



Julio, 2015

tesis doctoral realizada por

Júlia Gómez Ramió

Los pináculos de la Sagrada Familia:
restauración y obra nueva

Los pináculos de la Sagrada Familia: restauración y obra nueva

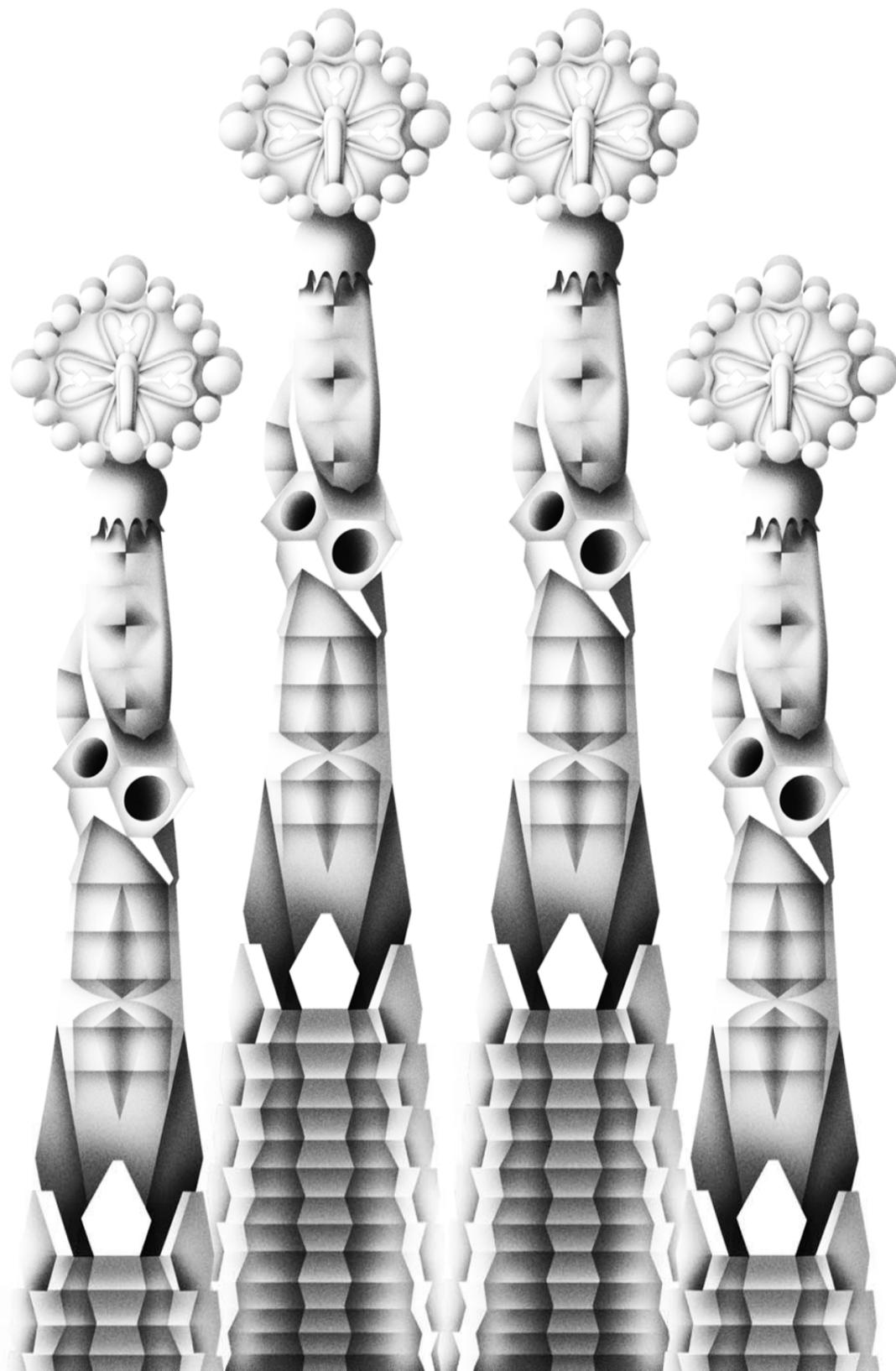
tesis doctoral realizada por:
Júlia Gómez Ramió

dirigida por:
Antonio Aguado de Cea
Sergio Henrique Pialarissi Cavalaro

Barcelona, Julio 2015

Universitat Politècnica de Catalunya
Departament d'Enginyeria de la Construcció

TESIS DOCTORAL



Julio 2015 Tesis Doctoral realizada por Júlia Gómez Ramió Los pináculos de la Sagrada Família: restauración y obra nueva

Los pináculos de la Sagrada Família: restauración y obra nueva

Tesis Doctoral realizada por:

Júlia Gómez Ramió

Dirigida por:

Antonio Aguado de Cea

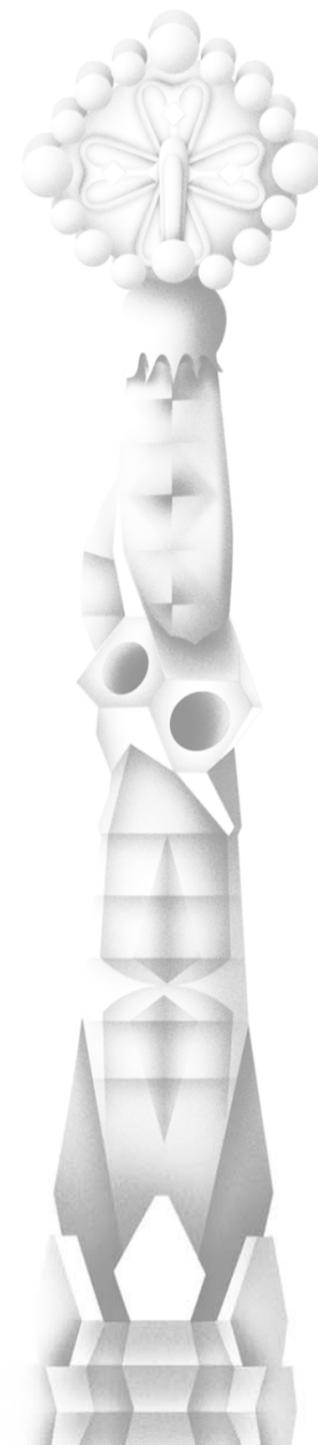
Sergio Henrique Pialarissi Cavalaro

Barcelona, julio 2015

Universitat Politècnica de Catalunya

Departament d'Enginyeria de la Construcció

TESISDOCTORAL



ANEXO A

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DEL PINÁCULO

A.1 INTRODUCCIÓN

En este anexo se adjuntan los resultados obtenidos por difracción (DRX) y (ADT-TG) de las muestras del pináculo de Santo Tomás (T.1, T.2, T.3) analizadas en el cuerpo del Capítulo 4. En la tabla A.1 se describe cada parte de las muestras que se presentan y su correspondiente apartado. En cada uno ellos se exponen dos figuras: la primera, corresponde al difractograma DRX y la segunda, al termograma ADT-TG.

| MUESTRAS | | DESCRIPCIÓN | APARTADO |
|---|-----|---|----------|
| Pináculo Sto. Tomás Fachada de la Pasión (2n Etapa) | T.1 | B Mortero enlucido <i>(ver figura a de la tabla 4.1)</i> | A.2.1 |
| | T.2 | A Hormigón (exterior) <i>(ver figura c de la tabla 4.1)</i> | A.2.2 |
| | | B Hormigón (interior) <i>(ver figura c de la tabla 4.1)</i> | A.2.3 |
| | T.3 | A Mortero enlucido <i>(ver figura a de la tabla 4.1)</i> | A.2.4 |
| | | B Motero (interior) <i>(ver figura c de la tabla 4.1)</i> | A.2.1 |

Tabla A.1: Descripción de las muestras de los resultados presentados en el anexo A

A.2 RESULTADOS DRX Y ADT-TG

A.2.1. MUESTRA T1.B

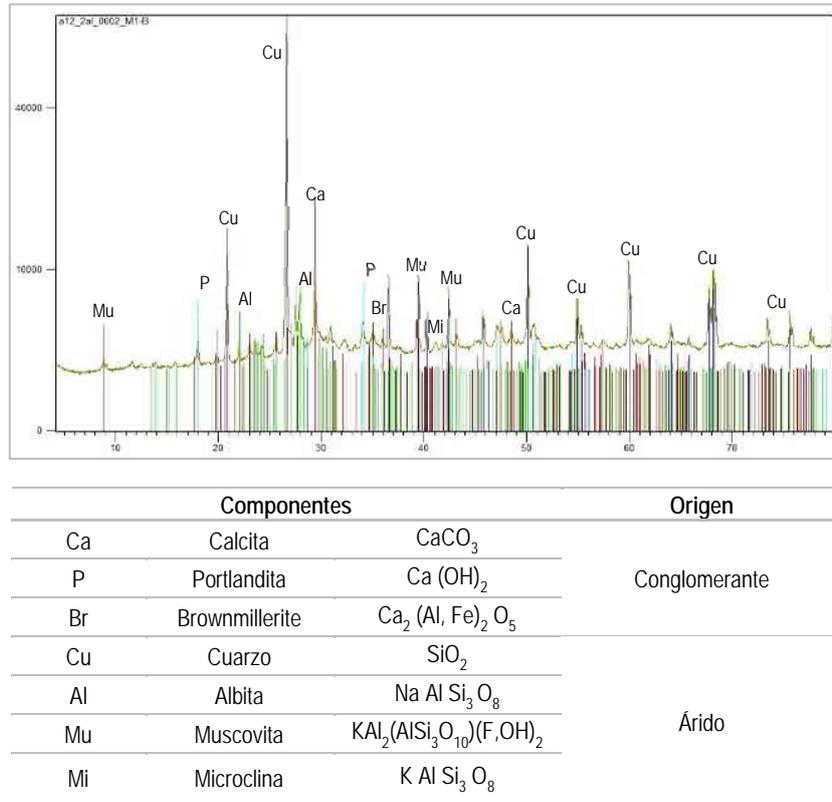


Figura A.1: Difractograma DRX de la muestra T.1.B

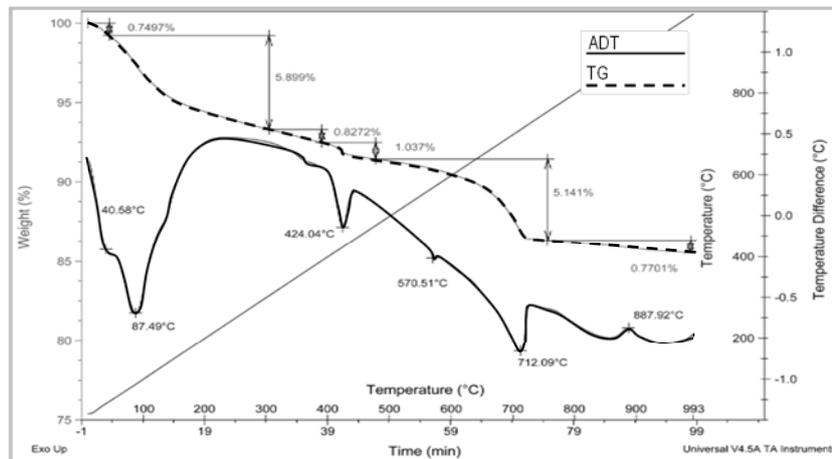
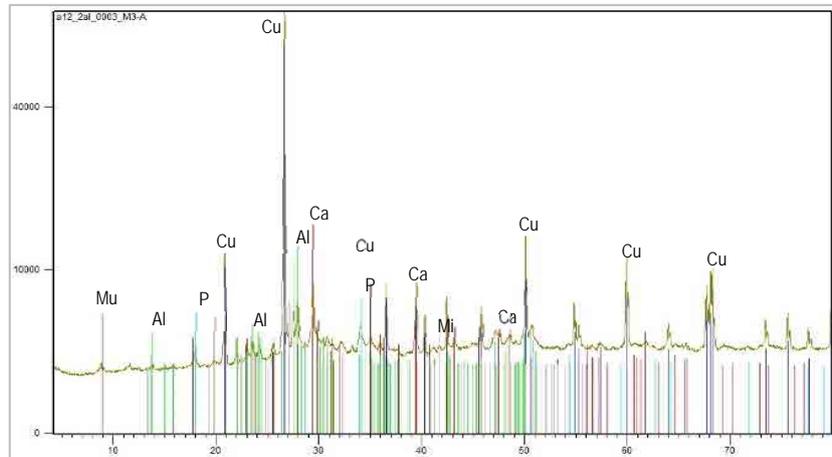


Figura A.2: Termogramas ADT-TG de la muestra T.1.B

A.2.2. Muestra T2.A



| Componentes | | | Origen |
|-------------|-------------|--|---------------|
| Ca | Calcita | CaCO_3 | Conglomerante |
| P | Portlandita | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | |
| Cu | Cuarzo | SiO_2 | |
| Al | Albita | $\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$ | Árido |
| Mu | Muscovita | $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$ | |
| Mi | Microclina | $\text{K Al Si}_3 \text{O}_8$ | |

Figura A.3: Difractograma DRX de la muestra T.2.A

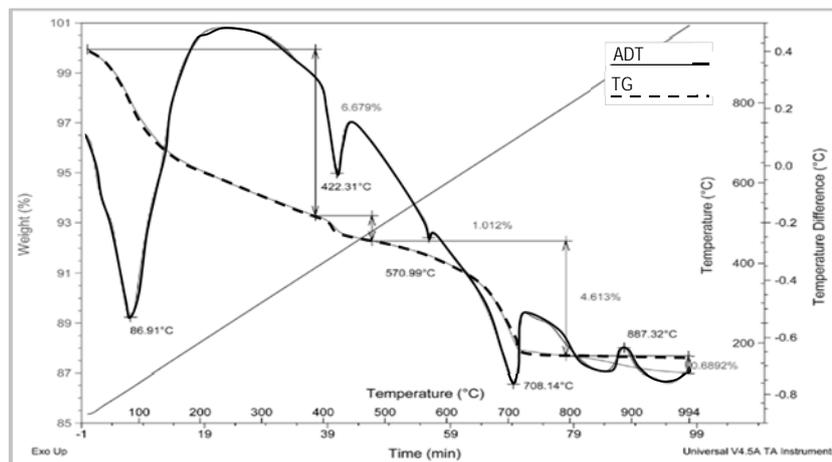
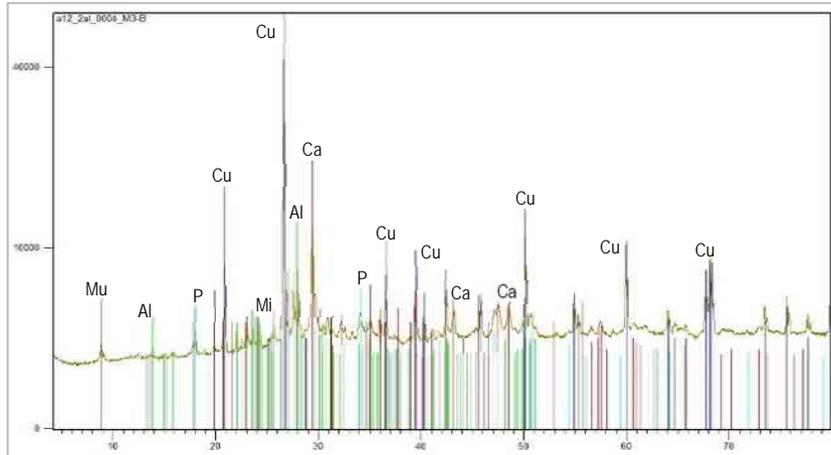


Figura A.4: Termogramas ADT-TG de la muestra T.2.A

A.2.3. Muestra T.2.B



| Componentes | | | Origen |
|-------------|-------------|--|---------------|
| Ca | Calcita | CaCO_3 | Conglomerante |
| P | Portlandita | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | |
| Cu | Cuarzo | SiO_2 | |
| Al | Albita | $\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$ | Árido |
| Mu | Muscovita; | $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$ | |
| Mi | Microclina | $\text{K Al Si}_3 \text{O}_8$ | |

Figura A.5: Difractograma DRX de la muestra T.2.B

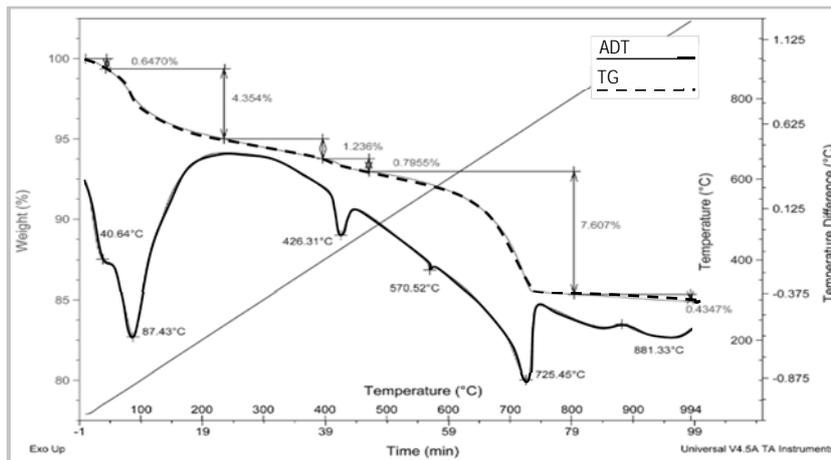
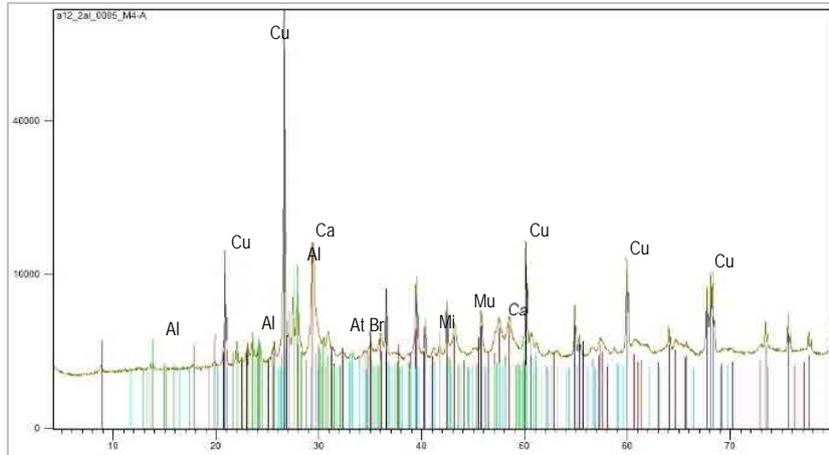


Figura A.6: Termogramas ADT-TG de la muestra T.2.B

A.2.4. Muestra T.3.A



| Componentes | | | Origen |
|-------------|----------------------|--|---------------|
| Ca | Calcita | CaCO_3 | Conglomerante |
| At | Aluminato tricálcico | $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ | |
| Br | Brownillerite | $\text{Ca}_2(\text{Al, Fe})_2\text{O}_5$ | |
| Cu | Cuarzo | SiO_2 | Árido |
| Al | Albita | $\text{Na Al Si}_3\text{O}_8$ | |
| Mu | Muscovita | $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F, OH})_2$ | |
| Mi | Microclina | $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$ | |

Figura A.7: Difractograma DRX de la muestra T.3.A

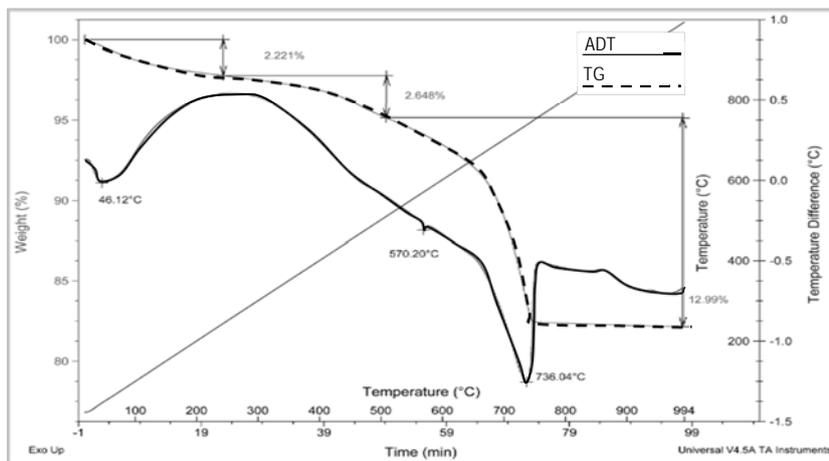


Figura A.8: Termogramas ADT-TG de la muestra T.3.A

A.2.5. Muestra T.3.B

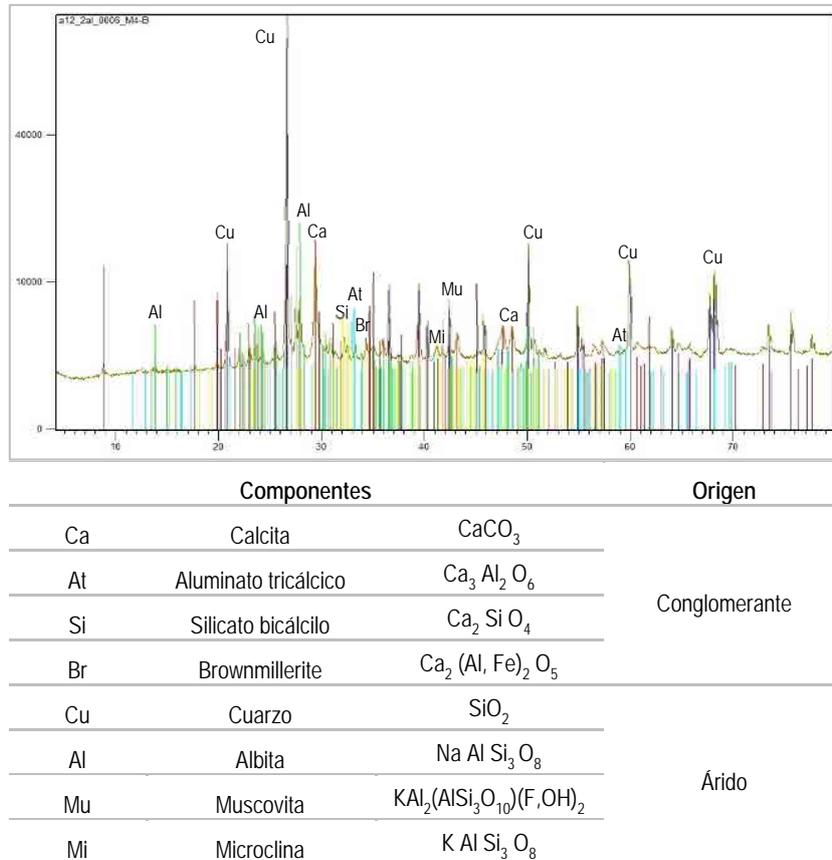


Figura A.9: Difractograma DRX de la muestra T.3.B

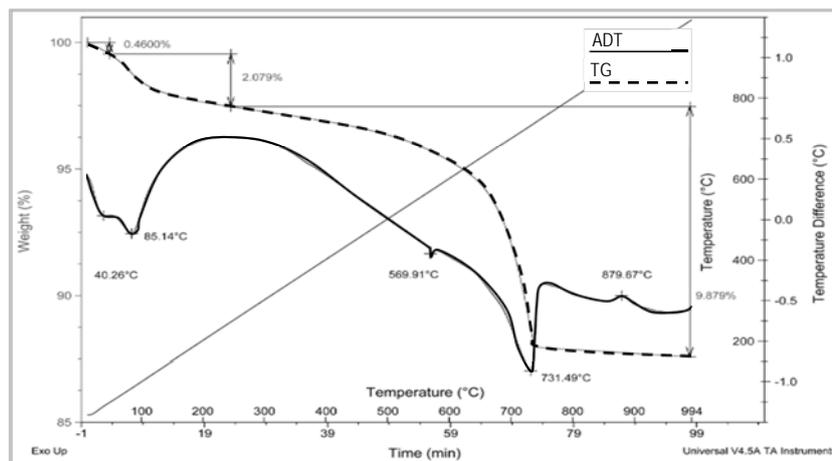


Figura A.8: Termogramas ADT-TG de la muestra T.3.B

ANEXO B

PROCEDIMIENTOS Y MATERIALES

B.1 INTRODUCCIÓN

En este anexo se presenta toda la documentación complementaria vinculada al Capítulo 5 de la Tesis Doctoral. En este sentido, se aporta información detallada sobre tres aspectos: la descripción de los procedimientos para la restauración del revestimiento *trencadís* de los pináculos (apartado B.2); las consideraciones y cálculos realizados para determinar la resistencia residual que debían alcanzar las fibras incorporadas en la dosificación propuesta para los nuevos pináculos (apartado B.3) y por último, se adjuntan las fichas técnicas de todos los materiales empleados en las diferentes campañas experimentales realizadas (apartado B.4).

B.2 PROCEDIMIENTOS PARA LA RESTAURACIÓN DEL *TRENCADÍS*

En este apartado se describen los procedimientos para la restauración del revestimiento *trencadís* de los pináculos. Estos se exponen de manera generalizada para todos los casos y contemplan los siguientes pasos: el saneamiento de la superficie a reparar, la consolidación del paramento y la reconstrucción del *trencadís* (ver esquema figura 5.1).

B.2.1 Saneamiento de las superficies

Antes de iniciar cualquier actuación en el revestimiento se debe proceder al saneamiento de la superficie a reparar. Esta intervención consta de cuatro pasos consecutivos: 1º) la delimitación de la zona de actuación; 2º) el repicado de la superficie; 3º) la limpieza superficial y 4º) la protección de la armadura existente.

1º) *Delimitación de la zona de actuación*

En la mayoría de áreas de un revestimiento donde se localiza algún tipo de daño, a veces, su afectación no sólo se limita a las partes visibles de la superficie, por lo que se debe sanear una zona más extensa para repararlo por completo y evitar su reaparición. En el caso de los pináculos, dónde su acceso es limitado y su restauración requiere una considerable infraestructura, se considera pertinente sanear todas las superficies de *trencadís* con el fin de evitar futuros daños e incompatibilidades con el nuevo revestimiento. Los trabajos de saneamiento de estas superficies se deben realizar por tramos y a medida que va avanzando la obra, para no dejar expuestas las zonas saneadas a la intemperie y evitar la entrada de humedad y agua hacia el interior de la estructura.

2º) *Repicado de la superficie*

Una vez delimitada el área a sanear se procede a su repicado y limpieza. El espesor del repicado (e_{Repicado}) viene determinado por tres parámetros, tal y como se expone en la ecuación 1: por una parte, la afectación del daño (Δe), es decir, el espesor necesario para alcanzar una base resistente sana; por otra, el espesor para la colocación del mortero de regularización (e_R) y por último, el espesor para el nuevo revestimiento de *trencadís* (e_T). Este último espesor se establece por la suma entre el espesor del mortero de colocación (e_C) y el de las nuevas piezas de vidrio de Murano (e_V), tal y como se indica en la ecuación 2. En todos los casos se establece un nivel de repicado mínimo de la superficie de 20 mm (ver figura B1).

$$e_{\text{Repicado}} = \Delta e + e_R + e_T \quad [1]$$

$$e_T = e_C + e_V \quad [2]$$



Figura B.1: Esquema del espesor del repicado

Si durante el repicado se detectan armaduras en la base existente, éstas deben aislarse en todo su perímetro, tal y como se muestra en el esquema de la figura B1 y en la figura B2b. Ello se realiza para poder aplicar con posterioridad un producto anticorrosivo y proteger la máxima superficie (ver figuras B2a y b). En el caso la armadura esté oxidada y/o deteriorada, ésta debe ser extraída en la medida que sea posible. Como se aprecia en las figuras B2a y b, la superficie saneada debe tener un acabado rugoso e irregular para obtener una buena adherencia y anclaje con los morteros de restauración.

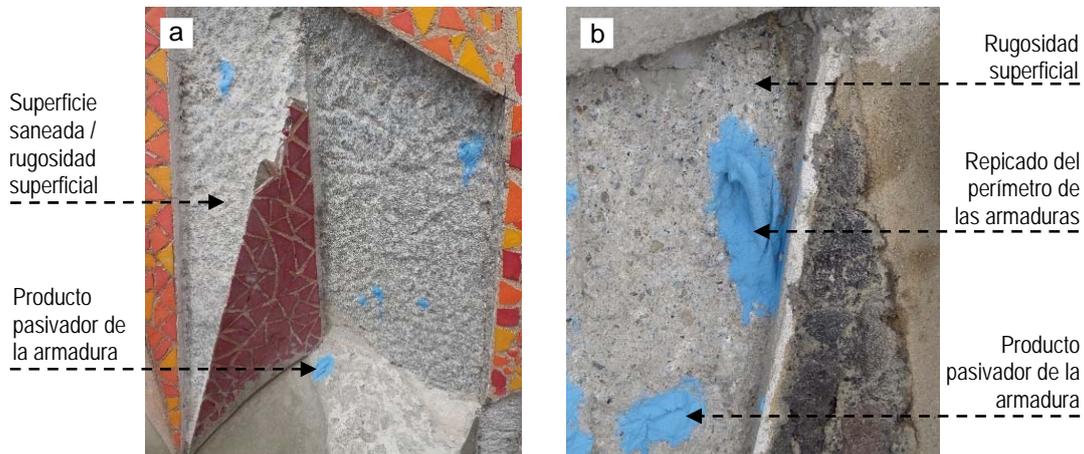


Figura B2: a) Superficie saneada del revestimiento b) Detalle del saneamiento de una armadura existente

3º) Limpieza superficial

Una vez realizado el repicado se debe efectuar una limpieza de la superficie con un paño húmedo, con el fin de conseguir la máxima adherencia entre la base existente y los morteros de restauración. Muchas de las partículas fruto de los trabajos de saneamiento pueden restar en las superficies e influenciar con posterioridad en la adherencia de la interfaz entre estos materiales.

4º) Protección de la armadura existente

Una vez limpias las partes de la armadura afloradas durante el repicado, se aplica en ellas un producto pasivador y protector de la oxidación. En la restauración del pináculo de Santo Tomás se utilizó el producto MAMPEFER de la marca comercial MAMPEI, caracterizado por su destacado color azul (ver Figuras B2a y b).

B.2.2 Consolidación del paramento

Durante el transcurso de los trabajos de saneamiento surgen distintos espesores de repicado (e_{Repicado}) en función de los daños y su afectación en los paramentos. Para uniformar los niveles y superficies antes de adherir el nuevo revestimiento de *trencadís* se recomienda aplicar un mortero de regularización. En la restauración del pináculo de Santo Tomás se utilizó en esta capa el mortero MASTEREMACO N 5200 CI de la marca comercial BASF (ver tabla B2).

Este tipo de mortero se destina principalmente a la reparación no estructural de elementos de hormigón y tiene su aplicación en espesores entre 3 a 100 mm. Además, como se puede observar en la figura B3a, incorpora micro-fibras sintéticas que contribuyen a minimizar los efectos de retracción del mortero y colaboran en la mejor adaptación a las deformaciones del soporte. Cabe mencionar que antes

de su aplicación en la superficie existente, se recomienda que esta última esté saturada de agua, para que no absorba el agua de amasado del mortero de regularización y se produzca una debilitación de la interfaz (ver figura B3b).

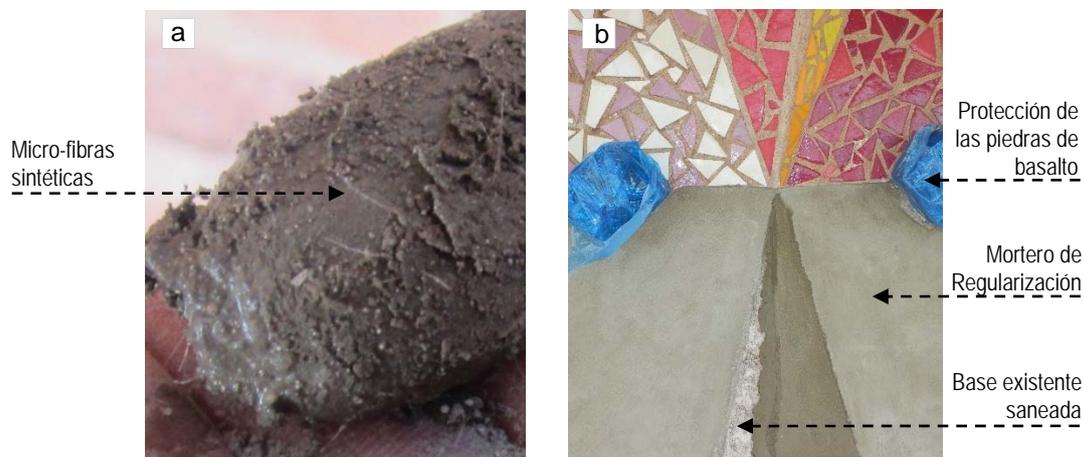


Figura B3: a) Detalle de las micro-fibras del mortero de regularización y b) Capa de mortero de regularización sobre la base existente del pináculo

En los casos en que el espesor de repicado fuera mayor a 20 mm, es decir el mínimo establecido, sería necesario colocar previamente un armado adicional para consolidar la zona saneada y asegurar su conexión con la base existente del pináculo. En la tabla B1 se presentan los criterios de refuerzo establecidos para la consolidación de dicha capa. Como se puede apreciar, en el caso que el espesor del repicado fuera el mínimo, solamente se aplicaría el mortero de regularización en una capa con un espesor de 10 mm (ver figura B3b).

| ESPESOR DEL REPICADO | CAPA DE REGULARIZACIÓN |
|--|---|
| $e_{\text{Repicado}} = 20 \text{ mm}$ | Mortero de regularización (10mm) |
| $20 \text{ mm} < e_{\text{Repicado}} \leq 40 \text{ mm}$ | Mortero de regularización + Armado de latón |
| $e_{\text{Repicado}} > 40 \text{ mm}$ | Mortero de regularización + Armado o conectores de acero inoxidable |

Tabla B1: Componentes de la capa de regularización en función del espesor del repicado

En los casos que el repicado alcanzara un espesor entre 20 y 40 mm se efectuaría un armado mediante un alambre de latón, anclado en la superficie a través de unos pequeños clavos del mismo material, tal y como se muestra en la figura B4a (ver tabla B1). Como se aprecia en la figura B4b, este sistema de refuerzo se utilizó para rehacer los volúmenes de las esferas de la Mitra del pináculo de Santo Tomás.

Por último, en los casos en que el espesor del repicado fuera igual o superior a los 40 mm se realizaría un refuerzo mediante un pequeño armado o varios conectores de acero inoxidable (ver tabla B1). En la medida de lo posible, dicho refuerzo se efectuaría siguiendo las directrices de la armadura original, previamente retirada en los trabajos de saneamiento, y evitando el contacto con cualquier resto de la armadura existente, para que no se produzca una corrosión galvánica entre ambas (ver figuras B5a y b).

Las varillas empleadas en el refuerzo se anclarían en la superficie existente a través de unas perforaciones rellenas de resina de base epoxi. Dichas perforaciones siempre se realizarían a una distancia de $h/2 \leq 200 \text{ mm}$, siendo h la altura total de la superficie a reparar. El diámetro de éstas

deberían ser equivalentes a la siguiente fórmula [3], dejando un espacio de 6 mm para su posterior relleno con resina epoxi:

$$\varnothing \text{ Perforación} = \varnothing \text{ Conector} + 6 \text{ mm} \quad [3]$$

La longitud del anclaje se establecería entre 100-200 mm, según el caso, y siempre debería ser superior a la longitud de conexión. Una vez realizadas las perforaciones en la superficie existente, se introducirían los conectores y se inyectaría la resina epoxi entre el perímetro del conector y la perforación, asegurando que el conector quedara centrado. Finalmente, se aplicaría el mortero de regularización en la superficie reforzada.



Figura B4: Refuerzo de alambre de latón a) Revestimiento de una de las piedras de Montjuic de la base y b) Revestimiento de las esferas de la Mitra del pináculo

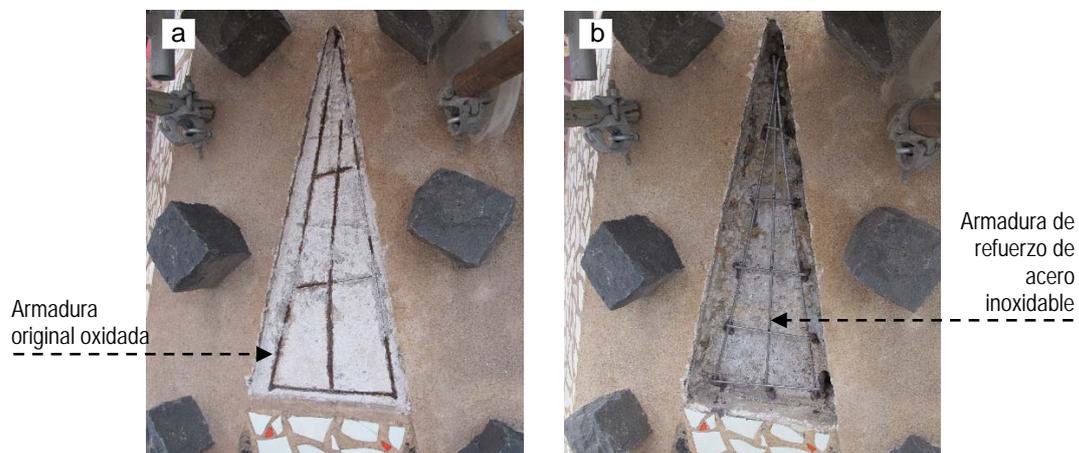


Figura B5: a) Estado original de la armadura de una zona del revestimiento de *trencadís* y b) Refuerzo de la capa de regularización mediante una armadura de acero inoxidable

B.2.3 Reconstrucción del *trencadís*

Una vez realizado el saneamiento y consolidación de la base existente se ejecutaría la reconstitución del revestimiento de *trencadís* de pasta de vidrio. En el presente apartado se describen los procesos y materiales aplicados en la realización del nuevo revestimiento del pináculo. Estos se establecieron y seleccionaron, con el fin de minimizar los efectos producidos por la diferencia de

deformación entre los materiales y mitigar posibles problemas de durabilidad en estos revestimientos. Estas consideraciones incluyen: 1º) la recepción, almacenamiento y corte de las piezas de *trencadís* de vidrio y 2º) la selección y aplicación de los morteros para su colocación y rejuntado.

1º) *Recepción, almacenamiento y corte de las piezas de trencadís de vidrio*

Las partidas de vidrio de Murano que se reciban en la obra deben ser inspeccionadas para poder rechazar aquellas que presenten una alta fisuración inicial, fruto de su proceso de producción artesanal. Ello podría repercutir en su mayor degradación durante la etapa en servicio.

Una vez seleccionadas, las partidas de vidrio se guardarían en un ambiente fresco con una temperatura ambiente entre 18 °C y 24 °C. Durante su colocación en obra, bajo ninguna circunstancia, se deberían exponer a una radiación solar directa. La razón de ser de estas medidas es evitar la deformación dimensional del vidrio antes de ser colocado. Si fuera así, al producirse una bajada de temperatura, el vidrio disminuiría consecuentemente su tamaño y las tensiones generadas entre el vidrio y el mortero, todavía con baja resistencia, podría debilitar la interfaz o incluso causar algún desprendimiento. En el mismo sentido, se recomendaría realizar los trabajos de colocación del nuevo revestimiento de *trencadís* protegiendo la superficie de los rayos solares, tal y como se puede ver en la figura B6a.

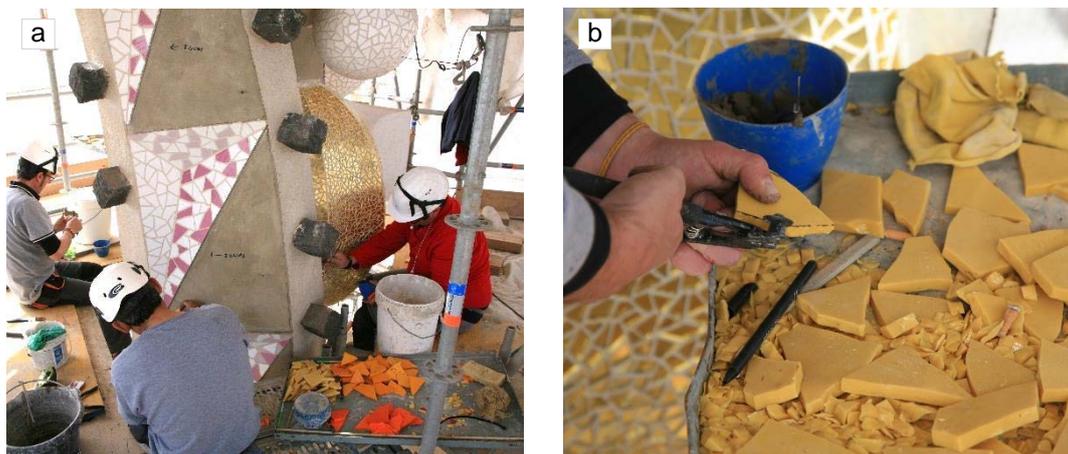


Figura B6: a) Colocación del *trencadís* protegido de la radiación solar directa y b) Corte de las piezas de pasta de vidrio en la obra

El corte de las placas de pasta de vidrio en los pequeños fragmentos de *trencadís* se puede realizar en la misma obra mediante una sierra de disco. Posteriormente, se daría forma a las piezas con unas tenazas de corte especiales, tal y como se puede apreciar en la figura B6b. Es importante mencionar que cuanto más irregular sea el corte y los laterales de las piezas, mayor será su adherencia con el mortero, dado que se incrementará el anclaje mecánico entre los materiales.

2º) *Selección y aplicación de los morteros para su colocación y rejuntado*

En la restauración del revestimiento de *trencadís* de los pináculos, a diferencia del sistema de prefabricación original, se emplean dos tipos de morteros: uno para la colocación de las piezas y otro para su rejuntado. Los morteros pre-dosificados, destinados a esta aplicación, se seleccionaron para dar respuesta a diferentes condicionantes de puesta en obra y mejorar el comportamiento a largo plazo del revestimiento.

Por una parte, el mortero de colocación se requería que tuviera su aplicación en bases de mínimos espesores (≤ 5 mm), con el objetivo de respetar el nivel original del revestimiento. Además, de una alta adherencia inicial y un corto plazo de rectificación para facilitar su puesta en obra. Por otro lado, se estableció que tanto el mortero de colocación como el de rejuntado, debían presentar un alto nivel de deformación y resistencia, con el fin minimizar las tensiones generadas por las incompatibilidades de deformación con las piezas del *trencadís*.

Actualmente, los únicos morteros que responderían a todos estos requerimientos son los adhesivos cementicios (*UNE-EN 12004*) o también conocidos como “morteros cola”. Estos morteros incorporan polímeros modificados que mejoran las propiedades físicas de los mismos, especialmente en términos de flexibilidad y de adherencia (*Jenni et al, 2006*). Teniendo esto en cuenta, se realizó un estudio comparativo de los morteros de alta gama destinados aplicaciones similares y disponibles en el mercado, con el objetivo de seleccionar los más adecuados. En la tabla B2 se presenta el nombre comercial de los morteros pre-dosificados finalmente seleccionados fruto del estudio y propuestos para la restauración del *trencadís* de los pináculos.

Antes de adherir las piezas sobre la capa de regularización se aconsejaría mojar esta última superficie con agua hasta saturarla. Con esta acción, se evitaría que esta base de mortero absorbiera el agua de amasado del mortero de colocación de las piezas y que se produjera una debilitación de la interfaz. A continuación, las piezas se adherirían una a una en la superficie reproduciendo el diseño original del revestimiento, previamente documentado, tal y como se puede observar en la figura B7a. Entre piezas se aconsejaría dejar un ancho de rejuntado no inferior a 5 mm, para que éste tuviera mayor capacidad de absorber las deformaciones de las piezas. En el mismo sentido, también se recomendaría dejar una junta perimetral entre los revestimientos con distintas inclinaciones y/o coloración. Para finalizar, se aplicaría encima del revestimiento el mortero de rejuntado rellenando todos los espacios entre piezas (ver figura B7b).

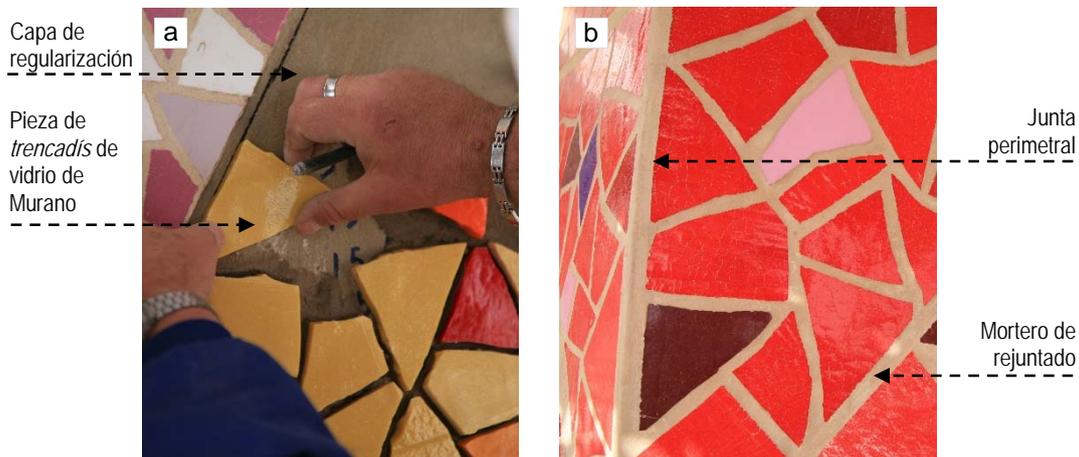


Figura B7: a) Colocación de las piezas de *trencadís* sobre la capa de regularización y b) Corte de las piezas de pasta de vidrio en la obra

B.3 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA RESIDUAL DE LAS FIBRAS INCORPORADAS

A partir del análisis de los nuevos pináculos de la obra, se consideró que la sustitución de la armadura interior de las piezas prefabricadas que los componen por la adición de fibras plásticas estructurales en la dosificación, podría ser una buena medida adoptar de cara alargar la vida útil y evitar futuros daños en estas estructuras decorativas. Según la bibliografía consultada, la incorporación de fibras plásticas en el hormigón o mortero, a diferencia de la armadura convencional, confiere a la matriz un armado en tres dimensiones (*Pujadas, 2013*). Esta característica en la aplicación estudiada, podría asegurar un armado de conexión en todos los volúmenes del pináculo y reducir la probabilidad de fisuración y desprendimiento. Además, la eliminación de la armadura de acero inoxidable por la sustitución de fibras, reduciría tiempos de fabricación y costes tanto en material como de mano de obra.

Las piezas prefabricadas de los pináculos trabajan principalmente a compresión. Frente este tipo de solicitaciones la incorporación de fibras no contribuiría de forma significativa respecto al hormigón empleado actualmente, tal y como indica la EHE. No obstante, las fibras contribuyen para resistir a solicitaciones de tracción o flexotracción que podrían aparecer principalmente, durante el transporte y puesta en obra de las piezas.

Tras la fisuración del hormigón, las fibras distribuidas tridimensionalmente por toda la pieza, "cosen" las fisuras formando un "puente" entre los áridos gruesos. Ello hará que trabaje todo el bloque traccionado y aumentará la resistencia residual del compuesto (*Pujadas, 2013*). El valor de dicha resistencia residual dependerá del contenido y del tipo de fibra (geometría, material del que está compuesto, etc.).

En el presente apartado se detallan las consideraciones y cálculos realizados para determinar dicha resistencia residual en las piezas prefabricadas de los pináculos, de acuerdo con el Anejo 14 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. A partir de este valor se determinó el tipo y el contenido de fibra necesario para esta aplicación. Se inició la campaña con la incorporación de fibras con una cuantía de 3,5 Kg/m³, en base anteriores experiencias realizadas en el Departamento de Ingeniería de la Construcción de la UPC (ver tabla 5.9). Con posterioridad, dada la baja resistencia residual obtenida en los resultados a flexo-tracción de las dosificaciones propuestas, se decidió aumentar hasta los 12 Kg/m³ y poder alcanzar los valores establecidos.

B.3.1 Consideraciones Previas

A partir de los datos aportados por los técnicos de la Sagrada Familia, en la tabla B3 se presentan las propiedades del hormigón empleado para el cálculo. En los valores presentados ya han sido aplicados los coeficientes de seguridad de materiales indicados en la Instrucción EHE.

| Propiedades del hormigón (en MPa) | |
|-----------------------------------|-------|
| f_{ck} | 52,50 |
| f_{cd} | 35,00 |
| f_{ctm} | 4,21 |
| f_{ctk} | 2,94 |
| f_{ctd} | 1,96 |

Tabla B.3: Propiedades del Hormigón

Por otra parte, para determinar las cargas de las nuevas piezas se tuvo en cuenta que los nuevos pináculos de la basilica parten de diseño del escultor japonés Etsuro Sotoo. Ello implica consecuentemente un espesor variable dependiendo de los volúmenes de la obra escultórica. Por consiguiente, en el presente estudio se consideró para el cálculo que las futuras piezas prefabricadas tendrán dos tipos de espesores: A y B.

Como se puede apreciar en el esquema de la figura B.8, se define como espesor "A", aquel espesor útil o de cálculo, con un peso permanente. En el presente estudio este se consideró cuatro espesores de "A" variando de 150 mm a 300 mm. Por otra parte, también se define el espesor "B" como aquel que contempla las diferentes formas artísticas del pináculo (ver figura B.8a). Este se define como un espesor y peso variable en función de su volumen. Hay que señalar que a partir de los pináculos Sotoo inspeccionados, se estimó que estos volúmenes no alcanzan vuelos mayores de 150-200 mm con un espesor máximo de 300 mm.

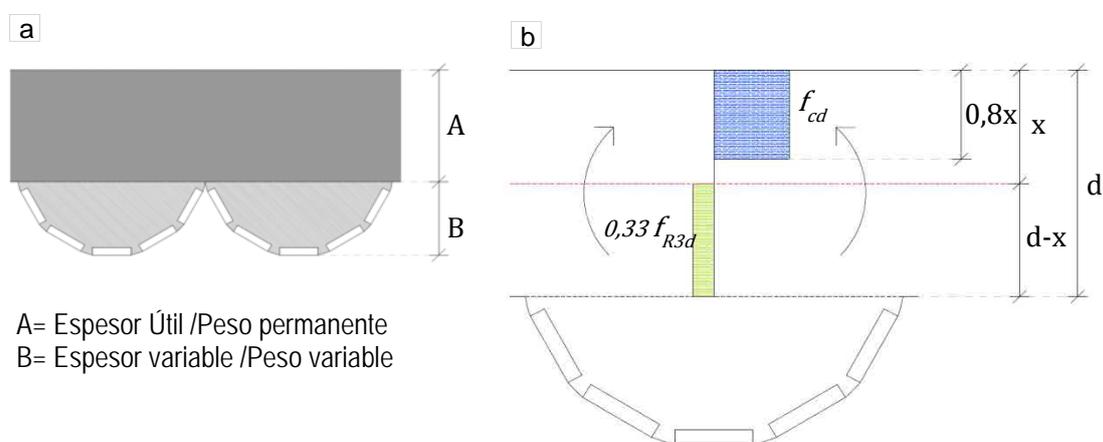


Figura B.8: a) Esquema de los espesores de las piezas prefabricadas de los pináculos Sotoo
b) Sistema de Fuerzas del espesor útil "A" de las piezas prefabricadas

Las piezas prefabricadas de los pináculos llegan a alcanzar unas dimensiones de 120 x 170 cm. Teniendo eso en cuenta, se planteó que la situación más desfavorable se produce en el momento de puesta en obra de la pieza cuando, por acción del peso propio y de efectos dinámicos, surge una flexo-tracción en la sección transversal. Por ello, se consideró para el cálculo de la resistencia residual a flexo-tracción (f_{R3d}), una longitud máxima entre apoyos de 150 cm, estimando que en la elevación de las piezas, se dejará un mínimo de 10 cm en los extremos de la pieza.

En la figura B.8.b se presenta el sistema de esfuerzos y momentos que se plantea en esta situación de flexo-tracción en el espesor útil o de cálculo denominado "A". Para el cálculo se ha adoptado el diagrama tensión-deformación rectangular establecido en el artículo 39.5 del Anejo 14 de la EHE, aplicando los factores parciales de seguridad de solicitaciones incluidos en la tabla 12.1.a de la misma instrucción. Asimismo, se ha aplicado un factor de mayoración de efectos dinámicos igual a 1,5.

B.3.3 Cálculo de la contribución mínima de las fibras

En este apartado se detallan los cálculos realizados para obtener la resistencia residual a flexo-tracción media (f_{R3m}) que se empleará para determinar el tipo y contenido de fibra plástica a incorporar. En primer lugar se realiza un equilibrio de momento y esfuerzos en la sección más solicitada (ver figura

B.8b), con lo que se obtiene el sistema de ecuaciones 1. A continuación, se resuelve el sistema de ecuaciones y se despeja f_{R3m} para obtener la ecuación 2.

Situación de equilibrio:

$$\left. \begin{aligned} 0,8 \cdot x \cdot f_{cd} \cdot 1200 - 0,33 \frac{0,7 f_{R3m}}{1,5} \cdot (d - x) \cdot 1200 &= 0 \\ M = 0,8 \cdot x \cdot f_{cd}(d - 0,4 \cdot x)1200 - 0,33 \cdot \frac{0,7 f_{R3m} R}{1,5} \cdot \frac{(d - x)^2}{2} \cdot 1200 & \end{aligned} \right\} \text{(Ec. 1)}$$

$$\Rightarrow f_{R3m} = - \frac{2,07 \cdot 10^{-8} (-6 \cdot 10^{10} d^2 f_{cd} + 2,5 \cdot 10^8 \cdot M - 2,44 \cdot 10^9 \sqrt{d^2 \cdot f_{cd}(600 \cdot d^2 \cdot f_{cd} + M)}) \cdot f_{cd}}{-576 d^2 f_{cd} + M} \quad \text{(Ec. 2)}$$

De acuerdo con el estudio realizado se obtienen diferentes valores de resistencia residual a flexo-tracción media (f_{R3m}) que deben aportar las fibras plásticas estructurales incorporadas, dependiendo del espesor útil "A" de la pieza (ver figura B.8.a). En la tabla 3 se presentan dichos valores, en una relación entre espesor útil de la pieza y resistencia residual media a tracción (f_{R3m}). Como se puede observar en la citada tabla, las resistencias mínimas que se deben alcanzar con la contribución de las fibras oscilan entre 0,60 MPa y 1,50 MPa.

| Espesor útil "A" (mm) | Resistencia residual a tracción (f_{R3m}) (MPa) |
|-----------------------|---|
| 150 | 1,50 |
| 200 | 1,00 |
| 250 | 0,75 |
| 300 | 0,60 |

Tabla B4: Espesor útil piezas prefabricadas Sotoo– Resistencia residual

B.4 FICHAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

En este apartado se presentan las características técnicas de los materiales empleados en las distintas campañas experimentales expuestas en el Capítulo 5. Asimismo, se muestran las características de los morteros pre-dosificados propuestos para los trabajos de restauración de los pináculos, evaluados en la campaña de adherencia in situ (ver Capítulo 5) y en el estudio de durabilidad (ver Capítulo 6 y 7). En la tabla B2 se muestran todos estos materiales, su nombre comercial y fabricante. A continuación, en los distintos sub-apartados se presentan las fichas técnicas de cada material.

| MATERIALES DOSIFICACIONES | | NOMBRE COMERCIAL | FABRICANTE |
|-----------------------------|--|-----------------------|--|
| Conglomerante | Cemento Portland Blanco | BL I 52,5 R | CEMEX (Planta Buñol) |
| Áridos | Árido Ojo de Perdiz (2-6,3mm) | | Promotora Mediterranea-2, s.a (Planta del Garraf) |
| | Arena Calcárea (0-4 mm) | | Árids Garrigosa, s.a (Sta. Coloma de Cervelló) |
| | Cuarzo Micronizado | Silbeco SE-2 | Silbeco Minerales, s.a, (Bilbao) |
| | Micro Sílice negra | MasterRoc MS 610 | BASF |
| | Filler Calizo | Betoflow D-CL | Conovation BV |
| Aditivos y adiciones | Látex | Dematex A | ASOES, condal |
| | Humo de Sílice | Meyco MS 610 | |
| | Aditivo aireante | Micro-air 100 | |
| | Agente Expansivo | Rehovac 100 | |
| | Superplastificante | MasterGlenium SKY 602 | |
| | Elastificante | MasterSeal 533 | BASF |
| | Modificador de la viscosidad | Rehomatrix | |
| Fibras | Fibras plásticas estructurales | MasterFiber 248 | |
| otros | Imprimación adicional | Emaco Epoxiprimer BP | |
| MORTEROS PREDOSIFICADOS | | | |
| | Mortero de regularización | MASTEREMACO N 5200 CI | BASF |
| | Mortero de colocación del <i>trencadís</i> | Ibersec Tile Top Flex | CEMEX |
| | Mortero de rejuntado | Ibersec Junta Color | |

Tabla B2: Relación de los materiales empleados y sus marcas comerciales

Conglomerante

|     | | |
|---|---------------------------------|--|
| Características medias del cemento tipo / Average Characteristics of type cement: BL I 52,5 R Producido en la Fábrica de / Produced in: BUXOL , según las normas / according to: UNE-EN 197-1:2000 Certificado marca / Trademark Certificate: AENOR N° 015 / 00 / 1514 Certificado de conformidad / Certificate of Conformity: CE 0099/CPD/A33/0330 | | |
| CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS / CHEMICAL CHARACTERISTICS | Rango de valores / Range values | Especificación / Specification UNE-EN 197-1:2000 |
| Pérdida por calcinación (P.P.C.) / Ignition loss (P.F) | 1.0-2.0 | <= 5,0 % |
| Anhidrido Sulfúrico (SO ₃) / Sulfate (SO ₃) | 3.5-3.7 | <= 4,0 % |
| Residuo Insoluble (R.I.) / Insoluble Residue (R.I) | 0.7-0.8 | <= 5,0 % |
| Cloruros (Cl-) / Chloride (Cl-) | 0.03-0.05 | <= 0,1 % |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS / MECHANICAL CHARACTERISTICS | Rango de valores / Range values | Especificación / Specification UNE-EN 197-1:2000 |
| Principio de Fraguado / VICAT TS-Initial | 100-110 | >= 45 min |
| Final de Fraguado / VICAT TS-Final | 170-200 | - |
| Expansión Le Chatelier / Le Chatelier Soundness Expansion | 0.0-1.0 | <= 10 mm |
| Color: Índice de blancura (L*) / Colour Index (L*) | 93.7-94.0 | >= 85,0 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN / COMPRESIVE STRENGTH | Rango de valores / Range values | Especificación / Specification UNE-EN 197-1:2000 |
| 2 días / 2 days | 45.0-46.0 | >= 30 MPa |
| 7 días / 7 days | 57.0-58.0 | - |
| 28 días / 28 days | 66.0-67.0 | >= 52,5 MPa |
| La calidad del cemento amparado por este comunicado, se corresponde con la del cemento suministrado en cantidad de 24.46 TM., durante el periodo Septiembre de 2011, al cliente SERRA CEMENTS PIGMENTS, S.L. para la obra GR BARCELONA S.FAMILIA (BLANCO) | | |
|  | | |
| Firmado: Director de Fábrica / Signed: Plant manager Tomás Sánchez-Corral Gómez | | |

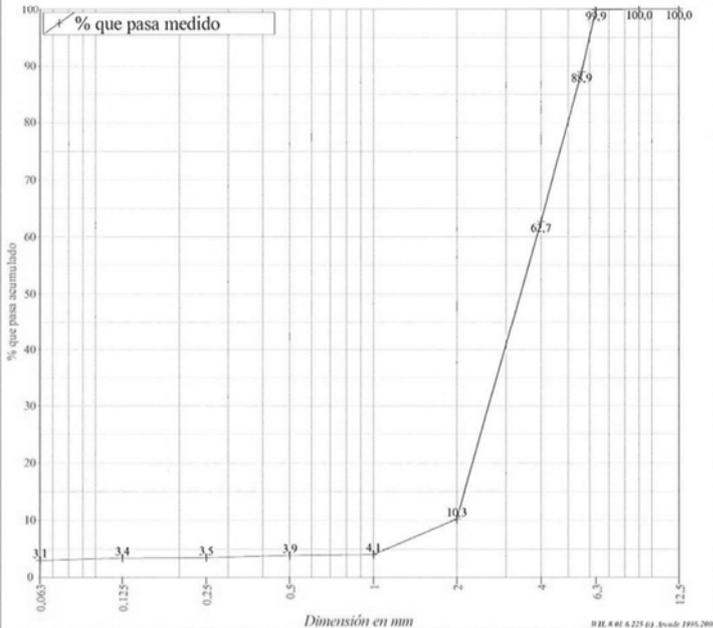
Ojo de Perdiz (2-6,3mm)

| | | | | | |
|---|-------------------------|--|-------------|--|--|
|  | | LABORATORIO PROMSA Ctra. N-340 Km 1242,3 08620 Sant Vicenç dels Horts | | Documento Acompañamiento CE | |
| imprimido el martes, 17 de marzo de 2009 | | | | | |
| Última revisión: 17/03/2009 | | | | | |
| PROMOTORA MEDITERRANEA 2, S.A. Dpto. Calidad | |  | | | |
| 0370 GARRAF Ctra, C31 Km 172,5 Garraf 08870 BARCELONA 04 0370-CPD-0258 Ojo de Perdiz 2/6 (2/6,3) AG-T/2/6-C | | | | | |
| EN 12620 Áridos para Hormigón Áridos para Hormigón | | | | | |
| GRANULOMETRIA Granulometría | EN 933-1 | Designación | 2/6,3 | | |
| | | Categoría/Tolerancia | Gc 85/20 | | |
| Coeficiente de forma (Di<2di) | EN 933-4 | Denominación | N.A. | | |
| Índice de lajas | EN 933-3 | Denominación | FI 15 | | |
| Contenido en finos | EN 933-1 | Valor declarado | f 1,5 | | |
| Equivalente de arena | EN 933-8 | Cumple/no cumple valor umbral | N.A. | | |
| Azul de metileno (0<2mm) | EN 933-9 | Categoría | N.A. | | |
| Contenido en conchas (D<2d) | EN 933-7 | Categoría | N.A. | | |
| Los Angeles | EN 1097-2 | Categoría | N.A. | | |
| Micro-Deval | EN 1097-1 | Categoría | N.A. | | |
| Coeficiente pulimento acelerado (capa rodadura) | EN 1097-8 | Categoría | CPA 44 | | |
| Coeficiente de abrasión superficial del árido | EN 1097-9 | Categoría | N.A. | | |
| Resistencia a la abrasión por neumáticos claveteados | EN 1097-9 | Categoría | N.A. | | |
| Descripción petrográfica | EN 932-3 | Valor declarado | Caliza | | |
| Contenido en cloruros para áridos marinos | EN 1744-1 apartado 7 | Valor declarado | 0,002 % | | |
| Sulfatos solubles en ácido | EN 1744-1 apartado 12 | Categoría | AS 0,2 | | |
| Contenido total en Azufre | EN 1744-1 apartado 11 | Cumple/No cumple el valor umbral | Cumple | | |
| Contenido en carbonato cálcico de áridos finos o filler | EN 1744-1 apartado 12,3 | Valor declarado | N.A. | | |
| Constituyentes que alteran el fraguado del cemento | EN 1744-1 | Cumple/No cumple el valor umbral | Cumple | | |
| Estabilidad en volumen. Retracción por secado | EN 1367-4 | Cumple/No cumple el valor umbral | N.A. | | |
| Reactividad álcali-silice | UNE 146507-1 ex, | Valor declarado | No reactivo | | |
| Densidad de partículas y ABSORCIÓN AGUA (4-31,5 mm) | EN 1097-6 | Valor declarado | 2,67 Mg/m3 | 1,23 % | |
| Resistencia a ciclos de hielo y deshielo | EN 1367-1 | Categoría | MS 18 | | |

Ojo de Perdiz (2-6,3mm)

| | | | | |
|---|---|---|--------|-----------|
|  PROMSA | LABORATORIO PROMSA Ctra. N-340 Km 1242,3 Apto, nº 32 Sant Vicenç dels Horts 08620 BARCELONA | Informe de ensayos Fecha : 02/03/2009 Página 1/1, impreso el martes, 17 de marzo de 2009 | | |
| Ojo de Perdiz 2/6 | | | | |
| Productor : GARRAF Petrografía : Caliza | | Cliente : CERTIFICADOS AC | | |
| Muestra nº 1-A9076005 Clase de áridos Origen Modo Zona Destinación Hecho por Referencia Observaciones internas Observaciones | 1500 g sacados el 02/03/2009 a 08:00 2/6,3 mm Silo Conforme Barcelona y otros LABORATORIO PROMSA idle | | | |
| ENSAYOS | Mínimo | Valor | Máximo | Norma |
| Módulo granulométrico | | 5,12 | | |
| Comprobación de la Granulometría | | 0,00 % | | EN 933-1 |
| Humedad | | 0,4 % | | EN 1097-5 |
| Contenido en finos | | 3,1 % | | EN 933-1 |
| Masa que queda en el fondo de la bandeja | | 0,00 g | | |
| Masa seca retenida en 0,063 tras lavado | | 1454,00 g | | |

| Masa | M. Húmeda | 1506 g | Resto | 1500 g |
|--------|-----------|------------|-------|-------------|
| Tamiz | min | % que pasa | máx | P.ret.acum. |
| 12.500 | | 100,00 | | 0,0 g |
| 9.000 | | 100,00 | | 0,0 g |
| 6.300 | | 99,87 | | 2,0 g |
| 5.600 | | 88,93 | | 166,0 g |
| 4.000 | | 62,67 | | 560,0 g |
| 2.000 | | 10,27 | | 1346,0 g |
| 1.000 | | 4,07 | | 1439,0 g |
| 0.500 | | 3,87 | | 1442,0 g |
| 0.250 | | 3,47 | | 1448,0 g |
| 0.125 | | 3,40 | | 1449,0 g |
| 0.063 | | 3,07 | | 1454,0 g |



© I.T. N.º 6.225 B3. Estado: 1995/2008

Arena (0-4 mm)

| | | |
|---|------------------------|------------------------------------|
|  0370 | | |
| ÀRIDS GARRIGOSA, S. A. Ctra. Sant Boi a Sant Vicenç, Km 3,800 08690 SANTA COLOMA DE CERVELLÓ 08 Nº CERTIFICADO: 0370 CPD 0603 EN 12620: 2002 + A1: 2008 ÀRIDOS PARA APLICACIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (No para pistas) | | |
| REQUISITOS GEOMETRICOS | | |
| Tamaño de las partículas | Denominació (d/D) | AF 0/4 M CS L |
| Granulometria | Categoría / Tolerancia | G _F 85 |
| Granulometría filler | Categoría | --- |
| Contenido en finos | Categoría | f ₃ |
| Calidad de los finos | Valor declarado | --- |
| Forma de áridos gruesos | Valor declarado | --- |
| Longitud de las partículas (coeficiente de forma) | Categoría | --- |
| Contenido en conchas | Valor declarado | --- |
| REQUISITOS FISICOS | | |
| Resistencia al desgaste | Categoría | --- |
| Resistencia a la fragmentación | Categoría | --- |
| Forma de áridos gruesos | Categoría | --- |
| Densidad de partículas | Valor declarado | 2,61 |
| Absorción agua | Valor declarado | 0,32% |
| Resistencia al pulimento | Valor declarado | N/A. |
| Resistencia abrasión superficial | Valor declarado | N/A. |
| REQUISITOS TERMICOS | | |
| Hielo-deshielo | Valor declarado | N/A. |
| Estabilización en volumen (inferior a 0,075%) | Categoría | C |
| REQUISITOS QUIMICOS | | |
| Contenido en cloruros para áridos marinos | Valor declarado | --- |
| Contenido en cloruros para áridos no marinos | Valor declarado | 0,00% |
| Desintegración del silicato dicálcico | Valor declarado | --- |
| Desintegración del hierro | Valor declarado | --- |
| Azufre total (inferior a 1%) | Categoría | C |
| Sulfatos solubles en ácido | Valor declarado | AS ₀₂ |
| Contenidos carbonato cálcico áridos finos en filler | Valor declarado | --- |
| Constituyentes que alteran el fraguado del cemento | Categoría | C |
| REQUISITOS VARIOS | | |
| Descripción | Valor declarado | Caliza 80%, arenisca carbónica 20% |
| Reactividad álcali-silice | Valor declarado | NFD |
| S.P. | Valor declarado | NFD |

N.P.D.: Prestación No Determinada / N.A.: No Aplica
 C = Cumple.

Arena (0-4 mm)**BOMA**
QualityBrufau, Obiol, Moya & Ass. SLP
c/Maresme, 8
Pol. Ind. Les Salines
08880 CUBELLES**CLIENT / OBRA:** 465 / 7838465: ARIDS GARRIGOSA, S.A., C/Agramunt, nº 29,
08830-Sant Boi de Llobregat, Barcelona

| Nº ACTA | ACTA D'OBRA Nº | Nº ALBARAN | Nº REGISTRE | DATA D' ACTA |
|-----------|----------------|------------|-------------|--------------|
| 2011/8098 | 18 | 3767 | FC.2011/142 | 28/04/2011 |

DESTINATARIARIDS GARRIGOSA
NOEMI GARRIGOSAPEDRERA
PEDRERA-Santa Coloma de Cervelló**DADES DE LA MOSTRA**

TIPUS DE MOSTRA: ARID FI PER FORMIGO

DESCRIPCIÓ: SORRA 0/4

PROCEDENCIA: ACOPI PEDRERA

DATA DE MOSTREIG: 26/04/2011

ASSAIGS REALITZATS A LA MOSTRA

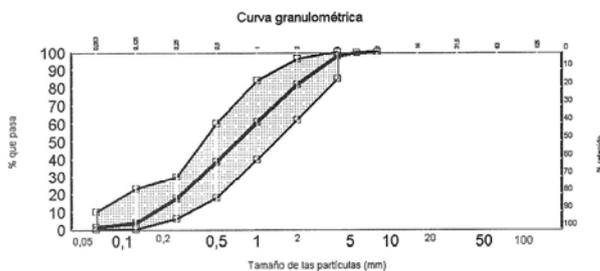
Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de granulat, segons la norma UNE-EN 933-1

Presca d'una mostra de granulat per a elaborar morters i formigons, segons la norma UNE-EN 932-1

Determinació de l'equivalent de sorra d'una mostra de sorra per a elaborar morters i formigons, segons la norma UNE-EN 933-8

de Barcelona el 21-02-2003. Tom 34718 Seccio General. Follí 0176. Full 8247979 NIF. B62903869

| Anàlisi granulomètrica per tamisatge d'una mostra de granulat UNE-EN 933-1 | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|----|----|-----|------|-------|-------|
| Tamisa (mm) | 8 | 5,6 | 4 | 2 | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,125 | 0,063 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 98 | 82 | 61 | 39 | 18 | 4 | 1,5 |
| Huso ARID FI CALIZO MATXUQUEIX | | | 85 | 62 | 40 | 18 | 6 | 0 | 0 |
| | | | 100 | 96 | 84 | 60 | 30 | 23 | 10 |



Cuarzo microonizado

From: 93 2234802 Page: 2/9 Date: 08/07/2008 11:40:23

A/D: SRA COSTINIA LOPEZ

SIBELCO MINERALES



1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA FABRICANTE / PROVEEDORA

1.1. Identificación del producto

ARENA DE SÍLICE

1.2. Aplicaciones del producto

El listado no exhaustivo de las principales aplicaciones de la arena de sílice es el que sigue: vidrio, arena para fundición, silicatos, carga para aislantes, colas y morteros,...

1.3. Datos de la Empresa

SIBELCO MINERALES, S. A.
 Capuchinos de Basurto, N ° 6, 5 ° B
 E-48013 BILBAO
 TLF: +34 944 356 480 FAX: +34 944 356 481

1.4. Teléfono de Emergencia

+34 932 235 211

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES.

| | | |
|----------------------|---|------------------------------|
| Composición Química: | : | SiO ₂ (aprox.99%) |
| Forma Cristalina | : | Cuarzo alfa |
| Nº E.I.N.E.C.S. | : | 238-878-4 |
| Nº C.A.S. | : | 14808-60-7 |
| Clasificación E.U. | : | sustancia no clasificada |

9.2. Información de importancia para la salud, seguridad y medioambiente

| | | |
|-----------------------------------|---|--|
| Densidad | : | 2.65 g/cm ³ . |
| SiO ₂ % | : | aprox 99 % (ver ficha especificaciones técnicas) |
| Forma de grano | : | sub-angular |
| Rango del tamaño de partículas | : | ver ficha especificaciones técnicas |
| Solubilidad en agua | : | despreciable |
| Solubilidad en ácido fluorhídrico | : | si |

9.2. Otra Información

| | | |
|----------------|---|------|
| Peso molecular | : | 60.1 |
|----------------|---|------|

Microsilice negra

The Chemical Company

MasterRoc MS 610

Antes: Meyco MS 610

Microsilice densificada para hormigón y hormigón proyectado.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

MasterRoc MS 610 es una microsilice en polvo de alta calidad y alto rendimiento para la fabricación de todo hormigones de altas prestaciones. Modifica la estructura porosa del hormigón haciéndola más densa y más resistente a cualquier tipo de influencia externa.

CAMPOS DE APLICACIÓN

Aplicaciones de hormigón proyectado
 Hormigón prefabricado
 Hormigón preparado
 Hormigón de alta resistencia
 Hormigón submarino.
 Hormigón con bajo contenido de cemento
 Dovelas (TBM)

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Aumento de resistencias
- Mayor resistencia al ataque químico y mecánico
- Previene el sangrado y la segregación en el hormigón fresco
- Reduce el consumo de acelerante de fraguado
- Permite la proyección de espesores importantes

PRESENTACIÓN

MasterRoc MS 610 se suministra en sacos de 20 kg y big-bags.

COMBINACIÓN

Se recomienda el uso de superplastificantes para cualquier hormigón que contenga humo de sílice. Para la resistencia a las heladas, debe añadirse adicionalmente un agente inclusor de aire.

MEZCLADO

MasterRoc MS 610 se adiciona al hormigón durante el proceso de carga. El tiempo de mezcla debe ser como mínimo de 90 segundos. La dosificación recomendada es de 5 a 15% sobre el peso del cemento.

ALMACENAMIENTO

Si almacena en lugar seco y en sacos originales herméticamente cerrados, MasterRoc MS 610 tiene una vida útil de al menos 12 meses.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Evite el contacto con los ojos y el contacto prolongado con la piel. Si ocurre el contacto, lávese bien con agua y acuda a un médico.

Para más información consulte la hoja de seguridad o a su representante local.

| Propiedades | |
|----------------------|-----------------|
| Aspecto | Polvo |
| Color | gris |
| Densidad aparente | 0.55 - 0.7 kg/l |
| Contenido de cloruro | < 0.1% |



MARCA CE DE PRODUCTO BAJO LA
 DIRECTIVA UE DE PRODUCTOS DE LA
 CONSTRUCCIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA

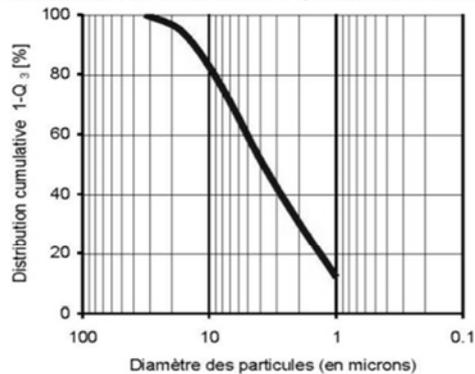
Filler calizo

Betoflow® D - CL

| | | |
|---|--|-----------------------|
| SITE: | ARBOÇ, Espagne (certifié ISO 9001 et ISO 14001) | |
| DESCRIPTION DU PRODUIT: | Carbonate de calcium ultrafin pour bétons hydrauliques (EN 12620). Ce produit est de catégorie A-F _H selon la norme NF P 18-508. | |
| COMPOSITION TYPE DE LA ROCHE: | CaCO ₃ | 97.5 % |
| | Carbonates totaux | 98.0 % |
| | Chlorures | 0.016 % |
| | Sulfates | 0.005 % |
| | Soufre total | 0.008 % |
| | Matières organiques | 0.06 % |
| | Essai au bleu de méthylène | 1.1 g/kg |
| | Alcalins équivalents | 0.030 % |
| | Silice totale | 0.5 % |
| | Réactivité aux alcalins | NR |
| CARACTERISTIQUES TYPES DU PRODUIT: | Granulométrie: # | |
| | · Particules < 2 mm | 100 % |
| | · Particules < 0.125 mm | 100 % |
| | · Particules < 0.063 mm | 100 % |
| | · Diamètre moyen des particules (d50%) | 3.9 µm |
| | Surface spécifique BET (ISO 9277) | 2.2 m ² /g |
| | Taux d'humidité départ usine (ISO 787/2) | 1 % |
| # déterminé sur matériau non traité | Indice d'activité à 28 jours | 0.93 |
| CARACTERISTIQUES GENERALES DU PRODUIT: | Densité (ISO 787/10) | 2.7 g/ml |

APPLICATIONS PRINCIPALES:
 Bétons techniques
 Bétons autoplaçants
 Bétons hautes performances
 Bétons ultra hautes performances
 Bétons architectoniques

REPARTITION GRANULOMETRIQUE (Malvern Mastersizer 2000):



Les informations contenues dans cette fiche technique ne concernent que le matériel spécifique mentionné et ne concernent pas l'utilisation conjointement avec tout autre matériel ou dans tout procédé. Les informations fournies dans le présent document se basent sur des données techniques qui, à la connaissance de Omya, sont fiables, toutefois Omya ne fournit aucune garantie de complétude ou d'exactitude de ces informations, et Omya n'assume aucune responsabilité résultant de leur utilisation ou vis-à-vis de toutes réclamations, pertes ou dommages subis par une tierce partie. Toute personne recevant ces informations doit exercer son jugement propre en ce qui concerne leur utilisation appropriée et il incombe à l'utilisateur d'évaluer si le matériel convient (y compris en matière de sécurité) pour un usage particulier avant d'en faire usage.

édition : 07.12.2012
 Product Information :
 S08.03.01_FR_CORPESCL
 I70203_00_F
 version : 4

Látex



CALIDAD DE FABRICACIÓN



Aditivo en emulsión acuosa para morteros hidráulicos.

DEMATEX A

APLICACIONES

Puente de adherencia de morteros sobre morteros antiguos, piedra y hormigón continuo o en bloques.
Aditivo para mejorar la adherencia, resistencia a la tracción, impermeabilidad y trabajabilidad de lechadas o morteros hidráulicos (morteros monocapas, morteros reparadores de hormigón, morteros de albañilería en general).
Aditivo antipolvo para soleras de hormigón mejorando la resistencia a la abrasión.

PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO

En garrafas de plástico de 1, 5, 10 y 25 litros.
El tiempo máximo de almacenamiento es de un año en condiciones de humedad y temperatura no extremas.

MODO DE EMPLEO

Soporte

Limpio, exento de polvo, partículas mal adheridas y en general materias extrañas al soporte como grasa, yeso, óxido, restos de pintura, etc.
El soporte debe estar húmedo pero no encharcado, pues perjudicaría la adherencia.

Preparación de la mezcla

La dilución recomendada de DEMATEX A / agua es 1/3 en volumen para utilizar tanto como líquido de amasado de morteros como para añadir a la lechada que facilite la adherencia. El líquido de amasado puede hacerse más concentrado en DEMATEX A cuanto menor sea el grosor de mortero a aplicar.

Aplicación

Adhesivo de recrecidos con morteros
Cualquier recrecido con mortero mejorará su adherencia, si en lugar de mojar con agua el soporte se aplica a brocha una mezcla de DEMATEX A / agua con la precaución de aplicar el mortero antes de que la mezcla seque.

En el caso de suelos o depósitos de agua la adherencia se mejora aplicando sobre el soporte una lechada que se preparará mezclando en partes iguales en volumen cemento y arena y añadiéndole la mezcla de DEMATEX A / agua, en la cantidad necesaria para llegar a la consistencia deseada. El mortero se ha de aplicar sobre la lechada aún fresca.

Morteros hidráulicos poliméricos

Como líquido de amasado de los morteros se utilizará la dilución de DEMATEX A / agua, preparada según la proporción de mezcla indicada anteriormente. Si el espesor de mortero fuera superior a 2 cm., habría que diluir más la mezcla de DEMATEX A / agua de forma que disminuyera la concentración relativa respecto al cemento, o aplicando capas de máximo 1,5 cm.

Precauciones

Para confirmar la adecuada preparación del soporte como su buena adherencia, se recomienda realizar muestras y someterlas a arrancamiento a tracción con el medidor de adherencia digital.

Si preparamos mezclas del DEMATEX A y agua en proporciones más diluidas del 1/5 (DemateX A/agua), no obtendremos mejoras en las propiedades del mortero. La limpieza de las herramientas y salpicaduras debe hacerse inmediatamente con agua. Si el DEMATEX A se hubiera secado habría que recurrir a limpiarlo con disolvente DP.

Edición ficha técnica: Junio 01

La información de la presente ficha se basa en nuestros conocimientos y experiencia hasta la fecha, y está dada a título indicativo. No serán de nuestra responsabilidad las anomalías producidas por el uso indebido del producto.

CARACTERÍSTICAS

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|--|---|
| Aspecto | Líquido blanco lechoso. | Adherencia de MORVIM S-1 L sobre hormigón. sustituyendo el agua de amasado por la mezcla de DEMATEX A y agua. | 10 kg/cm ² (supera la cohesión del mortero) |
| Densidad | 1,07 g/cm ³ | Consumo | utilizado como líquido de amasado para morteros: 1,5 lt/ saco de 30 kg. |
| Contenido en sólidos | 50 % | Composición | Copolímero de esteres orgánicos en emulsión acuosa. |
| Viscosidad Brookfield (h.2, 5rpm) | 600 mPa.s | | |



FICHA TÉCNICA 7.1.
A-01-P0007 Rev. 1 16.03.01

Crom, 76
08940 Cornellà de Llobregat
(Barcelona)
(T) 93 377 60 08
93 377 62 11
(F) 93 377 57 51
e-mail: correo1@asoes.com
http://www.asoes.com

Humo de síliceMEYCO[®] MS610**Densified silica fume for concrete and sprayed concrete****Description**

MEYCO[®] MS610 is a concrete additive for high performance concretes. MEYCO[®] MS610 changes the porous structure of the concrete in a definitive manner and makes it denser and more resistant to any type of external influence.

MEYCO[®] MS610 must be used in combination with a plasticizer or a superplasticizer. MEYCO[®] MS610 is a special high quality silica fume powder, approved as a concrete additive according to the ASTM standard.

Fields of application

MEYCO[®] MS610 is used to produce long-life, durable concretes:

- All types of wet-mix sprayed concrete applications
- Pre-cast concrete
- Cast in-situ concrete
- High strength concrete
- Underwater concrete
- Concrete with low cement content
- Tunnel grouting (backfilling)

Features and benefits

- Increased strengths
- Substantially improved resistance to chemical and mechanical attack
- Prevents bleeding and segregation in fresh concrete
- Reduced dosages of activators/accelerators
- Larger layer thicknesses sprayable

Packaging

MEYCO MS 610 is supplied in 20kg bags, big bags or in bulk.

Typical properties

Properties listed are only for guidance and are not a guarantee of performance

| | |
|------------------|--------------------------|
| Form: | Powder |
| Colour: | grey |
| Bulk density: | 550-700kg/m ³ |
| Chloride content | <0.1% |

Combination

The use of POZZOLITH[®] plasticizers or RHEOBUILD[®] and GLENIUM[®] superplasticizers are recommended for any silica fume concrete. For frost resistant concrete, an additional air entraining agent (Pozzolith[®] air-entraining agent (Pozzolith[®] Micro-Air) has to be added. MEYCO[®] MS610 can be combined with Delvo[®]crete Stabilizer for dry-mix or wet-mix sprayed concrete.

Application procedure**Mixing**

MEYCO[®] MS610 is added to the concrete during batching. Minimum mixing time is 90 seconds.

Consumption

The recommended dosage of MEYCO[®] MS610 is 5-15% of the cement weight.

Storage

If stored dry and in tightly closed original bags, MEYCO[®] MS610 has a shelf life of at least 12 months.

Aditivo aireante

MICRO-AIR[®] 100

Air-entraining admixture for concrete

Description

MICRO-AIR 100 is an air-entraining admixture, which creates ultra-stable air bubbles that are strong, small and closely spaced.

Applications

Entraining a controlled air content in a wide range of concrete types :

- Normal mix designs.
- Low slump concrete.
- Concrete containing high carbon content fly ash.
- Concrete containing large amounts of fine materials.
- Concrete using high-alkali cements.
- High temperature concrete.
- Concrete with extended mixing times.

Advantages

MICRO-AIR 100 is especially useful in the types of concrete known for their difficulty to entrain and maintain the air content desired. Entrainment of the optimum air content in concrete results in the following improvements to quality:

- Increased freeze / thaw resistance.
- Reduced permeability - increased watertightness.
- Reduced segregation and bleeding.
- Improved plasticity and workability.
- Increased resistance to scaling.
- Greatly improved stability of air entrainment.
- Ready to use - solution is at optimum strength for accurate dispensing.

MICRO-AIR 100 is compatible with concrete containing other admixtures or admixture systems - water-reducers, high-range water reducers, accelerators, retarders, densifiers and water repellents. It also increases the entrained air content of concrete made with air-entraining Portland Cement.

The use of MICRO-AIR 100 with BASF admixtures forms a desirable combination for producing the highest quality, normal or lightweight concrete.

Packaging

MICRO-AIR 100 is supplied in 210 litre drums and bulk delivery as appropriate.

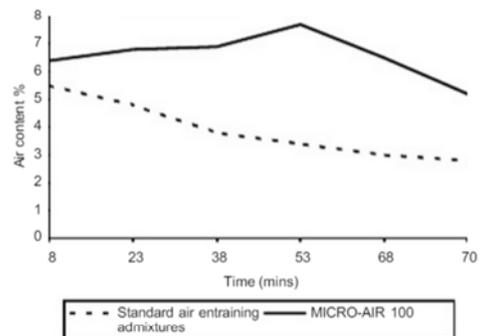
Typical properties*

| | |
|-------------------|----------------------|
| Specific gravity: | 0.986 - 1.036 |
| pH: | 10.5 - 12.5 |
| Colour: | Amber - brown |
| Chloride content: | Nil to BS 5075: 1982 |
| Flash point: | Not applicable |
| Freeze point: | -1°C |

Standards

MICRO-AIR 100 meets the requirements of:
 ASTM C-260-86
 AASHTO M-154
 CRD-C 13-77
 BS 5075: 1982 Part 2
 DIN 1048 Part 1

Figure 1 Air content vs mixing time



1. In accordance with ASTM C-182: 3 minutes mix, 3 minutes rest followed by 2 minutes final mixing.
2. 13 minutes agitation and 2 minutes mixing.
3. Retempered and 2 minutes mixing time.

Adding Value to Concrete

Agente expansivo

The Chemical Company

RHEOMAC 100

FT 1.9.39

Agente expansivo para la preparación de hormigones y morteros con retracción compensada.

Campo de aplicación

Confección de hormigones y morteros sin retracción para:

- Obras hidráulicas como tanques, depósitos, depuradoras, canales, túneles,...
- Estructuras de hormigón armado y pretensado como tableros de puente, estructuras con grandes luces,...
- Industria del prefabricado.
- Refuerzos estructurales.
- Pavimentos sin retracción.

Consultar con el Departamento Técnico cualquier aplicación no prevista en esta relación.

Propiedades

- Aditivo en polvo que se adiciona en seco al resto de componentes del hormigón.
- Se presenta listo para su empleo.
- Reacciona con el agua produciendo una expansión que compensa la retracción del hormigón.
- Garantiza la expansión con tiempos de curado muy cortos.
- Es compatible con la mayoría de aditivos.

Dosificación

Las dosis habituales de RHEOMAC 100 son entre 10 y 40 Kg/m³ de hormigón en función de la expansión requerida, de la cantidad de cemento, de la relación A/C y de la curva granulométrica.

Se recomienda en cada caso realizar los ensayos oportunos para determinar la dosificación óptima.

Modo de utilización

RHEOMAC 100 se adiciona al hormigón junto con el cemento y los áridos, siempre antes del agua de amasado.

Presentación

RHEOMAC 100 se presenta en sacos de 20 Kg y 18 kg.

Condiciones de almacenamiento/

Tiempo de conservación

RHEOMAC 100 se conserva 18 meses en lugar fresco y seco, en sus envases originales cerrados.

Manipulación y transporte

Para su manipulación deberán observarse las medidas preventivas usuales para el manejo de productos químicos, por ejemplo usar gafas y guantes. Lavarse las manos antes de una pausa y al término del trabajo. No comer, beber y fumar durante la aplicación.

La eliminación del producto y su envase debe realizarse de acuerdo con la legislación vigente y es responsabilidad del poseedor final.

Para más información, consultar la Hoja de seguridad del producto.

Hay que tener en cuenta

- Se recomienda la realización de ensayos previos a la utilización del producto.
- No emplear dosificaciones inferiores ni superiores a las recomendadas sin previa consulta con nuestro Departamento Técnico.
- Consulta la compatibilidad entre aditivos antes de su utilización.

| Propiedades | |
|---|---------------------------------|
| Aspecto físico: | Polvo gris. |
| Densidad 20° C: | 0,650 – 0,750 g/cm ³ |
| pH (sol 10%): | > 12 |
| Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse las "Especificaciones de Venta" a nuestro Departamento Técnico. | |

Superplastificante

The Chemical Company

MasterGlenium SKY 604

Antes: GLENIUM SKY 604

Aditivo superplastificante / reductor de agua de alta actividad para hormigón preparado.

CAMPO DE APLICACIÓN

MasterGlenium SKY 604 es un aditivo superplastificante / reductor de agua de alta actividad basado en policarboxilatos para aplicaciones en hormigón preparado, donde se demande alta resistencia inicial. Su excelente poder plastificante y sus elevadas resistencias iniciales, incluso a dosificaciones bajas, hacen del MasterGlenium SKY 604 el aditivo ideal para la industria del hormigón preparado y obra civil.

Consultar con el Departamento Técnico cualquier aplicación no prevista en esta relación.

PROPIEDADES

- Excelente poder plastificante.
- Elevadas resistencias iniciales, incluso con bajas dosificaciones.
- Confección de hormigones de mayor docilidad.
- Mejora la durabilidad del hormigón y sus resistencias.
- Apto para la fabricación de HAC



CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO/ TIEMPO DE CONSERVACIÓN

Almacenar en sus envases originales herméticamente cerrados y protegidos de temperaturas extremas. Evitar su congelación.

| Propiedades | |
|---|--|
| Función principal: | Reductor de agua de alta actividad / superplastificante. |
| Efecto secundario: | Riesgo de disgregación a dosis elevadas. |
| Aspecto físico: | Líquido amarillento turbio. |
| pH, 20° C | 5,5 ± 1 |
| Densidad, 20° C: | 1,048 ± 0,02 g/cm ³ |
| Viscosidad 20° C Brookfield Sp00/50rpm: | < 100 cps. |
| Contenido en cloruros: | < 0,1% |
| Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse las "Especificaciones de Venta" a nuestro Departamento Técnico. | |

Elastificante



MasterSeal 533

Antes: LASTOSEAL

Aditivo líquido elastificante para morteros impermeabilizantes.

CAMPO DE APLICACIÓN

Para mezcla con MasterSeal 531 en:

- Trasdós de muro.
- Impermeabilización en general.

Para mezcla con MasterSeal 531 GRIS en:

- Impermeabilización de estructuras en agua de mar.
- Impermeabilización de estructuras en contacto con terrenos sulfáticos.
- Apto para el contacto con agua potable. Ensayo AP PLUS según RD 140/2003).

Consultar con el Departamento Técnico cualquier aplicación no prevista en esta relación.

PROPIEDADES

- Elástica y mejora la adherencia los morteros aditivados.
- Aumenta la compacidad y la impermeabilidad de los morteros.

BASE DEL MATERIAL

Resina sintéticas en dispersión acuosa.

Continuar la mezcla hasta obtener una masa homogénea y sin grumos. Dar un tiempo de maduración de 5 minutos, tras los cuales remezclar brevemente.

(c) Aplicación: Aplicar la mezcla de MasterSeal 533 con MasterSeal 531 en un mínimo de 2 manos cruzadas empleando la Brocha MasterSeal.

La segunda mano puede darse mientras la primera aún está fresca. Para espesores superiores a 4 mm aplicar en tres manos.

CONSUMO

Se precisa un conjunto de MasterSeal 533 por cada saco de MasterSeal 531.

El consumo total de la mezcla, en 2 manos cruzadas, sería 3 Kg/m² en un espesor total mínimo de 2 mm.

Estos consumos son teóricos y aumentan si la rugosidad del soporte es elevada así como debido a otras condiciones particulares de cada obra. Para determinar los consumos exactos deben hacerse ensayos representativos en obra.

| Datos Técnicos | | |
|---|--------------------------------------|--|
| Características | MasterSeal 533 + MasterSeal 531 gris | MasterSeal 533 + MasterSeal 531 blanco |
| Densidad amasado: | aprox. 1,5 g/cm ³ | aprox. 1,5 g/cm ³ |
| Tiempo de mezcla: | aprox. 5 min | aprox. 5 min |
| Tiempo de maduración: | aprox. 5 min | aprox. 5 min |
| Tiempo de trabajabilidad: | aprox. 1 hora | aprox. 2 horas |
| Espesores aplicables: | de 2 a 5 mm | de 2 a 5 mm |
| Temperatura de aplicación (soporte y material): | de +5°C hasta +30°C | de +5°C hasta +30°C |
| Intervalo entre capas: | mínimo 12 horas máximo 48 horas | mínimo 12 horas máximo 48 horas |
| Cargable mecánicamente tras: | aprox. 3 días | aprox. 3 días |
| Cargable con presión da agua tras: | aprox. 7 días | aprox. 7 días |
| Recubrible con cerámica tras: | aprox. 3 días | aprox. 3 días |
| Impermeabilidad a presión positiva: | hasta 1,5 Bar | hasta 1,5 Bar |
| Elongación a rotura: | aprox. 15% | aprox. 10% |
| Tensión a rotura: | aprox, 2,8 N/mm ² | aprox, 3 N/mm ² |
| Resistencia a la temperatura: | -20°C hasta +80°C | -20°C hasta +80°C |

| Datos Técnicos del MasterSeal 533 | | |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|
| Características | Unidades | Valores |
| Aspecto físico: | - | líquido blanco |
| Densidad: | g/cm ³ | aprox. 1,0 ± 0,1 |
| pH: | - | 7,5 ±1 |
| Residuo seco: | % | aprox. 40 |

Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean datos de control pueden solicitarse las "Especificaciones de venta" del producto a nuestro Departamento Técnico.

Modificador de la viscosidad**Nueva generación de modificadores de la viscosidad para hormigones autocompactantes.****Propiedades**

- La adición de RheoMATRIX® permite combinar la facilidad de producción del hormigón tradicional con la mayor productividad, ausencia de vibración, rapidez de puesta en obra y ahorro de operarios del hormigón autocompactante.
- Aumenta la robustez de la masa de hormigón.
- Se adiciona al hormigón como un aditivo más al final del amasado.
- Reduce la demanda de finos.
- No afecta al mantenimiento de la consistencia, fraguados ni resistencia a compresión.
- Herramienta fundamental para pasar de hormigones fluidos-liquidos a HAC.

Ventajas

- Producción de HAC a diario y sin controles exhaustivos.
- Seguridad en la producción.
- Fácil dosificación por tratarse de un aditivo líquido.
- No precisa de instalaciones especiales.
- Economía en materiales, instalaciones y proceso productivo.
- Sin rechazo de hormigones por disgregados.
- Ayuda a la sostenibilidad.

Indicado para

- Hormigones Autocompactantes.
- Hormigones bombeables.
- Mezclas con problemas de déficit de finos.
- Hormigones con mal aspecto o con tendencia a disgregar/exudar.



Fibras plásticas estructurales**MasterFiber 249**

Fibra de polipropileno monofilamento resistente a los álcalis y destinada al refuerzo estructural de hormigón y productos derivados del cemento.

| Propiedades | |
|---------------------------------|---|
| Material: | Polipropileno transparente. |
| Forma: | Monofilamentada grafilada. |
| Diámetro equivalente / Sección: | 0,84 mm / 0,55 mm ² |
| Frecuencia de la fibra (ud/kg): | 41200 |
| Longitud de fibra: | 48 mm |
| Esbeltez: | 57 mm |
| Resistencia a tensión: | < 400 MPa. Según el método UNE-EN ISO 6892-1:2009 |
| Densidad: | 0,91 g/cm ³ |
| Módulo de elasticidad: | 4,0 GPa. Según el método UNE-EN ISO 6892-1:2009 |
| Temperatura de distorsión: | 110° C |
| Temperatura de descomposición: | 249° C |
| Inflamabilidad | No aplicable. |
| Resistencia a ácidos/álcalis | Excelente. |

Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse las "Especificaciones de Venta" a nuestro Departamento Técnico.

Imprimación adicional bi-componente**EMACO[®] Epoxiprimer BP**

Puente de unión epoxi e imprimación de barrera para protección de armaduras.

EMACO Epoxiprimer BP
EMACO Epoxiprimer PISTOLA

Datos Técnicos

| Características | Unidades | EMACO Epoxiprimer BP | EMACO Epoxiprimer PISTOLA |
|--|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| Densidad: | g/cm ³ | aprox. 1,7 | aprox. 1,4 |
| Temperatura de puesta en obra (soporte y material): | °C | de +10 a +30 | de +10 a +30 |
| Resistencia a la temperatura (recubierta de mortero u hormigón): | °C | de - 20 hasta + 80 | de - 20 hasta + 80 |
| Pot-Life (20°C): | horas | aprox. 2 | aprox. 2 |
| Tiempo abierto: | | | |
| - a 10°C: | horas | aprox. 4 | aprox. 4 |
| - a 20°C: | | aprox. 3 | aprox. 3 |
| - a 30°C: | | aprox. 2 | aprox. 2 |
| Totalmente endurecido tras (20°C): | días | 7 | 7 |
| Adherencia al hormigón: | N/mm ² | > 1,5 (rotura en hormigón) | > 1,5 (rotura en hormigón) |

Los tiempos de endurecimiento están medidos a las temperaturas indicadas. Temperaturas superiores y/o H.R. inferiores pueden acortar estos tiempos y viceversa. Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean datos de control pueden solicitarse las "Especificaciones de venta" del producto a nuestro Departamento Técnico.

Mortero de regularización

The Chemical Company

MasterEmaco® N 5200 CI (formerly known as Emaco Nanocrete R2)

Universal, fast-setting, polymer modified, fibre reinforced, light weight repair mortar with active corrosion inhibition

DESCRIPTION

MasterEmaco N 5200 CI is a universal, single component, polymer modified, fast setting, repair, re-profiling and levelling mortar containing active corrosion inhibition. **MasterEmaco N 5200 CI** contains special cements, graded sands, selected polymers and fibres to reduce shrinkage and improve physical and application properties. When mixed with water, it forms a mortar with an exceptionally wide range of applications. **MasterEmaco N 5200 CI** can easily be hand or trowel applied in thicknesses from 3 up to 100 mm.

RECOMMENDED USES

- **MasterEmaco N 5200 CI** is used for the non-structural repair of concrete elements like balconies edges, building facades, parapet walls, precast panels, beam edges and stair nosings.
- **MasterEmaco N 5200 CI** can be applied as a smoothing or levelling coat at only 3 mm thick on large vertical and overhead areas to achieve a more aesthetic finish e.g. prior to painting.
- **MasterEmaco N 5200 CI** can be applied in environments where active corrosion inhibition is necessary.

FEATURES AND BENEFITS

- **Shrinkage compensation systems and fibre reinforcement** - Minimise crack tendency
- **Smooth, creamy, non-slump mortar; Superb application properties and feel on the trowel** - Easy to create profiles and corners without formwork
- **Excellent high build capacity** - Can be applied 80 - 100 mm in vertical applications or 70 - 80 mm overhead in one layer.
- **Multi-use**- Fairing coat and patch repair mortar in one with active corrosion inhibition
- **Fast setting** - Can be over-coated in only 4 hours
- **Good strength development** - Exceeding requirement of Class R2 of EN1504 part 3
- **Low modulus of elasticity** - Copes with thermal movement of structures
- **Low chromate (Cr[VI] < 2 ppm)** - Low risk of skin irritation
- **Chloride-free** - Does not add to chloride load of structure

PROPERTIES

| | |
|--|---|
| Appearance | Grey powder |
| Layer thickness | Min. 3mm (fairing coating) Max. 100mm (vertical & horizontal), 80mm (overhead) |
| Density | Approx. 1.8 g/cm ³ |
| Working time | 30 - 45 minutes |
| Setting time - initial | 45 - 75 minutes |
| - final | 60 - 120 minutes |
| Temperature for application (substrate and material) | Between +5°C and +35°C |

| | |
|---|--|
| Compressive strength - after 1 day - after 7 days - after 28 days AS 1478.2 Appendix A (Restrained) | ≥15 MPa ≥ 30 MPa ≥ 40 MPa |
| Adhesion (28 days) EN 1542 | ≥ 0.8 MPa |
| Adhesion after Freeze/Thaw (50 cycles with salt) EN 13687-1 | ≥ 0.8 MPa |
| Adhesion after Thunder/Shower (50 cycles) EN 13687-2 | ≥ 0.8 MPa |
| Adhesion after dry cycling (50 cycles) EN 13687-4 | ≥ 0.8 MPa |
| Cracking tendency (I) Coutinho type ring | No cracking after 180 days |
| Cracking tendency (II) DIN type V-channel | No cracking after 180 days |
| Capillary absorption EN 13057 | ≤ 0.5 Kg/m ² h ^{0.5} |
| Electrical resistance 28 days 56 days | 3900 Ω.cm 6280 Ω.cm |
| VOC Content SCAQMD Test method 304-91 | 8g/L |

Hardening times are measured at 21°C ± 2°C and 60% ± 10% relative humidity. Higher temperatures will reduce these times and lower temperatures will extend them. Technical data shown are statistical results and do not correspond to guaranteed minima. Tolerances are those described in appropriate performance standards

Mortero para la colocación del trencadís

IBERSEC TILE TOP FLEX

ADHESIVO PARA BALDOSAS tipo C2TES2 según UNE-EN 12004

Adhesivo cementoso mejorado con deslizamiento reducido, tiempo abierto ampliado y muy deformable para aplicación en interiores y exteriores



■ **Aplicaciones:**

Especialmente indicado para revestimiento de fachadas exteriores con piezas de grandes formatos
 Máxima seguridad y durabilidad en fachadas sometidas a condiciones climáticas agresivas, elevados niveles de insolación o heladas
 En interiores y exteriores
 Renovación directa sobre parquet
 Suelos de calefacción radiante
 Colocación sobre revestimiento cerámico o terrazo antiguos sin puente de adherencia

■ **Soportes:**

Enfoscados de mortero endurecido (>28 días de fraguado)
 Suelos o muros de hormigón endurecido sin restos de desencofrante
 Revestimientos antiguos de gres, azulejo, terrazo, etc
 Parquet de madera o sintético
 Soportes de yeso con imprimación consolidante previa (IBERSEC IMPRIMACIÓN)
 Yeso laminado

■ **Revestimientos:**

Baldosas cerámicas de todo tipo (I, IIA, IIB y III), mosaico vidriado, terrazo y, piedra natural y artificial
 Todo tipo de formato sin limitación de tamaño; especialmente indicado para tamaños superiores a 60x60 cm

DATOS TÉCNICOS

Composición: **conglomerantes hidráulicos, áridos seleccionados y aditivos especiales**
 Granulometría: **< 0,5 mm**
 Densidad aparente en polvo: **1125±50 kg/m³**
 Densidad aparente en pasta: **1450±50 kg/m³**
 Agua de amasado: **27-30%**
 Espesor de aplicación: **3-6 mm**
 Adherencia en condiciones normales (24 horas): **> 0,5 N/mm²**
 Adherencia en condiciones normales (28 días): **> 1,0 N/mm²**
 Adherencia tras inmersión: **> 1,0 N/mm²**
 Adherencias tras calor: **> 1,0 N/mm²**
 Adherencia tras ciclos hielo-deshielo: **> 1,0 N/mm²**
 Adherencia sobre soporte de gres en renovación (CSTB): **> 1,0 N/mm²**
 Resistencia a cizalladura (CSTB): **> 4,0 N/mm²**
 Deformación transversal: **5,0-6,0 mm**
 Deslizamiento: **< 0,5 mm**
 Tiempo abierto: **> 40 min**
 Tiempo de rectificación: **50 min**
 Tiempo para rejuntado: **24 horas**
 Tiempo para ser transitable: **24 horas**
 Tiempo de implementación (CSTB): **3 días**
 Tiempo de vida de la pasta: **4 horas**
 Reacción al fuego: **Euroclase A1**
 Consumo en seco (llana de 6x6 mm): **2,2-2,7 kg/m²**



Mortero para el rejuntado del trencadís**IBERSEC
JUNTA COLOR**

MATERIAL DE REJUNTADO PARA BALDOSAS tipo CG2WA según UNE-EN13888

Material de rejuntado cementoso mejorado con alta resistencia a la abrasión y absorción de agua reducida y deformable

■ **Aplicaciones:**

Rejuntado de todo tipo de baldosas
En interiores y exteriores
Ancho de junta entre 3 y 15 mm
Piscinas

■ **Revestimientos:**

Baldosas cerámicas de todo tipo (azulejo, gres cerámico, gres porcelánico, mosaico vidriado) y piedra artificial, piedra natural, etc

DATOS TÉCNICOS

Composición: **conglomerantes hidráulicos, áridos seleccionados y aditivos orgánicos**
 Granulometría: **< 0,3 mm**
 Densidad aparente en polvo: **1050±50 kg/m³**
 Densidad aparente en pasta: **1950±50 kg/m³**
 Densidad aparente endurecido: **1800±50 kg/m³**
 Agua de amasado: **23-25%**
 Resistencia a Compresión (24 horas condiciones normales): **> 10,0 N/mm²**
 Resistencia a Flexotracción (24 horas condiciones normales): **> 2,0 N/mm²**
 Resistencia a Compresión (28 días condiciones normales): **> 25,0 N/mm²**
 Resistencia a Flexotracción (28 días condiciones normales): **> 7,0 N/mm²**
 Resistencia a Compresión (ciclos hielo-deshielo): **> 23,0 N/mm²**
 Resistencia a Flexotracción (ciclos hielo-deshielo): **> 4,0 N/mm²**
 Coeficiente de capilaridad: **0,05-0,10 kg/m² min^{1/2}**
 Absorción de agua después de 30 min.: **< 0,7 g**
 Absorción de agua después de 240 min.: **< 1,5 g**
 Retracción: **< 1,5 mm/m**
 Resistencia a abrasión: **< 1000 mm³**
 Conductividad térmica: **0,90-1,00 W/mK** (valor tabulado)
 Reacción al fuego: **Euroclase A1**



ANEXO C

EVOLUCIÓN VISUAL DE LAS PROBETAS

C.1 INTRODUCCIÓN

Durante la inspección visual realizada en el estudio de durabilidad se tomaron fotografías de todas las probetas en cada lectura de seguimiento y ciclo. Estas se emplearon con posterioridad para el análisis global de las apreciaciones observadas, expuesto en el Capítulo 6 de la presente Tesis Doctoral. En este anexo se muestran tres imágenes consecutivas del *trencadís* de cada probeta en diferentes momentos representativos del estudio. Con ello se pretende mostrar la evolución del estado de conservación de las mismas. La 1ª de las imágenes fue tomada antes de iniciar los procesos de degradación (Ciclo 0); la 2ª fue obtenida aproximadamente en la mitad del número total de ciclos (Ciclo 40-45) y la 3ª, corresponde al finalizar los ensayos (Ciclo 80-81).

Toda esta documentación gráfica se presenta distribuida en los diferentes apartados en función de los distintos ciclos de degradación: choque térmico (apartado C.2); mojado/secado (apartado C.3); hielo/deshielo (apartado C.3) y cristalización de sales (apartado C.4). En cada uno se incluyen todas las imágenes de los probetas de *trencadís* empeladas (restauración y obra nueva). Cabe recordar que en el ciclo de cristalización de sales únicamente se sometieron a este tipo de ciclos las de restauración.

C.2 PROBETAS SOMETIDAS A CHOQUE TÉRMICO

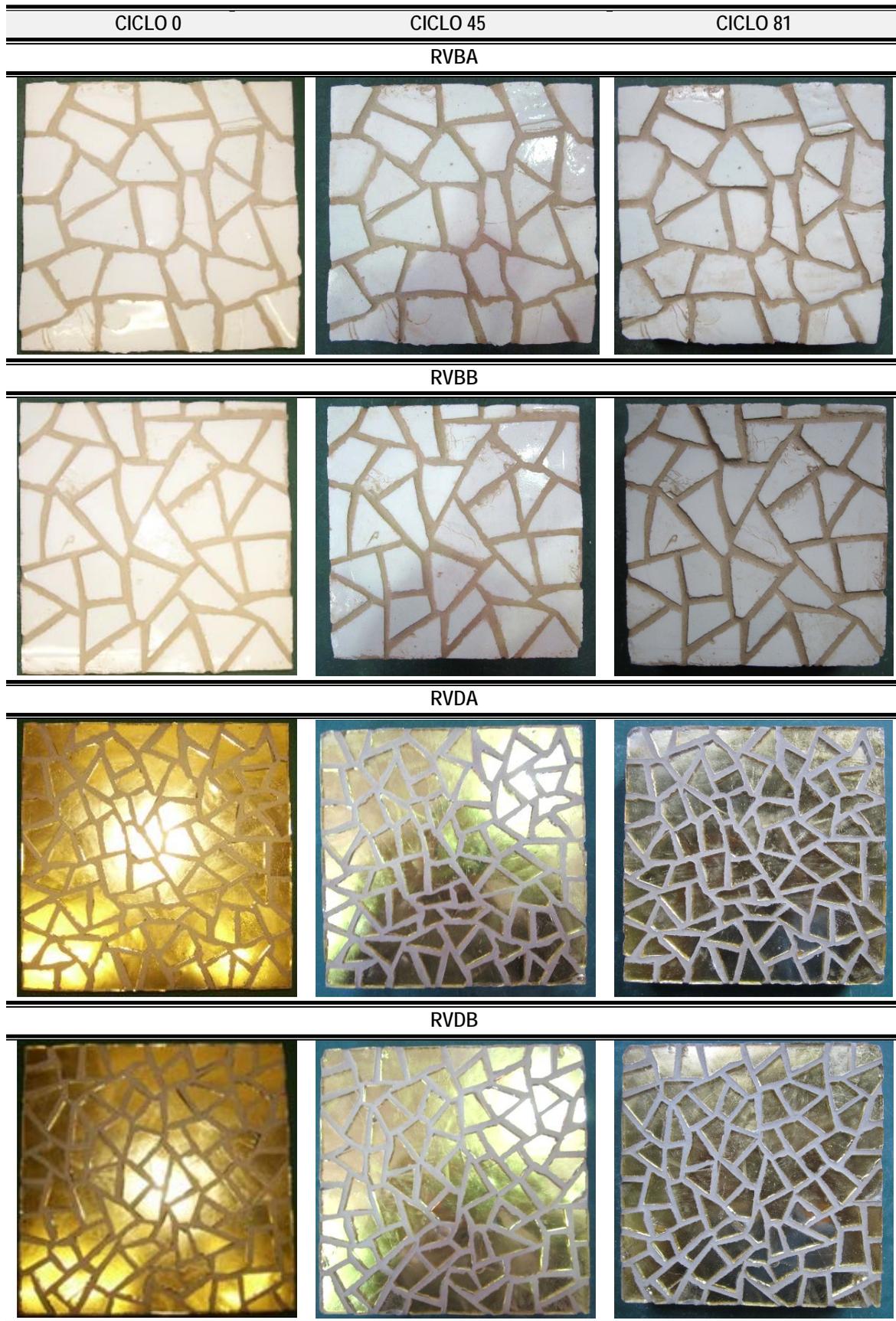


Tabla C1: Probetas de restauración sometidas a ciclos de choque térmico (RVBA; RVBB; RVDA; RVDB)

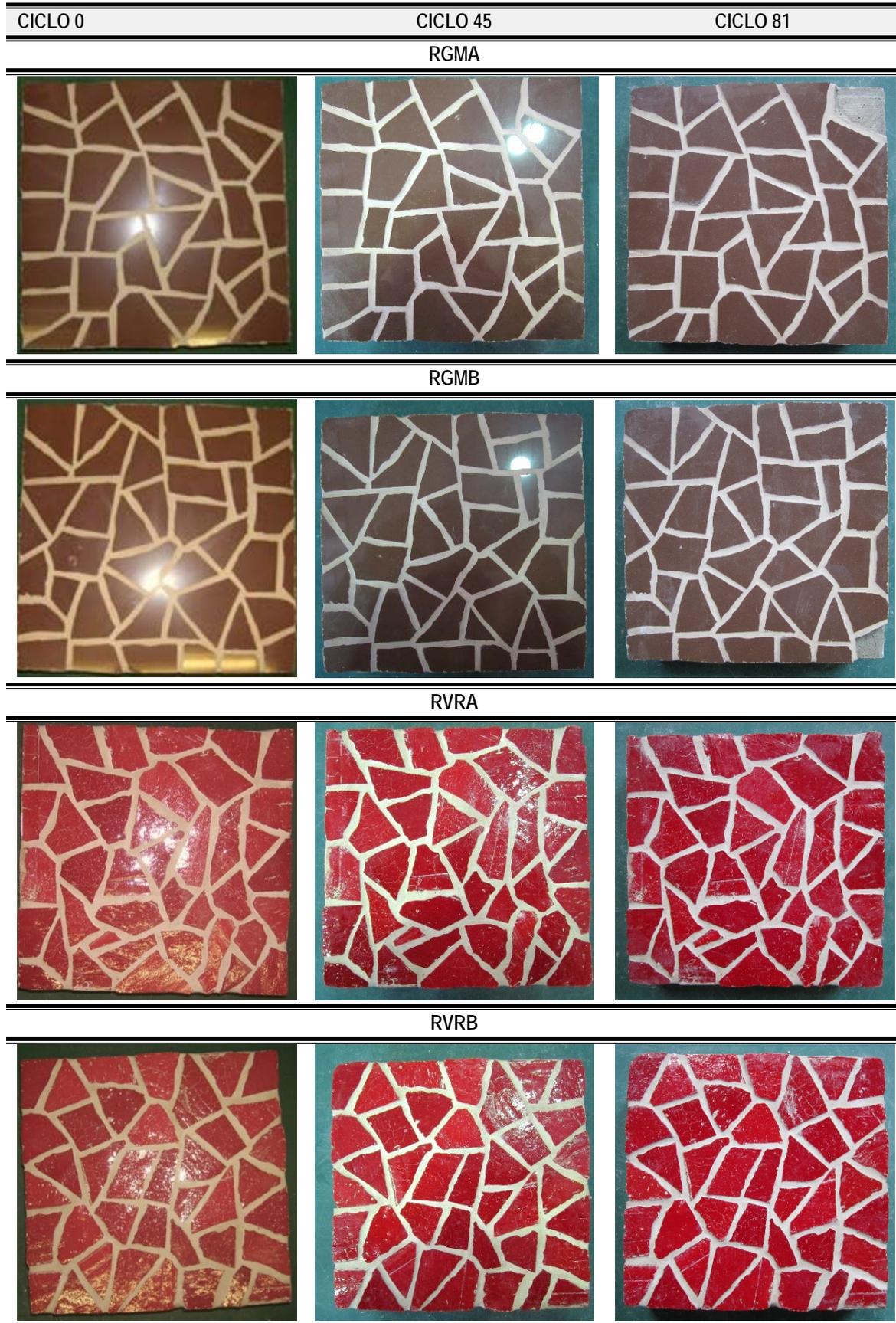


Tabla C2: Probetas de restauración sometidas a ciclos de choque térmico (RGMA; RGMB; RVRA; RVRB)

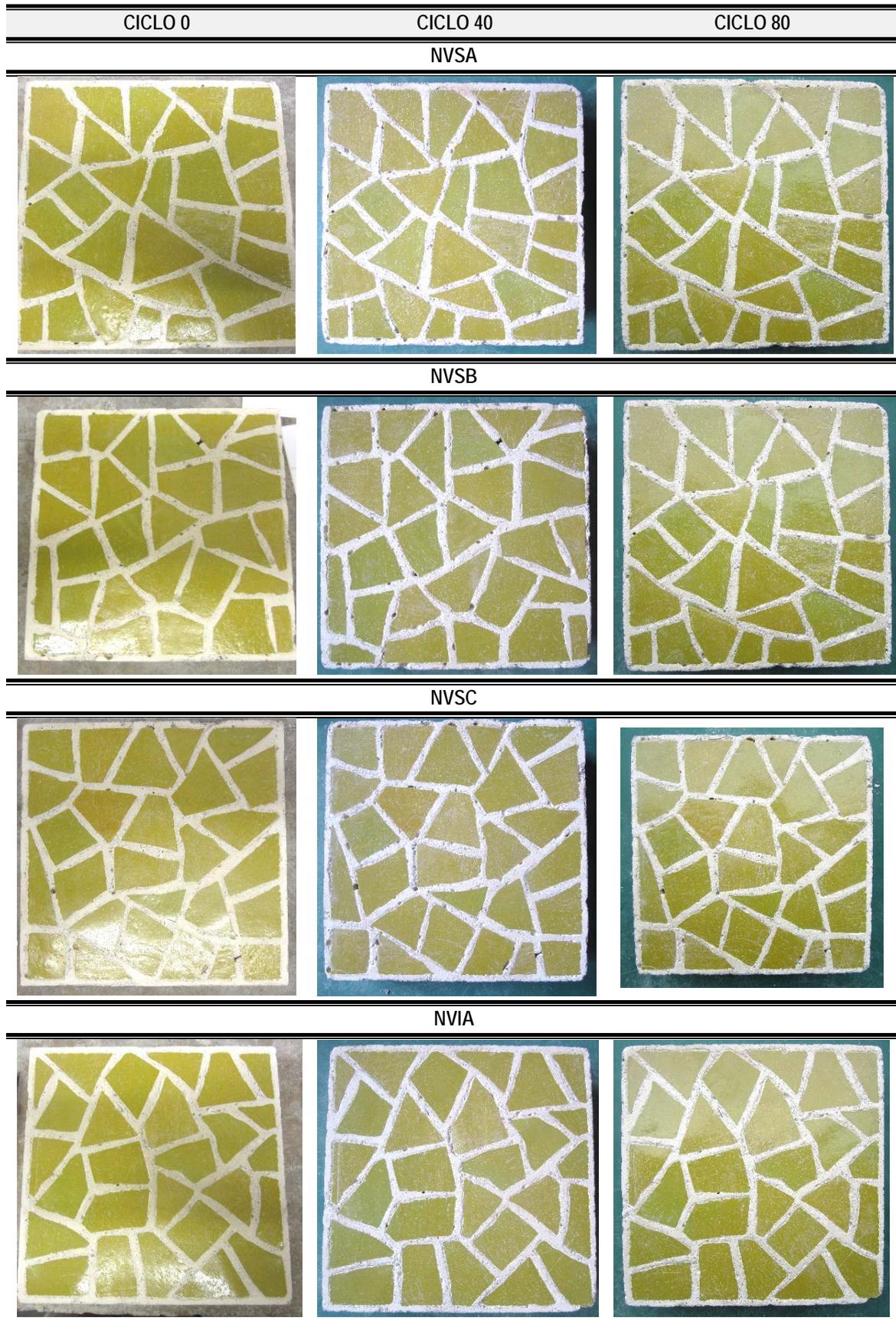


Tabla C3: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de choque térmico (NVSA; NVSB; NVSC; NVIA)

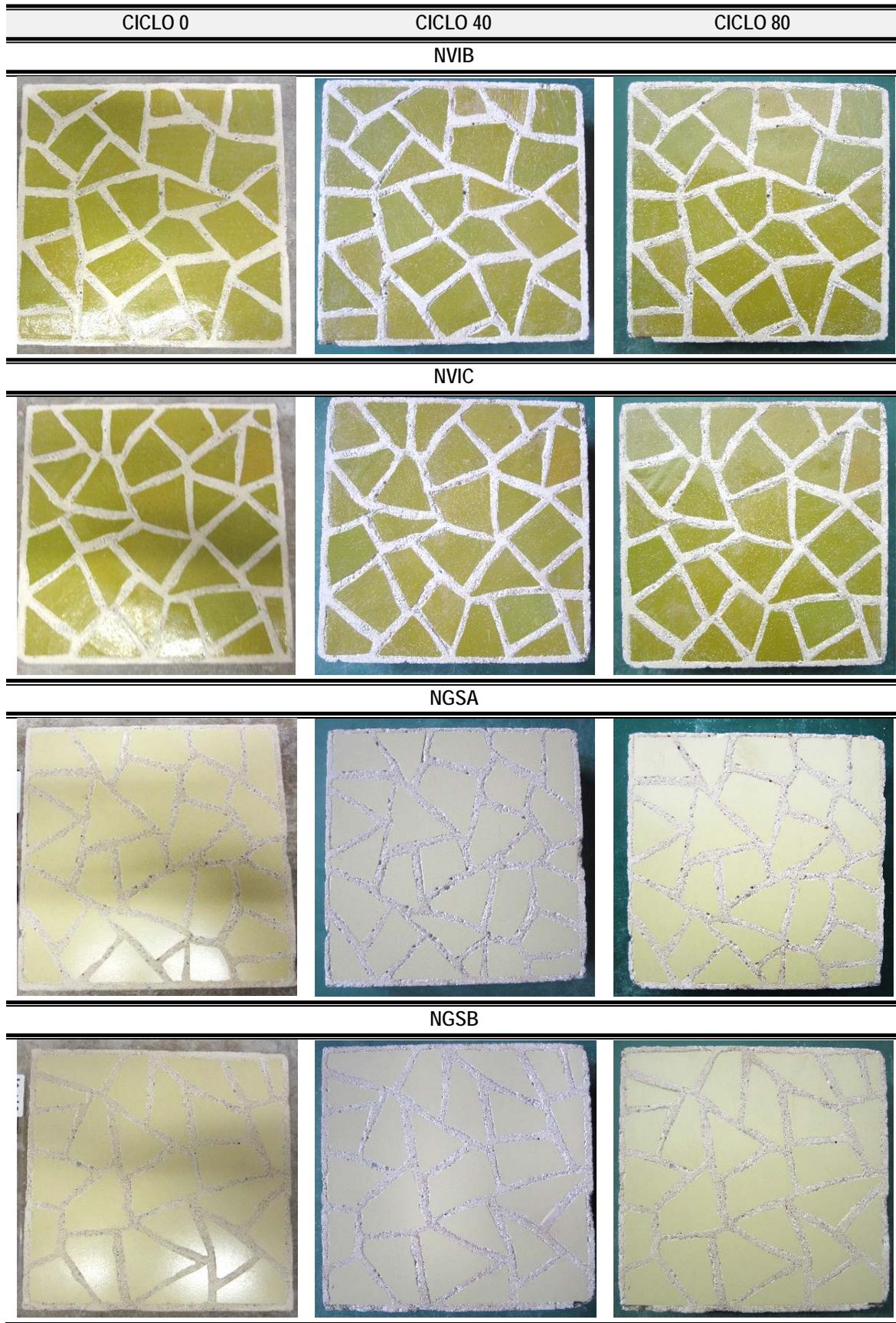


Tabla C4: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de choque térmico (NVIB; NVIC; NGSA; NGSB)

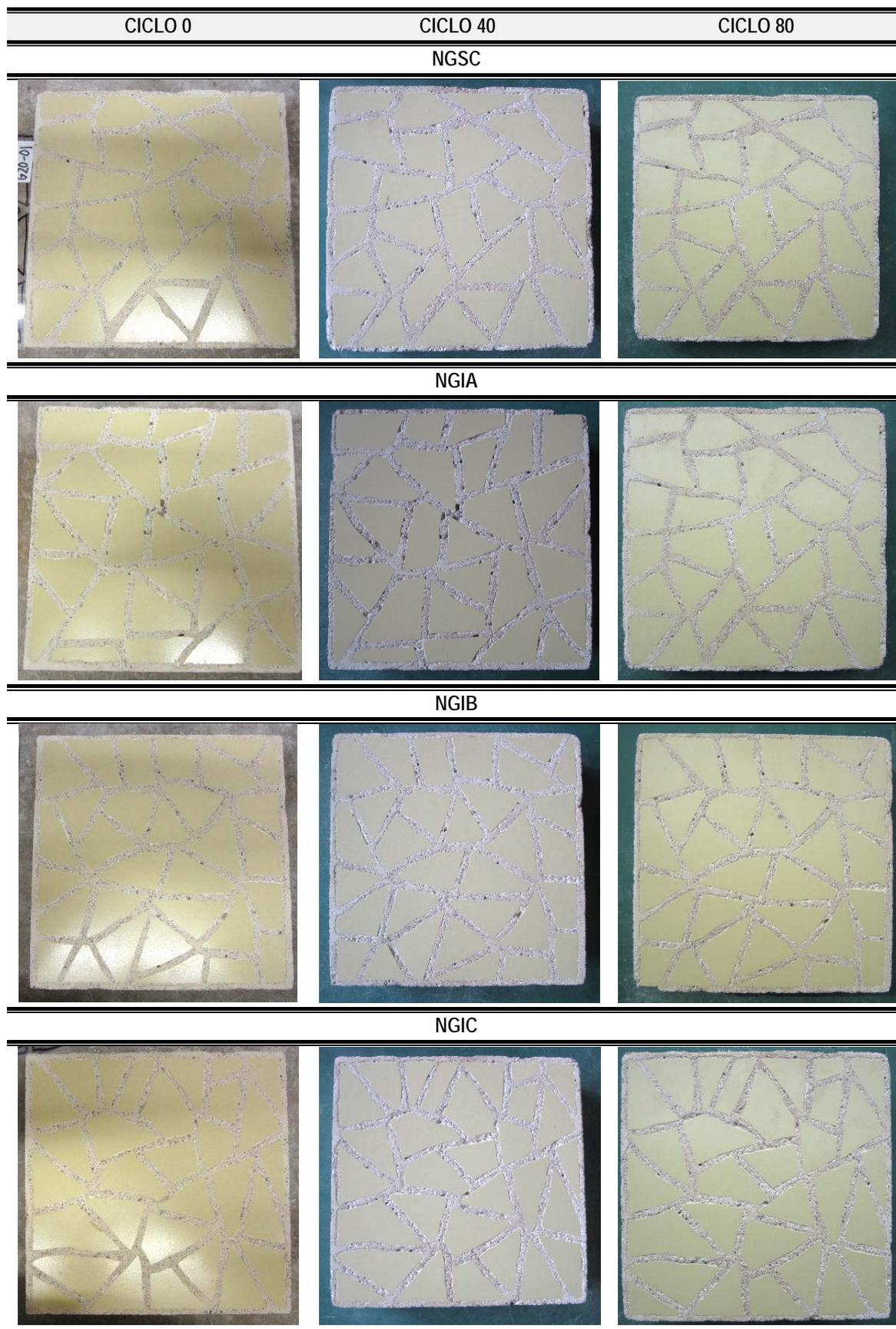


Tabla C5: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de choque térmico (NGSC; NGIA; NGIB; NGIC)

C.3 PROBETAS SOMETIDAS A MOJADO /SECADO

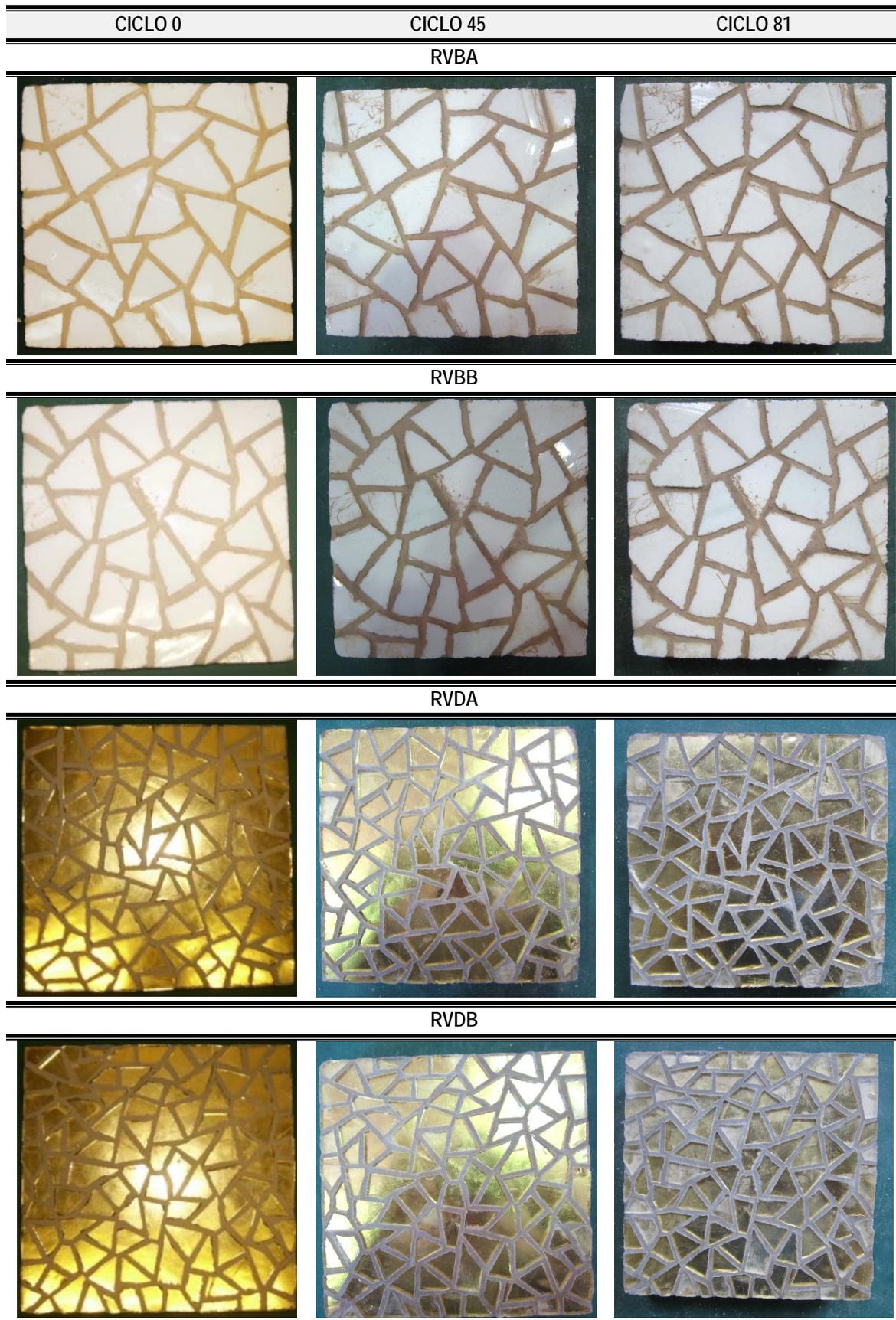


Tabla C6: Probetas de restauración sometidas a ciclos de mojado/secado (RVBA; RVBB; RVDA; RVDB)



Tabla C7: Probetas de restauración sometidas a ciclos de mojado/secado (RGMA; RGMB; RVRA; RVRB)



Tabla C8: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de choque térmico (NVSA; NVSB; NVSC; NVIA)

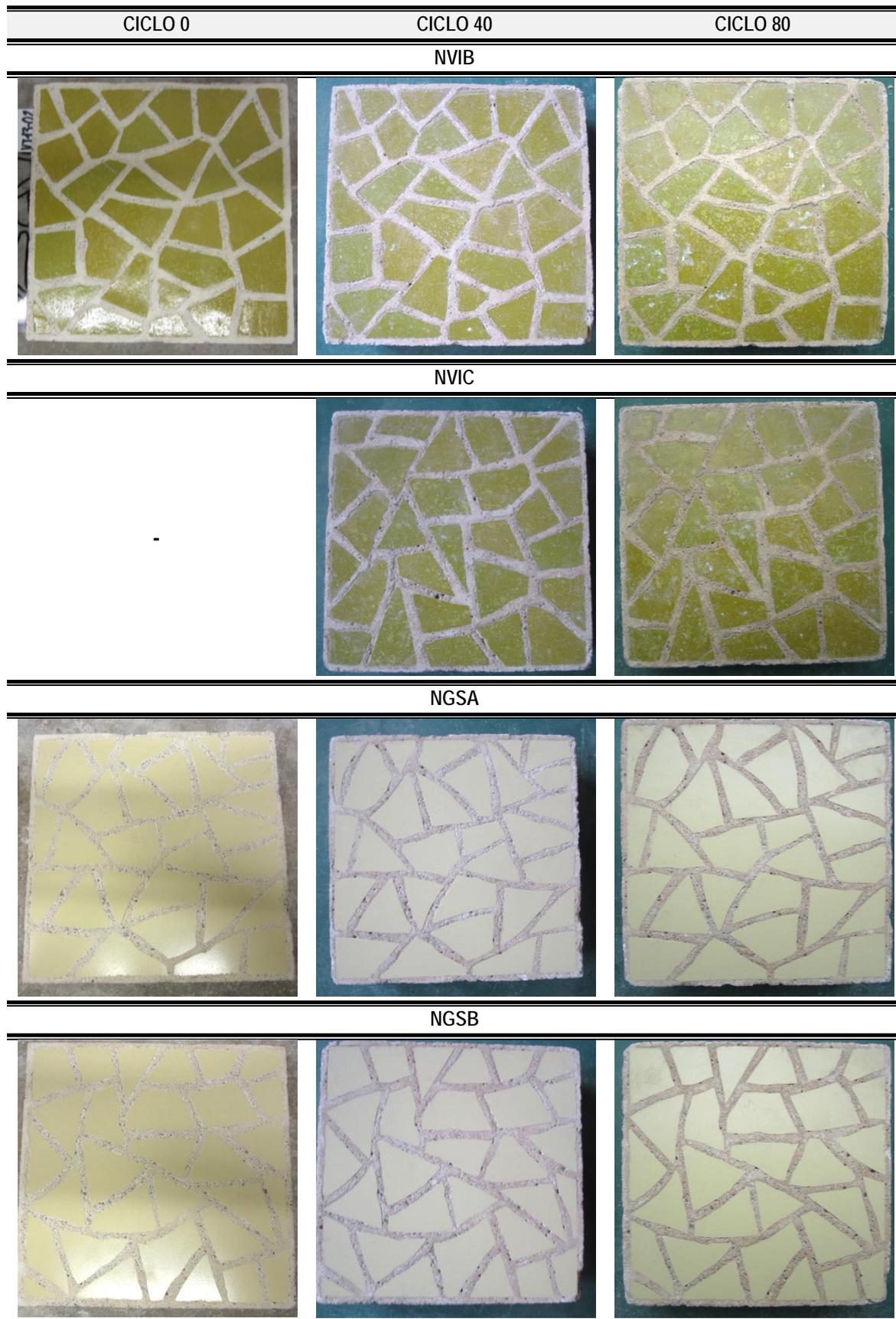


Tabla C9: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de choque térmico (NVIB; NVIC; NGSA; NGSB)

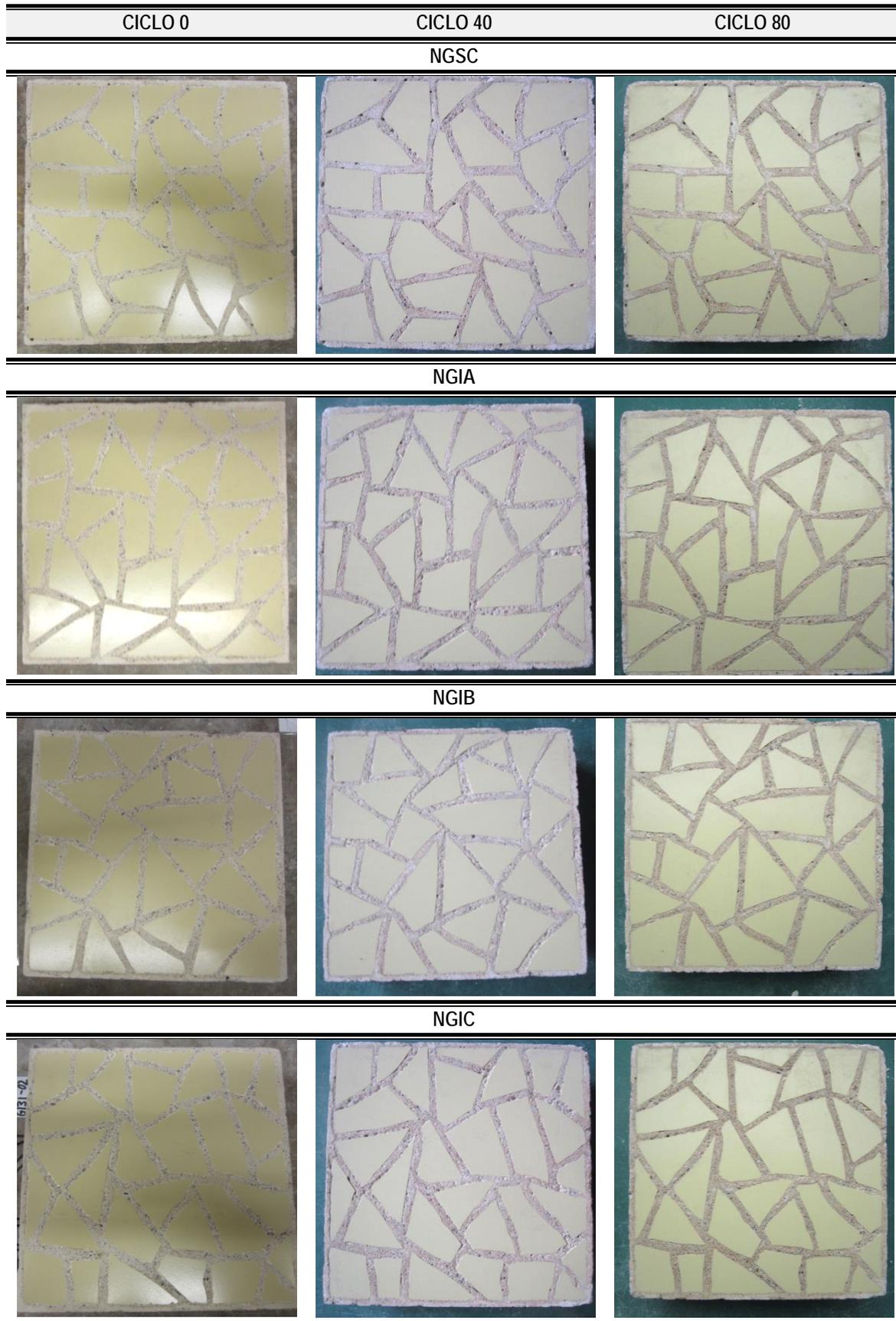


Tabla C10: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de choque térmico (NGSC; NGIA; NGIB; NGIC)

C.4 PROBETAS SOMETIDAS A HIELO/DESHIELO

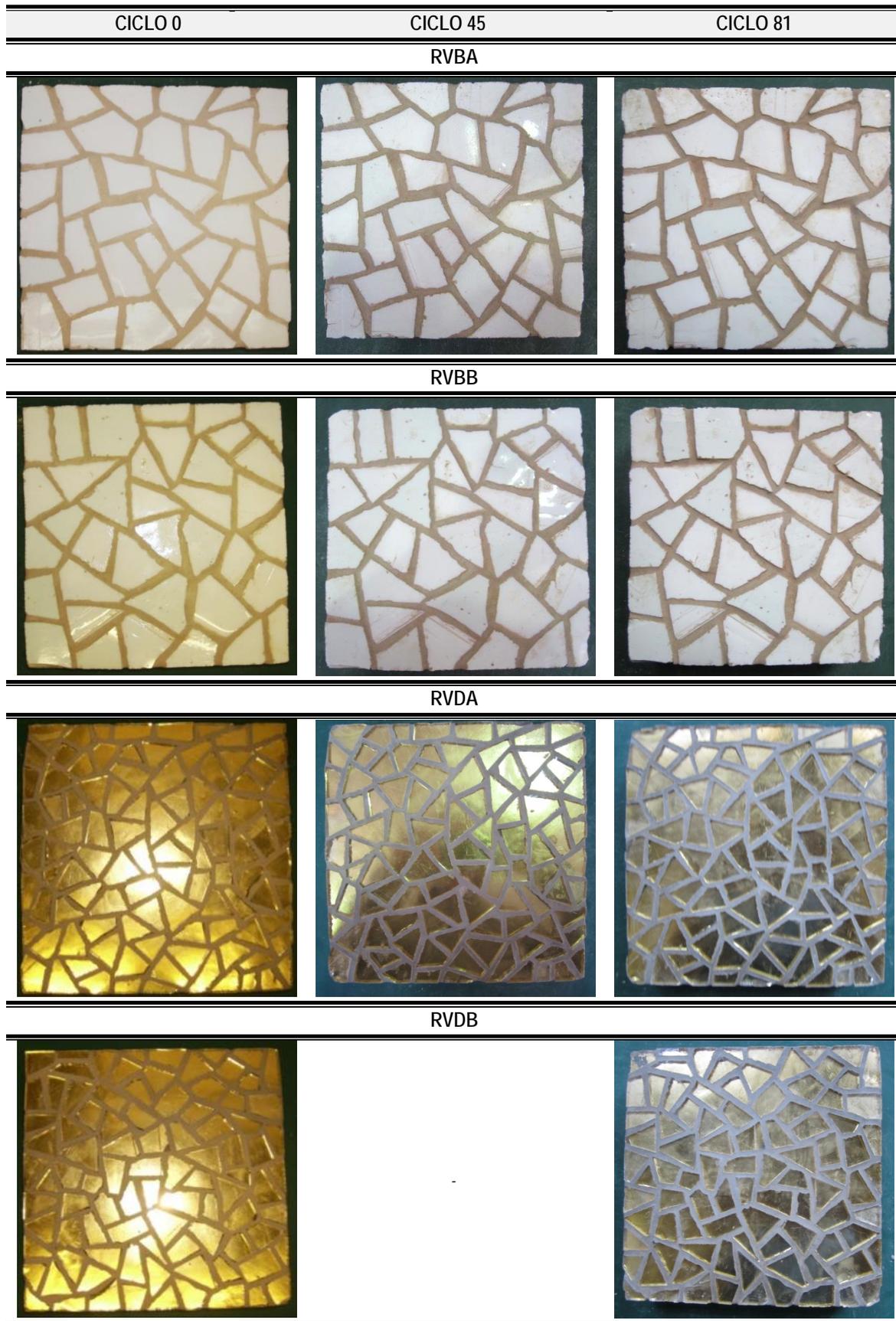


Tabla C11: Probetas de restauración sometidas a ciclos de hielo/deshielo (RVBA; RVBB; RVDA; RVDB)

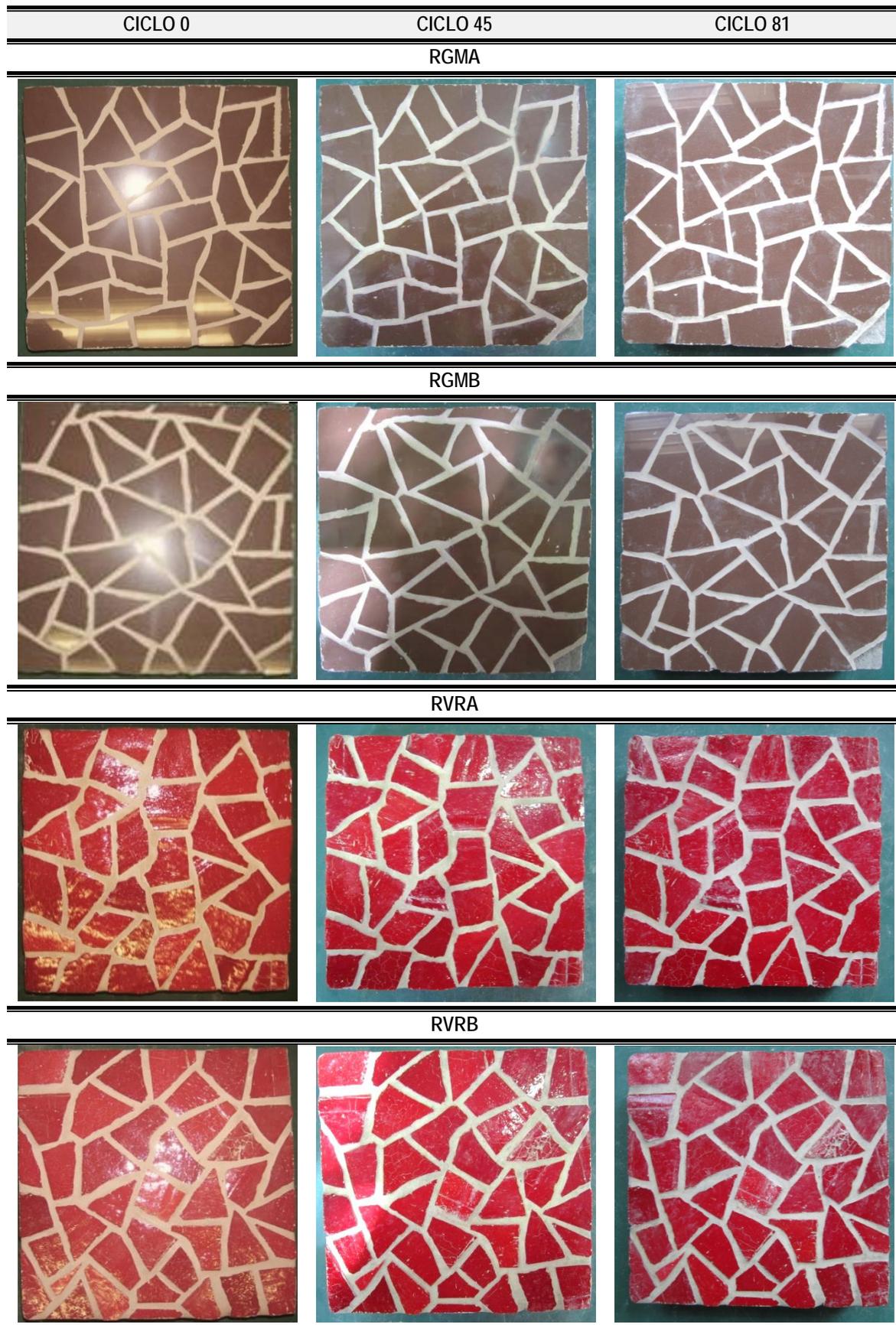


Tabla C12: Probetas de restauración sometidas a ciclos de hielo/deshielo (RGMA; RGMB; RVRA; RVRB)

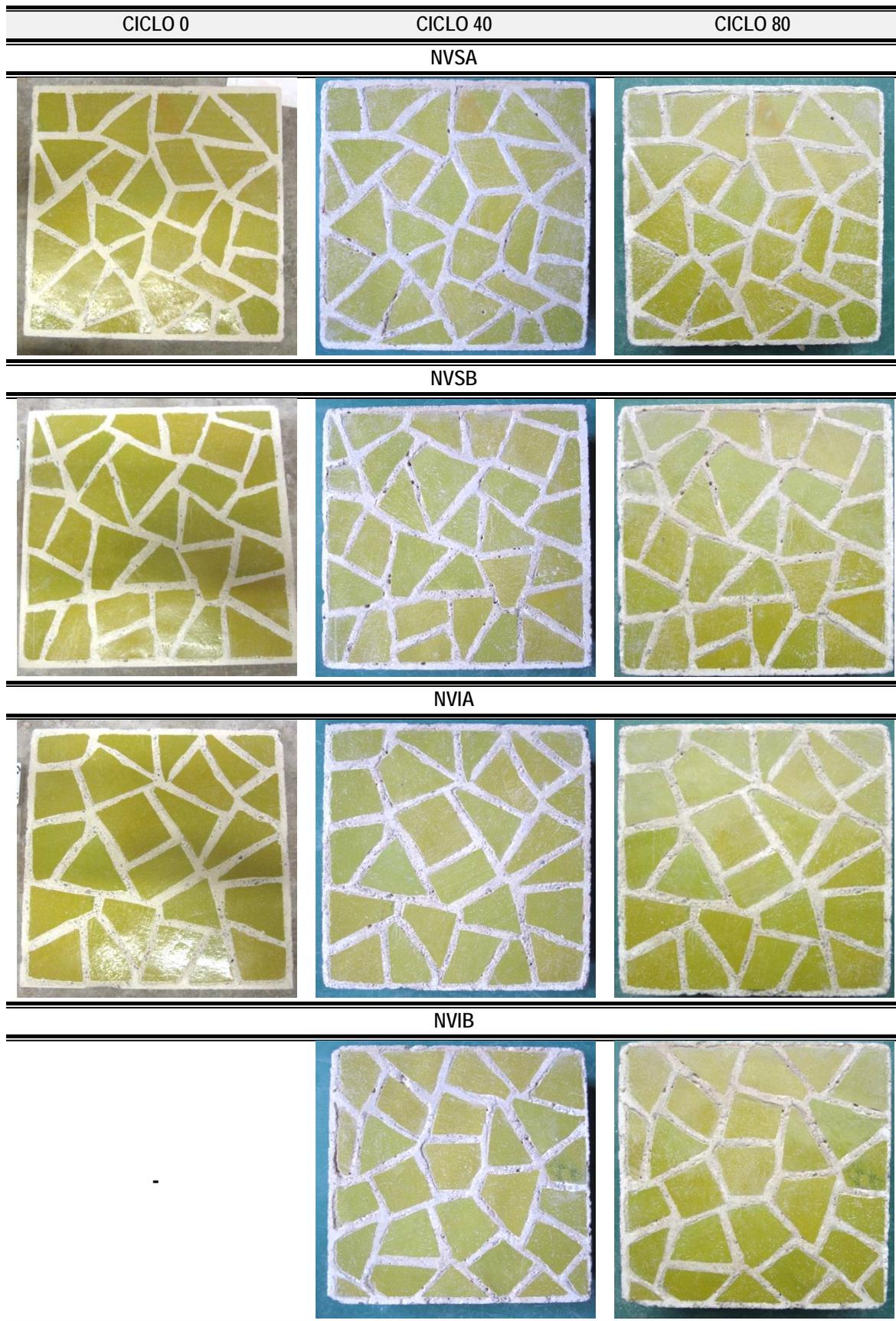


Tabla C13: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de hielo/deshielo (NVSA; NVSB; NVIA; NVIB)

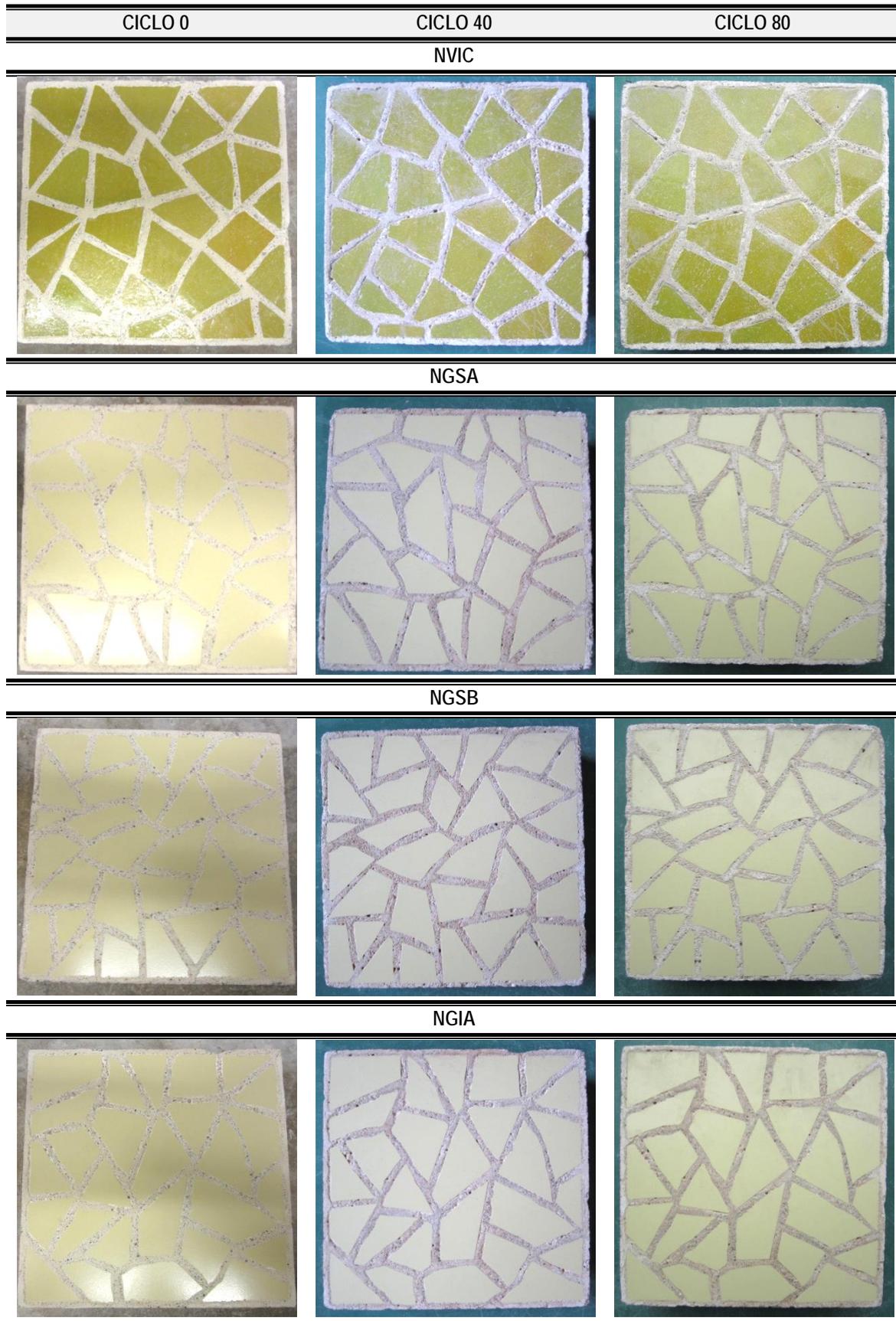


Tabla C14: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de hielo/deshielo (NVIC; NGSA; NGSB; NGIA)

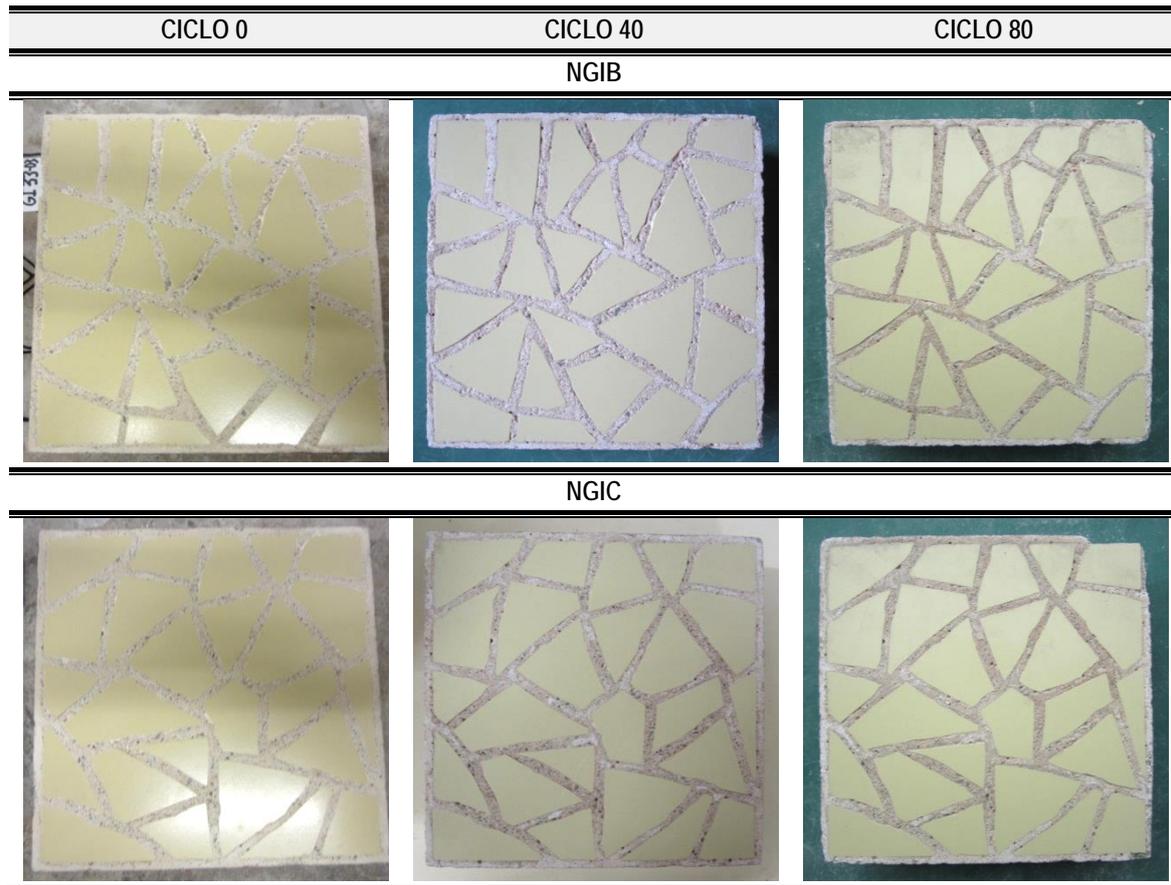


Tabla C15: Probetas de obra nueva sometidas a ciclos de hielo/deshielo (NGIB; NGIC)

C.5 PROBETAS SOMETIDAS A CRISTALIZACIÓN DE SALES

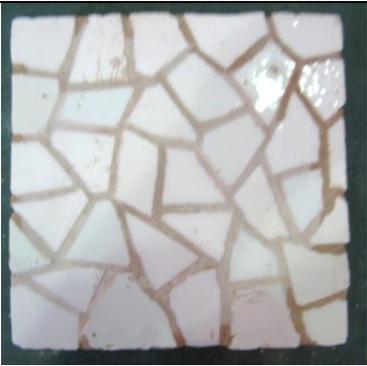
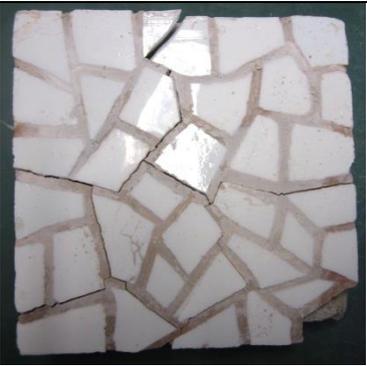
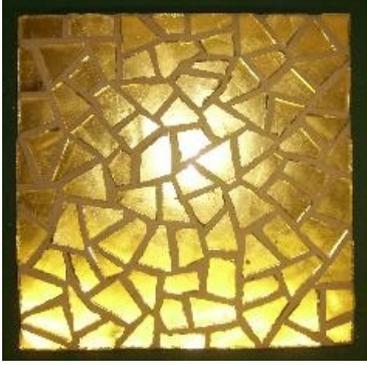
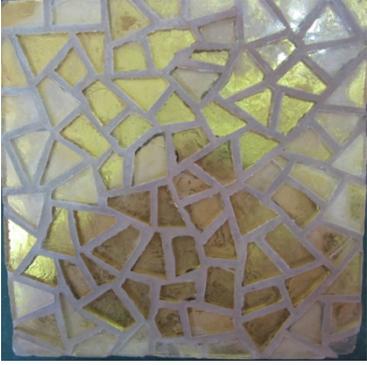
| CICLO 0 | CICLO 45 | CICLO 81 |
|---|---|---|
| RVBA | | (Despegue: CICLO 55) |
|  |  |  |
| RVBB | | (Despegue: CICLO 51) |
|  |  |  |
| RVDA | | |
|  |  |  |
| RVDB | | |
|  |  |  |

Tabla C16: Probetas de restauración sometidas a ciclos de cristalización de sales (RVBA y B; RVDA y B)

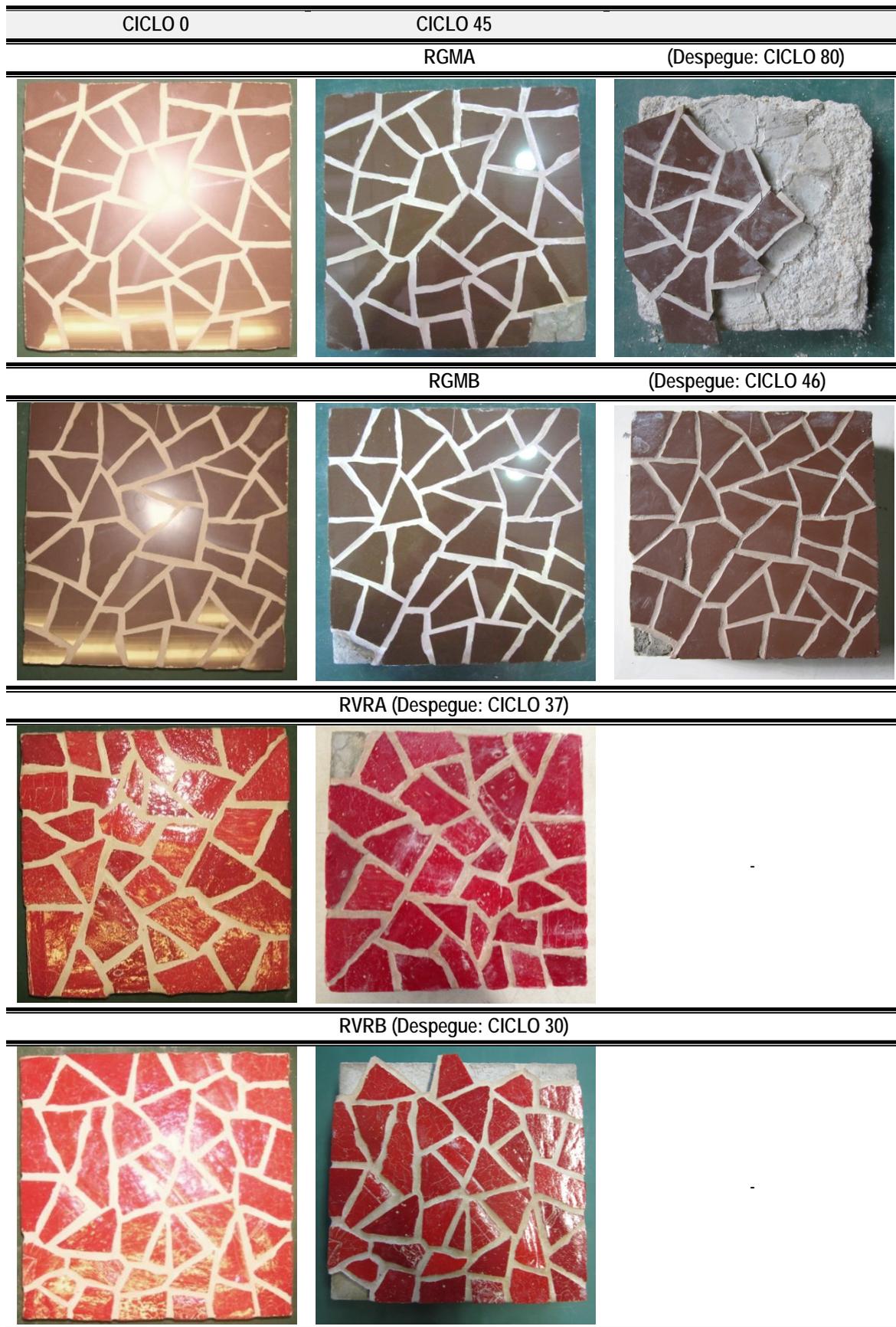


Tabla C17: Probetas de restauración sometidas a ciclos de cristalización de sales (RGMA y B; RVRA y B)

ANEXO D

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

D.1 INTRODUCCIÓN

En este anexo se presentan los resultados de todas las lecturas obtenidas en los ensayos no destructivos (ultrasonidos e impacto acústico) empleados en el estudio de durabilidad. Estas técnicas de seguimiento permitieron conocer el estado de conservación de las probetas sometidas a los distintos procesos de degradación del estudio. La interpretación y su análisis se exponen en el Capítulo 7 de la Tesis Doctoral.

Los resultados de los dos tipos de probetas (restauración y obra nueva) se muestran en los apartados D.2 y D3, respectivamente. Asimismo, en ellos se presentan desglosadas según los distintos procesos de degradación (Choque térmico; Mojado/Secado; Hielo/deshielo y Cristalización de Sales). De cada serie y proceso, se expone el promedio de las lecturas y su evolución en función de las probetas y número de ciclos. En estos se incluyen los gráficos relacionados con los siguientes parámetros: la variación de la velocidad de ultrasonidos; de las frecuencias altas (FA) y de las bajas-medias (FB-M); de los tiempos de rebote y por de los coeficientes de restitución. Estos tres últimos fueron obtenidos a partir del análisis FFT de las señales acústicas registradas durante el estudio (ver Capítulo 7).

D.2 PROBETAS DE RESTAURACIÓN

D.2.1. Choque térmico

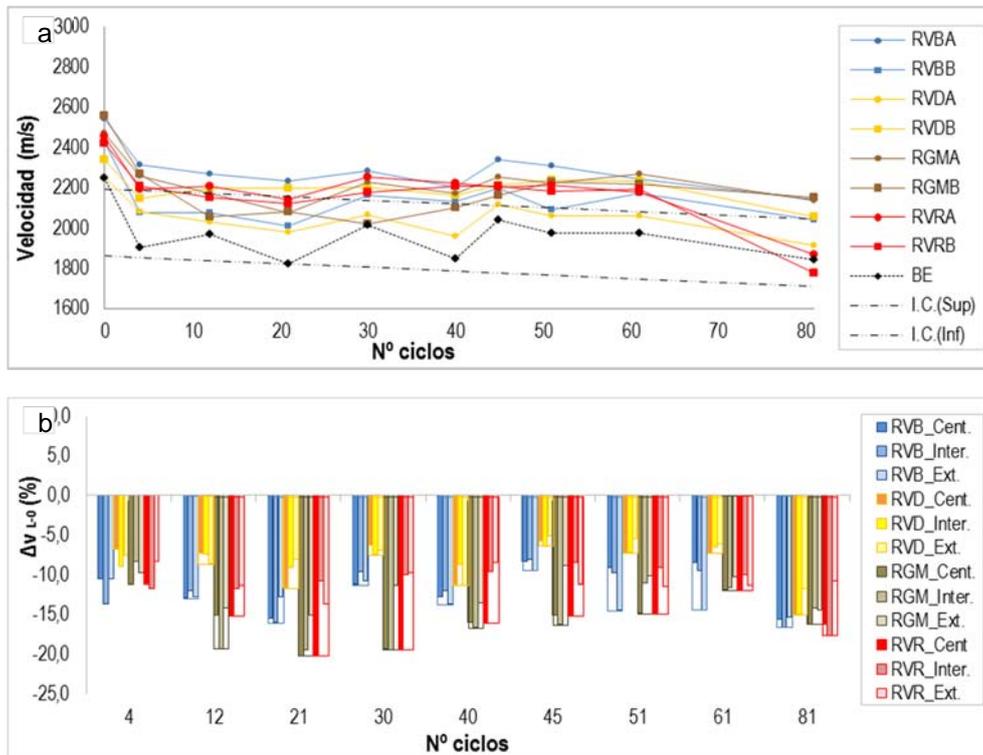


Figura D.1: a) Velocidad de ultrasonidos y b) Porcentaje de variación de la velocidad respecto la medida inicial y de la posición de las piezas en el *trencadís*: Centro (Centr.); Intermedio (Inter.) y Exterior (Ext.)

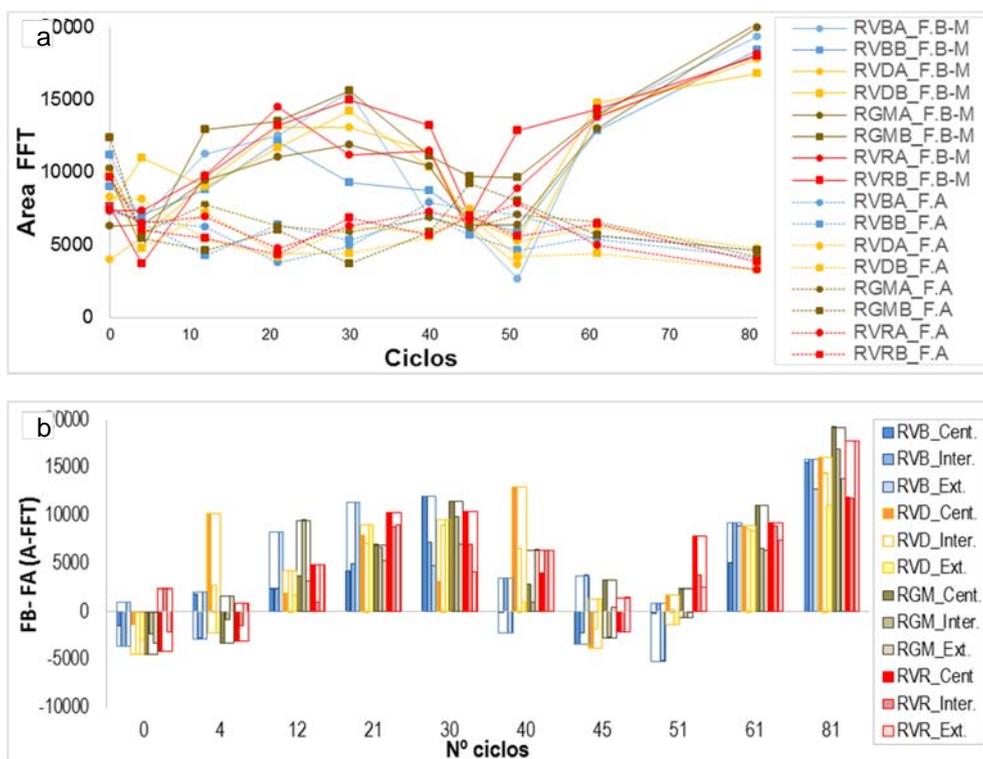


Figura D.2: a) Frecuencias altas (FA) y bajas-medias (FB-M) y b) Área FFT de las FB-M respecto a las FA y de la posición de las piezas en el *trencadís*.

| LECTURAS | CICLOS | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|
| | 0 | 4 | 12 | 21 | 30 | 40 | 45 | 51 | 61 | 81 |
| RVBA | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (3) | (1) | | | | (2) |
| Δv_{0-L} (%) | | -8,9 | -10,7 | -12,2 | -10,0 | -13,3 | -7,9 | -9,1 | -11,7 | -15,6 |
| FA / FB (%) | 125,7 | 197,5 | 70,1 | 52,4 | 50,3 | 224,9 | 199,1 | 273,9 | 49,8 | 21,8 |
| RVBB | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (1) | | | | (2)(3) | |
| Δv_{0-L} (%) | | -14,6 | -14,5 | -17,3 | -11,1 | -12,3 | -9,6 | -14,1 | -10,6 | -16,0 |
| FA / FB (%) | 249,2 | 260,6 | 109,4 | 102,6 | 89,3 | 109,5 | 140,5 | 155,2 | 55,0 | 25,4 |
| RVDA | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (1)(3) | | | | (1):(2) | |
| Δv_{0-L} (%) | | -7,7 | -9,9 | -12,1 | -8,3 | -13,1 | -6,0 | -8,5 | -8,5 | -15,0 |
| FA / FB (%) | 255,6 | 285,6 | 80,0 | 35,2 | 58,9 | 97,8 | 210,8 | 168,0 | 50,5 | 26,9 |
| RVDB | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | (1) | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | -8,3 | -6,0 | -6,0 | -5,7 | -7,5 | -5,4 | -4,3 | -4,5 | -12,0 |
| FA / FB (%) | 218,0 | 124,1 | 127,9 | 71,9 | 35,4 | 119,6 | 166,5 | 115,6 | 32,1 | 22,5 |
| RGMA | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | | (2) | | (3) | | |
| Δv_{0-L} (%) | | -8,6 | -12,1 | -16,0 | -9,9 | -12,2 | -8,9 | -10,2 | -18,7 | -23,2 |
| FA / FB (%) | 272,1 | 135,4 | 154,7 | 62,1 | 61,3 | 121,7 | 133,0 | 155,7 | 52,6 | 22,0 |
| RGMB | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (3) | (2) | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | -11,1 | -19,4 | -18,7 | -20,9 | -17,8 | -15,5 | -12,7 | -13,2 | -15,7 |
| FA / FB (%) | 328,6 | 202,5 | 57,3 | 58,6 | 28,8 | 76,9 | 261,8 | 136,5 | 47,7 | 25,8 |
| RVRA | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (1)(3) | | | | | (2) |
| Δv_{0-L} (%) | | -10,6 | -10,1 | -12,9 | -8,2 | -9,6 | -10,5 | -10,0 | -11,4 | -24,2 |
| FA / FB (%) | 139,2 | 156,6 | 113,1 | 49,4 | 80,4 | 87,0 | 178,8 | 121,5 | 45,7 | 18,8 |
| RVRB | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (1):(2) | (3) | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | -8,7 | -11,1 | -12,4 | -10,0 | -8,7 | -8,8 | -9,8 | -9,3 | -26,7 |
| FA / FB (%) | 232,6 | 239,4 | 89,0 | 40,3 | 94,2 | 56,4 | 154,5 | 79,6 | 45,9 | 24,4 |

Tabla D.1: Resultados de las lecturas de inspección visual, ultrasonidos e impacto acústico en función de las probetas y números de ciclos

Leyenda tablas anexo:

Colores de las celdas¹

Verde: Buen estado de conservación;

Amarillo: Leve degradación y/o pérdida de la adherencia;

Rojo: Degradación y/o pérdida de la adherencia;

Daños

Micro-fisuras vidrio (1)

Micro-fisuras rejuntado (2)

Fisuras base (3)

Caída piezas (4)

Despegue revestimiento (5)

¹ La relación de los colores de las celdas corresponde a los rangos límite de las lecturas de ultrasonidos e impacto acústico definidos en el apartado 7.2.4 del cuerpo de la tesis

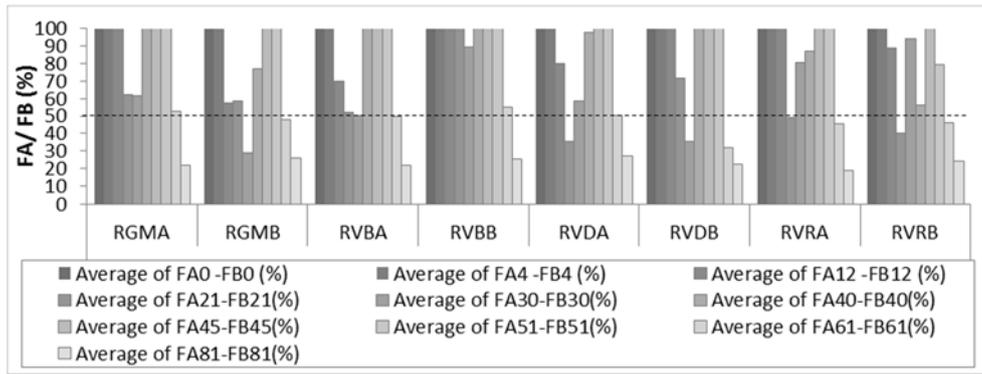


Figura D.3: Evolución de los resultados en función de la probeta, número de ciclos y del porcentaje entre las frecuencias FA respecto a las FB-M

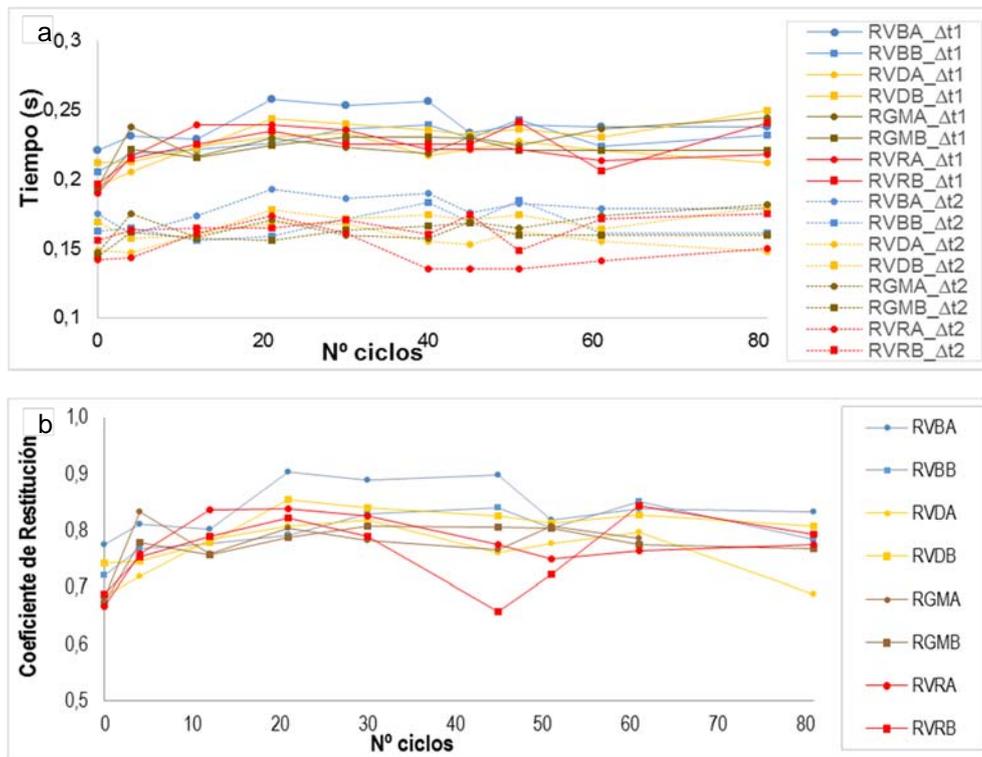


Figura D.4: Evolución de los resultados en función de las probetas, número de ciclos: a) Tiempos entre el 1er y 2n rebote ($\Delta t1$) y entre el 2n y 3r rebote ($\Delta t2$) y b) Coeficiente de restitución

A.2.2. Mojado/Secado

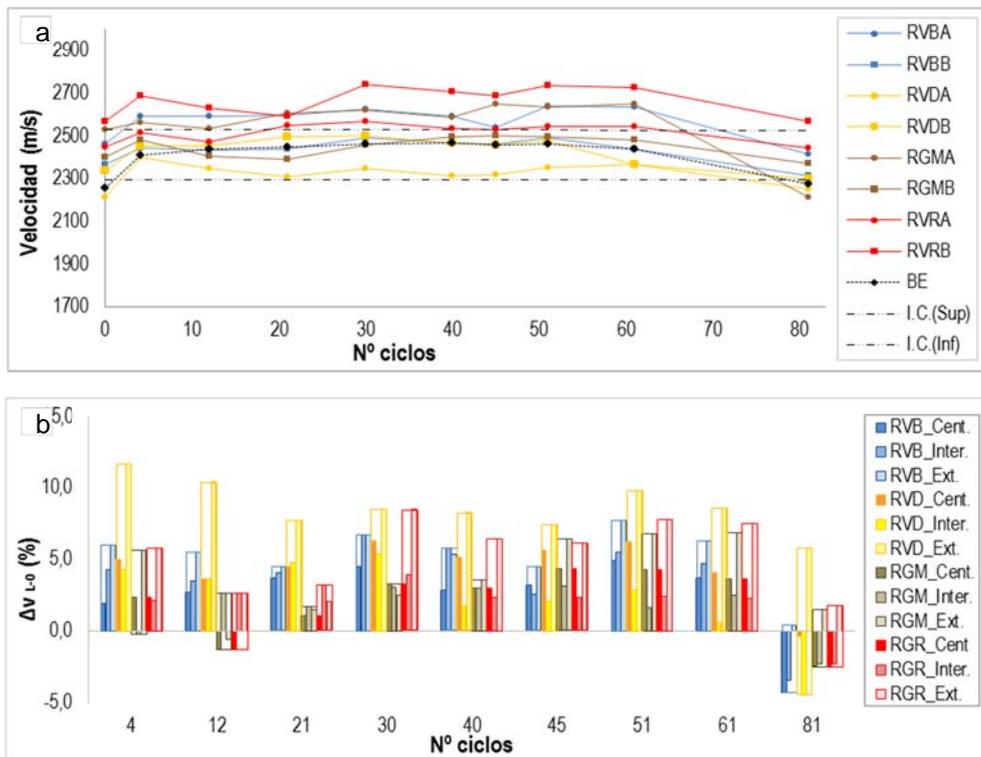


Figura D.5: a) Velocidad de ultrasonidos y b) Porcentaje de variación de la velocidad respecto la medida inicial y de la posición de las piezas en el *trencañis*: Centro (Centr.); Intermedio (Inter.) y Exterior (Ext.)

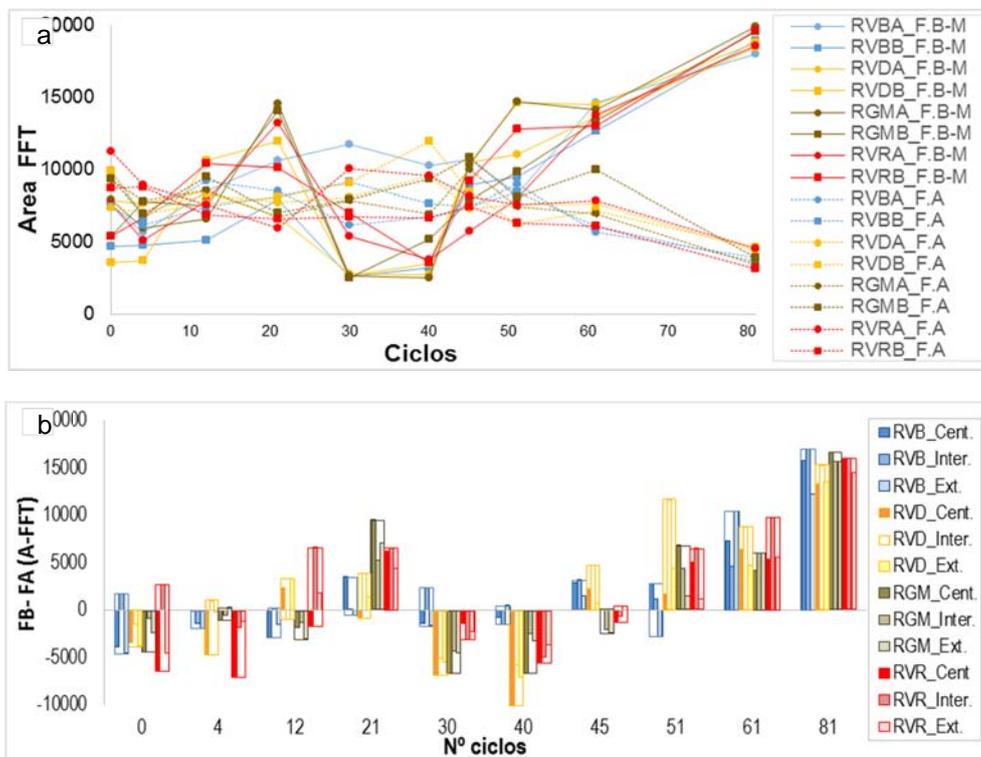


Figura D6: a) Frecuencias altas (FA) y bajas-medias (FB-M) y b) Área FFT de las FB-M respecto a las FA y de la posición de las piezas en el *trencañis*.

| LECTURAS | CICLOS | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--|
| | 0 | 4 | 12 | 21 | 30 | 40 | 45 | 51 | 61 | 81 | |
| RVBA | | | | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 6,6 | 5,1 | 3,1 | 7,0 | 7,0 | -2,1 | |
| FA / FB (%) | 239,6 | 250,8 | 145,7 | 117,7 | 64,0 | 117,7 | 153,9 | 130,6 | 46,9 | 21,9 | |
| RVBB | | | | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 3,2 | 2,8 | 3,0 | 5,4 | 4,2 | 4,0 | 5,3 | 3,0 | -2,3 | |
| FA / FB (%) | 266,9 | 196,0 | 223,9 | 132,8 | 360,5 | 322,0 | 177,5 | 133,6 | 57,0 | 22,5 | |
| RVDA | | | | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 9,0 | 6,8 | 4,7 | 6,4 | 4,6 | 5,0 | 6,6 | 7,5 | 2,3 | |
| FA / FB (%) | 106,4 | 175,7 | 178,6 | 137,5 | 291,5 | 390,4 | 127,7 | 75,0 | 62,1 | 24,7 | |
| RVDB | | | | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 5,0 | 5,0 | 6,7 | 7,1 | 5,5 | 5,1 | 6,0 | 1,3 | -1,7 | |
| FA / FB (%) | 299,9 | 278,8 | 142,5 | 101,8 | 426,2 | 399,1 | 162,9 | 58,5 | 55,2 | 25,1 | |
| RGMA | | | | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 1,4 | 0,4 | 3,2 | 3,7 | 2,4 | 4,9 | 4,3 | 4,9 | -1,4 | |
| FA / FB (%) | 220,3 | 206,8 | 221,1 | 65,3 | 330,2 | 290,9 | 215,2 | 55,4 | 53,2 | 17,7 | |
| RGMB | | | | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 3,4 | 0,1 | -0,4 | 2,3 | 3,9 | 4,2 | 3,9 | 3,4 | -1,2 | |
| FA / FB (%) | 294,0 | 247,6 | 229,9 | 133,7 | 334,6 | 262,9 | 264,3 | 147,3 | 79,0 | 20,8 | |
| RVRA | | | | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 2,8 | 0,9 | 3,9 | 4,9 | 3,5 | 3,3 | 4,0 | 3,8 | -0,3 | |
| FA / FB (%) | 218,7 | 223,2 | 184,6 | 50,8 | 255,4 | 274,8 | 215,7 | 127,3 | 60,4 | 24,7 | |
| RVRB | | | | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 4,7 | 2,4 | 0,9 | 6,8 | 5,4 | 4,7 | 6,6 | 6,2 | 0,1 | |
| FA / FB (%) | 237,2 | 320,2 | 117,1 | 86,9 | 174,9 | 211,1 | 143,9 | 55,2 | 57,1 | 18,1 | |

Tabla D.2: Resultados de las lecturas de inspección visual, ultrasonidos e impacto acústico en función de las probetas y números de ciclos

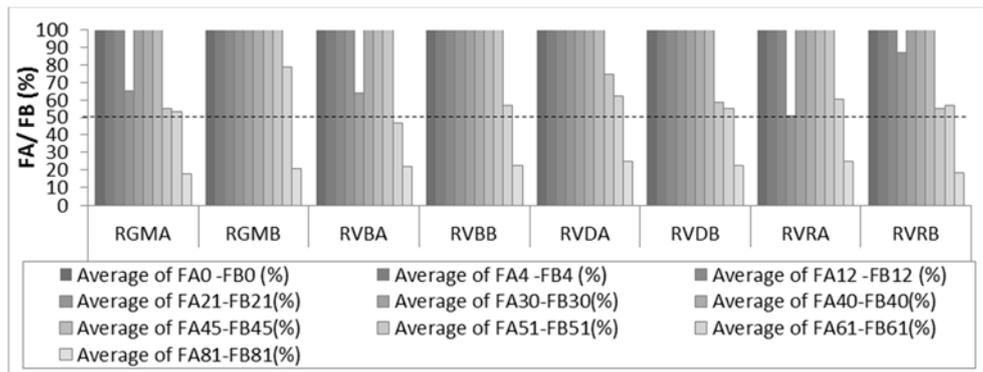


Figura D.7: Evolución de los resultados en función de la probeta, número de ciclos y del porcentaje entre las frecuencias FA respecto a las FB-M

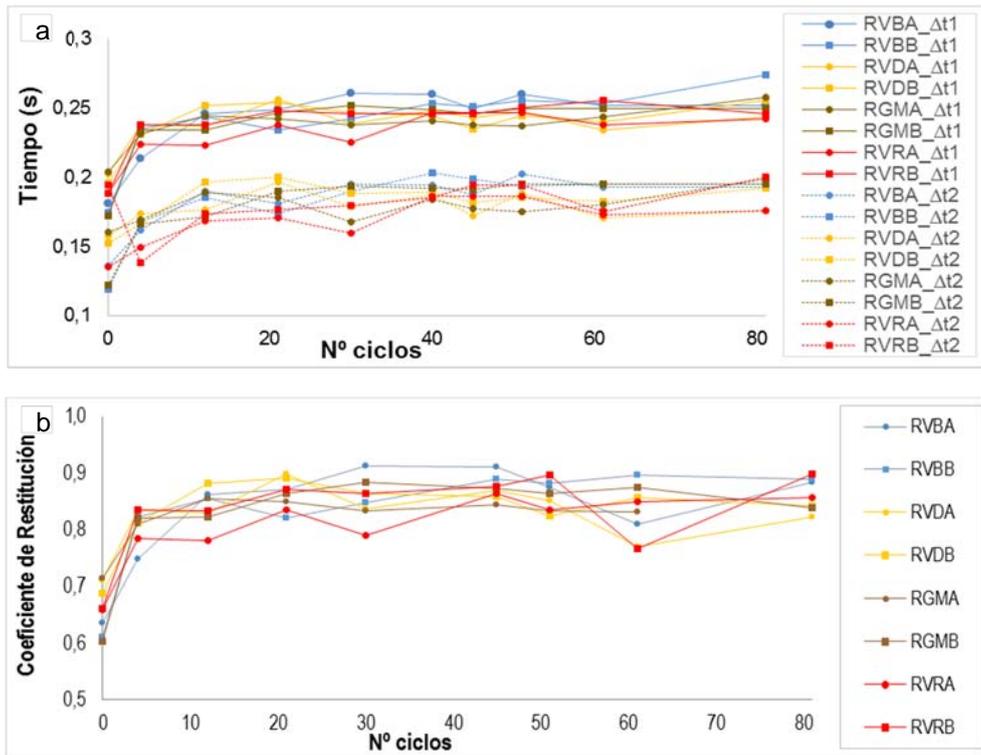


Figura D.8: Evolución de los resultados en función de las probetas, número de ciclos: a) Tiempos entre el 1er y 2n rebote ($\Delta t1$) y entre el 2n y 3r rebote ($\Delta t2$) y b) Coeficiente de restitución

D.2.3. Hielo / Deshielo

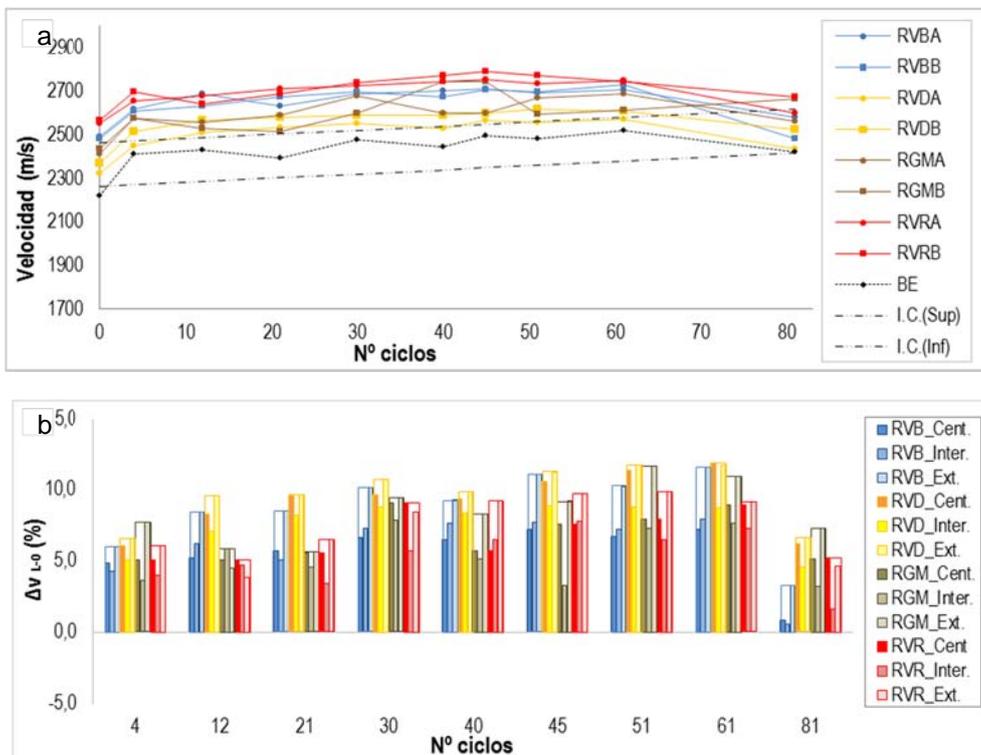


Figura D.9: a) Velocidad de ultrasonidos y b) Porcentaje de variación de la velocidad respecto la medida inicial y de la posición de las piezas en el 'trencadis'. Centro (Centr.); Intermedio (Inter.) y Exterior (Ext.)

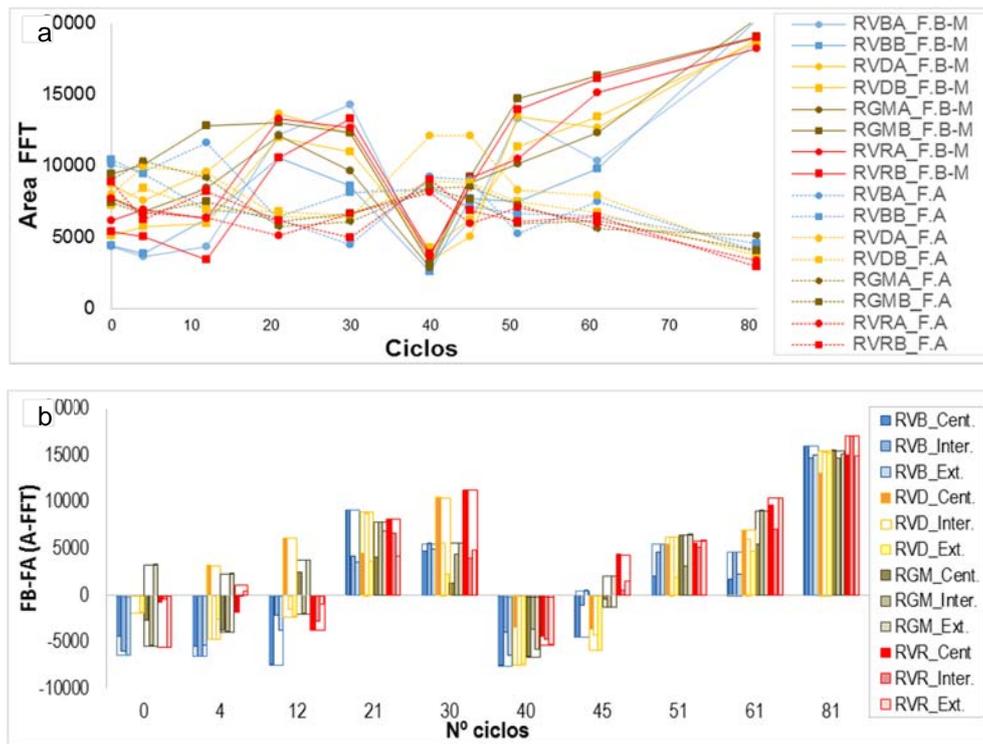


Figura D10: a) Frecuencias altas (FA) y bajas-medias (FB-M) y b) Área FFT de las FB-M respecto a las FA y de la posición de las piezas en el *trencadís*.

| LECTURAS | CICLOS | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | 0 | 4 | 12 | 21 | 30 | 40 | 45 | 51 | 61 | 81 |
| RVBA | | | | | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 5,2 | 7,9 | 5,7 | 8,1 | 8,5 | 9,0 | 8,1 | 8,8 | 3,7 |
| FA / FB (%) | 280,9 | 311,5 | 344,2 | 80,2 | 56,7 | 446,3 | 251,5 | 51,1 | 81,2 | 22,1 |
| RVBB | | | | | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 5,1 | 6,1 | 7,9 | 8,8 | 7,8 | 9,3 | 8,9 | 10,0 | 0,0 |
| FA / FB (%) | 284,8 | 280,9 | 259,8 | 87,8 | 130,8 | 365,4 | 114,9 | 113,3 | 86,3 | 23,8 |
| RVDA | | | | | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 5,5 | 8,1 | 9,2 | 10,0 | 9,0 | 10,4 | 10,1 | 10,8 | 4,8 |
| FA / FB (%) | 218,6 | 348,2 | 214,7 | 59,7 | 95,5 | 458,6 | 332,0 | 71,8 | 69,4 | 20,6 |
| RVDB | | | | | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 6,1 | 8,5 | 8,9 | 9,4 | 9,3 | 9,8 | 10,6 | 10,1 | 6,5 |
| FA / FB (%) | 196,6 | 302,8 | 224,8 | 65,8 | 71,9 | 268,7 | 232,9 | 91,7 | 59,8 | 20,5 |
| RGMA | | | | | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 7,0 | 6,1 | 7,5 | 11,3 | 7,9 | 8,0 | 10,8 | 11,5 | 6,4 |
| FA / FB (%) | 220,8 | 299,1 | 235,2 | 51,7 | 118,3 | 304,2 | 156,9 | 106,8 | 64,8 | 25,9 |
| RGMB | | | | | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 5,8 | 3,7 | 3,3 | 6,7 | 6,5 | 7,2 | 9,4 | 8,2 | 5,7 |
| FA / FB (%) | 151,1 | 91,4 | 86,0 | 91,5 | 107,7 | 301,3 | 155,2 | 47,2 | 43,3 | 22,6 |
| RVRA | | | | | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 3,9 | 4,8 | 6,2 | 6,7 | 7,4 | 7,9 | 7,1 | 7,6 | 1,7 |
| FA / FB (%) | 220,5 | 167,2 | 193,0 | 44,8 | 85,2 | 319,4 | 101,0 | 79,1 | 41,7 | 18,8 |
| RVRB | | | | | | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 5,1 | 2,9 | 4,8 | 6,8 | 7,9 | 8,7 | 8,0 | 6,9 | 4,2 |
| FA / FB (%) | 214,1 | 223,9 | 278,0 | 74,7 | 62,6 | 343,8 | 105,7 | 51,3 | 53,1 | 15,6 |

Tabla D.3: Resultados de las lecturas de inspección visual, ultrasonidos e impacto acústico en función de las probetas y números de ciclos

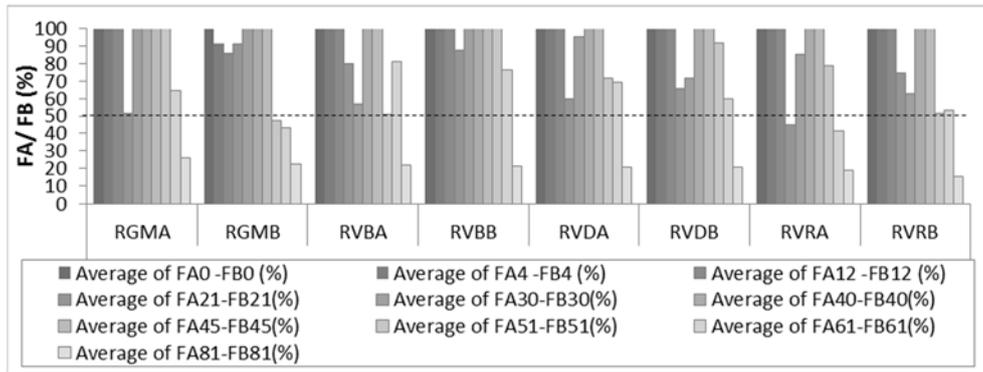


Figura D.11: Evolución de los resultados en función de la probeta, número de ciclos y del porcentaje entre las frecuencias FA respecto a las FB-M

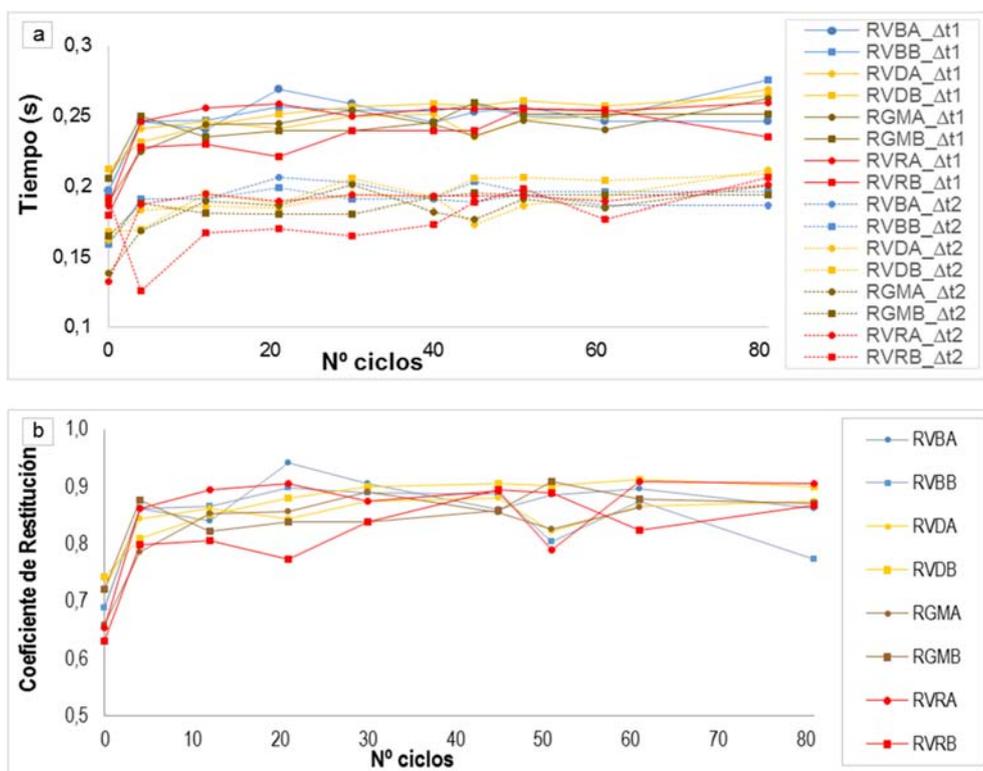


Figura D.12: Evolución de los resultados en función de las probetas, número de ciclos: a) Tiempos entre el 1er y 2n rebote ($\Delta t1$) y entre el 2n y 3r rebote ($\Delta t2$) y b) Coeficiente de restitución

D.2.4. Cristalización de sales

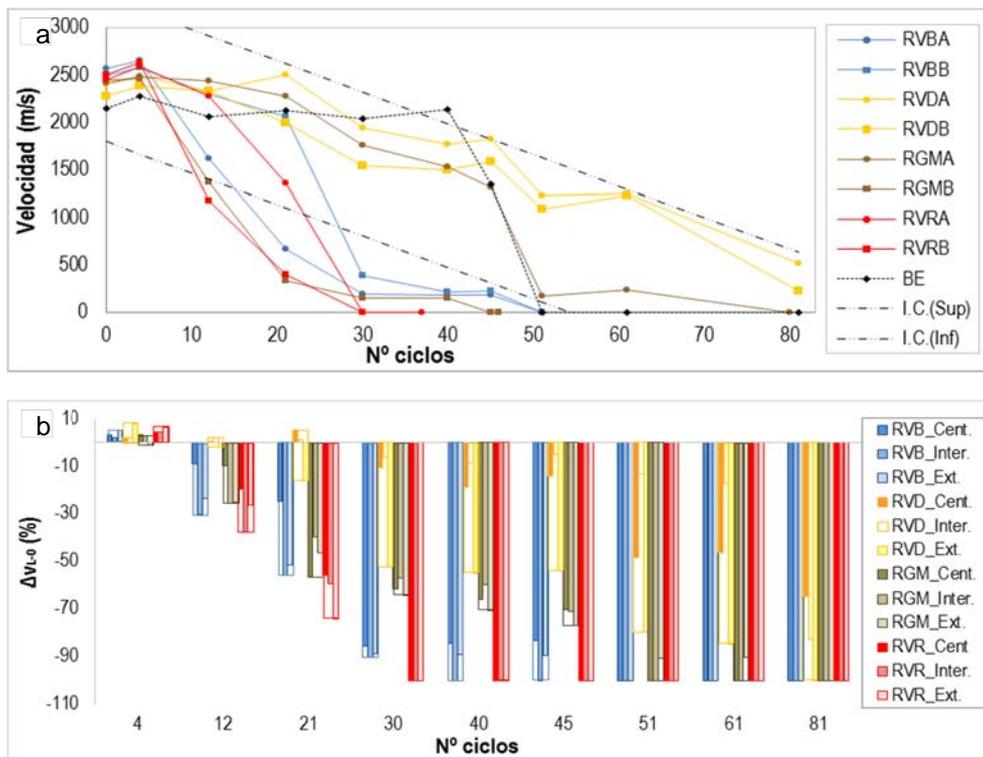


Figura D.13: a) Velocidad de ultrasonidos y b) Porcentaje de variación de la velocidad respecto la medida inicial y de la posición de las piezas en el *trencadís*: Centro (Centr.); Intermedio (Inter.) y Exterior (Ext.)

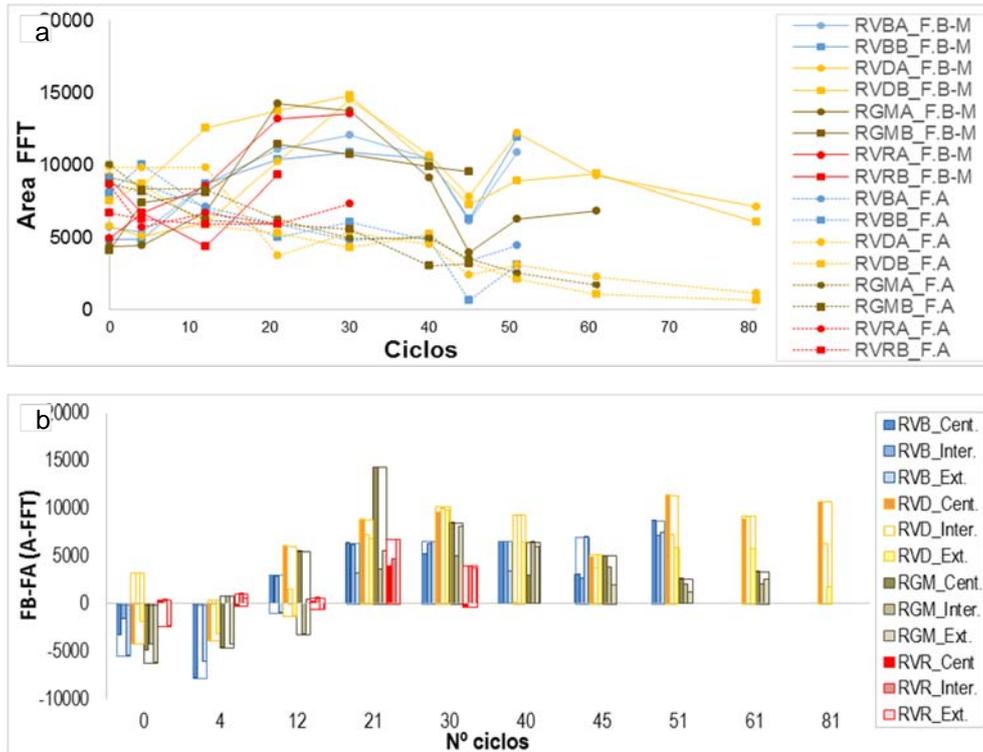


Figura D.14: a) Frecuencias altas (FA) y bajas-medias (FB-M) y b) Área FFT de las FB-M respecto a las FA y de la posición de las piezas en el *trencadís*.

| LECTURAS | CICLOS | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 4 | 12 | 21 | 30 | 40 | 45 | 51 | 61 | 81 |
| RVBA | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (1):(3) | (2) | | | (5)=55 | |
| Δv_{0-L} (%) | | 3,6 | -36,4 | -74,0 | -92,4 | -92,7 | -93,0 | -100,0 | -100,0 | -100,0 |
| FA / FB (%) | 209,6 | 209,9 | 135,6 | 54,9 | 42,4 | 59,1 | 76,4 | 43,3 | 0,0 | 0,0 |
| RVBB | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (1):(3) | (2) | | | (5)=51 | |
| Δv_{0-L} (%) | | 3,5 | -7,8 | -17,6 | -84,4 | -91,4 | -90,7 | -100,0 | -100,0 | -100,0 |
| FA / FB (%) | 177,4 | 289,0 | 154,7 | 55,5 | 63,0 | 62,0 | 11,1 | 28,7 | 0,0 | 0,0 |
| RVDA | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (3) | (1) | (2) | (4) | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 4,1 | -2,7 | 4,4 | -19,2 | -26,4 | -24,6 | -49,4 | -55,0 | -78,6 |
| FA / FB (%) | 251,7 | 333,5 | 274,0 | 33,5 | 41,6 | 62,9 | 58,3 | 27,0 | 21,6 | 4,8 |
| RVDB | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (1)(3) | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 5,1 | 2,4 | -12,5 | -32,9 | -34,4 | -30,7 | -52,3 | -52,4 | -89,8 |
| FA / FB (%) | 155,8 | 267,8 | 82,2 | 42,1 | 34,7 | 64,3 | 57,0 | 24,7 | 8,4 | 3,4 |
| RGMA | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (3) | (2) | (4) | | (5)=80 | |
| Δv_{0-L} (%) | | 2,4 | 0,7 | -5,9 | -27,8 | -36,9 | -46,0 | -92,8 | -92,5 | -100,0 |
| FA / FB (%) | 331,1 | 344,0 | 441,7 | 59,3 | 36,4 | 58,4 | 118,3 | 33,8 | 16,0 | 0,0 |
| RGMB | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | | (2)(4) | | (5)=46 | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 0,5 | -44,3 | -86,1 | -93,8 | -93,5 | -100,0 | -100,0 | -100,0 | -100,0 |
| FA / FB (%) | 242,7 | 223,7 | 111,9 | 56,7 | 56,7 | 30,1 | 40,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| RVRA | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (2)(3)(4) | (5)=37 | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 5,7 | -7,4 | -44,7 | -100,0 | -100,0 | -100,0 | -100,0 | -100,0 | -100,0 |
| FA / FB (%) | 205,5 | 114,3 | 169,4 | 68,2 | 58,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| RVRB | | | | | | | | | | |
| <i>Inspección</i> | | | | | (4) | | | | | |
| Δv_{0-L} (%) | | 5,2 | -53,4 | -84,2 | -100,0 | -100,0 | -100,0 | -100,0 | -100,0 | -100,0 |
| FA / FB (%) | 92,9 | 115,5 | 190,9 | 69,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Tabla D.4: Resultados de las lecturas de inspección visual, ultrasonidos e impacto acústico en función de las probetas y números de ciclos

Leyenda:

- Micro-fisuras vidrio (1)
- Micro-fisuras rejuntado (2)
- Fisuras base (3)
- Caída piezas (4)
- Despegue revestimiento (5)

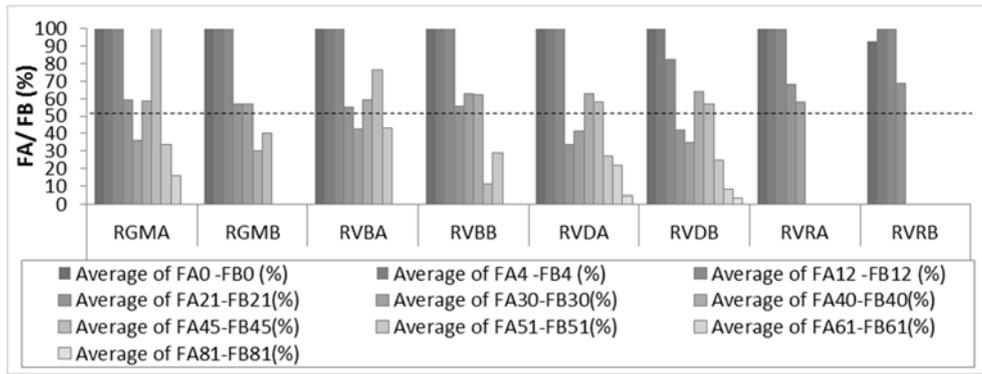


Figura D.15: Evolución de los resultados en función de la probeta, número de ciclos y del porcentaje entre las frecuencias FA respecto a las FB-M

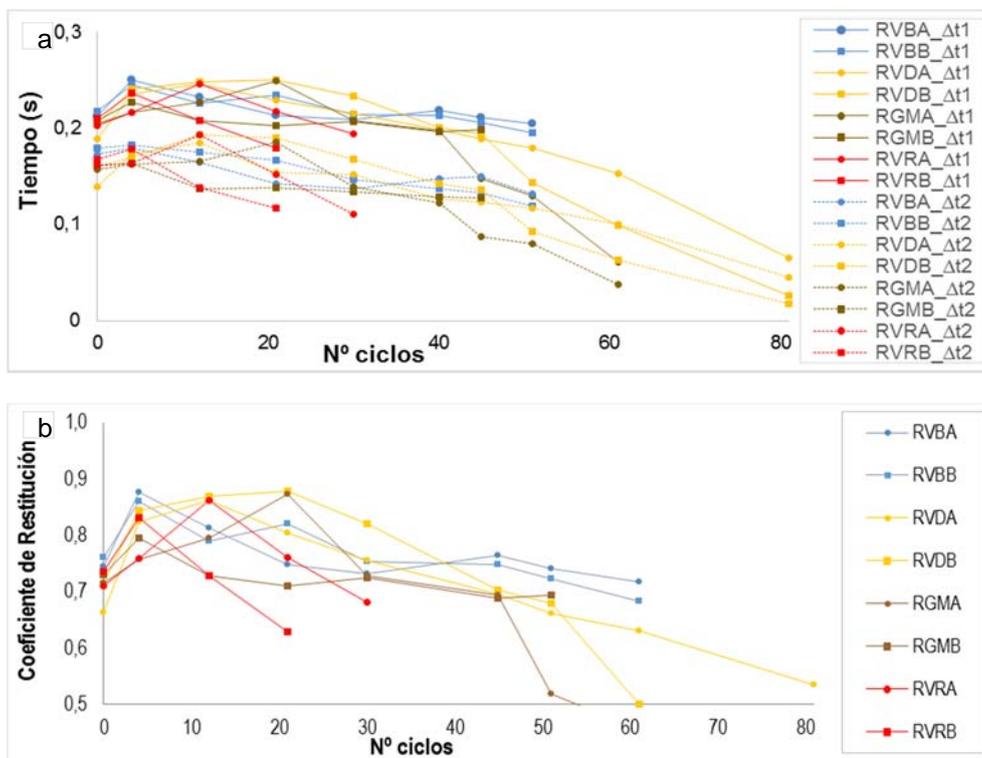


Figura D.16: Evolución de los resultados en función de las probetas, número de ciclos: a) Tiempos entre el 1er y 2n rebote ($\Delta t1$) y entre el 2n y 3r rebote ($\Delta t2$) y b) Coeficiente de restitución

D.3 PROBETAS DE OBRA NUEVA

D.3.1. Choque térmico

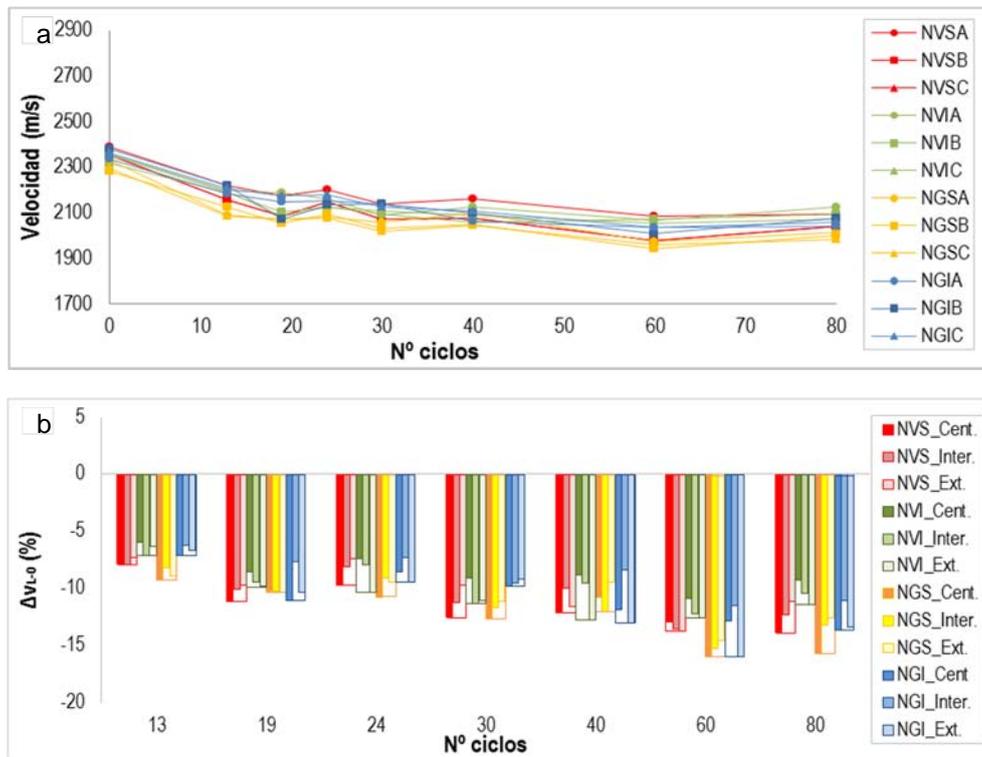


Figura D.17: a) Velocidad de ultrasonidos y b) Porcentaje de variación de la velocidad respecto la medida inicial y de la posición de las piezas en el *trencadís*: Centro (Centr.); Intermedio (Inter.) y Exterior (Ext.)

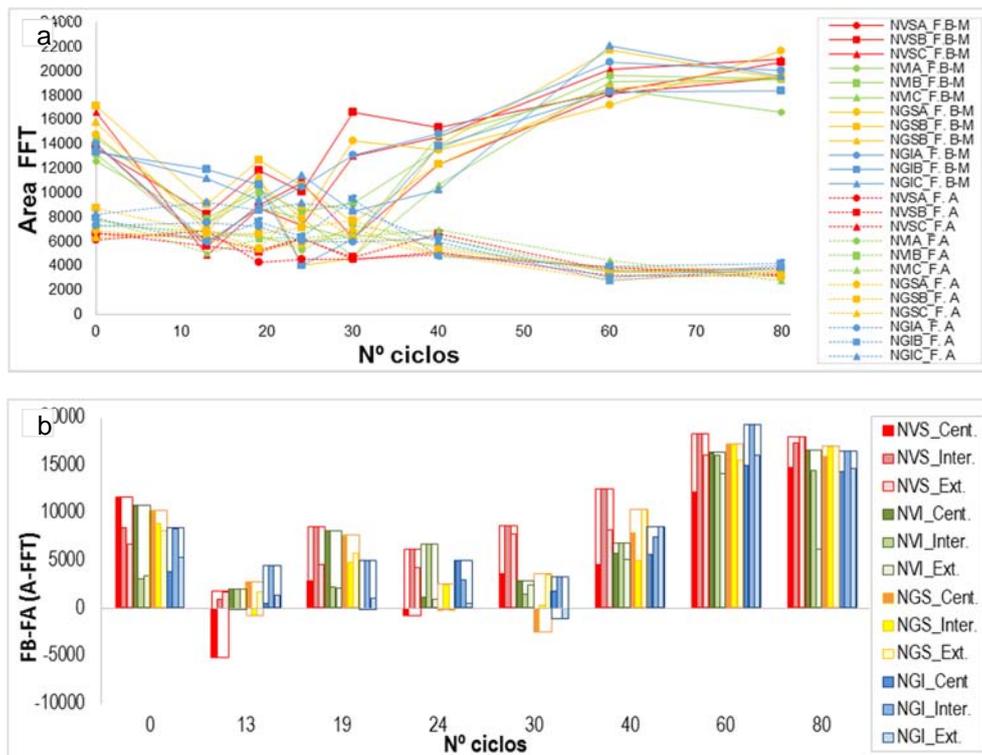


Figura D.18: a) Frecuencias altas (FA) y bajas-medias (FB-M) y b) Área FFT de las FB-M respecto a las FA y de la posición de las piezas en el *trencadís*.

| LECTURAS | CICLOS | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 13 | 19 | 24 | 30 | 40 | 60 | 80 |
| NVSA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -7,1 | -8,9 | -7,9 | -10,5 | -9,5 | -12,7 | -12,4 |
| FA / FB (%) | 64,5 | 184,3 | 69,2 | 93,9 | 123,2 | 46,0 | 21,2 | 17,8 |
| NVSB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -7,3 | -10,1 | -7,7 | -9,9 | -12,8 | -11,8 | -10,5 |
| FA / FB (%) | 79,7 | 117,4 | 67,4 | 107,9 | 29,5 | 49,3 | 20,9 | 19,2 |
| NVSC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -8,4 | -11,5 | -8,9 | -12,0 | -11,9 | -15,9 | -13,4 |
| FA / FB (%) | 49,1 | 196,2 | 71,0 | 169,6 | 55,6 | 49,6 | 17,9 | 15,8 |
| NVIA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -6,8 | -7,3 | -8,4 | -11,3 | -9,9 | -12,4 | -9,9 |
| FA / FB (%) | 83,8 | 214,4 | 97,2 | 164,0 | 172,7 | 46,1 | 19,3 | 20,2 |
| NVIB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -5,7 | -9,3 | -8,4 | -9,7 | -11,2 | -10,6 | -9,7 |
| FA / FB (%) | 68,1 | 189,3 | 104,1 | 121,6 | 42,1 | 58,7 | 22,5 | 17,4 |
| NVIC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -6,7 | -11,4 | -9,6 | -10,4 | -11,1 | -12,8 | -12,0 |
| FA / FB (%) | 97,2 | 87,5 | 116,0 | 136,1 | 152,7 | 67,8 | 24,5 | 16,2 |
| NGSA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -10,3 | -11,1 | -10,8 | -11,6 | -10,0 | -15,3 | -13,7 |
| FA / FB (%) | 77,3 | 116,3 | 97,7 | 154,4 | 47,4 | 64,0 | 18,1 | 15,2 |
| NGSB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -6,9 | -10,0 | -8,2 | -10,9 | -10,1 | -14,9 | -12,3 |
| FA / FB (%) | 54,8 | 136,2 | 72,0 | 80,3 | 155,0 | 47,9 | 22,9 | 16,5 |
| NGSC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -9,1 | -9,8 | -9,6 | -12,0 | -10,8 | -14,7 | -13,7 |
| FA / FB (%) | 59,6 | 169,4 | 66,8 | 142,1 | 203,1 | 42,8 | 18,1 | 18,6 |
| NGIA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -6,5 | -8,1 | -7,7 | -8,3 | -11,6 | -12,7 | -12,6 |
| FA / FB (%) | 72,2 | 194,4 | 145,7 | 130,8 | 53,3 | 49,8 | 14,9 | 20,6 |
| NGIB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -6,7 | -12,8 | -10,2 | -10,0 | -11,7 | -15,5 | -12,7 |
| FA / FB (%) | 76,5 | 92,6 | 89,9 | 236,1 | 204,4 | 36,8 | 22,2 | 24,6 |
| NGIC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -6,7 | -7,9 | -7,8 | -9,9 | -10,7 | -13,9 | -12,9 |
| FA / FB (%) | 120,8 | 138,6 | 143,6 | 114,2 | 212,9 | 50,3 | 13,7 | 20,9 |

Tabla D.5: Resultados de las lecturas de inspección visual, ultrasonidos e impacto acústico en función de las probetas y números de ciclos

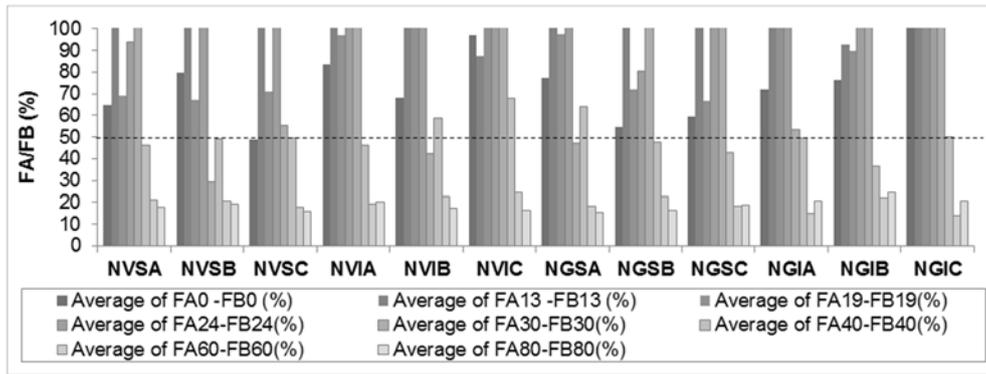


Figura D.19: Evolución de los resultados en función de la probeta, número de ciclos y del porcentaje entre las frecuencias FA respecto a las FB-M

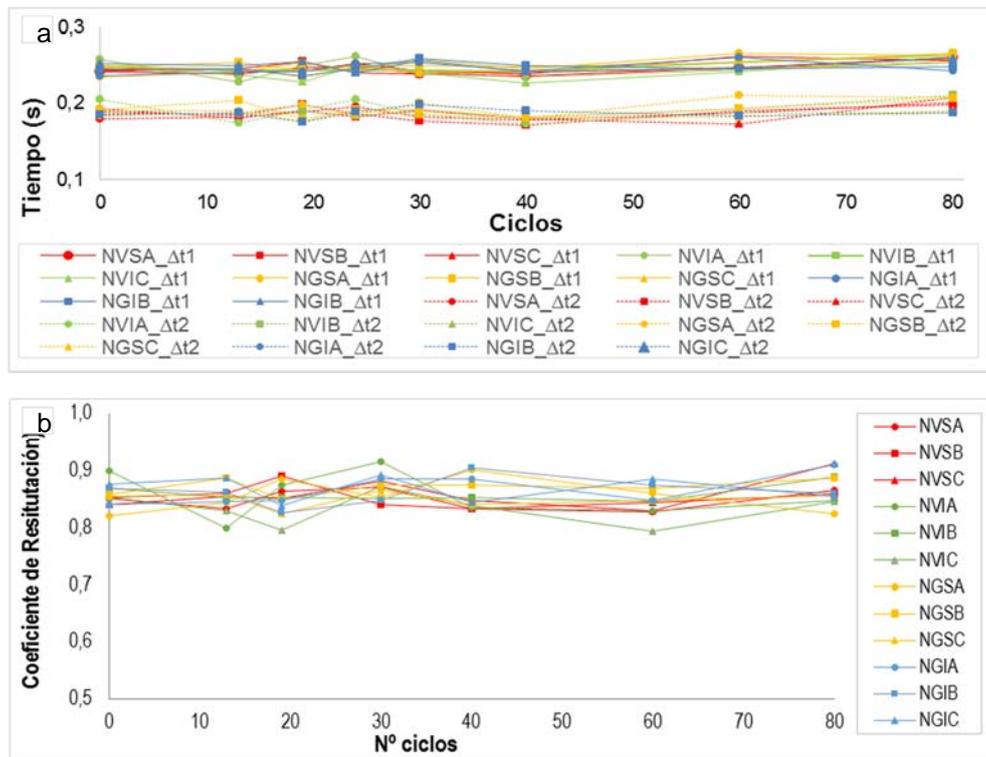


Figura D.20: Evolución de los resultados en función de las probetas, número de ciclos: a) Tiempos entre el 1er y 2n rebote ($\Delta t1$) y entre el 2n y 3r rebote ($\Delta t2$) y b) Coeficiente de restitución

D.3.2. Mojado / Secado

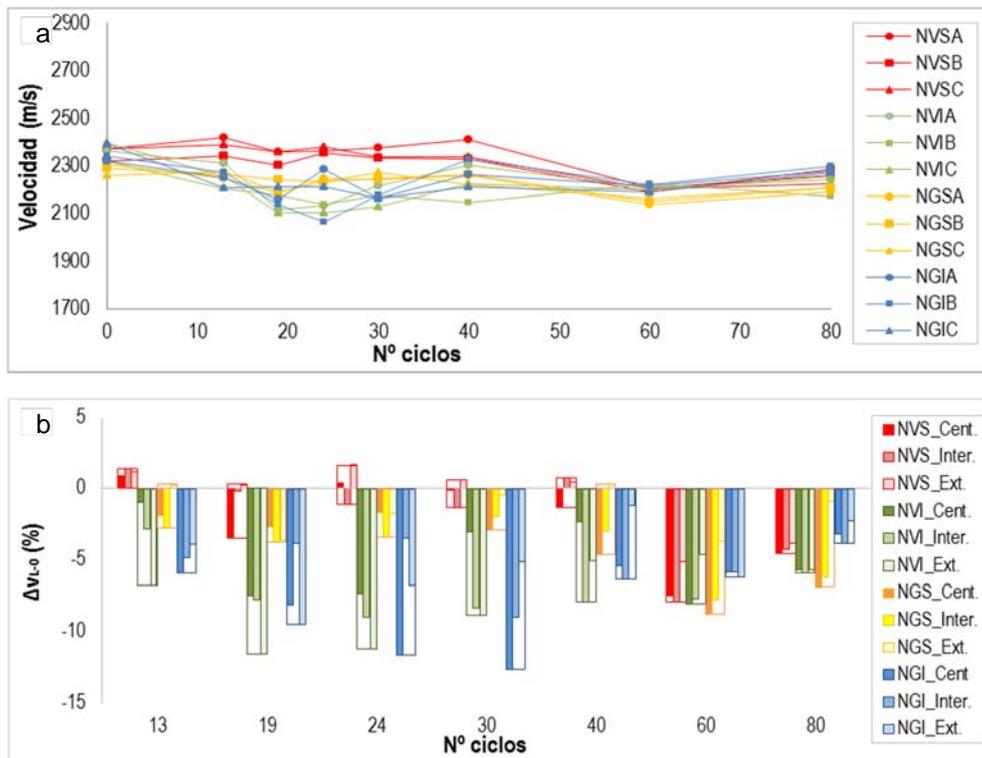


Figura D.21: a) Velocidad de ultrasonidos y b) Porcentaje de variación de la velocidad respecto la medida inicial y de la posición de las piezas en el *trencadís*: Centro (Centr.); Intermedio (Inter.) y Exterior (Ext.)

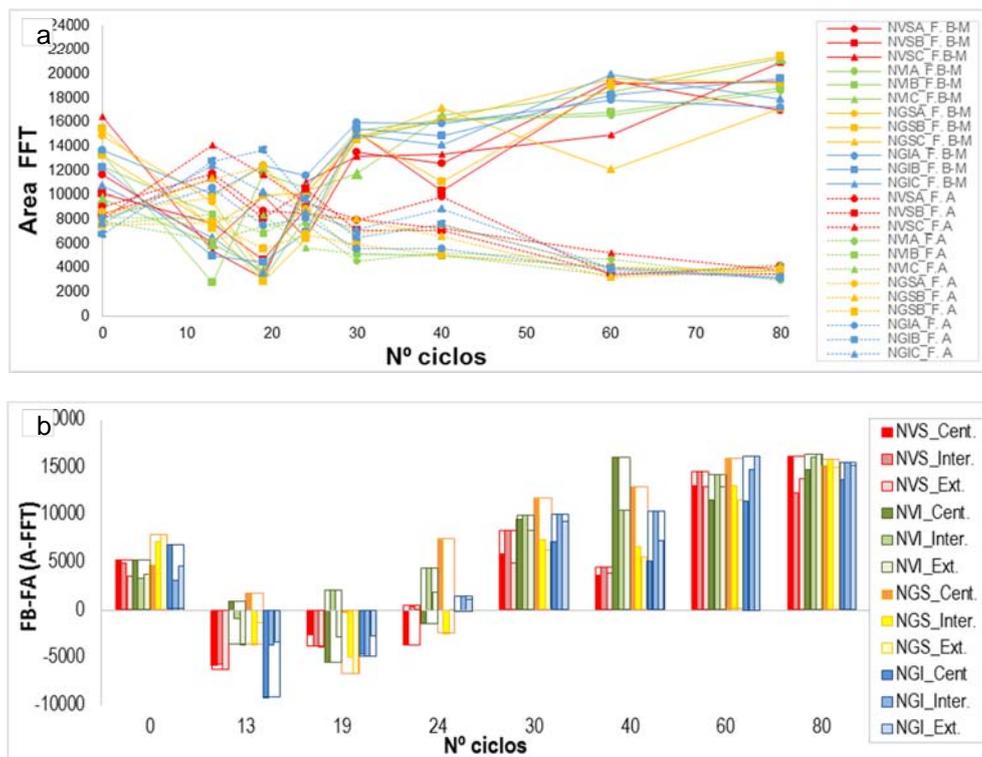


Figura D.22: a) Frecuencias altas (FA) y bajas-medias (FB-M) y b) Área FFT de las FB-M respecto a las FA y de la posición de las piezas en el *trencadís*.

| LECTURAS | CICLOS | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | 0 | 13 | 19 | 24 | 30 | 40 | 60 | 80 |
| NVSA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 1,9 | -0,5 | -0,5 | 0,2 | 1,5 | -6,9 | -4,7 |
| FA / FB (%) | 95,3 | 309,2 | 152,7 | 184,7 | 85,4 | 99,7 | 17,5 | 25,0 |
| NVSB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 1,0 | -0,7 | 1,6 | 0,6 | 0,5 | -5,4 | -1,4 |
| FA / FB (%) | 120,8 | 291,6 | 265,9 | 176,7 | 63,0 | 89,1 | 19,6 | 20,3 |
| NVSC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 0,7 | -0,5 | 0,4 | -1,4 | -1,4 | -7,1 | -6,2 |
| FA / FB (%) | 55,3 | 406,7 | 419,1 | 168,1 | 67,8 | 57,5 | 58,1 | 36,9 |
| NVIA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -2,2 | -10,2 | -9,5 | -6,1 | -2,4 | -6,4 | -5,0 |
| FA / FB (%) | 73,0 | 155,6 | 326,7 | 138,9 | 44,7 | 37,1 | 32,1 | 17,6 |
| NVIB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -5,2 | -6,2 | -7,8 | -6,2 | -7,4 | -4,1 | -6,3 |
| FA / FB (%) | 67,8 | 379,0 | 85,9 | 154,0 | 35,6 | 32,7 | 30,7 | 19,1 |
| NVIC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -6,0 | -12,2 | -12,2 | -11,1 | -7,3 | -8,3 | -6,0 |
| FA / FB (%) | 181,8 | 237,2 | 423,3 | 110,6 | 52,2 | 37,4 | 18,4 | 19,3 |
| NGSA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -2,6 | -5,3 | -2,7 | -2,9 | -2,2 | -7,3 | -5,0 |
| FA / FB (%) | 54,7 | 203,4 | 519,4 | 225,8 | 50,4 | 92,9 | 25,1 | 18,0 |
| NGSB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -1,1 | -2,1 | -2,4 | -1,9 | -1,1 | -6,1 | -3,6 |
| FA / FB (%) | 75,6 | 216,1 | 497,7 | 230,3 | 60,6 | 54,5 | 16,8 | 20,4 |
| NGSC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 0,8 | -3,2 | -1,3 | 0,6 | -1,7 | -4,2 | -2,4 |
| FA / FB (%) | 60,8 | 173,7 | 67,0 | 125,2 | 47,3 | 35,6 | 56,1 | 29,8 |
| NGIA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -2,9 | -6,8 | -1,5 | -6,7 | -2,3 | -4,5 | -1,7 |
| FA / FB (%) | 84,1 | 186,0 | 132,4 | 134,9 | 40,8 | 37,5 | 24,1 | 20,8 |
| NGIB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -3,1 | -8,7 | -11,8 | -7,2 | -0,6 | -5,2 | -1,9 |
| FA / FB (%) | 93,6 | 400,7 | 399,1 | 235,3 | 98,0 | 64,9 | 24,3 | 15,7 |
| NGIC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | -7,8 | -7,6 | -7,6 | -9,5 | -7,5 | -8,5 | -5,0 |
| FA / FB (%) | 92,5 | 360,8 | 391,3 | 163,5 | 49,0 | 105,3 | 22,8 | 23,2 |

Tabla D.6: Resultados de las lecturas de inspección visual, ultrasonidos e impacto acústico en función de las probetas y números de ciclos

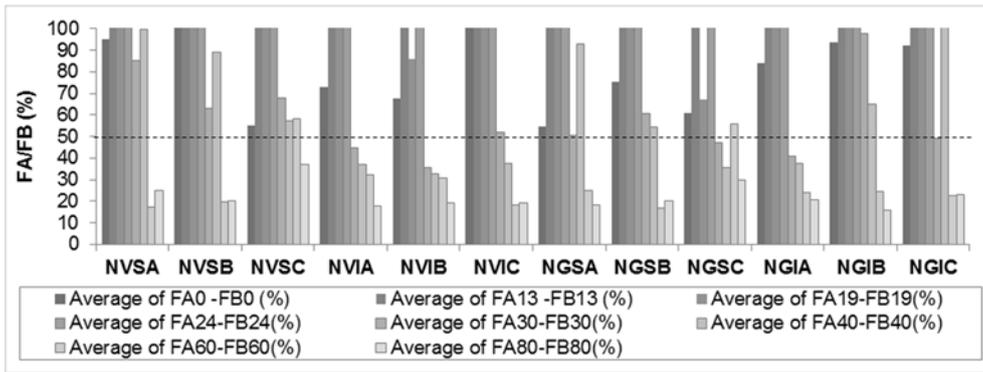


Figura D.23: Evolución de los resultados en función de la probeta, número de ciclos y del porcentaje entre las frecuencias FA respecto a las FB-M

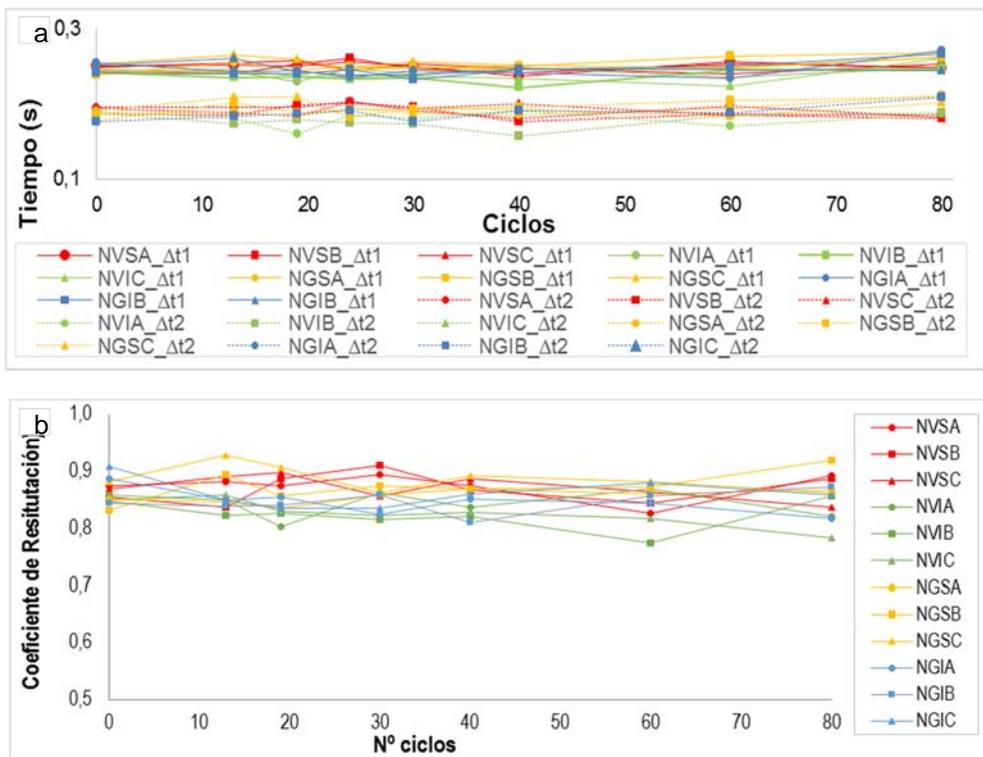


Figura D.24: Evolución de los resultados en función de las probetas, número de ciclos: a) Tiempos entre el 1er y 2n rebote ($\Delta t1$) y entre el 2n y 3r rebote ($\Delta t2$) y b) Coeficiente de resitución

D.3.3. Hielo / Deshielo

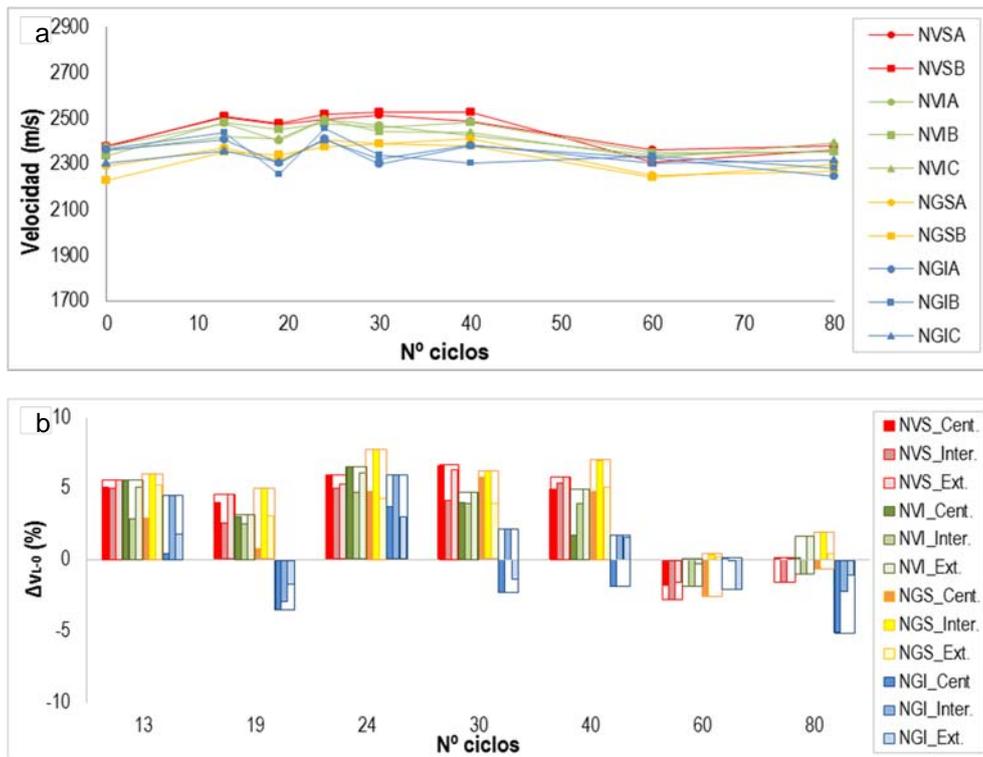


Figura D.24: a) Velocidad de ultrasonidos y b) Porcentaje de variación de la velocidad respecto la medida inicial y de la posición de las piezas en el *trencañis*: Centro (Centr.); Intermedio (Inter.) y Exterior (Ext.)

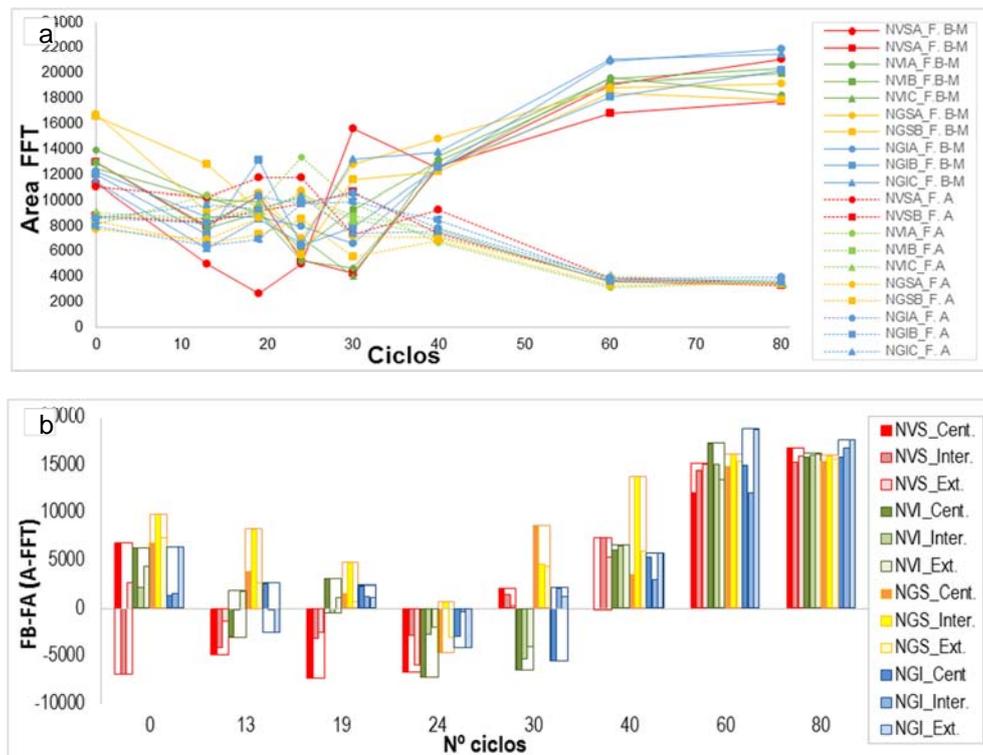


Figura D.25: a) Frecuencias altas (FA) y bajas-medias (FB-M) y b) Área FFT de las FB-M respecto a las FA y de la posición de las piezas en el *trencañis*.

| LECTURAS | CICLOS | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| | 0 | 13 | 19 | 24 | 30 | 40 | 60 | 80 |
| NVSA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 5,1 | 3,8 | 4,8 | 5,6 | 4,5 | -0,9 | -0,1 |
| FA / FB (%) | 179,7 | 353,9 | 541,7 | 446,7 | 58,9 | 88,8 | 26,7 | 15,7 |
| NVSB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 5,6 | 4,4 | 6,1 | 6,5 | 6,5 | -2,7 | -0,4 |
| FA / FB (%) | 85,4 | 271,3 | 138,3 | 285,5 | 299,0 | 65,8 | 31,4 | 19,6 |
| NVIA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 4,3 | 1,2 | 5,1 | 4,0 | 2,1 | -1,4 | -0,8 |
| FA / FB (%) | 93,7 | 252,8 | 144,4 | 325,5 | 232,1 | 54,8 | 16,7 | 22,4 |
| NVIB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 6,4 | 5,0 | 6,2 | 5,3 | 6,4 | 0,6 | 0,9 |
| FA / FB (%) | 95,0 | 198,7 | 169,6 | 142,7 | 292,2 | 60,4 | 25,2 | 14,8 |
| NVIC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 2,7 | 2,4 | 6,0 | 3,7 | 3,4 | -1,3 | 1,4 |
| FA / FB (%) | 112,8 | 166,0 | 173,7 | 278,7 | 310,7 | 62,7 | 20,9 | 17,5 |
| NGSA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 3,5 | 1,0 | 5,0 | 4,3 | 5,3 | -1,7 | -1,0 |
| FA / FB (%) | 48,6 | 208,2 | 122,7 | 240,5 | 79,2 | 65,3 | 27,4 | 20,2 |
| NGSB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 5,5 | 4,9 | 6,6 | 7,1 | 6,8 | 0,6 | 3,1 |
| FA / FB (%) | 59,6 | 133,9 | 114,0 | 268,6 | 58,2 | 52,0 | 18,9 | 19,3 |
| NGIA | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 1,9 | -2,4 | 2,1 | -2,7 | 0,7 | -1,6 | -5,0 |
| FA / FB (%) | 114,0 | 182,6 | 178,7 | 196,6 | 268,8 | 65,5 | 19,3 | 19,1 |
| NGIB | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 3,1 | -4,8 | 3,8 | -1,1 | -2,7 | -1,3 | -3,7 |
| FA / FB (%) | 80,1 | 138,7 | 92,7 | 278,1 | 221,2 | 72,9 | 31,3 | 23,1 |
| NGIC | | | | | | | | |
| ΔV_{0-L} (%) | | 2,4 | 0,3 | 4,5 | 0,8 | 3,6 | 0,1 | 0,7 |
| FA / FB (%) | 87,5 | 218,6 | 161,0 | 255,6 | 63,7 | 60,3 | 18,4 | 17,3 |

Tabla D.7: Resultados de las lecturas de inspección visual, ultrasonidos e impacto acústico en función de las probetas y números de ciclos

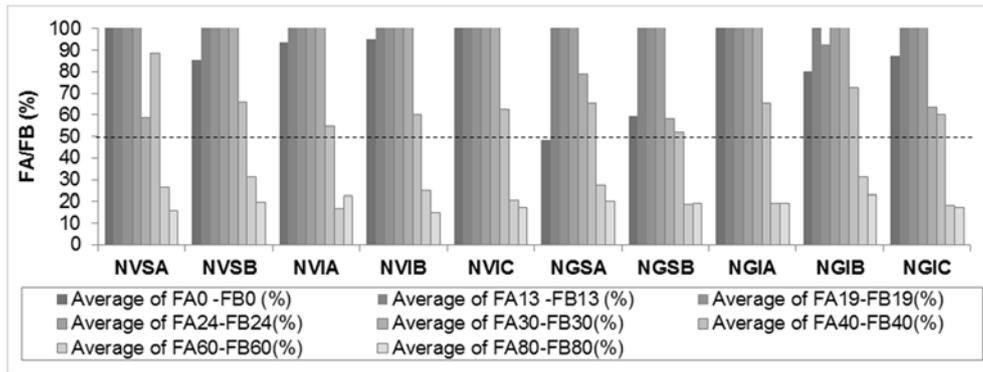


Figura D.26: Evolución de los resultados en función de la probeta, número de ciclos y del porcentaje entre las frecuencias FA respecto a las FB-M

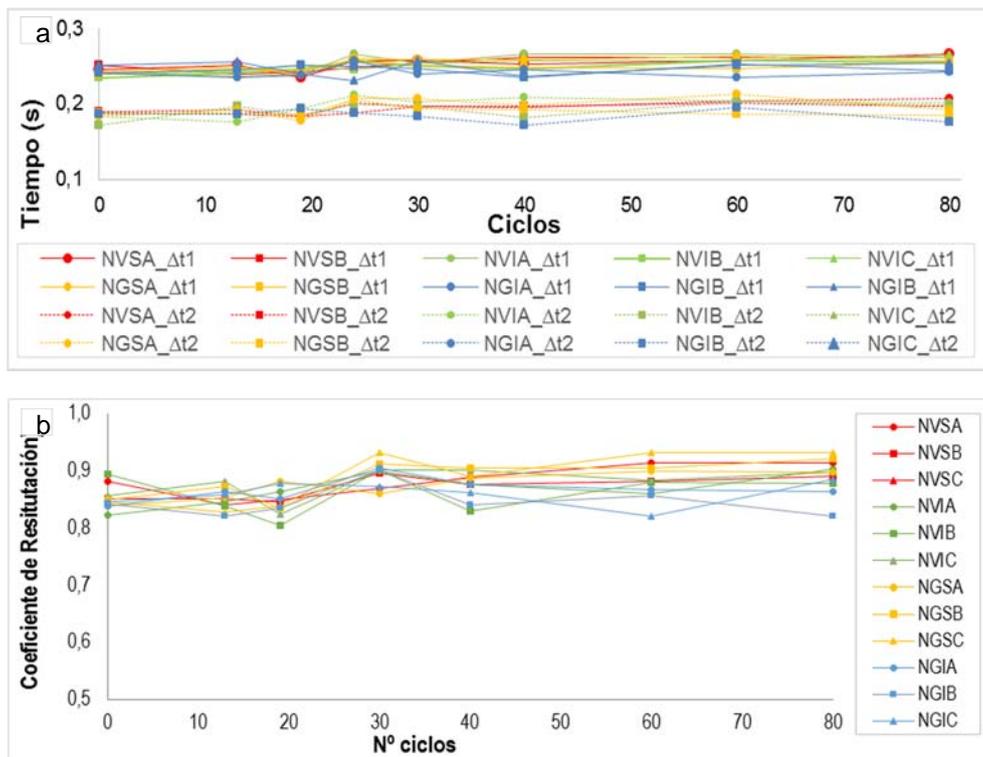


Figura D.27: Evolución de los resultados en función de las probetas, número de ciclos: a) Tiempos entre el 1er y 2n rebote ($\Delta t1$) y entre el 2n y 3r rebote ($\Delta t2$) y b) Coeficiente de restitución