HE 0.50			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		HE - 0.50			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	350.00	S/. 0.534	186.9
2.00	AGUA	L	139.00	S/. 0.017	2.36
3.00	ARENA GRUESA	KG	906.00	S/. 0.009	8.15
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	857.00	S/. 0.017	14.57
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	152.00	S/. 0.021	3.19
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.44	S/. 9.200	13.25
7.00	EUCO WR75	KG	1.05	S/. 2.640	2.77
Costo unitario por M3:					S/. 231.20

CEMENTO RELACION A/C		TIPO HE 0.45			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		HE - 0.45			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	390.00	S/. 0.534	208.26
2.00	AGUA	L	140.00	S/. 0.017	2.38
3.00	ARENA GRUESA	KG	888.00	S/. 0.009	7.99
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	840.00	S/. 0.017	14.28
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	149.00	S/. 0.021	3.13
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.64	S/. 9.200	15.09
7.00	EUCO WR75	KG	1.17	S/. 2.640	3.09
Costo unitario por M3:					S/. 254.22

CEMENTO RELACION A/C		TIPO HE 0.40			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		HE - 0.40			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	420.00	S/. 0.534	224.28
2.00	AGUA	L	134.00	S/. 0.017	2.28
3.00	ARENA GRUESA	KG	881.00	S/. 0.009	7.93
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	980.00	S/. 0.017	16.66
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	148.00	S/. 0.021	3.11
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.89	S/. 9.200	17.39
7.00	EUCO WR75	KG	1.26	S/. 2.640	3.33
Costo unitario por M3:					S/. 274.97

CEMENTO RELACION A/C		TIPO I 0.70			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		I - 0.70			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	270.00	S/. 0.522	140.94
2.00	AGUA	L	160.00	S/. 0.017	2.72
3.00	ARENA GRUESA	KG	921.00	S/. 0.009	8.29
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	885.00	S/. 0.017	15.05
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	157.00	S/. 0.021	3.30
6.00	NEOPLAST 8500	KG	0.95	S/. 9.200	8.74
7.00	EUCO WR75	KG	0.81	S/. 2.640	2.14
Costo unitario por M3:					S/. 181.17

CEMENTO RELACION A/C		TIPO I 0.65			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		I - 0.65			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	280.00	S/. 0.522	146.16
2.00	AGUA	L	153.00	S/. 0.017	2.60
3.00	ARENA GRUESA	KG	926.00	S/. 0.009	8.33
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	889.00	S/. 0.017	15.11
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	157.00	S/. 0.021	3.30
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.12	S/. 9.200	10.30
7.00	EUCO WR75	KG	0.84	S/. 2.640	2.22
Costo unitario por M3:					S/. 188.03

CEMENTO RELACION A/C		TIPO I 0.60			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		I - 0.60			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	305.00	S/. 0.522	159.21
2.00	AGUA	L	157.00	S/. 0.017	2.67
3.00	ARENA GRUESA	KG	912.00	S/. 0.009	8.21
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	876.00	S/. 0.017	14.89
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	155.00	S/. 0.021	3.26
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.22	S/. 9.200	11.22
7.00	EUCO WR75	KG	0.92	S/. 2.640	2.43
Costo unitario por M3:					S/. 201.89

CEMENTO RELACION A/C		TIPO I 0.55			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		I - 0.55			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	330.00	S/. 0.522	172.26
2.00	AGUA	L	156.00	S/. 0.017	2.65
3.00	ARENA GRUESA	KG	902.00	S/. 0.009	8.12
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	867.00	S/. 0.017	14.74
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	153.00	S/. 0.021	3.21
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.32	S/. 9.200	12.14
7.00	EUCO WR75	KG	0.99	S/. 2.640	2.61
Costo unitario por M3:					S/. 215.74

CEMENTO RELACION A/C		TIPO I 0.50			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		I - 0.50			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	350.00	S/. 0.522	182.7
2.00	AGUA	L	166.00	S/. 0.017	2.82
3.00	ARENA GRUESA	KG	889.00	S/. 0.009	8.00
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	866.00	S/. 0.017	14.72
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	153.00	S/. 0.021	3.21
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.58	S/. 9.200	14.54
7.00	EUCO WR75	KG	1.05	S/. 2.640	2.77
Costo unitario por M3:					S/. 228.77

CEMENTO RELACION A/C		TIPO I 0.45			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		I - 0.45			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	390.00	S/. 0.522	203.58
2.00	AGUA	L	166.00	S/. 0.017	2.82
3.00	ARENA GRUESA	KG	873.00	S/. 0.009	7.86
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	850.00	S/. 0.017	14.45
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	150.00	S/. 0.021	3.15
6.00	NEOPLAST 8500	KG	1.83	S/. 9.200	16.84
7.00	EUCO WR75	KG	1.17	S/. 2.640	3.09
Costo unitario por M3:					S/. 251.78

CEMENTO RELACION A/C		TIPO I 0.40			
CONCRETO PARA CURADO ACELERADO					
Código		I - 0.40			
<i>Item</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales					
1.00	CEMENTO TIPO HE	KG	420.00	S/. 0.522	219.24
2.00	AGUA	L	160.00	S/. 0.017	2.72
3.00	ARENA GRUESA	KG	867.00	S/. 0.009	7.80
4.00	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	KG	993.00	S/. 0.017	16.88
5.00	PIEDRA CHANCADA DE 1"	KG	149.00	S/. 0.021	3.13
6.00	NEOPLAST 8500	KG	2.10	S/. 9.200	19.32
7.00	EUCO WR75	KG	1.26	S/. 2.640	3.33
Costo unitario por M3:					S/. 272.42

CUADRO RESUMEN DEL ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS					
Item	CODIGO	PRECIO/M3	f'c 1 DIA		
			35°	60°	100°
1.00	IP - 0.70	S/. 165.09	74	110	166
2.00	IP - 0.65	S/. 170.13	75	132	177
3.00	IP - 0.60	S/. 183.14	84	194	206
4.00	IP - 0.55	S/. 195.46	92	197	228
5.00	IP - 0.50	S/. 206.16	126	231	273
6.00	IP - 0.45	S/. 226.96	160	202	320
7.00	IP - 0.40	S/. 245.62	189	233	394
8.00	HE - 0.70	S/. 183.77	122	131	178
9.00	HE - 0.65	S/. 189.50	119	140	206
10.00	HE - 0.60	S/. 203.49	158	191	224
11.00	HE - 0.55	S/. 218.89	175	204	269
12.00	HE - 0.50	S/. 231.20	230	284	312
13.00	HE - 0.45	S/. 254.22	267	293	373
14.00	HE - 0.40	S/. 274.97	306	358	486
15.00	I - 0.70	S/. 181.17	114	122	203
16.00	I - 0.65	S/. 188.03	124	144	231
17.00	I - 0.60	S/. 201.89	157	207	257
18.00	I - 0.55	S/. 215.74	193	246	298
19.00	I - 0.50	S/. 228.77	218	214	376
20.00	I - 0.45	S/. 251.78	246	349	430
21.00	I - 0.40	S/. 272.42	280	253	489

