



**NRB  
MICROMATCO S.A.S.**

SERVICIOS Y SOLUCIONES DE ANÁLISIS MICROSCÓPICO DE MATERIALES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN  
NIT: 900.801.859-1

# ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE NÚCLEOS DE CONCRETO EN BLOQUE SEMIPULIDO Y SECCIÓN DELGADA NORMA ASTM C856 – 20

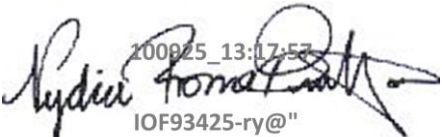


INF INGSTR 934 – 25



Para efectos de aclaraciones y/o correcciones al presente informe, por favor citar el siguiente número:  
**INF INGSTR 934 – 25**

## ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE NÚCLEOS DE CONCRETO EN BLOQUE SEMIPULIDO Y SECCIÓN DELGADA NORMA ASTM C856 – 20

<b>SOLICITADO POR</b>	INGENIA STRUCTURAL CO
<b>MUESTRAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ND74</li><li>• ND62</li><li>• ND67</li><li>• ND69</li><li>• ND615</li><li>• ND623</li><li>• ND625</li><li>• ND52</li><li>• ND44</li><li>• ND34</li><li>• ND24</li><li>• ND13</li></ul>
<b>LUGAR Y FECHA</b>	Bogotá D.C., 10 de septiembre de 2025
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA, INFORME Y DIAGNÓSTICO</b>	<div> 100825_13:17:57 IOF93425-ry@"</div> <p><b>Geóloga Nydia Romero Buitrago</b> <i>Matrícula Profesional 2230 CPG</i> <b>Esp. Patología de la Construcción</b> <b>Doctora (Candidata) en Ingeniería Civil</b></p>

### 1. PROPÓSITO DEL ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE MUESTRAS DE CONCRETO

Este análisis permite establecer las propiedades físicas y químicas a nivel macroscópico y microscópico de materiales cementantes hidráulicos, como son el tipo de agregado, proporciones de mezcla, contenido de aire, presencia de minerales en la pasta cementante y la determinación de características químicas de posibles procesos degradativos si se existiesen en las muestras.

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



## 2. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS

Se recibieron doce muestras de concreto, las cuales se encuentran identificados como ND74, ND62, ND67, ND69, ND615, ND623, ND625, ND52, ND44, ND34, ND24 y ND13, que de aquí en adelante se nombrarán como N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10, N11 y N12 (Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12).

Las muestras presentan las siguientes dimensiones y características de sus caras inferior y superior:

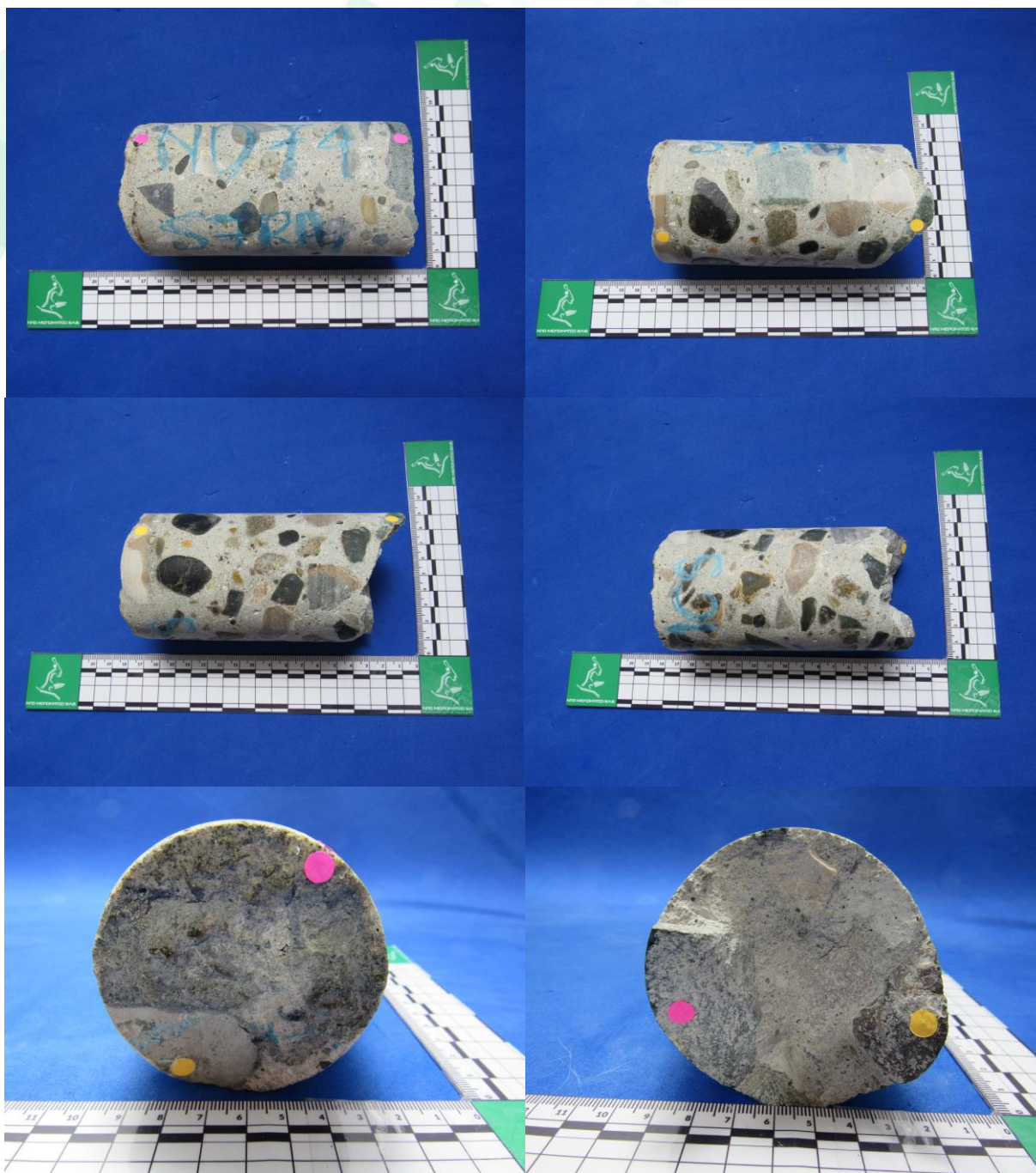
Muestra	Tipo de muestra	Diámetro (mm)	Longitud máxima (mm)	Cara superior	Cara inferior
N1	Núcleo completo	70	144	Irregular	Irregular
N2	Núcleo completo	70	91	Terminación rugosa	Irregular
N3	Núcleo completo	70	115	Terminación rugosa	Irregular
N4	Núcleo completo	70	108	Irregular	Irregular
N5	Núcleo completo	85	73	Terminación rugosa	Irregular
N6	Núcleo completo	70	40	Terminación rugosa	Irregular
N7	Núcleo completo	85	90	Irregular	Irregular
N8	Núcleo completo	70	104	Terminación rugosa	Irregular
N9	Núcleo completo	68	71	Terminación rugosa	Irregular
N10	Núcleo completo	70	55	Terminación rugosa	Irregular
N11	Núcleo completo	70	109	Terminación rugosa	Irregular
N12	Núcleo completo	85	55	Terminación rugosa	Irregular

El examen petrográfico se realizó de acuerdo con la norma ASTM C 856-20, "Práctica estándar para el examen petrográfico de concreto endurecido".

Las muestras se cortaron longitudinalmente en dos mitades y una de las superficies resultantes de cada corte se pulió generando el respectivo bloque semipulido (**B1-140125, B2-140225, B3-140325, B4-140425, B5-140525, B6-140625, B7-140725, B8-140825, B9-140925, B10-141025, B11-141125 y B12-141225**) los cuales se examinaron utilizando un estereomicroscopio, mientras que la otra mitad se impregnó con una resina epóxica de color azul, con el propósito de aumentar su cohesión, luego se cortó en pequeños bloques rectangulares de los cuales se extrajo de la parte más superior de cada muestra una tableta que es sometida a varios procesos (Figura 13), para obtener finalmente las secciones delgadas (**140125, 140225, 140325, 140425, 140525, 140625, 140725, 140825, 140925, 141025, 141125 y 141225**) las cuales se examinaron utilizando un microscopio de luz polarizada para estudiar la mineralogía y la microestructura de las muestras (Figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25).

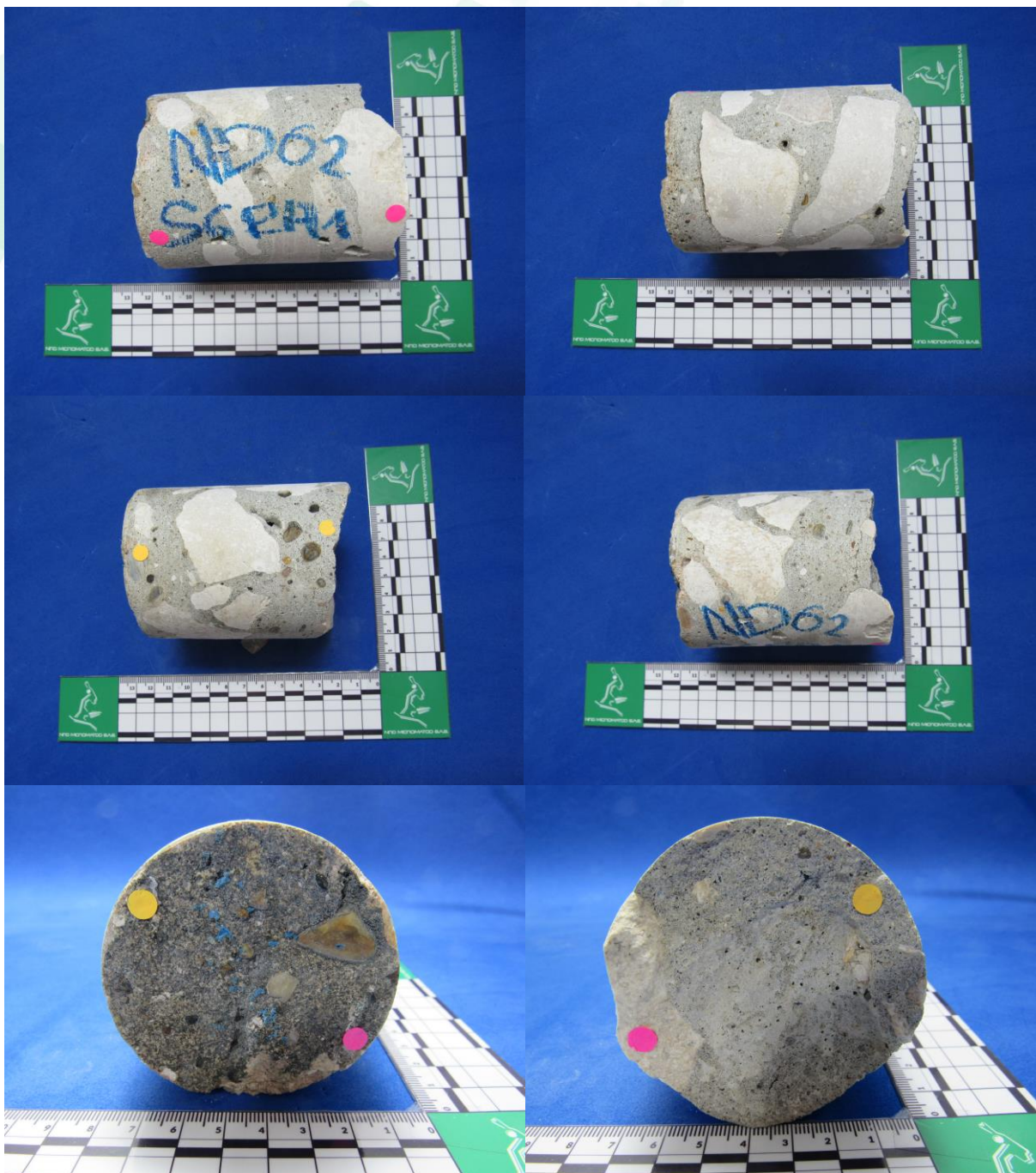
ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO





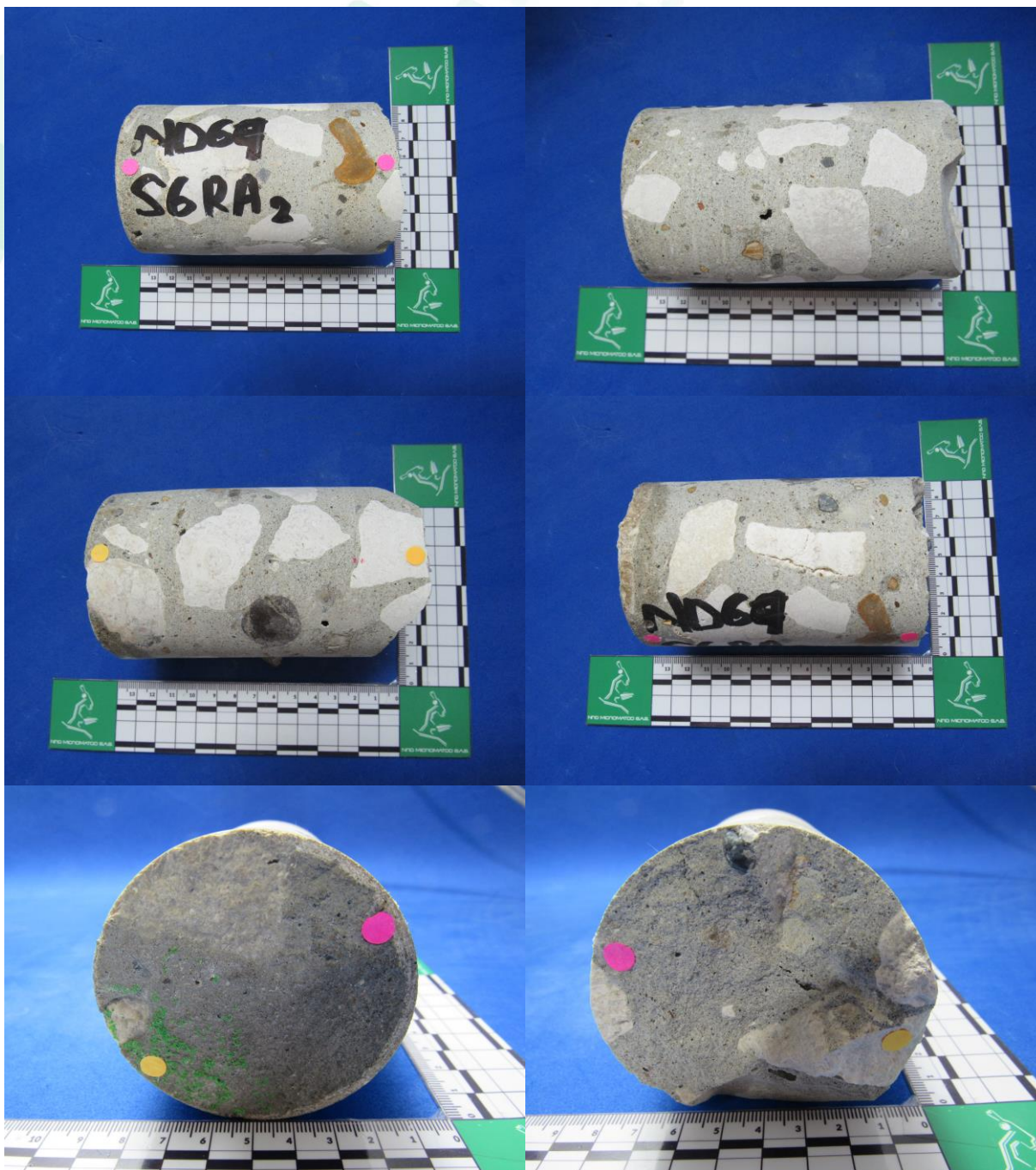
**Figura 1.** Fotografías de la muestra N1, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





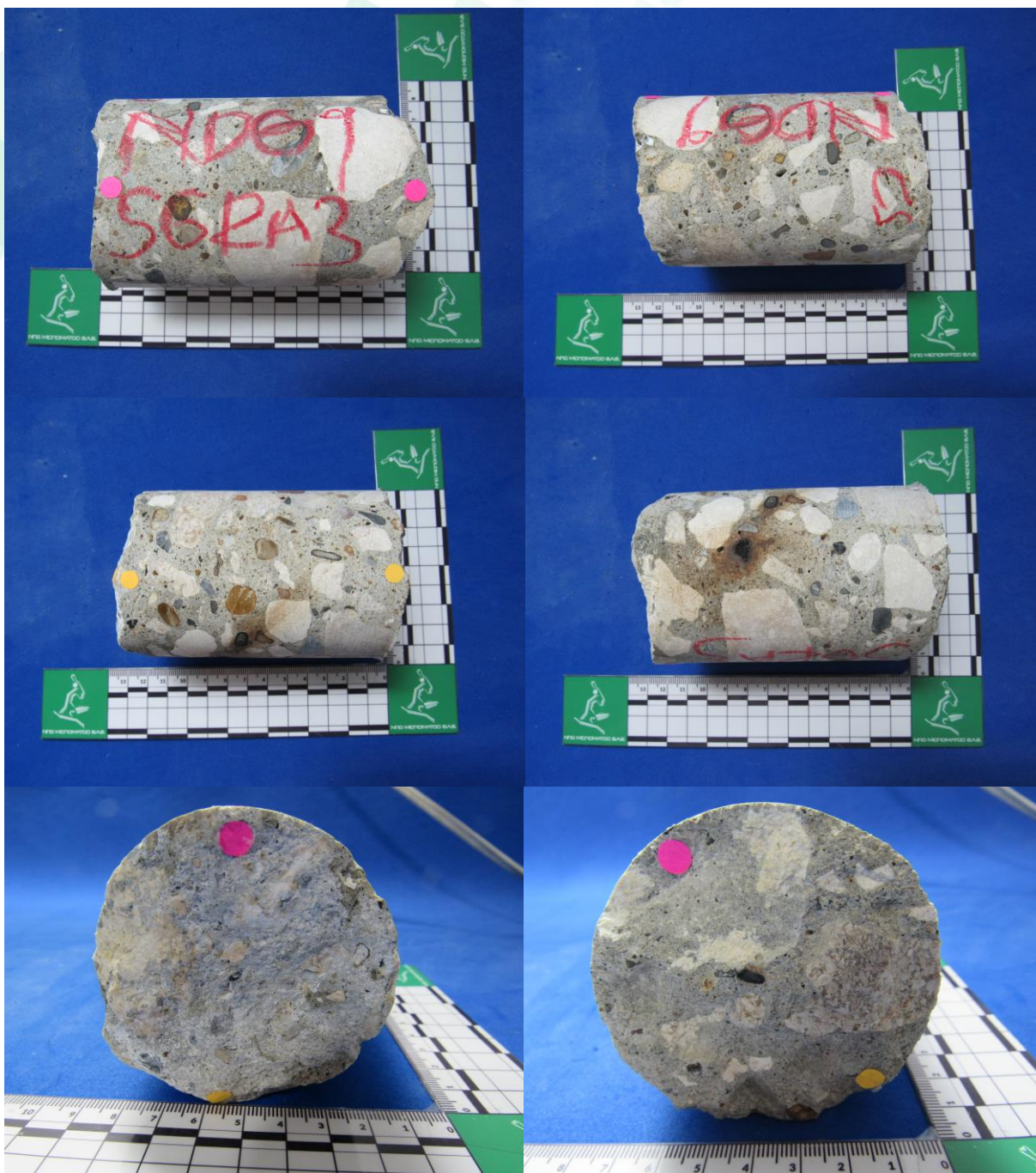
**Figura 2.** Fotografías de la muestra N2, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





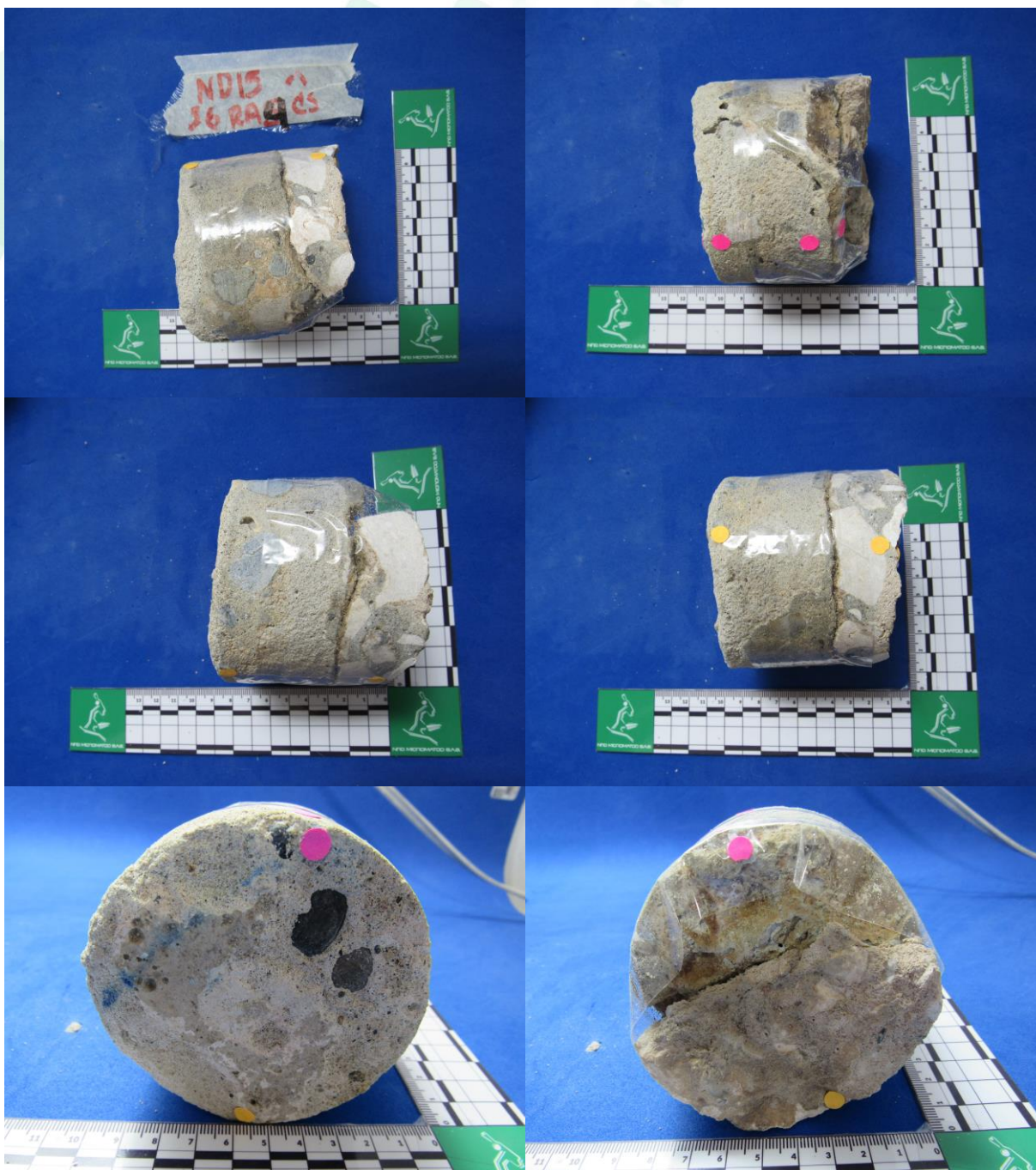
**Figura 3.** Fotografías de la muestra N3, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





**Figura 4.** Fotografías de la muestra N4, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





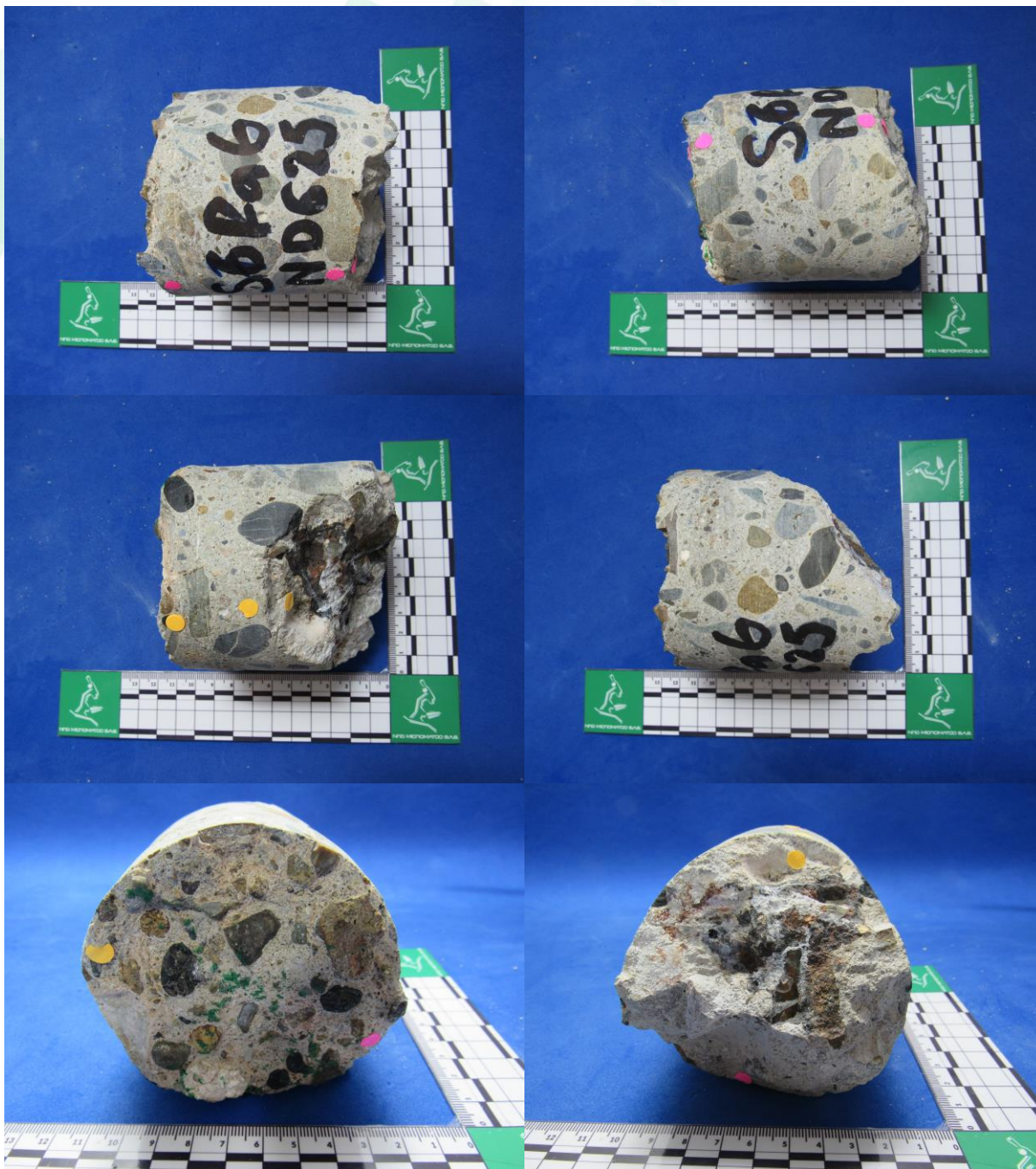
**Figura 5.** Fotografías de la muestra N5, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





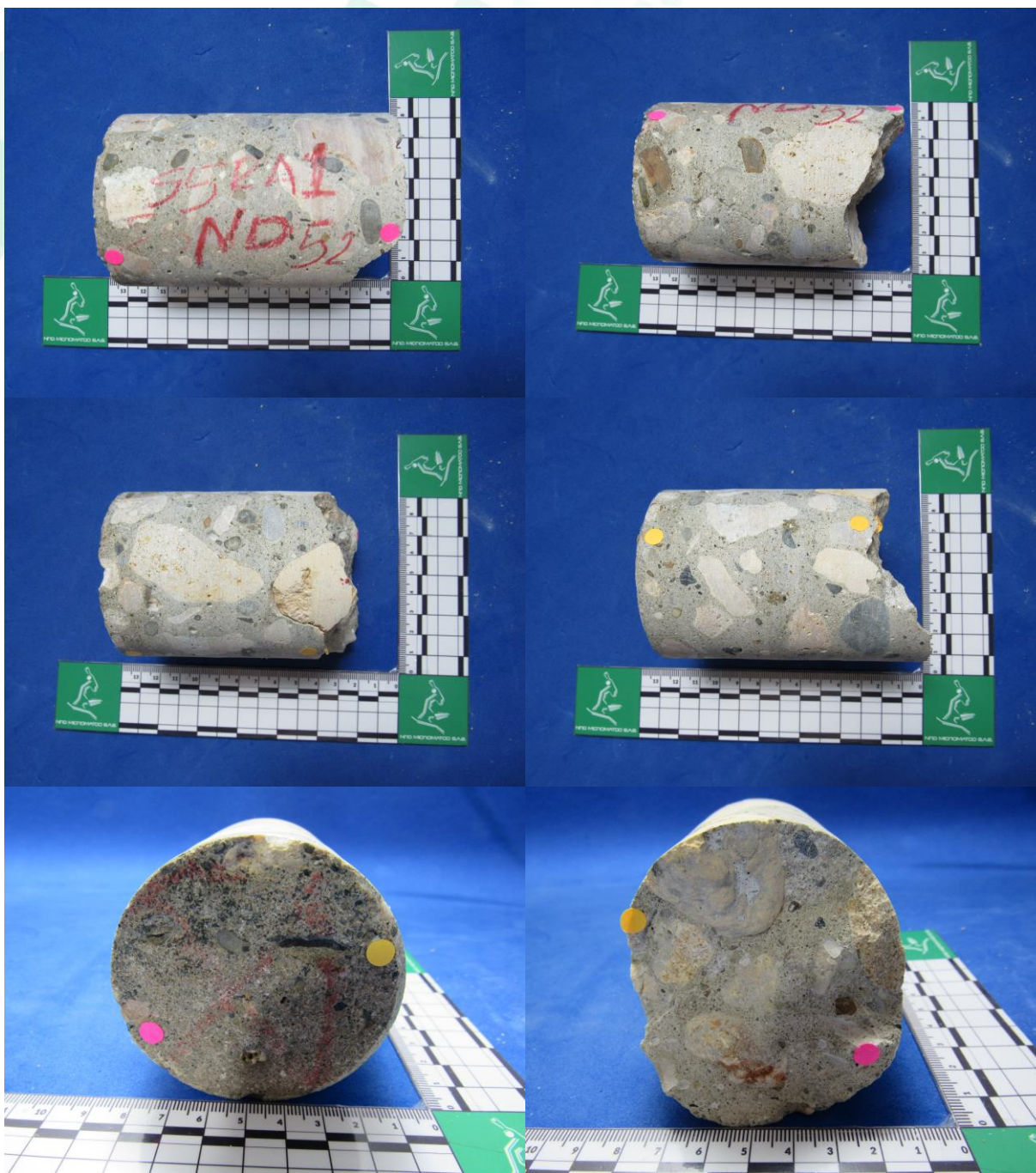
**Figura 6.** Fotografías de la muestra N6, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





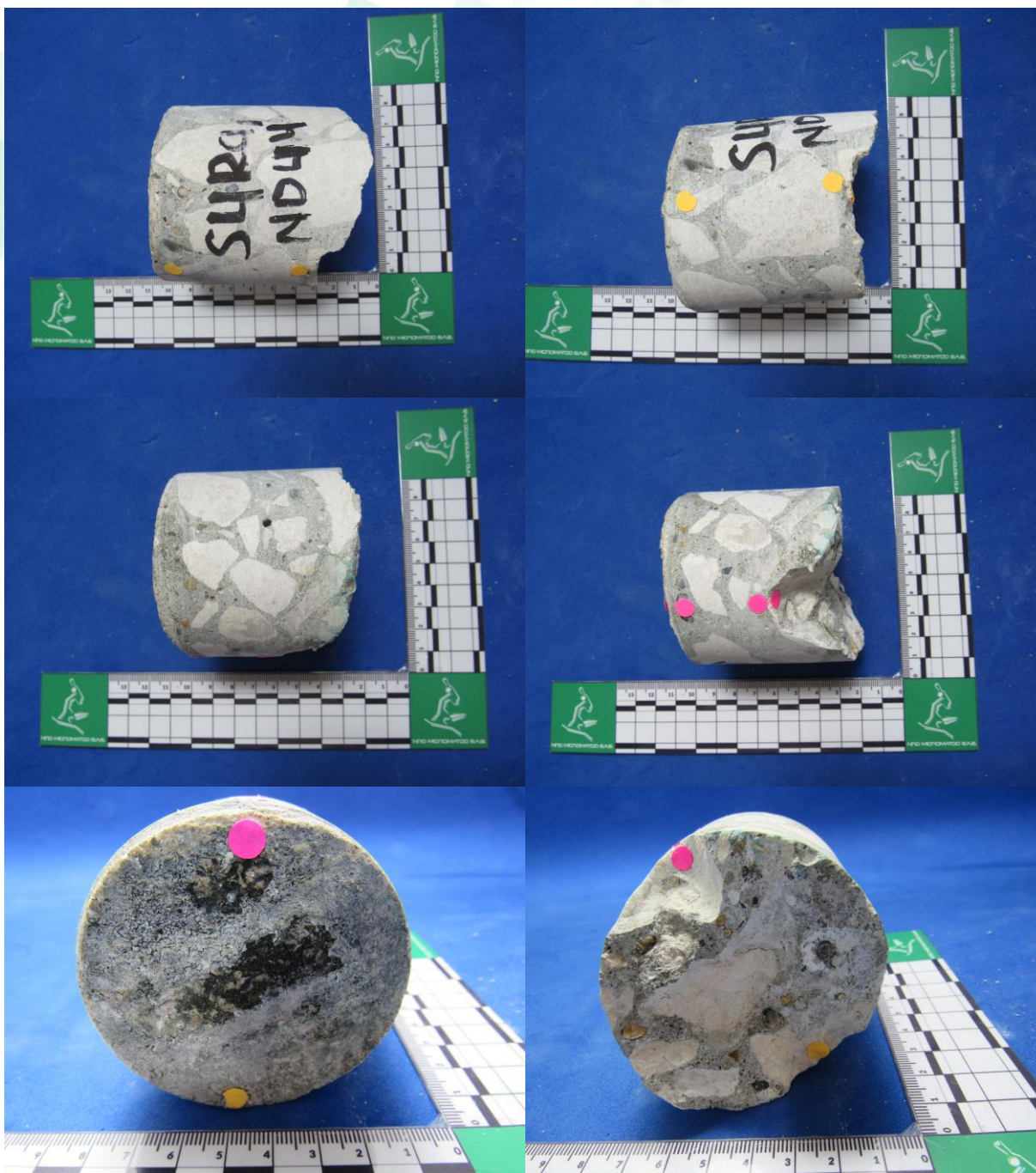
**Figura 7.** Fotografías de la muestra N7, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





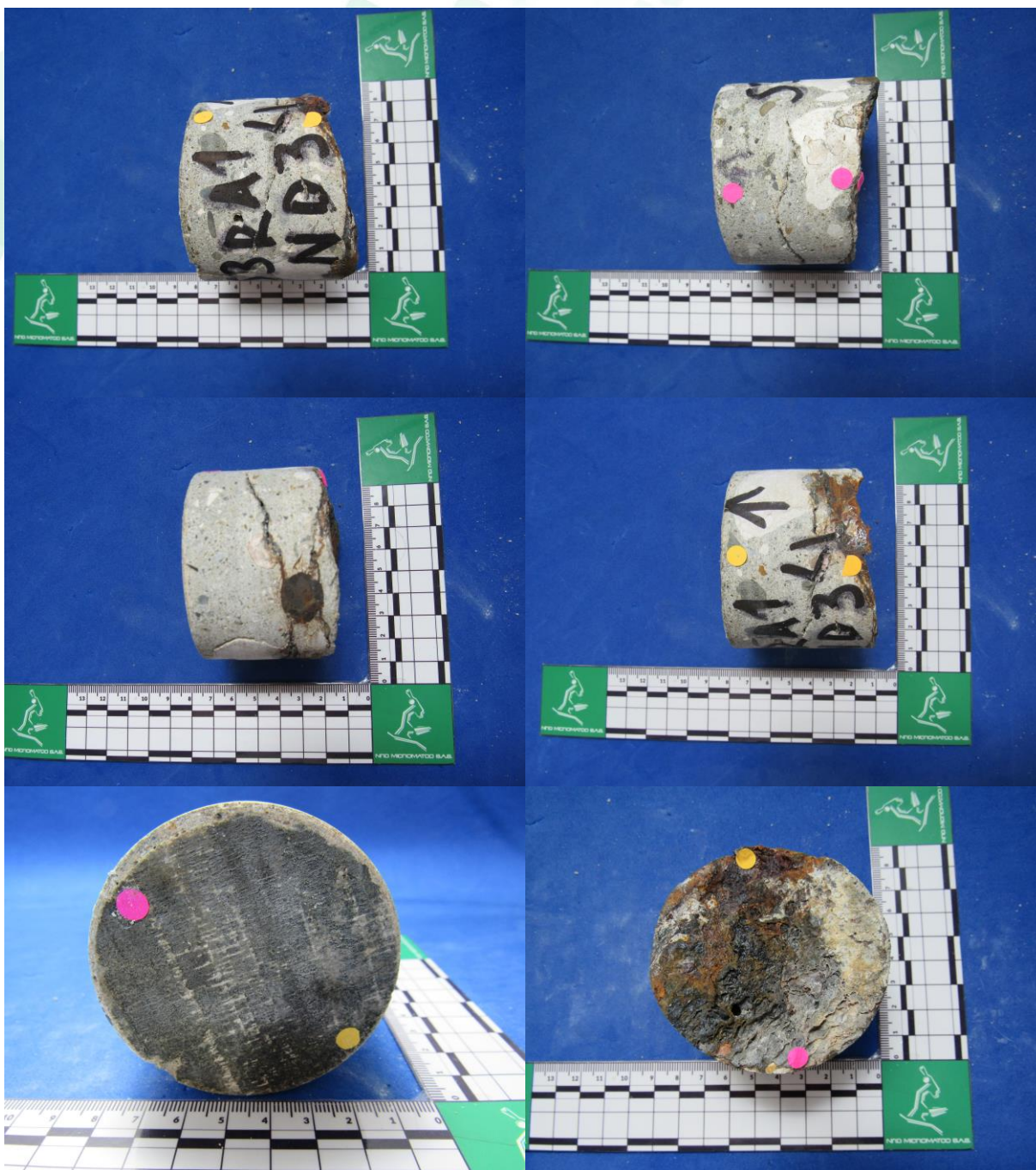
**Figura 8.** Fotografías de la muestra N8, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





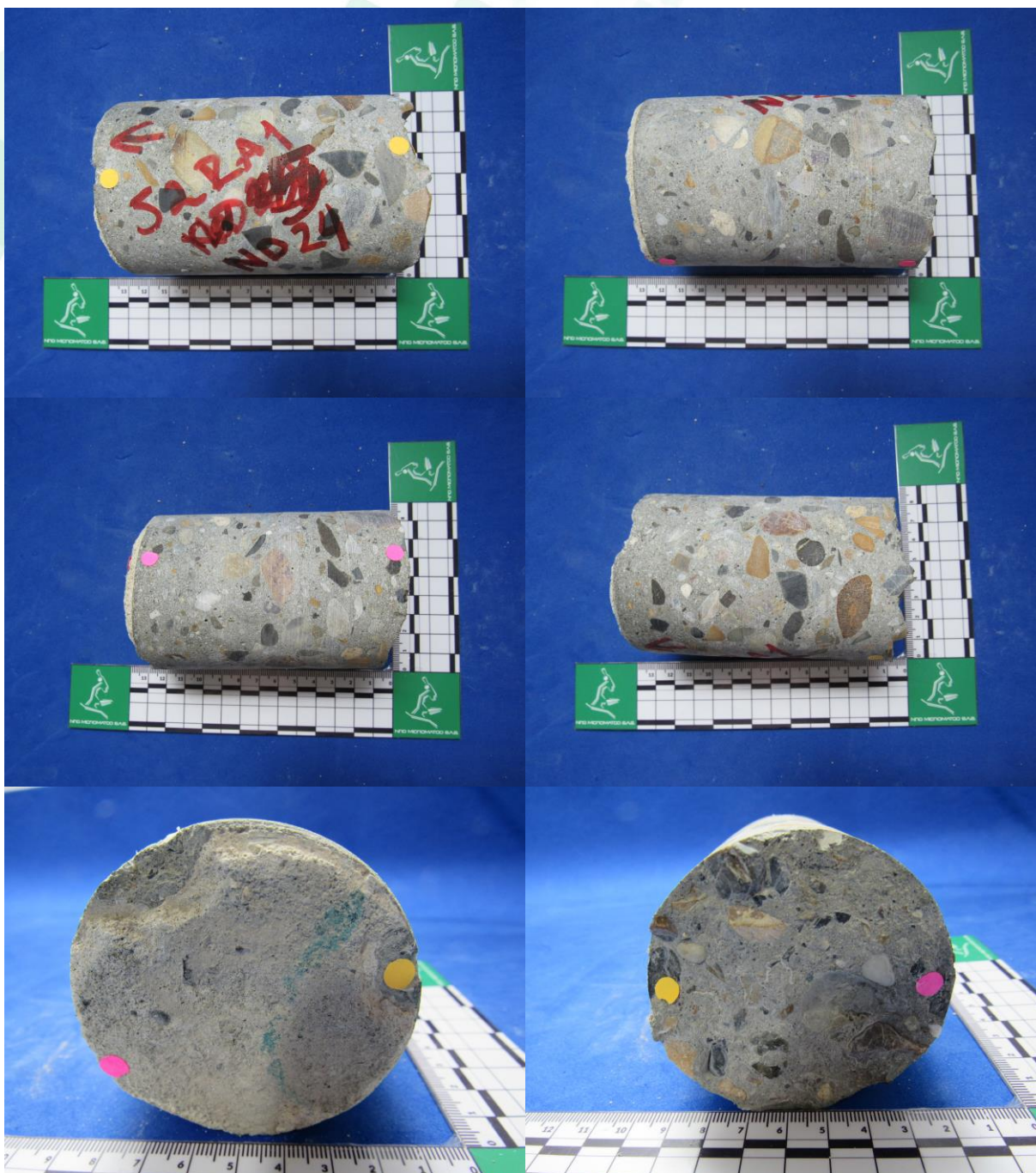
**Figura 9.** Fotografías de la muestra N9, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





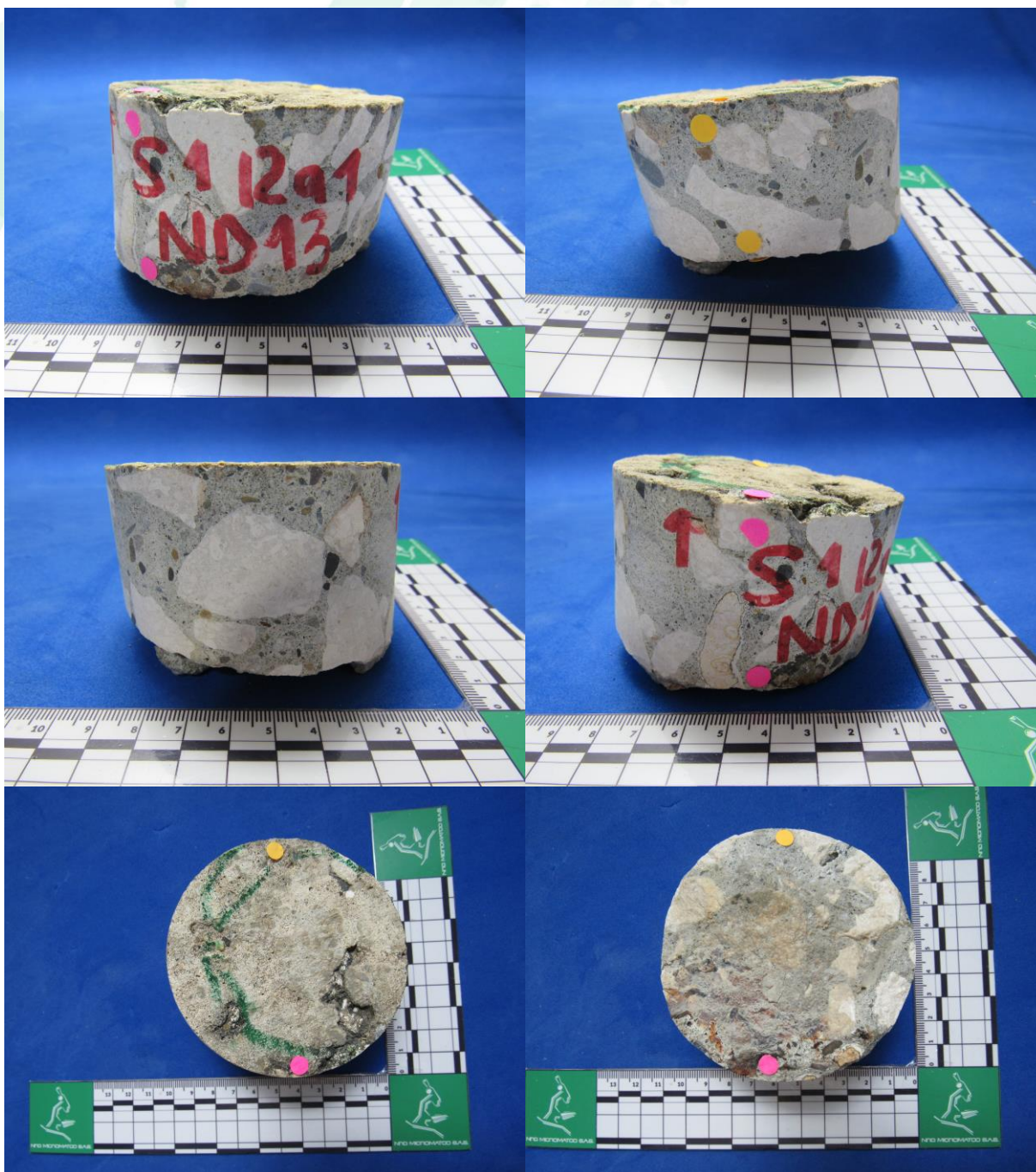
**Figura 10.** Fotografías de la muestra N10, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





**Figura 11.** Fotografías de la muestra N11, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.





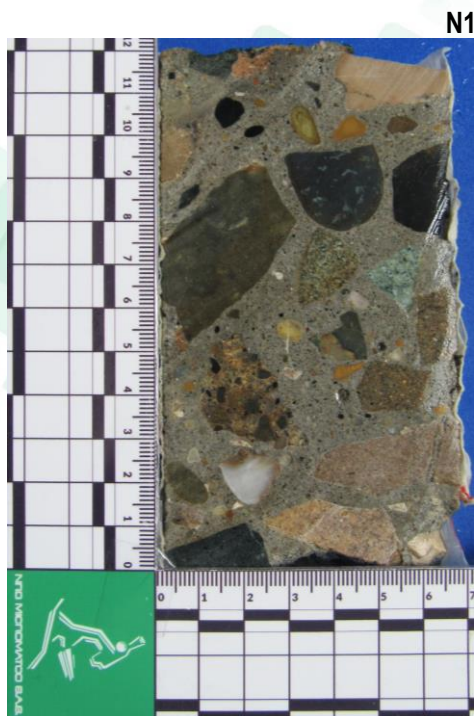
**Figura 12.** Fotografías de la muestra N12, mostrando vistas laterales, la parte superior y parte inferior del núcleo. Los puntos naranja y rosado muestran la orientación de los cortes.



**Figura 13.** Procedimiento para la elaboración de una sección delgada (SD)

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



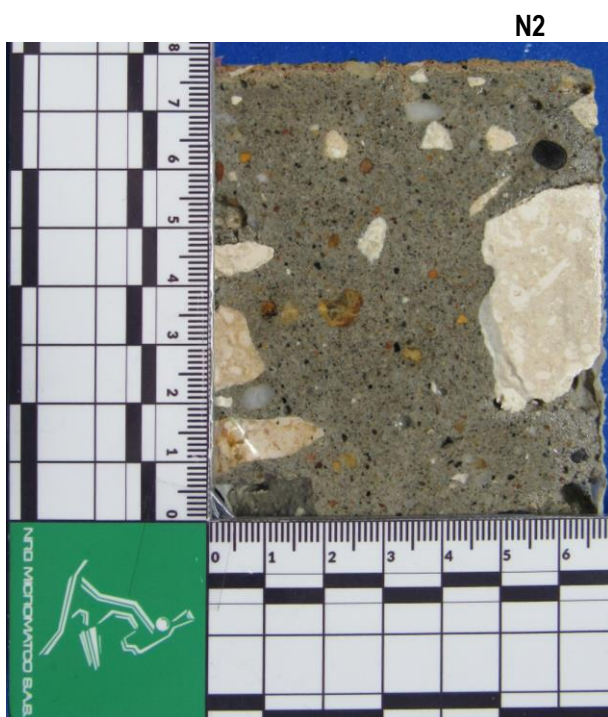


B1-140125  
BLOQUE PULIDO



140125  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 14.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N1.



B2-140225  
BLOQUE PULIDO

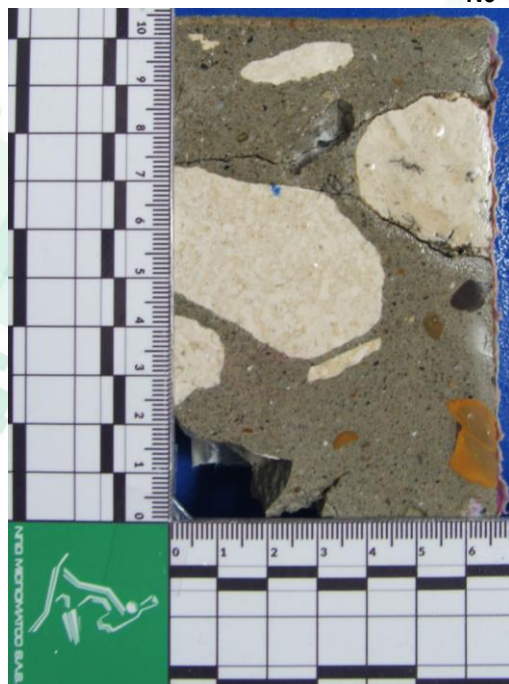


140225  
SECCIÓN DELGADA

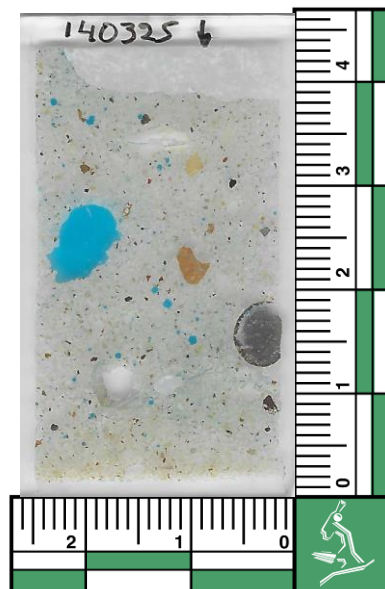
**Figura 15.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N2.



N3



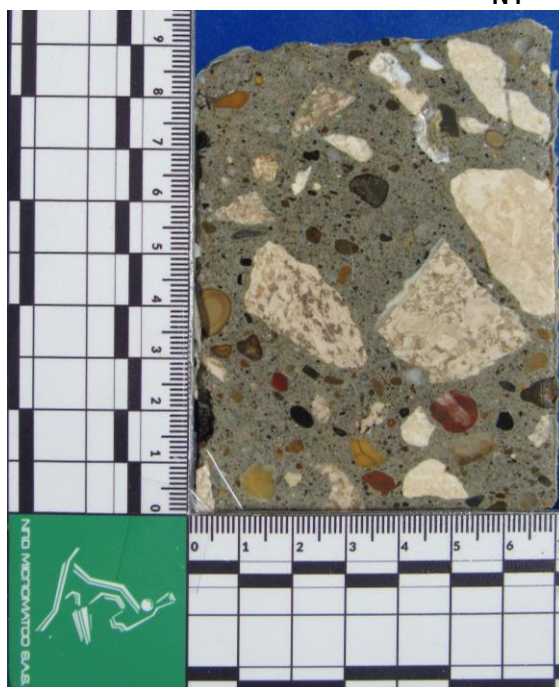
B3-140325  
BLOQUE PULIDO



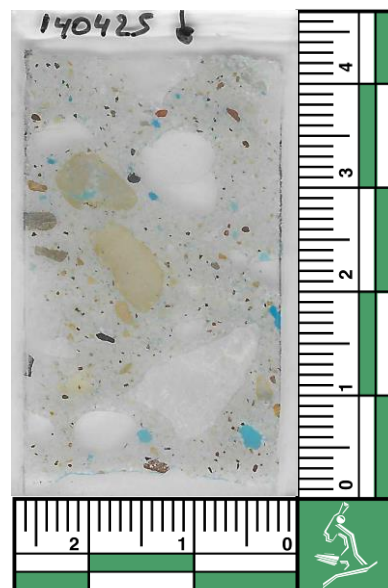
140325  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 16.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N3.

N4



B4-140425  
BLOQUE PULIDO



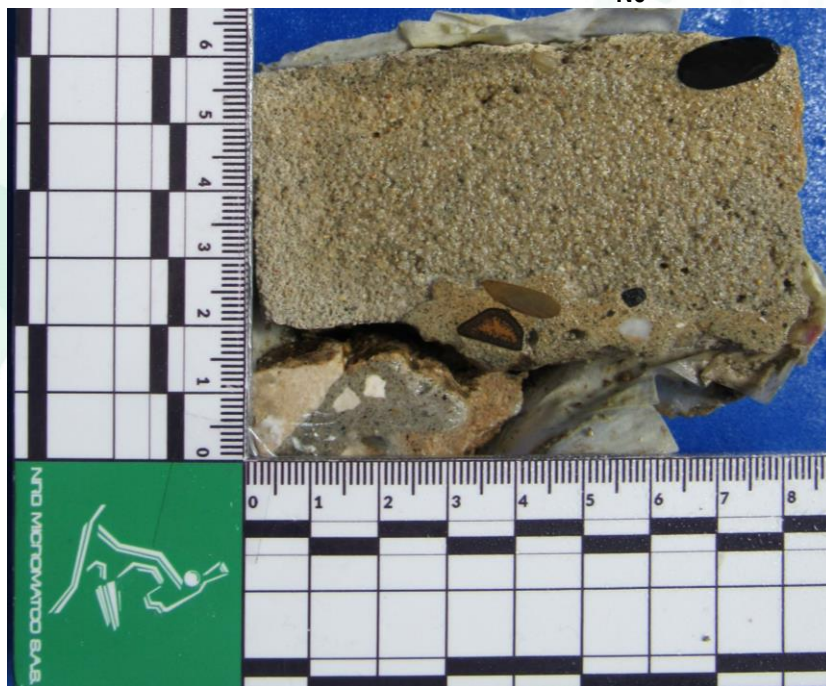
140425  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 17.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N4.

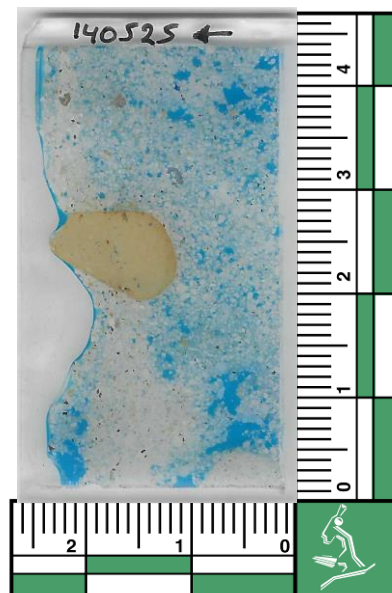




N5



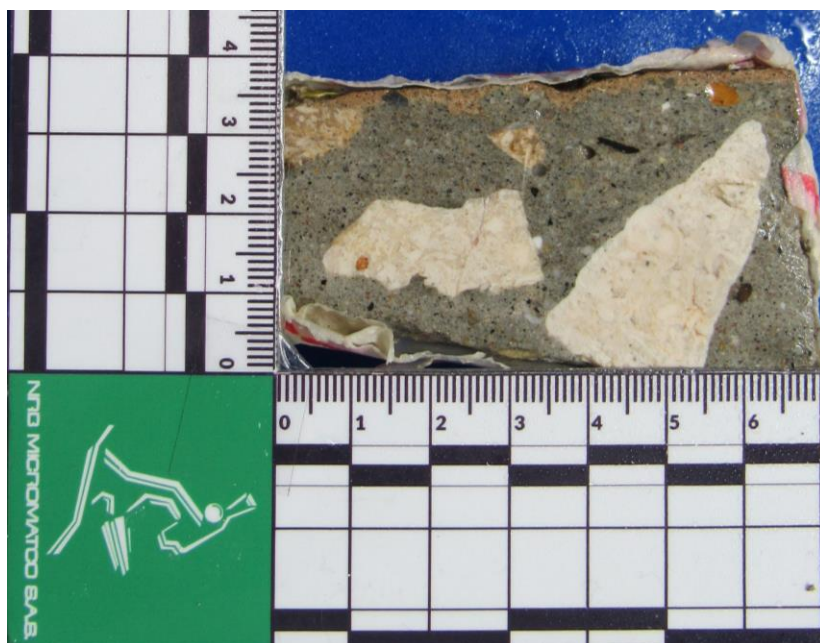
B5-140525  
BLOQUE PULIDO



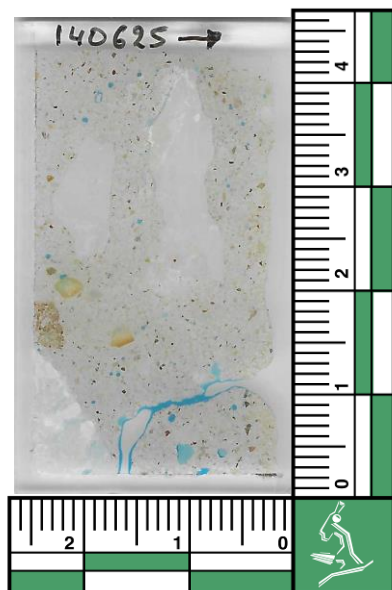
140525  
SECCIÓN DELGADA

Figura 18. Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N5.

N6



B6-140625  
BLOQUE PULIDO

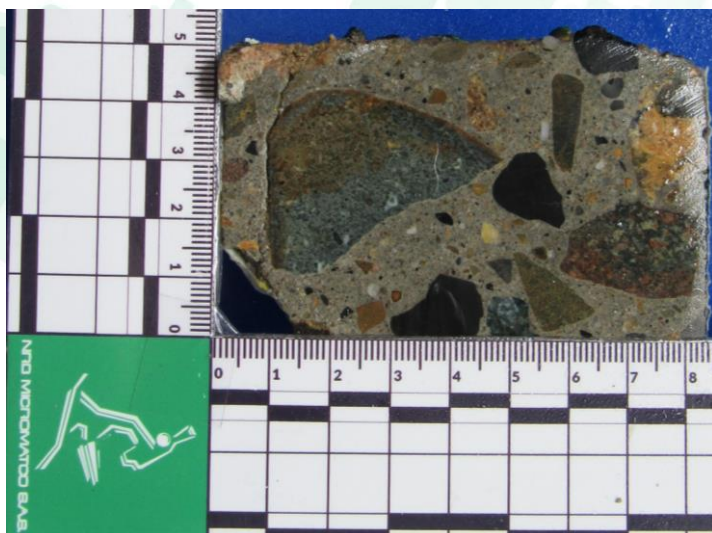


140625  
SECCIÓN DELGADA

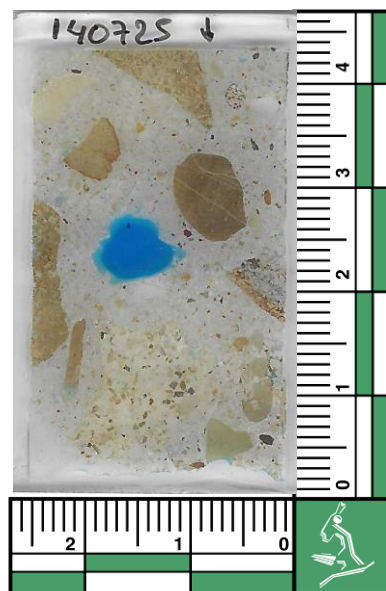
Figura 19. Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N6.



N7



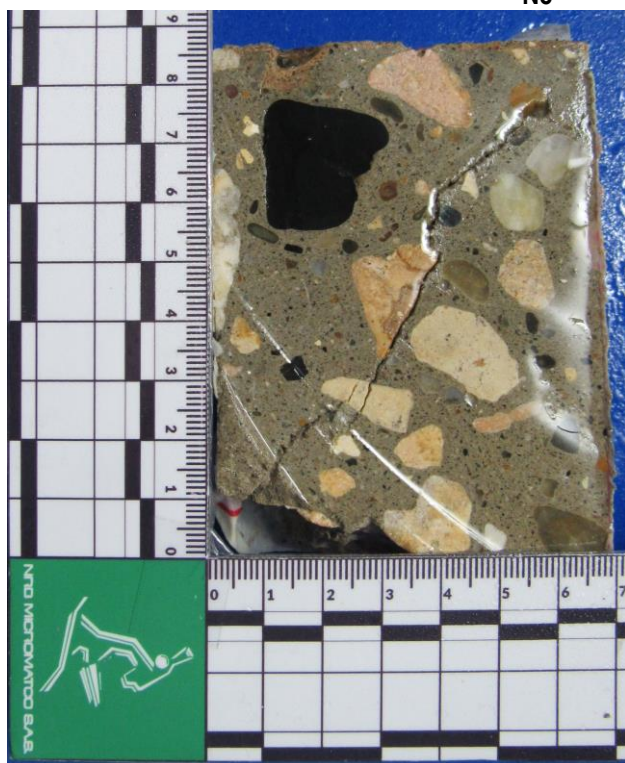
B7-140725  
BLOQUE PULIDO



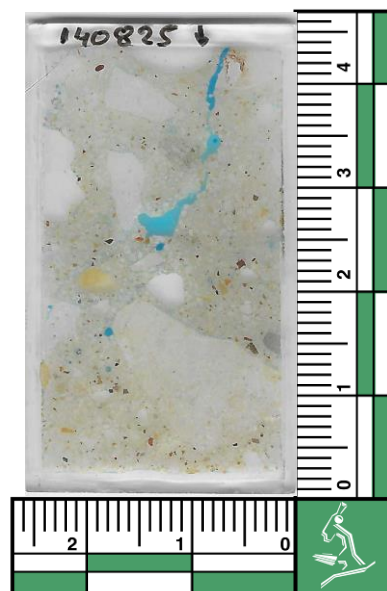
140725  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 20.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N7.

N8



B8-140825  
BLOQUE PULIDO



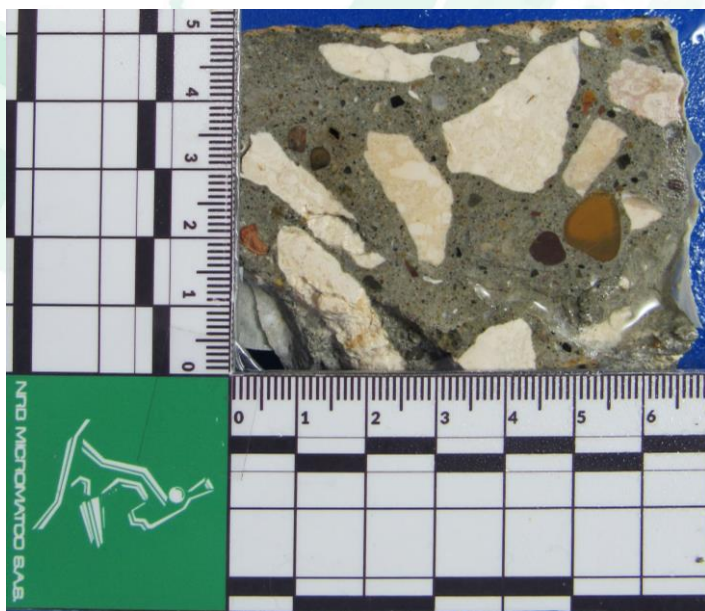
140825  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 21.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N8.





**N9**



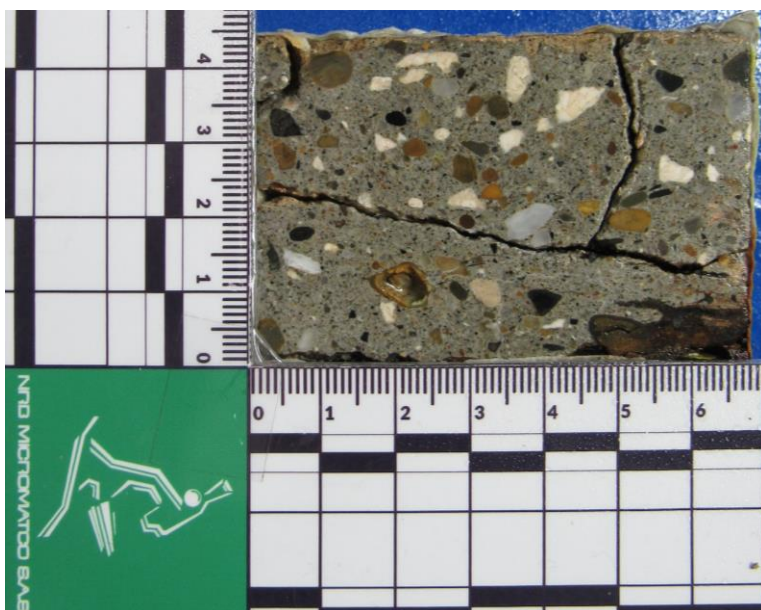
B9-140925  
BLOQUE PULIDO



140925  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 22.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N9.

**N10**



B9-141025  
BLOQUE PULIDO



141025  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 23.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N10.



**N11**



B9-141125  
BLOQUE PULIDO



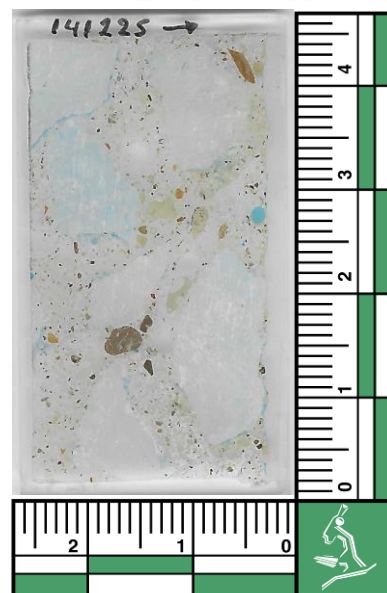
141125  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 24.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N11.

**N12**



B9-141225  
BLOQUE PULIDO



141225  
SECCIÓN DELGADA

**Figura 25.** Bloque semipulido y sección delgada de la muestra N12.





### 3. METODOLOGÍA

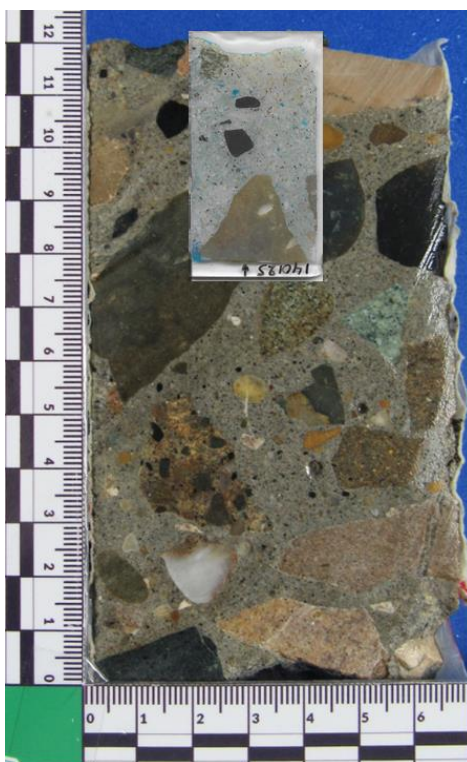
El presente informe de análisis petrográfico se realizó siguiendo los procedimientos propuestos en la norma ASTM C856-20 para la inspección petrográfica de concreto endurecido.

El análisis petrográfico del bloque pulido se llevó a cabo con estéreo microscopio Optiks XTL. Para la toma de imágenes se empleó una cámara marca Nikon modelo Coolpix 995 de alta resolución adaptada a un estéreo microscopio Nikon SMZ 800 C-DS. Para el análisis microscópico de la sección delgada se llevó a cabo con microscopio de luz transmitida. Para la toma de imágenes se empleó una cámara marca Olympus modelo DP-12 adaptada al microscopio.

Se determinó todos los rasgos importantes en cada uno de los bloques semipulidos y secciones delgadas, mediante un conteo desde la superficie de exposición hasta 200 mm de 400 a 700 puntos en el bloque semipulido y 300 puntos en la sección delgada sobre líneas horizontales y verticales espaciadas 2,5 mm en el bloque y 1 mm en la sección delgada.

### 4. CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA

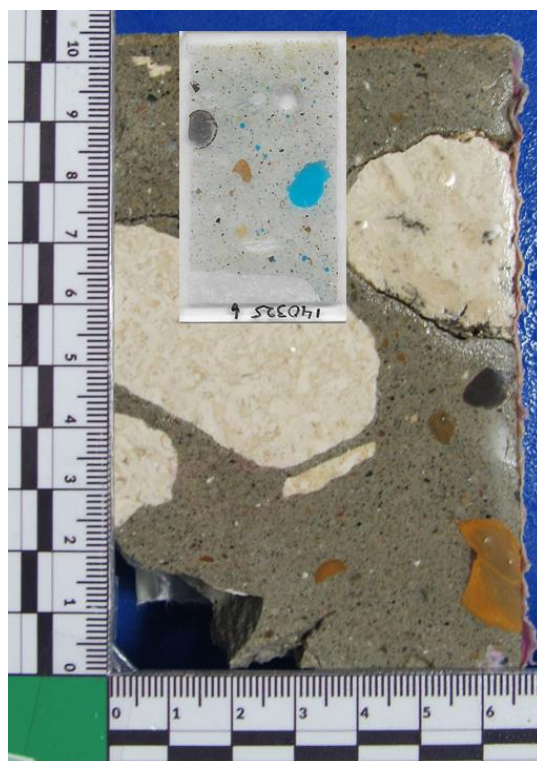
A continuación, se realizará la descripción cualitativa y cuantitativa de las muestras en sección delgada y en bloque semipulido.



**Figura 26.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N1. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.



**Figura 27.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N2. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.



**Figura 28.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N3. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.



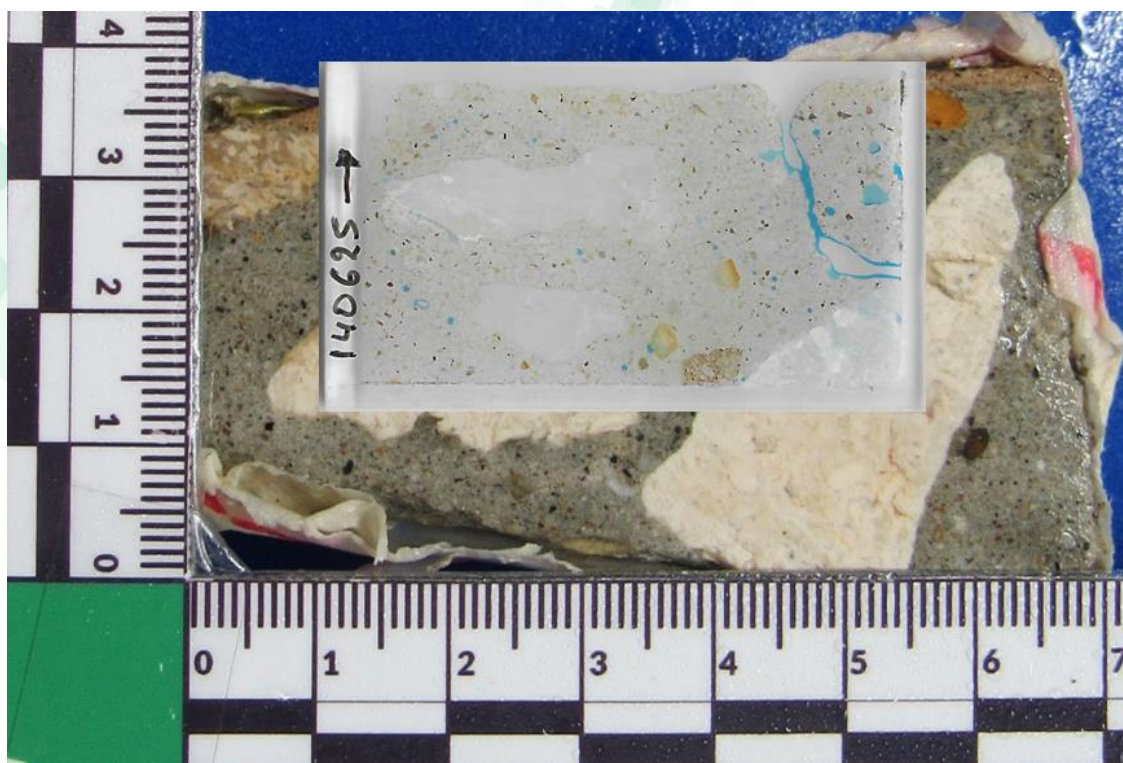


**Figura 29.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N4. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.

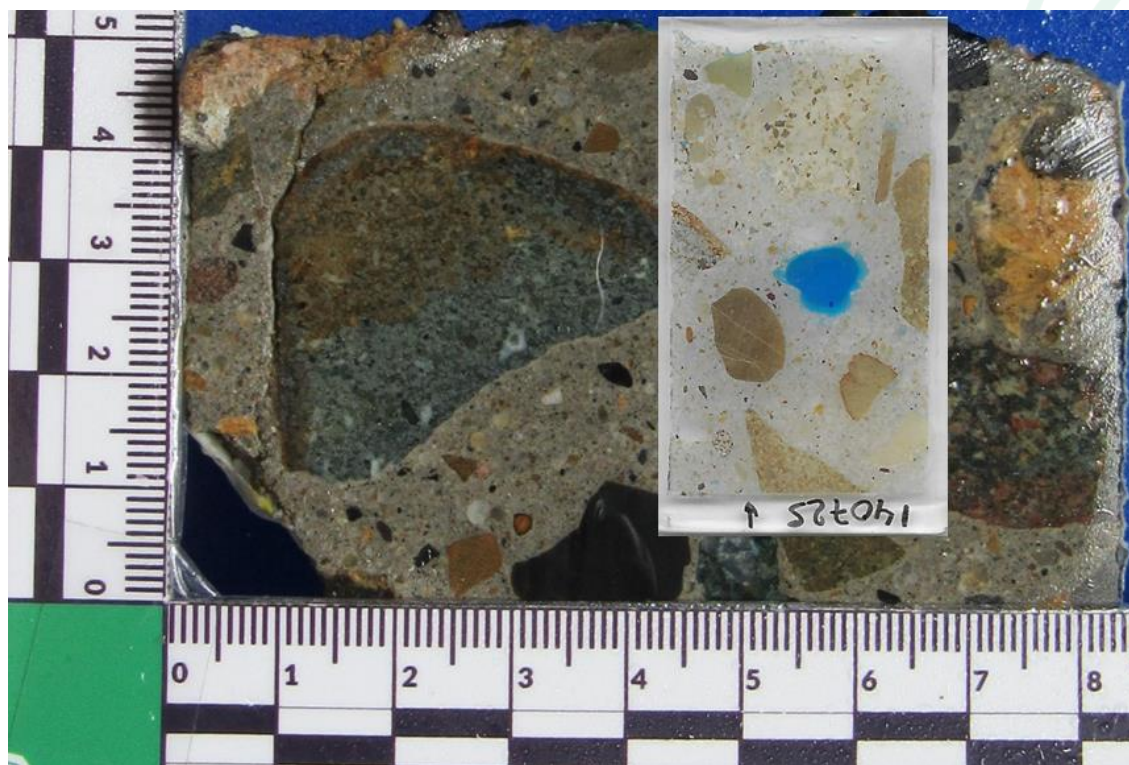


**Figura 30.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N5. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.



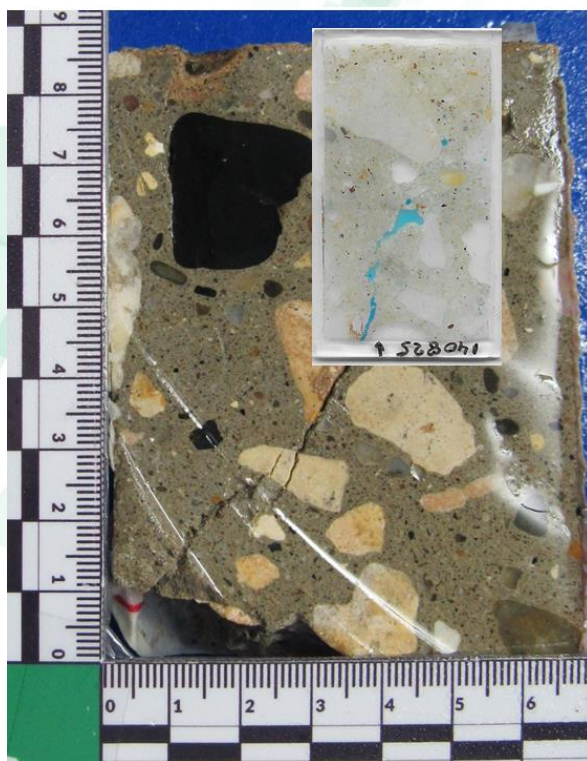


**Figura 31.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N6. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.

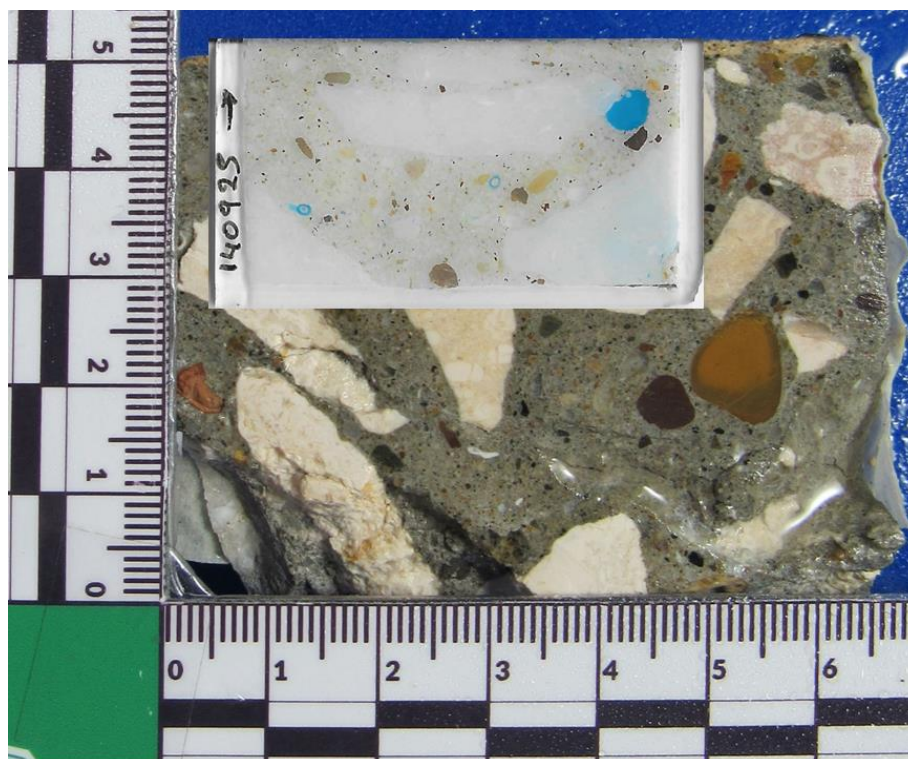


**Figura 32.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N7. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.

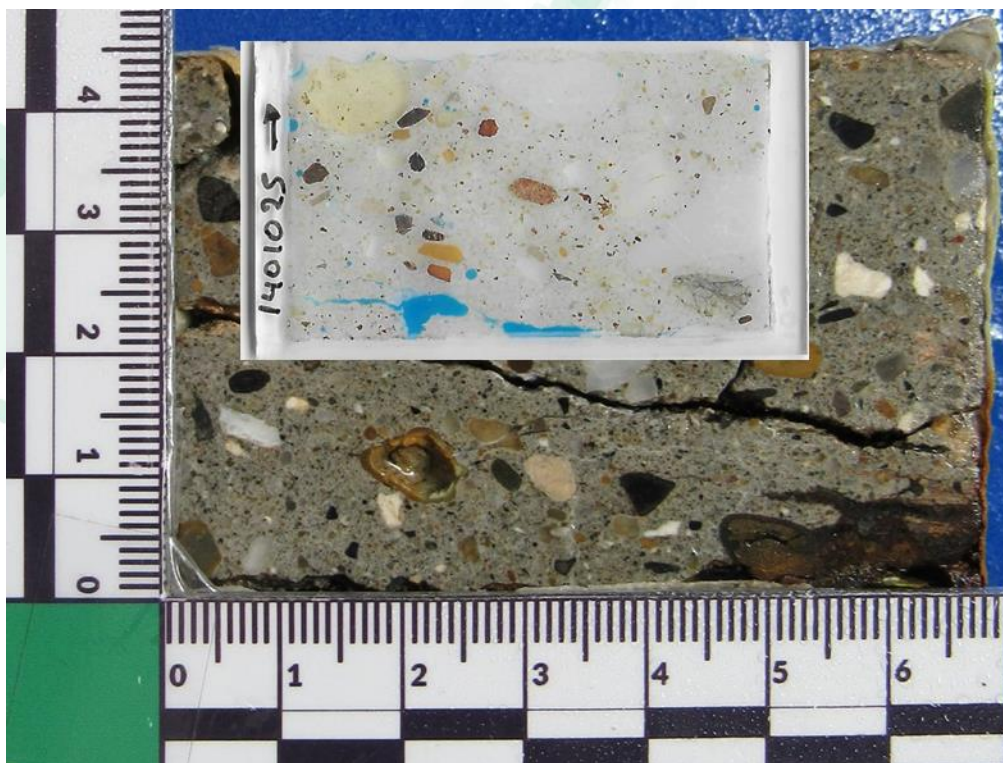




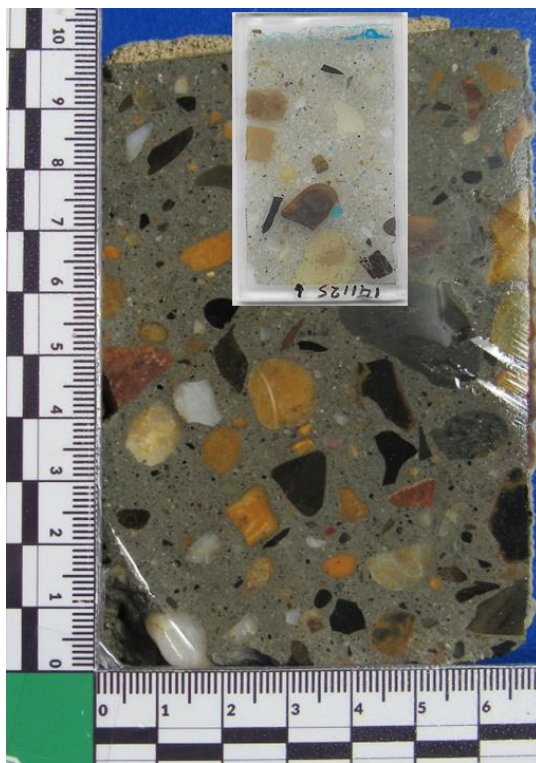
**Figura 33.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N8. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.



**Figura 34.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N9. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.



**Figura 35.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N10. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.



**Figura 36.** Fotografía del bloque semipulido de la muestra N11. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.



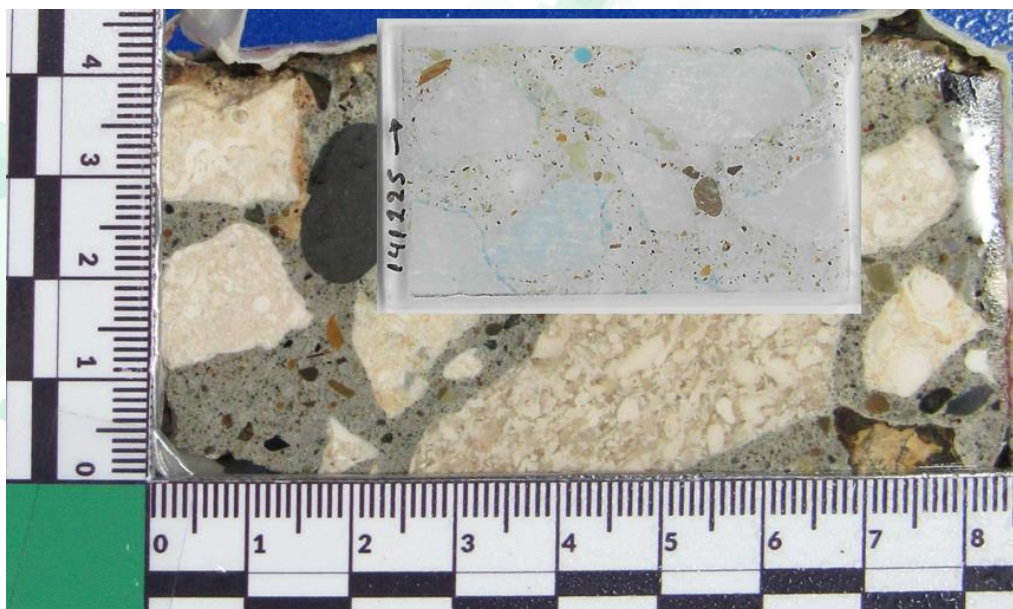


Figura 37. Fotografía del bloque semipulido de la muestra N12. Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes de la muestra. Además, se señala la localización de la sección delgada.

4.1. VOLUMEN DE CONSTITUYENTES PRINCIPALES EN EL CONCRETO							
BLOQUE SEMPULIDO	Volumen de constituyentes principales resultado del conteo de los bloques semipulidos						
	MUESTRA	AGREGADO GRUESO* (%)	AGREGADO FINO** (%)	PASTA*** (%)	VACÍOS (%)	GRIETAS (%)	TOTAL (%)
	N1	52.0	24.3	21.6	1.4	0.7	100.0
	N2	18.5	46.5	31.2	1.9	0.0	100.0
	N3	52.5	22.7	21.3	0.7	2.8	100.0
	N4	26.2	34.9	34.9	3.2	0.8	100.0
	N5	-	-	-	-	-	-
	N6	40.2	27.2	29.3	1.1	2.2	100.0
	N7	42.4	23.2	32.0	2.4	0.0	100.0
	N8	39.1	28.6	29.3	1.5	1.5	100.0
	N9	41.7	16.7	36.1	3.7	1.9	100.0
	N10	5.8	45.3	40.7	0.0	8.1	100.0
	N11	23.8	38.1	36.2	1.9	0.0	100.0
	N12	61.1	14.3	23.8	0.8	0.0	100.0
* Agregado grueso (partículas con tamaños que equivalen a retenido en el tamiz No 4)							
** Agregado fino (partículas con tamaños que equivalen a pasa tamiz No 4 hasta No 100)							
*** Pasta cementante y agregado muy fino (partículas con tamaños que equivalen a pasa tamiz No 100)							
SECCIÓN DELGADA	Volumen de constituyentes principales resultado del conteo de las secciones delgadas						
	MUESTRA	AGREGADOS* (%)	PASTA ** (%)	VACÍOS (%)	MICROPOROSIDAD / MICROGRIETAS (%)	ADICIONES (%)	TOTAL (%)
	N1	59.6	34.6	1.3	4.5	0.0	100.0
	N2	67.0	23.3	6.8	2.8	0.0	100.0
	N3	62.1	36.1	1.5	0.3	0.0	100.0
	N4	59.6	37.7	1.4	1.4	0.0	100.0
	N5	60.6	26.8	6.3	6.3	0.0	100.0
	N6	57.4	38.5	0.0	4.1	0.0	100.0
	N7	69.7	27.7	1.3	1.3	0.0	100.0
	N8	61.4	36.7	1.3	0.6	0.0	100.0
	N9	53.4	42.0	3.4	1.1	0.0	100.0
	N10	60.1	35.7	2.8	1.4	0.0	100.0
	N11	42.6	47.5	8.5	1.4	0.0	100.0
	N12	66.7	31.3	1.4	0.7	0.0	100.0
* Agregado grueso, fino y muy fino							
** Pasta cementante							



4.2. CONDICIONES GENERALES DEL CONCRETO			
ORIENTACIÓN	Las muestras corresponden a núcleos tomados a través de elementos estructurales y presentan las siguientes dimensiones.		
	MUESTRA	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD MÁXIMA (mm)
	N1	70	144
	N2	70	91
	N3	70	115
	N4	70	108
	N5	85	73
	N6	70	40
	N7	85	90
	N8	70	104
	N9	68	71
	N10	70	55
	N11	70	109
	N12	85	55
SUPERFICIES	Las muestras presentan una superficie superior rugosa a irregular y una superficie inferior irregular.		
CONDICIÓN GENERAL	En general en las muestras N1, N2, N3, N4, N6, N7, N8, N9, N10, N11 y N12 el concreto es duro y compacto. La muestra N5 el mortero presenta una dureza intermedia.		
SEGREGACIÓN	En las muestras N1, N4, N5, N7, N8, N9, N10, N11 y N12 no se observa segregación. En las muestras N2, N3 y N6 se observan sectores en los que se observa una alta proporción de agregados tamaño arena.		

4.3. ELEMENTOS EMBEBIDOS EN EL CONCRETO	
<b>GENERAL</b>	No se observa elementos embebidos en las muestras. No obstante, en las muestras N7, N10 y N12 se identificaron sectores con acumulaciones significativas de óxidos de hierro, hallazgo que sugiere la posible existencia de acero de refuerzo en un estado muy avanzado de corrosión, con pérdida considerable de material metálico.

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO





4.4. AGREGADOS DEL CONCRETO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
FORMA	El agregado grueso de las muestras corresponde a una mezcla a grava de trituración y de origen natural con formas angulares a subangulares y esféricos a prismoidales. El agregado fino corresponde a arena de origen natural presenta formas subangulares a redondeadas y subdiscoidales a subprismoidales (Ver figura 38).																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
GRADACIÓN	<p>En general en las muestras N1, N4, N5, N7, N8, N9, N10, N11 y N12, se observa una buena gradación con un tamaño máximo entre 1 ½" y 3/8", mientras que en las muestras N2, N3 y N6 se observa una mala gradación con un tamaño máximo entre 1 ½" y 1". En la siguiente tabla se especifica el tamaño máximo nominal de los agregados en las muestras:</p> <table><tr><th>MUESTRA</th><th>TAMAÑO NOMINAL SUPERIOR (mm)</th><th>TAMIZ EQUIVALENTE (MATERIAL RETENIDO)</th></tr><tr><td>N1</td><td>23</td><td>¾"</td></tr><tr><td>N2</td><td>34</td><td>1"</td></tr><tr><td>N3</td><td>34</td><td>1"</td></tr><tr><td>N4</td><td>22</td><td>¾"</td></tr><tr><td>N5</td><td>5</td><td>No 4</td></tr><tr><td>N6</td><td>20</td><td>¾"</td></tr><tr><td>N7</td><td>26</td><td>1"</td></tr><tr><td>N8</td><td>22</td><td>¾"</td></tr><tr><td>N9</td><td>18</td><td>¾"</td></tr><tr><td>N10</td><td>5</td><td>No 4</td></tr><tr><td>N11</td><td>14</td><td>½"</td></tr><tr><td>N12</td><td>23</td><td>¾"</td></tr></table>		MUESTRA	TAMAÑO NOMINAL SUPERIOR (mm)	TAMIZ EQUIVALENTE (MATERIAL RETENIDO)	N1	23	¾"	N2	34	1"	N3	34	1"	N4	22	¾"	N5	5	No 4	N6	20	¾"	N7	26	1"	N8	22	¾"	N9	18	¾"	N10	5	No 4	N11	14	½"	N12	23	¾"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
MUESTRA	TAMAÑO NOMINAL SUPERIOR (mm)	TAMIZ EQUIVALENTE (MATERIAL RETENIDO)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N1	23	¾"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N2	34	1"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N3	34	1"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N4	22	¾"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N5	5	No 4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N6	20	¾"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N7	26	1"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N8	22	¾"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N9	18	¾"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N10	5	No 4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N11	14	½"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
N12	23	¾"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
DISTRIBUCIÓN	<p>En general las muestras N1, N4, N5, N7, N8, N9, N10, N11 y N12 presentan una distribución uniforme.</p> <p>Mientras que en las muestras N2, N3 y N6 se observan sectores con una mayor cantidad de agregados tamaño arena.</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
CONTACTO PASTA – AGREGADO	En general los agregados se encuentran bien adheridos a la pasta cementante.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
COMPOSICIÓN	<p>El agregado grueso corresponde principalmente a fragmentos de roca de origen sedimentario y escasos de origen ígneo y metamórfico, principalmente calizas, cherts y basaltos. Así mismo, el agregado fino está compuesto además por fragmentos de cuarzo y plagioclasea, entre otros. En la siguiente tabla se especifica la composición de los agregados en las muestras:</p> <table><tr><th rowspan="2">CARACTERÍSTICA DE LOS CONSTITUYENTES</th><th colspan="12">MUESTRAS</th></tr><tr><th>N1</th><th>N2</th><th>N3</th><th>N4</th><th>N5</th><th>N6</th><th>N7</th><th>N8</th><th>N9</th><th>N10</th><th>N11</th><th>N12</th></tr><tr><td></td><td colspan="12">Porcentaje de Partículas</td></tr><tr><td>Cuarzo</td><td>29,0</td><td>0,0</td><td>38,6</td><td>20,7</td><td>30,2</td><td>20,0</td><td>9,3</td><td>13,4</td><td>12,9</td><td>15,1</td><td>31,7</td><td>10,2</td></tr><tr><td>Plagioclasea</td><td>9,7</td><td>5,1</td><td>10,8</td><td>0,0</td><td>11,6</td><td>9,4</td><td>5,6</td><td>2,1</td><td>4,3</td><td>3,5</td><td>5,0</td><td>2,0</td></tr><tr><td>Neiss</td><td>10,8</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Arcillolita</td><td>2,2</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,1</td><td>0,0</td><td>18,3</td><td>2,0</td></tr><tr><td>Cuarzo con extinción ondulante</td><td>7,5</td><td>5,9</td><td>9,6</td><td>9,2</td><td>10,5</td><td>8,2</td><td>6,5</td><td>3,1</td><td>0,0</td><td>1,2</td><td>5,0</td><td>2,0</td></tr><tr><td>Mica</td><td>2,2</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Chert</td><td>17,2</td><td>9,3</td><td>19,3</td><td>8,0</td><td>36,0</td><td>5,9</td><td>3,7</td><td>10,3</td><td>12,9</td><td>11,6</td><td>18,3</td><td>2,0</td></tr><tr><td>Materia vegetal</td><td>1,1</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Feldespato potásico</td><td>3,2</td><td>0,8</td><td>3,6</td><td>1,1</td><td>5,8</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>3,1</td><td>2,2</td><td>4,7</td><td>1,7</td><td>1,0</td></tr><tr><td>Arcillolita limosa</td><td>1,1</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Fragmento alterado</td><td>2,2</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>2,3</td><td>1,7</td><td>1,0</td></tr><tr><td>Basalto</td><td>7,5</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>15,7</td><td>1,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>3,3</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Caliza</td><td>4,3</td><td>70,3</td><td>14,5</td><td>44,8</td><td>0,0</td><td>49,4</td><td>0,0</td><td>57,7</td><td>60,2</td><td>29,1</td><td>0,0</td><td>72,4</td></tr><tr><td>Limolita</td><td>0,0</td><td>0,8</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Granito</td><td>0,0</td><td>1,7</td><td>1,2</td><td>1,1</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,9</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,2</td><td>1,7</td><td>1,0</td></tr><tr><td>Cuarcita</td><td>0,0</td><td>0,8</td><td>1,2</td><td>1,1</td><td>0,0</td><td>4,7</td><td>1,9</td><td>3,1</td><td>2,2</td><td>2,3</td><td>3,3</td><td>2,0</td></tr><tr><td>Arenisca ferruginosa</td><td>0,0</td><td>3,4</td><td>0,0</td><td>1,1</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Anfibol</td><td>1,1</td><td>0,8</td><td>0,0</td><td>1,1</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>0,9</td><td>1,0</td><td>1,1</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Toba silícea</td><td>0,0</td><td>0,8</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>8,3</td><td>1,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,0</td></tr><tr><td>Cuarzo policristalino</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>11,5</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Andesita basáltica hipocristalina</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>2,3</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Arenisca muy fina</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>10,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Epidota</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Opaco</td><td>1,1</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>0,9</td><td>1,0</td><td>0,0</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>1,0</td></tr><tr><td>Arenisca calcárea</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>45,4</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Piroxeno</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>3,2</td><td>1,2</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Andesita basáltica devitrificada</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>23,3</td><td>0,0</td><td>2,0</td></tr><tr><td>Tonalita</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>2,3</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td></tr></table>		CARACTERÍSTICA DE LOS CONSTITUYENTES	MUESTRAS												N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12		Porcentaje de Partículas												Cuarzo	29,0	0,0	38,6	20,7	30,2	20,0	9,3	13,4	12,9	15,1	31,7	10,2	Plagioclasea	9,7	5,1	10,8	0,0	11,6	9,4	5,6	2,1	4,3	3,5	5,0	2,0	Neiss	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Arcillolita	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	18,3	2,0	Cuarzo con extinción ondulante	7,5	5,9	9,6	9,2	10,5	8,2	6,5	3,1	0,0	1,2	5,0	2,0	Mica	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Chert	17,2	9,3	19,3	8,0	36,0	5,9	3,7	10,3	12,9	11,6	18,3	2,0	Materia vegetal	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Feldespato potásico	3,2	0,8	3,6	1,1	5,8	1,2	0,0	3,1	2,2	4,7	1,7	1,0	Arcillolita limosa	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Fragmento alterado	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,7	1,0	Basalto	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	1,0	0,0	0,0	3,3	0,0	Caliza	4,3	70,3	14,5	44,8	0,0	49,4	0,0	57,7	60,2	29,1	0,0	72,4	Limolita	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Granito	0,0	1,7	1,2	1,1	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,2	1,7	1,0	Cuarcita	0,0	0,8	1,2	1,1	0,0	4,7	1,9	3,1	2,2	2,3	3,3	2,0	Arenisca ferruginosa	0,0	3,4	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Anfibol	1,1	0,8	0,0	1,1	1,2	0,0	0,9	1,0	1,1	0,0	0,0	0,0	Toba silícea	0,0	0,8	1,2	0,0	0,0	0,0	8,3	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	Cuarzo policristalino	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	Andesita basáltica hipocristalina	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Arenisca muy fina	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	10,0	0,0	Epidota	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Opaco	1,1	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,9	1,0	0,0	1,2	0,0	1,0	Arenisca calcárea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Piroxeno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	1,2	0,0	0,0	Andesita basáltica devitrificada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,3	0,0	2,0	Tonalita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CARACTERÍSTICA DE LOS CONSTITUYENTES	MUESTRAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Porcentaje de Partículas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Cuarzo	29,0	0,0	38,6	20,7	30,2	20,0	9,3	13,4	12,9	15,1	31,7	10,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Plagioclasea	9,7	5,1	10,8	0,0	11,6	9,4	5,6	2,1	4,3	3,5	5,0	2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Neiss	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Arcillolita	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	18,3	2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Cuarzo con extinción ondulante	7,5	5,9	9,6	9,2	10,5	8,2	6,5	3,1	0,0	1,2	5,0	2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Mica	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Chert	17,2	9,3	19,3	8,0	36,0	5,9	3,7	10,3	12,9	11,6	18,3	2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Materia vegetal	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Feldespato potásico	3,2	0,8	3,6	1,1	5,8	1,2	0,0	3,1	2,2	4,7	1,7	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Arcillolita limosa	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Fragmento alterado	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,7	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Basalto	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	1,0	0,0	0,0	3,3	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Caliza	4,3	70,3	14,5	44,8	0,0	49,4	0,0	57,7	60,2	29,1	0,0	72,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Limolita	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Granito	0,0	1,7	1,2	1,1	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,2	1,7	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Cuarcita	0,0	0,8	1,2	1,1	0,0	4,7	1,9	3,1	2,2	2,3	3,3	2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Arenisca ferruginosa	0,0	3,4	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Anfibol	1,1	0,8	0,0	1,1	1,2	0,0	0,9	1,0	1,1	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Toba silícea	0,0	0,8	1,2	0,0	0,0	0,0	8,3	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Cuarzo policristalino	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Andesita basáltica hipocristalina	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Arenisca muy fina	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	10,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Epidota	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Opaco	1,1	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,9	1,0	0,0	1,2	0,0	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Arenisca calcárea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Piroxeno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	1,2	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Andesita basáltica devitrificada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,3	0,0	2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Tonalita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ALTERACIÓN	Se observa en algunos agregados la formación de algunos minerales arcillosos producto de reacciones por meteorización.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
POROSIDAD	En términos generales, la porosidad es de tipo primaria, observada principalmente en algunos agregados gruesos tipo chert.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
CONTAMINACIÓN	Se observa la presencia de partículas de materia vegetal en la muestra N1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
OTRAS CARACTERÍSTICAS	Se observa en las muestras N2, N3, N4, N6 y N7 signos de expansión en varios de los agregados y la presencia de productos de la reacción de álcali – sílice (RAS).																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

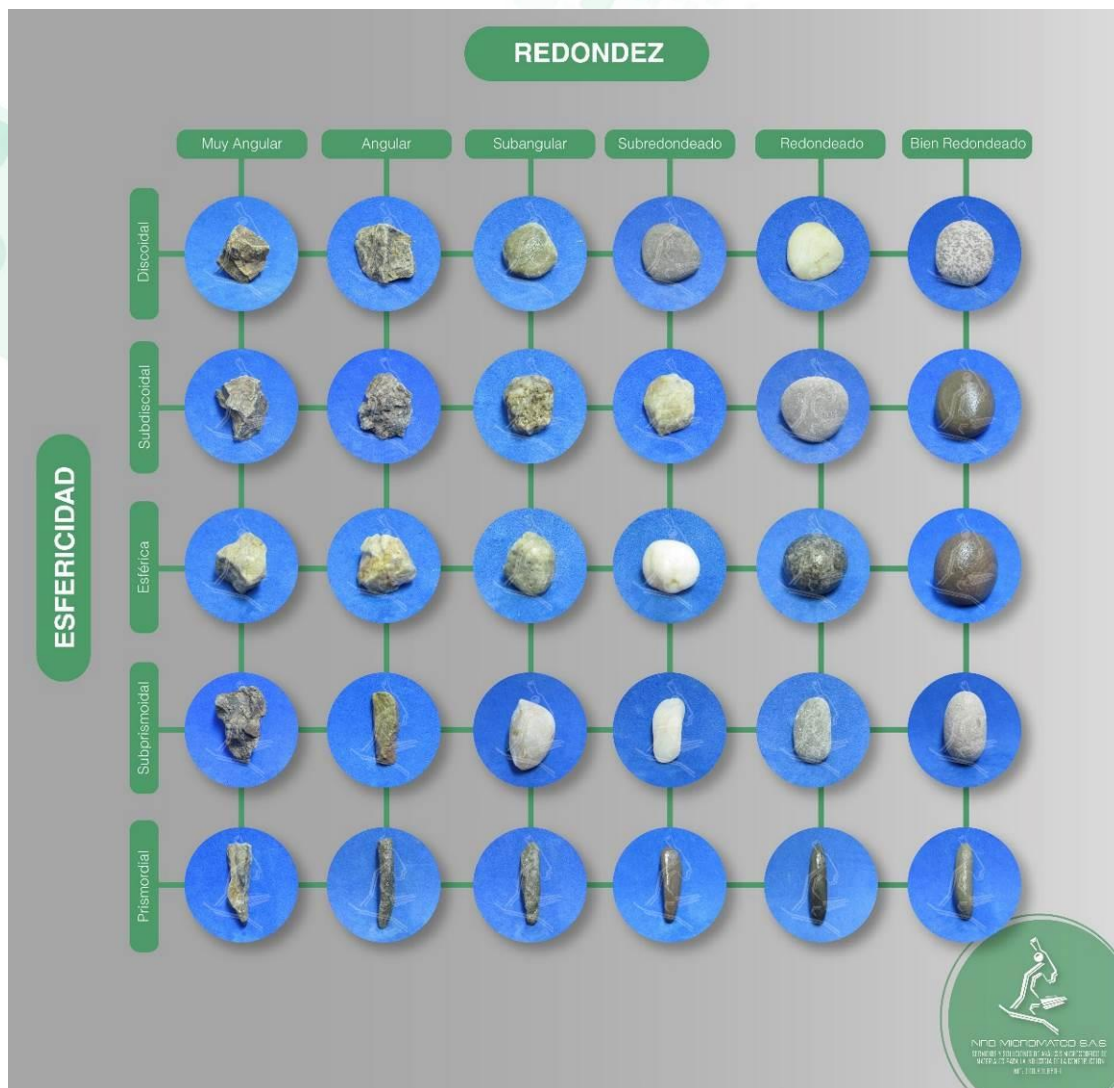


Figura 38. Escala de redondez y esfericidad de Pettijohn *et al*

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO





4.5. VACÍOS Y MICROPOROS EN EL CONCRETO													
CONTENIDO	Las muestras de concreto analizadas por estimación visual presentan menos del 9% de vacíos de aire. En la siguiente tabla se especifica el contenido de vacíos calculado por conteo de puntos en los bloques semipulidos y en las secciones delgadas:												
	MUESTRA		CONTENIDO DE VACÍOS (%)										
			Bloque semipulido					Sección delgada					
	N1		1,4					1,3					
	N2		1,9					6,8					
	N3		0,7					1,5					
	N4		3,2					1,4					
	N5		-					6,3					
	N6		1,1					0,0					
	N7		2,4					1,3					
	N8		1,5					1,3					
	N9		3,7					3,4					
	N10		0,0					2,8					
N11		1,9					8,5						
N12		0,8					1,4						
TAMAÑO	El tamaño de los vacíos varía en las muestras. En la siguiente tabla se especifica el tamaño de vacíos observados en los bloques semipulidos:												
	MUESTRA		CONTENIDO DE VACÍOS (%)										
			0,05 mm	0,1-0,5 mm	0,6-1,0 mm	1,1-2,0 mm	2,1-3,0 mm	3,1-5,0 mm	>5 mm	Total			
	N1		0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4		
	N2		0,0	0,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9		
	N3		0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7		
	N4		0,0	0,0	0,8	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	3,2		
	N5		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	N6		0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1		
	N7		0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4		
	N8		0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	1,5		
	N9		0,0	0,0	2,8	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	3,7		
	N10		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
N11		0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9			
N12		0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8			
FORMA	Presentan formas esféricas y sub esféricas a irregulares.												
DISTRIBUCIÓN	Es de resaltar que los vacíos se encuentran distribuidos en toda la masa de concreto, en cada una de las muestras. Así mismo, en la muestra N5 en algunos de los casos la separación entre éstos es muy poca, causando que se unan formando figuras de tipo “8”.												
DEPÓSITOS SECUNDARIOS	Dentro de las características particulares se destaca que los vacíos presentes en las muestras se encuentran parcial o completamente rellenos por cristales de ettringita y otros se encuentran además rellenos de gel producto de reacción álcali-silíce (RAS).												
MICROPOROS Y CAPILARES	La presencia de microporos y capilares varia en las muestras, como se puede observar en la siguiente tabla:												
		MUESTRAS											
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Microporos y capilares (%)		3,8	0,6	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0

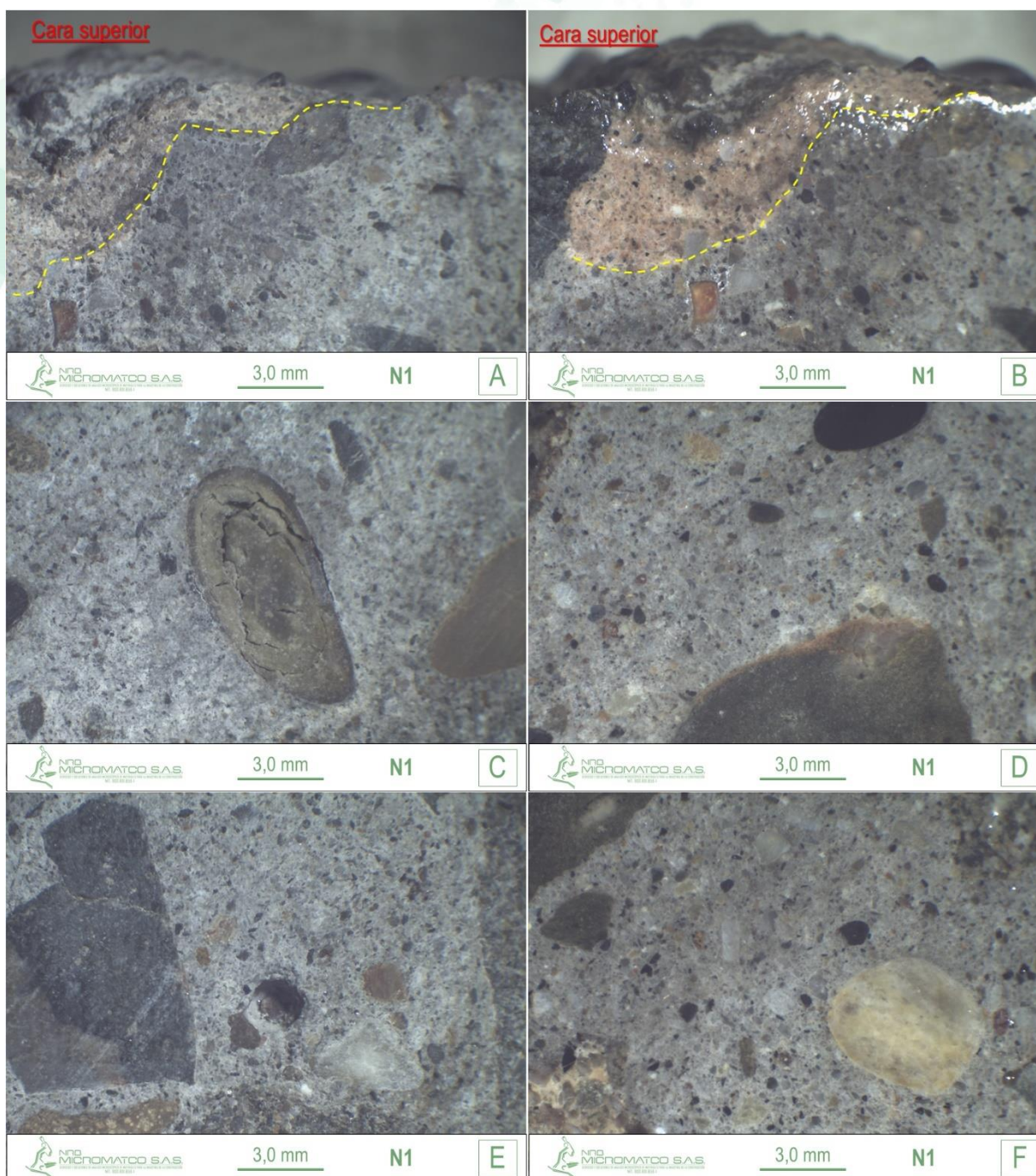
4.6. GRIETAS Y MICROGRIETAS EN EL CONCRETO	
<b>MUESTRA N1</b>	Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 1,4% en el bloque semipulido y 0,6% en sección delgada, con distribución aleatoria, las cuales se encuentran atravesando la pasta de cemento y en la interface pasta agregado.
<b>MUESTRA N2</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 1,9% en el bloque semipulido y 2,3% en sección delgada, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li><li>Presentan una orientación pseudo-hexagonal,</li></ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas depósitos secundarios de un material de baja birrefringencia y de color claro. Así mismo, en algunas de las microgrietas se observó la presencia de cristales de ettringita.</p>
<b>MUESTRA N3</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 0,7% en el bloque semipulido y 0,3% en sección delgada con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos</li></ul>

	<p>agregados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentan una orientación pseudo-hexagonal,</li> </ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas depósitos secundarios de un material de baja birrefringencia y de color claro. Así mismo, en varias de las microgrietas se observó la presencia de cristales de ettringita.</p>
<b>MUESTRA N4</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 3,2% en el bloque semipulido y 1,4% en sección delgada, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li> <li>• Presentan una orientación pseudo-hexagonal,</li> </ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas depósitos secundarios de un material de baja birrefringencia y de color claro.</p>
<b>MUESTRA N5</b>	No se observa
<b>MUESTRA N6</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 1,1% en el bloque semipulido y 4,1% en sección delgada con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li> <li>• Presentan una orientación pseudo-hexagonal,</li> </ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas depósitos secundarios de un material de baja birrefringencia y de color claro. Así mismo, en varias de las microgrietas se observó la presencia de cristales de ettringita.</p>
<b>MUESTRA N7</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 2,4% en el bloque semipulido y 1,3% en sección delgada con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li> <li>• Presentan una orientación pseudo-hexagonal,</li> </ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas depósitos secundarios de un material de baja birrefringencia y de color claro.</p>
<b>MUESTRA N8</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 1,5% en el bloque semipulido y 0,6% en sección delgada con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li> </ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas la presencia de cristales de ettringita.</p>
<b>MUESTRA N9</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 3,7% en el bloque semipulido y 1,1% en sección delgada con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li> </ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas la presencia de cristales de ettringita.</p>
<b>MUESTRA N10</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 1,4% en sección delgada con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li> </ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas la presencia de cristales de ettringita.</p>
<b>MUESTRA N11</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 1,9% en el bloque semipulido y 0,7% en sección delgada con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li> </ul>



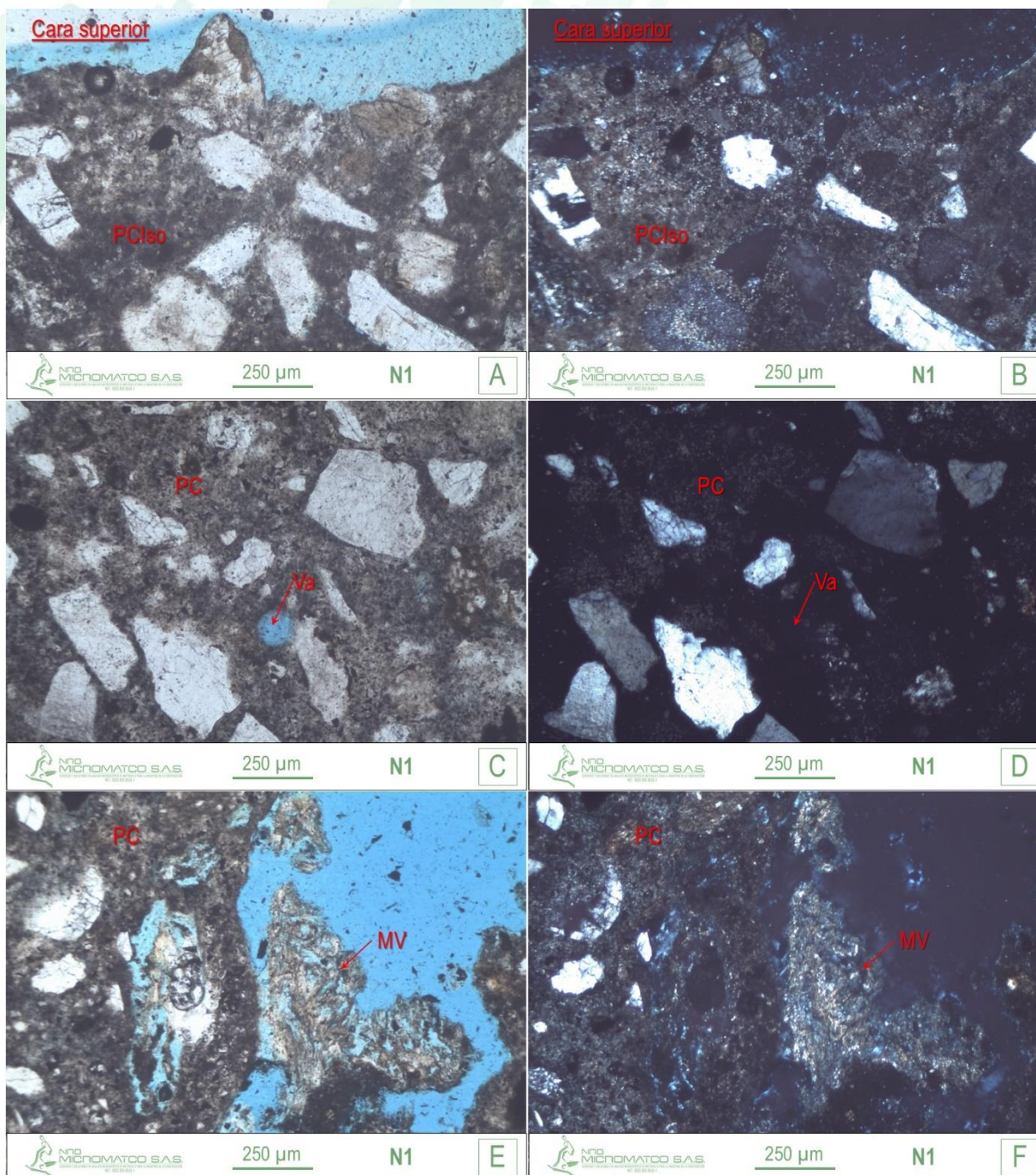
	Se observaron en la mayoría de las microgrietas la presencia de cristales de ettringita.
<b>MUESTRA N12</b>	<p>Se observó la presencia de grietas y microgrietas en un porcentaje de 0,8% en el bloque semipulido y 0,7% en sección delgada con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En el análisis microscópico realizado a la sección delgada se observó que se encuentran atravesando la pasta cementante, la interface pasta – agregado, vacíos y algunos agregados.</li> </ul> <p>Se observaron en la mayoría de las microgrietas la presencia de cristales de ettringita.</p>

4.7. PASTA CEMENTANTE DEL CONCRETO																																																																																																																																																																														
COLOR	En las muestras, a nivel macroscópico se distinguen dos zonas; la primera hacia la parte más superior y hasta una profundidad que varía entre las muestras (4 mm (N1), 2 mm (N2), 2.5 mm (N3), 1 mm (N4), 2 mm (N5), 2.3 mm (N6), 2 mm (N7), 3 mm (N8), 4 mm (N9), 2 mm (N10), 0.5 mm (N11) y 2 mm (N12)) la cual presenta una tonalidad gris marrón claro. La segunda zona que es adyacente a la primera y en el resto del núcleo con una tonalidad gris verdoso (muestras N1, N7 y N11) y gris oliva claro (N2, N3, N4, N5, N6, N8, N9, N10 y N12). A nivel microscópico en general exhiben un color marrón rojizo (primera zona) a un marrón claro (segundo zona).																																																																																																																																																																													
DUREZA	En general en las muestras la pasta cementante es moderadamente dura.																																																																																																																																																																													
LUSTRE	Opaco en todo el núcleo en las nueve muestras.																																																																																																																																																																													
CARBONATACIÓN	Debido a que en las muestras presentan cambios de tonalidad desde la superficie de exposición al ambiente hacia el interior del núcleo hasta una profundidad que varía entre las muestras (4 mm (N1), 2 mm (N2), 2.5 mm (N3), 1 mm (N4), 2 mm (N5), 2.3 mm (N6), 2 mm (N7), 3 mm (N8), 4 mm (N9), 2 mm (N10), 0.5 mm (N11) y 2 mm (N12)), se puede presumir que este cambio puede indicar que se trata del fenómeno de carbonatación, aunque no se descarta que se trate de la afectación de otro agente agresivo desde el exterior hacia el interior de las muestras.																																																																																																																																																																													
COMPOSICIÓN	<p>En las muestras N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10 y N12 los compuestos de cemento no hidratado e hidratado se encuentran distribuidos de manera regular, a excepción de la portlandita pues se observa en ciertas áreas una concentración localizada de microcristales (localizado en la interfase agregado-pasta, bordeando las paredes de algunos vacíos y en sectores de la pasta cementante endurecida). Así mismo en la muestra N11 se observa la presencia de portlandita caracterizada por presentar forma cristalina “gel” y generalmente localizada en la interfase agregado-pasta. En la siguiente tabla se especifica la proporción de estas partículas en las muestras:</p> <table><tr><th colspan="2" rowspan="3">CONSTITUYENTES</th><th colspan="12">COMPOSICIÓN DE LA PASTA CEMENTANTE EN LAS SECCIONES ANALIZADAS</th></tr><tr><th>N1</th><th>N2</th><th>N3</th><th>N4</th><th>N5</th><th>N6</th><th>N7</th><th>N8</th><th>N9</th><th>N10</th><th>N11</th><th>N12</th></tr><tr><th colspan="12">Porcentaje de Partículas</th></tr><tr><td rowspan="4">Minerales de cemento no hidratado</td><td>Alita</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>2,6</td><td>3,5</td><td>0,0</td><td>6,9</td><td>4,1</td><td>3,9</td><td>4,5</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Belita</td><td>16,7</td><td>14,6</td><td>12,5</td><td>10,9</td><td>18,4</td><td>14,0</td><td>4,7</td><td>3,4</td><td>8,2</td><td>7,8</td><td>14,9</td><td>2,2</td></tr><tr><td>Ferrita</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Clinker residual</td><td>14,8</td><td>22,0</td><td>12,5</td><td>9,1</td><td>15,8</td><td>19,3</td><td>23,3</td><td>10,3</td><td>13,7</td><td>13,7</td><td>22,4</td><td>8,7</td></tr><tr><td></td><td>SUBTOTAL</td><td>31,5</td><td>36,6</td><td>25,0</td><td>20,0</td><td>36,8</td><td>36,8</td><td>27,9</td><td>20,7</td><td>26,0</td><td>25,5</td><td>41,8</td><td>10,9</td></tr><tr><td rowspan="3">Minerales de cemento hidratado</td><td>Gel de Tobermorita</td><td>37,0</td><td>26,8</td><td>41,7</td><td>52,7</td><td>28,9</td><td>29,8</td><td>44,2</td><td>25,9</td><td>35,6</td><td>39,2</td><td>26,9</td><td>37,0</td></tr><tr><td>Portlandita</td><td>13,0</td><td>9,8</td><td>12,5</td><td>27,3</td><td>21,1</td><td>7,0</td><td>23,3</td><td>25,9</td><td>4,1</td><td>17,6</td><td>16,4</td><td>13,0</td></tr><tr><td>SUBTOTAL</td><td>50,0</td><td>36,6</td><td>54,2</td><td>80,0</td><td>50,0</td><td>36,8</td><td>67,4</td><td>51,7</td><td>39,7</td><td>56,9</td><td>43,3</td><td>50,0</td></tr><tr><td>Otros</td><td>Pasta cementante isotrópica</td><td>18,5</td><td>26,8</td><td>20,8</td><td>0,0</td><td>13,2</td><td>26,3</td><td>4,7</td><td>27,6</td><td>34,2</td><td>17,6</td><td>14,9</td><td>39,1</td></tr><tr><td></td><td>TOTAL</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td><td>100,0</td></tr></table>	CONSTITUYENTES		COMPOSICIÓN DE LA PASTA CEMENTANTE EN LAS SECCIONES ANALIZADAS												N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	Porcentaje de Partículas												Minerales de cemento no hidratado	Alita	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	3,5	0,0	6,9	4,1	3,9	4,5	0,0	Belita	16,7	14,6	12,5	10,9	18,4	14,0	4,7	3,4	8,2	7,8	14,9	2,2	Ferrita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Clinker residual	14,8	22,0	12,5	9,1	15,8	19,3	23,3	10,3	13,7	13,7	22,4	8,7		SUBTOTAL	31,5	36,6	25,0	20,0	36,8	36,8	27,9	20,7	26,0	25,5	41,8	10,9	Minerales de cemento hidratado	Gel de Tobermorita	37,0	26,8	41,7	52,7	28,9	29,8	44,2	25,9	35,6	39,2	26,9	37,0	Portlandita	13,0	9,8	12,5	27,3	21,1	7,0	23,3	25,9	4,1	17,6	16,4	13,0	SUBTOTAL	50,0	36,6	54,2	80,0	50,0	36,8	67,4	51,7	39,7	56,9	43,3	50,0	Otros	Pasta cementante isotrópica	18,5	26,8	20,8	0,0	13,2	26,3	4,7	27,6	34,2	17,6	14,9	39,1		TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CONSTITUYENTES				COMPOSICIÓN DE LA PASTA CEMENTANTE EN LAS SECCIONES ANALIZADAS																																																																																																																																																																										
				N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12																																																																																																																																																															
		Porcentaje de Partículas																																																																																																																																																																												
Minerales de cemento no hidratado	Alita	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	3,5	0,0	6,9	4,1	3,9	4,5	0,0																																																																																																																																																																	
	Belita	16,7	14,6	12,5	10,9	18,4	14,0	4,7	3,4	8,2	7,8	14,9	2,2																																																																																																																																																																	
	Ferrita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																	
	Clinker residual	14,8	22,0	12,5	9,1	15,8	19,3	23,3	10,3	13,7	13,7	22,4	8,7																																																																																																																																																																	
	SUBTOTAL	31,5	36,6	25,0	20,0	36,8	36,8	27,9	20,7	26,0	25,5	41,8	10,9																																																																																																																																																																	
Minerales de cemento hidratado	Gel de Tobermorita	37,0	26,8	41,7	52,7	28,9	29,8	44,2	25,9	35,6	39,2	26,9	37,0																																																																																																																																																																	
	Portlandita	13,0	9,8	12,5	27,3	21,1	7,0	23,3	25,9	4,1	17,6	16,4	13,0																																																																																																																																																																	
	SUBTOTAL	50,0	36,6	54,2	80,0	50,0	36,8	67,4	51,7	39,7	56,9	43,3	50,0																																																																																																																																																																	
Otros	Pasta cementante isotrópica	18,5	26,8	20,8	0,0	13,2	26,3	4,7	27,6	34,2	17,6	14,9	39,1																																																																																																																																																																	
	TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0																																																																																																																																																																	
ADICIONES	No se observa.																																																																																																																																																																													
REACCIONES DELETÉREAS	Se observa en las muestras N2, N3, N4, N6 y N7 la presencia de un gel cristalino con colores de interferencia de primer orden (gris a blanco) a segundo orden, localizado dentro de grietas en la pasta de cemento, en los agregados, alrededor de los agregados y dentro de algunos vacíos. En general el gel presenta fractura concoidea debido a procesos de retracción por humedecimiento y secado debido a su misma naturaleza higroscópica. Tiene la apariencia de un material viscoso que ha fluido y puede apreciarse en varias capas. Comúnmente se presentan en forma de “lenguas” de extrusión de gel. La existencia de este gel es muy notoria en las muestras N2, N4, N6.																																																																																																																																																																													
PRESENCIA DE SULFATOS	Se observa la presencia de cristales aciculares de ettringita relleno parcial a completamente la mayoría de los vacíos de las muestras, los cuales se encuentran orientados perpendicularmente a las paredes de éstos. Así mismo, en las muestras N3, N5, N8 y N10, también se observan cristales de ettringita en microgrietas.																																																																																																																																																																													



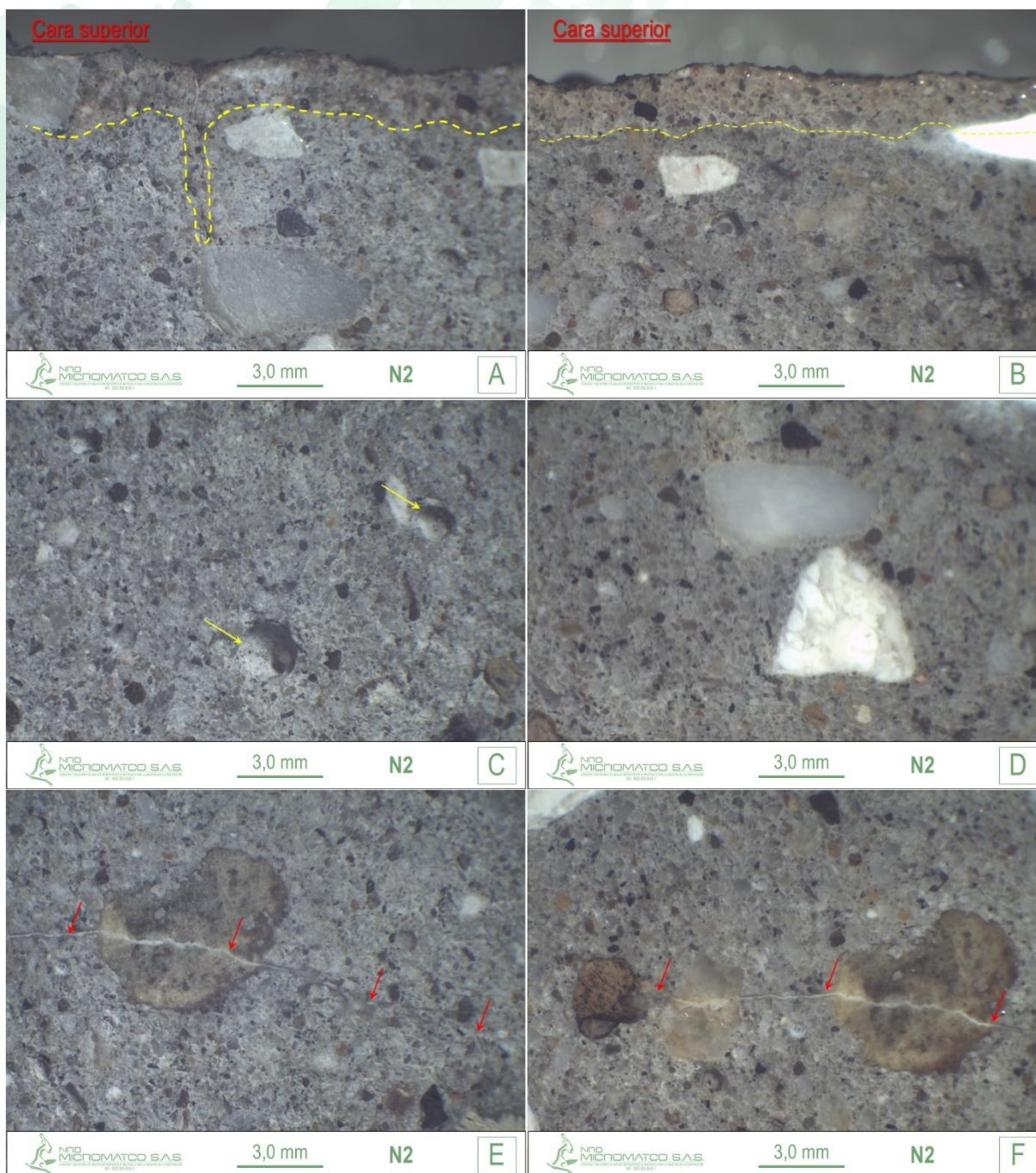
**Figura 39.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N1. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo), (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





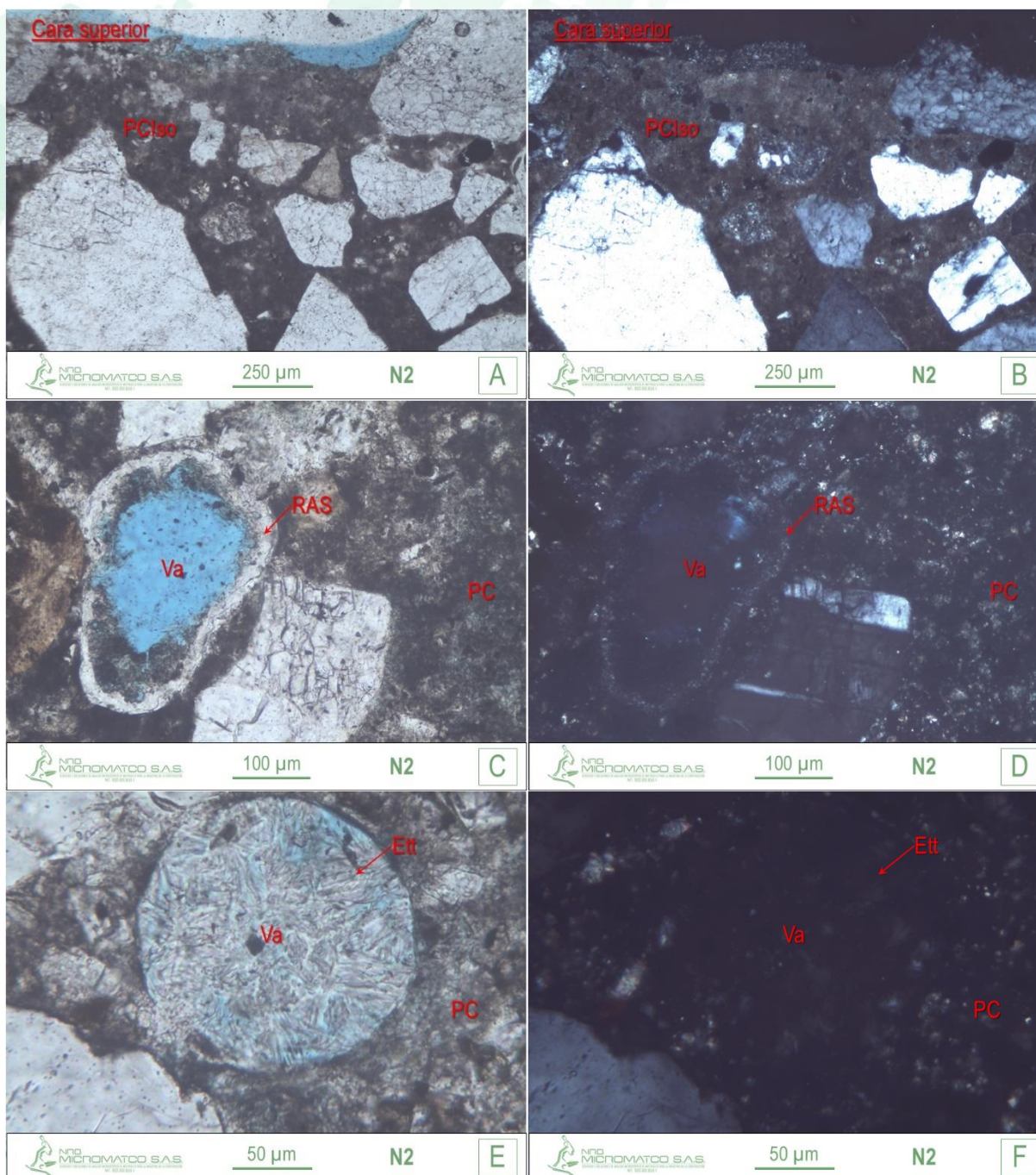
**Figura 40.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N1 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) y la presencia de partículas de materia vegetal (MV), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).



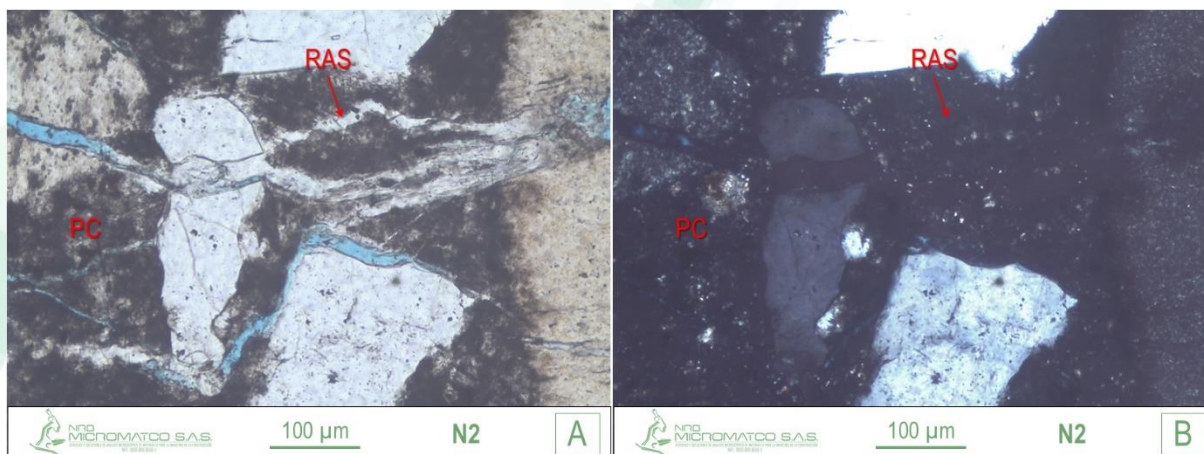


**Figura 41.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N2. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos (flechas de color amarillo), de la presencia de grietas (flechas de color rojo) y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo), (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





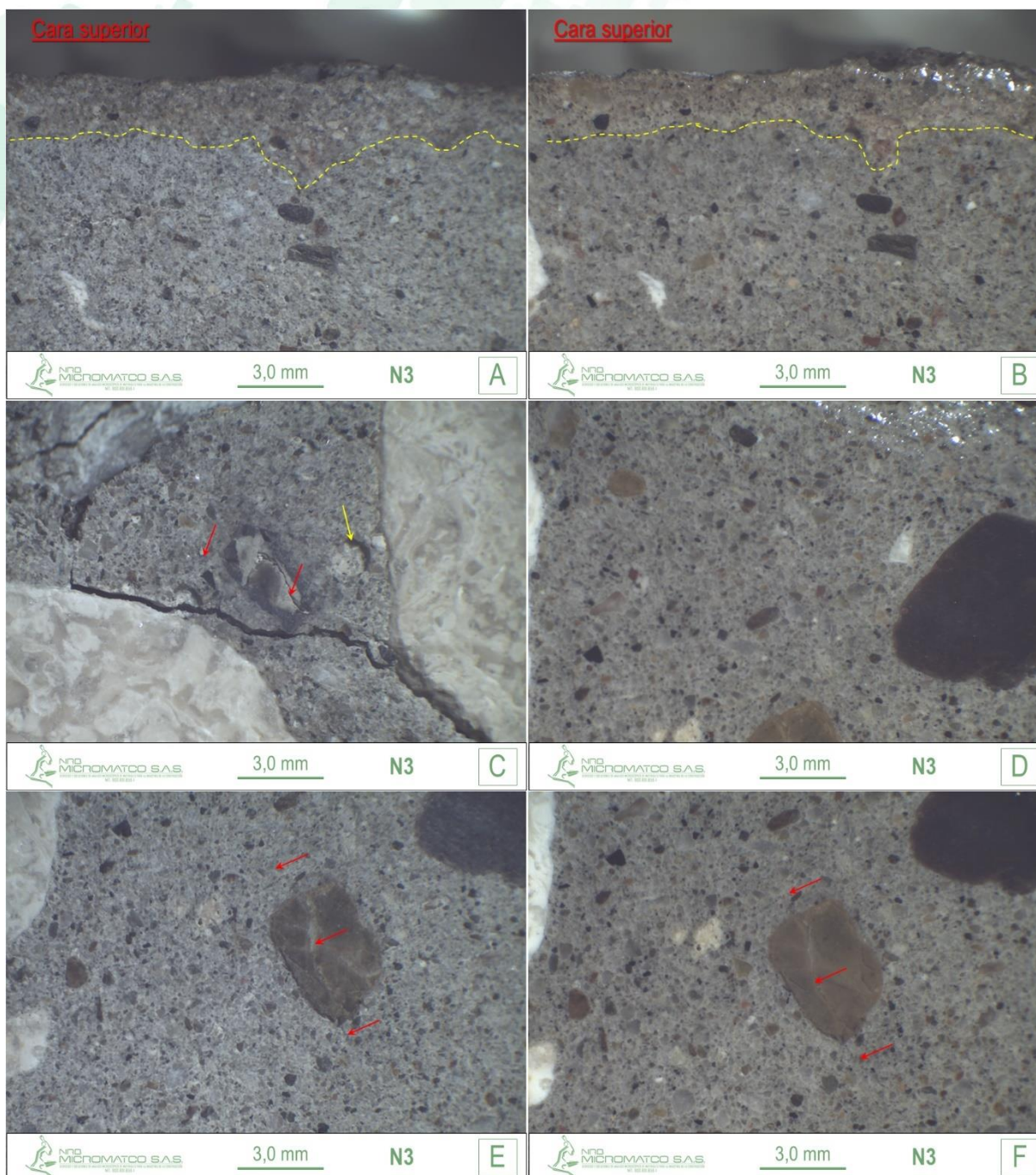
**Figura 42.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N2 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) con cristales de ettringita (Ett) y gel producto de la reacción álcali-sílice (RAS), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).



**Figura 43.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N2 mostrando la presencia de microgrietas con gel producto de la reacción álcali-sílice (RAS), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A y B).

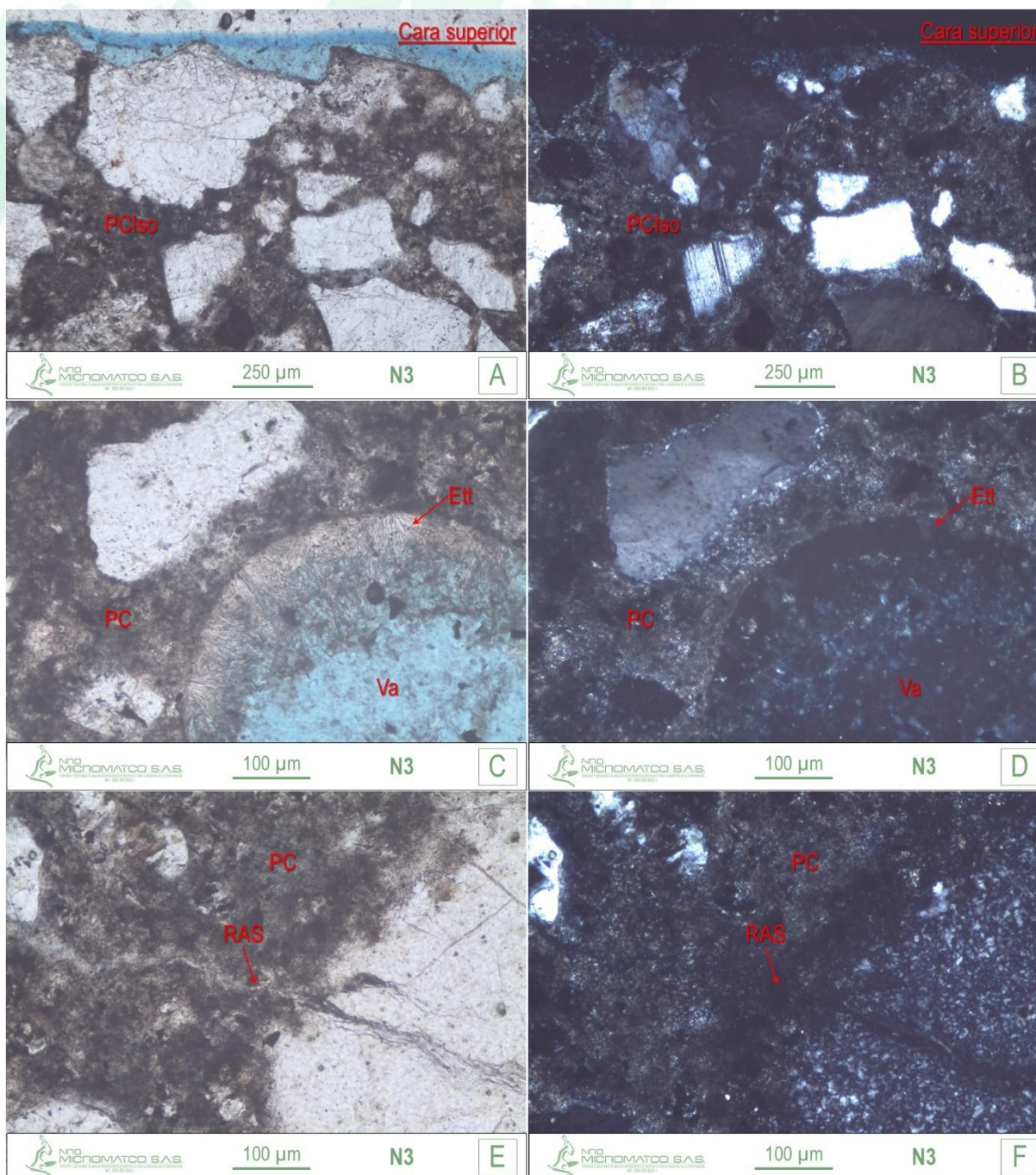
ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO





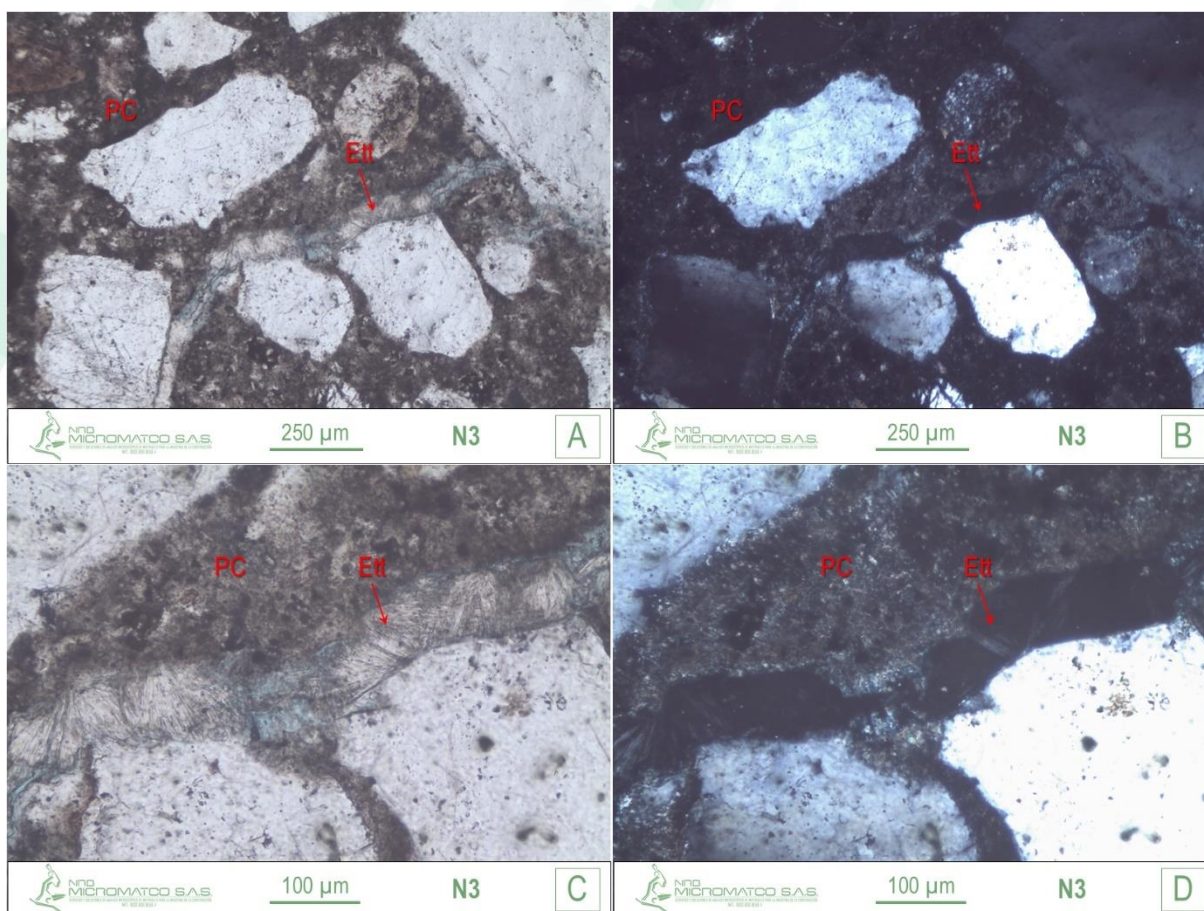
**Figura 44.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N3. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos (flechas de color amarillo), de la presencia de grietas (flechas de color rojo) y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo), (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





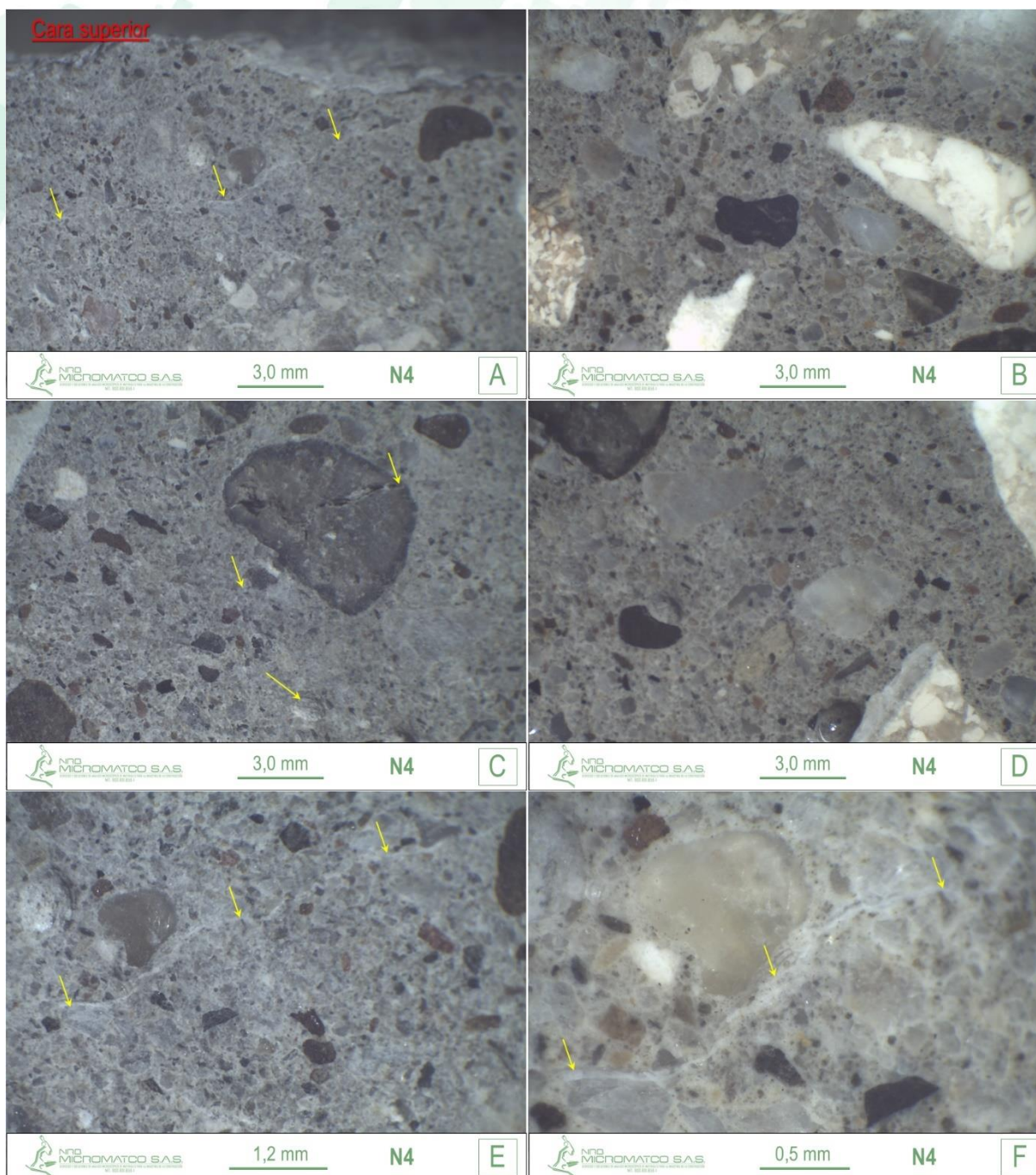
**Figura 45.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N3 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) con cristales de ettringita (Ett) y la presencia de microgrietas con gel producto de la reacción álcali-sílice (RAS), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).





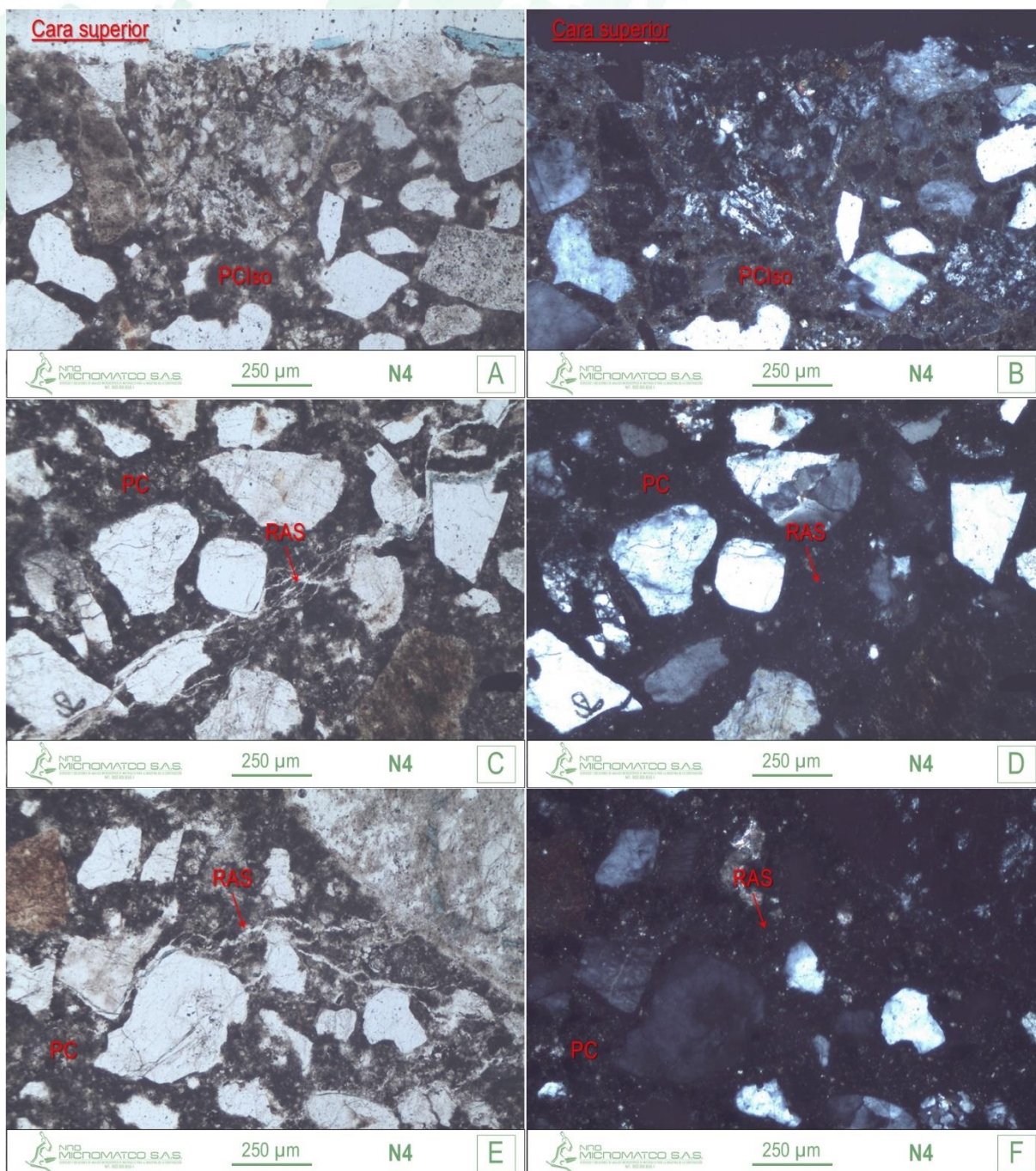
**Figura 46.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N3 mostrando la presencia de microgrietas con cristales de ettringita (Ett), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C y B, D).

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



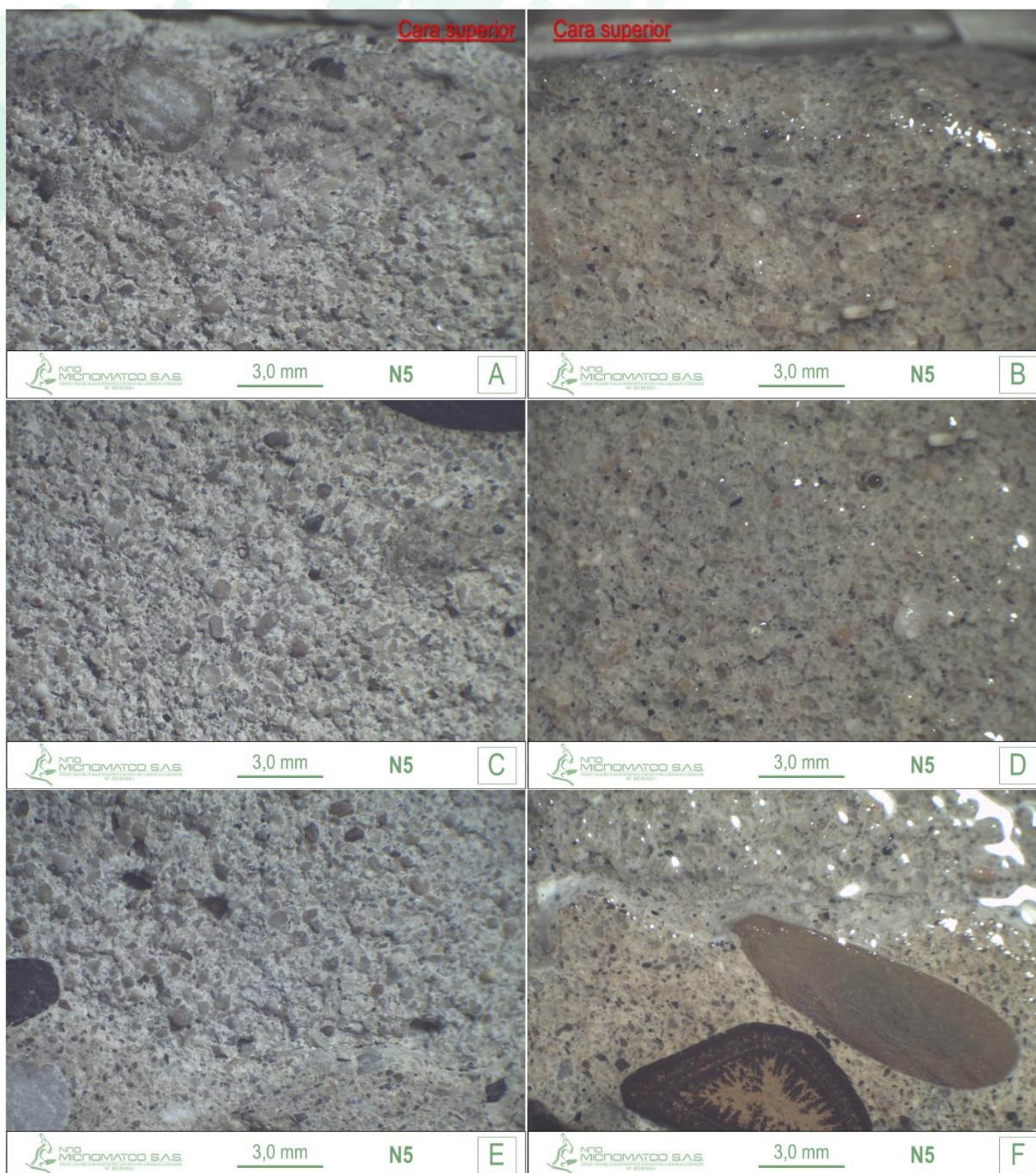
**Figura 47.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N4. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de la presencia de grietas (flechas de color amarillo) y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo), (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





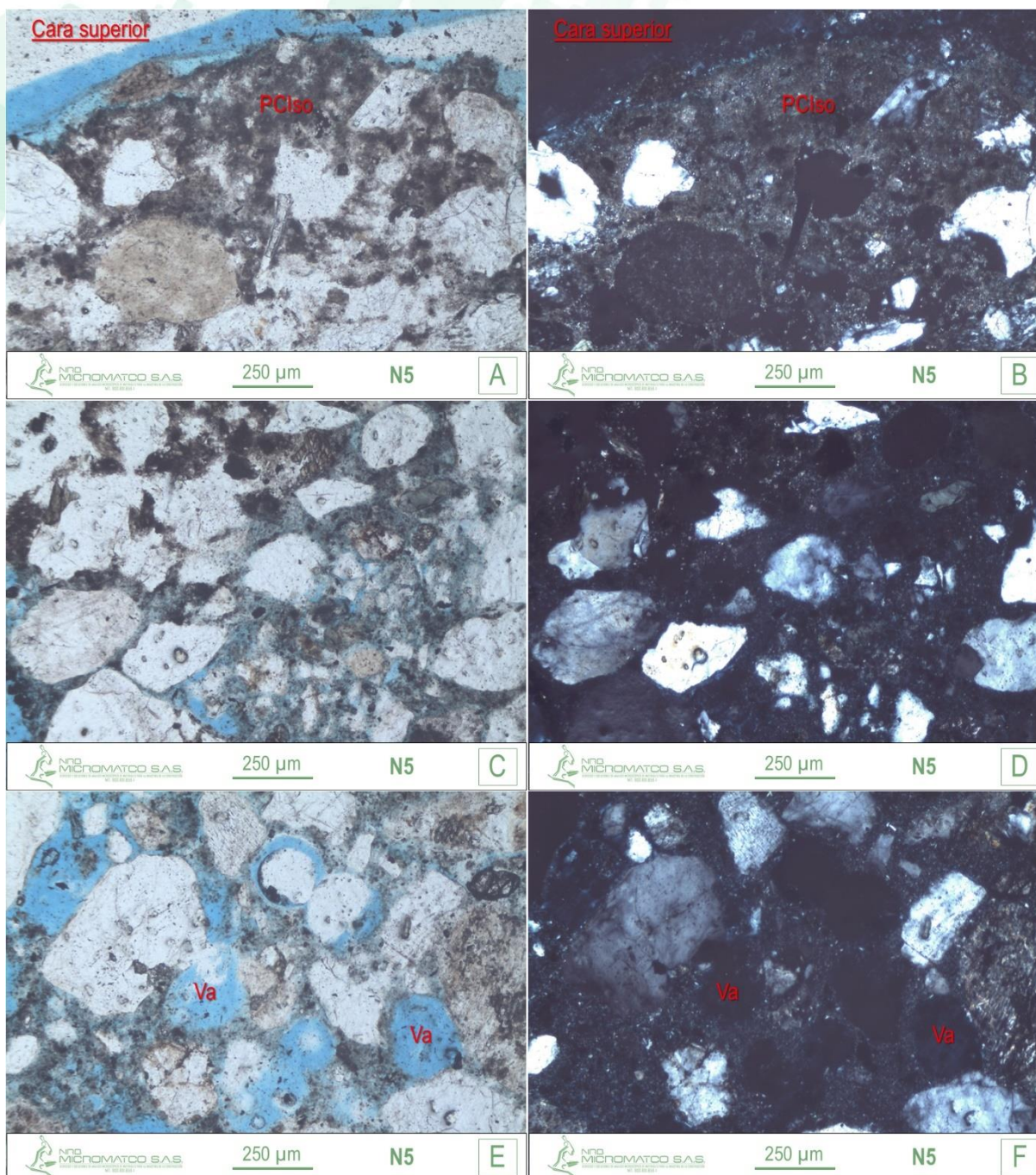
**Figura 48.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N4 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de microgrietas con gel producto de la reacción álcali-sílice (RAS), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).



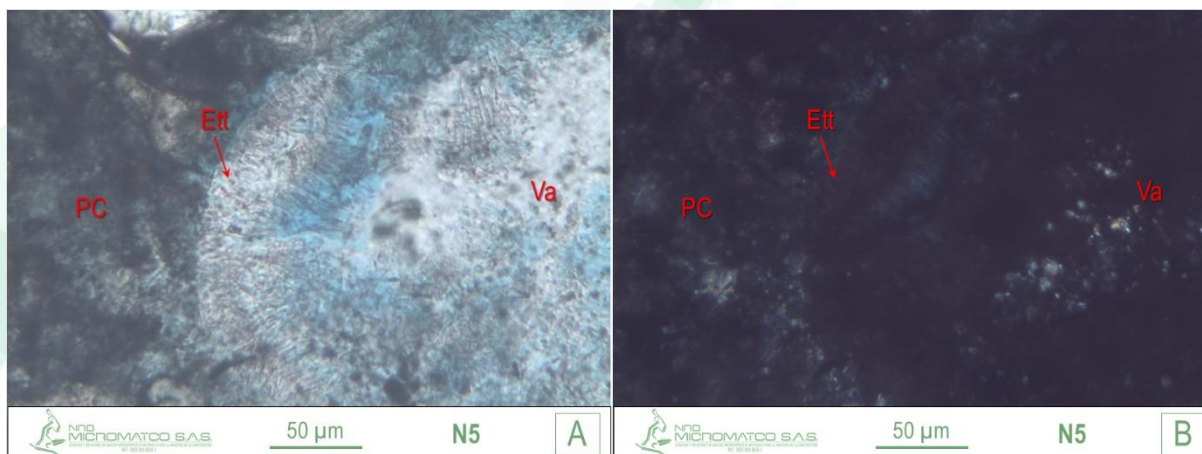


**Figura 49.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N5. Se resalta la distribución de los agregados finos, de los vacíos y de la textura y el color de la pasta cementante, (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





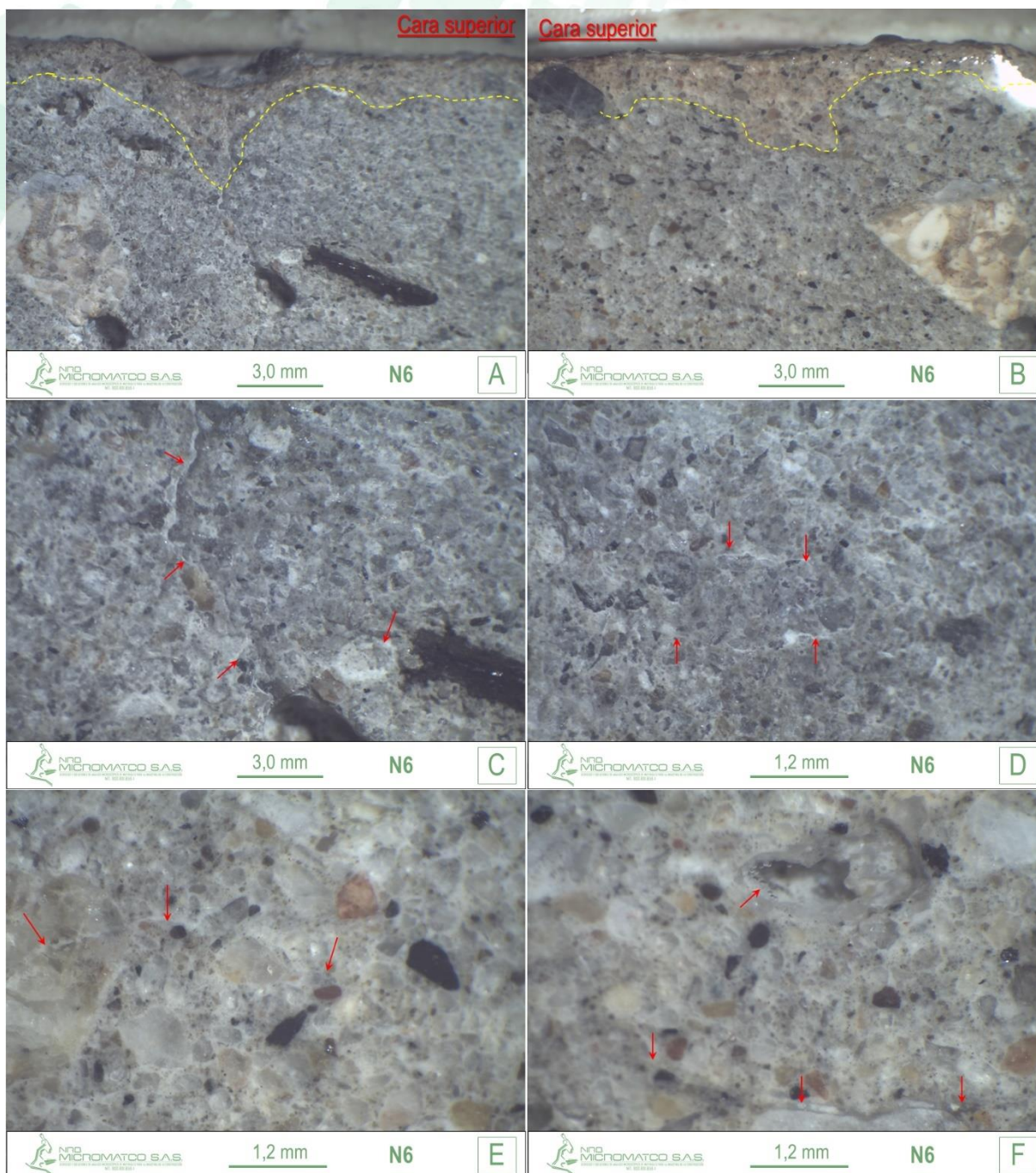
**Figura 50.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N5 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).



**Figura 51.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N5 mostrando vacíos (Va) con cristales de ettringita (Ett), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A y B).

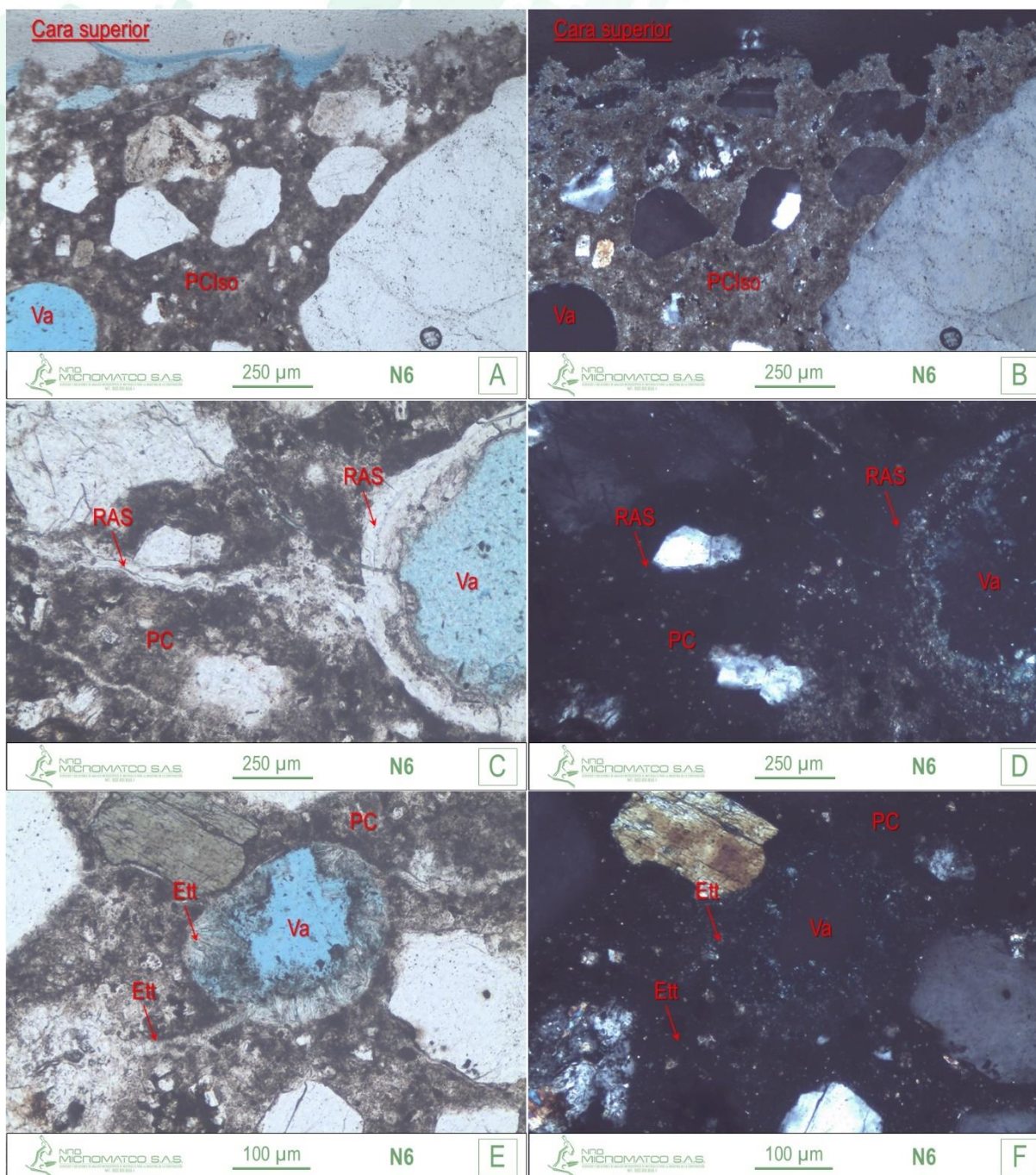
ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO





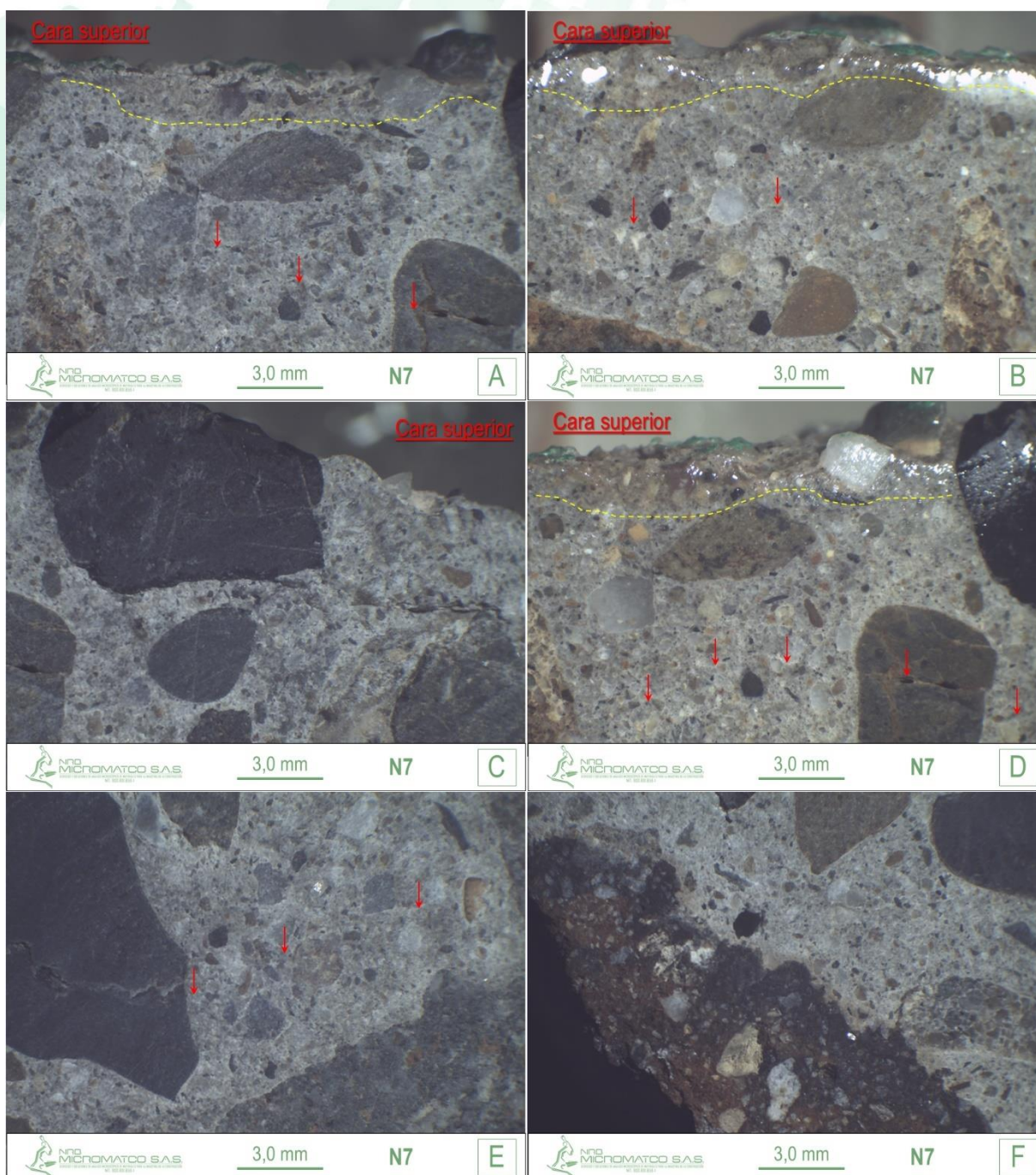
**Figura 52.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N6. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos, de la presencia de grietas (flechas de color rojo) y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo), (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





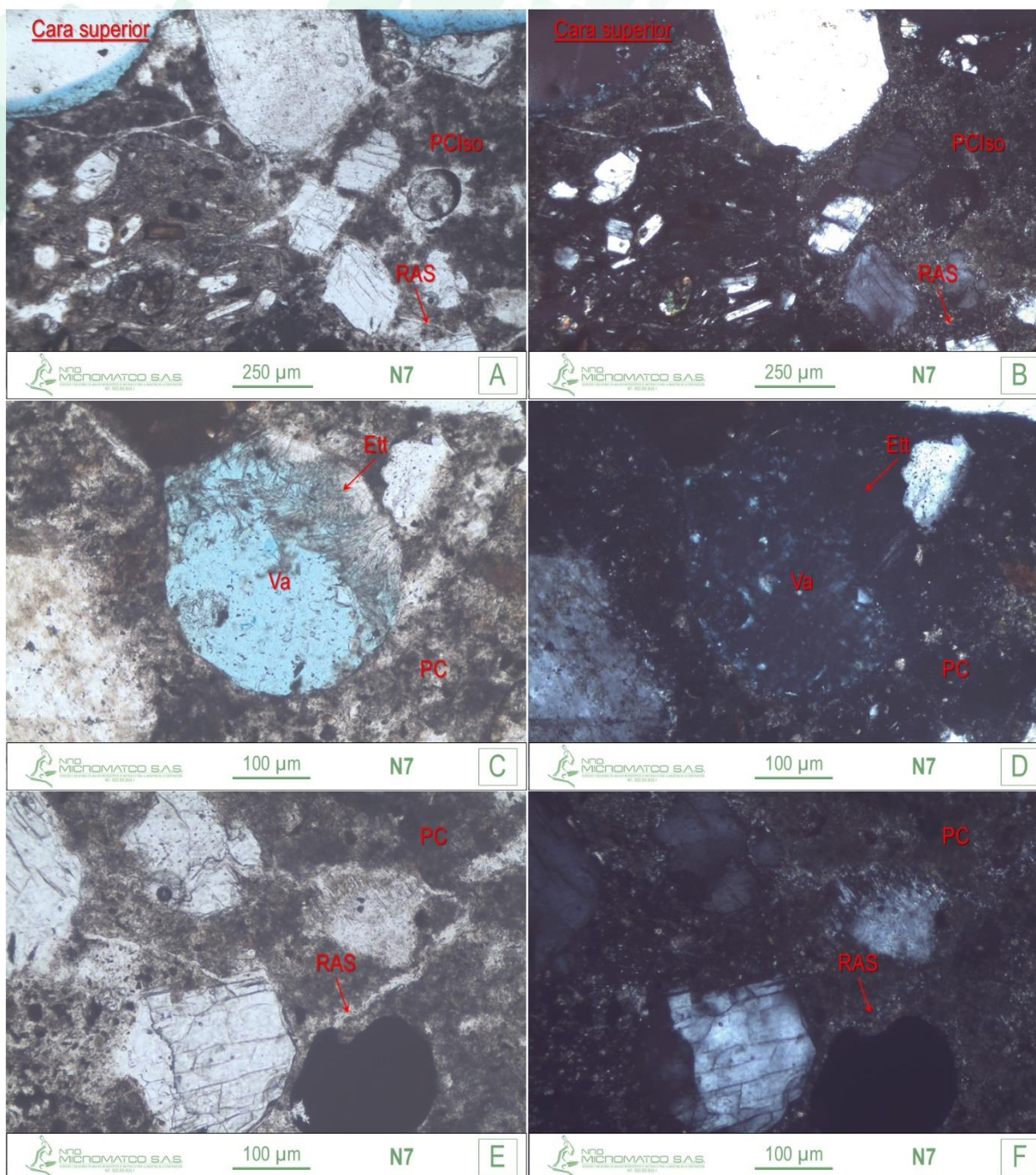
**Figura 53.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N6 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) con cristales de ettringita (Ett) con gel producto de la reacción álcali-sílice (RAS) y la presencia de microgrietas también con gel (RAS) y con ettringita (Ett), vistas con nicoles paralelos y nicoles cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).





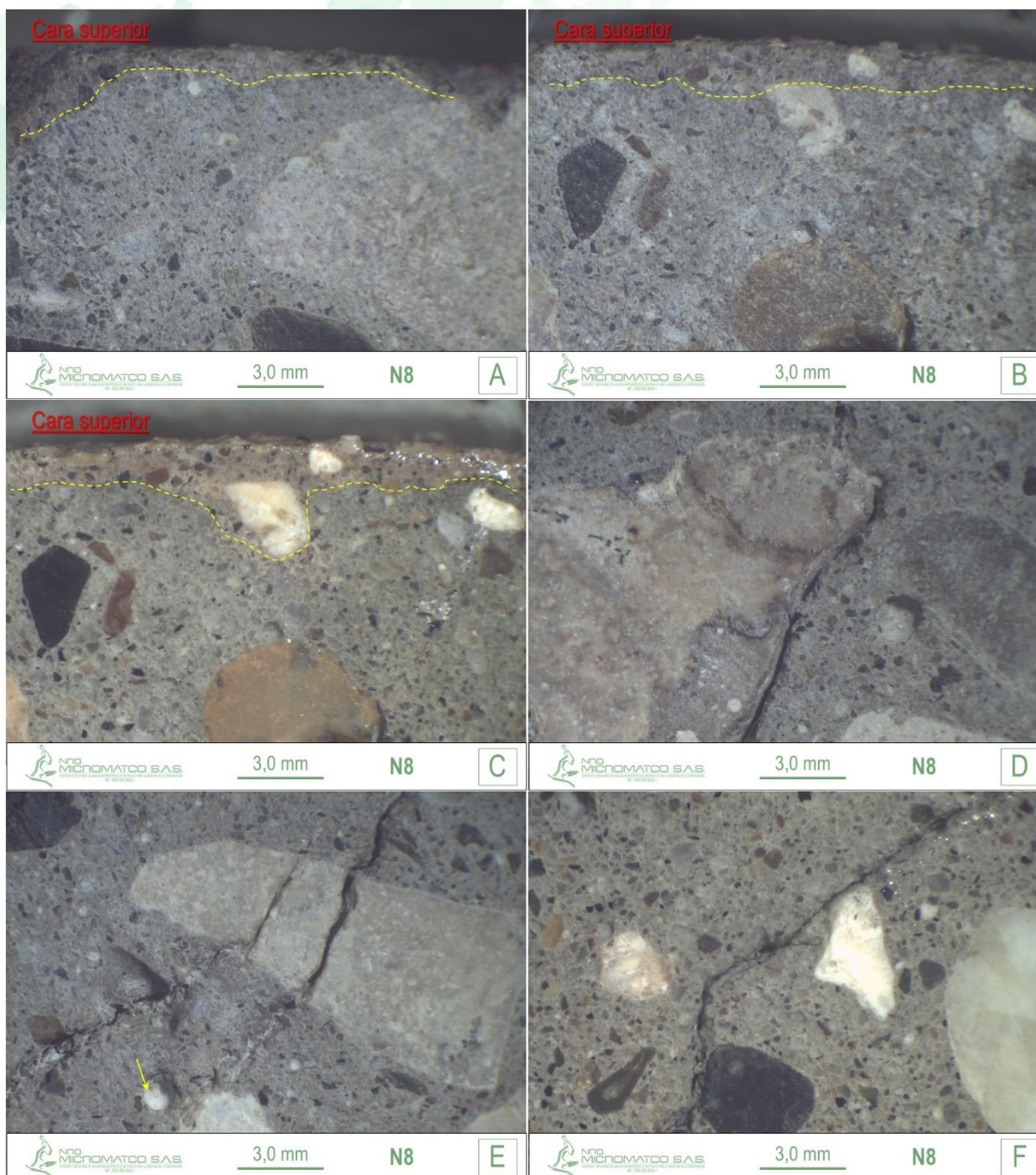
**Figura 54.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N7. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos, de la presencia de grietas (flechas de color rojo) y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo) (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





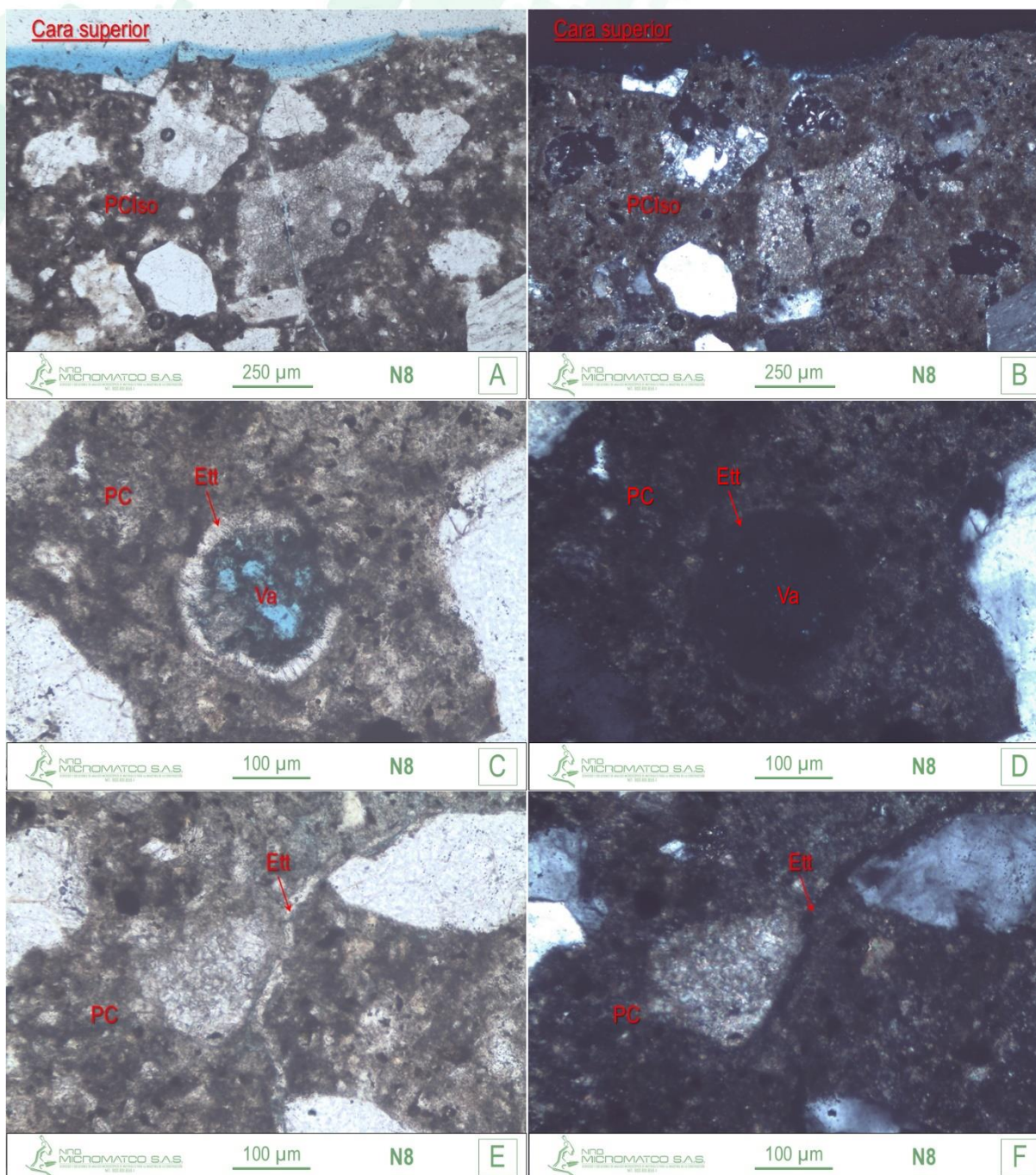
**Figura 55.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N7 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) con cristales de ettringita (Ett) y la presencia de microgrietas con gel producto de la reacción álcali-sílice (RAS), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).





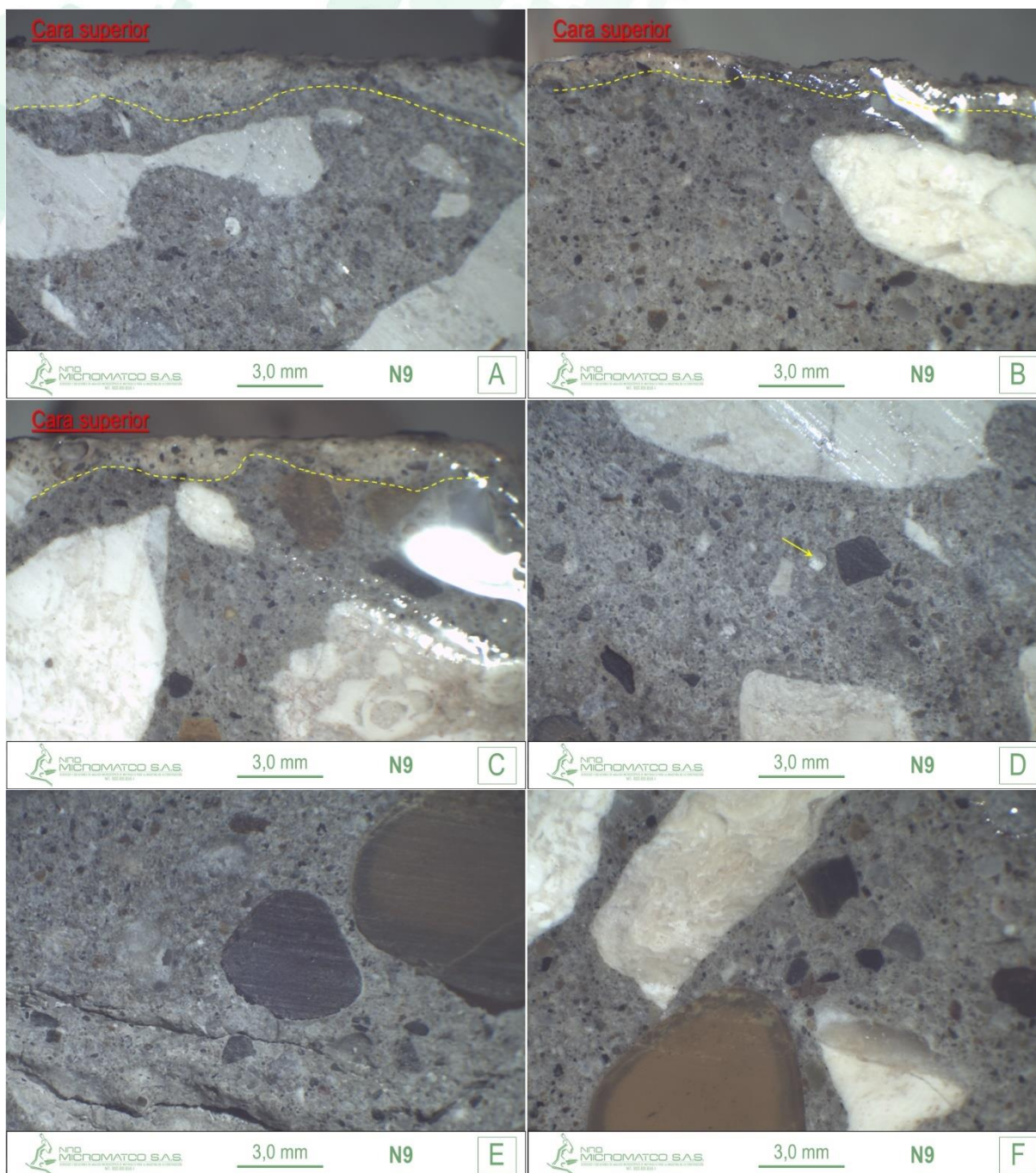
**Figura 56.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N8. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos, de la presencia de grietas y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo) (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





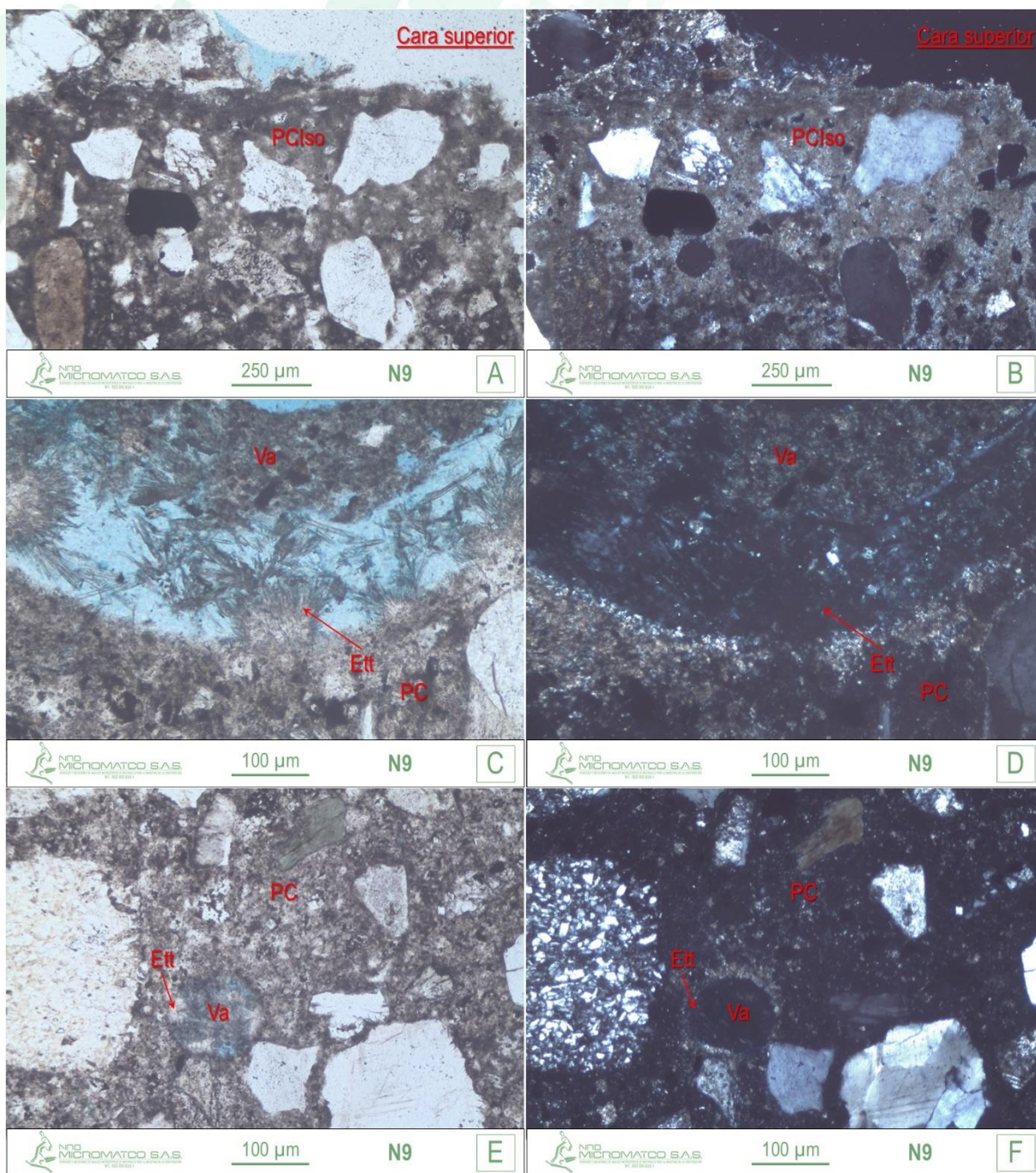
**Figura 57.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N8 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) y microgrietas con cristales de ettringita (Ett), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).





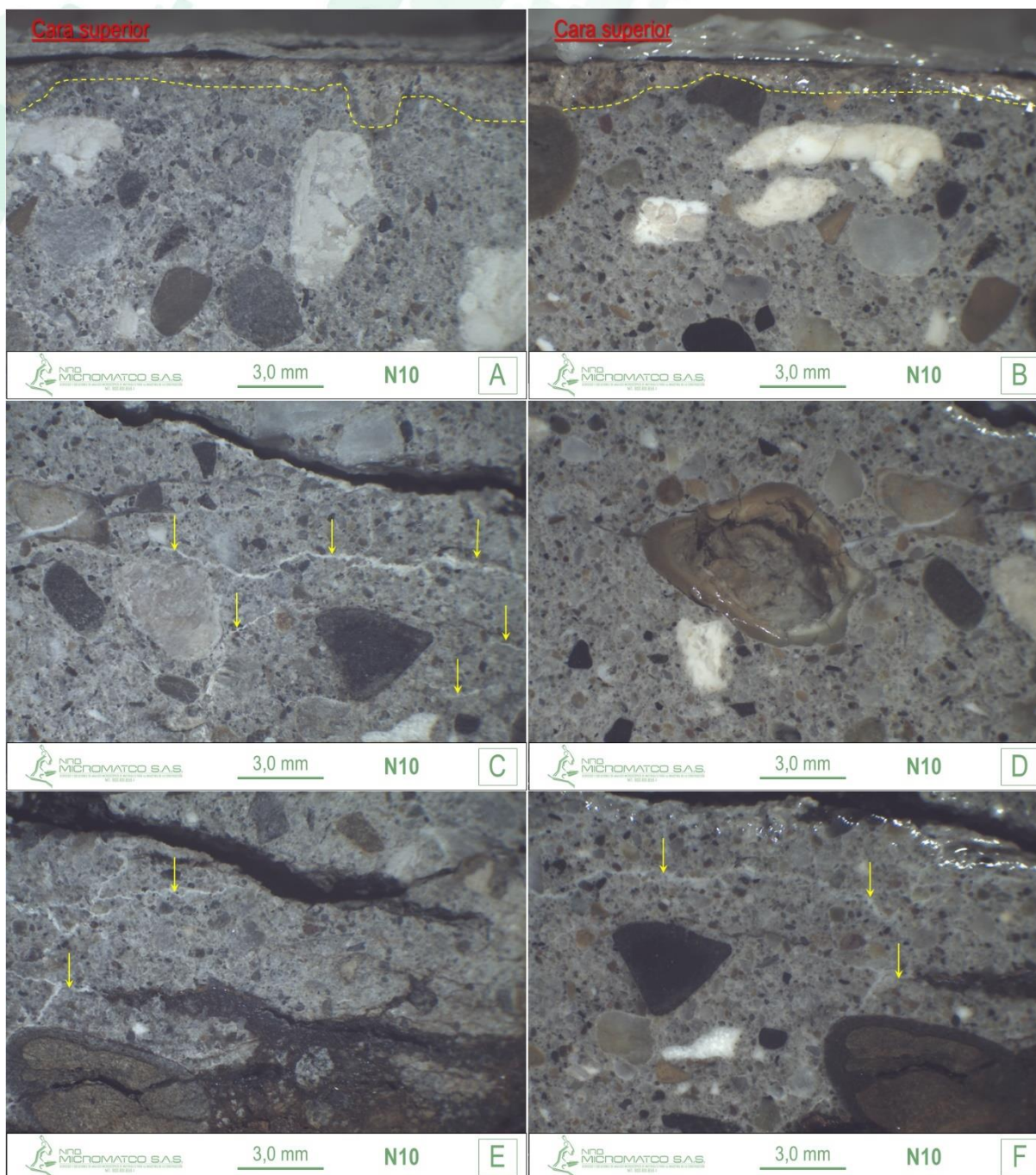
**Figura 58.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N9. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos, de la presencia de grietas y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo) (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





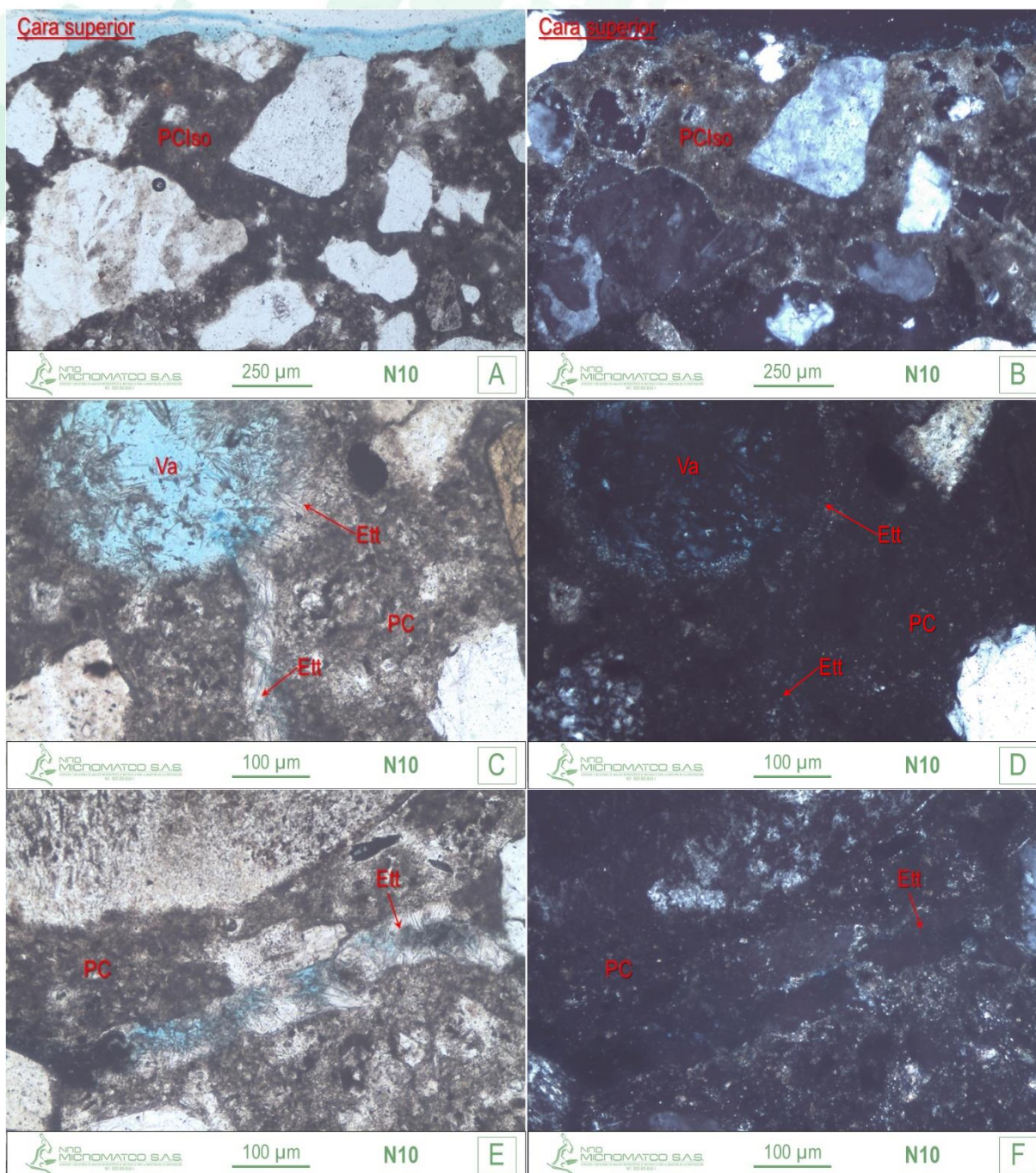
**Figura 59.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N9 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCIso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) con cristales de ettringita (Ett), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).





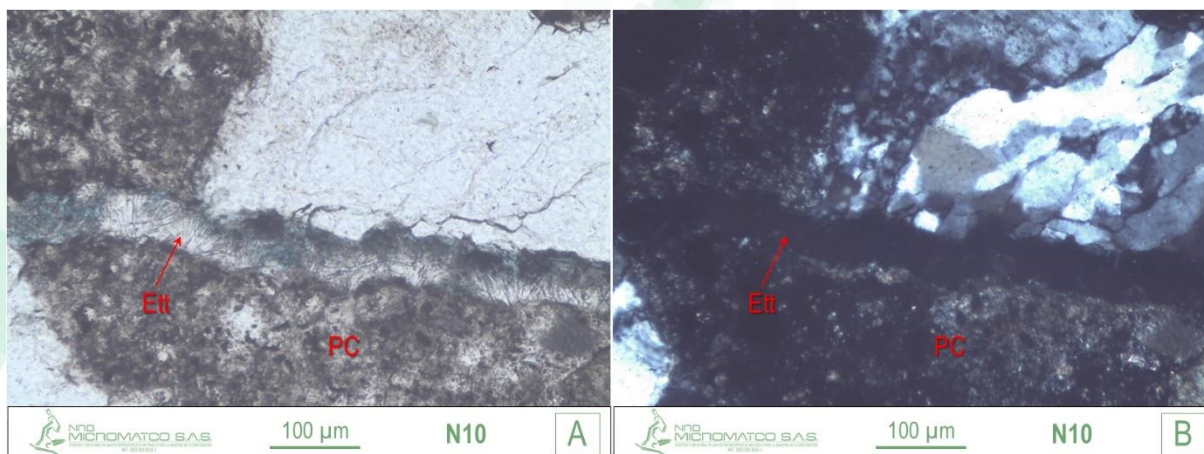
**Figura 60.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N10. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos, de la presencia de grietas (flechas de color amarillo) y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo) (**Superficie seca: A, C y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B, D y F**).





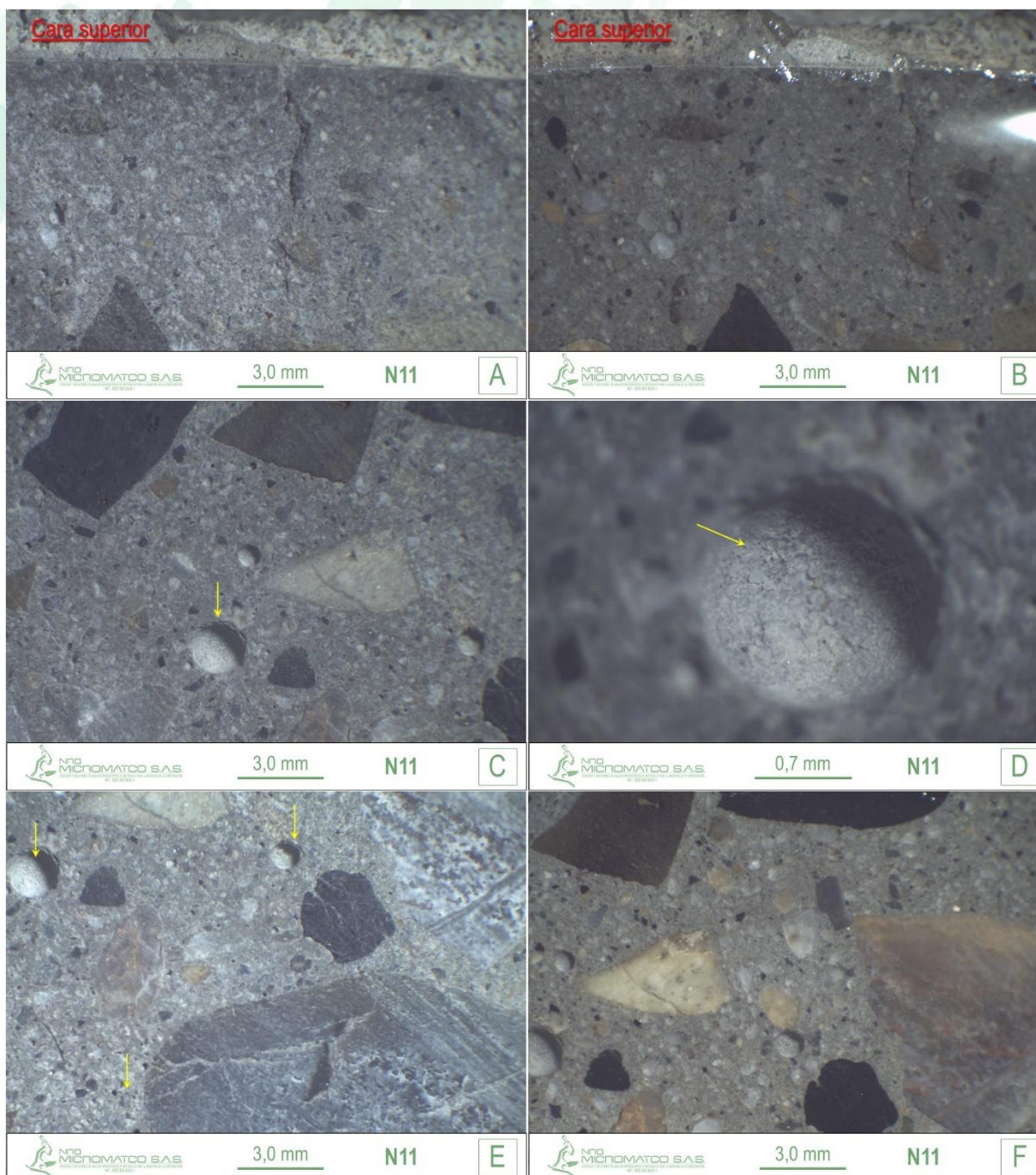
**Figura 61.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N10 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCIso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) y microgrietas con cristales de ettringita (Ett), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).





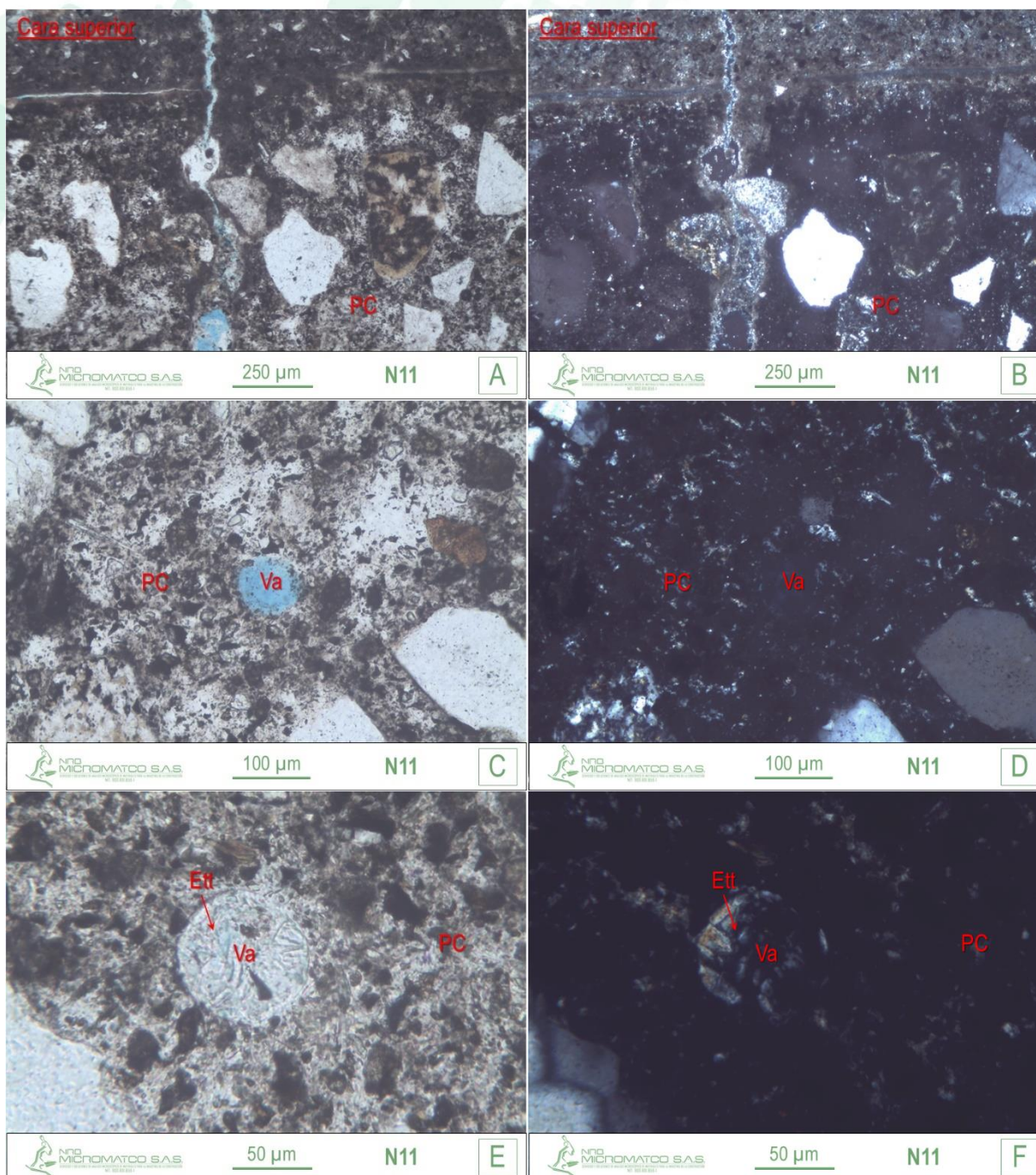
**Figura 62.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N10 mostrando la presencia de microgrietas con cristales de ettringita (Ett), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A y B).

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



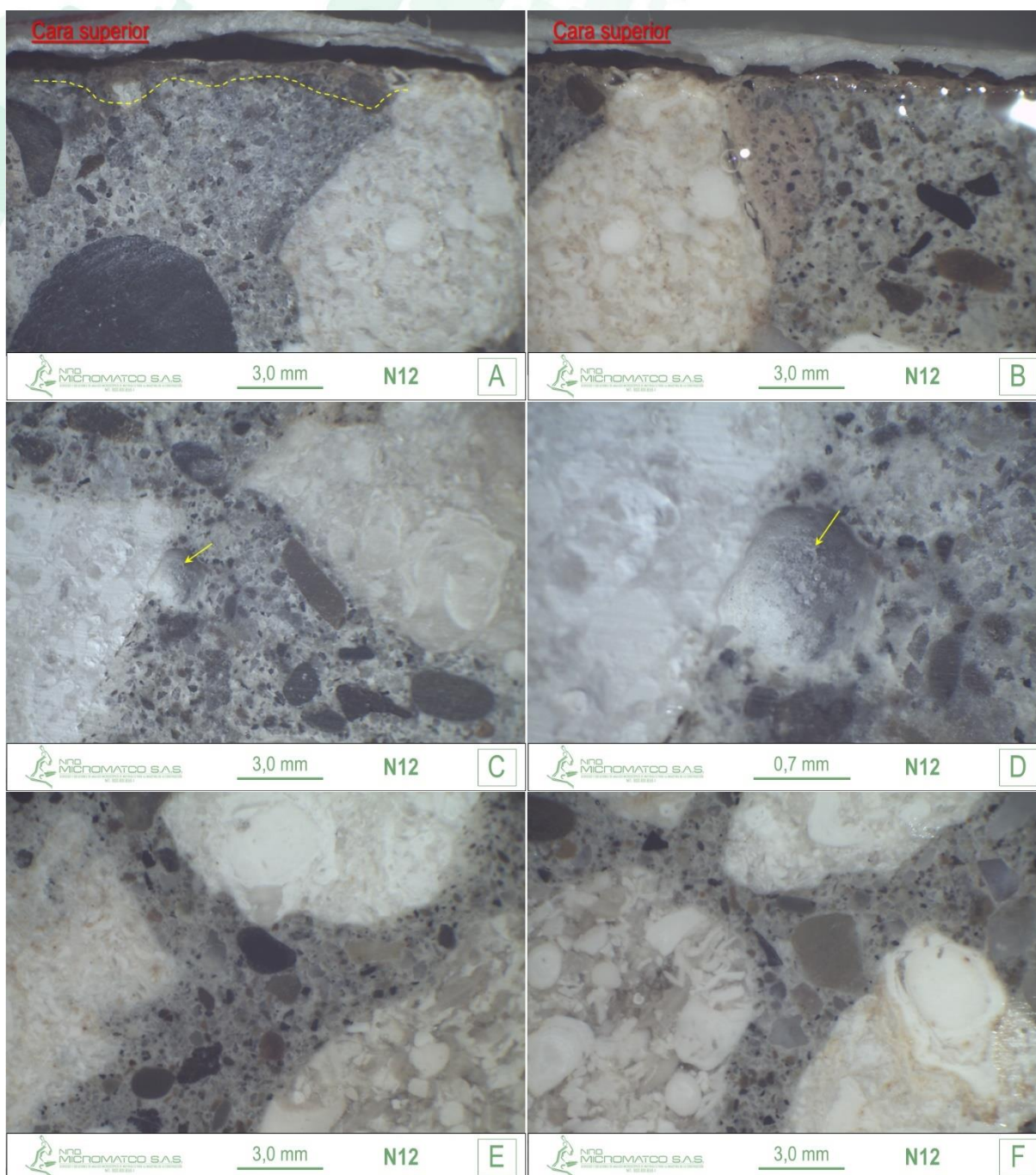
**Figura 63.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N11. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos, de la presencia de grietas (flechas de color amarillo) y de la textura y el color de la pasta cementante (**Superficie seca: A, C, D y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B y F**).





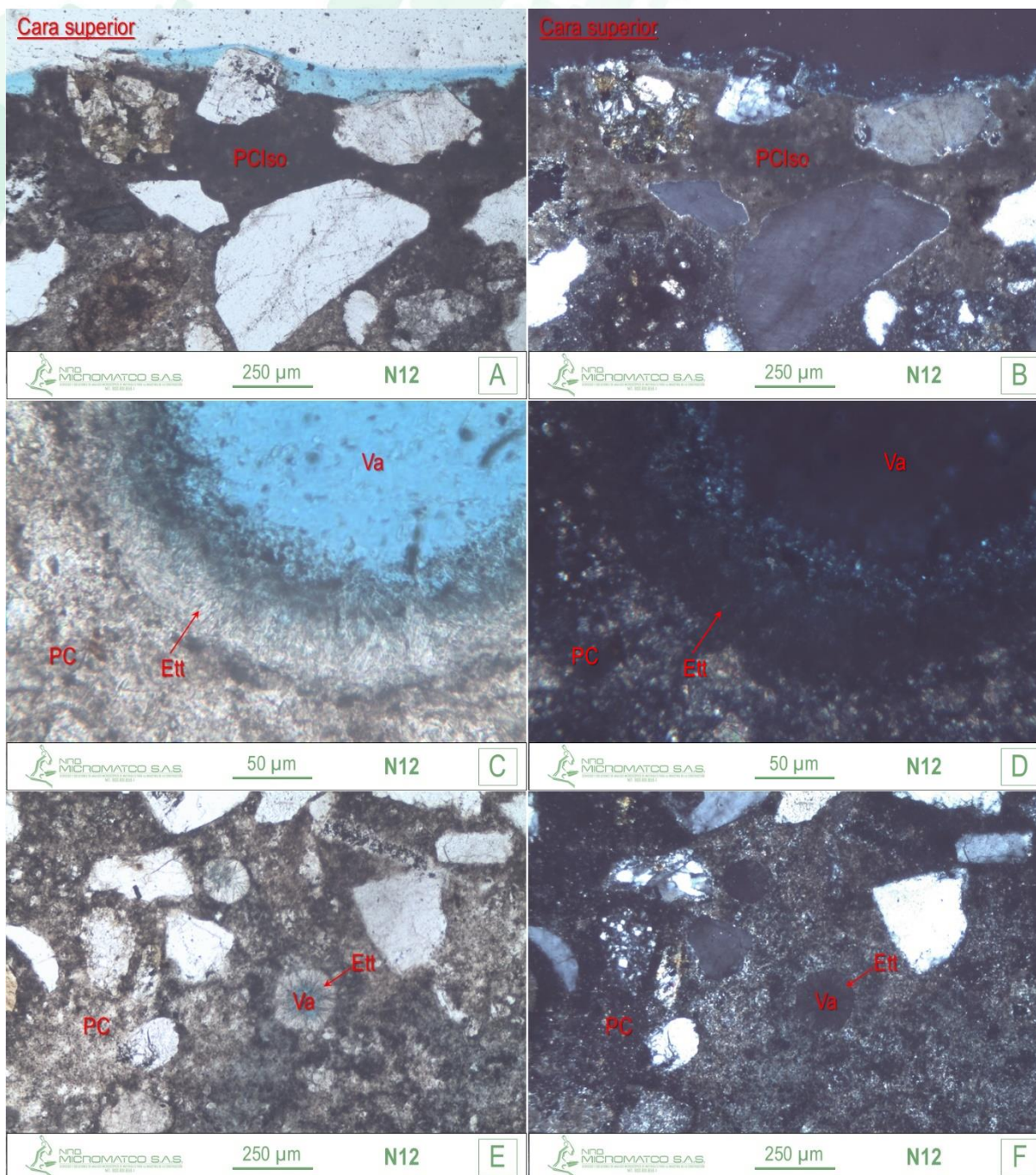
**Figura 64.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N11 mostrando la textura y color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) algunos con cristales de ettringita (Ett), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).





**Figura 65.** Se detalla la textura y distribución de los diferentes componentes desde la cara superior de la muestra N12. Se resalta la distribución de los agregados gruesos y finos, de los vacíos y de la textura y el color de la pasta cementante alterada (línea punteada de color amarillo) (**Superficie seca: A, C, D y E**) (**Superficie húmeda para contraste: B y F**).





**Figura 66.** Microfotografías bajo el microscopio petrográfico en corte desde la superficie de la muestra de concreto N12 mostrando la textura y color de la pasta cementante alterada (PCiso) en la parte superior de la muestra, de la textura y el color de la pasta cementante sana (PC), además de la presencia de vacíos (Va) con cristales de ettringita (Ett), vistas con nicols paralelos y nicols cruzados, respectivamente (A, C, E y B, D, F).

## 5. CONCLUSIONES

- En general, las muestras de acuerdo con el análisis cuantitativo en sección delgada de los principales constituyentes presentan relaciones de pasta – agregados (proporción entre estos dos constituyentes) tal como se indica a continuación:

	MUESTRAS											
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Relación pasta/agregados	1:0,6	1:0,3	1:0,6	1:0,6	1:0,4	1:0,7	1:0,4	1:0,6	1:0,8	1:0,6	1:1,1	1:0,5

- En la siguiente tabla se detalla la proporción promedio de los constituyentes en la muestra:

MUESTRA	AGREGADO GRUESO (%)*	AGREGADO FINO (%)**	PASTA (%)***	VACÍOS (%)	MICROPOROS Y GRIETAS (%)	ADICIONES (%)	TOTAL (%)
N1	46,3	21,7	28,1	1,3	2,6	0,0	100,0
N2	18,8	47,2	27,3	4,4	2,4	0,0	100,0
N3	48,0	20,8	28,7	1,1	1,4	0,0	100,0
N4	25,9	34,5	36,3	2,3	1,1	0,0	100,0
N5	-	60,6	26,8	6,3	6,3	0,0	100,0
N6	37,2	25,2	33,9	0,5	3,1	0,0	100,0
N7	43,7	23,9	29,9	1,8	0,6	0,0	100,0
N8	37,3	27,2	33,0	1,4	1,1	0,0	100,0
N9	39,9	16,0	39,0	3,6	1,5	0,0	100,0
N10	6,3	49,3	38,2	1,4	4,8	0,0	100,0
N11	20,1	32,1	41,9	5,2	0,7	0,0	100,0
N12	57,6	13,5	27,6	1,1	0,3	0,0	100,0

\* Agregado grueso (partículas con tamaños que equivalen a retenido en el tamiz No 4)

\*\* Agregado fino (partículas con tamaños que equivalen a pasa tamiz No 4 hasta No 100)

\*\*\* Pasta cementante

- En general en las muestras N1, N2, N3, N4, N6, N7, N8, N9, N10, N11 y N12 el concreto es duro y compacto. La muestra N5 el mortero presenta una dureza intermedia.
- En las muestras N1, N4, N5, N7, N8, N9, N10, N11 y N12 no se observa segregación. Mientras que en las muestras N2, N3 y N6 se observan sectores en los que se observa una alta proporción de agregados tamaño arena.
- No se observó elementos embebidos en las muestras. No obstante, en las muestras N7, N10 y N12 se identificaron sectores con acumulaciones significativas de óxidos de hierro, hallazgo que sugiere la posible existencia de acero de refuerzo en un estado muy avanzado de corrosión, con pérdida considerable de material metálico.
- El agregado grueso de las muestras corresponde a una mezcla a grava de trituración y de origen natural con formas angulares a subangulares y esféricos a prismoidales. El agregado fino corresponde a arena de origen natural presenta formas subangulares a redondeadas y subdiscoidales a subprismoidales.
- En general en las muestras N1, N4, N5, N7, N8, N9, N10, N11 y N12, se observa una buena gradación con un tamaño máximo entre 1 ½" y 3/8", mientras que en las muestras N2, N3 y N6 se observa una mala gradación con un tamaño máximo entre 1 ½" y 1".
- Por otra parte, el agregado grueso corresponde principalmente a fragmentos de roca de origen sedimentario y escasos de origen ígneo y metamórfico, principalmente calizas, cherts y basaltos. Así mismo, el agregado fino está compuesto además por fragmentos de cuarzo y plagioclasa, entre otros. En cuanto al contacto de los agregados con la pasta de cemento, en general se encuentran bien adheridos a la pasta cementante.



- Las muestras de concreto analizadas por estimación visual presentan menos del 9% de vacíos de aire. Es de resaltar que los vacíos se encuentran distribuidos en toda la masa de concreto, en cada una de las muestras. En la muestra N5 en algunos de los casos la separación entre éstos es muy poca, causando que se unan formando figuras de tipo “8”. Así mismo, la mayoría de los vacíos presentan formas esféricas y sub esféricas a irregulares. Dentro de las características particulares se destaca que los vacíos presentes en las muestras se encuentran parcial o completamente rellenos por cristales de ettringita y en las muestras N2, N3, N4, N6 y N7 varios se encuentran además rellenos de gel producto de reacción álcali-sílice (RAS).
- En las muestras la pasta cementante presenta cambios de tonalidad desde la superficie de exposición al ambiente hacia el interior del núcleo hasta una profundidad que varía entre las muestras (4 mm (N1), 2 mm (N2), 2.5 mm (N3), 1 mm (N4), 2 mm (N5), 2.3 mm (N6), 2 mm (N7), 3 mm (N8), 4 mm (N9), 2 mm (N10), 0.5 mm (N11) y 2 mm (N12)), se puede presumir que este cambio puede indicar que se trata del fenómeno de carbonatación, aunque no se descarta que se trate de la afectación de otro agente agresivo desde el exterior hacia el interior de las muestras.
- En las muestras N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10 y N12 los compuestos de cemento no hidratado e hidratado se encuentran distribuidos de manera regular, a excepción de la portlandita pues se observa en ciertas áreas una concentración localizada de microcristales (localizado en la interfase agregado-pasta, bordeando las paredes de algunos vacíos y en sectores de la pasta cementante endurecida). Así mismo en la muestra N11 se observa la presencia de portlandita caracterizada por presentar forma cristalina “gel” y generalmente localizada en la interfase agregado-pasta.
- Se observó en las muestras N2, N3, N4, N6 y N7 la presencia de un gel cristalino con colores de interferencia de primer orden (gris a blanco) a segundo orden, localizado dentro de grietas en la pasta de cemento, en los agregados, alrededor de los agregados y dentro de algunos vacíos. En general el gel presenta fractura concoidea debido a procesos de retracción por humedecimiento y secado debido a su misma naturaleza higroscópica. Tiene la apariencia de un material viscoso que ha fluido y puede apreciarse en varias capas. Comúnmente se presentan en forma de “lenguas” de extrusión de gel. La existencia de este gel es muy notoria en las muestras N2, N4, N6.
- Se observa la presencia de cristales aciculares de ettringita relleno parcial a completamente la mayoría de los vacíos de las muestras, los cuales se encuentran orientados perpendicularmente a las paredes de éstos. Así mismo, en las muestras N3, N5, N8 y N10, también se observan cristales de ettringita en microgrietas.

## 6. NOTA GENERAL

El presente informe, corresponde exclusivamente al análisis petrográfico de las muestras recibidas y no a otro material de la misma procedencia. NRBMICROMATCO S.A.S. no se hace responsable si las muestras analizadas y entregadas por el cliente no es representativa de su fuente. Es importante aclarar que, para obtener una muestra representativa del material, su cantidad, tipo y profundidad dependerán de la complejidad de la obra, y deberá ser suficiente para dar el grado de confianza deseado en los resultados de los ensayos. NRBMICROMATCO S.A.S. no se hace responsable de las interpretaciones surgidas por la reproducción parcial del presente informe. Cualquier reclamación sobre los resultados se puede realizar durante los próximos 30 días posteriores a la entrega de este informe. Las contramuestras y residuos de preparación serán almacenados por un periodo de 45 días, posterior a esta fecha se eliminará dicho material sobrante.



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE LOS CONTENIDOS, sin el consentimiento y/o permiso explícito por escrito de la empresa NRBMICROMATCO S.A.S. como autor del presente informe.

## 7. NOTA DE CONFIDENCIALIDAD

NRBMICROMATCO S.A.S se compromete a mantener en absoluta reserva los resultados obtenidos.

**FIN DEL PRESENTE INFORME**