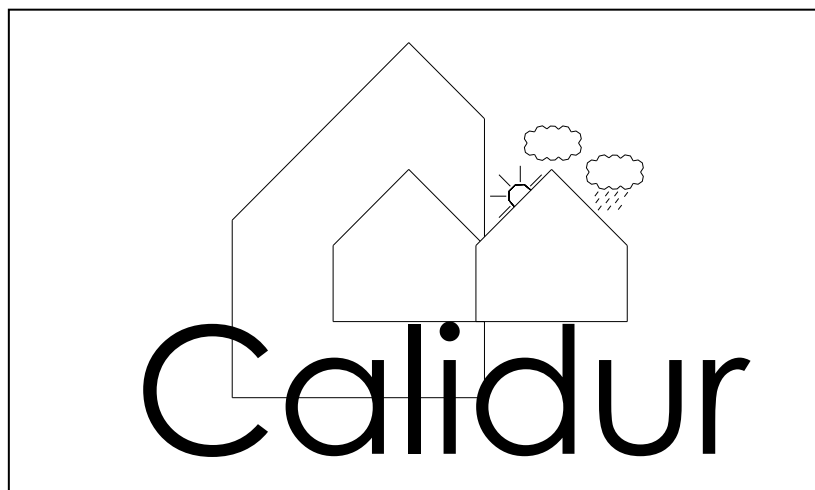




INFORME 2017-2018

C. Andrade*, J. Torres**

*CIMNE

** Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

ABRIL 2018

ANTECEDENTES

El proyecto "CALIDUR" se inició en el año 2004 y fue contratado por el CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN al equipo de Corrosión de Armaduras del Instituto Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc, dirigido por la Dra. Carmen Andrade Perdrix, para la realización de un proyecto titulado: "Cálculo de la vida útil de la armadura del hormigón: propuesta de DAC basada en la calibración con datos climáticos y estructuras reales."

El alcance del estudio y los distintos apartados en los que se dividió fueron básicamente tres:

1. Clasificación de la agresividad ambiental y su efecto sobre la velocidad de carbonatación y penetración de cloruros.
2. Modelos de cálculo de la vida útil
3. Elaboración de un DAC y programa informático.

Este trabajo se planteó desarrollarlo en las siguientes fases:

- Fase I
 1. Selección de los modelos teóricos.
 2. Análisis de datos climáticos para la clasificación de la agresividad ambiental.
- Fases II y III
 3. Selección de estructuras.
 4. Estaciones de ensayos de probetas.
 5. Análisis de los resultados y su introducción en los modelos teóricos.
 6. Elaboración de propuestas de clasificación ambiental para carbonatación y cloruros.
 7. Desarrollo de un programa informático y DAC.

Todo este trabajo fue cumplimentado con éxito y se emitió un DAC (Documento de Aplicación) con los ensayos, modelos y datos experimentales de las velocidades de carbonatación y penetración de cloruros en hormigón. Estos resultados y la consideración de otra serie de hormigones dieron lugar a la Tesis Doctoral de Renata d' Andrea: "Predicción de la durabilidad del hormigón armado a partir de indicadores de corrosión: aplicación de la resistividad eléctrica". En esta tesis se mantenía que la resistividad eléctrica era la medida no destructiva capaz de modelar la carbonatación y la penetración de cloruros.

Colaboración con el EILA

El proyecto "CALIDUR", se suspendió después de la Fase III por falta de financiación para continuar con una fase, pero ante la puesta en marcha de los ensayos interlaboratorios el año 2016, se reemprendió con una finalidad limitada al estudio de la RESISTIVIDAD ELECTRICA. Esta fase final se ha realizado en el primer curso 2016-2017 por el Grupo de Corrosión de Armaduras del Instituto Eduardo Torroja y el curso 2017-2018 por este Grupo y por CIMNE, centro al que se ha adscrito la Dra. Andrade como Profesor de Investigación Visitante.

OBJETIVO DEL INFORME

El objetivo del presente Informe consiste en describir los ensayos realizados y los resultados obtenidos sobre las medidas y las correlaciones encontradas entre ellas de:

- resistividad,
- profundidad de penetración al agua,
- penetración de cloruros y
- carbonatación

EXPERIMENTAL

Probetas y ensayos

En el presente curso 2017-2018, se realiza el estudio en probetas cilíndricas de hormigón de 15 x 30 cm que han sido fabricadas por diferentes centrales de hormigón y elaboradas por diferentes laboratorios, repartidos por toda la geografía española y enviadas tras su curado, en balsa o cámara húmeda, a las instalaciones del IETcc.

De los más de 160 laboratorios que han colaborado en el proyecto, en la parte que ha desarrollado el Instituto Eduardo Torroja, colaboran un total de 100 laboratorios. A estos laboratorios que participan en esta parte se les remite un procedimiento de envío de probetas, en el cual se indica detalladamente, cómo se deben de embalar, marcar y enviar las probetas. Las instrucciones se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de procedimiento de envío de probetas

Nº DE PROBETAS	1
MARCADO	Código de laboratorio asignado
MOMENTO DE ENVÍO	Tras 25 días de curado en balsa o cámara húmeda
MEDIDA ANTES DE ENVÍO	Peso probeta
EMBALAJE	Envolver con papel de cocina absorbente mojado (no empapado) y después con film transparente, para asegurar que no pierde agua durante el transporte.
DIRECCIÓN	Javier Sánchez Mortero Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, C/ Serrano Galvache nº4 (28033 Madrid)
AGENCIA DE TRANSPORTE	DHL

A su llegada al instituto se inventarían las probetas haciendo fotos de todas ellas. En este envío de 2017 , se identificaron distintos problemas que se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Problemas detectados a la llegada de las probetas al instituto

No llevan código	No llevan apuntado el peso	Laboratorios que envían pero no estaban en el estudio	Probetas con Roturas	Embalajes deficientes	Probetas secas	Envío fuera de fecha
13%	72 %	8%	5%	60%	70%	15%

En las figuras siguientes (1-4), se muestran distintos ejemplos de los problemas detectados.

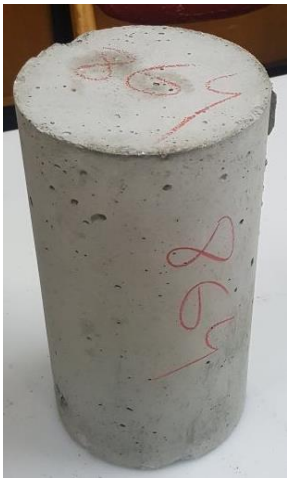
		
Figura 1. Ejemplo de probeta rota por mal embalaje.	Figura 2. Ejemplo de probeta totalmente seca.	Figura 3. Ejemplo de probeta sin código.

	
Figura 4. Ejemplos de embalajes deficientes.	

Las probetas debían de llegar en tres tandas, según la fecha de fabricación, para que cumpliesen en el instituto los 28 días de curado y se pudiese llevar a cabo la medida de Resistividad en las probetas saturadas. Pero por problemas al recibirlas, se mantuvieron 6 días más en cámara húmeda, tras los cuales se realizaron las medidas. Por lo tanto, la edad de medida de la resistividad ha sido de entre 33 y 35 días (lo cual no afecta significativamente a la representatividad de la medida).

En la Tabla 3, se resume la relación de los laboratorios (códigos) con las fechas de realización de las probetas, envío y día teórico de medida de Resistividad a los 28 días en color negro y en color rojo la fecha real de medida de la resistividad.

Tabla 3. Relación de laboratorios y fechas de medida

LABORATORIOS	FABRICACIÓN	ENVÍO IETcc	RESISTIVIDAD
10, 14, 17, 20, 25, 26, 28, 36, 40, 43, 45, 73, 86, 87, 94, 96, 101, 102, 108, 109, 110, 120, 135, 139, 148, 156, 157, 158, 161, 165, 171, 173, 186, 193	23 Mayo	13 Junio	20 Junio / 26 Junio
12, 13, 16, 23, 24, 32, 33, 35, 42, 48, 51, 59, 60, 63, 65, 71, 93, 105, 112, 115, 119, 138, 149, 159, 166, 175	24 Mayo	13 Junio	21 Junio / 26 Junio
37, 38, 52, 54, 56, 76, 79, 80, 85, 88, 90, 95, 114, 116, 123, 130, 132, 134, 144, 146, 155, 163, 172, 176, 180, 194, 201	30 Mayo	20 Junio	27 Junio / 3 Julio
27, 29, 41, 74	6 Junio	27 Junio	4 Julio / 10 Julio

Una vez las probetas llegaron al IETcc, se referenciaron con el código del laboratorio y se introdujeron en cámara húmeda hasta la fecha de medida de Resistividad. Como más del 70% de las probetas no llevaba el peso marcado, se descartó el pesarlas al llegar al instituto.

En la Figura 5, se observa el marcado de las probetas, que se hace en la parte superior e inferior de las mismas, ya que la probeta, tras la medida de resistividad, se cortará en dos partes y estas se usarán para ensayo de penetración natural de cloruros (Ponding) con una exposición de 90 días y para el ensayo de penetración natural de CO₂ (Carbonatación) a 150 días de exposición.



Figura 5. Marcado y división de probetas.

Debido a la gran cantidad de probetas a ensayar, se realizan los cortes en tandas, para poder repartir los ensayos de manera que no se acumulen y haya problemas en su análisis.

Las fechas de salida de los ambientes correspondientes a los ensayos de penetración de Cloruros y penetración de CO_2 se resumen en la Tabla 4, pasado el tiempo de exposición se realizaron los análisis correspondientes siguiendo los procedimientos que se detallan en el anejo I.

Tabla 4. Planificación ensayos

PROBETAS				Fechas Carbonatación		Fechas Ponding	
28,17,40,87,186,42,24,59,165,26				5 Diciembre		4 Octubre	
23,159,120,101,135,96,51,12,13,48				7 Diciembre		4 Octubre	
193,108,60,115,36,10,138,73,33,175				7 Diciembre		11 Octubre	
71,70,202,65,93,25,32,20,110,86				7 Diciembre		9 Octubre	
173,16,119,5250 TUD SUB,45,149,139,171,105,63				11 Diciembre		5 Octubre	
112,35 ,43 ,157 ,148,198,109,94,158,156				12 Diciembre		20 Octubre	
14,864,161,166,50,102,194,123,155,114				13 Diciembre		16 Octubre	
130,80,37,144,462/7,146,116,SEA ALBACETE,90,180				14 Diciembre		23 Octubre	
77,88,38,134,201,176,162,52,132,163				18 Diciembre		26 Octubre	
95,172,56,85,54,76,41,29,27,74				19 Diciembre		26 Octubre	

JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
1		1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3		3	
4		4		4		4	PONDING (A) Y PONDING (B)	4		4	
5	CARB (A)	5		5		5	PONDING (E)	5		5	salida CARB (A)
6	CARB (B)	6		6		6		6		6	
7	CARB (C)	7		7		7		7		7	salida CARB (B) y CARB (C)
8		8		8		8		8		8	
9		9		9		9	PONDING (D)	9		9	
10	CARB (D)	10		10		10		10		10	
11	CARB (E)	11		11		11	PONDING (C)	11		11	salida CARB (D) y CARB (E) Y
12	CARB (F)	12		12		12		12		12	salida CARB (F)
13	CARB (G)	13		13		13		13		13	salida CARB (G)
14	CARB (H)	14		14		14		14		14	salida CARB (H)
15		15		15		15		15		15	
16		16		16		16	PONDING (G)	16		16	
17	CARB (I)	17		17		17		17		17	
18		18		18		18		18		18	salida CARB (I)
19	CARB (J)	19		19		19		19		19	salida CARB (J)
20		20		20		20	PONDING (F)	20		20	
21		21		21		21		21		21	
22		22		22		22		22		22	
23		23		23		23	PONDING (H)	23		23	
24		24		24		24		24		24	
25		25		25		25		25		25	
26		26		26		26	PONDING (I) Y PONDING (J)	26		26	
27		27		27		27		27		27	
28		28		28		28		28		28	
29		29		29		29		29		29	
30		30		30		30		30		30	
31		31		31		31		31		31	

RESULTADOS

Los resultados de la resistencia a compresión media por central se representan en la figura 6 y en al figura 7 los del coeficiente de variación y su promedio general.

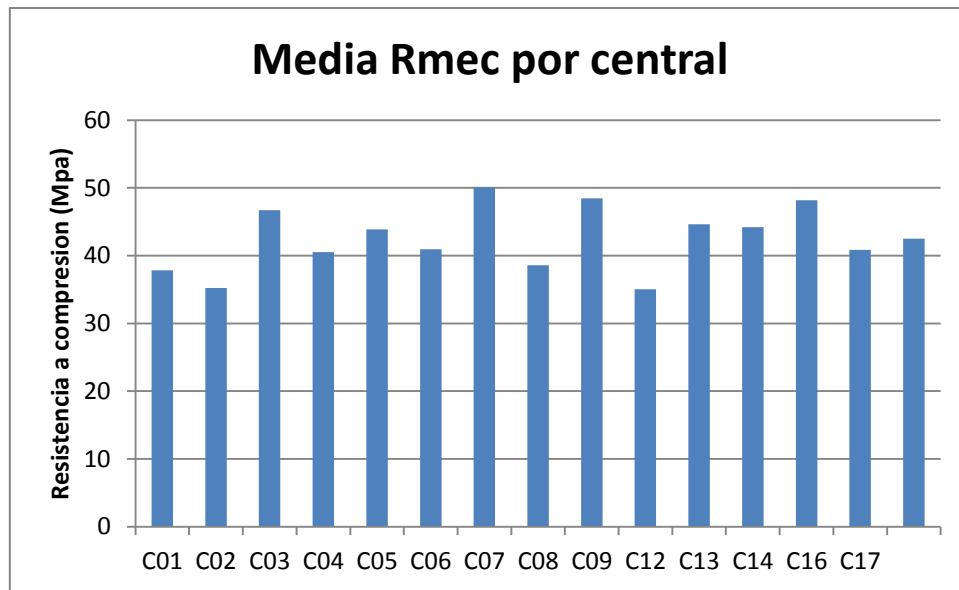


Figura 6 Resistencias a compresión media por central

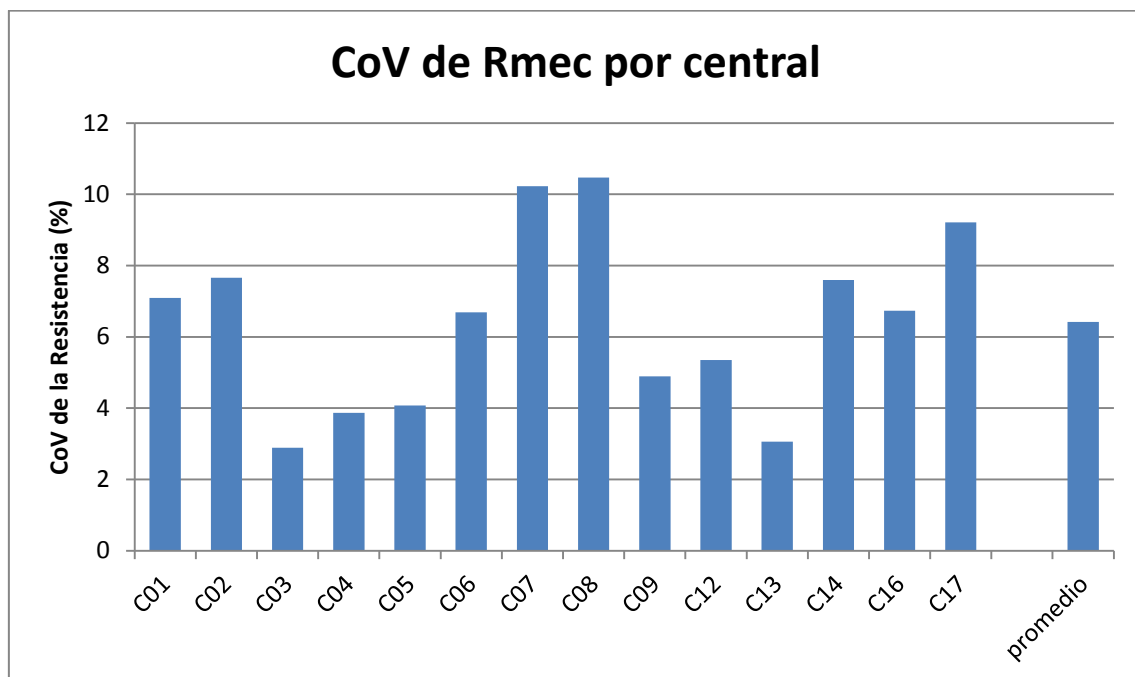


Figura 7 Coeficiente de variación de la resistencia a compresión.

Resistividad

Los resultados obtenidos de resistividad, en todas las probetas, con el método de Wenner se observan en la 8 y en la Figura 9 se representa la media por central y en la figura 10 el coeficiente de variación por central. Se observa que la dispersión en la resistividad por central, es baja, lo que se achaca a la homogeneidad de la mezcla y a que las medidas se han realizado por operarios del instituto Eduardo Torroja en las instalaciones del Instituto. El CoV medio entre todas centrales es del 9,80 %.

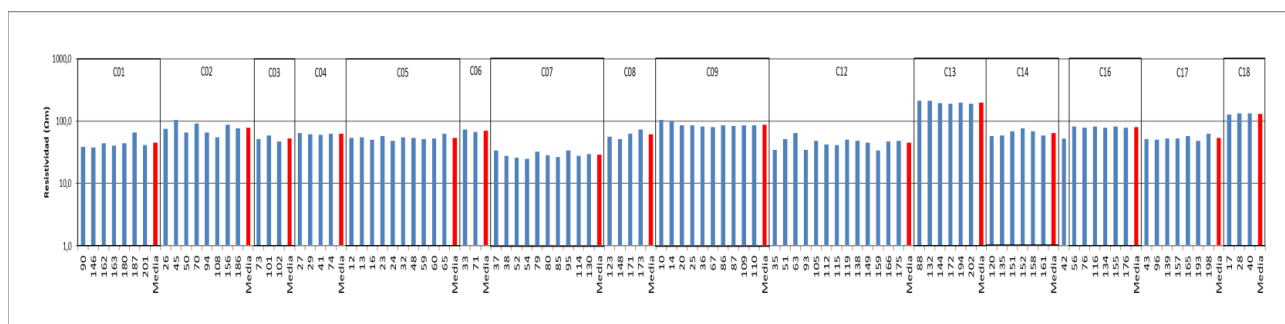


Figura 8 Valores de Resistividad individuales de cada probeta

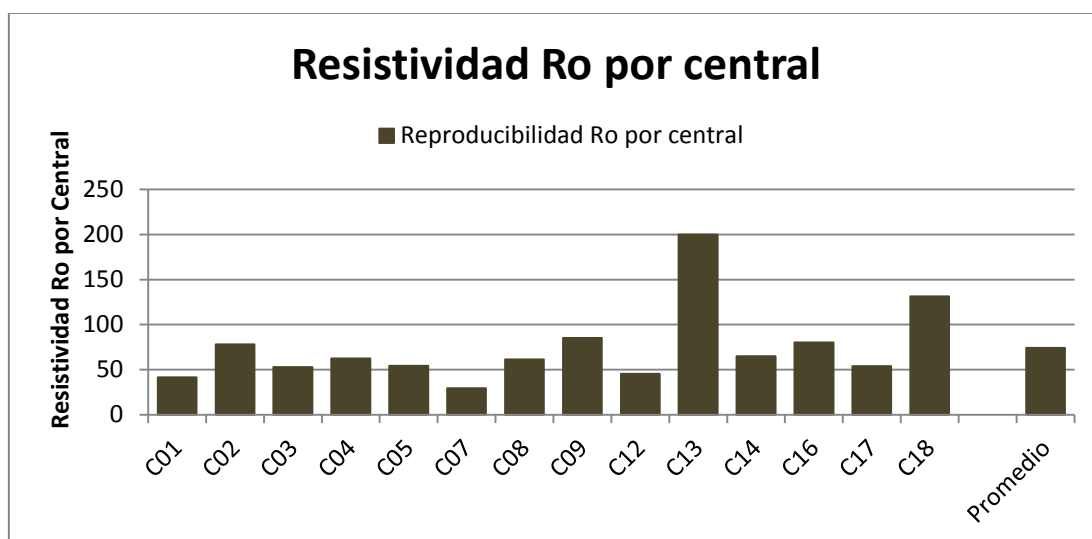


Figura 9 Valores de la media ponderada de la Resistividad de cada Central

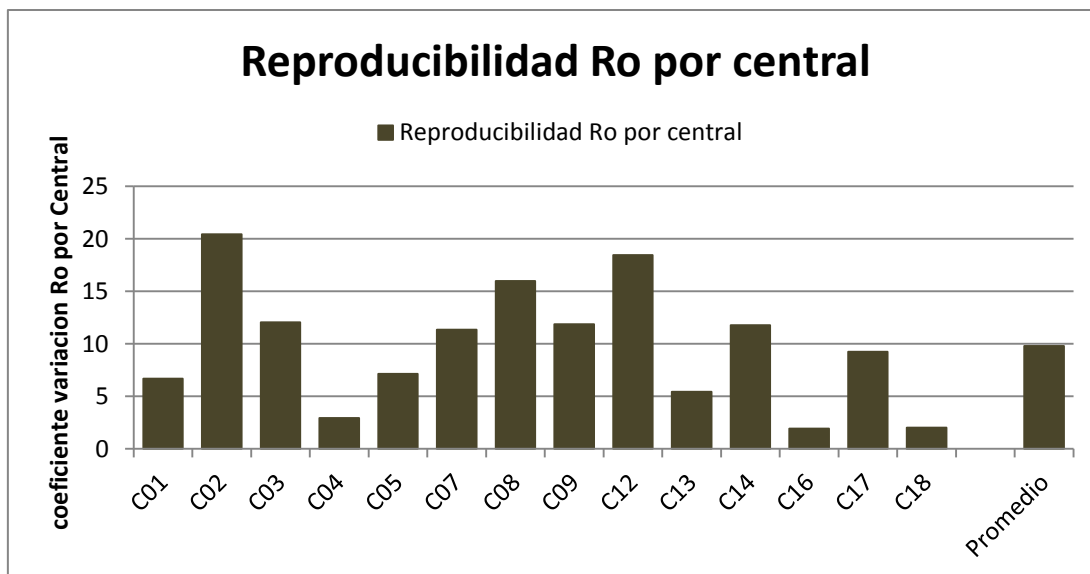
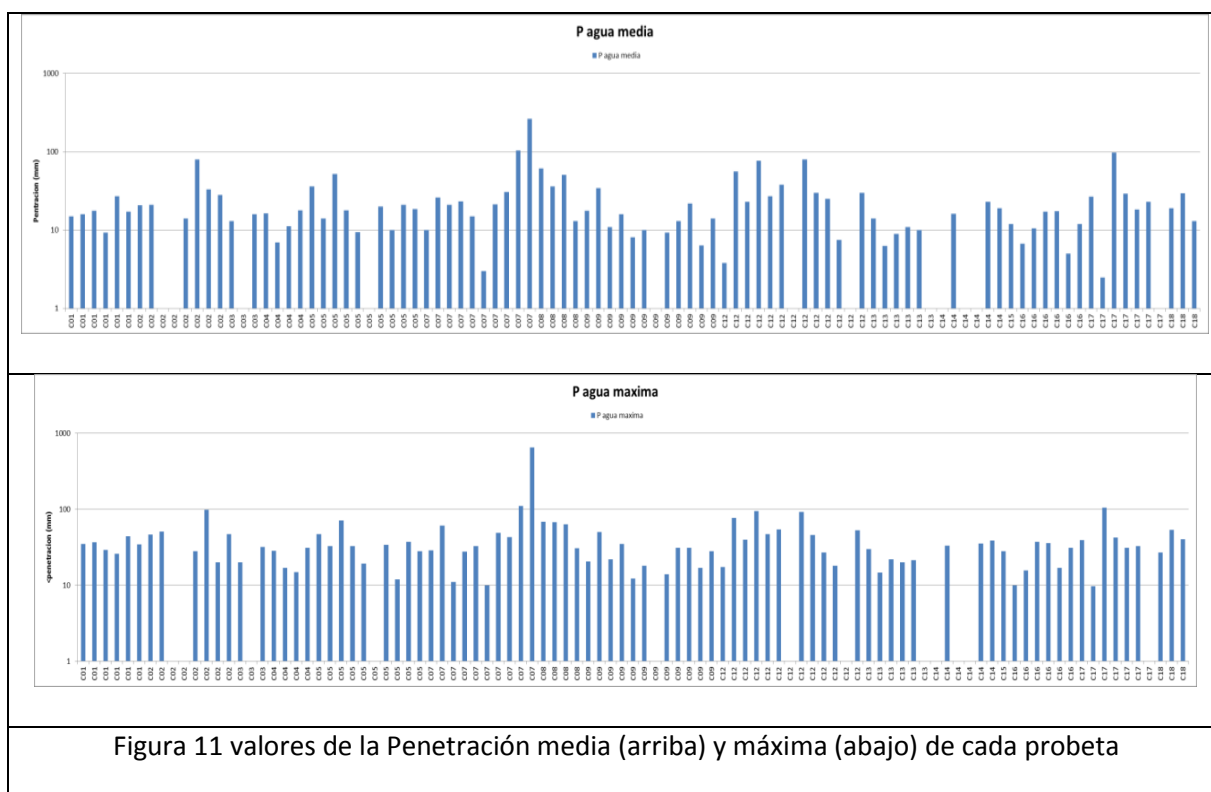


Figura 10 Valores del CoV de la Resistividad de cada Central

Penetración al agua

Los valores de la penetración al Agua media y máxima de las probetas individuales se muestran en las figuras 11. Las figuras 12 y 13 muestran respectivamente los valores medios por central y la reproducibilidad (CoV) por central. El valor del CoV resulta de alrededor del 50%. Estas medidas están realizadas por cada laboratorio.



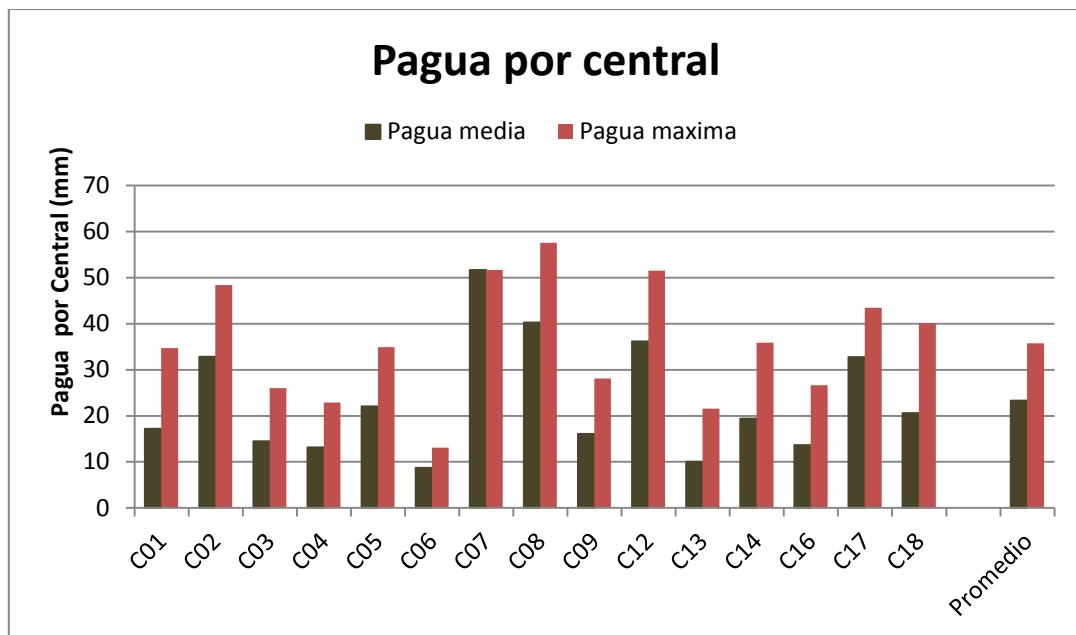


Figura 12 media de valores por central de la penetración al agua

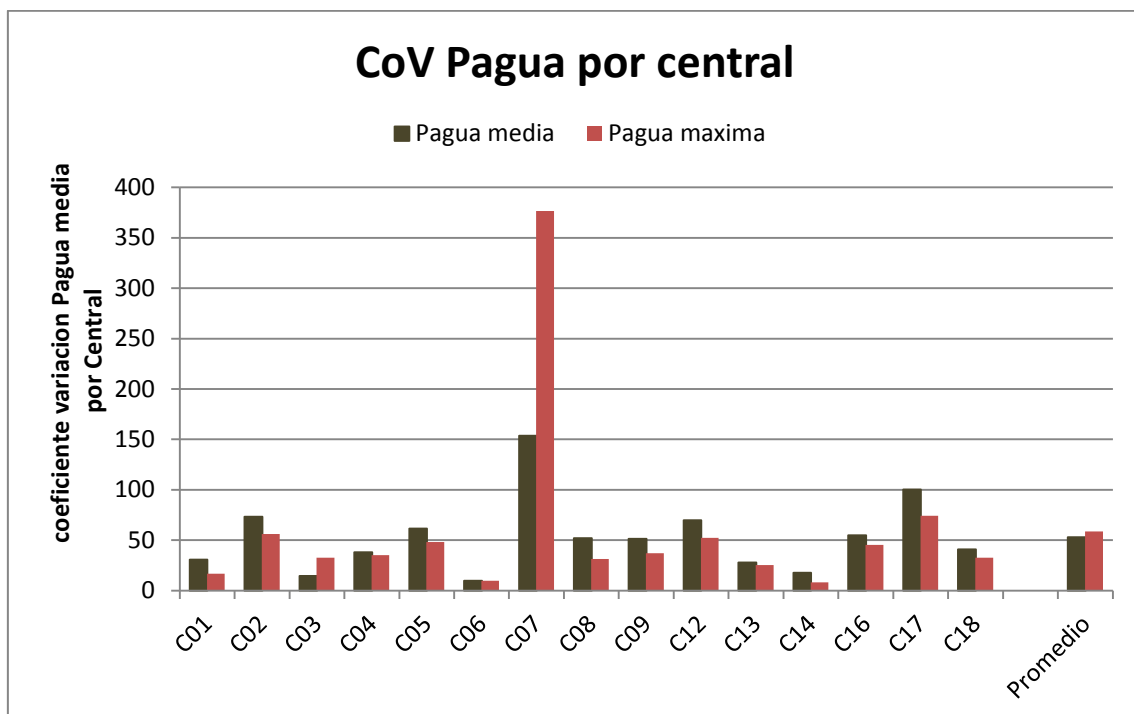


Figura 13 media de CoV por central de la penetración al agua

Penetración de ion cloruro

Los valores de la penetración del frente colorimétrico se presentan en la figura 14 para todas las probetas y la del coeficiente de difusión calculado de esos valores en la figura 15.

Los valores del coeficiente de variación de la penetración y del coeficiente de difusión se representan en la figura 16. Resulta el promedio del 10.88% para la penetración y del 30,78% para el coeficiente Dap.

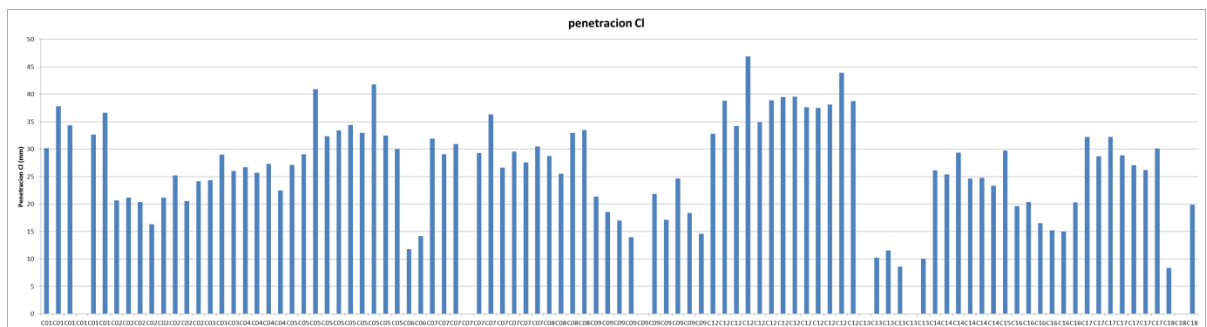


Figura 14 Valores de cada probeta de la penetración en mm del frente colorimétrico de cloruros

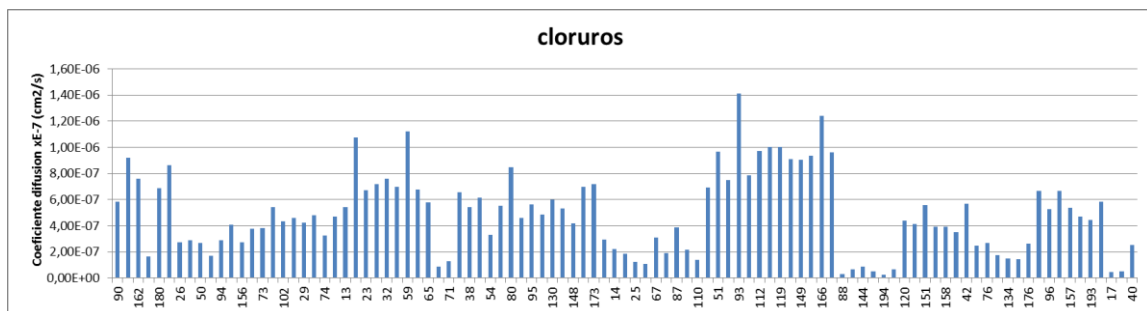


Figura 15 Valores de cada probeta del Coeficiente de Difusión de cloruros

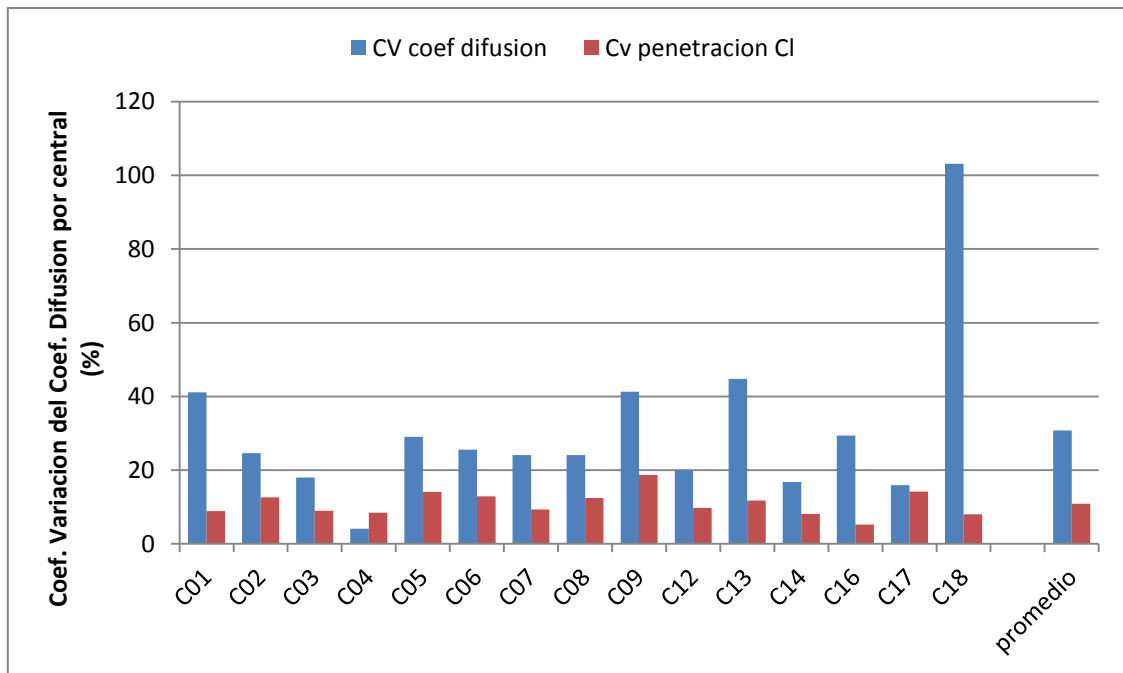


Figura 16 Coeficiente de variación de la penetración de cloruros y del coeficiente de Difusión por central y promedio total.

Penetración de CO₂

Los valores de la penetración del frente colorimétrico de carbonatación se presentan en la figura 17 para todas las probetas y la de la Velocidad de carbonatación V_{CO_2} calculada a partir de esos valores en la figura 18.

Los valores del coeficiente de variación de la V_{CO_2} se representan en la figura 19 que resulta con un promedio del 22,96%.

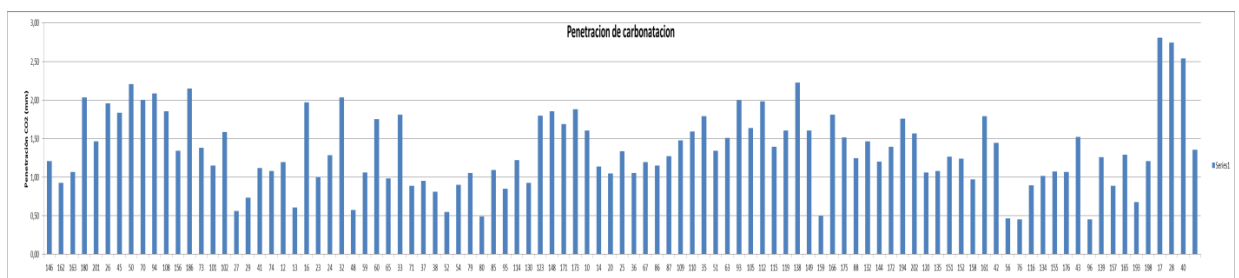


Figura 17 Valores de cada probeta de la penetración en mm del frente carbonatado

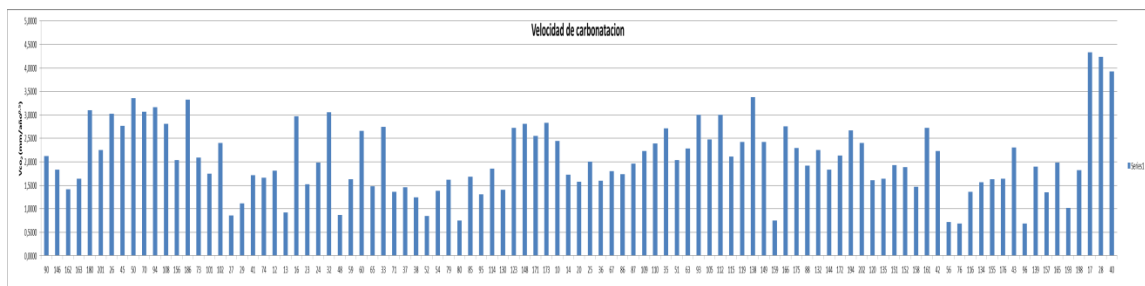


Figura 18 Valores de cada probeta de la velocidad de carbonatación

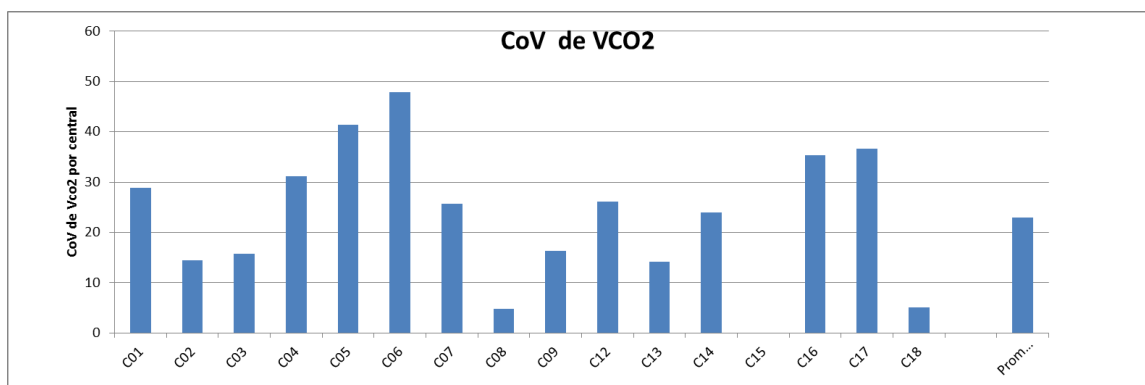


Figura 19 Coeficiente de variación de la penetración carbonatad por central y promedio total.

CORRELACIONES

A continuación se presentan las correlaciones que se han encontrado entre los distintos parámetros medidos.

Resistencia a compresión

La figura 20 , 21 y 22 presenta respectivamente las correlaciones con la resistividad , con el Coeficiente de difusión de cloruros y con la velocidad de carbonatación.

Son bastante bajas y habría que diferenciar por familia de cemento para que pudieran resultar mas elevadas.

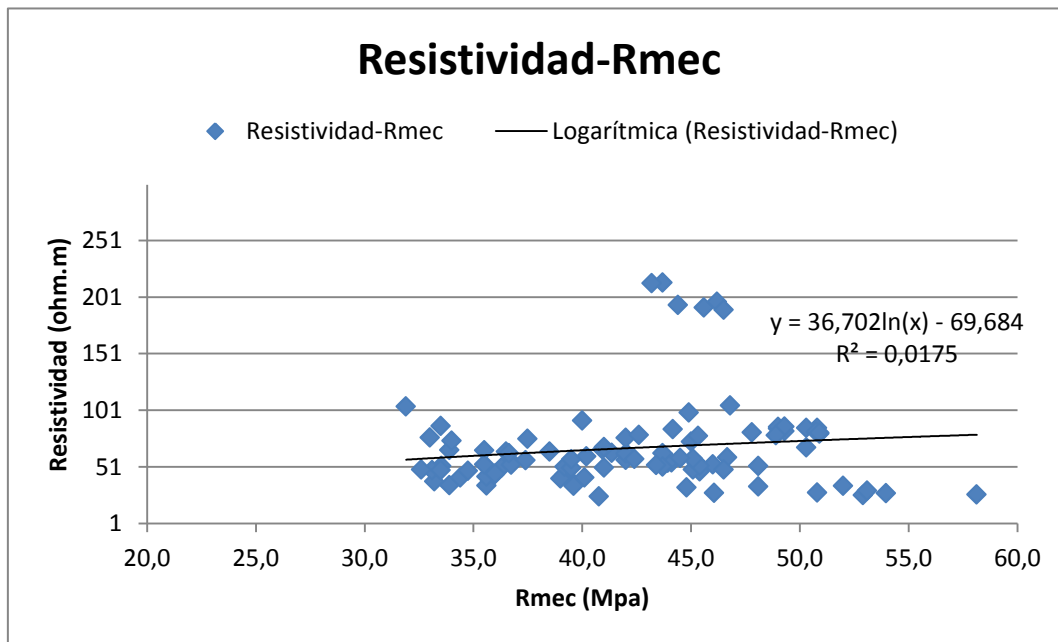


Figura 20 Correlación Resistencia a compresión - Resistividad

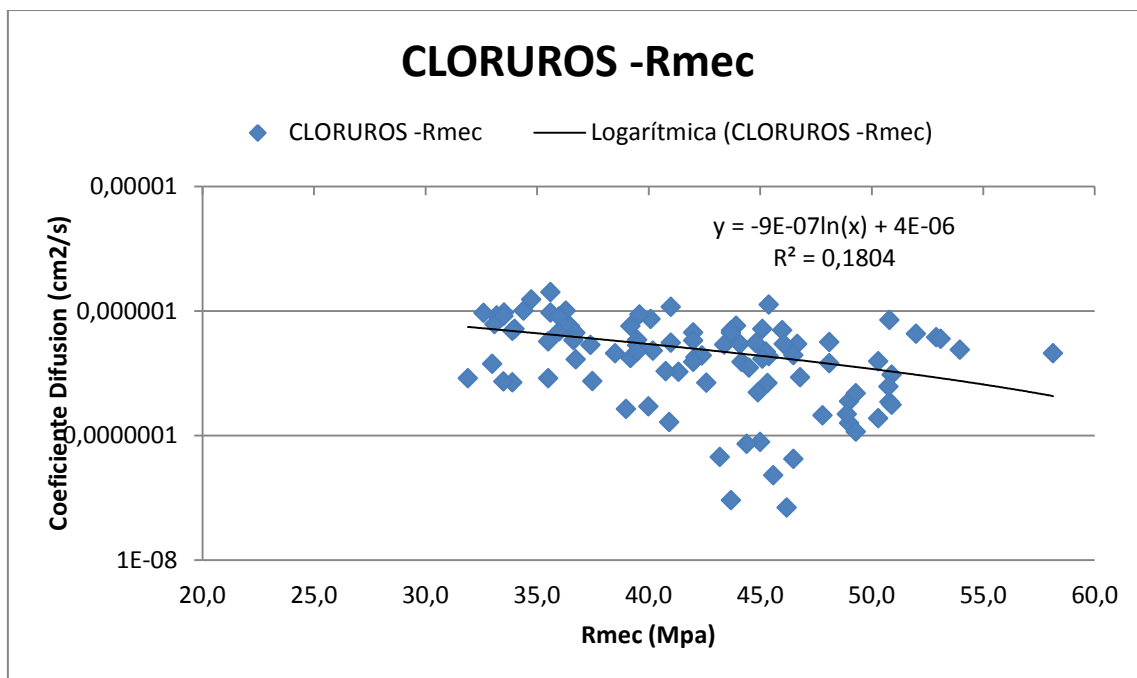


Figura 21 Correlación Resistencia a compresión- Coeficiente D_{ap} de cloruros

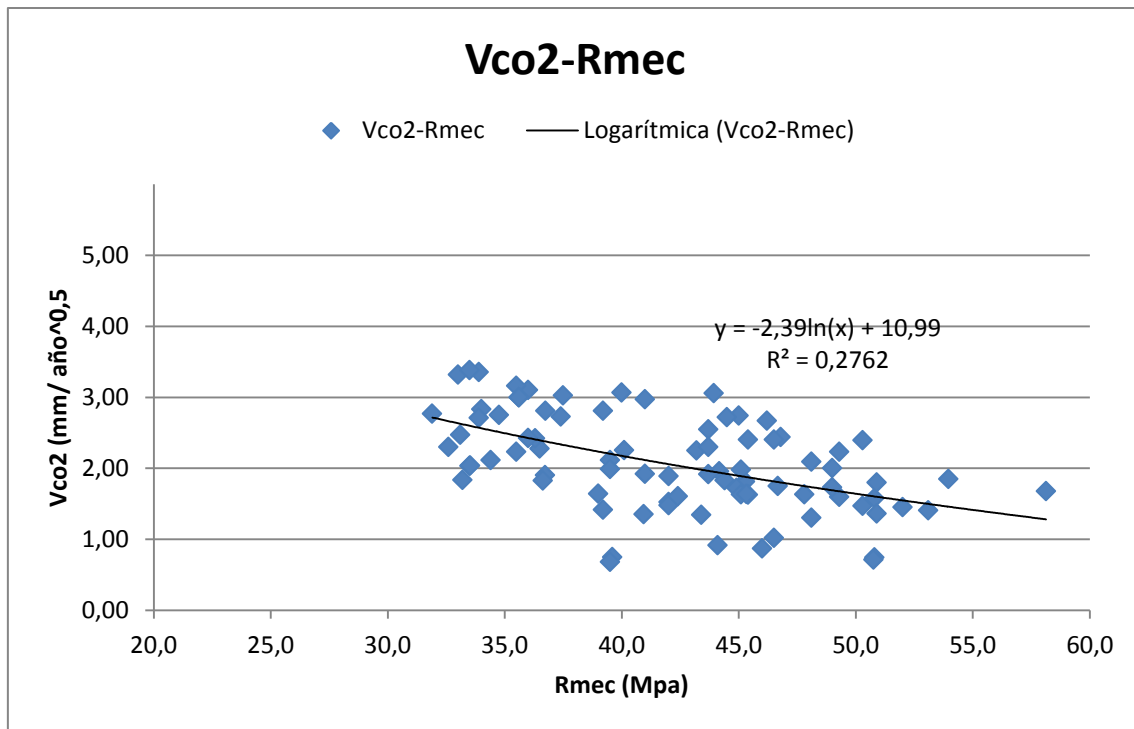


Figura 22 Correlación Resistencia a compresión- velocidad de carbonatación.

Penetración al agua

Las correlaciones de la P_{agua} con al Resistividad se dan en las figuras 23 y en escala normal y en la figura 24 en escala logarítmica para apreciar mejor. No se encuentra ninguna correlación posible entre ambos parámetros como se trata mejor en las figuras 25 quitando los valores aberrantes de la P_{agua} máxima y en la figura 25 de la P_{media} .

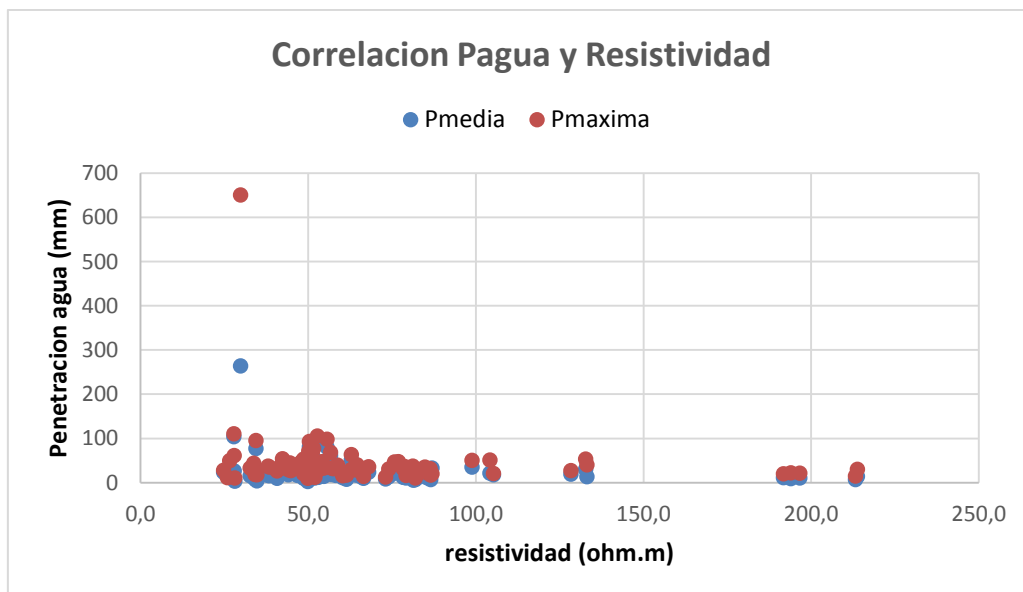


Figura 23 relación Pagua y resistividad en escala normal

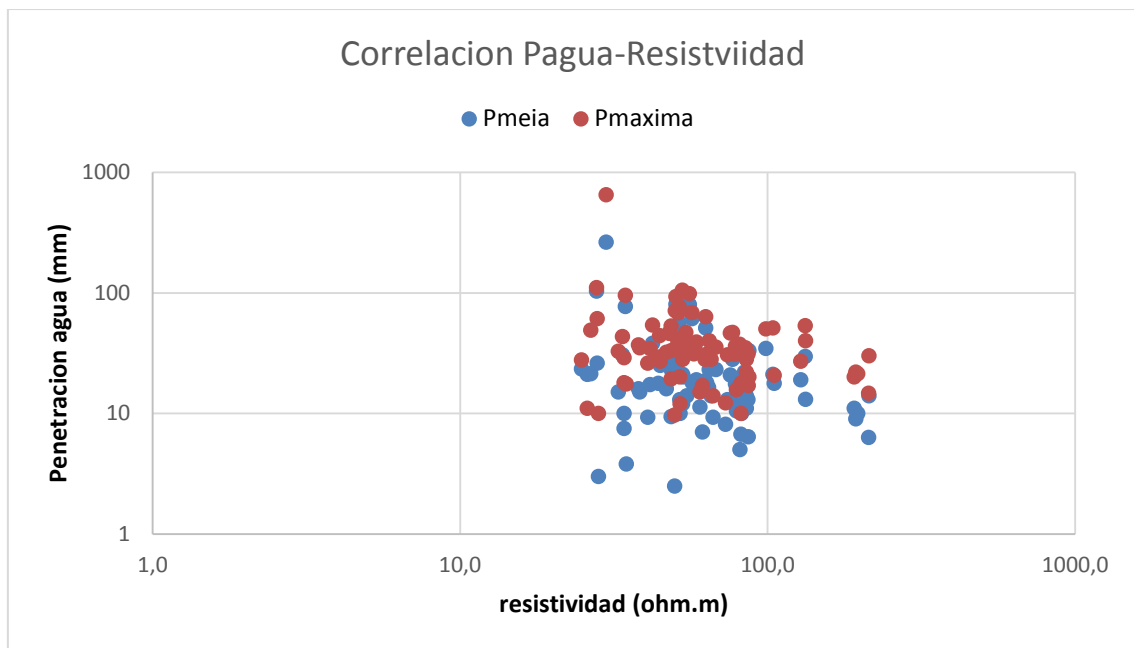


Figura 23 relacion Pagua y resistividad en escala logarítmica

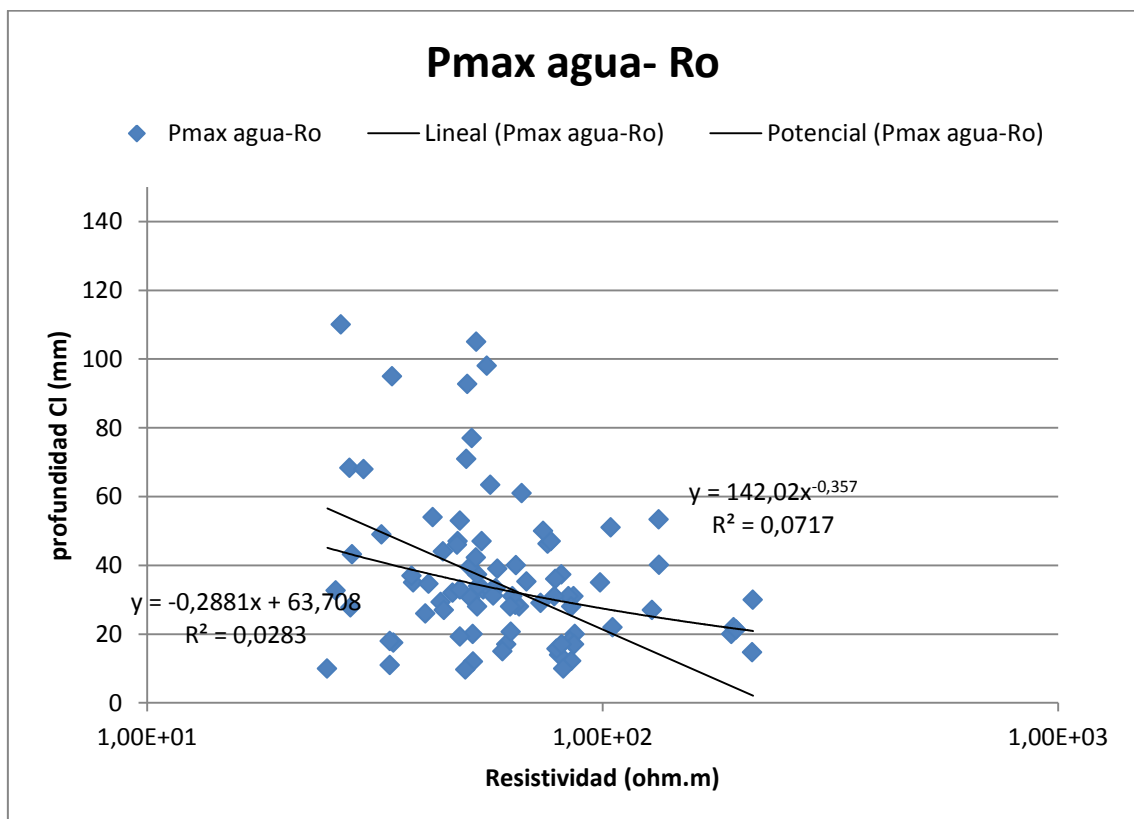


Figura 24 Relación Pagua máxima y resistividad

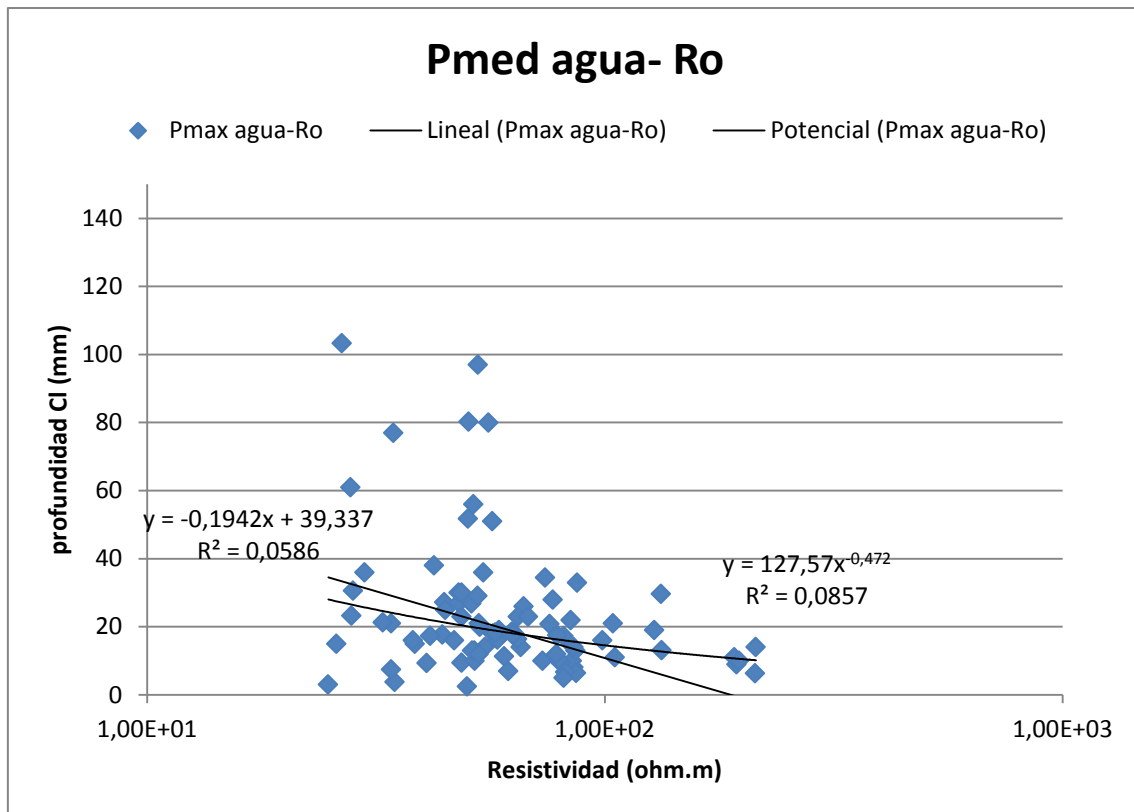


Figura 25 Relación Pagua media y resistividad

Relación D_{ap} de cloruros – Resistividad

La relación entre el D_{ap} y la resistividad debería responder a la ecuación de Einstein:

$$D = \frac{1E - 4}{\rho}$$

Esta tendencia se ajusta bastante bien a los resultados tal y como se aprecia en la figura 26 con una precisión en el ajuste relativamente alta.

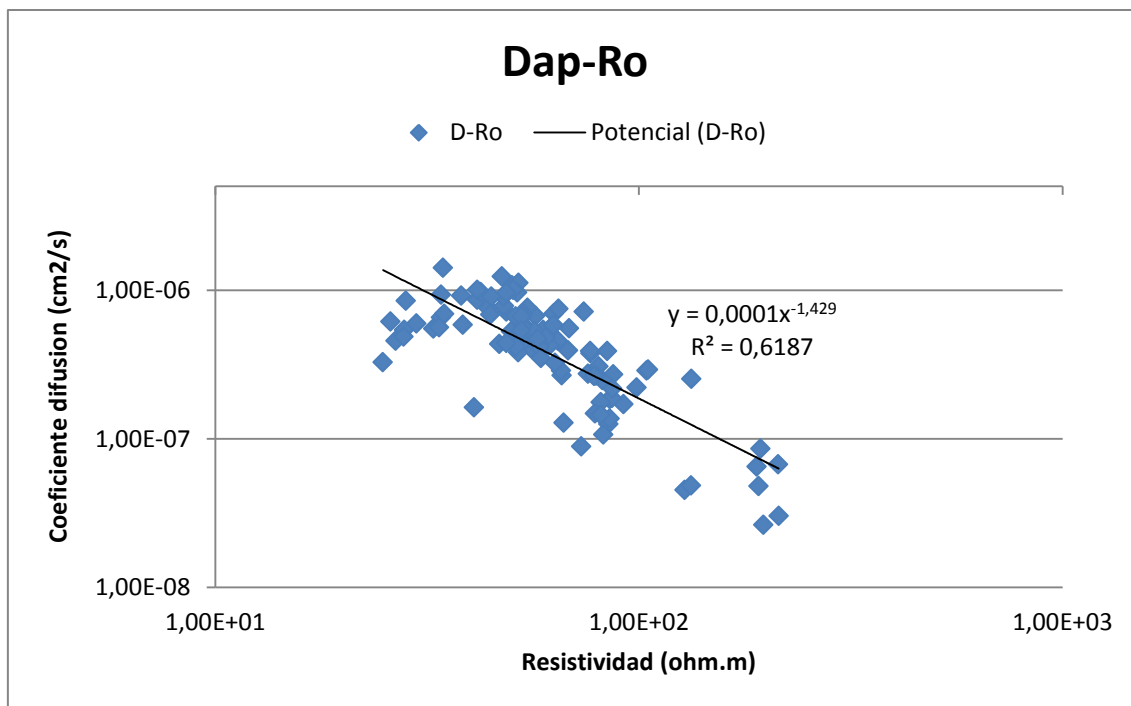


Figura 26 Correlación de la resistividad y el coeficiente aparente de difusión de cloruros.

Relación D_{ap} de cloruros –D-Pagua

Esta correlación no es buena si se compara el D_{ap} con la penetración al agua tal y como se muestra en las figuras 27 y 28 para la P_{max} y la P_{media} respectivamente.

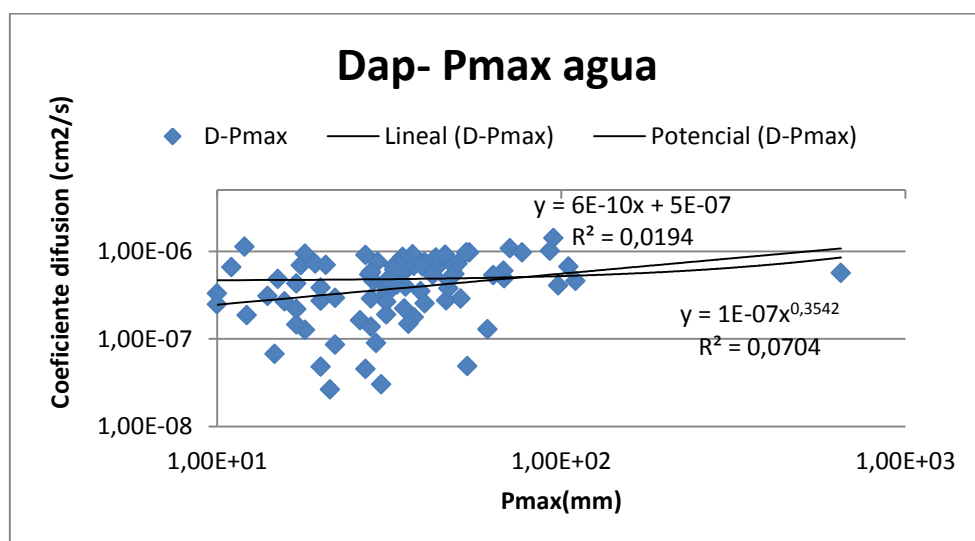


Figura 27 Correlación del coeficiente aparente de difusión de cloruro y la Pagua maxima.

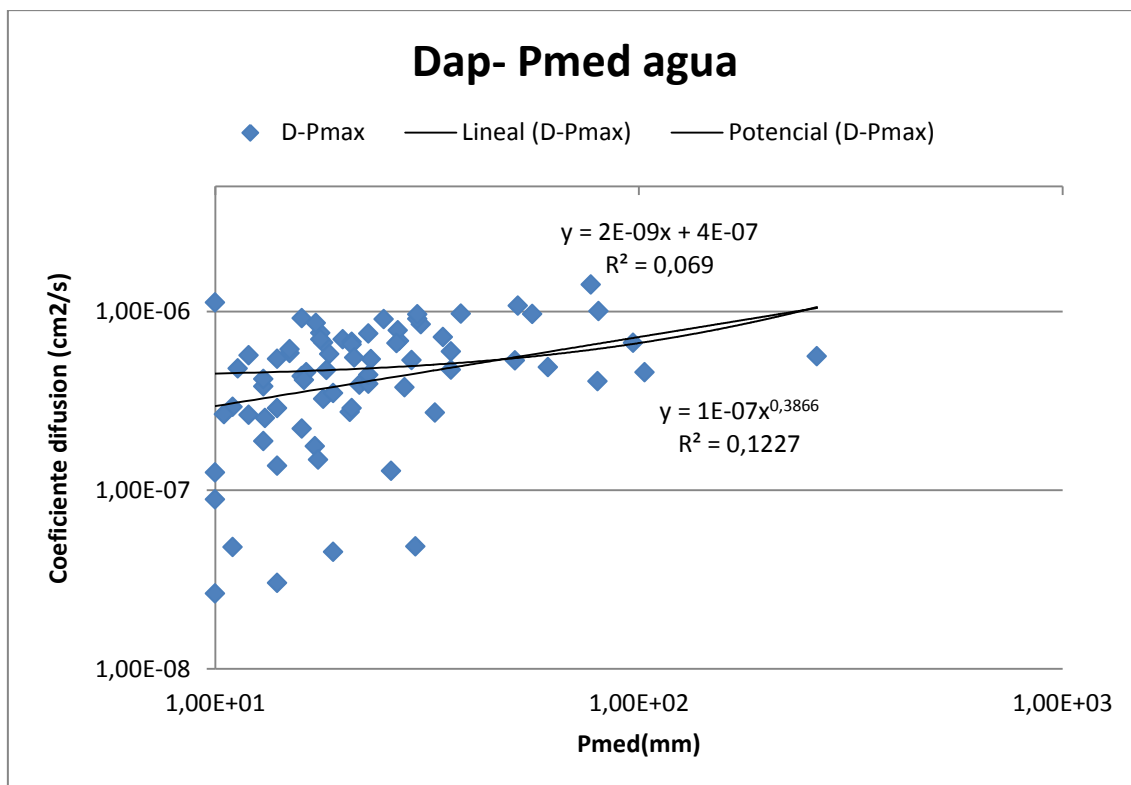


Figura 28 Correlación del coeficiente aparente de difusión de cloruro y la Pagua media.

Si se comparan las correlaciones del D_{ap} con la Pagua y al resistividad como se hace en la figura 29 para cada central se comprueba el carácter disperso de la Pagua (quitando valores aberrantes y medida en cada laboratorio) y la resistividad (todas las medidas en el IETcc)

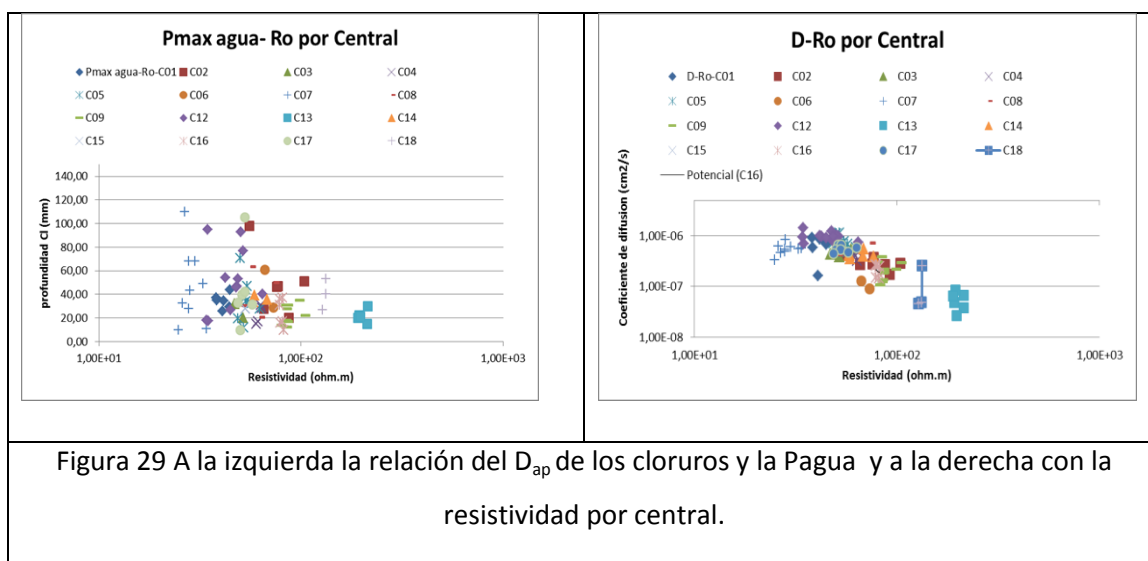


Figura 29 A la izquierda la relación del D_{ap} de los cloruros y la Pagua y a la derecha con la resistividad por central.

Relación carbonatación – resistividad

La correlación se da en la figura 30 y es bastante baja.

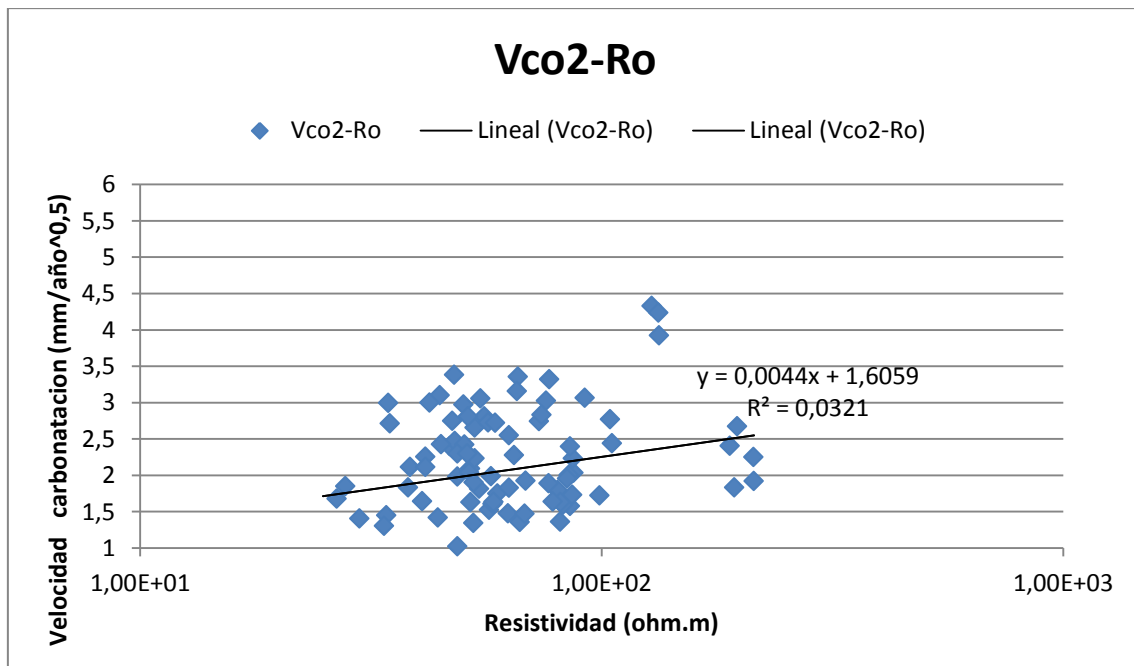


Figura 30 Correlación de la velocidad de carbonatación y la resistividad por central.

Relación carbonatación – Pagua media

En al figura 31 se muestra la relación que da una precisión muy baja.

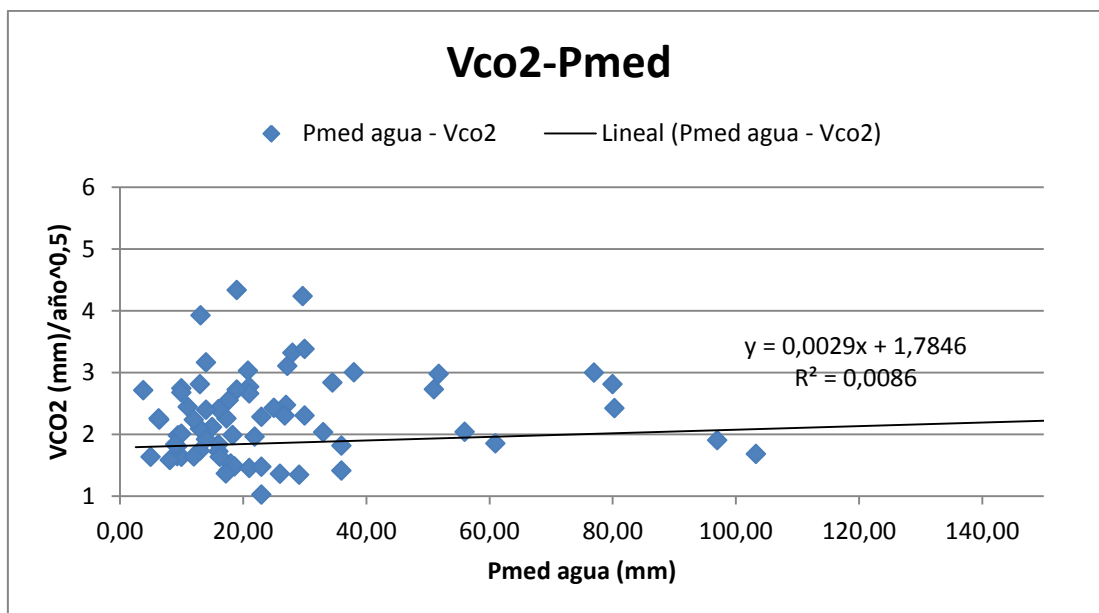


Figura 30 Correlación de la velocidad de carbonatación y Pagua media por central.

Resumen de coeficientes de variación medios

Se resumen en la tabla 5.

Tabla 5 CoV de las medidas individuales realizadas

coeficientes de variación medios	Valor (%)
Resistencia a compresion	6,5
Pagua media	56
Pagua maxima	50
Resistividad	10
Penetracion cloruros	11
D _{ap} cloruros	31
Pcarbonatacion	27
Vco2	25

CONCLUSIONES

Las medidas que fueron realizadas por técnicos del IETcc fueron las de Resistividad, difusión de cloruros y velocidad de carbonatación. Los resultados de resistencia a compresión y de Penetración al agua fueron facilitados por el programa EILA y realizadas en cada laboratorio.

Los ensayos realizados han permitido concluir lo que se resume a continuación:

1. La mejor correlación se da entre la Resistividad y el coeficiente de Difusión de Cloruros. La de la Resistividad con la V_{CO_2} es bastante baja.
2. No se ha encontrado una buena correlación del D_{ap} no de la V_{CO_2} con la penetración al agua
3. Los CoV de todos los parámetros excepto los de la Penetración al agua que son muy elevados, son muy bajos o moderados.

ANEJO I

METODOS DE ENSAYO

RESISTIVIDAD

El método más utilizado para medir la resistividad es el método de Wenner o el método de cuatro puntas, definido en la norma UNE 83988-2. Este método está basado en la utilización de cuatro electrodos en contacto con la superficie del hormigón, a una distancia fija dispuestos en línea. El contacto eléctrico entre electrodo-hormigón se garantiza mediante la humectación de las 4 puntas con agua. Se aplica una corriente entre los electrodos situados en los extremos del eje, y se recoge la diferencia de potencial entre los electrodos interiores.

En el caso de medios finitos, el factor geométrico que relaciona la resistencia con la resistividad es $2 \cdot \pi \cdot a$, según se muestra en la siguiente ecuación:

$$\rho = 2\pi a R$$

Donde ρ es la resistividad ($\Omega \cdot m$), R es la resistencia (Ω) y a es la distancia entre electrodos.

Pero se ha de tener en cuenta el tamaño de la probeta, por tanto, habrá que multiplicar la ecuación anterior por el factor de forma, así la resistividad de la probeta queda de la siguiente manera:

$$\rho_{probeta} = 2\pi a R \cdot F_f$$

Donde F_f es el factor de forma, que varía según el tipo de probeta que se ensaye y la distancia entre electrodos. Este valor para la probeta cilíndrica de 15x30 cm es de 0,715 para una distancia entre electrodos de 3,5 cm.

El ensayo debe realizarse en probetas saturadas. Se realizan 6 medidas sobre las 6 generatrices separadas 60° entre sí, para medir a lo largo de todo el perímetro de la probeta de forma homogénea. El valor de la resistividad de la probeta será la media de estas 6 medidas, multiplicada por el factor de forma correspondiente, en este caso 0,714. En la Figura 6 se muestra la forma en que se mide la resistividad.



Figura 6. Medida de resistividad a través del método de Wenner.

PENETRACIÓN DE CO₂

El método utilizado para medir la penetración de este agresivo en probetas de hormigón, se basa en el procedimiento descrito en la norma UNE 83993-1. Consiste en la determinación de la profundidad y de la velocidad de carbonatación de un hormigón endurecido que se ha dejado expuesto a la intemperie, pero protegido de la lluvia.

Para cuantificar la velocidad de carbonatación se aplica la ecuación de la raíz cuadrada del tiempo, que es una solución particular para el modelo de difusión.

$$V_{CO_2} = \frac{x}{\sqrt{t}}$$

Donde V_{CO_2} es la velocidad de carbonatación, en mm/año^{0,5}, x es la profundidad media de carbonatación en mm y t es el tiempo de ensayo en años.

La medida de penetración media se describe en la norma UNE 112011, tras partir la probeta longitudinalmente, se aplica la disolución de indicador, fenolftaleína al 1% disuelta en alcohol etílico al 70%. El cambio de color que se observa (de rojo-púrpura a incoloro) en la zona carbonatada permite conocer la penetración media del agresivo, Figura 7.



Figura 7. Medida de profundidad de carbonatación.

PENETRACIÓN Y ANÁLISIS DE CLORUROS

El método para medir la profundidad de penetración del ión Cloruro, se basa en el procedimiento descrito en la norma prCENTS 12390-11, en la que se determina la penetración de ión Cloruro en cualquier tipo de hormigón a partir de una piscina con disolución de Cloruro Sódico colocada en la cara superior de la probeta.

Concluido el tiempo destinado para el ensayo, se obtiene la profundidad de penetración del cloruro a partir de la coloración suministrada por una disolución de Nitrato de Plata 0,05 M, que en contacto con el ión Cloruro, cambia la tonalidad del hormigón (Figura 8) de oscura a blanquecina.

Si se quiere realizar un análisis de contenido de Cloruros, o un perfil de penetración para obtener coeficientes de difusión, se utiliza la norma UNE 80213 que se basa en una determinación potenciométrica de ión Cloruro, sobre muestras de hormigón seco en polvo obtenidas cada 1-2 mm hasta una distancia determinada.

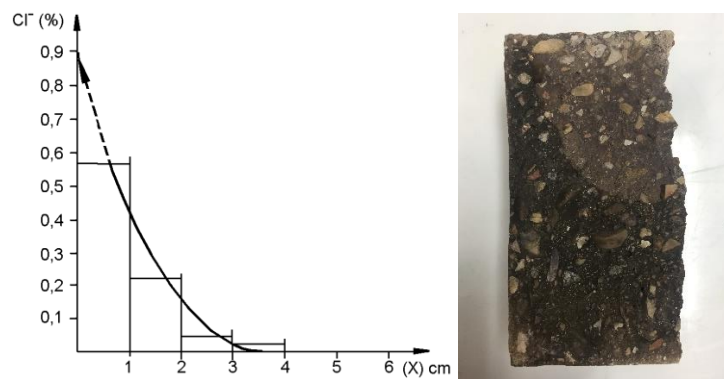


Figura 8. Perfil de cloruros obtenido por valoración y por Nitrato de Plata.

ANEJO II

LABORATORIOS PARTICIPANTES

ANDALUCÍA

LABORATORIO ANDALUZ DE ENSAYOS DE CONSTRUCCION SRL (LAENSA)
CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS S.A.
CENTRO DE ESTUDIO DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRA S.A. (CEMOSA)
SERGEYCO ANDALUCIA, S.L.
LABSON, GEOTECNIA Y SONDEOS, S.L.
GEOTÉCNICA DEL SUR, S.A.
LABORATORIO TCAL S.L.
LABORATORIOS DE TECNOLOGÍA ESTRUCTURAL S.L
ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
INECCA, INGENIERÍA Y CONTROL S.L.
EVINTES CALIDAD S.L.L.
SERVICIOS INTEGRADOS DE GEOTECNIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN S.L. (SIGMAC)
MARÍA JESÚS NAVARRO PARRILLA
LABORATORIO OFICIAL DE CÓRDOBA, Consejería de Fomento y Vivienda, Junta de Andalucía
LABORATORIO OFICIAL DE GRANADA, Consejería de Fomento y Vivienda, Junta de Andalucía

ARAGÓN

CONTROL 7
PHI 2011
LACE
PRETERSA PRENAVISA
IGEO 2 ZARAGOZA

ASTURIAS

ESTABISOL
GEDHOSA

BALEARES

PIME MENORCA
CONTROL BLAU –QSLU
LABARTEC SLU
LABORATORIO BALEAR PARA LA CALIDAD SL (LBC SL)

CANARIAS

LABORATORIO OFICIAL DE GRAN CANARIA DE LA CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
LABORATORIO OFICIAL DE TENERIFE DE LA CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
ICINCO LABORATORIO DE TENERIFE

CASTILLA-LA MANCHA

SERGEYCO CASTILLA LA MANCHA
IMPELLO DESARROLLOS SA
TÜV SÜD IBERIA SAU
UNICONTROL SL
SERVICIOS EXTERNOS Y APROVISIONAMIENTO (SEA) ALBACETE
SERVICIOS EXTERNOS Y APROVISIONAMIENTO (SEA) CIUDAD REAL

CASTILLA Y LEÓN

INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD (INCOSA)
GENERAL DE HORMIGONES (GHEDOSA)
INZAMAC
CENILESA INGENIERÍA Y CALIDAD
INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS Y MEDIOAMBIENTALES (INGEMA)
CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD

CATALUÑA

APPLUS NORCONTROL, SLU
BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, SL (BAC)
CENTRE D'ESTUDIS DE LA CONSTRUCCIÓ I ANÀLISI DE MATERIALS, SLU (CECAM)
EPTISA ENGINYERIA I SERVEIS, SAU
FSQ QUALITAT I MEDI AMBIENT, SL
TPF GETINSA EUROESTUDIOS, SL
INSTITUTO DE AUSCULTACIÓN ESTRUCTURAL Y MEDIO AMBIENTE, SL (INEMA)
LABOCAT CALIDAD, SL
LABORATORI DEL VALLÈS DE CONTROL DE QUALITAT, SL
LABORATORIOS DE CONTROL DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN, SL
LGAI TECHNOLOGICAL CENTER, SA (LGAI)
LOSTEC, SA
PROMOTORA MEDITERRANEA-2, SA (PROMSA)

EXTREMADURA

INTROMAC

GALICIA

EPTISA VILABOA
ENMACOSA
CYE
APPLUS NORCONTROL
3C CALIDAD Y CONTROL
GALAICONTROL

MADRID

MAHORSA

CEyGE- CONTROL DE ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA S.L

ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L

LABORATORIO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO "GENERAL MARVÁ" (LABINGE)

CCI- CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN, S.L

CEMOSA- CENTRO DE ESTUDIO DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRA

INTEMAC S.A.

CONES, CONTROL DE ESTRUCTURAS Y SUELOS, S.L.

EUROCONSULT, S.A.

GMD-GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE 2000 SL

MURCIA

CENTRO DE ENSAYOS Y MEDIO AMBIENTE

CEICO

LABORATORIOS DEL SURESTE

HORYSU MURCIA

HORYSU CARTAGENA

MASSALIA INGENIERÍA

ITC SLL

TYC

LABORATORIO REGIONAL DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EDIFICACIÓN

HORMISSA

NAVARRA

LABORATORIO DE EDIFICACIÓN (UNIVERSIDAD DE NAVARRA

CECTECO

ENTECSA

PAÍS VASCO

LABIKER S.L.

SERINKO S.L

SAIO-TEGI, S.A.

EPTISA Cinsa, S.A

GIKESA

FUNDACIÓN TECNIALIA

EUROCONSULT NORTE S.A.

EUSKONTROL S.A

VALENCIA

CANTERA LA TORRETA

COMAYPA S.A.

CyTEM ALICANTE

GANDIACONTROL, S.L.

ASVER VERIFICACIONES S.L.U.

INTERCONTROL LEVANTE S.A.

C2C SERVICIOS TÉCNICOS DE INSPECCIÓN S.L. (ALBAIDA)

LA RIOJA

TÜV SÜD IBERIA SAU

ENTECSA RIOJA