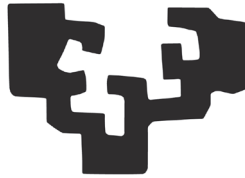


UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO UPV/EHU  
FACULTAD DE BELLAS ARTES  
DEPARTAMENTO DE DIBUJO

eman ta zabal zazu



# LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS CON VEHÍCULOS AGLUTINANTES DE BASE ACUOSA

TESIS DOCTORAL  
David Arteagoitia García

BILBAO 2011





AUTORIZACION DEL/LA DIRECTOR/A DE TESIS  
PARA SU PRESENTACION

Dr/a. ....  
con N.I.F. ....

Como Director/a de la Tesis Doctoral: .....  
.....  
.....

realizada en el Departamento .....  
.....  
.....

por el Doctorando Don/ña. ....  
.....

autorizo la presentación de la citada Tesis Doctoral, dado que reúne las  
condiciones necesarias para su defensa.

En ..... a ..... de ..... de .....

EL/LA DIRECTOR/A DE LA TESIS



## CONFORMIDAD DEL DEPARTAMENTO

El Consejo del Departamento de

.....  
.....

en reunión celebrada el día ..... de ..... de .....

ha acordado dar la conformidad a la admisión a trámite de presentación de la Tesis

Doctoral titulada: .....

.....  
.....

dirigida por el/la Dr/a. ....

.....  
.....

y presentada por Don/ña. ....

.....  
ante este Departamento.

En ..... a ..... de ..... de .....

Vº Bº DIRECTOR/A DEL DEPARTAMENTO

SECRETARIO/A DEL DEPARTAMENTO

Fdo.: ..... Fdo.: .....



ACTA DE GRADO DE DOCTOR  
 ACTA DE DEFENSA DE TESIS DOCTORAL

DOCTORANDO DON/ÑA. ....  
 TITULO DE LA TESIS: .....  
 .....

El Tribunal designado por la Subcomisión de Doctorado de la UPV/EHU para calificar la Tesis Doctoral arriba indicada y reunido en el día de la fecha, una vez efectuada la defensa por el doctorando y contestadas las objeciones y/o sugerencias que se le han formulado, ha otorgado por ..... la calificación de:

*unanimidad ó mayoría*  
 .....  
 .....  
 .....

Idioma/s defensa: .....

En ..... a ..... de ..... de .....

EL/LA PRESIDENTE/A,	EL/LA SECRETARIO/A,
Fdo.: .....	Fdo.: .....
Dr/a: .....	Dr/a: .....

VOCAL 1º	VOCAL 2º	VOCAL 3º
Fdo.: .....	Fdo.: .....	Fdo.: .....
Dr/a: .....	Dr/a: .....	Dr/a: .....

EL/LA DOCTORANDO/A,  
 Fdo.: .....



Tesis Doctoral 2011  
Departamento de Dibujo  
Facultad de Bellas Artes  
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS  
CON VEHÍCULOS AGLUTINANTES  
DE BASE ACUOSA

David Arteagoitia García

Dirigida por:

Dr. José María Eléxpuru Soloaga

Departamento de Dibujo  
Facultad de Bellas Artes  
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea





eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco    Euskal Herriko Unibertsitatea

*"El arte debe nacer de los materiales.  
La espiritualidad ha de adoptar el lenguaje de los materiales"*

Jean Dubuffet



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	p. 21
A. Situación e interés del tema	p. 22
B. Ubicación de la serigrafía de áridos en el panorama gráfico actual	p. 23
C. Motivación personal	p. 24
D. Metodología	p. 25
<b>1. ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN TÉCNICA DE LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS</b>	p. 31
1.1. Aproximación a las técnicas aditivas en grabado	p. 34
1.2. La serigrafía de áridos y su relación con las técnicas aditivas	p. 36
1.3. Antecedentes de la serigrafía de áridos	p. 38
1.3.1. Henri Goetz y el grabado al carborundum	p. 42
1.3.2. Antecedentes técnicos en la serigrafía de áridos	p. 45
1.3.2.1. El flocado	p. 45
1.3.2.2. El fotograbado al carborundo	p. 48
1.3.2.3. La fotoserigrafía matérica	p. 49
1.3.3. Antecedentes de la serigrafía de áridos en el arte contemporáneo	p. 50
1.3.3.1. Joan Miró. Grabados al carborundo 1967-1973	p. 54
1.3.3.2. Larry Bell. "Untitled 1-6" 1974	p. 56
1.3.3.3. Andy Warhol. "Diamond dust series" 1979	p. 58
1.3.3.4. Eduardo Arroyo. "Deshollinadores" y "Entre pintores" 1976-1992	p. 61
1.3.3.5. Richard Serra. Obra gráfica 1985-1987	p. 64
1.3.3.6. Antoni Tàpies. Cinco décadas de materia en la obra gráfica	p. 66
1.3.3.7. José Fuentes. Primeras series y "Elx y el Mediterráneo" 1975-1993	p. 68
<b>2. LOS ÁRIDOS</b>	p. 73
2.1. Definición de árido aplicado a la serigrafía	p. 76
2.2. Obtención de los áridos	p. 79
2.3. Clasificación de los áridos en función de su aplicación	p. 83
2.3.1. Aplicaciones a la construcción	p. 83
2.3.2. Aplicaciones industriales	p. 84
2.3.3. Consideraciones acerca de las aplicaciones de los áridos a la serigrafía	p. 84
2.4. Clasificación de los áridos en función de su origen	p. 85
2.4.1. Áridos naturales	p. 85
2.4.2. Áridos artificiales	p. 87
2.4.3. Áridos reciclados	p. 88
2.4.4. Consideraciones acerca de la clasificación de los áridos	p. 89

2.5. Propiedades de los áridos	p. 90
2.5.1. Granulometría	p. 92
2.5.1.1. Clasificación granulométrica	p. 94
2.5.1.2. Características del tejido serigráfico	p. 99
2.5.1.3. Límites granulométricos en función del tejido	p. 101
2.5.1.4. Parámetros granulométricos en la serigrafía de áridos. Relación árido-tejido	p. 102
2.5.1.5. El sistema de pantalla-tamiz	p. 104
2.5.2. Forma	p. 105
2.5.3. Homogeneidad	p. 107
2.5.4. Dureza	p. 107
2.5.5. Porosidad	p. 109
2.5.6. Limpieza	p. 109
2.5.7. Solubilidad	p. 110
2.5.8. Compatibilidad	p. 110
2.5.9. Resistencia a factores externos	p. 111
2.6. Productos abrasivos como áridos	p. 111
2.7. Principales áridos incluidos en esta investigación	p. 113
2.7.1. El carburo de silicio. Propiedades físico-químicas	p. 114
2.7.1.1. Fabricación del carburo de silicio	p. 115
2.7.1.2. Localización del carburo de silicio	p. 116
2.7.1.3. Granulometría del carburo de silicio	p. 116
2.7.2. Corindón	p. 117
2.7.3. Arena	p. 118
2.7.4. Granalla cerámica	p. 119
2.7.5. Granalla plástica	p. 120
2.7.6. Granalla de acero	p. 121
2.7.7. Microesferas de vidrio	p. 123
2.7.8. Abrasivos vegetales	p. 124
2.7.9. Granate	p. 125
2.7.10. Armex Maintenance	p. 125
2.7.11. Silicato de aluminio	p. 126
2.8. Comparativa granulométrica de áridos	p. 127
2.9. Consideraciones	p. 127
2.10. Suministradores de áridos	p. 128
<b>3. MEDIOS ADHESIVOS</b>	<b>p. 133</b>
3.1. Definición de compuesto árido imprimible	p. 136
3.2. Cualidades de los medios adhesivos para su inclusión en la serigrafía de áridos	p. 137
3.3. Definición de vehículo en la serigrafía de áridos	p. 138
3.4. Descripción general de los medios adhesivos	p. 139
3.5. Clasificación de los medios adhesivos	p. 139
3.5.1. Clasificación de los medios adhesivos en función de su estado	p. 140
3.5.2. Clasificación de los medios adhesivos en función de su origen	p. 140
3.5.2.1. Adhesivos de origen vegetal	p. 140
3.5.2.2. Adhesivos de origen animal	p. 142
3.5.2.3. Adhesivos sintéticos	p. 143
3.5.3. Clasificación de los medios adhesivos en función de su aplicación	p. 143
3.5.3.1. Termofusibles o hot-Melts	p. 144
3.5.3.2. Termoestables	p. 145
3.5.3.3. De contacto o impacto	p. 146
3.5.3.4. Sensibles a la presión	p. 146
3.5.3.5. Rehumectables	p. 147
3.5.3.6. Reactivos	p. 147
3.5.3.6.1. Anaeróbicos	p. 148
3.5.3.6.2. Cianocrilatos	p. 149
3.5.3.6.3. Epoxis	p. 149

3.5.3.6.4. Poliuretanos	p. 149
3.5.3.6.5. Siliconas	p. 150
3.5.3.7. Gaseosos	p. 151
3.5.4. Consideraciones	p. 151
3.6. Principales medios adhesivos para serigrafía	p. 151
3.6.1. Medios adhesivos específicos para serigrafía en base solvente	p. 153
3.6.1.1. Características generales de los medios adhesivos de base solvente específicos para serigrafía	p. 154
3.6.1.2. Fichas técnicas	p. 155
3.6.1.3. Aspectos relativos a las fichas de seguridad	p. 155
3.6.1.4. Descripción del producto	p. 156
3.7. Descripción y análisis de los principales medios adhesivos de base solvente para serigrafía	p. 157
3.7.1. Marabú Libragloss Lig 409	p. 157
3.7.2. Quimovil Base Transparente 1600 Serimat	p. 158
3.7.3. Marbay Base Transparente 5100	p. 160
3.7.4. Sericol Colorjet CO381	p. 161
3.7.5. Sunchemical Vynamatt Process Base	p. 163
3.7.6. Seriservice Base Transparente Plastistar M	p. 164
3.7.7. Unico Base Transparente Supraflex NX 900	p. 166
3.8. Consideraciones sobre los medios adhesivos de base solvente	p. 168
3.9. Descripción y análisis de los principales medios adhesivos de base acuosa para serigrafía	p. 170
3.9.1. Goma arábica grano PRS	p. 172
3.9.2. Metil celulosa	p. 174
3.9.3. Látex 4070 Valentine	p. 175
3.9.4. Metil celulosa + Látex 4070 Valentine	p. 177
3.9.5. Copolímero acrílico agroquímica del Vallés	p. 178
3.9.6. Gel Titan Mate	p. 180
3.9.7. Medio acrílico mate vallejo	p. 182
3.9.8. Adhesivo Aquatrans Aldeko	p. 183
3.9.9. SDR Printbase	p. 184
3.9.10. Marbay aquabase 5200	p. 185
3.9.11. Base Transparente Unico AQ Ink 900	p. 187
3.9.12. Marabú Aqua Mattlack Varnish	p. 188
3.10. Estudio comparativo de medios adhesivos de base acuosa	p. 189
3.10.1. Fabricación del compuesto	p. 190
3.10.2. Comportamiento en pantalla	p. 191
3.10.3. Calidad de la impresión	p. 191
3.11. Consideraciones entorno a los medios adhesivos de base acuosa empleados en la impresión de áridos	p. 195
<b>4. LA CAPA IMPRESA EN SERIGRAFÍA</b>	<b>p. 199</b>
4.1. Definición de capa impresa	p. 201
4.2. Descripción del proceso de impresión	p. 203
4.2.1. Impresión por carga simple	p. 203
4.2.2. Impresión por carga múltiple	p. 204
4.3. El secado de la capa impresa	p. 206
<b>5. COLOR, TEXTURA Y TRANSPARENCIA EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS</b>	<b>p. 211</b>
5.1. El color	p. 213
5.2. El color de los áridos	p. 215
5.2.1. El color del árido en la industria	p. 216
5.2.2. El color del árido en la impresión	p. 216
5.3. Alteraciones del color en la fabricación de compuestos áridos imprimibles. El árido y las tintas	p. 219
5.3.1. El árido y las tintas de base acuosa. Desarrollo técnico	p. 220
5.4. La textura en los áridos	p. 222
5.4.1. Definición de textura	p. 222
5.4.2. Textura táctil y visual	p. 223
5.4.3. La textura en la serigrafía de áridos	p. 224

5.5. La transparencia	p. 226
5.6. La transparencia en la serigrafía de áridos	p. 227
5.6.1. La transparencia del color en la serigrafía de áridos	p. 231
<b>6. YUXTAPOSICIÓN Y SUPERPOSICIÓN EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS</b>	<b>p. 235</b>
6.1. Estrategia para la impresión serigráfica de áridos	p. 238
6.1.1. Planificación del trabajo	p. 238
6.1.2. El tamaño del árido en la secuencia de impresión	p. 243
6.2. Yuxtaposición de impresiones	p. 244
6.3. Superposición de impresiones	p. 246
<b>7. EL SOPORTE Y LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS</b>	<b>p. 253</b>
7.1. El papel y la serigrafía de áridos	p. 255
7.2. Soportes alternativos al papel para la serigrafía de áridos	p. 257
7.3. Características de la impresión de áridos	p. 258
7.3.1. Adherencia	p. 259
7.3.2. Estabilidad dimensional	p. 260
<b>8. DETERIORO DE LOS MATERIALES SERIGRÁFICOS DERIVADO DEL USO DE ÁRIDOS EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN</b>	<b>p. 263</b>
8.1. Principales causas del deterioro de los materiales serigráficos	p. 266
8.1.1. Deterioro químico	p. 266
8.1.2. Deterioro físico	p. 267
8.2. Deterioro de los materiales en la serigrafía de áridos	p. 268
8.2.1. Deterioro de la capa de emulsión	p. 269
8.2.2. Deterioro del tejido	p. 270
8.2.3. Deterioro de la goma de la regleta	p. 270
<b>9. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y PELIGROS EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS</b>	<b>p. 275</b>
9.1. Cuestiones relacionadas con la seguridad en la serigrafía de áridos	p. 278
9.2. Riesgos potenciales de los áridos	p. 279
9.2.1. Precauciones en la manipulación de los áridos	p. 279
9.2.2. Entorno de trabajo y limpieza	p. 280
9.3. Hojas de datos de seguridad	p. 281
9.3.1. Información contenida en las hojas de datos de seguridad	p. 281
9.3.2. Pictogramas de riesgo, primeros auxilios, controles de exposición y protección personal	p. 285
9.3.3. Frases R y S	p. 289
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>p. 297</b>
10.1. Aspectos técnicos	p. 300
10.2. Aspectos plásticos	p. 302
10.3. Seguridad, salud y respeto medioambiental	p. 303
10.4. Aspectos docentes y divulgativos	p. 304
<b>11. ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS Y PRUEBAS</b>	<b>p. 307</b>
11.1. Imágenes	p. 309
11.2. Tablas	p. 314
11.3. Pruebas y material gráfico complementario	p. 316

<b>12. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>p. 319</b>
12.1. Bibliografía general	p. 321
12.2. Tesis doctorales	p. 326
12.3. Trabajos de investigación	p. 327
12.4. Artículos	p. 327
12.5. Revistas	p. 328
12.6. Manuales, catálogos y congresos	p. 329
12.7. Notas de prensa en exposiciones y entrevistas	p. 329
12.8. Selección de páginas web	p. 330

Acompañando a la presente Tesis Doctoral se presenta una selección del material gráfico y pruebas de consulta, elaboradas durante la investigación, resultantes de la impresión de productos y materiales que en ella aparecen citados, y que esperamos sean de ayuda a la hora de facilitar la comprensión de aquellos aspectos relacionados con los valores plásticos de la serigrafía de áridos. En ocasiones, las fotografías e imágenes incluidas en este trabajo hacen referencia a dichas pruebas. En el pie de foto, acompañando al texto aparecerá la letra P, seguida de un número del 1 al 16, en referencia a la prueba que se puede consultar en el anexo que acompaña a esta tesis.

El cuadro-resumen y el listado completo de dichas pruebas, junto con las especificaciones que hemos considerado pertinentes, aparecen recogidas en el apartado 11.3. Pruebas y material gráfico complementario.





## INTRODUCCIÓN



Esta tesis supone la culminación de un proceso iniciado con el Trabajo de Investigación (DEA) titulado *“La serigrafía de áridos. Componentes serigráficos industriales; localización, descripción y análisis en base a sus aplicaciones al campo creativo”*; defendido en la facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco en 2006, en el cual se elaboró un marco referencial técnico-teórico acerca de cuestiones que entendíamos resultarían centrales para el desarrollo de la presente tesis doctoral. Aquel trabajo se concretó en un análisis pormenorizado de las potencialidades de los elementos constituyentes del proceso serigráfico, orientado desde su inicio a la búsqueda de las claves técnicas, materiales y procesuales que nos permitieran en el futuro la impresión de nuevos materiales, los áridos.

Realizado ese necesario acercamiento pudimos establecer la hipótesis de partida, a saber, la existencia de un medio técnico que relegado al uso de productos imprimibles en estado líquido o semilíquido (las tintas de serigrafía) nos ofrecía la posibilidad de incluir en el proceso de impresión un gran número de materiales sólidos, a los que hemos denominado áridos, que poseen unas propiedades fisicoplásticas específicas derivadas de su naturaleza y de los procedimientos mediante los cuales se obtienen, que difieren radicalmente de las tintas convencionales, y cuyas potenciales aplicaciones al campo de la serigrafía artística no habían sido objeto de un estudio en profundidad como el que planteamos.

A partir de esta premisa surgen un conjunto de hipótesis que en nuestra opinión constituyen un campo abierto a la investigación en un trabajo de tesis doctoral.

Los áridos son un conjunto de materiales granulares inertes y no solubles, de procedencia natural, sintética o reciclada, que habiendo sido sometido a los pertinentes procesos de limpieza, triturado y clasificación resulta posible imprimir mediante serigrafía.

Los áridos constituyen una materia prima de uso habitual en sectores como la ingeniería civil, la fabricación de elementos constructivos, procesos industriales abrasivos, de corte, pulido, desbastado y limpieza, debido a sus propiedades físico-químicas, pero que apenas cuentan con puntuales aplicaciones dentro del campo de la gráfica debido al desconocimiento de sus potencialidades plásticas, y de la ausencia de un conjunto de normas y parámetros operativos que permitan su inclusión en la práctica serigráfica artística.

La serigrafía es un sistema de impresión permeográfico, así denominado por la capacidad que tiene una tela de malla fina tensada sobre un marco o bastidor de dejar pasar de manera controlada la tinta y otros materiales, en este caso los áridos, a través de los huecos abiertos en la zona de imagen, e impedir su paso por las zonas obturadas. Conociendo la capacidad del tejido para permear, o hacer pasar a través de él una sustancia como las tintas de serigrafía, compuestas principalmente por diminutos granos de elementos colorantes, o pigmentos, en estado insoluble en un medio aglutinante, hemos desarrollado un sistema que nos permite incluir los áridos en el proceso de impresión de manera controlada, y atendiendo siempre a unos parámetros operativos que nos garantizan la obtención de los resultados plásticos perseguidos. Para ello hemos empleado vehículos aglutinantes de base acuosa como alternativa a las bases adhesivas solventes, que manteniendo unos elevados niveles de calidad, reducen notablemente los índices de toxicidad, y nos permiten trabajar siempre dentro de los márgenes de seguridad para el usuario y respeto hacia el medio ambiente que creemos necesarios.

La inclusión normalizada de los áridos en el proceso serigráfico, y sus potenciales aplicaciones que desarrollaremos en esta tesis, aportan una serie de valores plásticos poco contemplados hasta el momento y amplían el espectro de materiales que es posible incorporar a la impresión, ofreciéndonos un nuevo sistema que esperamos amplíe las posibilidades de la serigrafía, tanto en su vertiente técnica como creativa.

Como artistas plásticos tenemos la convicción de que el interés por un medio no se manifiesta exclusivamente en la producción de obra en el mismo, sino que conlleva un continuo cuestionamiento sobre sus principios básicos, los límites operativos del medio y los materiales, los aspectos técnicos, conceptuales, experimentales y evolutivos, aprovechando las posibilidades que nos brinda la investigación en arte.

Gracias al estudio riguroso de las propiedades de los áridos y del resto de materiales que permitirán su impresión (tejidos y emulsiones especiales, medios aglutinantes adhesivos, bases, barnices, etc.), podemos llegar a controlar su uso, y conociendo el medio en el que se desarrolla nuestra actividad, incluirlos en el proceso de impresión bajo unos parámetros de operatividad, control y seguridad que nos garanticen la excelencia en los resultados.

Con esta tesis pretendemos establecer las bases técnico-materiales y operativas del procedimiento denominado serigrafía de áridos, desarrollando parte del potencial plástico de estos materiales aplicados a las Bellas Artes, y estableciendo un panorama general que nos permita ubicar la serigrafía de áridos dentro del campo de las últimas incorporaciones a las técnicas gráficas contemporáneas. Al igual que todo primer acercamiento, éste se mantiene abierto a las más que deseables soluciones, variaciones, innovaciones, e hibridaciones con distintas disciplinas que otros artistas e investigadores, que sintiéndose atraídos por las posibilidades que nos ofrece el sistema aquí planteado, puedan aportar en el futuro.

Más allá del establecimiento de un conjunto cerrado de normas, para nosotros, la investigación en arte debe potenciar el espíritu creativo, el continuo cuestionamiento de la plástica personal, la reflexión y la experimentación, la búsqueda de nuevos retos y soluciones, así como la apertura de innovadoras líneas de creación.

## A. SITUACIÓN E INTERÉS DEL TEMA

Tras la constatación previa de la existencia de un vacío documental en torno a la serigrafía de áridos, tanto en su vertiente técnico operativa, como plástica creativa, podemos decir que esta tesis centrada en las posibles aplicaciones de los áridos a la impresión mediante serigrafía supone un objeto de estudio original sobre el cual no existe documentación específica ni publicaciones reseñables con un objeto de estudio definido como el aquí planteado.

Entendemos que esta carencia de documentación específica sobre el tema a tratar es de por sí un argumento sólido para iniciar el trabajo de investigación, pero no podemos dejar de lado el interés personal por el medio tanto en su vertiente técnica como plástica, lo que nos ha permitido nuestro trabajo como artistas gráficos durante los últimos años.

Somos conscientes de que con toda probabilidad existirán trabajos de investigación, tesinas y tesis en las distintas universidades españolas que puedan tratar cuestiones puntuales relacionadas con algunos de los aspectos aquí desarrollados. En la mayoría de los casos resulta complicado tener conocimiento de las mismas por la dispersión geográfica y la dificultad de acceso a este tipo de información, que con frecuencia no se encuentra digitalizada, ni suficientemente publicitada, ni al alcance del investigador ajeno a dichas instituciones.

Únicamente hemos encontrado acercamientos puntuales desde la vertiente técnico-industrial, como en el caso descrito del flocado, y artístico, en referencia a procesos creativos, como la

fotoserigrafía matérica y a un reducido grupo de artistas que en su obra han empleado materiales que podemos definir como áridos, que si bien creemos necesario mencionar, porque emplean materiales comunes, o bien porque persiguen un resultado gráfico similar, difieren en su desarrollo y resultados de los planteados en esta tesis.

## B. UBICACIÓN DE LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS EN EL PANORAMA GRÁFICO ACTUAL

La serigrafía es actualmente el medio de impresión gráfica que cuenta con mayor número de productos imprimibles; no sólo nos referimos a las tintas serigráficas, dentro de las cuales encontramos una gran variedad y especialización en función de las características del soporte receptor, sino también de barnices, lacas, geles, bases adhesivas y cargas tipo *flocks*, *foilings* o *glitterings* para producir todo tipo de efectos visuales, olorosos y hápticos<sup>1</sup>. Esto es debido a que durante años la serigrafía ha sabido mantenerse al día actualizando sus productos de manera que pudiera responder a las continuas y exigentes demandas de un mercado cada día más competitivo en el cual se ha producido una continua aparición de nuevos materiales, muchos de los cuales han sido incorporados a la fabricación de productos y consumibles serigráficos, y otros, como en el caso de los nuevos soportes, han supuesto un reto técnico que ha impulsado a la serigrafía a adaptarse una vez más a las exigencias del sector. Asimismo, las normativas de salud y respeto medio ambiental, que cada día son más estrictas, obligan a los fabricantes de consumibles a la búsqueda de nuevos productos que se ajusten a ellas.

Además de la enorme gama de productos imprimibles, la serigrafía, como demostraremos en las siguientes páginas, permite incorporar al proceso de impresión materiales granulares sólidos de tamaño considerable, los áridos, que aportan nuevos resultados gráficos de enorme potencial cromático, matérico, textural y táctil, muy distinto de los que hasta ahora nos ofrecían las habituales tintas de serigrafía.

Esta posibilidad que nos ofrece la serigrafía no ha sido desarrollada con anterioridad tal y como la hemos planteado en esta tesis, pese a existir experiencias que podríamos considerar cercanas en el campo de la obra gráfica.

Con el surgimiento de las vanguardias el pasado siglo XX, la cuestión matérica ha ocupado un importante lugar en las distintas disciplinas artísticas, incluida la gráfica. El denominado grabado matérico ha sido objeto de estudio en publicaciones especializadas, dando lugar a trabajos de investigación y tesis doctorales, que han sentado sus bases teóricas y técnicas, normalizando su uso y dotando al colectivo artístico de nuevas herramientas materiales y conceptuales.

Los artistas gráficos encontraron en el grabado matérico un nuevo y ágil lenguaje expresivo lleno de posibilidades, lo que supuso un cambio radical en el tipo de obra producida, dando lugar a trabajos que hasta entonces no era posible concebir. Este cambio viene principalmente potenciado por la actitud innovadora de algunos artistas que supieron aprovechar las potencialidades plásticas de los avances técnicos y materiales producidos en campos paralelos, como la industria química, adaptándolos a sus necesidades y posibilitando la creación de un nuevo tipo de obra.

En las últimas décadas, las experiencias relacionadas con las cuestiones matéricas han encontrado una gran aceptación en el campo del grabado, pero no así en el de la serigrafía,

<sup>1</sup> La háptica, pese a ser un término no recogido en el diccionario de la Real Academia Española, significa todo aquello referido al contacto, y se ha definido como la ciencia que estudia el sentido del tacto. Teóricos como Herbert Read han extendido el significado de la palabra "háptica" de manera que con ella hacen alusión por exclusión a todo el conjunto de sensaciones no visuales, no olfativas, no gustativas y no auditivas que experimenta el individuo. En este estudio trataremos de aquellas exclusivamente relacionadas con la percepción táctil.

posiblemente porque este medio se ha mantenido supeditado a la industria de la impresión, donde las tintas planas suponen el 99% de los productos imprimibles.

Pese a ello, es posible encontrar en la historia del arte contemporáneo un cierto número de artistas que mediante distintos sistemas han tratado de incorporar a la impresión serigráfica materiales y productos, más allá de las tintas convencionales, algunos de los cuales son comunes a los empleados en esta tesis, y que se encuentran directamente relacionados con dichas cuestiones matéricas y texturales.

Entendiendo que actualmente existe un gran número de publicaciones especializadas donde se trata en profundidad el origen y la evolución del medio serigráfico, y que pese a que es habitual encontrar este tipo de introducciones en multitud de tesis doctorales, hemos optado por evitar una revisión historicista de la serigrafía desde sus orígenes hasta la actualidad, para centrarnos en crear un marco referencial de aquellas experiencias anteriores que desarrollando los aspectos matéricos y texturales en serigrafía nos permitan establecer una relación tangencial con el objeto de nuestra investigación.

## C. MOTIVACIÓN PERSONAL

El interés por las cuestiones matéricas y texturales en la obra gráfica es manifiesto en un amplio colectivo de artistas gráficos, que han dado respuesta a sus necesidades plásticas principalmente mediante las denominadas técnicas aditivas, pero que rara vez han recurrido a la serigrafía para tratar de abordar estas cuestiones, posiblemente por el uso que históricamente se ha hecho de esta técnica, empleada en la inmensa mayoría de las ocasiones para la creación de imágenes compuestas por tintas planas.

Actualmente existen en el mercado un elevado número de materiales, entre los que hemos seleccionado los áridos para centrar nuestro estudio, que al incorporarlos al proceso de impresión serigráfica nos permiten alejarnos de dicha concepción de *planitud* en la imagen serigráfica comúnmente aceptada por parte del colectivo artístico.

Nuestro interés por el objeto de estudio es la deriva lógica de una actividad artística desarrollada durante años que nos ha llevado a cuestionarnos nuestra propia práctica, indagar en las distintas vertientes del arte gráfico y buscar soluciones técnico materiales en respuesta a necesidades plásticas relacionadas con la materia y la textura, que entendemos tienen cabida en la práctica serigráfica, y que se han convertido en el impulso y la motivación principal de esta tesis.

Esta actitud de búsqueda en un medio que nos resulta cercano, y a la vez lleno de posibilidades aún por desarrollar, conlleva la aceptación de la sorpresa y la capacidad de emocionarnos (algo que para nosotros es necesario en la práctica artística) ante unos resultados que desde cualquier punto de vista son novedosos y posibilitan la evolución no sólo del discurso plástico personal, sino que esperamos faciliten el acceso a este procedimiento a todos aquellos que pudieran pensar que mediante la serigrafía sólo es posible lograr impresiones planas y carentes de textura, y que han recurrido a otras técnicas que por cuestiones históricas se encuentran más ligadas a los aspectos matéricos en la obra gráfica.

A lo largo de los últimos años, nuestro interés por los aspectos más relacionados con la materia y la textura en el grabado ha ido creciendo y nos ha llevado a experimentar con un amplio repertorio de sistemas aditivos, el collagraph o el grabado al carborundo.

Llegados a este punto, un sistema como la serigrafía, que en principio parece situado en las antípodas de todo acercamiento a los aspectos matéricos de la estampa, ha visto cuestionado sus desarrollos materiales, técnicos, teóricos y plásticos, ya que entendemos que este medio tiene la posibilidad de abrirnos nuevas puertas a la experimentación gráfica.

Podríamos considerar este interés como un antecedente “personal” que nos ha llevado a desarrollar una obra, centrada casi exclusivamente en el grabado, donde materia y textura ocupan un lugar central, y como es lógico, a cuestionarnos nuestro trabajo y buscar nuevos desarrollos, como es el tema planteado en esta tesis, que nos permitan ampliar nuestro repertorio expresivo.

En el plano de la práctica artística, y siguiendo las necesidades creativas personales que nos han asaltado a lo largo del periodo destinado a la realización de esta tesis, se han desarrollado una serie de trabajos en el campo de la obra gráfica, empleando la serigrafía de áridos como elemento central que esperamos sirvan de estímulo para todo aquel que se acerque a este singular procedimiento creativo.

## D. METODOLOGÍA

Esta tesis posee un marcado carácter técnico experimental basado en el estudio pormenorizado y en profundidad de aquellos materiales que dan título a la misma, los áridos, así como de los productos que interviniendo en el proceso serigráfico van a permitirnos su impresión de manera controlada en función de unos intereses concretos, que buscan dar respuesta a cuestionamientos plásticos en la apertura de nuevas posibilidades creativas en serigrafía.

El conocimiento de los áridos que centran el objeto de estudio de esta tesis, conjuntamente con el establecimiento de una serie de parámetros operativos, la experimentación técnica con materiales en muchas ocasiones ajenos al campo de las técnicas gráficas, la selección de los más idóneos, la sustitución de aquellos que presentan elevados índices de toxicidad por excelentes alternativas de base acuosa, así como la creación de un léxico propio que nos permita manejarnos con la necesaria claridad y concreción propia de un trabajo de investigación, se vuelve prioritaria para el correcto desarrollo posterior de una práctica artística libre, todo ello siempre bajo unas condiciones de operatividad, seguridad y respeto medioambiental que permitan su divulgación en el entorno académico-artístico.

Para ello hemos realizado un estudio centrado en los siguientes puntos:

1 | Establecimiento de un marco referencial. Antecedentes técnico-históricos y relación de la serigrafía de áridos con otros procedimientos.

2 | Análisis detallado de los elementos materiales de la tesis. Búsqueda de materiales y productos, experimentación, descripción, comparativa y selección.

3 | Desarrollo del proceso de impresión con áridos. Particularidades, alternativas y soluciones técnicas.

4 | Desarrollo de las principales características de la impresión serigráfica de áridos. Potencialidades plásticas.

5 | Deterioro de los materiales, prevención de riesgos y peligros en la serigrafía de áridos.

Cada uno de ellos ha sido ampliamente desarrollado en distintos capítulos, desglosándolos en los subapartados que hemos estimado pertinentes para facilitar la organización de los contenidos y la comprensión de una información que ha de ser clara y concisa.

### Fase 1.

#### Establecimiento de un marco referencial

Tras la comprobación de la carencia de antecedentes directos para la serigrafía de áridos, hemos establecido una serie de relaciones con distintos procesos que desde el campo de la industria serigráfica, como el *flocado*, el *glittering* o el *foiling*, y de la creación gráfica, como el fotograbado al carborundo o la fotoserigrafía matérica, encierran un relativo grado de afinidad con el objeto

de estudio de esta tesis, y con los cuales es posible establecer paralelismos técnicos, materiales, procesuales, así como de búsqueda de innovadores valores plásticos. El flocado, procedimiento mediante el cual resulta posible aportar a la impresión una carga de materiales, principalmente fibras textiles sintéticas, o el *glittering*, mediante el cual se imprimen tintas con diminutas virutas metálicas, de tamaño muy inferior a los áridos empleados en esta investigación, al margen de los sistemas de transfer por calor y tintas autohinchables, son los principales procedimientos industriales que se emplean en serigrafía para alterar los valores texturales de la capa impresa.

Los métodos de fotograbado al carborundo, desarrollados por José Fuentes y Jesús Pastor, así como la fotoserigrafía matérica, propuesto por María Milagrosa Ruiz Pacheco, emplean en dichos procedimientos el carburo de silicio (un árido que ha resultado clave en esta investigación) principalmente como material que permite crear matrices estampables a partir de imágenes fotográficas.

El carburo de silicio –SiC- se ha convertido en el árido de referencia a lo largo de nuestra tesis por sus excelentes propiedades fisicoplásticas, motivo por el cual le hemos prestado una atención especial, tanto desde su vertiente industrial, donde representa uno de los áridos más polivalentes y valorados en multitud de procesos (fabricación de lentes, pulido de objetos metálicos, fabricación de muelas de desbastado, lijas, procesos abrasivos, de limpieza, etc.), como desde su vertiente artística, al ser el material que permitió a Henri Goetz desarrollar su célebre método de grabado al carborundum que de manera tan prolífica han empleado destacados artistas dentro del panorama nacional, como Joan Miró, Antoni Tàpies, Lucio Muñoz, Manolo Valdés, o Antoni Clavé.

Hemos establecido una serie de parentescos o relaciones tangenciales con éstos y otros artistas del último siglo, como Andy Warhol, Richard Serra o Larry Bell, basadas en el tipo de materiales empleados en su obra gráfica, así como por los resultados plásticos que les posibilitaron en su momento el uso de estos y otros materiales y procedimientos similares<sup>2</sup>.

## Fase 2.

### Análisis de los elementos centrales de la tesis

**1 | Los áridos:** Definición, contextualización, origen, producción, clasificación, principales características y aplicación a la serigrafía.

**2 | Los medios adhesivos:** Descripción, clasificación, análisis y comparativa de los distintos medios adhesivos genéricos, y específicos de serigrafía.

En primer lugar se ha establecido la definición de árido en un contexto específico como es la serigrafía artística, puntualizando sobre las características y propiedades que han de reunir estos materiales para ser designados como tales, evitando así confusiones con otras definiciones que de ellos pudieran aportarnos desde los distintos campos técnicos donde son de uso habitual.

Hemos descrito el proceso mediante el cual se obtienen y se fabrican los áridos, así como los sistemas que permiten su clasificación en función de sus aplicaciones.

Se detallan las principales características de los áridos, su granulometría, forma, homogeneidad, dureza, porosidad, limpieza, solubilidad, compatibilidad con otros materiales y resistencia, así como el resto de parámetros a tener en cuenta, y las modificaciones pertinentes que han de realizarse a la hora de incluirlos un proceso específico y con características particulares como el de la impresión serigráfica.

<sup>2</sup> Nos estamos refiriendo principalmente a los trabajos realizados por Andy Warhol con polvo de vidrio-diamante en sus célebres "*Diamond Dust Series*", las serigrafías con óleo en barra de Richard Serra y las serigrafías flocadas con terciopelo de Larry Bell. Todos estos ejemplos han sido desarrollados en el apartado 1.3.3. Antecedentes de la serigrafía de áridos en el arte.



Tras una búsqueda de áridos que nos situó frente a un enorme espectro de materiales granulares susceptibles de ser impresos, seleccionamos aquellos, dada la imposibilidad de incluirlos todos, que reuniendo las propiedades necesarias por nosotros establecidas para permitir su impresión normalizada, entendemos que en su variedad y diferencia de propiedades fisicoplásticas, nos ofrecen un abanico representativo del potencial que encierran. Asimismo, hemos aumentado la oferta de materiales granulares imprimibles, incluyendo las granallas abrasivas, principalmente las metálicas, vegetales, plásticas y vítreas, en el concepto árido, ya que reúnen características similares y se muestran igualmente incorporables al proceso de impresión mediante serigrafía.

Destacamos las características más significativas de cada árido, así como el rango granulométrico imprescindible para emplearlos en serigrafía. Hemos dedicado un apartado específico a la relación existente entre el tamaño del grano de árido y las características que ha de poseer un tejido serigráfico para permitir su impresión, ya que de esta combinación de factores se obtendrán una serie de valores en la impresión que es posible alterar a voluntad conociendo los parámetros operativos de ambos elementos.

Se adjunta la información relativa a empresas nacionales fabricantes y distribuidoras de áridos, necesaria para su localización, ya que entendemos que muchos de ellos resultan ajenos a la práctica serigráfica convencional, y no se encuentran fácilmente en los mercados de consumibles y tiendas especializadas en productos de artes gráficas.

En segundo lugar, se ha profundizado en los medios adhesivos que servirán como vehículo aglutinante que va a permitir la impresión de los áridos. En este capítulo hemos operado de manera similar al anterior, definiendo el término medio adhesivo y concretando aquellas cualidades que ha de reunir para su inclusión en la serigrafía de áridos. Se ofrece una clasificación de los principales medios aglutinantes adhesivos que hemos denominado genéricos, como colas, barnices, resinas o geles, así como de aquellos productos fabricados por empresas de consumibles de serigrafía, en base solvente y acuosa (por la cual nos hemos decantado), como bases incoloras para la fabricación de tintas, barnices de acabado, bases transparentes y colas serigrafiables, que por sus características cumplen una función similar en el sistema propuesto en la serigrafía de áridos.

Hemos detallado un panorama general de aquellos productos específicos de serigrafía en base solvente y en base acuosa, así como de otros que hemos confeccionado nosotros mismos mediante variaciones de los anteriores, y que cumplen una misma función básica, a saber, transportar el árido a través de la pantalla y asegurar su correcta adhesión a la superficie del soporte.

Se han comparado las características de los medios adhesivos de manera individualizada en la impresión así como en conjunción con los áridos, analizando sus ventajas e inconvenientes, para posteriormente seleccionar aquellos que combinan un funcionamiento óptimo en el proceso de la serigrafía de áridos con unos elevados niveles de calidad y seguridad en el trabajo.

Se ha realizado un estudio comparativo reflejado en tablas y esquemas donde se valoran las propiedades de dichos productos de manera aislada, así como en la fabricación del compuesto árido imprimible, es decir, la conjunción del árido con un vehículo adhesivo aglutinante, y otros productos auxiliares tales como espesantes, diluyentes, retardantes, colorantes, etc.

### **Fase 3.**

#### **Desarrollo del proceso de impresión con áridos**

El uso en serigrafía de una serie de materiales prácticamente desconocidos como son los áridos, implica, por un lado, el conocimiento previo del marco técnico operativo, los productos, materiales y maquinaria habituales en un taller de serigrafía, así como el replanteamiento del proceso de impresión, y de las características que han de reunir los materiales que intervendrán en el mismo para modificarlas en función de las demandas específicas del trabajo con áridos.

La búsqueda de los materiales más adecuados es igualmente necesaria, teniendo en cuenta las características físicas de muchos de los áridos, que les dotan de un enorme poder abrasivo. Los áridos son mucho más agresivos con el resto de materiales que intervienen en su impresión que las tintas convencionales de serigrafía, y por lo tanto, nos han obligado a lo largo de toda la investigación a localizar y experimentar con aquellos materiales, tales como distintos tejidos de gran abertura de malla, marcos más resistentes, métodos de clisado, emulsiones especiales de elevada carga de sólidos y gomas de regleta de durezas superiores a la media, para adaptarlas a las exigencias que impone el trabajo con áridos.

Las características físicas de éstos, principalmente su tamaño, dureza y forma condicionarán no sólo el uso de los materiales de impresión específicos, sino que a su vez, dadas las características de densidad, tiempos de secado, abrasión, limpieza, etc. del producto a imprimir que van a conformar en conjunción con el vehículo-medio adhesivo, van a influir en la manera en la cual desarrollamos los procesos de pre-impresión, impresión, y post-impresión.

Para ello hemos establecido los parámetros técnicos, materiales y operativos que permiten el correcto desarrollo del procedimiento propuesto, puntualizando y desarrollando en profundidad aquellos aspectos que resultan de necesario conocimiento, ya que diferencian a la serigrafía de áridos de la serigrafía convencional, y que por lo tanto condicionarán el trabajo desde las fases previas de selección de materiales, la búsqueda de alternativas que optimicen el rendimiento de estos, así como el manejo seguro y controlado de los áridos y el resto de productos.

#### **Fase 4.**

#### **Desarrollo de las principales características plásticas de la impresión serigráfica de áridos**

Se han analizado los aspectos relativos al color, transparencia y textura de las impresiones logradas mediante serigrafía de áridos, obteniéndose resultados novedosos, que en sus aplicaciones plásticas posibilitan la creación de un nuevo tipo de imágenes que no resulta posible lograr empleando otros procedimientos.

Como artistas, buscamos en los materiales que empleamos en la práctica aquellos que mejor se adapten a nuestras necesidades creativas, y que por otro lado nos posibiliten la apertura de nuevas líneas de experimentación.

Las actuales tintas de serigrafía satisfacen la mayoría de estas necesidades, y en su conocimiento nos posibilitan realizar una serie de alteraciones en el producto que finalmente imprimiremos, buscando los mejores resultados. Con la inclusión de los áridos, los valores convencionales de color, transparencia y textura en serigrafía adquieren un nuevo carácter, se implementan, y nos permiten desarrollar imágenes con valores plásticos desconocidos hasta el momento. Estos materiales aportan nuevos matices derivados de su propiedades fisicoplásticas, que al incluirse en la impresión bien de manera aislada, bien en conjunción con los productos de impresión, estimamos complementarán el ya de por sí amplísimo espectro que nos ofrece la serigrafía.

Se ha elaborado una batería de pruebas (incluidas en el anexo que acompaña a esta tesis y que aparecen reflejadas en el apartado 11.3. Pruebas y material gráfico complementario) con elementos sencillos de plano, líneas y tramas, donde se incluyen demostraciones prácticas a modo de carta de colores, transparencias y texturas que es posible lograr empleando áridos, los efectos gráficos resultantes de su combinación con tintas de cuatricromía, la posibilidad de obtener nuevos colores mediante transparencia y superposición de impresiones, la potenciación de los valores texturales y de relieve mediante las impresiones por carga múltiple gracias a las cuales es posible aumentar notablemente la opacidad, saturación, relieve y textura de la capa impresa.

Asimismo se apuntan sus enormes posibilidades de combinatoria, la mezcla con tintas de serigrafía, así como de los resultados gráficos que es posible lograr recurriendo a la yuxtaposición y superposición de impresiones de áridos, que suponen un nuevo territorio de experimentación gráfica.

La serigrafía convencional se caracteriza, entre otras tantas bondades, por la posibilidad que nos brinda de imprimir sobre un gran número de materiales. Por este motivo, hemos realizado pruebas sobre soportes habituales en serigrafía, como papeles convencionales, cartulinas, cartones, papeles de grabado, distintos tipos de plástico, metales, vidrio, elementos textiles, madera, etc., para comprobar satisfactoriamente como el trabajo con áridos reafirma la adaptabilidad de la serigrafía a la impresión sobre un número casi ilimitado de superficies.

## **Fase 5.**

### **Deterioro de los materiales, prevención de riesgos y peligros en la serigrafía de áridos**

Todo proceso serigráfico requiere del uso de una serie de productos y procedimiento en sus fases de impresión, limpieza y recuperación de la pantalla que deteriorarán física y químicamente el resto de materiales que intervienen en el trabajo. Como mencionamos en párrafos anteriores, las características físicas de los áridos (tamaño, forma y dureza principalmente) los convierten en materiales más agresivos que las habituales tintas serigráficas.

En su impresión, los áridos van a ocasionar un inevitable deterioro por abrasión y desgaste mecánico en aquellos otros materiales con los cuales entren en contacto, principalmente la capa de emulsión que conforma la imagen a imprimir, el tejido de la pantalla y la goma de la regleta. En este apartado se analizan los factores por los cuales se produce este deterioro, buscando soluciones y alternativas que nos permitan aumentar la vida útil de los materiales.

Al igual que ocurre en un gran número de técnicas gráficas, la serigrafía conlleva el manejo de productos que pueden acarrear riesgos objetivos, y resultar peligrosos para la salud del usuario y poco respetuosos con el medio ambiente.

Desde el momento en el que nos planteamos esta tesis hemos mantenido firme nuestra apuesta por minimizar este tipo de riesgos, tratando de sustituir aquellos productos que tengan unos índices elevados de toxicidad por otros menos agresivos, pero manteniendo siempre unos elevados niveles de exigencia y calidad en los resultados. Para ello hemos localizado, catalogado, descrito, experimentado y analizado aquellos productos que representasen la alternativa más saludable y respetuosa con nuestra salud y entorno, aplicándolos a nuestra labor investigadora y artística.

En las siguientes páginas demostraremos como resulta posible desarrollar el procedimiento planteado en esta tesis con una serie de productos y materiales, que manteniendo las precauciones propias de una labor profesional y concienciada, resulta segura y lo más inocua posible para la salud del usuario y el medio ambiente.

Hemos encontrado en los vehículos aglutinantes de base acuosa, desde los medios adhesivos a las bases transparentes y tintas de serigrafía, una excelente alternativa a los habituales de base solvente frecuentes en multitud de talleres, incluidos los de la Facultad de Bellas Artes del País Vasco hasta hace pocos años.

Gracias al esfuerzo compartido con otros investigadores, artistas, técnicos y docentes, tanto del centro, como ajenos a él, hemos podido elaborar una tesis en la cual se ha reducido al mínimo imprescindible, siendo conscientes de la imposibilidad actual de eliminarlos por completo, la cantidad de productos tóxicos que implica nuestra práctica, motivados aún más si cabe por la convicción de defender la serigrafía de áridos como un procedimiento seguro, con cabida en la oferta docente académica.

Como colofón a nuestra labor investigadora, y una vez extraídas las necesarias conclusiones finales, recogidas en el capítulo que cierra el trabajo y avalan la realización de esta tesis, se ha buscado darle la difusión que creemos merece, por un lado en el plano académico, haciendo partícipe de nuestras experiencias a un amplio grupo de docentes, artistas, asesores técnicos, químicos, restauradores, etc., que nos han apoyado de manera desinteresada y activa, cuyas contribuciones esperamos hacer públicas mediante la divulgación de los contenidos de esta tesis.



CAPÍTULO 1.  
ANTECEDENTES DE LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS



## 1. ANTECEDENTES DE LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

Uno de los rasgos distintivos que nos permiten definir al pasado siglo XX ha sido sin duda la influencia que han tenido los modernos desarrollos tecnológicos en todas las facetas del hombre. Las relaciones sociales, la economía, la política, los medios de comunicación, la ciencia, la conciencia medioambiental y por supuesto el arte se han visto afectados de una manera u otra por los rapidísimos cambios que se han derivado de los avances tecnológicos.

El colectivo artístico ha encontrado en la humanización de dichas tecnologías el revulsivo necesario para la generación de nuevos lenguajes expresivos en un terreno que evoluciona constantemente.

Estos cambios operan en dos planos interrelacionados, el conceptual y el técnico, y se suceden con frecuencia a una velocidad mayor de la que podemos asimilar, por lo que en ocasiones, el artista se ve desbordado por la tecnificación del medio. En el mejor de los casos, para ser capaces de apreciar los resultados producidos por la interiorización de dichos procesos renovadores por parte del colectivo de artistas, se necesita perspectiva.

En nuestra concepción del arte gráfico contemporáneo entendemos que ambos planos se solapan enriqueciendo la práctica artística. El conocimiento técnico permite el desarrollo del lenguaje plástico personal, la evolución del discurso y la generación de nuevas ideas.

En el campo de la obra gráfica los cambios se vienen sucediendo igualmente en múltiples direcciones, desde las aplicaciones de las nuevas tecnologías de impresión digital, las alternativas menos tóxicas, o la introducción de materiales de última generación que permiten la revisión de los procesos tradicionales de grabado.

La aplicación de los nuevos materiales plásticos al grabado propició la evolución de las técnicas aditivas, empleadas por un gran número de artistas como Rolf Nesch, Glen Alps o Clare Romano en sus orígenes, que encontraron en ellos el sistema idóneo que les permitió incorporar a su obra una serie de valores no contemplados hasta entonces.

Algunos de los materiales recogidos en esta tesis bajo el término árido, como el carburo de silicio, la arena, o el corindón, son de uso habitual en las técnicas aditivas en el grabado, donde se emplean como cargas granulares aplicadas y fijadas mediante el uso de adhesivos, barnices, masillas de poliéster o resinas, a la superficie del soporte previamente preparado. Estos áridos crean una superficie texturada variable en función de su granulometría, con capacidad para recoger la tinta, cuya estampación permite obtener una gama tonal muy amplia de matices y en ocasiones grandes texturas.

Debido a su dureza, estos áridos soportan la abrasión en el entintado y su limpieza, la presión ejercida por el tórculo durante su estampación, así como su estabilidad durante la edición.

En el proceso planteado en este trabajo de investigación creemos importante ubicar sus relaciones con procesos en los que intervienen de forma más o menos determinante materiales áridos comunes o con grandes afinidades fisicoplásticas.

La importancia del carburo de silicio, material que ha propiciado una de las más conocidas técnicas aditivas, el grabado al carborundo, así como el desarrollo de procedimientos que han explorado nuevas formas de creación en gráfica, en las cuales el relieve y la presencia matérica han

cochado un protagonismo indudable, nos induce a una revisión histórico-técnica de los mismos, con los cuales tenemos una clara afinidad. Además de los materiales en común que pudieran tener estos procesos, la serigrafía de áridos y el grabado al carborundum, existe un interés compartido por aquellas cuestiones plásticas que atañen a la textura y materialidad en la obra impresa que es posible lograr mediante el uso de los materiales áridos que los mismos requieren, no obstante, queremos señalar que existen notables diferencias en el desarrollo técnico, el uso que se hace de ellos, y los resultados gráficos que es posible obtener en función del medio técnico elegido.

Al establecer nuestra relación con estos materiales es importante aclarar una cuestión primordial.

Los materiales áridos citados que intervienen en las técnicas aditivas tienen su razón de ser en función de la creación de la matriz, por lo que intervienen de forma indirecta en la stampa final, a diferencia de nuestro planteamiento, en el que los áridos van a estar físicamente presentes en ella.

Hemos encontrado trabajos en los que se ha aplicado el carborundum a la serigrafía, sobre todo mediante flocado, como es habitual en muchas de las obras de Antoni Tàpies. Otro uso de este material dentro del proceso de creación en serigrafía es el que hace José Fuentes<sup>1</sup> en sus series "*Morfologías vegetales*" (2002) o "*El Río*" (2003), empleándolo en la fabricación de fotolitos por las cualidades de refracción/transparencia del material. Ambos procedimientos, además de otros citados en el apartado 1.3.3. Antecedentes de la serigrafía de áridos en el arte, dedicado a la intervención de los áridos en la creación gráfica contemporánea, son altamente versátiles y posibilitan nuevos desarrollos expresivos, compartiendo el carborundo como elemento común a esta tesis.

En nuestro caso, hemos ampliado el espectro de elementos granulares áridos, así como el método de aplicación de los mismos, lo que ha propiciado una investigación conducente a desarrollar un nuevo proceso de impresión serigráfica.

Como hemos visto, es posible establecer cierto parentesco con la serigrafía de áridos en la historia reciente de la obra gráfica sobre todo en el uso que desde ese terreno se ha hecho del carborundo, material que ha sido objeto de análisis en esta investigación, pero no así con el resto de áridos que aportamos, como las microesferas de vidrio, el vidrio granulado, las esferas de acero de bajo carbono, el Armex Maintenance, la granalla plástica, el granate almandino, el silicato de aluminio o la granalla vegetal Nueblast, que otorgan a la impresión valores plásticos muy distintos, por lo que además de proponer un nuevo sistema cuyo desarrollo diverge de los anteriormente citados y posibilita la creación de otro tipo de imágenes, con la inclusión de los áridos como materiales normalizados en el proceso de impresión se amplía el repertorio expresivo y material de la serigrafía artística.

## 1.1. APROXIMACIÓN A LAS TÉCNICAS ADITIVAS EN GRABADO

Las técnicas aditivas se basan en la adición de materiales, productos, y elementos a un soporte relativamente rígido mediante el uso de colas u otros medios adhesivos, que una vez endurecidos, conformarán una matriz imprimible sin la intervención de mordiente alguno.

Son muchos los artistas que han encontrado en las técnicas aditivas un lenguaje que les ha permitido desarrollar su práctica artística en una nueva dirección, y que en su día despertaron en

<sup>1</sup> Las experiencias de José Fuentes sobre la serigrafía al carborundo se concretaron en la realización de ambas series de trabajos durante los años 2002-2004, y fueron el tema que centró el seminario llevado a cabo por él mismo junto a Manuel Silvestre en el Centro Internacional de la Estampa Contemporánea (CIEC) de Betanzos. Esta investigación representa una nueva aportación de Fuentes al terreno de la gráfica matérica, un aspecto este, que el artista viene desarrollando e innovando desde sus primeras series de obras.

Su trabajo, considerado como un referente en este campo, y sobre el cual existen publicaciones especializadas que lo analizan en profundidad, ha sido objeto de estudio en esta tesis, incluido en el apartado dedicado a los antecedentes de la serigrafía de áridos en la historia del arte gráfico contemporáneo.



nosotros un interés por aquellos aspectos del mundo de la estampa que guardan relación con la materia, el relieve y la textura.

Históricamente, estas técnicas surgen como respuesta a las necesidades creativas de un grupo de artistas, que a principios del siglo XX, con el auge de la abstracción, buscaron nuevos desarrollos gráficos que les permitieran aportar a la estampa valores texturales, de relieve y volumen con una evidente aproximación a lo tridimensional.

La aparición de medios adhesivos basados en resinas acrílicas de disolución acuosa a mediados de los años cincuenta, proporcionó a numerosos artistas, sobre todo en Estados Unidos, las herramientas necesarias para profundizar en las técnicas aditivas.

Podemos encontrar nombres como Edmund Casarella, Rolf Nesch, Roland Giusel, Clare Romano o John Ross vinculados al nacimiento de esta técnica. La invención del término collagraph (término, que como señala J.C. Ramos Guadix, encuentra sus raíces en la palabra griega *colla* = cola, así como en el francés *coller*, que significa pegar), uno de los sistemas aditivos de mayor aceptación, se adjudica a Glen Alps<sup>2</sup>, quien además de acuñar el término, fue uno de sus mayores promotores.



1 / Glen Alps, "The white necklace" 1969. Collagraph 47,5 x 47,5 cm.

2 / Clare Romano, "Cape dunes" 1978. Collagraph 60 x 40 cm.

3 / Rolf Nesch, "Schwan" 1968. Collagraph 25,4 x 30,4 cm.

En los setenta aparecen numerosas publicaciones internacionales como las de Goetz<sup>3</sup>, Weitenkampff<sup>4</sup> o Stoltenberg<sup>5</sup>, en las cuales se desarrollan los nuevos aspectos técnicos y conceptuales alrededor de los cuales giran las técnicas aditivas.

Los estudios desarrollados en España en la década de los noventa, entre los que creemos merecen especial atención el desarrollado por Juan Carlos Ramos Guadix, publicado bajo el título "Técnicas aditivas en el grabado contemporáneo"<sup>6</sup>, el de José María Eléxpuru "Las resinas sintéticas y su aplicación al grabado"<sup>7</sup>, así como las continuas investigaciones llevadas a cabo por José Fuentes Esteve en las últimas décadas, que desde el más vívido espíritu indagador, profundizaron en estas, y otras cuestiones relacionadas con los nuevos rumbos del grabado contemporáneo, terminando de asentar sus desarrollos técnicos.

Estas experiencias no hacen sino poner de manifiesto, una vez más, el claro interés por parte del colectivo de artistas-grabadores-investigadores por abrir nuevas vías de experimentación en el grabado, muchas de las cuales están directamente relacionadas con aspectos relativos a la textura,

2 AGUILAR, M. *Collagraph*. Revista Grabado y Edición Año IV nº 18 marzo-abril 2009. Madrid. pp. 56-60.

3 GOERTZ, H. *Le gravure au carborundum*. Ed. Maeght. Paris 1969.

4 WEITENKAMPF, F. *Collagraph Printmaking*. Nueva York 1975.

5 STOLTENBERG, D. *Collagraph Printmaking*. Massachusetts 1975.

6 RAMOS GUADIX, J. C. *Técnicas aditivas en el grabado contemporáneo*. Ed. Universidad de Granada. Granada 1992.

7 ELÉXPURU, T. *Las resinas sintéticas y su aplicación al grabado*. Bilbao Bizkaia Kutxa. Bilbao 1995.

el relieve, y la incorporación de todo tipo de materiales corpóreos sobre la matriz. Esto supone una ruptura con la tradicional planitud de la superficie de la matriz, así como una ampliación de su espectro matérico al margen del cobre y el zinc, empleando cartón, madera, plástico, etc., lo que posibilitó no sólo el enriquecimiento del medio técnico, sino también, la legitimación de estrategias creativas generadoras de novedosos planteamientos teórico-plásticos en el campo de la obra gráfica.

Algunos de los artistas que han desarrollado estos conceptos en su obra son Antoni Tàpies, Joan Miró, Antoni Clavé, Richard Serra, Lucio Muñoz, Manolo Valdés, Josep Guinovart, José Fuentes, James Coignard, Andy Warhol, Larry Bell, Keith Barley, Paul Holding, Duk Sung Kang, Miquel Barceló, Juan Carlos Ramos Guadix, José Beulas, Saskia Moro, Pedro Castrortega, Rafael Cerdá, David de Almeida, Javier Abad, o Gabriella Locci, entre otros.

Ante semejante panorama, que apenas supone un pequeño porcentaje de la realidad artística, nos hemos visto obligados a realizar una selección en base a criterios personales, de aquellos que en sus experiencias han empleado materiales y productos que guardan relación con los incluidos en la serigrafía de áridos. Una parte de la obra gráfica de Joan Miró, Antoni Tàpies, Eduardo Arroyo, Richard Serra, Andy Warhol, Larry Bell y José Fuentes ha sido analizada más adelante en un apartado dedicado a los referentes que dentro del panorama del arte gráfico contemporáneo han hecho uso de distintos materiales áridos.

Inevitablemente, y por razones de concreción, hemos dejado fuera de la selección otros artistas, que habiendo empleado los áridos en su obra gráfica, bien merecen un apartado en esta u otra investigación centrada en los aspectos que hemos desarrollado.

## **1.2. LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS Y SU RELACIÓN CON LAS TÉCNICAS ADITIVAS**

Existen publicaciones altamente especializadas que tratan las técnicas aditivas en el grabado, desarrollando ampliamente las posibilidades gráficas de materiales que, como el carburo de silicio, tiene cabida dentro de la serigrafía de áridos; pero no es así en el caso que centra nuestra atención en esta tesis.

Analizadas las cuestiones relativas a los materiales sobre los cuales se ha centrado esta investigación, creemos que existe una relación entre la serigrafía de áridos y las denominadas técnicas o sistemas aditivos aplicados al grabado. Esta relación que vincula ambos planteamientos se articula en un doble eje; técnico y plástico.

Técnico, en cuanto a que ambos planteamientos comparten el uso y desarrollan las principales propiedades de materiales, como los medios aglutinantes adhesivos y los áridos, que hace varias décadas posibilitaron el proceso de renovación vivido por el medio gráfico con la aparición de las técnicas aditivas. Ambos materiales tienen una importancia central en la serigrafía de áridos.

Plástico, en cuanto a que la inclusión de dichos materiales en una u otra fase del proceso creativo, tanto en las técnicas aditivas en grabado como en la serigrafía, han aportado a la estampa final una serie de resultados gráficos que resultan novedosos, y han proporcionado al colectivo artístico las herramientas necesarias para desarrollar nuevos lenguajes expresivos.

En el caso de las técnicas aditivas, la estampa resultante nos habla del uso de dichos materiales y procedimientos en la fase de creación de la matriz. En la estampa podemos observar el reporte de aquellos, junto con otros objetos tridimensionales, o elementos naturales (imagen 4), incorporados a la matriz. No se trata tanto del aporte de materia real a la superficie del papel, sino de la transferencia de las características formales-texturales de cada objeto-elemento.

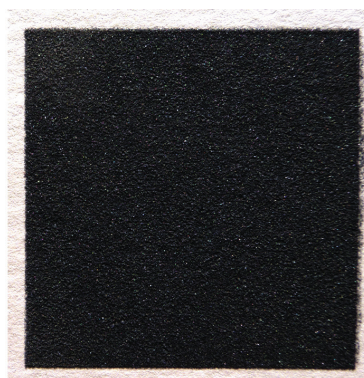


4 / Matriz creada mediante técnicas aditivas

5 / Estampa

La estampación de estas matrices difiere sustancialmente cuando son estampadas con o sin la aplicación de tinta. En el primer caso, al intervenir la tinta, se potencia el carácter volumétrico del material, por el contrario, en la estampación sin tinta, este carácter queda matizado por la incidencia y la dirección de la luz que generará sombras en uno u otro sentido variando nuestra percepción del volumen.

En la serigrafía de áridos obtenemos una sensación visual de textura que puede resultar similar, pero en este caso, el medio técnico nos permite la incorporación del material mismo, el árido, que aporta tangibilidad a la impresión. No se trata pues de evocar el material, sino de trasladar la presencia física del mismo con todos sus valores plásticos de color, brillo, textura, transparencia, etc. a la superficie del papel.



6 / Detalle de una estampa de collagraph realizado con SiC 240, cinta de carroceros y masilla de modelar.

7 / Impresión mediante serigrafía de SiC 240. P3 Granulometría SiC.

Existe una relación entre los resultados plásticos que se derivan de la estampación de una matriz elaborada con un árido (margen drcha. imagen 6), como puede ser el carburo de silicio, y la impresión del mismo mediante serigrafía (imagen 7), pero ambos procedimientos difieren en su desarrollo técnico, y por lo tanto, en las estrategias que llevaremos a cabo cuando nos enfrentemos a cada uno de ellos durante el proceso de creación. La estampa de la izquierda está realizada con técnicas aditivas, empleando en la fabricación de la matriz masilla de carroceros a la cual se le ha añadido SiC 240, y cuya estampación se ha realizado entintando en talla más un chiné-collé.

Comparando ambas imágenes podemos observar la similitud en los valores de color, brillo y textura de la estampa del collagraph y la impresión por serigrafía del mismo árido.

En lo referido al carácter textural del árido, ambas imágenes adquieren una gran similitud, no obstante, en las técnicas aditivas el grano del árido genera un volumen cóncavo tras su estampación, se hunde en el papel, mientras que en la serigrafía de áridos el volumen viene generado por la incorporación física directa del material a la superficie del papel, adquiriendo un relieve "positivo". Podríamos concluir que mientras que en la estampación de las técnicas aditivas se provoca una sensación referencial al material empleado en la fabricación de la matriz, en la serigrafía de áridos es el mismo material el que aparece impreso dotando a la imagen final de una nueva presencia matérica.

Algo similar ocurre con el abanico de materiales áridos empleados en la fabricación de matrices y que es posible imprimir mediante serigrafía.

De la estampación de una matriz creada empleando arena, corindón, o carburo de silicio, o cualquier otro grano de propiedades físicas comunes, se obtiene un resultado similar en cuanto a la huella que dejan sobre el papel todos ellos, mientras que en su impresión por serigrafía, cada material, al margen de la textura que proporciona, muestra todas sus características específicas y diferenciadoras de color, brillo, transparencia, forma, textura, etc.

La serigrafía de áridos va más allá del aspecto textural del grano, incidiendo en sus características de color, brillo, forma, transparencia, y ampliando el espectro formal del carácter textural de este material.

Entendemos que tanto las técnicas aditivas aplicadas al grabado como la serigrafía de áridos son herramientas de las que dispone el artista interesado por las cuestiones texturales en la obra gráfica a la hora de desarrollar su trabajo.

El mestizaje de los medios gráficos puede enriquecer ambos planteamientos, a la vez que potenciar el desarrollo de experiencias gráficas mixtas que sean novedosas, algunas de las cuales podemos augurar desde aquí en base a experiencias previas llevadas a cabo durante la realización de esta tesis, como pueden ser los posibles desarrollos que pudiera tener la aplicación de la serigrafía de áridos en la creación de matrices de collagraph, permitiéndonos generar en la superficie de la matriz imágenes, por ejemplo fotográficas, que se diferenciases de las creadas manualmente por flocado de materiales.

Esta posibilidad que nos brinda la unión de ambos sistemas tiene la entidad necesaria y es de por sí lo suficientemente atractiva y rica en desarrollos técnicos, plásticos y conceptuales como para convertirse en motivo de un estudio específico en posteriores y deseables investigaciones.

### 1.3. ANTECEDENTES DE LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

Hemos creído conveniente realizar esta aproximación, evitando entrar en un estudio historicista que podría llevarnos demasiado lejos dispersando nuestra atención, para dejar constancia de que si bien es posible encontrar abundante documentación sobre las cuestiones relativas a las técnicas aditivas en el grabado, no ocurre de igual manera cuando se trata de la serigrafía de áridos.

Esto se debe a que aún hoy en día persiste una concepción de la serigrafía como una técnica que únicamente nos permite la impresión de colores planos sin variaciones de relieve o textura, salvo las posibilidades por las tintas hinchables, y otros productos imprimibles destinados a crear efectos táctiles principalmente aplicados a la impresión serigráfica sobre prendas textiles.

Somos conscientes de que esta es precisamente una definición que se ha venido usando desde hace décadas para designar las principales características de las imágenes producidas mediante impresión serigráfica, pero también creemos que al igual que ocurrió con la aparición de las técnicas aditivas en grabado, con los modernos planteamientos técnicos, materiales, conceptuales y creativos existe la posibilidad de encontrar nuevas vías de experimentación que nos ofrezcan una visión más



abierta de la serigrafía mediante la inclusión de materiales alternativos a las tintas convencionales. Para ello resulta imprescindible la incorporación normalizada de una serie de productos, como son los materiales granulares incluidos en esta investigación bajo el nombre genérico de áridos, en conjunción con los medios aglutinantes adhesivos que van a posibilitar su impresión.

Esta búsqueda de nuevos desarrollos técnicos y creativos en serigrafía cuenta con una doble motivación. Por un lado responde a un claro interés acerca de aquellas cuestiones relativas a la materia y la textura en la obra personal desarrollada en los últimos años en el campo de la gráfica y por otro lado, la necesidad de un estudio en profundidad, hasta ahora inexistente, sobre la serigrafía de áridos, materiales que por sus cualidades plásticas estimamos cuentan con un enorme potencial creativo aún por desarrollar, y que esperamos despierte un creciente interés en el colectivo de artistas gráficos, investigadores, técnicos, estudiantes y comunidad docente.

Tras un periodo de búsqueda de referentes bibliográficos llevado a cabo durante la realización del trabajo de investigación predoctoral titulado *"La serigrafía de áridos. Componentes serigráficos industriales; localización, descripción y análisis en base a sus aplicaciones al campo creativo"*, pudimos comprobar la existencia de un vacío bibliográfico tanto en el entorno técnico-industrial como en el artístico, respecto a la inclusión de materiales granulares sólidos de tamaño muy superior a las partículas de pigmentos incluidas en la formulación de las tintas de impresión serigráfica.

Los resultados gráficos que el uso de materiales como el carburo de silicio, la arena de sílice, el polvo de mármol, las microesferas de vidrio, la granalla metálica o el corindón, sólo por mencionar algunos de los recogidos en este estudio, son una mínima expresión de los materiales que podrían incluirse en la impresión.

En los últimos años, su aplicación al medio serigráfico sólo ha visto puntuales acercamientos debido, en unos casos, a la falta de normas de aplicación sistematizadas de estos materiales, y en otros, simplemente al desconocimiento de las posibilidades plásticas que sabemos poseen los áridos.

Tras la búsqueda de materiales cuya capacidad de ser impresos ya anunciábamos en nuestras primeras hipótesis, hemos comprobado la existencia de un gran número de áridos que reúnen las características de tamaño, dureza, porosidad, homogeneidad, insolubilidad, etc. necesarias para ser incluidos de manera normativa y controlable en el proceso de impresión.

Éstos, además de haberse mostrado como altamente estables en el mantenimiento de sus propiedades una vez incluidos en el proceso serigráfico, seguros en el manejo y respetuosos con la salud y el medio ambiente, reflejan de manera fiel las principales características físico-plásticas de textura, color, brillo, etc., que esperamos obtener de un árido.

Su uso se encuentra altamente normalizado en determinados sectores profesionales, por lo que resulta sencillo acceder a un abanico de materiales de alta calidad con propiedades garantizadas recurriendo a las fuentes industriales, y en el caso de otros áridos, recurriendo a los depósitos geológicos naturales<sup>8</sup>. Es por ello que le hemos dedicado especial atención a la documentación procedente de la industria química y de la construcción, y hemos profundizado en una serie de aspectos que entendemos son relevantes.

El carburo de silicio o carborundum, un producto cuyo uso resulta habitual en el campo de la obra gráfica y que va a tener una relevancia especial en este trabajo de investigación, se viene empleando desde hace décadas como material frecuente en las técnicas aditivas aplicadas al grabado. Junto con el corindón, se emplea habitualmente en talleres de litografía en el graneado y recuperación de piedras. El carborundum es el único material de los denominados áridos que cuenta con unos antecedentes claros que lo vinculan al mundo de la obra gráfica. Mientras que su uso se

<sup>8</sup> Podemos tener acceso a los materiales áridos a través de los suministradores que los comercializan en determinados sectores profesionales como la construcción o la industria química, o bien acudiendo a las fuentes naturales, es decir, depósitos geológicos naturales como playas, dunas, desiertos, ríos, estuarios, pedreras, etc., donde es posible encontrar algunos de los materiales empleados en esta tesis.

ha centrado en la creación de matrices en las técnicas aditivas para ofertar una gran variedad de reportes texturales en su estampación, lograr distintos tipos de negros matizados y muy densos, o aportar a la superficie del papel una rugosidad granular característica, los áridos en serigrafía van a intervenir como materiales activos sobre el soporte de la impresión, ya que su presencia física va a ser real, lo cual supone un nuevo planteamiento teórico-práctico no sólo en el desarrollo técnico, sino también en las posibilidades expresivas.

Tras un prolongado periodo de búsqueda no hemos encontrado ninguna referencia bibliográfica-documental específica del tema que mencione la inclusión de los áridos en el proceso serigráfico en la manera en que nosotros proponemos, no obstante, existen trabajos de investigación que pueden considerarse como antecedentes en el uso de los áridos en combinación con procesos serigráficos, que guardan una cierta relación, no en su proceso, sino en la coincidencia del uso de este tipo de materiales.

M<sup>a</sup> Milagrosa Ruiz Pacheco, en su tesis titulada *“Interrelaciones puntuales entre la fotografía y los sistemas generales de grabado y estampación. Aspectos técnicos y creativos”* de 1998 describe un sistema para la creación de matrices a partir del desarrollado por Henri Goetz. Dicho sistema, denominado grabado serigráfico al carborundo, consiste en serigrafiar un producto adhesivo sobre un soporte rígido tipo madera, tablex, cartón, metacrilato o metal, para posteriormente espolvorear carburo de silicio (SiC 180 a 800), y una vez seco, barnizar la matriz, quedando así lista para su estampación.

El sistema propuesto por Ruiz Pacheco tiene cierta similitud con el propuesto en nuestra tesis por los materiales empleados en el trabajo (adhesivo+árido), no obstante, el objeto de su investigación diverge del nuestro, no sólo por el fin que persigue, la creación de matrices, sino también por el procedimiento mismo, que guarda una mayor relación con los sistemas de flocado (un proceso ampliamente desarrollado en la industria y la creación) o las técnicas aditivas, que con la serigrafía de áridos.

En la historia del arte encontramos algunos acercamientos al uso de los áridos en serigrafía, así como experiencias que desarrollan determinados aspectos de la incorporación de materiales que permiten aportar valores texturales a la impresión serigráfica. Resulta llamativo comprobar como, pese a que artistas de la talla de Andy Warhol (cuya figura y obra forman parte de uno de los capítulos más importantes de la historia del arte contemporáneo) o Larry Bell<sup>9</sup>, que han incorporado el flocado o variaciones de esta técnica a algunos de sus trabajos realizados en serigrafía, no hemos podido dar con ninguna publicación en el campo del arte que profundice en este proceso en la que se destaquen dichas obras por el desarrollo novedoso dentro de la práctica serigráfica que supone la incorporación de estos materiales.

Por este motivo creemos necesario realizar una contextualización que nos permita establecer un nexo entre dichas experiencias y el sistema que planteamos.

Esta búsqueda de antecedentes la hemos desarrollado en tres apartados diferenciados. Un primer antecedente que podríamos definir como material, en el cual se tratan aspectos relativos al carburo de silicio y lo que supuso su inclusión en el mundo del grabado.

El árido que nos ha servido de referencia a lo largo de la tesis ocupa un papel relevante en la historia del grabado contemporáneo por el uso que de él hizo y popularizó el americano nacionalizado francés Henri Goetz, en el desarrollo de una técnica que denominó grabado al carborundo, la cual ha supuesto un punto de inflexión en las posibilidades expresivas del grabado desde mediados del siglo pasado.

<sup>9</sup> Nos referimos a los trabajos realizados por el artista americano en 1974, consistentes en una serie de 6 serigrafías de gran formato en las cuales empleó la técnica del flocado para aportar a la imagen un aspecto aterciopelado. Es la única serie en la que el artista hace uso de esta técnica.

En el caso de Warhol existe una mayor relación con el medio. Las experiencias con virutas de cristal en las famosas *“Diamond Dust Series”*, pese a que fueron llevadas a cabo cinco años más tarde que las de Bell, guardan una mayor relación con el modelo serigráfico propuesto en esta tesis.

En segundo lugar tendríamos los antecedentes técnicos de la serigrafía de áridos. En este apartado se realiza un análisis del sistema del flocado en serigrafía, sistema que permite mediante la impresión de medios adhesivos la incorporación a la capa impresa de materiales, algunos de ellos granulares similares a los áridos, así como de fibras sintéticas textiles, brillantinas, terciopelo, etc. Asimismo se hace mención a sistemas como el *glittering* o el *foiling*, que al igual que el flocado y las tintas autohinchables, son de uso habitual en la serigrafía textil para la creación de impresiones con aspectos texturales o táctiles.

Por último hemos realizado una aproximación a los antecedentes de la serigrafía de áridos en la historia del arte contemporáneo, centrándonos en artistas nacionales e internacionales de las últimas cinco décadas, en cuya obra gráfica sobre papel han empleado áridos o materiales similares para dar respuesta a sus necesidades expresivas.

Se ha destacado su labor por:

- El uso que de los áridos han realizado mediante las denominadas técnicas aditivas, y que les ha permitido aportar a su obra grabada los valores matéricos y texturales propios de estos materiales, como en el caso de las series de grabados al carborundo de Joan Miró o Antoni Tàpies.
- Utilizar la serigrafía para incorporar a la superficie de la obra materiales áridos, como es el caso de las series con polvo de diamante de Andy Warhol o las poco conocidas serigrafías flocadas de Larry Bell.
- El empleo de otros materiales que comparten con los áridos sus principales características físicoplásticas, como pueden ser los papeles de lija de Eduardo Arroyo o las serigrafías con barra de pastel/óleo de Richard Serra.
- Las aportaciones tanto técnicas como materiales que resaltan los aspectos texturales, matéricos o táctiles, que el trabajo del artista ha posibilitado en el campo de la obra gráfica, como las propuestas de Jesús Pastor, Manuel Silvestre o José Fuentes.

Además de todos ellos, algunos artistas contemporáneos como el irlandés Stephen Vaughan han combinado en su obra gráfica la serigrafía con otros sistemas como el grabado aditivo o el collagraph, empleando materiales áridos para extraer de cada una de dichas técnicas los resultados plásticos más acordes a sus planteamientos expresivos, al igual que en el caso de la obra de quien escribe estas líneas.



8 / Stephen Vaughan, "Rappel", 2008. Serigrafía y grabado al carborundum 70 x 100 cm.

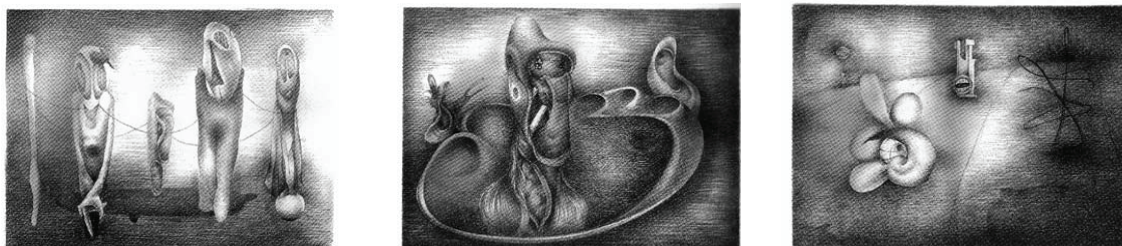
### 1.3.1. Henri Goetz y el grabado al carborundum

El carburo de silicio o carborundum ha centrado una parte importante de nuestra investigación, convirtiéndose por sus óptimas propiedades físicoplásticas y su gran disponibilidad granulométrica, en el material de referencia y paradigma de los áridos a la hora de valorar las potencialidades de otros materiales granulares para ser incluidos en el proceso serigráfico.

El carborundum ocupa un importante lugar dentro de la historia reciente de la obra gráfica, sobre todo a partir de finales de la década de los sesenta, cuando el artista norteamericano Henri Goetz (Nueva York 1909) publicó en 1969 su libro "*Gravure au carborundum. Nouvelle technique de l'estampe en taille douce*"<sup>10</sup>, y posteriormente un artículo titulado "*Une nouvelle technique de gravure*" (nº 8, marzo de 1973), en una de las revistas de grabado más prestigiosas de la época, *Les Nouvelles de l'Estampe*.

Goetz, americano de nacimiento y posteriormente nacionalizado francés, comenzó sus estudios de arte en la Universidad de Harvard para continuarlos a partir de 1930 en París, donde entraría en contacto con el entorno artístico de Montparnasse.

Su primer contacto con el grabado se remonta a 1938, momento a partir del cual abandona paulatinamente la pintura para centrarse en la litografía, pero no será hasta 1949 cuando su obra gráfica adquiera una verdadera entidad, año en el cual comienza a experimentar con otras técnicas y realiza sus primeras exposiciones con el recién fundado grupo *Graphies*, compuesto por más de una veintena de artistas entre los que se encontraban figuras como Jacques Villon, Jean Fautrier, Roger Viellard, Sylvain Durand entre otros.



9 / Henri Goetz, "*Explorations*", 1947.

Tres de las litografías realizadas por Goetz para la ilustración de un libro de poemas de Francis Picabia.

En 1950, el mismo año que Johnny Friedlaender junto con Albert Flocon y Georges Leblanc funda en París el taller de grabado *Atelier de l'Ermitage*, y William S. Hayter regresa de Estados Unidos y reabre el *Atelier 17*<sup>11</sup>, Goetz, tras experimentar con las distintas técnicas del grabado, comienza una etapa de investigación en el medio buscando materiales y procedimientos que le permiten trasladar a la estampa aquellos elementos habituales de sus anteriores trabajos, una obra fundamentalmente pictórica repleta de aspectos matéricos.

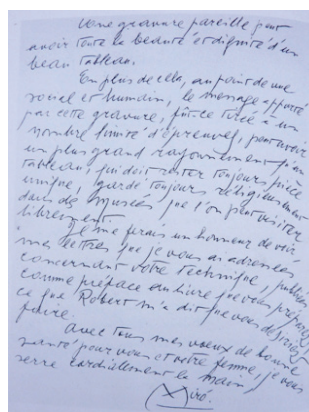
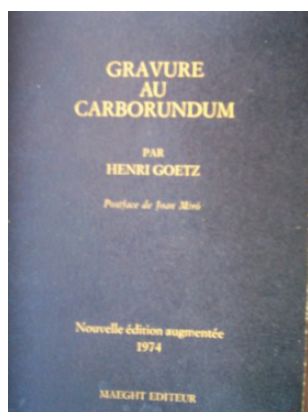
En esas mismas fechas, Roland Ginzler desarrolla un procedimiento similar basado en el uso de una laca nitrocelulósica aplicada a una superficie de cartón prensado sobre el cual espolvoreaba carburo de silicio, y posteriormente incorporaba papeles y otros materiales texturados, no obstante, dichas experiencias afines al grabado aditivo no tuvieron la misma repercusión que el sistema desarrollado por Goetz.

10 GOETZ, H. *Gravure au carborundum: Nouvelle technique de l'estampe en taille douce*. Ed. Maeght. Paris 1968. Revisado en 1974.

11 JOSIMOV, S. *L'oeuvre gravé de Henri Goetz*. Universidad de París IV. Sorbona. Paris 2010. p 53.



En la década de los 60 Goetz combina un elevado dominio de la stampa con las investigaciones en técnicas y materiales, hasta que en 1969, la editorial Maeght publica un pequeño manual en el cual se recogen sus experiencias llevadas a cabo en años anteriores con el carborundum. Se trata de una modesta pero concisa publicación de poco más de cincuenta páginas y siete capítulos, en la que se detallan las principales características del material, los productos necesarios, los procedimientos técnicos para elaborar las planchas, así como las posibilidades técnicas y los efectos que es posible obtener.



10 / Portada de la segunda edición revisada de 1974 de "Gravure au carborundum", de Henri Goetz, editada por Maeght, y la carta de Joan Miró que sirve como postfacio.

La invención de la técnica fue el resultado de años de investigación, no de una búsqueda de un material en concreto, sino de un prolongado proceso de experimentación que desarrolló en múltiples direcciones.

Goetz cultivó una productiva relación con sus amigos, impresores profesionales, artistas, y químicos, como Éric Schaeffer, quien además de ser grabador amateur, le dió la idea de adherir los granos de carburo de silicio a la superficie de la plancha con Rodhopas B<sup>12</sup>, un polímero de acetato-vinilo, o Marc Havel<sup>13</sup>, ingeniero técnico del laboratorio químico de la marca Lefranc-Bourgeois. Havel, conocido por su genio y pasión por las artes, dedicó una buena parte de su vida a la búsqueda, experimentación y desarrollo de nuevos materiales y productos aplicables a la creación plástica, algunos de ellos, como la laca vinílica *Flashe*, de la cual Goetz hace un nuevo uso, aparecen recogidos en su tratado de 1969.

Gracias a las múltiples colaboraciones con sus colegas, discusiones, cientos de pruebas y esfuerzo común, en 1967 Goetz desarrolla los principios del grabado al carborundum, o polvo de carburo de silicio, material "descubierto" el 28 de febrero de 1893 por el americano Edward Goodrich Acheson (1856-1931) mientras trataba de encontrar el modo de fabricar diamantes artificiales a partir del esmeril.

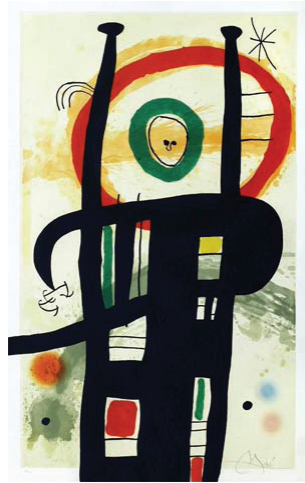
El grabado al carborundum, que en aquel entonces recibió el nombre de "le procédé Goetz" (el proceso Goetz), alcanzó una amplia notoriedad entre el colectivo de artistas, grabadores, y técnicos, ya que permitía obtener unos resultados novedosos de forma rápida y sencilla. Fue tal el éxito,

12 Goetz experimentó con distintos medios adhesivos, entre ellos una mezcla de blanco de titanio o negro de humo, alcohol de quemar, acetato de amilo y el Rodhopas B en polvo fino, que junto con otras combinaciones de productos aparecen recogidas en su famosa publicación de 1969.

13 Marc Havel es autor y coautor de distintos tratados sobre técnica y materiales de pintura como *La Technique du tableau*. Editions Dessain et Tolra, Francia 1974.

que tras apenas cinco años de la publicación, en 1974, vería la luz una segunda edición, también editada por Maeght.

Su relación con la editorial hizo posible que el catalán Joan Miró<sup>14</sup>, quien trabajaba desde hacía varios años con la misma, fuera uno de los primeros artistas que tuvo contacto con la técnica del carborundum. Emocionado, Miró escribe a Goetz dejando patente su interés por este nuevo procedimiento, que una vez conocido, se apresura a introducir en su obra gráfica pocos años antes de la primera publicación de Goetz. Poco después es Goetz quien anima a Miró a introducir parte del contenido de aquellas cartas como postfacio a la segunda y revisada edición de "*Gravure au carborundum*".



11 / Joan Miró, "*Le grand ordonnateur*", 1969. Grabado al carborundum, aguafuerte y aguatinta, 105,4 x 67,9 cm.

12 / Antoni Clavé, "*S/T*", 1998. Grabado al carborundum, 76 x 56 cm.

Goetz enseña su procedimiento a amigos cercanos, artistas y grabadores, como Antoni Clavé, Max Papart, Hartung, Bazaine, Dikran Dadérain o Denise Zayan, quienes se apresurarán a hacer un uso personal del mismo.

Desde entonces, son incontables las variaciones que se han realizado partiendo de la técnica de Goetz, así como las experiencias que se han llevado a cabo con el carborundum en el campo de la obra gráfica. La práctica totalidad de ellas se han desarrollado dentro de las denominadas técnicas aditivas, empleando el carborundum como elemento constructivo de la matriz que permite obtener sugerentes texturas en su impresión, así como una calidez característica de distintos matices de negro.

La serigrafía de áridos, tal y como nosotros la entendemos, no se presenta como una versión del grabado al carborundum, sino como un desarrollo técnico, teórico y plástico tangencial, en un medio como la impresión serigráfica, el cual no había participado de las potencialidades expresivas de la impresión directa de dicho material. Estos procesos no sólo son perfectamente compatibles, sino que encuentran un punto de unión en los intereses plásticos y los materiales (carborundum y adhesivo) que suponen la base de ambos procedimientos.

14 La obra gráfica de Joan Miró, concretamente los grabados al carborundo realizados entre 1967 y 1973, han sido analizados en esta tesis, y constituyen uno de los apartados dedicados a la obra gráfica de artistas contemporáneos que han empleado materiales que hemos incluido dentro de la denominación de áridos. Hemos creído conveniente reseñarla en este punto debido no sólo a la relación del artista con Goetz, sino también porque se trata de uno de los primeros artistas que la usó en base a los planteamientos técnicos que éste propuso en su tratado. El volumen de grabados al carborundo realizados por Miró en ese periodo de tiempo es muy considerable, cerca de un centenar de planchas de medio y gran formato en menos de seis años, lo cual nos da una idea de hasta que punto se trata de un trabajo que desarrolló en profundidad las posibilidades plásticas del sistema propuesto por Goetz.

La adherencia del carborundo a distintos soportes conformadores de matrices ha sido objeto de estudio en los distintos campos de la creación gráfica, desde el sistema propuesto por Goetz, pasando por el flocado por serigrafía de matrices de cartón, hasta los desarrollos más modernos de fotocarborundo por transferencia de toner de fotocopia<sup>15</sup>, emulsión de Diazo o goma arábica.

No tratamos de sustituir, renovar, o modificar los principios del grabado al carborundum y el resto de sistemas que hacen uso de este material; la serigrafía de áridos busca posibilitar un nuevo lenguaje en el campo de la obra gráfica.

Tratamos de aportar nuevos desarrollos técnicos que permitan la inclusión de otros materiales granulares además del carborundum, que poseen una serie de cualidades fisicoplásticas novedosas, y facilitar así el acercamiento de artistas, grabadores o no, desde una nueva óptica creativa a los aspectos texturales y matéricos en serigrafía, un terreno que como veremos más adelante cuenta con varias experiencias previas dentro del panorama artístico contemporáneo.

### 1.3.2. Antecedentes técnicos en la serigrafía de áridos

Hemos encontrado acercamientos desde otros terrenos del grabado, como son las técnicas aditivas, que comparten el uso de uno de los materiales descritos como áridos, el carburo de silicio, así como desarrollos técnicos en serigrafía industrial, como el flocado, que permite la adición de materiales sólidos a una capa impresa.

La referencia más directa la encontramos en la tesis doctoral de María Milagrosa Ruiz Pacheco "*Interrelaciones puntuales entre la fotografía y los sistemas generales de grabado y estampación. Aspectos técnicos y creativos*", en la cual la autora describe de manera introductoria varios sistemas para incluir en la impresión serigráfica carburo de silicio, arena y polvo de mármol.

Como vemos, el carburo de silicio es el punto de encuentro de estos tres referentes con la serigrafía y los áridos, pero en ningún caso se profundiza en las posibilidades del trabajo de la serigrafía de áridos.

En los siguientes apartados se describen los procedimientos arriba mencionados, estableciendo los paralelismos y diferencias que existen entre ellos y el sistema propuesto en esta tesis.

#### 1.3.2.1. El flocado

El flocado es una técnica que permite aportar a la capa impresa una serie de valores hápticos mediante la adhesión de fibras textiles electroconductoras. Estos materiales se utilizan para decorar todo tipo de prendas, elementos textiles y decorativos.

Antes de desarrollar las bases de esta técnica creemos importante reseñar como el término flocado se emplea con frecuencia en catálogos y publicaciones especializadas en el arte gráfico para referirse a la incorporación en la superficie de la estampa de distintos materiales, textiles o no, que se adhieren a ella mediante la impresión previa de un medio adhesivo. Por este motivo, también emplearemos el término flocado para referirnos a dichos sistemas.

Aunque esta técnica es posible aplicarla sobre distintos soportes tipo papel, plástico, madera, cuero, metal, vidrio, etc., es en el campo de la impresión textil donde mayor uso se ha hecho del flocado.

El flocado se basa principalmente en la impresión de medios adhesivos específicos (Sericol Flock Transfer FT o similares), generalmente aglutinantes de fusión plastisoles, adhesivos a base de disolventes y dispersiones adhesivas acuosas<sup>16</sup>, sobre la totalidad del soporte o la zona de imagen a

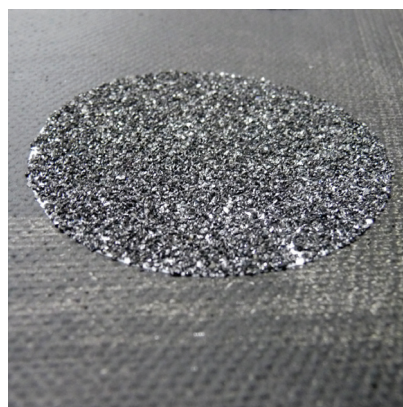
15 Estas experiencias llevadas a cabo por Jesús Pastor, José Fuentes y nosotros mismos han sido desarrolladas más adelante en el apartado 1.3.2.2. donde se hace referencia al fotograbado al carborundo.

16 MARÍN LIRA, R. *Sistemas formadores de tejidos especiales*. Universidad Nacional de Ingeniería de Lima. Facultad de Ingeniería Química y Textil. Perú 2003.

“flocar”, la cual se espolvorea con el material que se desea añadir, generalmente partículas de fibras sintéticas denominadas *flocks*.

Estas fibras poseen propiedades electroconductoras que posteriormente debido a un proceso electrostático se adhieren otorgando un aspecto aterciopelado a la impresión.

Una versión más moderna del flocado es la que emplea papeles con una capa que incorpora fibras del material a flocar, el cual se coloca sobre el adhesivo previamente impreso al cual se adhiere una vez transcurrido un determinado tiempo de secado. Mediante planchado por calor el material se desprende del papel fijándose al adhesivo<sup>17</sup>.



13 / Pintura y serigrafía con flocado de SiC 150 en la obra de Lena Wybraniel, estudiante de la facultad de BB.AA. de la Universidad del País Vasco.

14 / Detalle del flocado de SiC 150.

Los flocados se componen de tres elementos principales: el soporte, el adhesivo y el *flock*, que constituyen 3 sustratos diferenciados. Este es uno de los aspectos que diferencia el flocado de la serigrafía de áridos, donde adhesivo y árido (el *flock* en esta técnica) forman un único sustrato.

Según el tipo de *flock* utilizado se consiguen superficies similares a la felpa, el terciopelo o a la de un artículo de pelo. En su mayoría son fibras de algodón, poliamida, poliéster o poliacrilonitrilo, materiales todos ellos electroconductores y afines a la humectación. Debido a sus propiedades electroconductoras, en la fabricación de los *flocks*, sobre todo en el caso de las fibras sintéticas, es decisivo controlar las condiciones de calor y humedad para obtener un resultado satisfactorio.

Una vez depositado el *flock* sobre el adhesivo se le aplica un campo electrostático donde la fibra se carga desplazándose de forma continua en función de la orientación del campo eléctrico creado.

Tras el flocado, la impresión se hace pasar por un sistema de secado a alta temperatura, ya que en muy pocas ocasiones se consigue el correcto secado del adhesivo a temperatura ambiente. En las impresiones sobre textil las prendas han de ser sometidas a un sistema de planchado y secado que requiere del uso de sistemas de aire caliente que alcanzan temperaturas superiores a los 100 °C para conseguir fijar de manera permanente dichos elementos al soporte.

Una vez seco, en todos los casos es necesario retirar los restos de *flocks* no adheridos mediante cepillado mecánico.

Otros sistemas que mediante serigrafía permiten aportar a la impresión matices de textura y brillo son los denominados *glittering* y *foiling*.

17 Para ampliar la información sobre la impresión serigráfica textil y el sistema del flocado recomendamos la publicación “*Dyeing and screen-printing on textiles*” de Joana Kinnersly-Taylor. Ed. A&C Black. Londres 2003.

En el *glittering* se imprimen tintas con una determinada carga de virutas metálicas, de un tamaño muy inferior a los áridos recogidos en este estudio, que además del brillo metálico característico aportan una cierta aspereza a la superficie de la impresión.

En el caso del *foiling*, se emplean bases adhesivas termofusibles, sobre las cuales, una vez secas, se aplica mediante planchado por calor una lámina similar al pan de oro que aporta a la impresión un aspecto brillante y completamente liso.

En cualquier caso, y asumiendo que desde cierto punto de vista el flocado y el resto de técnicas descritas guardan una cierta relación con la serigrafía de áridos, las hipótesis que planteamos se diferencian sustancialmente de ellas tanto en los procesos que llevamos a cabo antes de la impresión, del mismo proceso de impresión y de los resultados a obtener.

Creemos importante señalar aquí como el flocado textil y la serigrafía de áridos difieren en:

- El desarrollo técnico. En la serigrafía de áridos los materiales granulares se incorporan al proceso de fabricación del compuesto a imprimir, no a la capa impresa, permitiéndonos controlar totalmente la carga total de producto a depositar sobre el soporte.
- Los materiales que intervienen mayoritariamente en el flocado son fibras textiles que aportan a la impresión un aspecto aterciopelado, mientras que el espectro de materiales imprimibles mediante serigrafía de áridos se centra en partículas granulares.
- Los materiales, o *flocks*, deben ser electroconductores, por lo que existe una limitación mayor en el número y tipo de materiales a incorporar a la impresión.
- El control de las cargas de material incluido. En el flocado el material se espolvorea y se deposita sobre la capa de adhesivo, y posteriormente se agita para que éste se cubra totalmente del material a adherir, por lo que puede variar de una a otra impresión.
- La distribución de los materiales sobre el soporte, a diferencia del flocado, es mucho más controlada en el caso de la serigrafía de áridos.
- Los principales soportes del flocado son prendas o elementos textiles, por lo que los materiales que intervienen en la impresión (adhesivos y cargas) estarán en función del uso que de ellos se va a hacer.
- Tanto en la fabricación de los *flocks*, como en su impresión y fijación al soporte, las condiciones de humedad y calor son decisivas.
- En el flocado es muy complicado lograr la correcta fijación del material sin sistemas de secado a alta temperatura.
- El tiempo medio de secado en una capa flocada es muy superior al de la serigrafía de áridos.
- Una vez seco es necesario limpiar los restos de *flocks* no adheridos al soporte, perdiéndose parte del material.
- La serigrafía de áridos permite la superposición de capas impresas, mientras que en el caso del flocado, este "efecto" se imprime siempre en último lugar, por lo que no permite superponer impresiones.
- La serigrafía de áridos permite trabajar por transparencias de una manera controlada.
- Una vez secas, las impresiones por serigrafía de áridos sobre papel pueden almacenarse con completa normalidad (respetando unos márgenes de apilamiento para no marcar los reversos de los papeles), algo que ha de realizarse de manera individual en el caso del flocado para evitar que el peso de otras impresiones las arruine.

Por lo tanto, pese a que el flocado y la serigrafía de áridos tienen puntos en común, consideramos que estos argumentos son suficientes para entender el desarrollo técnico que planteamos en esta



tesis no como una evolución o mejora del flocado (ya que no perseguimos los mismos fines), sino como una manera autónoma de operar en serigrafía que tendrá sus propios parámetros técnicos y de actuación, y posibilitará otro tipo de desarrollo plásticos.

Las tintas autohinchables, divididas entre tintas hinchables o *Puff*, y tintas HD o *High density* son aquellas tintas que por sus propiedades y tras someterlas a un proceso de secado, aumentan considerablemente su volumen aportando un aspecto gomoso o esponjoso, según la tinta empleada, a la impresión. El uso de estas tintas puede alterar los valores de relieve y textura de la imagen impresa, pero este, pese a estar relacionado con él, no es el punto central de nuestra investigación, motivo por el cual no entraremos a detallar sus posibles aplicaciones a la serigrafía artística<sup>18</sup>.

### 1.3.2.2. El fotograbado al carborundo

El fotograbado al carborundo, o sencillamente fotocarborundo, es una técnica que permite realizar matrices con carburo de silicio a partir de imágenes fotográficas. Esto puede hacerse de diversas maneras empleando productos tales como el toner, la goma arábiga o la emulsión de Diazo que nos permiten adherir el carborundo a la superficie de una matriz.

El fotocarborundo a través de toner de fotocopia es un proceso desarrollado por Jesús Pastor<sup>19</sup> en 1990, mediante el cual es posible crear una imagen fotográfica con carborundo a partir de una fotocopia de toner sobre papel. El proceso busca la transferencia de dicha imagen a la superficie de un determinado material rígido (el propuesto en el estudio es el cobre) que se convertirá en matriz estampable.

La creación de la matriz se realiza en dos fases diferenciadas, una primera en la cual se transfiere el toner de la imagen por calor y presión a la superficie rígida del soporte, y una segunda, en la cual el carburo de silicio (propuesta de granulometría desde el SiC 150 al 1000) previamente preparado se espolvorea sobre el toner candente, que manteniendo el referente de la imagen original incorpora los granos a su superficie.

Después se le aplica una capa de barniz, con el fin de reforzar la adherencia del toner y el carburo de silicio, obteniéndose así una matriz susceptible de ser estampada.

Otro procedimiento es el desarrollado recientemente por José Fuentes, denominado Foto-carborundo a través de transferencia de fotocopia con goma arábiga. De nuevo, Fuentes centra su interés en la cuestión matérica en la estampa, y desarrolla un procedimiento que le permite obtener imágenes de origen fotográfico con carborundo combinando esta alternativa con todos los recursos de creación directa de imágenes.

Este procedimiento se fundamenta en la transferencia de la imagen fotográfica a través de la fotocopia, reforzándola con tinta siguiendo un proceso que conduce a que la imagen quede conformada sobre la matriz con tinta de estampación. Sobre la tinta de estampación se espolvorea el carborundo, que quedará adherido a ella, y una vez seca esta capa, se refuerza aplicando barniz con una pistola pulverizadora, de manera que se obtiene una matriz estable y lista para su estampación.

El tercero de los métodos propuestos se basa en una serie de experimentaciones llevadas a cabo por nosotros mismos durante la realización del trabajo de suficiencia investigadora de 2006 en la búsqueda de un procedimiento que nos permitiera crear imágenes fotográficas, manuales o mixtas sobre distintos soportes que posteriormente se convertirían en matrices estampables.

Para ello serigrafiamos emulsión líquida de Diazo empleando pantallas de poliéster de 43h/cm, que nos permiten crear un mayor depósito sobre el soporte<sup>20</sup>, y mientras la emulsión permanece

18 Publicaciones como *"Innovative printmaking"* de Telma R. Newman, publicada en 1977, analizan más detalladamente el uso de estas tintas serigráficas.

19 Las investigaciones en este campo se recogen en la publicación de Jesús Pastor y José Ramón Alcalá *"Procedimientos de transferencia en la creación artística"*. Servicio de publicaciones Excm. Diputación Provincial de Pontevedra. 1997.

20 En aquel momento cartón piedra, cuya superficie trabajábamos con un papel de lija fina P400 para mejorar la

húmeda espolvoreamos carburo de silicio, que en función de la granulometría elegida variará su textura superficial. Colocamos sobre ella un acetato, y con la ayuda de un rodillo duro presionamos levemente para fijar los granos de carburo de silicio a la emulsión.

Posteriormente se deja secar al sol de manera que la emulsión vaya endureciendo, y una vez que alcanzada la rigidez necesaria, la insolamos varios minutos (8-10 con lámpara de 2500W) de manera similar a como lo haríamos con una pantalla de serigrafía, consiguiendo así un curado y endurecimiento total de la emulsión. Al igual que en los procedimientos propuestos por Jesús Pastor y José Fuentes, la aplicación final de una capa fina de barniz refuerza no sólo la adhesión del carburo de silicio, sino que también protege a los soportes porosos de la acción de disolventes y otros productos.

Estos procedimientos permiten crear a partir de imágenes fotográficas matrices con carburo de silicio u otros materiales granulares de alta dureza.

### 1.3.2.3. La fotoserigrafía matérica

Frente a los habituales procedimientos de impresión serigráfica que otorgan cualidades de planitud y uniformidad a la capa impresa, esta técnica permite dotar a la imagen de una serie de cualidades táctiles y matéricas.

La fotoserigrafía matérica aparece reseñada en el apartado III.5.2. de la tesis doctoral de María Milagrosa Ruiz Pacheco "*Interrelaciones puntuales entre la fotografía y los sistemas generales de grabado y estampación. Aspectos técnicos y creativos*", presentada en la Universidad de la Laguna en 1998.

El trabajo de Ruiz Pacheco representa la primera y única referencia bibliográfica a un sistema similar a la serigrafía de áridos, y pese a no entrar en detalle en los aspectos fundamentales del proceso, destaca varios elementos en común con las hipótesis desarrolladas en esta tesis, analizando la posibilidad de imprimir directamente materiales granulares. Para ello propone los siguientes sistemas:

**1 | Fotoserigrafía con aditivos:** basada en la incorporación de elementos matéricos a la imagen. Una vez impresa la tinta o medio adhesivo, y mientras la capa impresa mantiene la humedad, se espolvorea la carga matérica deseada. Es un procedimiento similar al flocado.

**2 | Estampación serigráfica con productos matéricos:** se diferencia de la anterior en la inclusión de cargas de materia en el producto a imprimir, solucionándose así los problemas de adherencia. Esto se puede lograr añadiendo una carga de materia granular o en polvo a la tinta de impresión, o bien empleando tintas industriales para el recubrimiento y protección de materiales metálicos, tipo Oxirón, de la casa Titán.

La autora desarrolla la posibilidad que los dos sistemas arriba descritos nos ofrecen para crear matrices estampables. Este proceso de creación de matrices sobre distintos soportes supone una muy interesante aportación a las técnicas aditivas, ya que permite la creación de imágenes a partir de un original fotográfico que adquiere los valores matéricos y texturales que se pueden conseguir empleando carburo de silicio.

Entendemos que el objeto de esta tesis doctoral difiere del nuestro y que la cuestión de la serigrafía matérica representa un aspecto puntual dentro de dicha investigación, razón por la cual, la autora no profundiza en aspectos que para nosotros resultan esenciales, y que marcan la diferencia entre aquel trabajo y el nuestro, a saber:

adherencia de la emulsión. Este procedimiento también se empleó sobre matrices de cobre trabajadas previamente al aguafuerte/aguatinta, obteniéndose resultados muy satisfactorios, y cuyas potencialidades hemos continuado desarrollando.

- La ampliación de la gama de materiales susceptibles de ser impresos (que no añadidos a una capa impresa en estado húmedo).
- La posibilidad de emplear medios adhesivos no específicos de serigrafía.
- El uso de productos de base acuosa sustitutivos de las tintas convencionales de serigrafía.
- La mejora que en dicho proceso supone el uso de productos especiales como las emulsiones de alto contenido en sólidos frente a las tradicionales de Diazo.
- La importancia de la correcta relación entre la granulometría y las propiedades del tejido serigráfico.
- El establecimiento de los parámetros granulométricos de cada uno de los distintos áridos y la lineatura de las pantallas.
- La descripción de las propiedades que deben reunir los materiales a imprimir.

Asimismo, los parámetros operativos establecidos por Ruiz Pacheco en su tesis encuentran una mayor limitación en varios aspectos.

Los principales materiales granulares propuestos son carburo de silicio, arena y polvo de mármol, aunque indica la posibilidad de incorporar otros materiales, pese a lo cual deja fuera del estudio la mayoría de materiales granulares analizados en nuestra tesis.

El rango granulométrico con el cual permite operar es mucho menor, ya que la lineatura de tejido propuesta abarca de 90 a 43 h/cm, por lo que resultara imposible imprimir áridos con un tamaño superior a 36,5 micras, el equivalente SiC 280, que son precisamente los que mayor presencia matérica poseen una vez impresos. El interés en lo fotográfico centra dicha investigación, por lo que para respetar la fidelidad con el original emplea pantallas más cerradas y granos de mucho menor tamaño (propuestos entre el 180 y el 800. A partir del 320 se trata de un polvo fino como la harina), lo que le permite lograr una mayor definición, y a su vez un menor valor textural.

Estos son sólo algunos de los aspectos que entendemos diferencian la estampación serigráfica con productos matéricos de la serigrafía de áridos, no obstante, los planteamientos originales de Ruíz Pacheco no sólo son perfectamente viables, sino que representan un primer acercamiento desde la óptica propia de una investigación rigurosa a la impresión de áridos.

Compartimos las apreciaciones realizadas por la autora, y estamos de acuerdo con ella en el potencial que encierra el trabajo con áridos en serigrafía. Su trabajo constituye sin duda un referente imprescindible para nuestra tesis, que lejos de pretender reclamar una autoría sobre este sistema, busca sistematizarlo, describiendo y normalizando el uso de materiales y procedimientos que permitan aumentar las potencialidades plásticas de la serigrafía desarrollando en profundidad los aspectos técnicos, históricos y expresivos de los áridos.

### **1.3.3. Antecedentes de la serigrafía de áridos en el arte contemporáneo**

Como hemos visto en el anterior apartado dedicado a las técnicas aditivas, en el caso del grabado podemos encontrar numerosos artistas que han sabido incorporar a su obra aquellos aspectos matéricos y texturales que estas les permiten, y en algunos casos, desarrollar un cuerpo de obra íntegro en este medio. Se han empleado materiales granulares como la arena o el esmeril en la fabricación de matrices, pero el carburo de silicio es sin lugar a dudas el árido más empleado en el grabado aditivo. Por el contrario, después de consultar abundante documentación bibliográfica, sino también a aquellas personas que directamente han tratado aspectos relacionados con dicha cuestión y verdaderos profesionales del grabado, no hemos encontrado catálogo, tratado, ensayo o publicación especializada, donde se recoja de forma exclusiva la obra de artistas que hayan hecho un uso del medio serigráfico como el que proponemos en esta tesis.



Las referencias con que contamos son escasas, aunque no inexistentes. Por un lado tenemos la llevada a cabo por José Fuentes Esteve en el CIEC, donde el artista de Torrellano apunta de manera anticipada algunos de los elementos que darán pie a esta tesis<sup>21</sup>. En este seminario se emplearon bases adhesivas y otros productos serigrafiables sobre los cuales se espolvoreó, empleando una variación del flocado, carburo de silicio para aportar a la imagen final un nuevo aspecto de rica calidad táctil y sensorial. Este procedimiento permite adherir a la superficie de la impresión cualquier tipo de material, granular o no al margen de los áridos.

Por otro lado, la experiencia desarrollada por Peter Jones y José María Eléxpuru en el I Seminario de grabado de la Fundación BilbaoArte en 2002, algo que pudimos volver a experimentar en el curso impartido por Christian M. Walter en agosto de 2003, en el cual se realizaron las primeras serigrafías de áridos tal y como nosotros las entendemos. Este fue nuestro primer contacto con las potenciales aplicaciones de los áridos a la serigrafía, y aunque el sistema desarrollado varía en muchos aspectos técnicos y conceptuales, aquel fue el punto de partida para esta investigación.



15 / José María Eléxpuru, "Babel", 2002. Serigrafía con carburo de silicio 76 x 112 cm.

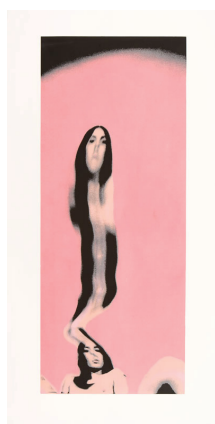
Al margen de las motivaciones personales, encontramos una serie de artistas que han empleado sistemas similares para incorporar a su obra materiales entendibles como áridos. En el plano internacional y siguiendo un orden cronológica, encontramos las serigrafías flocadas de Larry Bell, donde el artista incorpora fibras de terciopelo a la superficie de la impresión, y destacando sobre todos los demás por su trascendencia histórica, las famosas "Diamond Dust Series" de Andy Warhol, en las cuales aplica también por flocado "falso polvo de diamante"<sup>22</sup> en distintas series de serigrafías en las que trata temas clásicos como el bodegón, el paisaje o el retrato.

Igualmente destacables son algunos de los trabajos realizados por el artista madrileño Eduardo Arroyo dentro de la serie "Entre pintores", realizada entre los años 1975 y 1976, y "Deshollinadores",

21 José Fuentes es uno de los artistas cuya obra hemos reseñado en los antecedentes de la serigrafía de áridos, no sólo por experiencias como esta, sino también por su dilatada carrera como investigador e innovador en el grabado, la cual le ha llevado a desarrollar multitud de procedimientos novedosos para satisfacer necesidades expresivas personales, espíritu que compartimos. Muchos de estos procedimientos originales están relacionados por cuestiones matéricas, texturales y sensoriales con los desarrollos técnicos, materiales y plásticos planteados en la serigrafía de áridos.

22 Decimos "falso" porque en realidad se trata de un derivado cristalino en polvo empleado como submaterial en la industria de la joyería, y no verdadero diamante triturado, ya que este material, además de su elevado coste económico, no se comporta durante la impresión de manera correcta, y en su impresión resulta más terroso que el polvo de vidrio. Pese a ello, en distintos catálogos especializados aparece señalado como polvo de diamante en las fichas técnicas de las obras, y con este nombre se le conoce en la historia del arte, motivo por el cual hemos decidido mantener dicho término.

durante las décadas de 1970 y 1990. En esos trabajos, Arroyo presenta una serie de *collages* donde para componer los cuerpos de sus figuras emplea distintos tipos de papeles de lija, que no son otra cosa que carburo de silicio de distinta granulometría adherido a la superficie de un papel.



16 / Larry Bell, "Untitled#4", 1974. Serigrafía y flocado 213,4 x 106,7 cm.

17 / Andy Warhol, "Joseph Beuys", 1980. Serigrafía y polvo de diamante 51 x 41 cm.

Otros artistas que han empleado anteriormente los papeles de lija como materia prima en su trabajo son Joan Miró o Maurice Cockrill. El artista catalán realizó finales de los años 20 y durante la siguiente década varios *collages* y pinturas en los cuales incorpora papeles de lija. Maurice Cockrill, en sus trabajos de los años 90 sustituye la tela de los bastidores por pequeños papeles de lija sobre los cuales aplica directamente óleo. Ambos artistas emplean la superficie texturada del papel de lija como un fondo sobre el cual componer a partir de distintos elementos pegados, y emplean la pintura para elaborar el motivo central de la imagen.

Joan Miró, quien tuvo una gran relación con Goetz fue uno de los primeros artistas en emplear el carburo de silicio en su obra en base a los parámetros descritos por este en su publicación.

Las experiencias de aquellos que comprobaron los resultados plásticos derivados de la impresión de materiales poco convencionales en serigrafía, como el polvo de diamante o las fibras flocadas, o bien, del carburo de silicio que compone la superficie de los papeles de lija como elemento constructivo y soporte de la obra, confirman las posibilidades que estos materiales nos brindan para desarrollar nuevas estrategias de trabajo.

Resulta evidente que la textura visual que aportan los materiales granulares a la superficie del soporte, el brillo del polvo de diamante, la aspereza de la lija, o el aspecto aterciopelado de la fibra textil aplicado mediante flocado o cualquier otro procedimiento sobre un determinado soporte, sea un papel de grabado o un lienzo, ha atraído a numerosos artistas en distintos momentos de la historia del arte contemporáneo.

Son innumerables los que a lo largo de la historia reciente han desarrollado estos u otros aspectos del grabado relacionados con la manipulación de las superficies, desde los trabajos con relieves y gofrados, las superficies labradas de Pierre Courtin, Günter Ueker u Omar Rayo, los flocados y grabados al carborundum de Antoni Tàpies, los relieves de Rolf Nesch, las superficies desgarradas de la obra de Lucio Fontana, las texturas de Alberto Burri, las gravitaciones de Eduardo Chillida, etc.

Cada uno de ellos lleva a su terreno, adaptando a su manera de crear aquellos valores que le permiten desarrollar un trabajo en el cual se evidencia el interés por los valores texturales y matéricos que es posible lograr en la superficie de la obra empleando las distintas técnicas gráficas, y en el mejor y más deseable de los casos, aportando las soluciones técnico-materiales que lo hacen posible.



18 / Joan Miró, "Collage-Peinture", 1934. Óleo, lápiz grafito, tinta pulverizada y collage sobre papel de lija. 37 x 23 cm.

19/ Maurice Cockrill, "Untitled. From the ash series", 1995. Óleo, lapiz grafito, y tinta pulverizada sobre papel de lija. 40 x 50 cm.

El relieve es un aspecto fundamental en la serigrafía de áridos que se deriva del empleo de materiales sólidos con un "cuerpo" perceptible al tacto, y que despierta a través de su observación una importante sensación de tactilidad. Esta característica que define la serigrafía de áridos no sólo la diferencia de la serigrafía convencional, sino que la sitúa en el camino de los trabajos de los artistas mencionados. Ahora bien, queremos hacer manifiesta la diferencia y el interés que para nosotros supone la percepción táctil de dichos materiales frente a los aspectos relacionados con el relieve que pueden aportar.



20 / Antoni Tàpies, "Quatre Rius de sang", 1972. Collagraph, carborundum y aguafuerte. 58,7 x 76,4 cm.

No se trata tanto del relieve en la serigrafía como de los aspectos táctiles y texturales que los áridos permiten incorporar a la impresión, que ciertamente resultan novedosos y no están exentos de un desarrollo a "contracorriente" en un medio que viene caracterizado por la homogeneidad, por no decir frialdad y planitud de las imágenes que es capaz de producir.

Por este motivo hemos realizado una selección de artistas que han cultivado en su obra los valores matérico-texturales mediante el uso de áridos, que de la misma forma han trabajado

aspectos relacionados con el volumen o el relieve en la obra gráfica, aceptando no obstante, que en ocasiones textura, relieve, materia y volumen coexisten en la superficie del papel y resulta difícil, por no decir imposible, desligar unas de las otras.

En los siguientes apartados hemos realizado un acercamiento cronológico a la obra de artistas que han encontrado en los áridos, o materiales similares, aquellos valores plásticos y expresivos que desarrollamos en esta tesis.

### 1.3.3.1. Joan Miró. Grabados al carborundo 1967-1973

*"El grabado es para mí un medio de expresión mayor.  
Ha sido un medio de liberación, de expansión, de descubrimiento."*

Joan Miró (Barcelona 1893) es sin duda uno de los artistas españoles con mayor peso en la historia del arte contemporáneo, cuya obra ha sido un punto de inflexión en el panorama artístico y ha servido como referente para las generaciones venideras.

Su figura ocupa uno de los primeros puestos en las listas de artistas más valorados y cotizados, con un cuerpo de obra amplísimo que abarca desde la pintura, a la escultura, el mural, el dibujo, los *collages* y como no, la obra gráfica, disciplina que desarrolló ampliamente a lo largo de toda su vida haciendo un uso primerizo y muy fértil del carburo de silicio.



21 / Joan Miró, "Astro y humo", 1967. Aguatinta, aguafuerte y carborundo. 76 x 56 cm.

La obra gráfica de Miró no representa un capítulo paralelo a su quehacer pictórico, sino que refleja otro Miró, centrado siempre en trascender el arte a través de otros medios como la poesía. Es precisamente en el grabado, como bien señala Jaques Dupin, donde el artista explicita su relación con este arte, su decisión de dar forma a las palabras de Benjamin Pèret, Tristan Tzara, André Masson, Alfred Jarry, Paul Eluard, o Joan Brossa, entre otros.

Los primeros grabados que Miró realiza son un importante grupo de ocho *pochoirs*, técnica que comparte los principios básicos de la serigrafía, fechados en 1928, como ilustraciones del libro de Lis Heirtz "*Il était une petite pie*". Un año después, para acompañar "*L'arbre des voyageurs*" de Tristan



Tzara realiza sus primeras litografías exclusivamente en blanco y negro, a las cuales seguirán una serie de aguafuertes (técnica que aprendió en los talleres Lacourrière de Montmartre) realizados en 1933 para ilustrar el libro de poemas "Enfances", de Georges Hugnet.

Hasta 1948, un año después de encontrar a S. W. Hayter en Nueva York, Miró no realiza litografías en color, fecha a partir de la cual comienza a utilizarlo cada vez con mayor soltura en su obra grabada.

Es a finales de 1967 cuando Robert Dutrou inicia a Miró en el uso del carborundo, material que le fascinará al momento por las calidades de negro que es posible lograr, así como por los valores matéricos y texturales que aporta a la stampa, y a cuyo uso recurrirá cada vez con mayor asiduidad desde la publicación de Goetz. La emoción de Miró es palpable en las dos cartas que escribe a éste expresando su exaltación con palabras como las que siguen:

*"...los resultados son apasionantes y muy bellos. El artista puede expresarse con una mayor riqueza y libertad...que dan una bella materia y una fuerza superior al trazo...  
Nunca se habían obtenido materias con una pujanza semejante..."*

El primer trabajo de Miró donde podemos apreciar la huella del carburo de silicio es "Astro y humo" de 1967, una estampa de medio formato donde combina las atmósferas de color logradas mediante aguainta y las líneas rasgadas del aguafuerte con el denso negro que le aporta el carburo de silicio utilizado para realzar el elemento central (el astro rojo) de la composición. En esta estampa el uso del carburo es una mera prueba, ya que poco después comienza a experimentar con toda la potencia que el material le permite a lo largo de casi un centenar de grabados repartidos en varias series que el artista catalán realiza entre los años 1967 y 1973.



22 / Joan Miró, "Trazado sobre la pared", 1967. Aguafuerte, aguainta y carborundo. 73,5 x 104 cm.

El carborundo le ha dado lo que buscaba, grabados originales, grandes y fuertes, a modo de "grabados-cuadros" destinados a la pared, no a la carpeta o los cajones casi secretos del amante de las estampas. El procedimiento permite y favorece el gran formato; en su mayoría de 104 x 72 cm, algunos de 140 x 130 cm, y el de 160 x 120 cm.

*Son grabados monumentales no sólo por sus medidas, sino también por la fuerza del trazado y la inscripción, por el brillo y la profundidad, por la proyección volcánica que los impulsa.*<sup>23</sup>

En estas composiciones de gran tamaño Miró emplea el carborundo para obtener un segundo negro en relieve que emplea para realzar aquellos trazados de resonancias caligráficas que atraviesan una escena cercana al paisaje de sus "Constelaciones".

Poco a poco el carácter matérico y la profundidad tangible del carburo de silicio van ganando presencia en la superficie de la estampa, los trazos gestuales se convierten en figuras y anti-retratos, y de ahí en grandes masas texturadas que hacen pensar en una vieja pared desgastada por el paso del tiempo, donde es la misma reminiscencia del material pétreo la que cobra un definitivo y verdadero protagonismo.



23 / Joan Miró, "Cabeza con flecha", 1968. Aguafuerte, aguatinta y carborundo. 65,7 x 50 cm.

En "Cabeza con flecha" de 1968 y "El cajero" de 1969 se puede apreciar perfectamente la voluntad de Miró de destacar los valores tangibles de la superficie negra del carborundo, hasta tal punto, que el acostumbrado tratamiento colorista de las atmósferas mironianas queda relegado a un segundo plano por la materialidad y fisicidad de éste. Las inquietudes plásticas por buscar posibilidades que alumbraran nuevas texturas llevaron a finales de los sesenta a Miró a experimentar con materiales como el cemento en relieve, pero fue su relación con Goetz y el descubrimiento del carborundo lo que definitivamente aportó al catalán el material que le permitirá responder a los nuevos planteamientos de la pintura matérica, el gesto y la mancha texturada.

### 1.3.3.2. Larry Bell. "Untitled 1-6" 1974

En ocasiones, el artista ha encontrado en los desarrollos que se producen en campos paralelos a la creación los recursos materiales y conceptuales que le posibilitan la incorporación a su obra de nuevos productos y procedimientos, permitiéndole evolucionar en su plástica personal y generar nuevos discursos.

El sistema del flocado, pese a haberse desarrollado principalmente en el campo de la impresión sobre textil en los años 60 y 70, es igualmente aplicable a la obra gráfica sobre papel.

En el año 1974, cinco años antes de que Andy Warhol presentara la primera de sus obras realizadas con polvo de diamante (el primer y mejor documentado referente en la historia del arte contemporáneo del uso en serigrafía de materiales que se ajustan perfectamente a nuestra definición

de áridos), el artista nortamericano Larry Bell (Chicago 1939) presentaba una serie de trabajos compuesta por seis serigrafías sobre papel de gran tamaño, en las cuales incorporaba fibras textiles a la superficie de la impresión mediante flocado.



24 / Larry Bell, "Untitled I, II y III", 1974.

Serie compuesta por 6 serigrafías a cinco colores y flocado de fibra sintética de terciopelo rosa. 213,4 x 106,7 cm.

La obra de Larry Bell se desarrolla principalmente en el campo de la escultura, donde reflexiona sobre las relaciones existentes entre el objeto artístico y su entorno. Su obra se relaciona habitualmente con *Light and Space*, un término empleado para encasillar a un grupo de artistas de la costa oeste norteamericana entre los cuales se encuentran James Turrell, John McCracken, Peter Alexander, Robert Irwin y Craig Kauffman entre otros, cuyo trabajo explora las experiencias resultantes de la interacción del espectador con la obra.

Las serigrafías realizadas por Bell en 1974 suponen un acercamiento único del artista al medio serigráfico, en el cual mantiene su discurso teórico, esta vez a través de la percepción visual y táctil de la obra lograda por las cualidades hápticas que el flocado aporta a la impresión, así como por las imágenes y los colores que el utiliza.

Para la realización de esta serie, Bell empleó las imágenes logradas con una cámara motorizada que giraba 360° alrededor de la modelo, produciendo una distorsión en la imagen producida por su movimiento.

Las serigrafías fueron impresas en los talleres del Graphicstudio de la Universidad de Florida del Sur, bajo la supervisión técnica de Donald Saff y Deli Sacilotto, profesores, divulgadores y fundadores de Graphicstudio en 1968, donde en las últimas décadas han trabajado artistas de la talla de Robert Rauschenberg, Jim Dine, Roy Lichtenstein, Robert Mapplethorpe, Louise Bourgeois, Ed Ruscha, Vic Muniz o Chuck Close.

Las serigrafías de 1974, además de los cinco colores que emplea para componer esa distorsión de la imagen femenina, al estilo de las deformaciones que se producen en el cuerpo del espectador en su reflejo en los espejos de las atracciones de feria clásicas, incorporan un fondo de terciopelo rosa flocado, creando una serie de imágenes muy en sintonía con los referentes psicodélicos de finales de los años 60 y principios de los 70.

A diferencia de los falsos diamantes empleados por Warhol en sus *"Diamond Dust Series"* cargados de brillo y dureza, que reflejan la luz y convierten los fondos planos en miles de pequeños puntos brillantes, el flocado de fibras textiles aporta a las imágenes de Bell una sensación de blanda calidez que estimula el tacto, muy acorde con las formas curvas del cuerpo desnudo de la mujer.

El aspecto visual/textural de la superficie aterciopelada de la impresión altera la percepción física y psicológica de la imagen por parte del espectador, interrogándole acerca de la misma naturaleza de la imagen y su relación con él.

La saturación de color rosa de las fibras, potenciada por la textura que ofrece el terciopelo flocado, inundan la visión del espectador, poniendo al ojo humano en situación de verse saturado por la superabundancia de estímulos, peligrando su capacidad de control de la percepción.

Esta serie es el único trabajo en el cual mezcla los materiales habituales del flocado con las imágenes impresas mediante serigrafía.

### 1.3.3.3. Andy Warhol. *"Diamond dust series"* 1979

Andy Warhol es sin duda una de las figuras más influyentes del mundo del arte y la sociedad del siglo XX. Dentro del enorme volumen de obra gráfica que el artista produjo a lo largo de su dilatada y polifacética vida, encontramos una serie de trabajos que guardan una estrecha relación con la serigrafía de áridos. Nos referimos a las famosas *"Diamond Dust Series"* de 1979, en las cuales hace un abundante uso de los famosos polvos de diamante (un subproducto de la industria de los diamantes que posteriormente sustituirá por polvo de vidrio molido) que el artista aplica a sus trabajos.

Warhol ha sido probablemente el artista Pop que mayor difusión dio a la serigrafía, entendiéndola como el medio idóneo que le permitió, en palabras de Bourdon "...convertirla en el eje central de una obra que giraba entorno a conceptos como la acumulación, apropiacionismo y repetición, empleados por la sociedad de consumo y la cultura de masas<sup>24</sup>".

La obra gráfica de Warhol encuentra un punto de unión con la obra pictórica precisamente en la serigrafía, técnica que el artista empleó en ambos campos.



25 / Rupert Jansen trabajando en su estudio de serigrafía en Nueva York en 1979.

*"La legitimación de la serigrafía comercial como proceso innovador dentro de la historia de la pintura es sólo una de las contribuciones de Warhol al desarrollo técnico-conceptual en el arte<sup>25</sup>".*

24 BOURDON, D. *"Warhol"*. Editorial Anagrama. Barcelona 1989.

25 GELDZAHNER, H. *"Indispensable Andy"*. Revista VOGUE. Febrero 1989. p 322.



En el comienzo de su carrera Warhol fue paulatinamente alejándose de la abstracción hacia una obra ciertamente figurativa, explotando hasta la saciedad las figuras icónicas americanas de la época, pero en los últimos años de su carrera, Warhol vuelve de nuevo su atención sobre la abstracción.

Rupert Jansen, quien sería el impresor de Warhol desde 1977 hasta la muerte de éste, había experimentado con polvo de diamante en la facultad de bellas artes.

En la carpeta "*Grapes*" edición especial D.D. (en referencia al Diamond Dust o polvo de diamante) de 1979 Jansen introduce por primera vez el polvo de diamante en la obra de Warhol. Debido al proceso que empleaba para incorporar el polvo de diamante, espolvoreándolo y moviendo la impresión para que el material se adhiriese a la tinta, cada una de las imágenes que componen la serie es única en color y brillo<sup>26</sup>.



26 / Andy Warhol, "*Grapes*", 1979. La Edición D.D. está compuesta por 6 serigrafías de 101,6 x 72,2 cm que incluyen polvo de diamante aplicado manualmente sobre una base transparente de tinta de cobalto.

Entre diciembre de 1978 y enero de 1979, con la ayuda de su asistente técnico Ronnie Cuttrone, Warhol realiza una serie de fotografías de marcado carácter geométrico a partir de las sombras producidas por maquetas de cartón rígido diseñadas con el único propósito de crear formas abstractas cuando se proyectaba luz sobre ellas.

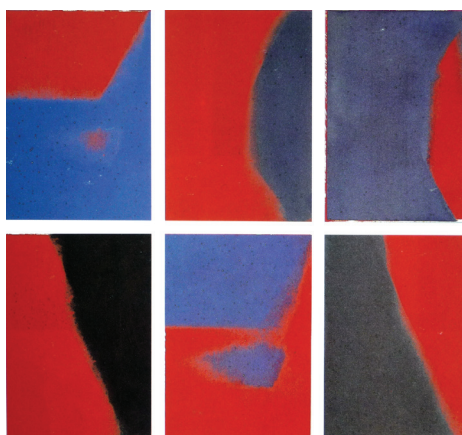
A partir de esas fotografías, Warhol realiza una serie de 41 pinturas abstractas presentadas bajo el título "*Shadows*", y posteriormente 5 carpetas con un total de 22 serigrafías sobre papel en las cuales imprime una tinta de polímero sintético más un adhesivo sobre el cual espolvorea un polvo fabricado a base de cristal triturado, que le confiere a la imagen un aspecto brillantino<sup>27</sup>.

En "*Diamond Dust Shoes Series*", Warhol retoma el motivo del zapato, uno de los primeros tratados en su carrera (en 1955 crearía la imagen de la campaña publicitaria de I. Miller<sup>28</sup>) y que retomaría en varias ocasiones. Warhol realizó una serie de dibujos sobre el tema, que posteriormente regaló a amigos y otras personalidades influyentes de la ciudad. Dos años después, en 1957 la Bodley Gallery de Nueva York exhibió aquellos trabajos conjuntamente con el libro ilustrado, "*À la Recherche du Shoe Perdu*".

26 Extraído de la nota de prensa de la exposición "*Andy Warhol: Diamond Dust & Shadows*" celebrada del 5 de enero al 23 de febrero de 2008 en la Goodward Gallery de Nueva York.

27 En un primer momento Warhol empleó auténtico polvo de diamante, aunque finalmente se decidió a incluir polvo de cristal triturado, espolvoreándolo sobre la tinta aún húmeda.

28 El resto de las ilustraciones aparecen recogidas en el libro "*Shoes, shoes, shoes*".



27 / Andy Warhol, "Shadows I", 1979. Carpeta de 6 serigrafías de 109,2 x 77,5 cm impresas sobre papel Arches 88. Todas las serigrafías incluyen polvo de diamante aplicado.

Estos trabajos, así como los dibujos realizados sobre zapatos para distintas revistas de moda le sirvieron para publicitar su trabajo. A éstos le siguieron una serie de trabajos donde distintos zapatos aparecían subtitulados con el nombre de distintas personalidades como Zsa Zsa Gabor, Mae West, Truman Capote o James Dean.

El zapato, elemento que a finales de 1950 se había convertido para Warhol en sinónimo del lujo, la fama, el *glamour* y la magia que rodeaba a las personalidades que él retrataba, vuelve a resurgir en 1979 como motivo central de su "Diamond Dust Shoes Series".

En lienzos de un tamaño comedido, si los comparamos con los trabajos realizados con la imagen de Marilyn o Mao, Warhol imprime en colores muy vivos fragmentos de fotografías de zapatos que contrastan con un fondo negro sobre el cual aplicaba el polvo de diamante<sup>29</sup>.

Los zapatos de Warhol funcionan como un reclamo, como un fetiche, un elemento con connotaciones sexuales<sup>30</sup> y referenciales al *glamour* que inunda una buena parte de su obra.



28 / Andy Warhol, "Diamond Dust Shoes", 1980. Serigrafía, acrílico y polvo de diamante aplicado. 228,6 x 177,8 cm.

En los zapatos de Warhol vemos una emergencia de efectos representativos, un aumento de elementos decorativos.

29 SHAFRAZI, T. *Andy Warhol Portraits*. Editorial Phaidon. Londres 2007.

30 Extraído de la nota de prensa publicada el 3 de Septiembre de 1999 por la Gagosian Gallery de Nueva York, con motivo de la exposición "Andy Warhol: Diamond Dust Shoe Paintings" que tuvo lugar entre el 23 de septiembre y el 30 de octubre de 1999. Esta exposición recogió la mayor selección de pinturas de la serie vista hasta entonces.

*Los zapatos de Warhol son elegantes y fríos. Además, no son una pareja, es decir, un par. Son varios y diferentes. No hay pareja, hay diferencia. Lucen impecables, no usados, casi como una imagen publicitaria. Son la inversión de la utopía. Simplemente, son. Una ironía. Una colección de objetos que parecen empeñarse en no portar más mensaje que el de su simple mostración desencantada. Desencantada y encantadora a la vez, porque brillan. Son de polvo de diamante<sup>31</sup>.*

Los efectos de brillo que se derivan del uso del polvo de diamante sobre la superficie negra que compone el fondo de la imagen se repite a lo largo de toda la serie *"Diamond Dust Shoes"*.

Posteriormente, Warhol retoma el material y lo incorpora en la serie *"Myths"*, compuesta por 10 retratos de iconos, principalmente norteamericanos, como Superman, Mickey Mouse, Howdy Doody o Uncle Sam, así como en varios de sus famosos *portraits*, retratos de distintas celebridades como Joseph Beuys, Martha Graham y David Whitney en 1980, Giorgio Armani y Francesco Clemente en 1981, Enrico Coveri en 1983 y Michael Chow, en 1984 entre otros.

Interpretaciones teóricas aparte, Warhol, fascinado por la calidad que el material aportaba a la impresión, empleó el polvo de diamante de manera continuada durante algo más de un lustro.

*Este "truco" le permitía solucionar algunos problemas, aplicándolo sobre todo a aquellas imágenes que no resultaban especialmente atractivas<sup>32</sup>.*

El brillo del material confería a la imagen un aspecto novedoso, una textura única y una serie de connotaciones que se derivaban del propio vidrio adherido a la superficie de la capa impresa, diferenciando los trabajos que componen las *"Diamond Dust Series"* definitivamente del resto de la obra que el artista de Pittsburg realizó en su prolífica carrera.

#### **2.4.3.4. Eduardo Arrollo. "Deshollinadores" y "Entre pintores" 1976-1992**

*"El dibujo es línea. Para mí, lo que es importante es el soporte, el papel. Sobre el papel, yo manipulo, hago collages, dibujo, pero es la textura del papel quien me marca"<sup>33</sup>.*

A diferencia de los trabajos de Larry Bell o Andy Warhol, en los cuales los áridos y la serigrafía se encuentran unidos en la superficie de la obra, en el caso de Eduardo Arroyo (Madrid 1937), la vinculación existente entre su obra y la serigrafía de áridos encuentra su lugar precisamente en el carburo de silicio, material que junto con el esmeril, la arena de sílice o el polvo de vidrio (áridos todos ellos) se emplea en la fabricación de papeles de lija.

Su eclecticismo temático, la variedad de estilos que practica, su atracción por la combinación de géneros y argumentos han llevado a Arroyo a desarrollar su labor más allá de la pintura, tocando la escultura, el dibujo, la obra gráfica o la creación de escenarios para obras de teatro.

La obra gráfica de Eduardo Arroyo se inspira, en gran parte, en los mismos temas desarrollados en su pintura. En ella encontramos, en efecto, idénticas rupturas, la misma evolución, pero sometida entonces, naturalmente, a procesos de elaboración que le son propios. Se establece de este modo una interrelación entre ambos campos plásticos, que desemboca así en una paulatina influencia del tratamiento de la obra gráfica en la organización compositiva de los lienzos, en la imposición de una significación cada vez más condensada en la realización de la obra pintada.

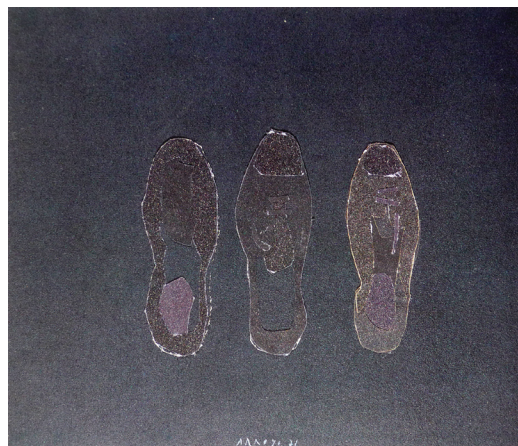
31 DÍAZ, E. citada en MARTÍNEZ FERNANDEZ, P. *La postmodernidad como Implosión, Acoplamiento y Envoltura: Estética de Surrealismo y Cyborg*. Revista de Filosofía A Parte Rei. Nº 30. Universidad Complutense de Madrid.

32 FELDMAN, F / SCHELLMANN, J. *Andy Warhol prints*. Expanded Edition. Rupert Jansen Smith on Printmaking. Ed. Frayda Feldman & Jörg Schellmann. Alemania 1989. pp. 24-27.

33 Extraído de la entrevista realizada por María José Aranzasti a Eduardo Arroyo con motivo de la exposición *EDUARDO ARROYO. Pinturas, terracotas y piedras* en la Sala Kubo-Kutxaespacio del Arte en San Sebastián. ARANZASTI, M.J. (coord.) *Eduardo Arroyo*. Ed. Fundación Kutxa. San Sebastián 2002.

*Huyendo de la rutina del lienzo, huyendo de la especialización restringida, la voluntad creadora de Eduardo Arroyo le impulsa a buscar otros recursos con que renovar su expresión artística*<sup>34</sup>.

Esta búsqueda le lleva a experimentar en su obra, sobre todo en el periodo comprendido entre 1976 y 1980, con un material como el papel de lija, que comparte las cualidades plásticas visuales y texturales de los áridos.



29 / Eduardo Arroyo, "Entre pintores", 1976. Collage con papel de lija. 80 x 100 cm.

30 / Eduardo Arroyo, "Kreuzberg", 1976. Collage con papel de lija. 63 x 73 cm.

Los primeros trabajos de Arroyo en los cuales incluye papeles de lija pertenecen a la serie "Entre pintores", una larga serie de cuadros y collages de mediados de la década de 1970. Elegantemente vestidos, los ropajes y sombreros de estos pintores están confeccionados con lijas de colores oscuros, que en función del tamaño del grano muestran uno u otro tono de negro. Estos personajes, a medio camino entre *gangsters* y sombras de la noche, se recortan sobre fondos luminosos de color amarillo.

La serie, que culminará en 1992 con la instalación realizada en el incendiado Pabellón del Futuro de la Exposición Universal de Sevilla, incluye varios collages en los cuales el artista emplea papeles de lija de granulometría, color y brillo distintos que guardan una clara relación con el aspecto de las impresiones logradas mediante serigrafía de áridos.

El uso que Arroyo hace de los papeles de lija va más allá de constituirse en el soporte de la pintura, como es el caso de algunos trabajos de otros artistas<sup>35</sup>, sino que es consciente de las posibilidades plásticas de convertir cada retal, cada pedazo de lija en una textura diferente, un plano cargado de brillos y múltiples matices de negro en función de las características de cada grano.

Pocos meses después, también en 1976, presenta "Kreuzberg", otro collage, pero esta vez de formato más reducido, donde con una paleta mucho más contenida en cuanto a color nos presenta tres zapatos distintos como único motivo que componen el centro mismo de la imagen. Al igual que los "Diamond Dust Shoes" de Warhol, los zapatos de Arroyo brillan por el material que emplea para dotar a la imagen de una textura, que en ambos casos resulta novedosa en su trayectoria como artistas plásticos, y que retomarán en posteriores ocasiones. Tanto Warhol como Arroyo encuentran en esos pequeños granos brillantes una metáfora de la noche, un recuerdo de aquellos oscuros

34 DI ROCCO, F. Eduardo Arroyo. *Obra Gráfica*. Ed. IVAM. Centre Julio González. Valencia 1989. pp. 9-10.

35 Nos estamos refiriendo a las obras mencionadas en la introducción de este capítulo de Joan Miró o Maurice Cockrill, en las cuales el papel de lija sirve literalmente como soporte material, texturado y con cierto relieve, para la pintura.

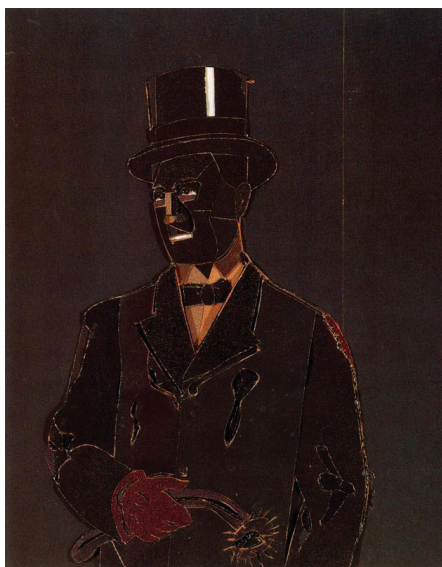


personajes, que pese a todo brillan en la oscuridad. Para uno son las estrellas que componen la constelación de la fama, para el otro, las desconocidas figuras noctámbulas sin rostro que habitan callejones y bares de mala muerte.

Al igual que en el caso del americano, los zapatos de "Kreuzberg" se encuentran desemparejados, pero esta vez nos remiten a un mundo frío, oscuro y hostil, muy alejado del *glamour* que envuelve a aquellos otros. El trabajo de Arroyo con papeles de lija y fieltro se puede observar también en "Zapatos" y "Nella jungla cella città", dos collages de factura similar y formato ligeramente más pequeño.

A finales de 1979 Eduardo Arroyo comienza a trabajar en la que se convertirá en una de las más significativas series de la siguiente década.

*La serie "Deshollinadores" (ramoneurs) no sólo ha sido una de las comparativamente más extendidas en el tiempo, no tanto en el sentido estricto de pura duración, pues cuando más prolifera su trabajo es en 1981, sino de evolución y resolución más versátiles. De hecho, desde el punto de vista material, dio origen a los exquisitos collages en papel de lija, dibujos y esculturas, pero, desde lo icónico, la complejidad se acentúa por la constante metamorfosis del personaje, que nos es mostrado indistintamente como tal deshollinador, con traje de frac, con pinta de payaso, con máscara de carnaval, como el legendario ladrón enmascarado del tipo Fantomas o Rocambole, además de aparecer retratado de cuerpo entero, con o sin los atributos del oficio, de medio cuerpo, sólo el busto, o hasta sólo la cabeza, como en las esculturas finales, realizadas en bronce y con incrustaciones de materiales diversos<sup>36</sup>.*



31 / Eduardo Arroyo, "Deshollinador", 1980. Collage con papel de lija. 80 x 100 cm.

Arroyo emplea este material por sus características de textura, brillo y color, o mejor dicho de ausencia de color, ya que se trata de una exaltación de los distintos matices de negro que los granos de carburo de silicio que componen los papeles de lija le permiten conseguir, en palabras de Agustín Sánchez Vidal:

*"...desde el negro-callejón, hasta el negro-asfalto, desde el negro-sobresalto hasta el negro-catástrofe, con dominante del negro-como-boca-de-lobo"<sup>37</sup>.*

36 CALVO SERRALLER, F. *Diccionario de ideas recibidas del pintor Eduardo Arroyo*. p 69. Editorial Mondadori España, Madrid 1991.

37 SÁNCHEZ VIDAL, A. *Eduardo Arroyo: itinerario*. Edita Ministerio de Asuntos Exteriores. Dirección General de Relaciones Culturales y Científicas. Sociedad Estatal para la Acción Cultural Exterior (SEACEX). Madrid 2002.

### 1.3.3.5 Richard Serra. Obra gráfica 1985-1987

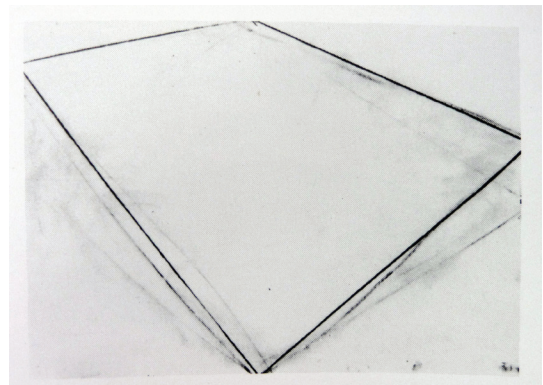
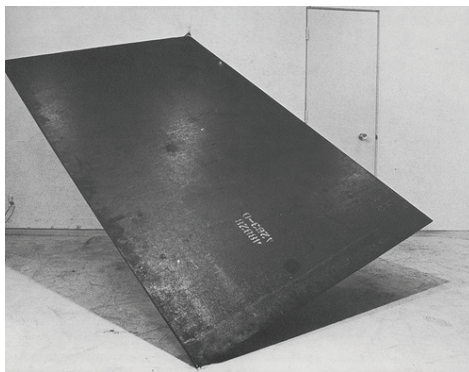
*"Para mí, el dibujo siempre ha sido un método para definir la escultura, para comprender la totalidad del trabajo previamente a su realización".*

La obra del artista norteamericano Richard Serra (San Francisco 1939) está compuesta por un cuerpo central escultórico y desarrollos paralelos de sus planteamientos teóricos en distintas disciplinas, principalmente, el de las instalaciones-dibujo, y la obra gráfica.

*Las primeras se basan en un análisis y comprensión aportada por el contexto arquitectónico: su tamaño y forma están determinados por las especificidades del suelo, las paredes, esquinas y los límites del espacio en el cual están situados. En este sentido, los dibujos actúan como una extensión de las esculturas de Serra, mostrando la misma preocupación por el peso, la masa, el equilibrio y colocación<sup>38</sup>.*

La obra gráfica de Serra está directamente relacionada con los aspectos matéricos de su obra escultórica. Si el dibujo resulta en ocasiones escaso para el artista en su afán por trasladar al papel aquello que en sus esculturas es peso y materia, en el grabado y la serigrafía Serra encuentra el vehículo idóneo para expandir su labor escultórica.

Esto es perceptible si comparamos su trabajo *"Balanced"* de 1970, una lámina rectangular de acero industrial de 247 x 157 x 2,5cm apoyada en precario equilibrio contra el suelo y la pared en dos de sus esquinas opuestas, con su dibujo *"Untitled"* y la posterior litografía *"Balance"*, ambos de 1972.



32 / Richard Serra, *"Balanced"*, 1970. Lámina de acero.

33 / Richard Serra, *"Untitled"*, 1972. Dibujo.

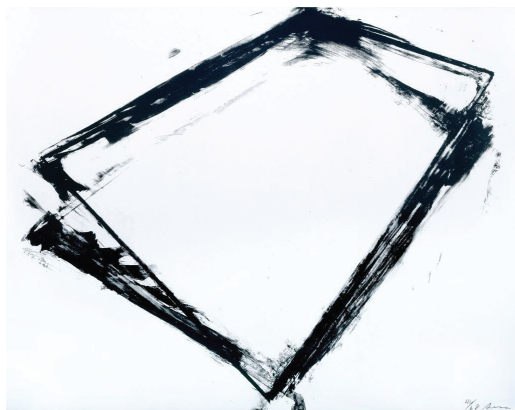
Al contrario de lo que pudiera pensarse, el dibujo no es un boceto preparatorio para la escultura, sino una revisión por parte del artista de los aspectos conceptuales y materiales que encierra su pieza escultórica. Las finas líneas que conforman los bordes de la forma, junto con los trazos evanescentes y desdibujados refuerzan esa sensación de inestable equilibrio que transmitía la escultura, pero esta vez, desde el traslado de la pieza tridimensional a las dos dimensiones del papel.

Evidentemente, en comparación con la escultura, el dibujo peca de ligero, de inmaterialidad, sensación que por el contrario se ve reforzada en su litografía, donde los trazos que conforman los límites de la plancha son mucho más vigorosos y contundentes.

Las formas masivas de los contornos de la litografía, así como la expresividad de los amplios trazos, generan una sensación mayor de peso e inestabilidad. El título referencial de la litografía

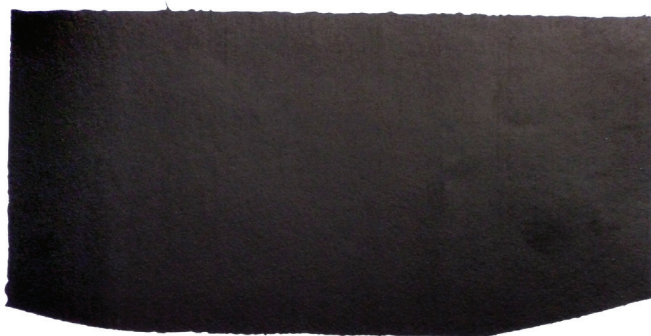
refuerza su unión con la escultura, y articula un doble eje en el cual la obra gráfica se convierte en un duplicado bidimensional de aquella, a la vez que nos remite a la esencia misma de la obra.

*La litografía evidencia el interés del artista en la distribución de las masas, el peso, y el análisis de la densidad visual particular de las diferentes formas*<sup>39</sup>.



34 / Richard Serra, "Balance", 1972. Litografía. 90,1 x 114,5 cm.

Aspectos como la masa y la densidad, el equilibrio y el desequilibrio, así como la experiencia del espectador al enfrentarse al confrontamiento de la representación bidimensional sobre el papel a su percepción visual del elemento escultórico tridimensional, culmina en la serie de trabajos realizados entre 1985 y 1987. Esta serie de serigrafías representa la síntesis del trabajo manual del dibujo con las técnicas gráficas, alterando por completo la concepción de la serigrafía como impresión plana, algo que encaja perfectamente con aquellos valores que es posible lograr mediante la impresión de áridos. En lugar de la habitual superficie plana de la impresión serigráfica, el ojo del observador se encuentra ante una estructura craquelada, con marcado relieve y textura, así como una sensación de pesados y masivos negros aterciopelados que se funden y varían con la incidencia de la luz y la posición del espectador.



35 / Richard Serra, "Clara Clara II", 1985. Serigrafía y pintura sobre papel japonés Kizuki Hanga. 93,9 x 182,8 cm.

Este aspecto que el trabajo con áridos aporta a la impresión está presente en cierta medida en sus serigrafías de gran formato, en cuya superficie se aprecia la labor manual del artista, así como los valores fisicoplásticos del material, algo muy alejado de las imágenes habituales procedentes de la serigrafía industrial.

39 HOPPE-SAILER, R. *Richard Serra. Das druckgraphische Werk. Prints – A catalogue raisonné 1972-1988*. Ed. Neur Berliner Kunstverein e.V. Berlin. 1988. p 20.

Para la realización de esta serie, Serra serigrafía en un primer momento un fondo negro, sobreimprimiendo en ocasiones para obtener una mayor carga de materia pictórica en la superficie del papel. Posteriormente, aplica repetidas veces y de forma manual un bloque preparado de pintura pastel y óleo en barra, que por la presión ejercida por el artista, pasa a través del tejido y se deposita sobre la superficie de la impresión, aportándole ese aspecto texturado y matérico.

Esta manera de proceder nos remite al acto mismo del dibujo, transfiere el peso de sus esculturas a la imagen mediante la intervención manual serigráfica, y le permite imprimir un material sólido como es el bloque de pintura.

El material, la forma y la superficie texturada se vuelven una. El peso y la densidad de la materia, así como la experimentación directa, física e intelectual de las posibilidades que ofrecen los materiales, al igual que ocurre en sus esculturas, se convierte en el elemento central de la obra gráfica de Richard Serra.

#### 2.4.3.6. Antoni Tàpies. Cinco décadas de materia en la obra gráfica

Antoni Tàpies (Barcelona 1923) es sin duda uno de los artistas españoles de mayor prestigio mundial, cuya obra, dilatada a lo largo de más de seis décadas, abarca desde la pintura, la escultura, el *assemblage*, y como no, la obra gráfica. En todos estos terrenos el artista catalán ha practicado una suerte de alquimia con todo tipo de materiales, cosechando resultados de lo más diversos, pero siempre innovadores desde cualquier punto de vista.

En el caso de la obra gráfica, el propio Tàpies señala como la inclusión de la materia (término que define a la perfección su obra dentro el mundo del arte) ha supuesto siempre un desafío técnico, ya que en ocasiones, *la traslación al papel de grabado de los elementos habituales en su obra pictórica han supuesto verdaderos retos a los maestros artesanos*<sup>40</sup>, relación esta que por otro lado resulta siempre fructífera y enriquecedora para ambos.



36 / Antoni Tàpies, "S/T", 1962. Litografía, collagraph y flocado. 52,6 x 56,4 cm.

En sus primeros trabajos de los años cincuenta pertenecientes a la serie "*Litografías negras*", Tàpies espolvorea granos de serrín sobre la piedra para posteriormente pulverizar tinta, con lo que logra una atmósfera que guarda una clara relación con el ambiente misterioso de sus pinturas matéricas,

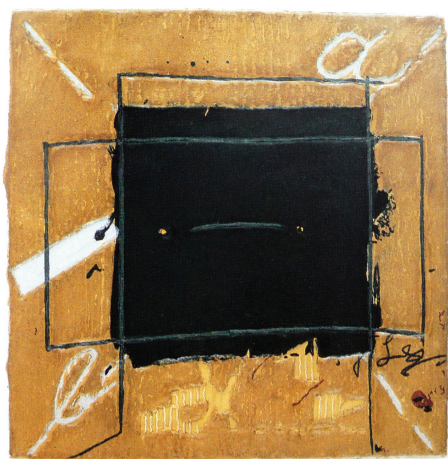
40 Extracto de la entrevista realizada por Debora Wye en varias sesiones, desde junio de 1989 hasta noviembre de 1990. Parte de ella aparece recogida en el catálogo de la misma autora, "*Antoni Tàpies. Obra gráfica*". Ediciones Polígrafa S.A. Barcelona 1992.

En la entrevista con Damià Caus, el grabador habitual de la obra de Tàpies en Barcelona señala: "*Siempre recuerdo los grabados de Tàpies por la complejidad de la técnica y por la unión del artista y el técnico, dos personas con una misma idea*".



atacando la lisura y suavidad del papel mediante el flocado, el collagraph y el carborundum, que le permiten estimular la textura la obra.

Los grabados de Tàpies evocan una respuesta rotunda y visceral a sus superficies táctiles y una resonante relación asociativa con su complejo simbolismo. El artista consigue todo esto mediante estrategias formales y nociones temáticas que han evolucionado durante seis décadas, y ahora constituyen un vocabulario artístico reconocible y refinado. Al examinar la actitud del artista ante los materiales, la composición, el tema y el motivo, el observador puede apreciar la función de este vocabulario en iluminar significados.



37 / Antoni Tàpies, "Aparicions 2", 1982. Aguafuerte, carborundum y collagraph. 41,2 x 41 cm.

38 / Antoni Tàpies, "AT", 1985. Aguafuerte, carborundum y collagraph. 75,5 x 74,5 cm.

Primero viene su relación con la superficie plana del papel en cuanto soporte, que ataca con varias técnicas, *generalmente creando matrices de collagraph y carborundum que en su estampación con tinta o sin ella le permiten alterar la estructura tridimensional del papel aportándole la rugosidad de los granos y el relieve de los objetos*, y con su forma rectangular, que realza incorporando formas irregulares en sus composiciones.

En segundo lugar está su escritura pictórica, practicada de diversas maneras en letras, palabras y textos crípticos; en una forma de "X" en numerosas permutaciones; y en signos caligráficos que proceden de Oriente<sup>41</sup>.

En su obra gráfica, desarrollada en profunda madurez a partir de la década de los cincuenta, además de horadar la superficie y límites de la plancha perforándola más que rayándola, ha empleado todo tipo de recursos previos y posteriores a la estampación como el *collage*, el collagraph, el flocado y el acúmulo de materia, desarrollando un lenguaje expresivo focalizado en potenciar la dimensión táctil de la superficie de la estampa y la obtención de ricas e insospechadas texturas, en ocasiones cercanas al bajorelieve.

*El enfoque artístico, las inquietudes teóricas y el aspecto plástico de la obra gráfica de Tàpies discurre por la misma senda que sus pinturas y esculturas, pero los efectos gráficos derivados de las líneas grabadas en la superficie de la plancha, las restricciones de formato, o los relieves dejados en el papel por la presión del tórculo nos sitúan ante un nuevo Tàpies que se reinventa a sí mismo en la experimentación con nuevas técnicas y materiales*<sup>42</sup>.

41 WYE, D. *Antoni Tàpies. Obra gráfica*. Ediciones Polígrafa S.A. Barcelona 1992. p 22.

42 PEPPIAT, M. *Antoni Tàpies: Fields of Energy*. Revista Art International. N° 3. París 1978.

Tàpies emplea con regularidad el carborundum para dotar a sus trabajos de la dimensión escultórica y la tangibilidad matérica deseada. Este material le permite obtener pronunciados relieves y ricas texturas en las impresiones.

A lo largo de su vida como artista, Tàpies ha realizado tanto aguafuertes, como litografías y serigrafías, pero es precisamente la combinación de estas técnicas con nuevos sistemas como el collagraph, el carborundum o el flocado, lo que le permite elaborar un cuerpo de obra genuinamente Tàpies, en el cual construye sobre las anteriores superficies planas, relieves de atractiva y notable tactilidad cercanas a su pintura, dirigidas principalmente a su percepción sensorial a través de la yema de los dedos.

Mediante la incorporación de objetos tridimensionales a la plancha, en el caso del collagraph, y sobre todo, con la adhesión mediante siliconas y barnices de carburo de silicio y otros materiales áridos a la matriz, Tàpies logra dotar al papel de una superficie granulada donde los negros ganan en profundidad y densidad, momento en el cual aparece la verdadera huella y el peso de la materia.

#### 2.4.3.7. José Fuentes. Primeras series y "Elx y el Mediterráneo" 1975-1993

José Fuentes Esteve (Torrellano 1951) es uno de los referentes imprescindibles a la hora de realizar un acercamiento a los aspectos texturales y de relieve en el grabado contemporáneo.

Prolífico grabador, y decimos grabador porque de todos los artistas que considerándolos imprescindibles por su relación con la cuestión matérica en la obra gráfica hemos recogido en este apartado, Fuentes es el que ha desarrollado con mayor asiduidad una obra centrada casi exclusivamente en el grabado, a excepción de algunas pinturas sobre lienzo realizadas en los inicios de su carrera.



39 / José Fuentes, Serie "Grabados gofrados", 1975. Grabado al azúcar y gofrado. 65 x 50 cm.

El título de una de sus primeras series, "Grabados gofrados", nos remite directamente a cuestiones que tienen que ver con el relieve del papel. En esta serie de trabajos de marcado carácter abstracto, las manchas o trazos con reminiscencias caligráficas, conjuntamente con la incidencia de la luz sobre la superficie del papel, realzan la profundidad de los gofrados sin tinta logrados por prolongadas mordidas en las matrices.

A ésta la seguirán otras series como "Raíces" y "Cables" –Serie Mayor y Menor-, que frente a la abstracción de la anterior, poseen un mayor carácter figurativo, en ocasiones casi paisajístico, manteniendo cierta relación formal con la primera.



40 / José Fuentes, Serie "Grabados en Barro", 1985-1986. Grabado con molde y contramolde, papel hecho a mano. 43 x 43 cm.

Tras años de experimentación que le permitieron desarrollar e innovar el lenguaje gráfico con las denominadas técnicas de levantado, alcograbado, cerograbado y oleograbado, encontramos los "Grabados en Barro", una serie que encaja perfectamente con aquellos planteamientos más cercanos al grabado matérico. En esta serie, Fuentes concibe un nuevo proceso con reminiscencias escultóricas de enormes posibilidades plásticas basado en la aplicación de resina Epoxi sobre moldes de barro húmedo, que le permiten extraer un molde en negativo y posteriormente un contramolde en poliéster.



41 / José Fuentes, Serie "Silver Geometry", 1988. Carborundo, masilla y xilografía. 200 x 100 cm.

Las obras reflejan a la perfección no solo los elementos modelados sobre el barro, sino también la textura de este. Las incisiones realizadas sobre el barro, así como las grietas y sobre todo la superficie granulada de la estampa nos remiten a la pintura matérica. Esta serie encuentra su continuidad procesual en la siguiente, "Zooïdes", pero es en "Silver Geometry" de 1988 cuando a través de las técnicas aditivas incorpora carburo de silicio a matrices de madera, material que le permite lograr manchas texturadas, trazos de gran volumen y una enorme presencia de la tinta-materia en la estampa.



El carborundum, junto con la masilla de poliéster y el uso del *collage* con materias texturadas son elementos que aparecen a lo largo de toda esta serie que fue expuesta por primera vez en la madrileña Galería Albatros en 1989.

En "*Magma Pi*" los elementos reales corpóreos a modo de *collage*, con cuerda, tela, arpilleras, madera o metales... pugnan por mantener sus valores individuales de relieve o textura<sup>43</sup>. El interés de Fuentes por la textura superficial que le permite el uso del carburo de silicio como material texturador y creador de manchas<sup>44</sup> se repite en "*Betelgeuse*", aunque esta vez con una mayor atención hacia el color en las formas abstractas, pero es en "*Elx y el Mediterráneo*", una serie muy amplia que se desarrolla a lo largo de más de medio centenar de estampas, donde los sistemas de moldes empleados en trabajos anteriores se combinan con el carborundo para dar lugar a una obra donde el color, la textura matérica y la mancha son los protagonistas.



42 / José Fuentes, Serie "*Elx y el Mediterráneo*", 1993. Grabado al carborundo. 150 x 100 cm.

43 / José Fuentes, Serie "*Juegos de Arena*", 1995. Arenografía y resina sintética. 82 x 108 cm.

Se trata de un sentido homenaje a algunos de los elementos paradigmáticos de su tierra natal, las palmeras, la *Festa*, los fuegos artificiales y el mar, que encuentra en la superposición de matrices transparentes de plástico trabajadas al carborundo, el medio y el material idóneo para reflejar, en grabados de gran formato, algunos de hasta 200 x 300 cm., esa caligrafía cromática altamente sugestiva y de destacable materialidad volumétrica que dotan a la imagen de una enorme libertad expresiva y fresca.

A esta serie la seguirá "*Juegos de Arena*"<sup>45</sup>, donde una vez más, Fuentes desarrolla un nuevo proceso técnico, denominado Arenografía, que le permite recoger hasta el mínimo detalle de una superficie del suelo arenoso en un juego que apela a nuestra sensibilidad mediante el reflejo

43 FUENTES, J. Texto para el catálogo de la exposición *José Fuentes Imágenes Múltiples 1988-1993* realizada en la Sala de Exposiciones Pabellón Mixtos Ciudadela de Pamplona entre noviembre y diciembre de 1994.

44 ARACIL PÉREZ, F. *José Fuentes. Una trayectoria de creación e innovación en el grabado contemporáneo*. Ed. Institutó Alfons El Magnànim. Colección Itinerarios. N° 9. Valencia 2001. pp. 84-102.

45 Para una mayor profundización en esta serie en concreto, creemos especialmente recomendables los textos de D. Maciá, J. Hernando, T. Martínez Blasco, P. Aracil y el propio J. Fuentes, que aparecen recogidos en el catálogo realizado con motivo de la exposición *José Fuentes. Juegos de Arena* realizada entre abril y mayo de 1997 en la Sala de la CAM, Elche.

testimonial de la piel del terreno, su rugosidad y la textura de la arena. El uso que Fuentes hace de los distintos materiales granulares como el carburo de silicio, el betún de Judea en polvo o la arena, le permiten innovar los procedimientos técnicos del grabado, desarrollar nuevos lenguajes plásticos, a la vez que expresar un mundo interiorde enorme sensibilidad plástica que el artista muestra en la piel de cada uno de sus trabajos.



## CAPÍTULO 2. LOS ÁRIDOS





## 2. LOS ÁRIDOS

En este capítulo vamos a desarrollar la cuestión de los áridos tratándolos en profundidad en distintos apartados en los que se define qué son los áridos, mediante qué procesos se obtienen, cuáles son las principales características que los definen y que han de reunir para convertirse en materiales imprimibles. Hemos realizado una clasificación en función de su origen y recogido una selección de materiales que hemos creído representativa y de gran capacidad operativa dentro del marco de la impresión serigráfica. A la hora de describir sus principales características hemos puesto de relieve los modos de uso que nos permiten trasladar sus valores plásticos más relevantes en las que estimamos serán sus potenciales aplicaciones al campo de la serigrafía.

Dar una definición exacta de lo qué son los áridos resulta complejo, debido principalmente a que estos materiales, que resultan poco habituales en su aplicación a la serigrafía, tienen un uso muy extendido en otros sectores de la sociedad, como la construcción o la minería, en los cuales se hace un uso altamente especializado de ellos habiéndose convertido en materias primas indispensables para el desarrollo de dichas actividades.

Durante la fase de documentación hemos encontrado distintas definiciones que resultan más o menos prácticas en cada uno de sus entornos profesionales de aplicación, con una serie de aspectos y particularidades destacadas que se refieren a las actividades en la cuales se hace uso de ellas. Es precisamente en el campo de la minería y en el de la construcción donde encontramos las primeras definiciones en las que hacen referencia a los áridos como materias primas minerales, granulares, inertes, extraídas de la tierra, coloquialmente conocidas como gravas, gravillas, arenas, etc.

Se denomina comúnmente árido a una serie de rocas que tras un proceso de tratamiento industrial (simple clasificación por tamaños en el caso de los áridos naturales, o trituración, molienda y clasificación en el caso de los áridos de machaqueo), que se emplean en la industria de la construcción en múltiples aplicaciones, desde la elaboración, junto con un material ligante, de hormigones, morteros y aglomerados asfálticos, hasta la construcción de bases y sub-bases para carreteras, balastos y sub-balastos para vías de ferrocarril, o escolleras para la defensa y construcción de puertos marítimos.

Los áridos son conjuntos de materiales de muy diverso tamaño, que están comprendidos entre un polvo finísimo e impalpable, de apenas 2 micras de diámetro, hasta fragmentos cuya dimensión máxima puede alcanzar varios metros.

La denominación del árido varía según su tamaño y se le denomina: morro, grava, gravilla, arena y finos. En nuestro caso, y debido al uso que de ellos hagamos, el tamaño del árido -su granulometría- es una cuestión que trataremos en profundidad ya que va a condicionar la totalidad del proceso de impresión.

En la mayor parte de las aplicaciones industriales, el empleo del árido se justifica en función de su comportamiento frente a la acción química de su posible continente, a los agentes externos y a su resistencia mecánica frente a cargas y vibraciones.

*No se deben considerar como áridos aquellas sustancias minerales utilizadas como cargas en diversos procesos industriales por sus características físico-químicas, que afectan sustancialmente al producto obtenido y a sus especificaciones (por ejemplo, calizas para cargas en la industria del papel), ni aquellas otras cuyo empleo en procesos industriales no tienen ninguna relación con su estabilidad e inercia química o con su resistencia mecánica, sino con la aportación al proceso de unos determinados elementos químicos que hacen posible la elaboración del producto (caso de las calizas para cementos o para cales, arenas silíceas para fabricación del vidrio, etc.).<sup>1</sup>*

La definición en base a los estándares europeos es aún más concreta, y se refiere a los áridos como materiales granulares usados en construcción, cuyo origen puede ser natural, artificial o reciclado. En esta definición se excluyen las alusiones a los procesos de fabricación y tratamiento a los que son sometidos los áridos así como a una serie de propiedades que presumimos debe reunir el árido para resultar operativo en el proceso serigráfico y obtener de él los innovadores valores plásticos que justifican su inclusión en este estudio.

Esta definición, así como otras que hemos revisado, pese a ser claras acerca del tipo de materiales a los que se refieren, no definen con precisión su aplicación a las necesidades que nos planteamos desde la óptica de la creación.

Es precisamente debido al uso que vamos a hacer en un campo tan definido y con especificidades técnicas propias como es la serigrafía lo que nos ratifica en la necesidad de crear una definición propia, como instrumento de comunicación que defina de forma unívoca lo que a partir de ahora entenderemos por áridos.

## 2.1. DEFINICIÓN DE ÁRIDO APLICADO A LA SERIGRAFÍA

Como hemos visto en la introducción, podemos encontrar distintas definiciones de los áridos en función de sus aplicaciones, pero hemos de tener en cuenta que estas provienen de campos ajenos al enfoque técnico y creativo que posee de este trabajo. A este respecto queremos reseñar que respetando las habituales definiciones que se emplean en el campo de la industria minera y la construcción, se ha definido de forma clara qué es un árido aplicado a serigrafía, ya que el uso que nosotros vamos a hacer del término se expande al campo de la creación, por lo que sus posibles acepciones no siempre van a ser coincidentes.

Los diversos usos que de estos materiales se hacen en el sector de la construcción o la ingeniería imponen una serie de requerimientos de calidad en el mantenimiento de las propiedades físico químicas del material, tales como la resistencia al desgaste mecánico, en el caso de los áridos empleados en la construcción de pavimentos, o de estabilidad frente a la acción de los álcalis en la fabricación de morteros y hormigones, que garanticen los altísimos niveles de seguridad que justifican su uso en dichos campos.

Creemos relevante señalar que en este estudio no nos regimos por los mismos parámetros de exigencia que son aplicados en aquellos sectores.

Propiedades del material que en sus aplicaciones y usos habituales resultan de una importancia capital a la hora de seleccionar el tipo de árido que se va a emplear, como por ejemplo su resistencia a los ciclos de hielo y deshielo, o su coeficiente de absorción de humedad, que resultan claves en su aplicación a la construcción de carreteras, no tienen la misma relevancia en este estudio.

El interés que para nosotros encierran estos materiales se justifica por las potenciales aplicaciones de sus propiedades fisicoplásticas a la imagen impresa.

En la búsqueda de áridos hemos encontrado una serie de materiales granulares de propiedades similares como los productos abrasivos, las granallas plásticas, las virutas metálicas o las microesferas

de vidrio, que si bien no están considerados como áridos en el sentido estricto de la definición que de ellos nos aporta la ingeniería o la minería, no sólo cumplen con todos los requisitos necesarios para ser incluidos en el proceso de impresión sino que además reúnen una serie de valores fisicoplásticos que resultan novedosos. Otros por el contrario son materiales que cuentan con una larga tradición y múltiples aplicaciones en la obra gráfica como el carburo de silicio, conocido coloquialmente como carborundo o carborundum, pero que en el caso de la serigrafía su uso se ha visto reducido a aplicaciones muy puntuales. Así pues consideraremos dichos materiales como áridos admitiendo que siendo una definición inapropiada desde el punto de vista técnico industrial se ajusta a las premisas que se van a establecer en este trabajo.

**Cuando hablemos de áridos aplicados a la serigrafía nos vamos a referir a todo aquel material granular inerte y no soluble, de origen natural, sintético o reciclado en estado sólido, que haya sido sometido a los pertinentes procesos de limpieza, triturado y clasificación que permiten su impresión.**

Esta definición incluye una gran cantidad de materiales tales como las arenas empleadas en la industria de la construcción, las virutas metálicas o vegetales que se usan en los procesos abrasivos, materiales como el corindón empleado en procesos de fabricación de lentes así como otros de origen sintético que pudiendo incluir sustancias minerales reúnan las condiciones necesarias para ser impresos.

Hay que destacar la gran cantidad de campos en los cuales encontraremos materiales que denominaremos áridos cuya incorporación al proceso de la serigrafía es posible.

El sector de la construcción, la minería, la siderurgia, los procesos abrasivos, los procesos de fabricación de elementos cerámicos, la industria del vidrio o de los plásticos son solo algunos ejemplos de los posibles productores de materiales áridos.

La serigrafía nos ofrece la posibilidad de incorporar múltiples materiales a la impresión, siempre y cuando tengan tamaño de partícula que le permita pasar a través de los huecos resultantes del entrecruzamiento de los hilos que componen el tejido de la pantalla serigráfica.

Podemos imprimir cualquier partícula en estado sólido siempre y cuando se establezca una correcta relación entre la granulometría (tamaño del grano) del material, las características propias del tejido (lineatura, diámetro del hilo, abertura de malla, etc.) y el vehículo aglutinante empleado para transportar dicha carga desde la pantalla a través del tejido hasta el soporte receptor.

Precisamente debido al principio de permeabilidad en el cual se basa la serigrafía, y a la existencia de una amplia gama de productos que pueden servir de vehículos aglutinantes, nos encontramos ante una enorme variedad de materiales áridos susceptibles de ser impresos. Por lo tanto, la lista de materiales áridos a incluir en esta investigación podría ser casi infinita, no obstante existen una serie de requisitos necesarios de compatibilidad con los productos, útiles de trabajo y maquinaria propia de un taller de serigrafía, así como de seguridad para el usuario y respeto medio ambiental que hemos priorizado a la hora de seleccionarlos.

De la misma forma hemos descartado aquellos áridos cuyo uso suponga una degradación excesivamente prematura de los materiales que intervienen en el proceso de impresión, como por ejemplo virutas metálicas o de cristal, los cuales, si bien podrían ser impresos empleando pantallas con tejidos de cobre u otros hilos metálicos, provocarían una ruptura de los tejidos convencionales de poliéster o nylon que componen la mayoría de las pantallas de serigrafía. Tampoco emplearemos todos aquellos materiales con un niveles de toxicidad elevados o que requieran unas condiciones y medidas de seguridad poco habituales en el entorno de trabajo, como derivados en polvo o grano fino de determinadas sustancias químicas tóxicas. Con esto no pretendemos decir que dichos materiales no puedan ajustarse a la definición de áridos que proponemos en este trabajo, o que no

sean apropiados para su inclusión en el proceso de impresión. Somos conscientes de que pese a no ser contemplados en este estudio pueden tener multitud de aplicaciones en el campo de la serigrafía y posibilitar futuras líneas de investigación.

Debido a que se trata de materiales poco o nada habituales en los procesos de impresión serigráfica, su estudio y potencialidades plásticas no han sido abordadas con anterioridad bajo los parámetros operativos que planteamos en esta investigación.

Existen experiencias en campos como la arquitectura donde se han utilizado con fines decorativos en fachadas e incluso han sido empleados como elementos de seguridad, como pueden ser las bandas antideslizantes en escaleras o pavimentos resbaladizos, imprimiendo primeramente un medio altamente adhesivo y posteriormente espolvoreando áridos de elevado poder abrasivo y dureza.

Debido a que se trata de procesos relativamente novedosos, la documentación que se puede encontrar al respecto resulta escasa. En muchas ocasiones las empresas que ofrecen estos servicios se muestran reacias a facilitar información adicional acerca de estas aplicaciones, que en comparación con el uso de los áridos como materiales de construcción resultan minoritarias y ciertamente experimentales.

Otro procedimiento para incorporar materiales sólidos que aporten a la impresión determinados efectos relacionados con los propuestos en este trabajo, y que ha sido utilizado con anterioridad, es lo que en el campo de la impresión textil se denomina flocado. El flocado se basa principalmente en la impresión de un medio adhesivo sobre el cual se espolvorea el material que se desea añadir, generalmente fibras sintéticas con propiedades electroconductoras, que posteriormente y debido a un proceso electrostático se adhieren al mismo.

Empleando un sistema similar se pueden adherir a los tejidos otros elementos tales como polvos brillantes, tipo brillantinas o lentejuelas metálicas. En el caso de las impresiones sobre textil, las prendas han de ser sometidas a un sistema de planchado y secado que en ocasiones requiere del uso de sistemas de horneado que alcanzan temperaturas superiores a los 100 °C para fijar de manera permanente dichos elementos al soporte. En cualquier caso, estas experiencias que tienen puntos en común con algunas de las hipótesis que planteamos, se diferencian sustancialmente tanto en los procesos que llevamos a cabo antes de la impresión, como en el mismo proceso de impresión y de los resultados obtenidos.

En nuestro caso, al incorporar el árido previamente a la impresión, la totalidad del proceso se ve alterada permitiéndonos controlar todos los factores que intervienen en el mismo, tales como la cantidad concreta de carga de árido que deseamos imprimir, la homogeneidad de la capa impresa y la distribución de los granos de árido sobre el soporte.

La incorporación de estos materiales nos va a plantear una serie de imperativos técnicos que nos obligarán a analizar y poner en función de las características específicas de los áridos empleados aspectos tales como las lineaturas del tejido, las emulsiones empleadas para crear la imagen en la pantalla, los productos imprimibles auxiliares, las medidas de seguridad, la dureza de la regleta empleada, etc. Esto nos ha obligado a dar solución a cuestiones técnicas anteriormente no contempladas así como a la búsqueda de materiales poco habituales en la serigrafía que nos permitan imprimir los áridos de manera controlada y en función de unos intereses plásticos concretos.

Independientemente del resto de factores que intervienen en la impresión, podemos asegurar que:

**La interrelación que se da entre la lineatura de la pantalla y la granulometría del árido condicionará el proceso técnico en todos sus pasos.**

Las propiedades físicas del árido van a aportar a la impresión una serie de cualidades distintas a las que se obtienen mediante el uso de tintas convencionales de serigrafía.

Dichas propiedades alterarán los siguientes valores de la impresión:

- Textura
- Relieve
- Grosor
- Color
- Brillo
- Peso
- Dureza

Todas estas se derivarán directamente de las propiedades del árido. La serigrafía es un sistema de impresión que amplía la posibilidad de crear efectos hápticos en la impresión, muchos de los cuales son apreciables a simple vista y no solo resultan difícilmente igualables sino que distan mucho de los efectos que conseguimos empleando tintas de serigrafía.

Consideramos que las potenciales aplicaciones de los materiales áridos a la serigrafía no sólo deberían revertir en un cuestionamiento del marco técnico serigráfico, sino también posibilitar la generación de estrategias creativas que nos permitan concebir dentro del lenguaje serigráfico imágenes novedosas cuyos valores visuales y texturales van a estar determinados por las características propias del árido a imprimir.

## 2.2. OBTENCIÓN DE LOS ÁRIDOS

En este apartado nos centraremos en los procesos de obtención del árido natural, que frente a los artificiales y reciclados, son con diferencia los más abundantes y suponen el 99% de los que podemos encontrar en el mercado. La mayoría de los áridos naturales los componen las arenas, las gravas y las rocas trituradas. Conocer la procedencia, el sistema por el cual se obtienen y las distintas fases que componen el proceso de fabricación resulta básico a la hora de realizar un primer acercamiento a los materiales que centrarán nuestro estudio. Pese a tratarse de materias primas básicas, en la producción de los áridos intervienen distintos procesos técnicos que se llevan a cabo antes de comercializarlo. Algunos de estos procesos los componen la extracción, su posterior limpieza, tratamiento, clasificación, transporte etc., de los cuales se van a derivar muchas de sus características fisicoquímicas.

La obtención de los áridos está condicionada por la naturaleza geológica, la propiedad y los posibles usos del terreno contemplados en la legislación vigente, así como por la accesibilidad orográfica y la necesidad de crear toda la infraestructura necesaria para posibilitar su extracción. A la hora de hablar de los áridos hemos de tener en cuenta por un lado la necesidad que tiene la sociedad de estos productos que suponen la materia prima indispensable para cualquier tipo de proceso constructivo, y por otro lado, la certeza de que independientemente del tipo de sistema que se emplee para su obtención, este proceso va a tener un determinado nivel de impacto en el entorno medioambiental. Los sectores de la minería y la construcción representan los mayores usuarios de materiales áridos. Junto con el agua, los áridos son la principal materia prima empleada en la construcción de carreteras y edificios.

La obtención es el proceso que permite extraer el material de la litosfera, la capa más superficial de la tierra compuesta por roca dura y quebradiza cuyo grosor oscila entre los 5 y 70 kilómetros. Son procesos que llevan realizándose siglos, por lo que tras muchos años de investigación, desarrollo de infraestructuras, maquinaria así como métodos de extracción se han alcanzado niveles muy elevados de tecnificación del proceso.

Hasta hace relativamente poco tiempo, los áridos se consideraban como un recurso mineral de escaso valor, razón por la cual las compañías mineras tradicionales no invertían en este

sector. Sin embargo, la acelerada demanda de productos de cantera y las múltiples limitaciones, fundamentalmente de tipo ambiental para la apertura de nuevas canteras y graveras, han hecho que estos materiales hayan pasado a tener un carácter agotable y consecuentemente, a revalorizarse.

*Por otro lado, las especificaciones de los productos son cada vez mayores y más difíciles de cumplir de forma natural por los propios yacimientos, con lo que se acude a cubrir este déficit de las plantas de tratamiento con sistemas que van incrementando su sofisticación. Las exigencias técnicas generales de la explotación se están viendo fuertemente incrementadas y existe una fuerte implantación de criterios de calidad de los productos y de garantía del cumplimiento de sus características y propiedades.<sup>2</sup>*

Los principales procesos que intervienen en la fabricación de un árido permitiendo así obtener un material que reúna las condiciones necesarias para su uso son la extracción, limpieza, triturado, clasificación, transporte y reciclado.

- **Extracción:** la extracción del árido se realiza generalmente en lugares cercanos a sus centros de consumo, grandes ciudades, grandes estructuras lineales (ferrocarriles, carreteras, etc.) reduciéndose así el coste de una materia ya de por sí barata, debido principalmente a su gran abundancia. La extracción se realiza principalmente en canteras y graveras en tres fases bien diferenciadas. En una primera fase, tras realizarse los estudios geológicos y mineros oportunos se determina la existencia de un área de potencial explotación. En segundo lugar se pone al descubierto la zona donde van a ser extraídos retirándose de manera selectiva la cubierta de vegetales y otros materiales que no son válidos pero que se emplean habitualmente en la restauración de otras zonas de extracción. Por último se procede a la extracción propiamente dicha empleando distintos métodos para extraer la roca, desde sistemas mecánicos, dragalinas o voladuras en función del entorno en el cual se encuentre el yacimiento. La zona donde se extrae el árido se denomina frente de extracción. Cuando se trata de zonas con un gran potencial se emplean sistemas de terrazas o escalones que permiten el acceso de los equipos de extracción, carga y transporte que llevarán los áridos a las zonas de almacenamiento y posterior tratamiento.

Las técnicas y medios empleados en la extracción del árido van a estar en función del grado de consolidación de la roca a partir de la cual se ha de obtener. En las **graveras** el material no está consolidado por lo que se extraen directamente de la roca empleando sistemas tipo escavadoras y orugas. En función de si el material se extrae de un depósito que se encuentra en tierra firme o bajo el agua distinguimos entre vía seca y vía húmeda de extracción.

- Hablaremos de vía seca de extracción cuando el yacimiento se encuentre por encima del nivel del agua, por lo que se empleará maquinaria minera y de obras públicas para la extracción del material. Algunos de los principales yacimientos que permiten la extracción por vía seca son los depósitos eólicos o depósitos de dunas. Debido a la acción del viento se produce una clasificación previa del material, que da lugar a depósitos de granos de forma y granulometría muy homogénea. Otro tipo de depósito lo conforman los materiales acumulados en las morrenas glaciares. Éstos suelen estar muy mal clasificados, presentando granulometrías que pueden variar desde los pocos milímetros hasta bloques de varios metros cúbicos.
- Si el yacimiento se encuentra bajo el nivel del agua hablaremos de vía húmeda de extracción. Las principales zonas de extracción se encuentran en yacimientos fluviales y marítimos, es decir, depósitos geológicos naturales de áridos. En estos casos, y en función de la profundidad se



emplearán excavadoras cuando el yacimiento sea somero y dragalinas provistas de sistemas de cucharas cuando la profundidad sea mayor. Las dragalinas están formadas por un cazo que se encuentra suspendido de una serie de cables que permiten introducirlo en el agua a gran profundidad y escurrir el material a medida que se extrae del fondo.

Los tipos de yacimientos más frecuentes son los depósitos fluviales, es decir, los acúmulos de material producidos por la corriente del río en sus distintas formas (orillas, abanicos, meandros, etc.), playeros, de arenas o gravas que dan lugar a unos áridos muy redondeados o aplanados resultantes de una selección granulométrica muy elevada, o los depósitos submarinos, formados por antiguas playas o plataformas costeras que con el paso del tiempo han quedado bajo el nivel del mar.

- En las explotaciones mixtas se combinan los sistemas de extracción empleados en las vías secas y húmedas.

En las **canteras** o explotaciones a cielo abierto, debido al estado consolidado del material en forma de macizos rocosos, la extracción se realiza mediante la perforación previa de la roca, en la cual se introducen cargas explosivas para llevar a cabo voladuras controladas. De esta manera se obtiene la materia prima que posteriormente habrá de ser transportada a la planta de tratamiento.

En cualquiera de los entornos en los cuales se extraiga, el árido no reúne las características necesarias para su uso inmediato, por lo que ha de ser tratado para obtener un producto terminado apto para su consumo. Una vez extraído, el árido es sometido a una serie de procesos divididos en las siguientes fases: limpieza, triturado, clasificación, transporte, almacenamiento y reciclado.

- **Limpieza:** sea cual sea el uso que se va a hacer de él, el árido debe estar limpio de las impurezas que lo acompañan en el momento de su extracción. El sistema más habitual de limpieza de los áridos de gran tamaño consiste en cintas transportadoras sobre las cuales se coloca el material y se aplica un chorro de agua en la dirección contraria al movimiento de la cinta. Mediante estos sistemas de limpieza el árido se separa de los restos de barro, polvo, tierra, ramas y otros elementos no deseados hasta que queda limpio, lográndose así un árido que reúna la máxima calidad en sus aplicaciones. En el caso de los áridos finos se emplean dispositivos de lavado que consisten principalmente en un grifo, una pileta con su desagüe y una serie de bandejas sobre las cuales se deposita el árido a lavar.

Todo proceso de limpieza implica un posterior secado del árido que se realiza empleando sistemas de chorro de aire a una temperatura media de  $100 \pm 5$  °C o dejándose secar al aire durante varios días. En algunos casos el lavado del árido conlleva una alteración de sus propiedades no deseadas. En este caso la limpieza se realizará por la denominada vía seca.

- **Triturado o molienda:** el árido extraído de un yacimiento presenta grandes diferencias en forma y tamaño, por lo que ha de ser sometido a un proceso de triturado en el que para romperlo se emplean sistemas mecánicos e hidráulicos de trituración por percusión, sistemas giratorios de mandíbulas, así como molinos de bolas y barras. Estos procesos que generalmente se encuentran automatizados se llevan a cabo en la misma planta de extracción o en zonas cercanas a ella.

Mediante estos procesos el tamaño de la partícula disminuye hasta conseguirse el diámetro máximo deseado, diferenciándose principalmente entre áridos gruesos y áridos finos. Los procesos industriales de triturado se dividen en tres fases principales. Una primera en la que se obtienen áridos con un tamaño de partícula cercano a los 2cm, una segunda fase en la que el tamaño oscila entre los 1,5 y 0,5cm y una tercera fase en la que el tamaño del árido

es inferior a 0,5cm. Éstos son los que nos interesan en nuestro estudio, ya que el resto son excesivamente grandes para ser impresos.

- **Clasificación:** el árido triturado se clasifica en función de su tamaño de partícula mediante distintos sistemas. En los de mayor tamaño se emplean sistemas de cribado de mallas de gran abertura que permiten clasificarlos. En el caso de los denominados finos, cuyo tamaño es inferior a 4mm, se emplean sistemas de columnas de tamices normalizados y ordenados en orden decreciente en los cuales se introduce el árido limpio y seco. Mediante una serie de movimientos que pueden ser rotatorios o de vibración, los granos de distinto tamaño van poco a poco cayendo en tamices cuya luz de malla es cada vez menor, de manera que van quedando retenidos "por pisos" en los distintos tamices.

- **Transporte:** el transporte puede hacerse por vía terrestre, marítima y aérea, y estará siempre en función de las condiciones orográficas del país donde se produzca. El transporte externo de los productos a granel en España se encuentra altamente condicionado por las características de las infraestructuras del país. La práctica inexistencia de redes fluviales navegables, y la falta de infraestructuras ferroviarias y portuarias para la carga y descarga de grandes volúmenes de minerales, ha propiciado que cerca del 99% del transporte de los áridos se realice por carretera.

*Por otra parte, como los áridos son muy pesados y es preciso transportar grandes volúmenes, suele llegarse a una situación paradójica en la que el coste del transporte supera al coste del material y de su producción. El transporte por carretera es, sin ninguna duda, la opción más costosa, de forma que, por cada 50 Km. desde el yacimiento de procedencia, el coste de los áridos se duplica.<sup>3</sup>*

Esto hace que las plantas de extracción y tratamiento de áridos se localicen en puntos cercanos al lugar donde se van a utilizar, ya que superada cierta distancia no resulta económicamente rentable su producción y transporte.

El transporte rodado de áridos por carretera se realiza empleando dumpers o camiones volquete que mueven toneladas diarias de material desde el punto de extracción del árido hasta las plantas de procesado, almacenamiento, puntos de consumo y reciclaje.

- **Almacenamiento:** el almacenamiento de los áridos una vez concluidos los procesos de transformación y selección se realiza en apilamientos a cielo descubierto o protegidos, denominados acopios o silos. Gracias a los sistemas de clasificación granulométrica, los áridos pueden ser almacenados de manera aislada en función de su tamaño, lo que facilita la comercialización del producto en función del uso que se vaya a hacer de él. Es importante que en el almacenamiento el árido quede protegido contra posibles contaminaciones provenientes del terreno y del ambiente. Se han de tomar las medidas necesarias para evitar mezclarlo con otros elementos externos que puedan reducir sus niveles de calidad.

El almacenamiento en silos protegidos reduce los principales problemas derivados de la exposición del árido a condiciones de calor en verano y de humedad ambiental en la época lluviosa. En el caso de los áridos más finos es importante almacenarlos en entornos protegidos contra el viento y otras corrientes de aire que pueden provocar la pérdida del material así como la posible contaminación del entorno y de los acopios colindantes.

- **Reciclado:** durante el proceso de obtención de los áridos se genera una serie de elementos residuales que sin intervenir en el proceso de fabricación del árido deben ser gestionados por las empresas encargadas de la explotación. Para ello existen protocolos de reciclado que

emplean dichos materiales en la recuperación y reducción del impacto visual producido en el entorno de la explotación. Los principales materiales de rechazo producidos en la extracción del árido son cubiertas vegetales, rocas alteradas, lodos y residuos industriales.

Las cubiertas vegetales retiradas selectivamente durante el proceso de extracción se almacenan de forma separada, ya que se trata de elementos ricos en materia orgánica que ayudarán notablemente al reacondicionamiento de la zona, debido a que la transformación que han sufrido no resulta excesiva. Los lodos y otros materiales húmedos se acumulan en balsas controladas de decantación, en las cuales se vierte parte del agua empleada durante el proceso de producción del árido. Este agua cargada de partículas sólidas en suspensión se estanca en las balsas hasta separar por decantación natural las partículas, que por su peso se depositan en el fondo, quedando el agua en superficie y pudiendo ser tratada para su posterior utilización.

## 2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS EN FUNCIÓN DE SU APLICACIÓN

Una vez recopilada la información procedente de las distintas fuentes consultadas (mineralogía, construcción e ingeniería de materiales principalmente) hemos comprobado la coexistencia de distintos sistemas para la clasificación de áridos en función del campo de aplicación profesional.

Como decíamos con anterioridad, es el sector de la ingeniería de minas, caminos, canales y puertos el que mayor uso hace de los áridos, empleándolos en la construcción de infraestructuras, viviendas, vías de comunicación, obras públicas así como en la fabricación de miles de productos de origen industrial que empleamos en nuestro día a día. El sistema de clasificación en función de su **aplicación** resulta de uso generalizado en este entorno, diferenciándose así entre:

- Aplicaciones a la construcción
- Aplicaciones industriales

### 2.3.1. Aplicaciones a la construcción

Cualquier proceso constructivo que llevemos a cabo, desde levantar una vivienda unifamiliar hasta la construcción de una autopista requiere de un enorme consumo de materiales áridos. Ninguna de estas obras sería posible sin ellos, y su uso en este sector suponía a finales de 2010 el 88% del total de áridos consumidos en España según datos de la ANEFA (Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos). Más de la mitad de la producción total de áridos se destina a la fabricación de hormigones, morteros y elementos constructivos prefabricados.

En la actualidad España es el segundo productor de áridos, después de Alemania, a nivel europeo. El consumo de estos materiales pasó de los 250 millones de toneladas en 1995 a más de 450 millones de toneladas en 2005. Estos datos dan una idea de la tendencia creciente de consumo en nuestra sociedad. Los principales usos que la industria de la construcción hace de los áridos son:

- **Morteros:** se emplean para unir ladrillos y revestir paredes principalmente.
- **Hormigones:** estructurales (cimientos, vigas y pilares) o en masa (pavimentos).
- **Prefabricados:** ladrillos, bloques, aceras, alcorques, tuberías, etc.
- **Bases, subbases y aglomerados asfálticos:** son los elementos empleados en la construcción de carreteras, pavimentos, pistas, aparcamientos, etc.
- **Balastos:** sobre los cuales se apoyan las traviesas y los raíles empleados en la construcción de vías de ferrocarril.
- **Piedras y bloques de escollera:** empleados como medidas de contención marítima para puertos.

### 2.3.2. Aplicaciones industriales

Los áridos están presentes en multitud de procesos industriales de gran complejidad. Intervienen en procesos de fabricación de materiales como el acero o la cerámica, el pulido de lentes de precisión empleadas en cámaras fotográficas o telescopios. Debido al uso altamente especializado que de estos materiales se realiza en los diversos sectores de la industria, las demandas de calidad, pureza, tamaño y homogeneidad en el grano superan con mucho a las demandas de las aplicaciones de los materiales áridos empleados en el sector de la construcción.

El tamaño del grano es decisivo en muchos de estos procesos industriales, razón por la cual los procesos de trituración, molturación, o micronización en el caso de los áridos más finos, que se han de llevar a cabo para determinar y garantizar una granulometría constante requieren de unos niveles de tecnificación y control muy elevados.

La normalización en la inclusión de estos productos en procesos industriales altamente especializados hace que los niveles de exigencia en la fabricación de los áridos sea cada vez mayor. Las principales aplicaciones industriales de los áridos son:

- **Fabricación del cemento:** compuesto básicamente por caliza, agua y áridos que intervienen en el proceso de fraguado y endurecimiento. La fabricación del cemento supone cerca del 80% de los áridos consumidos.
- **Industria de la cerámica y el vidrio:** las arenas de sílice, las sosas y las calizas se emplean en la fabricación del vidrio.
- **Fabricación del acero:** durante la fundición se emplean grandes cantidades de caliza.
- **Materiales abrasivos:** el carburo de silicio, el corindón, las granallas, etc., se emplean tanto en procesos de abrasión como en la fabricación de elementos abrasivos tipo lijas.
- **Industria papelera:** en la fabricación industrial del papel intervienen distintos áridos.
- **Industria de los plásticos.**
- **Pinturas y detergentes:** áridos como la caliza se emplean como pigmentos y cargas en la fabricación de pinturas.
- **Industria informática:** se emplea arena de sílice en la fabricación de componentes informáticos.
- **Química y farmacia:** las calizas de grano muy fino se emplean en cosméticos y medicamentos.
- **Tratamiento de las aguas:** se emplean para filtrar y reciclar agua de consumo humano.
- **Producción de energía:** desde la fabricación de presas hidroeléctricas hasta cargas para centrales térmicas.
- **Alimentación:** intervienen en la producción de productos básicos como el azúcar, el pan o la cerveza.
- **Industria agrícola:** empleados como filtrantes, sustratos o complementos para piensos.<sup>4</sup>

### 2.3.3. Consideraciones acerca de las aplicaciones de los áridos a la serigrafía

Esta clasificación aporta una visión panorámica muy útil a la hora de entender hasta que punto los áridos son materiales de uso habitual en nuestro entorno cotidiano, participando en multitud de aplicaciones industriales en las cuales son materias primas indispensables.

Los áridos tienen un sinnúmero de aplicaciones con un nivel de especialización muy variable en función del sector en el cual se utilicen. Pese a no aparecer recogida como una aplicación industrial mayoritaria, los áridos son de uso habitual en la industria serigráfica empleados como cargas en la

<sup>4</sup> Extraído de LUACES FRADES, C. *Los áridos y el cemento. El recorrido de los minerales*. Consejería de economía e innovación tecnológica. Madrid 2007.

fabricación de tintas. Otra de las aplicaciones habituales en la serigrafía de materiales áridos es el uso que se hace del carburo de silicio como medio abrasivo para el acondicionamiento y tratamiento de tejidos en las fases de pre-impresión. El abrasivo se comercializa en forma de pasta densa que incluye en su composición un porcentaje de SiC 500, con un tamaño de partícula finísima inferior a los 0,013mm (13 micras). Esta pasta se aplica sobre el tejido aumentando su coeficiente RZ (el que determina la rugosidad superficial de un tejido) y favoreciendo la adherencia de las emulsiones y capas sensibles. Supone una variable de tratamiento mecánico del tejido frente a otros tratamientos químicos de toxicidad elevada como puede ser la aplicación de sosa cáustica.

Esta clasificación nos ha permitido constatar que el uso de los áridos se extiende también al campo de la serigrafía, evidentemente con un consumo muy bajo si lo comparamos con sectores como el de la construcción. De la misma manera, hemos comprobado como en ningún caso los productores de estos materiales contemplan sus potencialidades plásticas. Por lo tanto consideramos que su inclusión normalizada en los procesos creativos de impresión serigráfica resulta un aspecto ciertamente novedoso y a nuestro entender lleno de posibilidades que amplían aún más el campo de aplicación de unos materiales ya de por sí altamente polivalentes.

## 2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS EN FUNCIÓN DE SU ORIGEN

Entendiendo que la serigrafía constituye un campo especializado de aplicación de los áridos necesitamos de un sistema de clasificación que nos permita diferenciar los materiales que vamos a emplear. Siguiendo los sistemas empleados en la mineralogía entendemos que el método de clasificación más sencillo es aquel que lo hace en función de su **origen**. Así pues distinguiremos entre **áridos naturales, artificiales y reciclados**.

*Los áridos naturales y artificiales son muy abundantes, sin embargo, poseen características intrínsecas típicas que los diferencian substancialmente entre sí, en cuanto a su composición química, superficie activa en relación con la fracción granulométrica, capacidad de intercambio iónico, etc.<sup>5</sup>*

Los reciclados proceden de procesos de recuperación de otros áridos y por lo tanto poseen características heredadas del árido de origen en conjunción con otras derivadas del proceso de reciclado, y si existe, el posterior tratamiento al que sea sometido.

### 2.4.1. Áridos naturales

Se entiende por árido natural aquél procedente de la corteza terrestre. Éstos representan el 99% de la producción y se obtienen mediante la trituración de rocas masivas consolidadas en explotaciones a cielo abierto tipo canteras o en yacimientos detríticos de material no consolidado tipo graveras, o yacimientos geológicos naturales. Presentan distintas formas en función del proceso mediante el cual han sido obtenidos. Los procedentes de yacimientos aluviales y que no son sometidos a procesos de trituración presentan formas redondeadas, como por ejemplo los denominados cantos rodados. A estos materiales que han sido extraídos de graveras y sometidos exclusivamente a un proceso de limpieza los denominaremos áridos naturales. Los naturales de machaqueo son aquellos extraídos de canteras que pueden presentar un aspecto anguloso y que han sido sometidos a un proceso de trituración, molienda y clasificación.

5 COSTAFREDA MUSTELIER, J. L. / CALVO PÉREZ, B. *Valoración de la calidad de algunos áridos a partir de la interpretación de sus propiedades puzolánicas*. (ETSIM) Universidad Politécnica de Madrid. II Congreso Nacional de áridos Valencia 2009.

Los áridos naturales en países que como España cuentan con un sustrato rocoso abundante se extraen principalmente en zonas muy próximas al lugar donde van a ser utilizados. Son de uso habitual en el sector de la construcción, la minería y la industria en un porcentaje muy superior a los áridos artificiales y reciclados.

Los áridos naturales se clasifican principalmente en tres grandes grupos en función de la naturaleza de la roca a partir de la cual se extraen. Los manuales de geología hacen distinción entre rocas ígneas, rocas sedimentarias y rocas metamórficas.

- Las **rocas ígneas** suponen alrededor del 80% de la masa de la corteza terrestre. De manera sencilla podríamos decir que son el resultado del proceso de enfriamiento del magma que asciende desde el interior de la tierra atravesando la litosfera, donde puede solidificar o llegar a la superficie terrestre dando lugar a cadenas de volcanes. En España la mayoría de las rocas de origen volcánico empleadas para la producción de áridos se extraen de las explotaciones localizadas en las Islas Canarias. Dentro de las rocas ígneas encontramos las plutónicas (granitos, dioritas y gabros), las hipoabisales (diabasas y pórfidos) y las volcánicas (basaltos, riolitas, traunitas y andesitas).
- Las **rocas sedimentarias**, compuestas de materia mineral derivada de la descomposición química y desfragmentación física de cualquier variedad de roca preexistente, se originan de muchas maneras. Su materia mineral finamente dividida, hecha de granos minerales sólidos, se llama *sedimento*. Algunos tipos de sedimento los producen ciertas síntesis biológicas y químicas, más que la descomposición de rocas. El sedimento es transportado por ríos, olas y corrientes oceánicas, vientos o hielo glacial, y finalmente se deposita en capas sobre el fondo del océano, en los lechos de lagos o en las superficies de tierras bajas. El sedimento puede acumularse en numerosas capas hasta adquirir un grosor total de muchas decenas, centenares o millares de metros. Comprimido bajo el peso de las capas superiores, el sedimento se vuelve compacto y se endurece hasta constituir una roca densa. Ciertos cambios químicos pueden contribuir al proceso total de endurecimiento llamado *litificación*<sup>6</sup>.

Las rocas sedimentarias se dividen en calcáreas (calizas y dolomías) y arenosas (arenas, arenas silíceas, gravas, conglomerados, areniscas y grauvacas). Las calizas son las rocas sedimentarias más abundantes en España, y su proceso de triturado resulta más sencillo que el de otras rocas de dureza superior como el granito. Estos dos factores, junto con la existencia de un gran número de empresas productoras de áridos hacen que su precio sea el más bajo. Por estas dos razones son los áridos más utilizados, en ocasiones en conjunción con los silicios, para la fabricación de pavimentos y firmes de carreteras.

- Las **rocas metamórficas** se crean por cambios físicos o químicos en tipos preexistentes de rocas, que pueden ser sedimentarias o ígneas. Durante el proceso de cambio, la roca se mantiene en estado sólido, pero experimenta alteraciones profundas de composición mineral, textura rocosa (tamaño de los granos o partículas) y estructura interna (desmenuzamiento de capas y fracturación). El sedimento que se acumula sobre una capa litosférica descendente constituye una fuente importante de roca metamórfica. Aquí reina una enorme presión de confinamiento y se produce una acción de amasado porque el material está atrapado entre la placa oceánica descendente y la placa continental. El sedimento deformado es cizallado entre las masas rígidas opuestas. El sedimento, al expulsar agua se vuelve más denso, y sus átomos y moléculas se reorganizan en minerales nuevos. Este cambio de roca sedimentaria a roca metamórfica se llama *metamorfismo*.<sup>7</sup> Las principales rocas metamórficas son los gneises, cuarcitas y mármoles.

6 STRAHLER, A. *Geología física*. Ediciones Omega. Segunda reimpresión. Barcelona 1997.

7 STRAHLER, A. *Ibid.* p 16.

Como hemos visto, los áridos naturales se obtienen a partir de rocas de distinta naturaleza, por lo que las propiedades de estos materiales variarán notablemente. Su uso estará directamente condicionado por la composición rocosa del suelo donde se encuentre emplazada la explotación.

## 2.4.2. Áridos artificiales

*El término áridos artificiales define a aquellos materiales pétreos, de naturaleza arcillosa o arenosa, de cuyo estado natural inconsolidado y bajo tratamiento con productos ligantes y compuestos químicos dan como resultado un material consolidado, resistente a la compresión y abrasión en límites aceptables.*<sup>8</sup>

Este tipo de áridos, también conocidos como **áridos secundarios**, se emplean en entornos en los cuales existe una demanda no satisfecha de áridos, generalmente derivada de las características geológicas del suelo. Existen zonas donde no es posible desarrollar los sistemas que permiten la extracción y procesado del árido o bien el punto donde se demanda se encuentra demasiado alejado del lugar de producción. Este es el caso de determinadas zonas desérticas de África o de Sudamérica como las selvas bajas de Bolivia, Ecuador o Perú, en las cuales el suelo arcilloso no contiene los áridos necesarios para cubrir la demanda. En estos casos se emplean los recursos mineralógicos naturales autóctonos para obtener áridos que posteriormente serán tratados o se les añadirá otro material para dar lugar a un árido artificial de características muy mejoradas.

Esto no ocurre así en España, donde existe una gran abundancia de zonas de extracción. El uso de los áridos artificiales apenas supone un pequeño porcentaje (inferior al 1%) en el total de los producidos. Su uso está restringido a aplicaciones mucho más concretas que los áridos naturales y su producción, en comparación con el resto de áridos, supone un mayor esfuerzo técnico y económico, lo que encarece el producto final. Por esta razón, en la mayoría de las ocasiones los consumidores mayoritarios de áridos prefieren emplear los de origen natural siempre y cuando cubran todas las necesidades.

También se consideran áridos artificiales a **aquellos subproductos de procesos industriales** como desechos de explotaciones mineras o desechos de los procesos llevados a cabo en acerías que dan lugar a escorias y virutas con contenidos metálicos que no las hacen aptas para su uso en la construcción. Se emplean en conjunción con otros materiales debido a la escasez de áridos naturales o debido a la necesidad de un árido que reúna una serie de características especiales, que en estos casos se las otorgan los procesos a los que han sido sometidos previamente.

*Algunos tipos de áridos artificiales se producen empleando subproductos o residuos de procesos industriales, como son las escorias siderúrgicas, las cenizas volantes de la combustión del carbón, estériles mineros, etc.*<sup>9</sup>

Tal vez pueda parecer a primera vista que los áridos artificiales son materiales de difícil acceso o que suponen un tipo de árido poco habitual. Esto puede ser así entre determinados consumidores de áridos, pero lo cierto es que materiales como el carburo de silicio resultan habituales en el campo de la obra gráfica y se emplean en multitud de procesos creativos, como las técnicas aditivas.

Otros materiales como el corindón son de uso corriente en los talleres de litografía. Por sus propiedades abrasivas es un material idóneo para el graneado y la recuperación de las piedras empleadas en litografía.

**No estamos por lo tanto frente a unos materiales completamente ajenos al campo de la gráfica, pero sí frente a un nuevo planteamiento en sus usos y aplicaciones al proceso serigráfico.**

<sup>8</sup> PERALES CALDERÓN, F. G. *Fabricación en frío de áridos artificiales a partir de suelos arcillosos y arenosos*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid 2001.

<sup>9</sup> GARCÍA CORTÉS, A *et al.* *Un plan nacional de áridos: necesidad inaplazable*. I Congreso nacional de Áridos. Zaragoza 2006. Los áridos: un reto para el siglo XXI. FUEYO / ANEFA Editores. Madrid 2006.



### 2.4.3. Áridos reciclados

Se entiende por árido reciclado aquel obtenido mediante el procesamiento de residuos de construcción y demolición (RCD). En función de la naturaleza de los residuos de origen, se pueden clasificar en áridos reciclados procedentes de hormigón, áridos reciclados cerámicos o áridos mixtos cuando proceden de una mezcla de residuos de distinta naturaleza. En ocasiones las técnicas de demolición selectiva y procesamiento permiten obtener por separado áridos reciclados de los dos primeros tipos, mientras que otras veces los áridos reciclados producidos en las plantas de reciclado son mixtos.

La necesidad de la utilización de áridos reciclados en la construcción está fundamentada por motivos de índole medioambiental, debido a la generación de grandes volúmenes de residuos de difícil gestión, ya que en términos técnicos se puede concluir que los áridos reciclados presentan peor calidad que los áridos naturales. Esta peor calidad está ocasionada por la naturaleza de los áridos reciclados que están compuestos de árido natural y un suplemento en ocasiones no deseado de mortero.

*Existen numerosos estudios que han evaluado las propiedades de los áridos reciclados, obteniéndose una gran dispersión de resultados ya que la calidad de los mismos dependen de numerosos factores, como pueden ser, entre otros, el grado de limpieza que presentan los áridos o las técnicas de procesamiento utilizadas. Así por ejemplo, algunos países como Japón, disponen de técnicas de reciclado que permiten obtener áridos reciclados de calidad similar a los áridos convencionales, ya que eliminan prácticamente todo el mortero que está añadido al árido reciclado.<sup>10</sup>*

**Hormigones, ladrillos, tejas, cristales y elementos cerámicos** son los principales materiales que acompañan al árido y que han de ser eliminados antes de someterse al proceso de reciclado. En pocos países existe una normativa técnica específica que recoja las aplicaciones de los áridos reciclados, lo que genera una cierta desconfianza en su uso, ya que necesitan de un mayor control para garantizar unas prestaciones óptimas. Existe un relativo desconocimiento sobre el comportamiento real de estos materiales. A esto hay que añadirle el hecho de que al igual que ocurría con los áridos artificiales su necesario tratamiento para la selección, limpieza y clasificación eleva el coste final del producto, lo que hace que en muchas ocasiones no resulte una opción interesante para el consumidor.

*El uso en España de áridos reciclados en 2009 en el sector de la construcción es relativamente bajo, un 18% del total de la producción, aunque este porcentaje aumenta anualmente. La producción de áridos reciclados está lógicamente ligada a la producción de RCD, la caída del sector sitúa a España aún como uno de los principales países europeos en su producción estimada al día de hoy en unos 30 millones de toneladas al año.<sup>11</sup>*

En este estudio hemos comprobado la viabilidad de incluir áridos reciclados en el proceso de impresión. Materiales como las arenas finas (tamaño de partícula comprendido entre 2 y 0,05 mm) obtenidas del triturado de ladrillo, teja y cerámica, han demostrado reunir todas las características necesarias para ser impresos mediante serigrafía, aportando valores cromáticos derivados del material original. Son muchísimos los colores que a partir de los elementos cerámicos u otros áridos reciclados podemos aportar a la impresión. El color es una característica de la impresión de áridos que más adelante trataremos en profundidad en el capítulo 5. Color, textura y transparencia en la serigrafía de áridos.

<sup>10</sup> SANCHEZ DE JUAN, M. *Estudio sobre la utilización del árido reciclado para la fabricación de Hormigón Estructural*. Tesis Doctoral. E.T.S. de ingenieros de caminos, canales y puertos de la Universidad Politécnica de Madrid 2004.

<sup>11</sup> TERTRE TORÁN, J. I. *Desarrollo de la producción de áridos reciclados. Perspectivas*. Artículo incluido en el II Congreso nacional de Áridos. Valencia 2009. *Los áridos: una materia prima estratégica*. FUEYO / FdA Editores. Madrid 2009.

Otro tipo de materiales obtenidos a partir de procesos de reciclado lo componen las escorias metálicas resultantes de procesos siderúrgicos o los óxidos de hierro procedentes de la combustión del carbón realizada en centrales termoeléctricas. En el uso de este tipo de materiales que pueden ser considerados áridos hemos de poner especial cuidado, ya que los granos son en ocasiones virutas metálicas con filos cortantes que pueden llegar a desgarrar el tejido de la pantalla en pocas impresiones, motivo por el cual no resulta recomendable su uso.

#### 2.4.4. Consideraciones acerca de la clasificación de los áridos

Tras analizar los distintos sistemas para clasificar los áridos, y transpolándolo al objeto de nuestra investigación concluimos que el de mayor utilidad para la aplicación que les vamos a dar es aquel que los distingue en función de su origen, ya que es la clasificación más clara y concisa a la hora de determinar los diferentes tipos de materiales susceptibles de ser impresos.

Este sistema nos va a permitir clasificar fácilmente aquellos materiales que sin ser de procedencia industrial, bien porque seamos nosotros mismos los que los obtengamos del entorno cercano, o bien por que los sinteticemos a partir de otros materiales ya existentes, podamos incluirlos en el proceso de impresión tal y como preveíamos en las hipótesis de partida de este estudio.

Algunos de estos materiales son: arenas de playa, polvos obtenidos del tratamiento de elementos cerámicos o vítreos, pequeños materiales granulares de origen industrial, granallas plásticas, etc.

Otro de los factores que consideramos determinantes para decantarnos por este sistema de clasificación es el hecho de que como ya hemos señalado con anterioridad, las principales características físico-químicas de los áridos se derivan de su origen y de los procesos a los que han sido sometidos. Así pues, conociendo el origen y las particularidades del árido, podremos hacer uso de ellos en función de nuestros intereses plásticos.

Son los valores táctiles y visuales como el color, el brillo, la opacidad o la textura superficial, derivados de las características físicoplásticas del árido, los que incorporaremos de manera controlada a la impresión.

Existen materiales que reúnen las condiciones necesarias para ser impresos y que tal vez no puedan ser considerados áridos en el sentido estricto del término industrial debido a que no tienen una procedencia rocosa, sino que son materiales derivados del plástico, metales, etc. pese a lo cual es posible procesar de manera que puedan ser impresos.

Estos materiales aportan a la impresión una serie de aspectos novedosos y que por lo tanto merecen nuestra atención. Hemos analizado sus principales características para dar una visión aún más amplia de este tipo de materiales.

En este estudio consideraremos como:

- **Áridos naturales:** áridos finos producidos a partir de la trituración de rocas, arenas, tierras tipo creta, polvo de mármol, cargas de oro, plata, bronce, etc.
- **Áridos artificiales:** materiales que hayan sido tratados física o químicamente como el carburo de silicio, el corindón, polvo de diamante, polvo de grafito, el silicato de aluminio y abrasivos como las microesferas de vidrio, microesferas de acero inoxidable, granallas metálicas, plásticas, vegetales y cerámicas.
- **Áridos reciclados:** tanto de origen industrial como de fabricación propia, óxidos metálicos, escorias de fundición, polvo de ladrillo, tejas y otros elementos cerámicos triturados.

El abanico de posibilidades a la hora de incluir materiales en el proceso de impresión es enorme, por lo que entendemos que muchos de ellos quedarán fuera de este estudio. Por razones

de concreción nos hemos centrado en aquellos materiales que nos resultan accesibles y que consideramos válidos como referentes.

**Cuando se mezclen áridos de distinto origen, al conjunto lo denominaremos en función del árido que suponga el mayor porcentaje en la mezcla.**

Hemos descartado todos aquellos materiales granulares orgánicos (semillas, especias, etc.) que pudiendo ser impresos, debido a los naturales procesos de degradación que sufren con el paso del tiempo consideramos no vamos a poder garantizar su conservación y estabilidad sobre el soporte.

## 2.5. PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS

Las propiedades de los áridos se derivan de su concepción bajo dos puntos de vista: uno como elementos aislados, o individuales, y otro como conjunto.

Las propiedades de los áridos reseñadas en la bibliografía específica así como en la facilitada por los fabricantes varían en número e importancia en función de su aplicación.

La resistencia a los ciclos de hielo y deshielo es una propiedad de los áridos que va a resultar fundamental a la hora de aplicarlos a la construcción de carreteras o edificios, pero que no va a afectar en absoluto cuando se empleen como materiales de chorreo en los procesos de limpieza por abrasión o en nuestro caso, en el proceso de impresión. En este capítulo se han desarrollado aquellas propiedades de los áridos que condicionarán su uso en serigrafía.

Como elementos aislados, los áridos tienen **propiedades físicas** macroscópicas: dimensión, forma, redondez, densidad, propiedades de superficie, porosidad, permeabilidad, dureza superficial, módulo elástico, conductividad térmica, dilatación, etc. Presentan unas **propiedades químicas** macroscópicas: solubilidad, alterabilidad, hinchamiento, etc. Las propiedades físicas y químicas van a determinar la viabilidad de la aplicación de los áridos al proceso de impresión en serigrafía. Algunas de ellas como la dimensión, la dureza o la solubilidad son determinantes, mientras que otros como la conductividad térmica no serán factores decisivos a la hora de seleccionar el tipo de material que vayamos a imprimir.

La dimensión, forma y redondez estarán en función de los procesos sedimentológicos en el caso de los áridos naturales y de las técnicas de machaqueo en el caso de los áridos artificiales. Las otras propiedades dependerán de la composición mineralógica, no sólo en el sentido de las especies mineralógicas presentes, sino también de su distribución, hábito, cristalinidad y por supuesto, de los aspectos texturales y de fábrica del material.

En esencia, la estructura íntima del material, estudiada mediante técnicas espectrales (rayos X, infrarrojos, etc.), y la textura y fábrica de las rocas, estudiada con técnicas microscópicas (ópticas o electrónicas), constituyen la base conceptual sobre la que se apoyan las propiedades físicas (mecánicas, eléctricas, magnéticas, elásticas, etc.) y las propiedades químicas (estabilidad mineral), que definen la utilización de un árido.

*Las propiedades de conjunto de los áridos hacen referencia a sus características como un todo. Desde el punto de vista composicional, se pueden considerar los áridos monotípicos o monogénicos, cuando todos los elementos tienen la misma composición petrológica, oligogénicos, cuando tienen dos o tres tipos, y poligénicos cuando presentan una composición compleja. Desde un punto de vista práctico las propiedades del conjunto deben referirse a las mínimas del tipo más desfavorable. En general, los áridos de machaqueo suelen ser monogénicos, mientras que los áridos naturales, y más aún los de medios sedimentarios poco activos suelen ser poligénicos.<sup>12</sup>*

Además de las propiedades físicas y químicas, los áridos como materiales aplicables a la creación cuentan con una serie de **propiedades plásticas** entre las cuales destacan el color, el brillo, la textura superficial y la transparencia/opacidad. Estas propiedades, a diferencia de las físicas y químicas no condicionan la posibilidad de trabajar con ellos en serigrafía, pero resultan importantes desde el momento en el cual entendemos los áridos como materiales aplicables a un campo como es el creativo, en el cual dichas cuestiones tendrán ciertamente una especial relevancia. Las propiedades plásticas del árido se tratarán en el capítulo 5. Color, textura y transparencia en la serigrafía de áridos, ya que guardan mayor relación con los aspectos plásticos del material que con los aspectos técnicos que van a condicionar su impresión.

Son muchas las propiedades que podemos destacar a la hora de definir un árido y seleccionarlo entre otros en función del uso que le vayamos a dar, por lo que conocerlas resulta fundamental a la hora de obtener de ellos sus mejores prestaciones. Como señalábamos de manera esquemática en el apartado 2.4. Clasificación de los áridos en función de su origen, las propiedades de los áridos naturales obtenidos en yacimientos y canteras varían principalmente en función de:

- La composición mineralógica de la roca a partir de la cual se obtienen.
- Los sistemas de extracción empleados en su producción.
- Su posterior tratamiento (áridos artificiales).
- Los materiales añadidos que contengan (áridos reciclados).

En función del uso que se les vaya a dar en ocasiones los áridos artificiales son sometidos a procesos industriales que conllevan una modificación físico-química que alterará sus principales propiedades, como por ejemplo los procesos que se llevan a cabo en el interior de los hornos eléctricos empleados en la producción del carburo de silicio.

*Asimismo, algunos áridos contienen en su composición una serie de aditivos, productos químicos que se añaden en pequeña proporción a la mezcla de concreto durante su mezclado, para modificar algunas de las propiedades de la mezcla en estado fresco o endurecido.<sup>13</sup>*

En el tratamiento al que son sometidos previamente a su comercialización los áridos reciclados se eliminan los restos de otros materiales, pero no siempre resulta posible limpiarlo completamente. En estos casos se entiende como uno al árido más el resto de materiales que pudieran acompañarle y sus propiedades de conjunto se derivan a su vez de los materiales que puedan acompañar al árido obtenido mediante este proceso.

Así pues, debido al uso que vamos a hacer de los áridos hay una serie de propiedades que no van a influir directamente en el proceso de impresión, mientras que otras van a resultar claves a la hora de incorporarlas a un medio específico como es la serigrafía. Las propiedades físicoquímicas del árido que hay que considerar para estimar su calidad como elementos serigrafiables y que pueden condicionar el proceso de impresión son las siguientes:

- Granulometría
- Forma
- Homogeneidad
- Dureza
- Porosidad
- Limpieza
- Solubilidad
- Compatibilidad con los productos empleados en el proceso serigráfico
- Resistencia a factores externos

Del proceso de fabricación del árido van a depender principalmente la granulometría, la homogeneidad, la forma y la limpieza de éstos.

De las propiedades intrínsecas del material originario van a depender su dureza, porosidad, resistencia a factores externos así como las propiedades químicas que los hacen compatibles con los distintos materiales y productos serigráficos

Hemos descartado analizar algunas de las propiedades descritas por la ANEFA y nos hemos centrado en las que entendemos son las principales propiedades que resultan comunes a todos los áridos y cuyo conocimiento nos posibilita incorporarlos al proceso de impresión.

### **2.5.1. Granulometría**

A la medición y gradación del grano en función de su tamaño se la conoce como escala granulométrica.

La granulometría hace referencia a la medida del grano del material expresada en micras o en milímetros. No todos los granos de una muestra tendrán el mismo tamaño, por lo que las dimensiones indicadas por los fabricantes han de ser entendidas como la media de los tamaños de una muestra. El grano se clasificará en función de su tamaño empleando una escala numérica en progresión creciente a medida que disminuye su tamaño.

La granulometría es una de las principales características que posibilitan la inclusión de los áridos en el proceso de impresión serigráfica, por lo que en todo momento debemos conocer con exactitud el tamaño del grano que vamos a emplear. Debido a que algunos de los áridos empleados en esta investigación serán fabricados en el taller, entendemos que la normalización de un sistema que nos permita homogeneizar el tamaño resulta necesaria para controlar su incorporación al proceso de impresión.

La granulometría es un factor que posee una doble relevancia, por un lado técnica, en la medida en que va a condicionar la correcta permeabilidad del grano en el proceso de impresión, y plástica, ya que en función del tamaño de grano empleado variará la sensación visual de textura, color, brillo y transparencia que va a adquirir la capa impresa.

En el caso de algunos áridos su granulometría se encuentra normalizada en base a estándares internacionales, siguiendo criterios de clasificación por tamaños que definen perfectamente el rango dimensional de la partícula, como es el caso del carburo de silicio o del corindón, mientras que en el caso de otros materiales como las granallas abrasivas son los mismos fabricantes los que elaboran sus propias clasificaciones, por lo que no existe un único referente.

Consideramos la normalización a nivel internacional de la clasificación granulométrica, así como la gran variedad de tamaños en la que podemos encontrarlo comercializado (la mayor entre todos los áridos), hacen del carburo de silicio un material que emplearemos como referencia comparativa a la hora de clasificar otros materiales cuya granulometría no se encuentre estandarizada.

La granulometría del carburo de silicio se encuentra normalizada a nivel internacional por la Federación Europea de Productores de Áridos -FEPA-. Su tamaño puede variar desde los granos más gruesos del SiC 4 que presenta un tamaño medio de partícula de 4,89mm, imposible de imprimir debido a las limitaciones técnicas de los tejidos serigráficos convencionales, hasta las partículas imperceptibles que componen el SiC 2000, cuyo tamaño se sitúa entorno a los 0,0012mm, inferior al de algunos pigmentos y cuyos resultados en la impresión son inapreciables. A continuación incluimos una tabla donde se recogen el tamaño de los granos de carburo de silicio en relación a la numeración que se le otorga al grano.

Como podemos observar en la tabla 1, empleamos el grano seguido de una numeración (del 4 al 2000) para referirnos a los distintos tamaños de la partícula de carburo de silicio, es decir, cuando

hablemos de un SiC 240 nos estaremos refiriendo a aquel cuyo grano tenga un tamaño medio de 0,0445mm ó 44,50 micras.

En los granos de mayor tamaño la diferencia es fácilmente perceptible al ojo, pero a medida que va disminuyendo es prácticamente imposible distinguirlos, ya que por debajo de las 29,20 micras (SiC 320) nos encontramos ante un material fino como el polvo. En el caso de los granos de 58 micras (SiC 220) o mayores, denominados macrogranos, su tamaño se determina mediante medición directa, mientras que en el caso de los de menor tamaño, denominados microgranos, se emplean fotosedimentómetros para conocer su tamaño con la mayor exactitud posible.



44 / Carburo de silicio negro en distintas granulometrías 80-180-500.

Como ya señalamos al comienzo de este trabajo, algunos de los materiales incluidos en la investigación no son considerados como áridos desde el punto de vista de la industria minera, y por lo tanto no se ajustan a esta escala, mientras que otros, como por ejemplo el corindón si que lo hacen y están normalizados según las clasificaciones de la FEPA, lo que quiere decir que un grano de corindón 24 tendrá un tamaño similar al SiC 24. El resto de materiales (como los abrasivos) emplean granulometrías distintas en función del fabricante, por lo que habremos de consultar las fichas técnicas de cada producto para conocer el tamaño medio del grano.

Una comparativa del tamaño de los granos de los distintos áridos incluidos en esta tesis se puede consultar en el apartado 2.8. Comparativa granulométrica de los áridos.

Somos conscientes de la dificultad que implica tratar de lograr un elevado nivel de homogeneidad en el tamaño de los granos de árido, ya que como se trata en el siguiente apartado dedicado al sistema de clasificación granulométrica, los valores para el tamaño del árido son siempre el resultado de promediar el tamaño de todos los granos que componen una muestra. Tanto en los granos de mayor tamaño como en los más finos resulta imposible garantizar al 100% la homogeneidad de la granulometría. Los valores que se indican en los embalajes comerciales son siempre medias aproximadas, por lo que en ocasiones encontraremos ligeras variaciones en el tamaño indicado por el fabricante.

Por este motivo, cuando seleccionemos los materiales a imprimir tendremos en cuenta esta diferencia de tamaños entre los granos y operaremos con los márgenes suficientes como para asegurarnos que la totalidad, o un porcentaje muy elevado de grano resulte imprimible.



**Granulometrías Carburo de Silicio (SiC) F según normas FEPA  
(partícula media aproximada)**

GRANO	TAMAÑO (mm)	TAMAÑO (micras)	GRANO	TAMAÑO (mm)	TAMAÑO (micras)
4	4,890	4890	90	0,154	154
5	4,125	4125	100	0,129	129
6	3,460	3460	120	0,109	109
7	2,900	2900	150	0,082	82
8	2,460	2460	180	0,069	69
10	2,085	2085	220	0,058	58
12	1,765	1765	230	0,053	53
14	1,470	1470	240	0,0445	44,50
16	1,230	1230	280	0,0365	36,50
20	1,040	1040	320	0,0292	29,20
22	0,885	885	360	0,0228	22,80
24	0,745	745	400	0,0173	17,30
30	0,625	625	500	0,0128	12,80
36	0,520	520	600	0,0093	9,30
40	0,438	438	800	0,0065	6,50
46	0,390	390	1000	0,0045	4,50
54	0,310	310	1200	0,0030	3,00
60	0,260	260	1500	0,0020	2,00
70	0,218	218	2000	0,0012	1,20
80	0,180	180			

**Tabla 1** / Regulación granulométrica del carburo de silicio en base a la normativa FEPA de 1993. Los estándares de tamaño se refieren al conjunto de una muestra, no al valor unitario del grano.

### 2.5.1.1. Clasificación granulométrica

En España se emplea el sistema de la FEPA para clasificar los áridos empleados en la minería y la construcción en función de su tamaño medio de grano. Hemos prestado especial atención a la información procedente de estos sectores relativa al sistema de clasificación de áridos ya que entendemos que no sólo es perfectamente válido para nuestros propósitos, sino que además nos garantiza la fiabilidad de los datos relativos al tamaño de la partícula de árido obtenido mediante este sistema de medición.

Como se observa en la tabla 2, está perfectamente regulado el léxico que debemos emplear para referirnos correctamente al árido en función de su tamaño. Estas denominaciones son de uso frecuente en el campo de la construcción y en el de los productores de áridos, por lo que resulta conveniente familiarizarse con ellos. En nuestro caso, y derivado de las limitaciones en el tamaño máximo de partícula que resulta posible imprimir impuestas por la abertura de malla de la pantalla, siempre emplearemos las denominadas arenas finas y finos, ya que utilizando pantallas serigráficas convencionales no va a ser posible imprimir el resto de materiales cuyo tamaño sea superior al de las arenas finas (0,05mm).

Este sistema nos ayuda a establecer una nomenclatura clara a la hora de diferenciar los áridos, aunque existen otros modos más sencillos para clasificar los áridos en función de su tamaño. Existe un sistema de clasificación que engloba todos estos materiales en dos grandes grupos, y que los diferencia entre: **áridos gruesos** y **áridos finos**.

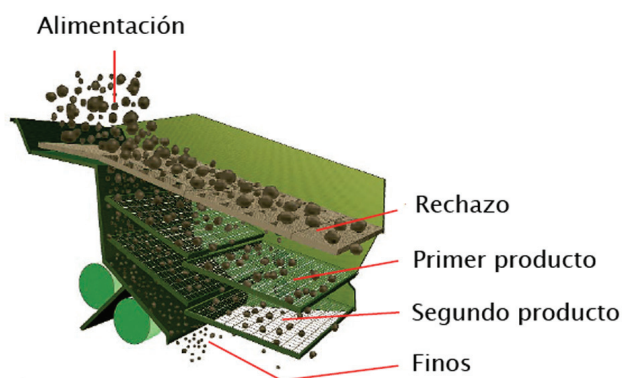


Nombre	Intervalo en mm
Morro	150 – 80
Grava media	80 – 40
Grava menuda	50 – 30
Gravilla	30 – 20
Garbancillo	20 – 5
Arena gruesa	5 – 2
Arena fina	2 – 0,05
Finos	> 0,063

**Tabla 2** / Denominación de los áridos en función de su tamaño medio de partícula. Elaboración propia a partir del modelo de Ortega (1993).

Según la normativa europea se entiende por fino el árido o la fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4mm de luz de malla (tamiz 4 UNE EN 933-2:96); mientras que el árido grueso es aquel que queda retenido por dicho tamiz.

Los áridos gruesos se clasifican empleando sistemas de cribado industrial que permiten homogeneizar su granulometría de manera que se adapten perfectamente a la demanda comercial. Los áridos gruesos poseen un tamaño excesivo para ser usados como material imprimible, por esta razón hemos descartado su análisis granulométrico y nos hemos centrado en el estudio de los sistemas que nos permitan clasificar los denominados áridos finos.



45 / Esquema de una criba industrial. Imagen cortesía de ANEFA.

Para clasificar correctamente los áridos finos, cuyo tamaño puede variar desde los 4mm hasta pocas micras se emplean sistemas similares a los empleados para clasificar los áridos gruesos, pero con unos niveles de precisión mucho mayores, ya que en este caso, la diferencia de tamaño que nos permite realizar una clasificación exacta es en la mayoría de los casos inferior a un milímetro. Para realizar este tipo de clasificaciones tan precisas se emplea el sistema de columna de tamices móviles.

Un tamiz o cedazo es una malla de filamentos que se entrecruzan dejando una serie de huecos cuadrados. Esta malla se encuentra fijada en estado tensionado a un marco que puede ser de madera

o metálico, comúnmente de forma circular. En el interior de estos tamices se irán depositando las partículas de árido en función de su tamaño. Es importante que los huecos de la malla tengan todos el mismo tamaño, ya que esto determinará el tamaño del grano que va a atravesar el hueco, también conocido como luz de malla.

El método de **clasificación mediante columna de tamices** consiste en hacer pasar los granos de árido por una sucesión de mallas de distinta luz, organizados de manera decreciente, situándose las de mayor abertura de malla en la parte superior de la columna y las de menor en la parte inferior. Esta columna de tamices se somete a movimientos vibratorios y orbitales, de manera que el grano va separándose poco a poco por tamaños a medida que atraviesa las distintas mallas.

Este sistema permite la clasificación de una enorme cantidad de tamaños de grano distintos con una precisión muy elevada. Para mediciones más exactas se emplean sistemas de láser cuyo rayo difracta en las partículas permitiendo así determinar su tamaño exacto.



46 / Columna de tamices para la clasificación de áridos y diferentes partículas de 0,016 mm, a 2,0 mm.

Este sistema de clasificación que resulta de uso habitual en el caso de los áridos se puede emplear igualmente para clasificar cualquier otro tipo de material granular, como abrasivos y granallas.

El ensayo granulométrico por tamizado, que es como se conoce a este método, se encuentra regulado a nivel europeo y se aplica a todos los áridos independientemente de su origen. Las series de tamices se encuentran normalizadas, siendo las más habituales en España las recogidas dentro de la normativa UNE-EN 933-2:96 "Determinación de la granulometría. Método del tamizado", la internacional ISO y las fijadas por la ASTM (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales) aunque estas se aplican principalmente en Estados Unidos ya que se basan en el sistema de medida anglosajón.

Además de los mencionados coexisten varios sistemas para clasificar los áridos en función de su tamaño. En ocasiones la falta de un sistema unificado ocasiona confusiones respecto a los tamaños del árido, que pueden expresarse en milímetros, micras o pulgadas, y los tamices empleados para su clasificación, serie americana, europea, alemana, etc. Por ello creemos conveniente conocer las equivalencias de tamaño que existen entre el sistema americano, expresado en pulgadas, y el sistema métrico, ya que en ocasiones la información recogida en la documentación bibliográfica a la que tenemos acceso, así como las fichas técnicas que deben acompañar al producto, hace referencia a las mediciones de los sistemas de clasificación americanos.

La comparativa de ambos sistemas se puede observar en la tabla 3:

Designación y abertura en mm UNE	Designación del tamiz ASTM	Abertura en mm. ASTM
125,00	5	117,6
100,00	4	88,9
80,0	3	76,2
63,0	2,5	63,5
50,0	2	50,8
40,0	1,5	38,1
31,5	1,25	31,8
25,0	1	25,4
20,0	3/4	19,1
16,0	5/8	15,9
12,5	1/2	12,7
10,0	3/8	9,5
8,00	5/16	7,93
6,30	1/4	6,35
5,00	Nº 4	4,75
4,00	Nº 5	4,00
3,15	Nº 6	3,36
2,50	Nº 8	2,38
2,00	Nº 10	2,00
1,60	Nº 12	1,68
1,25	Nº 16	1,19
1,00	Nº 18	1,00
0,80	Nº 20	0,84
0,630	Nº 30	0,59
0,500	Nº 35	0,50
0,400	Nº 40	0,42
0,315	Nº 50	0,297
0,250	Nº 60	0,250
0,200	Nº 70	0,210
0,160	Nº 80	0,177
0,125	Nº 120	0,125
0,100	Nº 140	0,105
0,080	Nº 200	0,074
0,063	Nº 250	0,062
0,050	Nº 270	0,053
0,040	Nº 325	0,044

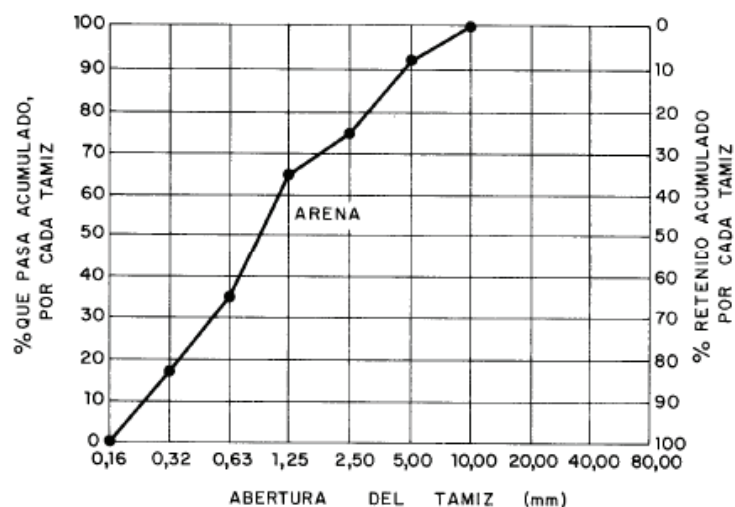
**Tabla 3** / Abertura de la serie de tamices UNE y su correspondencia con la serie ASTM. Elaboración propia a partir de los datos de la E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

En Europa existe un sistema regulado que permite la clasificación de los áridos incluidos en esta investigación. Este sistema permite a los productores homologar sus productos en base a una

única clasificación basada en el ensayo granulométrico. Para realizar la clasificación se emplean las medidas de abertura de tamices recogidas en la normativa UNE. Según ésta, el sistema de clasificación de los áridos se divide en las siguientes etapas:

- **Selección de la cantidad mínima de muestra de árido necesaria:** esta cantidad se determina aplicando una serie de tablas en las cuales se indica la cantidad de árido necesaria en función del tamaño máximo de la partícula.
- **Lavado** (opcional): permite una mayor precisión a la hora de determinar el tamaño de la partícula del árido. En primer lugar se sumerge el tamiz con el árido en agua y se agita energicamente para eliminar los áridos más finos. Posteriormente se coloca el árido en otro tamiz y se lava con agua hasta que esta fluya limpia.
- **Determinación de la masa seca de la muestra lavada de árido:** se efectúa por la diferencia de pesadas entre la masa inicial del árido y su masa una vez ha sido lavado. Antes de proceder al tamizado de los áridos, estos deben secarse durante varios días al aire con el fin de evitar, especialmente en el caso de las arenas, que se apelmacen sus granos por efecto de la humedad y queden retenidos por tamices de mayor abertura que los que corresponden al tamaño real de aquellos.
- **Tamizado:** el tamizado es un método físico para separar mezclas, en este caso de áridos de distintos tamaños. Consiste en hacer pasar las partículas sólidas de diferentes tamaños por un tamiz o cedazo. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo.
- **Pesaje de las fracciones obtenidas:** se pesa el material que ha quedado retenido en cada tamiz para posteriormente expresar la masa retenida en cada uno de los tamices como un porcentaje respecto de la masa total del material.

A estos porcentajes se les aplica una serie de ecuaciones matemáticas que nos permiten reflejar los datos de manera gráfica en forma de tablas numéricas y curvas granulométricas. Los resultados obtenidos se presentan en un gráfico en el que se colocan ordenadas en escala decimal los porcentajes acumulados por cada tamiz, y en abscisas en escala logarítmica la abertura de los mismos. Se emplea la escala logarítmica para que la separación entre los diferentes tamices sea la misma, dado que está en progresión geométrica de razón 2.



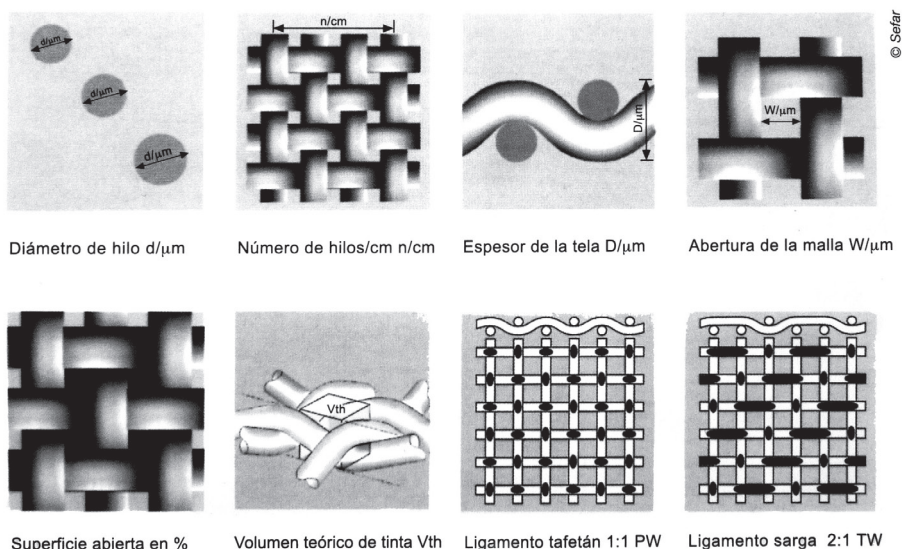
Las curvas granulométricas tienen la ventaja de permitir identificar rápidamente si los áridos tienen exceso de fracciones gruesas o finas, o la presencia de discontinuidades en la distribución por tamaños.

### 2.5.1.2. Características del tejido serigráfico

En la impresión de tintas convencionales la selección del tejido resulta fundamental a la hora de obtener la impresión deseada. Las características del tejido y del hilo empleado en su confección condicionan los resultados de la impresión, algo que conocen todos los profesionales del medio serigráfico y que por lo tanto tienen muy en cuenta a la hora de seleccionar el tipo de tejido en función de las especificidades del trabajo de impresión, elección que resulta clave para garantizar resultados de alta calidad. El conocimiento de las principales características del tejido resulta necesario para poder adaptarlas a nuestras necesidades y garantizar así una excelente impresión.

Las principales características del tejido serigráfico que debemos conocer son las siguientes:

- **Lineatura del tejido:** así es como se designa al número de hilos por unidad de medida, expresada en pulgadas o en centímetros lineales.
- **Estructura del hilo:** monofilamento o trenzado (multifilamento).
- **Diámetro del hilo:** es el grosor del hilo.
- **Espesor del tejido:** es el grosor definitivo que posee un tejido tras el trenzado de los hilos.
- **Abertura/luz de malla:** es la distancia que existe entre dos hilos de trama y urdimbre contiguos.
- **Geometría del tejido:** es la relación existente entre el número de hilos que componen el tejido y su grosor.
- **Ligamento del tejido:** se refiere a la forma en la que se entrelazan los hilos de la trama y la urdimbre para dar lugar al tejido propiamente dicho.
- **Resistencia a la tensión:** es la propiedad de un tejido a ser estirado sin que se rasgue. Se expresa con un valor máximo que indica la fuerza necesaria para romperlo.
- **Capacidad de resolución:** se refiere a la capacidad del tejido para reproducir con detalles muy finos una imagen de trazo o trama.
- **Coefficiente RZ:** se refiere a la rugosidad superficial del tejido.

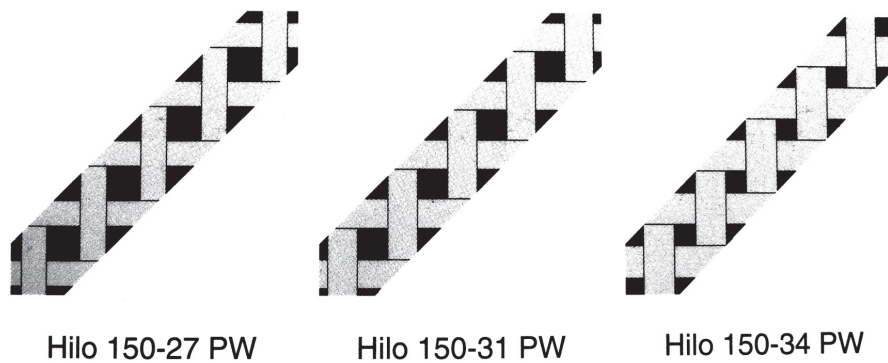


Diámetro de hilo  $d/\mu\text{m}$       Número de hilos/cm  $n/\text{cm}$       Espesor de la tela  $D/\mu\text{m}$       Abertura de la malla  $W/\mu\text{m}$

Superficie abierta en %      Volumen teórico de tinta  $V_{th}$       Ligamento tafetán 1:1 PW      Ligamento sarga 2:1 TW

Todas estas características del tejido van a condicionar la impresión, pero ninguna de ellas va a ser tan relevante a la hora de posibilitar la impresión de áridos como la abertura de malla.

La abertura de malla se refiere a la distancia existente entre dos hilos de trama y urdimbre contiguos y viene determinada por el número de hilos por centímetro cuadrado y por el diámetro del hilo. Los fabricantes de tejidos de serigrafía, conocedores de la gran importancia que tiene controlar estos factores en el proceso de impresión, han desarrollado productos altamente especializados adaptables a las necesidades de los procesos industriales de impresión. Actualmente es posible encontrar tejidos de igual lineatura pero distinta abertura de malla, lo que permite obtener depósitos de tinta variables. Esto se consigue variando el grosor del hilo. En una misma lineatura a mayor grosor del hilo se obtiene una abertura de malla inferior y viceversa.



49 / Comparativa de las distintas aberturas de malla en función del grosor del hilo. La primera cifra indica el número de hilos por centímetro y la segunda hace referencia al grosor del hilo. Las letras PW (plain weave) nos indican que nos encontramos ante un tejido con ligamento de tafetán. Imagen cortesía de SEFAR.

La forma de la abertura de malla también influirá en las características de la impresión. La gran mayoría de los tejidos empleados para la fabricación de pantallas de serigrafía presentan aberturas de malla de forma cuadrada producidas por el entrecruzamiento de los hilos que las componen, salvo en el caso concreto de los denominados tejidos no tejidos o *himesh plate*, consistentes en planchas microperforadas con agujeros de forma circular sumamente finos por donde pasa la tinta. Este tipo de tejidos se emplean habitualmente en pantallas cilíndricas para la impresión en continuo de elementos de etiquetaje y textil. Estos tejidos son poco frecuentes y tienen un uso muy específico en la industria de la impresión y rara vez los encontraremos en un taller de impresión artística, razón por la cual no hemos creído conveniente incluirlos en este estudio.

El color es otra de las características que pueden variar en un tejido. Cuando la luz ultravioleta empleada para insolar la pantalla atraviesa un tejido blanco se produce una difracción del haz en el interior del hilo que puede producir una disminución de la calidad de la imagen que se va a crear en la capa de emulsión. En las últimas décadas se han venido desarrollando tejidos coloreados que evitan dicho fenómeno. Los primeros tejidos coloreados se fabricaron empleando hilo de color rojo, después naranja, y hoy en día los más habituales son de color amarillo. El color del hilo no va a influir en la abertura de malla, además, este tipo de tejidos se emplean cuando se desea conseguir imágenes de altísima resolución, razón por la cual es más habitual encontrarlos en tejidos de lineaturas elevadas, por encima de los 90h/cm, que en los tejidos de lineaturas bajas. Por lo tanto podemos asegurar que el color no resultará un factor decisivo a la hora de seleccionar el tejido cuando trabajemos con áridos.

Si obviamos aquellas características que no van a influir directamente en la operatividad de la serigrafía de áridos, podemos afirmar que **la abertura de malla va a ser el factor de mayor relevancia** a la hora de posibilitar el paso de una partícula a través de sí misma.

La abertura de malla influye en:

- Tamaño de la partícula (pigmento o árido) imprimible.
- Capacidad de resolución de la imagen.
- Comportamiento de distribución de la tinta en la pantalla.
- Grosor de la capa impresa.

En un tejido compuesto por un solo tipo de hilos, y eliminando factores como el tipo de trenzado o el diámetro, podemos asegurar que **cuanto menor sea el número de hilos por centímetro mayor será la abertura de malla, y en consecuencia mayor será el tamaño de la partícula de árido que resultará posible imprimir.**

### 2.5.1.3. Límites granulométricos en función del tejido

Siempre que empleemos un tejido, sean cuales sean sus características, existirá un límite en el tamaño de la partícula que es posible hacer pasar por los huecos abiertos en él. Este límite vendrá marcado por la abertura de la malla.

En el trabajo con áridos, donde operamos con granos de tamaño muy superior al de las partículas empleadas en la fabricación de tintas de serigrafía, se vuelve necesario conocer y controlar dichos límites para poder ajustar al máximo la granulometría del árido a las características del tejido.

En el caso de las tintas convencionales está normalizado el valor o tamaño límite de las partículas que la componen y se ha establecido una relación numérica entre el tamaño de la partícula de pigmento y la abertura de malla.

*Empleando un tejido estándar, monofilamento de alto módulo de poliéster, para asegurar el correcto paso de malla, el tamaño de partícula de la tinta de serigrafía debe ser al menos un factor 0,3 menor que la abertura de la malla del tejido.<sup>14</sup>*

Esto quiere decir que empleando una pantalla de 90h/cm en la cual la abertura de malla sea de 55 micras, el tamaño máximo que puede alcanzar la partícula de pigmento será de 38,5 micras. Superado este límite no podemos asegurar una correcta impresión.

Podríamos considerar que por la analogía existente entre el proceso de fabricación de las tintas y el de los compuestos áridos imprimibles (en ambos casos se trata de una partícula que viaja en suspensión en un vehículo aglutinante) esta relación podría funcionar igualmente, pero nos resistimos a emplearlo como referencia ya que las propiedades físicas y químicas de los áridos, así como su comportamiento con otros productos, divergen de las propiedades de los pigmentos.

Según indicaciones del fabricante, una tinta de serigrafía de base acuosa tipo Unico AQ-Ink, puede imprimirse correctamente si ajustamos su densidad, empleando un rango de lineaturas muy amplio, desde 24 hasta 140 h/cm. Los fabricantes utilizan en su elaboración pigmentos que pese a ser insolubles, tienen un tamaño tan pequeño que no presentan ningún tipo de problema, incluso empleando pantallas de lineatura elevada donde la abertura de malla es mínima.

En el caso de los áridos no ocurre igual, ya que aunque en el mercado podemos encontrar áridos finísimos, con un tamaño de partícula similar al de los pigmentos, el tamaño de la partícula

14 SPIRIG, M. *Selección correcta del tejido para las correspondientes áreas de aplicación / impresión*. SEFAR Printing Division 2004.



de los materiales que vamos a emplear en esta investigación va a ser mucho mayor. En las tintas convencionales de serigrafía el tamaño de la partícula de pigmento es un dato que generalmente sólo tiene relevancia en el proceso de fabricación y que en muchas ocasiones resulta desconocido por el consumidor. En nuestro caso, para el correcto desarrollo del proceso de impresión, si resulta necesario conocer el tamaño medio de la partícula de árido de una determinada granulometría.

La relación existente entre la granulometría de la partícula y la abertura de malla condiciona muchos más la calidad de la impresión en el caso de los áridos que en el caso de las tintas convencionales, mucho más adaptables a los cambios de lineatura.

En la siguiente tabla aparecen recogidos los datos relativos a una selección tejidos de poliéster monofilamento empleados para la fabricación de pantallas de serigrafía donde podemos observar, con datos precisos, la abertura de malla en relación a la lineatura del tejido así como con el volumen teórico de la capa de tinta depositada.

Lineatura del tejido en hilos/cm	Abertura de malla en micras	Grosor del hilo en micras	Grosor del tejido en micras	Volumen teórico de tinta en cm <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>
12 / 30-140 PW	688	140	256	174.6
18 / 45-180 PW	375	180	330	150.0
24 / 60-140 PW	270	140	250	104.7
32 / 83-120 PW	191	120	210	78.0
43 / 110-80 PW	149	80	134	54.7
54 / 137-64 PW	115	64	103	39.9
61 / 156-64 PW	90	64	101	30.4
77 / 195-55 PW	67	55	87	23.1
90 / 230-48 PW	55	48	78	19.2
100 / 255-48 PW	45	48	88	17.8
120 / 305-40 PW	37	40	64	12.8
140 / 355-34 PW	31	34	55	10.6
165 / 420-27 PW	29	37	43	9.6
180 / 460-31 PW	23	31	56	9.3
190 / 480-31 PW	16	31	55	5.0

**Tabla 4** / Comparativa de las características del tejido. Elaboración propia a partir de los datos facilitados del tejido SEFAR PET-1500 en color blanco (W) y ligamento de tafetán PW (Plain Weave).

Como podemos observar en la tabla 4, la abertura de malla varía sustancialmente de una lineatura a otra. Cuando empleamos pantallas de serigrafía de 90 a 120h/cm, la variación es de apenas 18 micras. Por el contrario, de una pantalla de 12h/cm a una de 24 existe una diferencia de más de 400 micras. Para la impresión de áridos vamos a emplear pantallas con lineaturas muy bajas, por lo que es necesario conocer con exactitud estos datos y ponerlos en relación al tamaño del grano del árido.

#### 2.5.1.4. Parámetros granulométricos en la serigrafía de áridos. Relación árido-tejido

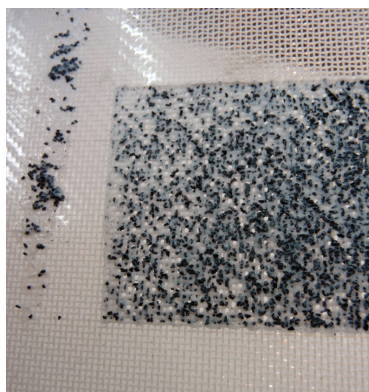
Como señalamos en apartados anteriores existirá una limitación en cuanto al tamaño máximo del grano que vamos a poder imprimir empleando una pantalla de serigrafía. En esta investigación hemos incluido los áridos de mayor tamaño posible, ya que son los que aportarán los máximos valores texturales a la impresión.

Los áridos más finos se mezclan con el vehículo aglutinante dando lugar a un compuesto imprimible, que si bien aporta a la impreión una serie de características visuales como pueden ser color o brillo, ofrece una escasa sensación visual de textura, por lo que hemos ceñido la escala granulométrica a aquellos tamaños que más potencie dicha sensación.

Mientras que las partículas de pigmento empleadas para la fabricación de tintas serigráficas resultan imperceptibles al ojo humano sin el uso de microscopios, las diferencias en la granulometría de los áridos incluidos en esta investigación resultan apreciables a simple vista e incluso al tacto.

*El tamaño de los pigmentos puede variar entre los 0,002 mm (2 micras) y los 0,0001 mm (0,1 micras). Las partículas colorantes cuyo tamaño es inferior a las 0,1 micras no se consideran pigmentos sino coloides, y sus dispersiones son lo que se llama dispersiones coloidales.<sup>15</sup>*

El tamaño de las partículas de cualquier pigmento es mucho más pequeño que el del más fino de los áridos que vamos a emplear en este trabajo, cuyo grano medio tiene un tamaño de 17,30 micras (SiC 400).



50 / SiC 46 retenido en una pantalla confeccionada con un tejido de poliéster blanco de 12 h/cm.

Los áridos seleccionados van a tener una granulometría comprendida entre las 17,30 micras, correspondientes al SiC 400 en el caso de los áridos más finos, y las 310 micras del SiC 54 en los áridos más gruesos. Independientemente del resto de características del árido, el tamaño del grano a imprimir ha de ser siempre inferior a la abertura de malla. Se establece pues la siguiente relación inversa entre la granulometría del árido y la lineatura del tejido: A mayor tamaño del grano de árido necesitaremos una pantalla de lineatura inferior.

**Existe un límite en el tamaño máximo del grano, superado el cual no va a ser posible su impresión empleando pantallas normalizadas.**

Los tejidos de poliéster monofilamento de mayor abertura de malla que hemos localizado son de 12 h/cm y tienen una abertura de malla de 688 micras.

Hemos establecido el **límite de tamaño de partícula imprimible en 310 micras**, correspondiente al SiC 54, que es el mayor tamaño de grano que podemos imprimir empleando estas pantallas. Empleando un SiC 46, el siguiente en la escala granulométrica (partícula de tamaño medio de 390 micras), más de la mitad de los granos quedan retenidos en el tejido, por lo que la impresión resultante no alcanzamos unos mínimos aceptables de calidad. Esto es algo que ocurre frecuentemente con los áridos de mayor tamaño, donde las variaciones van a ser mayores que en el caso de los finos.

15 DOERNER, M. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Ediciones Reverté S.A. Barcelona 1982. p 9.

### 2.5.1.5. El sistema de pantalla-tamiz

Los ensayos granulométricos por tamizado son procesos que posibilitan la separación de granos con una variación de pocas micras, lo que a su vez permite controlar muchísimo el tamaño final de la partícula del árido. Operando de una manera similar a como se realiza dicha clasificación, podremos reproducir el sistema de columna de tamices empleado para la clasificación granulométrica del árido, utilizando el tejido de las pantallas de distintas lineaturas a modo de tamiz.

Este sistema, que hemos denominado de pantalla-tamiz, nos servirá tanto para los materiales cuya granulometría esté normalizada como para aquellos que podamos fabricar y cuyo tamaño de partícula desconozcamos.

De esta manera, y sin tener que recurrir a sistemas de precisión, emplearemos los tejidos de distintas lineaturas como tamices de referencia para determinar cual será el máximo tamaño que puede tener el árido que va a ser posible imprimir empleando dicha lineatura. Este es un sistema perfectamente valido para aceptar o descartar el uso de determinadas granulometrías. Igualmente la inclusión de un vehículo aglutinante en la impresión afectará al paso del árido a través del tejido.

Para tratar de optimizar el proceso hemos realizado una serie de pruebas que nos ha permitido comprobar cual es la relación exacta existente entre la granulometría del árido la lineatura precisa del tejido que permite su impresión. Para ello hemos empleado pantallas de tejido de poliéster monofilamento de alto módulo trenzado en tafetán para serigrafiar carburo de silicio, cuya granulometría está normalizada por la FEPA y que nos ofrece una gran variación en su tamaño. De esta manera hemos establecido una relación entre la granulometría del árido y la lineatura del tejido a emplear para conseguir una correcta impresión.

Una vez puestos en relación los datos relativos a la granulometría del árido con las distintas aberturas de malla, proponemos la siguiente tabla. Esta será la referencia que nos servirá para seleccionar la lineatura en función del tamaño del grano que deseemos imprimir, pudiendo aplicarlo a otros materiales granulares siempre y cuando conozcamos el tamaño medio de la partícula.

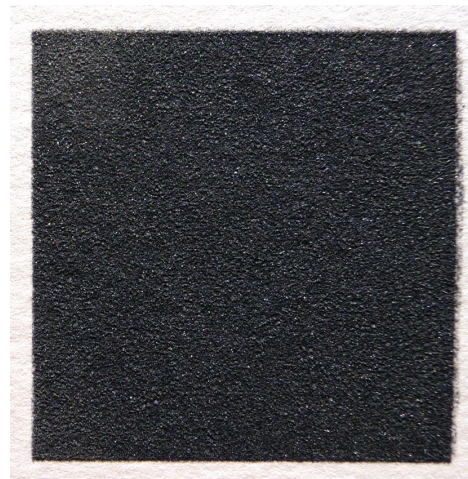
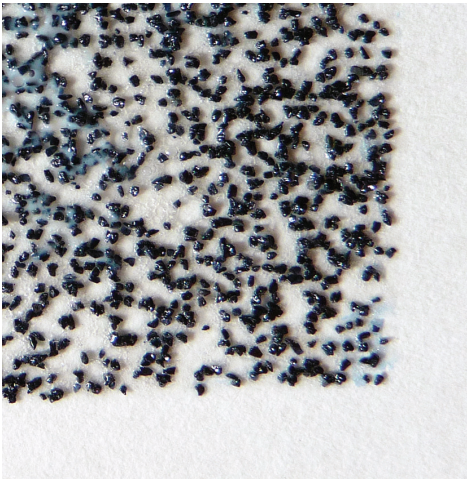
Lineatura	Abertura de malla (mm)	Abertura de malla (micras)	Granulometría imprimible	Tamaño del árido (mm)	Tamaño del árido (micras)	Factor
12/30-140 PW	0,68	680	54-100	0,31	310	0,45
24/60-140 PW	0,29	290	100-240	0,129	129	0,44
43/110-80 PW	0,149	149	240-400	0,0445	44,5	0,30
61/156-64 PW	0,090	90	400-...	0,0173	17,3	0,19

Tabla 5 / Relación entre la granulometría del carburo de silicio y la lineatura del tejido de poliéster monofilamento de la casa SEFAR.

En la tabla 5 hemos incluido los datos relativos a la lineatura y la granulometría del árido. Hemos determinado una lineatura de tejido que nos permita una impresión en la que se produzca un paso de al menos el 75% del material seleccionado.

El factor es el resultado de dividir el tamaño máximo del grano imprimible entre el tamaño de la abertura. Este oscila entre los 0,45 y los 0,19, por lo cual hemos realizado el pertinente redondeo a la alza para que pueda ser aplicable al resto de granulometrías. Multiplicando por 0,45 el tamaño de la abertura de malla sabremos el tamaño máximo que puede tener el grano de árido a serigrafiar.

Por lo tanto, empleando la escala granulométrica del carburo de silicio como referencia para determinar la lineatura de pantalla necesaria para su impresión podemos afirmar que:



51 / Detalle de la impresión de SiC 54 con pantalla de 12 h/cm. P3 Granulometría SiC.

52 / Detalle de la impresión de SiC 150 con pantalla de 12 h/cm. P3 Granulometría SiC.

Como podemos observar en la imagen 51, en la impresión de áridos de gran tamaño (310-129 micras) debido principalmente al diámetro del hilo de la malla de lineatura 12 existirá una distancia de micras entre grano y grano que nos permitirá apreciar el soporte. Esto no ocurre así con los áridos de menor tamaño con los que es posible conseguir una mayor concentración de granos como se ve en la imagen 52.

**El aspecto de la capa impresa dependerá de la relación que se establezca entre el tamaño del grano y la abertura del tejido empleado para su impresión.**

### 2.5.2. Forma

Los granos de árido pueden presentar formas muy diversas en función de los sistemas de extracción y tratamiento a los que hayan sido sometidos.

*La forma de un grano de árido se caracteriza por las tres dimensiones de un paralelepípedo circunscrito al mismo: la mayor o longitud (L), la intermedia o anchura (A) y la menor o espesor (E). La anchura se denomina generalmente tamaño del árido, ya que se corresponde con la abertura del tamiz más pequeño que deja pasar la partícula.<sup>16</sup>*

La forma del grano de árido es un factor que va a condicionar la calidad de la impresión. El grano del árido ha de pasar a través del hueco rectangular que forma la abertura de malla, y por lo tanto en la medida en que se adapte se forma a la de la abertura conseguiremos un mejor paso. Los granos redondeados darán mejores resultados de impresión debido a que la diferencia de dimensiones entre su longitud, anchura y espesor es menor que en los granos que presentan formas angulosas, irregulares o alargadas. Los granos redondeados tienen una menor tendencia a quedar enganchado en el tejido. La mejora en los resultados se debe a que la homogeneidad en el tamaño, su esfericidad y la ausencia de salientes en la superficie del grano favorecen su paso a través de la malla.

En la industria de la construcción los métodos utilizados para determinar la forma de las partículas se basan en la medida directa de sus dimensiones, no obstante, estos métodos únicamente se aplican a partículas con tamaños superiores a los 6,3mm, las cuales quedarán al margen de esta investigación.

Para conocer la forma de los áridos de dimensiones muy pequeñas se utilizan aparatos tipo Counter Coulter. Éstos determinan la curva de Gauss de la distribución de forma, esfericidad y tamaño de una muestra. Otro método empleado es la captación fotográfica empleando aparatos de microscopía electrónica y el posterior análisis de los datos empleando un software de tratamiento de imagen.

Los áridos de gran tamaño presentan una mayor variación en la forma. En el caso de los más finos, debido al desgaste que se produce en todas sus caras en los repetidos procesos de triturado a los que son sometidos para reducir su tamaño, su forma del árido se regulariza con una tendencia a la esfericidad y a la pérdida de aristas, lo que favorecerá su impresión.

Áridos artificiales empleados en esta investigación como las microesferas de vidrio o de acero, como su propio nombre indica, poseen una forma esférica regular que permite su impresión, siendo uno de los materiales que presentan un mejor paso de malla.

El carburo de silicio se comercializa bajo distintas formas, las cuales dependerán de los procesos de trituración que se desarrollan en el interior de los molinos de molturación (proceso de molienda de granos) durante el tratamiento del material. La denominación FEPA F se emplea para referirse a los granos redondeados y FEPA P para los granos alargados.

**Siempre que nos encontremos ante materiales comercializados bajo formas distintas nos decantaremos por aquellos cuyos granos tiendan a la esfericidad, ya que esto facilita su impresión.**

Estas son las principales formas que pueden tener los áridos naturales:



REDONDEADO



IRREGULAR



LAJOSO



ANGULOSO



ALARGADO



LAJOSO Y ALARGADO

### 2.5.3. Homogeneidad

Entendemos la homogeneidad en el árido como un factor relevante a la hora de incluirlo en el proceso de impresión. Consideramos que un árido es homogéneo cuando no presenta grandes discontinuidades en tamaño, forma, dureza, porosidad y otras propiedades físico-químicas.

Un árido que presente grandes diferencias, por ejemplo en el tamaño medio del grano, provocará que una parte del material, la más gruesa, quede retenida en el tejido de la pantalla mientras que los granos más finos sí que pasan a través de ella. Esto no solo ocasiona una impresión parcial y defectuosa, sino que además, el material que ha quedado retenido en el hueco del tejido dificulta las posteriores impresiones pudiendo imposibilitar el proceso. Por lo tanto, la homogeneidad en las propiedades del árido es necesaria, ya que garantiza la viabilidad de su impresión.

Los áridos a los que tenemos acceso a través de sus distribuidores han sido previamente sometidos a procesos de control que garantizan una homogeneidad en su composición.

En nuestra investigación hemos confiado en las especificaciones descritas y facilitadas por el fabricante en las fichas técnicas del material, por lo que entendemos que se encuentra en un estado definitivo listo para su uso, y no necesita de nuevos procesos de triturado, limpieza o clasificación.

### 2.5.4. Dureza

La dureza del árido va a condicionar su capacidad de impresión. Entendemos por dureza la propiedad mecánica que tiene cualquier material para impedir ser rayado o penetrado. Es importante conocer la dureza de los materiales que vamos a emplear en la impresión para poder garantizar el mantenimiento de sus características físicas, principalmente su forma.

Para medir la dureza de los materiales se emplea la escala de Mohs, una escala de diez minerales ordenados en función de su dureza de menor a mayor, comenzando por el talco y finalizando en el diamante. La escala propuesta por Friedrich Mohs se basa en la capacidad que tiene un material duro de rayar uno blando pero no a la inversa. Existen otros sistemas para determinar la dureza de los materiales como son la escala de Rosiwal o la de Knoop. La escala de Mohs sigue siendo el sistema más empleado para la medición de la dureza de los materiales y es aplicable igualmente a los áridos. Algunos de los fabricantes de áridos artificiales y productos abrasivos no emplean la escala de Mohs para indicar la dureza del material sino que recurren a medidas propias. Este es el caso de las microesferas de zirconio, la granalla de acero o la de cromo-níquel, por lo que es necesario conocer las equivalencias entre dichas escalas de medición y la escala de Mohs.

La dureza va a ser un factor a tener en cuenta a la hora de seleccionar el árido a imprimir, ya que los granos van a ser sometidos a una serie de operaciones en las cuales intervienen distintas fuerzas mecánicas de rozamiento y presión entre las partículas y los materiales en el proceso de impresión.

En pruebas realizadas con materiales blandos como la tiza o el polvo de creta, ambos de dureza 2 en la escala de Mohs, hemos observado como tanto durante el proceso de impresión como en la capa impresa se deforman superficialmente con la presión de la regleta en las sobreimpresiones así como durante su manipulación. Esto produce un aplastamiento no deseado del grano y de la textura superficial de la capa impresa. En cualquier caso **descartaremos el uso de todos aquellos áridos cuya dureza sea inferior a 3 en la escala de Mohs.**

En la tabla 6 podemos observar la dureza de los distintos minerales empleados por F. Mohs como medidas de referencia en su escala, la cual de forma sencilla nos muestra cada material con un comentario y su composición, a la cual, le hemos añadido una información suplementaria relativa al árido.



	Dureza	Mineral	Comentario	Composición química	Árido
Blandos	1	Talco	Se puede rayar fácilmente con la uña	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	
	2	Yeso	Se puede rayar con la uña con más dificultad	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Tiza, creta
	3	Calcita	Se puede rayar con una moneda de cobre	$CaCO_3$	Granalla vegetal, plástica, cáscara de nuez y almendra
Dureza mediana	4	Fluorita	Se puede rayar con un cuchillo	$CaF_2$	Granalla de melamina, polvo de cobre
	5	Apatito	Se puede rayar difícilmente con un cuchillo	$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$	Piedra pómez, arena de sílice
	6	Ortoclasa	Se puede rayar con una lija de acero	$KAlSi_3O_8$	Microesferas de vidrio, silicato de aluminio, olivino
Duros	7	Cuarzo	Raya el vidrio	$SiO_2$	Polvo de granate, granalla cerámica, de acero, inoxidable
	8	Topacio	Raya a todos los anteriores	$Al_2SiO_4(OH, F)_2$	Esmeril
	9	Corindón	Zafiros y rubíes son formas de corindón	$Al_2O_3$	Óxido de aluminio, corindón, carborundum
	10	Diamante	Es el mineral natural más duro	C	Polvo de diamante

**Tabla 6** / Tabla de durezas en base a la escala de Mohs en la que se han incluido los áridos empleados en esta investigación.

La dureza del árido es un factor que tiene especial relevancia en los procesos constructivos, abrasivos y otros en los cuales se emplean este tipo de materiales, razón por la cual los fabricantes indican los datos relativos a la dureza en las hojas técnicas del producto.

En el entorno industrial, para determinar la dureza de los áridos, se emplea el denominado, "ensayo de Los Ángeles", en el cual se somete a una muestra a un proceso de degradación por abrasión o impacto en el interior de un cilindro de acero que contiene bolas del mismo material. El cilindro gira sobre sí mismo un número de vueltas estipulado y posteriormente se extrae el árido. El coeficiente de Los Ángeles se establece por la relación existente entre el peso de los elementos después del desgaste y filtrado por un tamiz de abertura de malla 1,6mm y el peso inicial de la muestra multiplicado por 100.



## 2.5.5. Porosidad

*La porosidad del árido es la relación establecida entre el volumen de vacío y el volumen total del material.*<sup>17</sup>

Esta propiedad del árido se deriva de su naturaleza rocosa, por lo tanto encontramos diferentes grados de porosidad entre los áridos. Los calizos presentan una mayor porosidad que los áridos silicios.

La porosidad repercute alterando la estructura externa o superficial del árido. En los porosos se desarrolla una mayor adherencia mecánica que en los no porosos, ya que existe un mayor rozamiento debido a la rugosidad de las paredes del árido. La adherencia mecánica es independiente de la naturaleza del material, y vendrá determinada por las rugosidades superficiales del árido. En base a esto podemos decir que: **empleando áridos porosos logramos una mayor adherencia entre los granos que junto con el vehículo aglutinante conforman la capa impresa.**

La porosidad de un árido condiciona su capacidad de absorción de líquidos, lo que va a repercutir en sus aplicaciones, entre ellas su capacidad para ser impreso.

Los áridos más porosos tienen una mayor tendencia a absorber el agua y otros líquidos contenidos en el vehículo. La capacidad de absorber líquidos esta a sí mismo condicionada por la porosidad de la partícula del árido y la tensión superficial del líquido.

Es importante controlar, y en el caso de haberla, eliminar la posible humedad que pudiera contener los poros del árido antes de su uso en serigrafía, ya que puede aportar una carga extra de agua al vehículo que afecta negativamente a sus propiedades de adherencia. Se recomienda el perfecto secado del árido antes de comenzar a trabajar con él. Para ello podemos simplemente dejarlo varios días al aire en una zona seca y ventilada o acelerar el proceso de secado empleando sistemas mecánicos de aire caliente.

## 2.5.6. Limpieza

Durante el proceso de fabricación del árido, sea este del origen que sea, se producen una serie de elementos no deseados que pueden acompañarlo en el momento de su extracción, como tierra, polvo, lodo, arcillas, restos de rocas secundarias, etc.

Al igual que cualquier otro tipo de material que vaya a intervenir en el proceso de impresión, los áridos deben reunir un grado de limpieza que nos permita trabajar con ellos de manera eficaz. Los restos de otros elementos ajenos, así como suciedad y polvo pueden entorpecer el proceso y alterar las características finales de la impresión.

En el proceso de limpieza de un árido distinguimos las siguientes fases:

- 1 | **Lavado-desenlodado:** en esta fase se eliminan las arcillas de la superficie del árido empleando sistemas de riego con agua para eliminar las arcillas más finas y dejar únicamente el árido aprovechable.
- 2 | **Lavado-clasificación:** además de la limpieza se somete al material a un proceso de separación por tamaños de grano.
- 3 | **Secado:** tras los procesos de limpieza los áridos han de secarse (salvo los áridos que se limpien por la denominada vía seca).

Los áridos finos han de ser sometidos a procesos de triturado hasta conseguir el tamaño de grano homogéneo deseado. Previamente al proceso de tamizado empleado para garantizar el tamaño del

<sup>17</sup> J. WHITE, D. *Determination of the optimum base characteristics for pavement*. Ed. Universidad estatal de Iowa. Estados Unidos 2004.

grano, los áridos finos son sometidos a procesos de limpieza consistentes en introducirlos en un tamiz de abertura inferior al grano, el cual se agita para eliminar posibles restos finos. Posteriormente se coloca en una zona específica para lavarlos bajo una corriente de agua.



54 / Proceso de limpieza de un árido. Imagen cortesía de LOEMCO. Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción.

Los fabricantes de áridos son conscientes de la importancia que tiene la producción de un material bajo unos estándares de limpieza que permita su comercialización directa. Todos los áridos que incluimos en esta investigación se comercializan con un nivel de limpieza que permite su impresión. En el caso de los áridos reciclados y en los artificiales de “fabricación casera” hemos empleado pantallas de serigrafía como tamices para eliminar los restos no deseados.

### 2.5.7. Solubilidad

La solubilidad es un factor decisivo a la hora de seleccionar los áridos que pueden incluirse en el proceso de impresión. La solubilidad del árido depende de la naturaleza de la roca de la que se extrajo en el caso de los áridos naturales, y en el caso de los artificiales de las características físicas y químicas así como de los procesos de tratamiento a los que son sometidos. La solubilidad de los áridos puede variar enormemente de un material a otro.

Para ser incluidos en el proceso de impresión y garantizar el mantenimiento de sus propiedades físicas, los áridos deben ser insolubles en agua así como en el resto de productos empleados para la confección del compuesto, ya que de no ser así las partículas del árido se disuelven.

### 2.5.8. Compatibilidad

Durante el proceso de impresión los áridos van a entrar en contacto con una serie de materiales poco habituales en otros procesos en los que son empleados en sus aplicaciones más frecuentes. En esta investigación entendemos tres tipos de compatibilidad para el árido:

**1 | Compatibilidad física:** las características físicas del árido, dureza, forma, etc., provocarán un desgaste en los útiles y productos de impresión. Este desgaste que se produce inevitablemente no lo entendemos como una incompatibilidad de los áridos con los materiales y productos serigráficos, sino como un efecto que se deriva directamente de las propiedades físicas del

material. Ahora bien, existen determinados materiales, como por ejemplo algunas escorias metálicas o polvos de vidrio que de no ser tratados superficialmente presentan aristas vivas y filos cortantes que provocarán la rotura del tejido de la pantalla. Entendemos que esto no es un desgaste, sino una de las principales incompatibilidades físicas que harán que descartemos el uso de este tipo de materiales.

**2 | Compatibilidad química:** los áridos no deben ser químicamente incompatibles con los productos que intervienen en el proceso de impresión, en cualquiera de las fases del trabajo, como las emulsiones, los productos auxiliares, de limpieza, etc.

**3 | Compatibilidad con la salud:** pese a que hemos incluido únicamente áridos que resultan seguros en su manipulación, determinados materiales pueden ser peligrosos para la salud del serígrafo.

Antes de incluir ningún material es necesario conocer los riesgos que su uso puede entrañar. La información al respecto se encuentra recogida en la hoja de datos de seguridad que debe acompañar obligatoriamente al árido.

### **2.5.9. Resistencia a factores externos**

En la fabricación de los materiales incluidos en la impresión, desde las tintas hasta el papel que conformará el soporte final, se contemplan los efectos de su exposición a determinadas condiciones ambientales de calor, luz solar/artificial y al paso del tiempo.

De la misma manera que resulta imposible garantizar el mantenimiento de la intensidad de color de una capa impresa hace décadas, entendemos que estos materiales tienen una vida útil así como unos índices de conservación que resultan razonables. Ocurre de igual manera cuando trabajamos con los áridos. El material granular incluido en la impresión ha de ser resistente a los factores ambientales de calor y humedad, así como de exposición a la luz solar y al paso del tiempo, siempre dentro de unos límites razonables. Los áridos de procedencia rocosa, así como los artificiales derivados de procesos industriales, poseen unos niveles de resistencia elevados, y son química y físicamente muy estables.

Áridos artificiales como las granallas vegetales producidos a partir de elementos orgánicos como cáscaras de nueces y almendras sufrirán un mayor deterioro que los áridos de origen rocoso, metálico, plástico o vítreo. Entendemos que si el uso de materiales orgánicos empleados en la fabricación de pigmentos para tintas es habitual y que su deterioro es inevitable con el paso del tiempo, en el caso de estos áridos podremos hacer un uso de ellos con garantías de durabilidad.

## **2.6. PRODUCTOS ABRASIVOS COMO ÁRIDOS**

No todos los materiales que vamos contemplar como áridos en este trabajo, tienen un origen rocoso. Merecen especial atención los productos abrasivos, una serie de materiales que por su estructura granular y propiedades físico-químicas se emplean en distintos procesos cuya finalidad es actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzos mecánicos (pulido, corte, molienda y triturado principalmente).

Las principales aplicaciones de los abrasivos son la limpieza de fachadas, acondicionamiento de superficies, grabado en profundidad, eliminación de óxidos, decapados, acabados de piezas, pulido, desbastado, alisado o desbarbado mediante sistemas denominados de chorreo o arenado a presión sobre la superficie que se desea tratar.

Existen experiencias en el campo del grabado, sobre todo en la xilografía debido a la menor dureza del material que compone la matriz, que han empleado los abrasivos por chorreo. Este es el caso del método desarrollado por Fernando Mardones<sup>18</sup> en su tesis *La Fotoxilografía a través de un nuevo proceso de creación de imágenes*, en la cual desarrolla un método que mediante el chorreo proyectado de partículas abrasivas en grano seco y a presión sobre madera le permite fabricar matrices de xilografía. En este caso se trataría de una variable altamente creativa de los sistemas de chorreo empleados por algunas empresas de limpieza. Hay empresas que centran su labor exclusivamente en la fabricación de productos abrasivos, pero con frecuencia aquellas que se dedican a la fabricación de áridos también cubren un porcentaje de la demanda de este tipo de materiales. Esto ocurre con la arena, uno de los áridos más habituales que se emplean tanto en procesos constructivos como en este tipo de trabajos de abrasión.

Encontraremos productos comunes en ambos sectores; otros por el contrario, como las granallas, se producen exclusivamente como productos destinados a aplicaciones abrasivas.

El término granalla se emplea con frecuencia para referirse a todos aquellos materiales que independientemente de su origen se emplean en forma de granos y microgranos en procesos abrasivos. Existe una enorme variedad de granallas, metálicas, cerámicas, vítreas, plásticas, vegetales, etc. de reciente aparición que son aplicables a los procesos abrasivos en los que suponen una opción más rentable y menos agresiva para la salud y el medio ambiente que otros como la arena.



55 / Distintos tipos de granallas plásticas, arena de sílice y microesferas de vidrio.

El uso que de los abrasivos se hace en los procesos industriales obliga a que sean sometidos a una serie de controles de calidad así como de normalización granulométrica, forma, porosidad, limpieza y dureza muy rigurosos similares al resto de los áridos. Esto garantiza el mantenimiento de las propiedades y características del material. Los abrasivos no sólo cumplen con todos los requisitos necesarios para ser incorporados al proceso de impresión sino que también presentan una serie de características fisicoplásticas que difícilmente encontraremos en los áridos naturales.

En el campo de los abrasivos es posible encontrar materiales de distinta naturaleza que se emplean con una misma finalidad. Los principales son:

- **Metálicos:** corindón, granalla de acero, latón, hierro, cobre, etc.
- **Cerámicos:** bolas de cerámica.
- **Vítreos:** microesferas de cristal, polvo de vidrio tratado, etc.
- **Plásticos:** melamina, urea, poliamida, etc.
- **Naturales:** cáscaras de frutos secos (nueces y almendras principalmente).

Los abrasivos se clasifican en función de su tamaño y dureza, ya que esta es su propiedad más valorada y la que se emplea como medida de referencia a la hora de seleccionar el tipo de abrasivo más adecuado en función de las características del material a tratar.

En función de su dureza se clasifican como:

- **Abrasivos duros:** nitruro de boro cúbico, polvo de diamante, carburo de silicio, corindón, esmeril, etc.
- **Abrasivos medios:** granallas metálicas (acero, cobre, cromo-níquel y titanio), microesferas de vidrio, microesferas de circonio, olivino, granate, etc.
- **Abrasivos suaves:** bicarbonato, granalla vegetal, piedra pómez, etc.

Este tipo de abrasivos aportan nuevas posibilidades creativas al proceso de impresión derivadas principalmente de las propiedades físicas del material a partir del cual se producen, y que se diferencian claramente de las de los áridos de origen rocoso.

## 2.7. PRINCIPALES ÁRIDOS INCLUIDOS EN ESTA INVESTIGACIÓN

Analizada la situación actual de los áridos, las fases que integran su proceso de producción, sus aplicaciones, sistemas de clasificación, así como las principales características que deben reunir para ser incluidos en el proceso de impresión, en este apartado se describen los distintos materiales que nos permiten fabricar compuestos imprimibles de características muy diversas.

Como ya hemos señalado con anterioridad, las características plásticas de la impresión van a estar en función de las diferentes propiedades del árido empleado. Se han incluido aquellos materiales que diferenciándose por el color, brillo, transparencia o textura aportan matices sensoriales a la capa impresa. Estos valores son factores que desde la vertiente creativa de la serigrafía resultarán de gran interés y que pueden ser desarrolladas aportando matices novedosos a la impresión.

Hemos destacado aquellos materiales que resulten accesibles, no sólo a través de los suministradores de áridos, sino también aquellos a los que podemos tener acceso a través de tiendas de materiales de Bellas Artes. Para facilitar el acceso a estos productos que en ocasiones son desconocidos desde el campo creativo hemos incluido al final de este capítulo una relación de fichas donde se recogen los datos relativos a empresas especializadas en la comercialización y distribución de áridos en el territorio nacional.

Hemos optado por el uso de productos que sean lo menos agresivos posibles con la salud del usuario y el medio ambiente, manteniendo siempre, eso sí, unos niveles de excelencia que justifiquen su uso. En la elección de los áridos hemos tenido en cuenta los riesgos y peligros que de su uso se pudieran derivar. No hemos incluido todos aquellos materiales de toxicidad elevada o que entrañen un peligro directo para el usuario, ni aquellos cuya limpieza o eliminación resulte excesivamente contaminante, ya que de por sí, la impresión serigráfica genera una serie de residuos (disolventes, emulsiones, desengrasantes, recuperadores, restos de tintas, etc.) con claras repercusiones medioambientales.

Entendemos que no resulta posible ni práctico incluir una descripción de todos aquellos materiales que por sus propiedades físico-químicas pueden ser incluidos en el proceso de impresión, más aún si tenemos en cuenta que no sólo no estamos limitados a los materiales de origen industrial, sino que tenemos la posibilidad de encontrar en nuestro entorno cercano multitud de materiales imprimibles. Éstos pueden proceder de entornos naturales como playas o yacimientos naturales donde podemos encontrar arenas finas, o bien, de la manipulación de cualquier tipo de material que podamos micronizar, como tejas o elementos cerámicos, plásticos, metálicos, vegetales, etc. hasta conseguir un grano que reúna las características necesarias.

Los áridos seleccionados son:

- Carburo de silicio
- Corindón
- Arena
- Granalla cerámica
- Granalla plástica
- Esferas de acero de bajo carbono
- Microesferas de vidrio
- Abrasivos vegetales
- Granate
- Armex Maintenance
- Silicato de aluminio

Estos son sólo algunos materiales de distinta naturaleza, con propiedades físico-químicas y valores plásticos diversos que podemos incluir en el proceso de impresión. Este enorme abanico de posibilidades constituye una puerta abierta que dejamos para nuevas líneas de investigación que pudieran desarrollarse más adelante, así como para la más que deseable experimentación que otros artistas pudieran hacer con estos y otros materiales.

### 2.7.1. El carburo de silicio. Propiedades físico-químicas

El carburo de silicio  $-\text{SiC}-$ , también llamado carborundo o carborundum, es una sustancia producida por la unión covalente de la molécula de carbono y la molécula de silicio, ambas de la misma electronegatividad. Como elemento compuesto, el carburo de silicio se puede entender como una aleación sólida en la cual la estructura anfitrión, el carbono en forma de diamante, intercambia átomos de este por otros de silicio, siempre y cuando exista una similitud entre el hueco dejado por la molécula de carbono y el tamaño de la molécula de silicio.

Los enlaces covalentes aportan al carburo de silicio una dureza muy elevada, de 9–9,5 en la escala de Mohs, ligeramente superior a la del corindón (dureza 9) e inferior a muy pocos materiales como el nitruro de boro cúbico o el diamante.

La estructura del carburo de silicio es extraordinariamente estable, por lo cual, incluso a altísimas temperaturas no es atacado por los ácidos óxidos mostrándose especialmente resistente a la oxidación.

Es un material altamente conductor del calor con un coeficiente de dilatación muy bajo. Posee una dureza, muy superior al mínimo requerido para ser incluido en el proceso de impresión, es insoluble en agua, no absorbe humedad ni reacciona con ninguno de los materiales serigráficos.

El carburo de silicio nos va a servir como referente en esta investigación debido a que:

- Es un árido en el sentido estricto del término acuñado por el sector de la construcción y la minería, así como desde la definición que empleamos en este trabajo.
- Su granulometría se encuentra normalizada a nivel internacional.
- Posee un rango granulométrico superior a todos los áridos, lo que posibilita seleccionar con muchísima precisión el tamaño medio de partícula que vamos a emplear.
- Cumple sobradamente con todos los requerimientos de dureza, forma, insolubilidad, homogeneidad, porosidad, etc., necesarios para su impresión.
- Sus propiedades físicas y químicas son altamente estables.
- No reacciona con ningún producto empleado en el proceso de impresión.

- A diferencia de otros áridos es posible encontrarlo en varios colores, principalmente negro y verde, así como una amplia gama de grises.
- Se comercializa bajo dos formas diferentes: la denominación F se usa para los granos redondeados y la P para los granos alargados.
- Es fácilmente localizable no sólo entre los distribuidores de áridos y productos químicos o abrasivos, sino también entre las empresas de suministros gráficos y materiales de bellas artes.
- Se trata de un material de uso habitual para muchos artistas gráficos.
- Posee una larga tradición en el campo de la obra gráfica.
- Sus potencialidades plásticas han sido desarrolladas en estudios en profundidad realizados desde el campo creativo.
- Es habitual encontrarlo en muchos talleres de grabado y serigrafía.
- Tiene un gran potencial plástico.
- Tiene un coste que pese a variar en función del tamaño del grano es relativamente bajo (alrededor de 2 euros/kilo).

### 3.7.1.1. Fabricación del carburo de silicio

El carburo de silicio es un árido artificial que se ha convertido en una materia prima básica en un amplio sector industrial, especialmente la metalurgia, siderurgia, construcción y todos aquellos procesos en los que se necesita de las propiedades abrasivas y refractarias. El carburo de silicio sólo se produce en un reducido número de países entre los que se encuentra España, país productor y exportador.

Se produce en grandes hornos eléctricos empleando un proceso de recubrimiento de un núcleo electroconductor central de grafito con arena de sílice, cok de petróleo y otros materiales. Estos materiales se colocan en forma de cilindro compacto y grueso recubierto por varias capas. Se hace pasar corriente eléctrica a través del núcleo que se comporta como la resistencia de una estufa eléctrica donde se alcanzan temperaturas cercanas a los 2000°C, momento en el cual se evapora el silicio, que al combinarse con el carbono da lugar al carburo de silicio

En este proceso se producen vapores, se forman óxidos y aparecen otros cuerpos contenidos en las mezclas tales como aluminio, hierro o calcio, los cuales son contaminantes del carburo de silicio y habrán de ser retirados. Estas impurezas denominadas "costra" se desprende del carburo de silicio cristalizado empleando martillos neumáticos que deja al aire el carburo de silicio sin cristalizar (amorfo) y el carburo de silicio ya cristalizado, que una vez separado del grafito del núcleo pasa a ser procesado.

Una vez extraído del horno, para incrementar la pureza del grano se procede a su lavado con agua, tratamientos en caliente con sosa así como distintos procesos de desmagnetización y neutralización de los ácidos sobrantes. El material obtenido en este tipo de procesos está compuesto principalmente por carburo de silicio en un intervalo de pureza entre el 93% y el 99,5%, pudiendo ocasionalmente contener restos de otros óxidos metálicos.

En función del proceso de obtención y de la procedencia de los materiales que intervienen en la fundición, el carburo de silicio se nos presenta principalmente en dos tonalidades o colores distintos que van desde el verde con brillos atornasolados hasta el negro con brillos plateados.

- **SiC verde:** es el carburo de silicio más puro, más duro pero a la vez más frágil.
- **SiC negro:** algo más tenaz que el verde aunque menos duro.





56 / Muestras de carburo de silicio negro y carburo de silicio verde.

Su dureza, conjuntamente con su carácter electroconductor y su altísima resistencia mecánica, lo convierte en un compuesto ideal para trabajar en condiciones extremas de temperatura o voltaje en distintos sectores industriales y en todo tipo de procesos abrasivos, donde es uno de los materiales más apreciados.

### 2.7.1.2. Localización del carburo de silicio

El carburo de silicio es un material que desde hace años viene siendo de uso habitual por artistas y técnicos gráficos que desean aportar un carácter matérico o textural a la obra. Existen multitud de empresas de fabricación de áridos, productos abrasivos y químicos en todo el panorama nacional donde podemos localizarlo fácilmente, ya que como mencionábamos con anterioridad España es uno de los principales productores de este material. El consumo de este árido en sus aplicaciones industriales es enorme, por lo que su comercialización se realiza a gran escala.

En su versión industrial se puede servir en bigbags de 1000 ó 1500 Kg., en palés de 200 kg. y como medida mínima en sacos de medidas que oscilan entre los 25 y los 50 kg., motivo por el cual en ocasiones es difícil encontrar suministradores que trabajen con medidas más reducidas. Esto es algo que ocurre con frecuencia cuando tratamos de localizar suministradores de áridos que nos sirvan dichos productos en pequeñas cantidades, ya que sus productores están acostumbrados a trabajar con pedidos de cientos o miles de kilos.

Pese a que su precio no es elevado, las medidas de comercialización industrial sobrepasan el uso que de este material vamos a hacer en serigrafía. Algunos comercios especializados en materiales de bellas artes lo ponen a nuestra disposición en pequeños envases, pero no cuentan con la variedad en el tamaño de grano, la forma o el color, y mucho menos las tarifas que nos ofrecen los productores industriales. Por este motivo, y con el fin de facilitar su accesibilidad a todas aquellas personas que quisieran hacer uso de él en la práctica artística hemos localizado empresas especializadas del sector que lo ponen a nuestra disposición en cantidades mucho menores a las habituales. La información relativa a dichas empresas se encuentra recogida en el apartado 2.10. Suministradores de áridos.

### 2.7.1.3. Granulometría del carburo de silicio

Garantizar la homogeneidad y precisión en la granulometría del árido son dos factores que nos van a permitir operar con garantías de calidad. En el caso del carburo de silicio encontramos un material con un espectro granulométrico muy elevado que puede variar entre los 4,9 mm en el caso del SiC 4, hasta menos de 2 micras en el caso del SiC 2000 o superiores.

El abanico de tamaños en el grano que nos ofrece la industria productora de áridos es abrumador, más de una treintena de tamaños distintos en los redondeados, muy superior a cualquier otro árido. Este dato se puede consultar en la Tabla 1. Regulación granulométrica del carburo de silicio en base a la normativa FEPA de 1993.

El hecho de encontrarnos semejante variedad granulométrica nos da una idea de hasta que punto su uso especializado está extendido a nivel industrial y cual es la importancia de trabajar con un tamaño de grano concreto, teniendo en cuenta que la variación entre un SiC 300 y un SiC 400 es de escasas micras. Dichas variaciones pueden resultar perjudiciales a la hora de desarrollar un trabajo como es el de impresión, donde vamos a operar con unas limitaciones en las dimensiones del grano que hemos adaptado a las características del tejido serigráfico. Para optimizar los resultados y obtener una impresión con carburo de silicio, o con cualquier otro árido, resulta de capital importancia controlar el tamaño del grano, por lo que a la hora de trabajar con él se recomienda recurrir a suministradores industriales para reducir dicho factor de riesgo y emplear el tamaño más adecuado a los requerimientos del trabajo.

## 2.7.2. Corindón

El corindón es un mineral relativamente escaso que se forma a partir del óxido de aluminio en rocas metamórficas como el mármol, esquistos micáceos y gneises, aunque también puede aparecer en rocas ígneas tales como granitos o sienitas. En la naturaleza se encuentra en forma de cristales de distintos colores en función de las impurezas que contenga. Son comunes el blanco, el pardo o el amarillo, y en sus variedades roja, debido al contenido en cromo (rubí) y azul, debido al hierro (zafiro), se consideran piedras preciosas y su uso se relega a labores de joyería donde son muy apreciados.

El corindón, también conocido como corindón electrofundido o corundum, es un árido artificial que se genera como escoria en procesos industriales donde intervienen fuertes cargas eléctricas como la soldadura de aluminio o hierro.

Tanto el corindón blanco como el corindón marrón se fabrican a partir de bauxitas calcinadas en horno de arco eléctrico, en el cual los bloques preparados de bauxita se someten a altísimas temperaturas que pueden alcanzar los 2100°C en presencia de un reductor y fundente. En el caso del corindón marrón se incorpora durante el proceso de fusión óxido de titanio, lo que otorga mayor dureza al material.

CORINDÓN		
Grano FEPA	Tamaño en mm	Tamaño en micras
14	1,70 – 1,18	1700 – 1180
16	1,18 – 1	1180 – 1000
20	1,18 – 0,85	1180 – 850
24	0,8 – 0,6	800 – 600
30	0,71 – 0,5	710 – 500
36	0,6 – 0,425	600 – 425
40	0,5 – 0,355	500 – 355
46	0,425 – 0,3	425 – 300
54	0,355 – 0,25	355 - 250
60	0,30 – 0,212	300 - 212
80	0,212 – 0,15	212 - 150
100	0,15 – 0,106	150 - 106
120	0,125 – 0,09	125 - 90
150	0,106 – 0,063	106 - 63
180	0,09 – 0,063	90 – 63
220	0,075 – 0,053	75 - 53

**Tabla 7** / Granulometría del corindón en base a la normativa FEPA. Elaboración propia a partir de datos de la FEPA, Cerablast y Abrasivos y Maquinaria S.A.

Sacados los bloques del horno se someten a procesos de trituración y posterior cribado para clasificarlo en función de su granulometría.

Su dureza, peso específico, así como su forma cristalina y brillo adamantino lo diferencian de prácticamente todos los minerales. En su versión grisácea contiene impurezas de óxido de hierro y anhídrido silícico.

El corindón en sus versiones blanca y marrón se fabrica en función de las normas estándar internacionales FEPA de granulometría, por lo que resulta sencillo controlar en todo momento el tamaño de grano con el cual vamos a trabajar.



57 / Corindón de distintas granulometrías en sus versiones blanca y marrón.

El corindón posee una dureza 9 en la escala de Mohs y se emplea como medida de referencia en su valoración dentro de dicha escala para realizar las pruebas de rayado de otros materiales más blandos. Al igual que ocurría con el carburo de silicio, el corindón es un material que no resulta del todo ajeno al campo de la obra gráfica, ya que en sus versiones blanca y marrón se emplean habitualmente en las fases de preparación por abrasión superficial de las piedras litográficas.

Las variedades de corindón que vamos a emplear en este trabajo por cuestiones de operatividad son la marrón y la blanca, de un mayor contenido en óxido de aluminio.

### 2.7.3. Arena

La arena es sin duda el árido natural aplicable a la serigrafía más abundante, más fácilmente localizable y de menor coste al que podemos tener acceso. Aunque las arenas como tal varían en función de su composición mineral, de manera general podemos referirnos a ellas como aquel conjunto de partículas rocosas disgregadas cuyo componente principal, salvo excepciones, es el sílice en forma de cuarzo, no obstante, su composición podrá variar en función de la roca originaria incluyendo materiales como hierro, feldespato e incluso yeso.

Las moléculas que componen los granos de arena son altamente estables, insolubles en agua y de gran dureza. Su aspecto puede variar enormemente desde las finas arenas blancas que podemos encontrar en las playas con arrecifes de coral hasta la arena volcánica negra.

La arena de sílice se encuentra en abundancia en la naturaleza y sus aplicaciones son muchas, desde la elaboración del vidrio, como elemento de relleno en procesos constructivos, la elaboración de moldes de fundición, fabricación de pinturas y como producto abrasivo por excelencia. De hecho a los procesos abrasivos se les conoce también como procesos de arenado.

Según la escala de Wenworth empleada para dar nombre a las rocas detríticas (arenisca, conglomerado, etc.), para ser considerada arena en el sentido estricto del término los granos que la componen han de tener un tamaño comprendido entre los 2 y los 0,0625mm.

A los granos de tamaño superior se le denomina gravas y a los de tamaño inferior limos.

La siguiente tabla revela con claridad que cada número es la mitad del valor que le precede y el doble del valor que le sigue. *Por consiguiente la escala de Wentworth es una escala de razón constante o logarítmica.*<sup>19</sup>

	Denominación	Tamaño en mm	Tamaño en micras
<b>Arena</b>	Muy gruesa	2 - 1	2000 - 1000
	Gruesa	1 - 0,5	1000 - 500
	Mediana	0,5 - 0,25	500 - 250
	Fina	0,25 - 0,125	250 - 125
	Muy fina	0,125 - 0,0625	125 - 62,5

**Tabla 8** / Tamaños de las distintas arenas. Elaboración propia a partir del modelo de Wentworth.

Para su inclusión en el proceso serigráfico emplearemos las denominadas arenas consideradas finas o muy finas, atendiendo a los límites granulométricos impuestos por las características técnicas del tejido de la pantalla.

Se trata de un material altamente seguro en su uso debido a su estabilidad química y elevado punto de fusión. En su manejo al margen de los procesos industriales no representa ningún peligro para la salud del usuario y el medio ambiente.

#### 2.7.4. Granalla cerámica

La granalla cerámica supone una alternativa a los materiales metálicos y vítreos en los procesos de limpieza por abrasión. Se trata de un árido artificial fabricado principalmente a partir de circonio (alrededor de un 60% en su composición).

La granalla cerámica es un material insoluble, exento de partículas metálicas de hierro o sílice habituales en otros abrasivos, lo que la hacen especialmente indicada para trabajar sobre acero inoxidable, latón, cobre o aluminio. La granalla cerámica fabricada a partir de circonio es de color blanco y está considerada como un abrasivo de elevada dureza, entorno al 7-7,5 en la escala de Mohs.



**58** / Granalla esférica de cerámica blanca.

Tras someterse a un proceso de trituración de elementos cerámicos y una posterior clasificación, el material resultante es convertido en pequeñas bolas esféricas que de nuevo son clasificadas en

19 STRAHLER, A. *Ibid.* p 113.

función de su tamaño. Su clasificación granulométrica no se realiza en base a estándares FEPA. La mayoría de los fabricantes emplean las letras K y B para referirse a los distintos tipos de grano.

Granalla cerámica		
Grano	Tamaño en mm	Tamaño en micras
K/B 40	0,45 – 0,25	450 - 250
K/B 60	0,25 – 0,125	250 - 125
K/B 120	0,125 – 0,07	125 – 70

**Tabla 9** / Denominación y tamaños de la granalla cerámica. Elaboración propia a partir de los datos de Abrasivos y Maquinaria S.A. y Cerablast.

A las granallas cerámicas se les aplica un control de calidad para garantizar su homogénea granulometría, esfericidad, composición y resistencia.

En nuestro entorno podemos encontrar tejas, baldosas, azulejos y otros elementos cerámicos de distintas características susceptibles de ser convertidos en áridos imprimibles si los sometemos a los pertinentes procesos de triturado, limpieza y clasificación granulométrica que exige la serigrafía de áridos. En este caso nos encontraríamos ante un árido reciclado.

Debido a la proliferación de la cerámica como materia prima para la fabricación de elementos decorativos podemos encontrarla en multitud de colores, por lo que representa una opción interesante desde el punto de vista de la serigrafía artística. La capacidad de obtener granos de color a partir de elementos cerámicos es tan extensa como la gama pigmentos, óxidos, etc., empleados para colorear la cerámica durante el proceso de cocción.

### 2.7.5. Granalla plástica

Este árido artificial se fabrica a partir de termoplásticos estables como la urea, la melamina, las resinas acrílicas y el policarbonato de alta densidad, lo que hace que sus propiedades varíen en función del plástico originario. Éstos son tratados previamente para obtener materiales químicamente inertes, poco dañinos para el medio ambiente e incluso biodegradables. En la mayoría de los casos la granalla plástica ha sido tratada con soluciones antiestáticas.

Debido a su dureza media-baja, 3-4 en la escala de Mohs en función del tipo de plástico, se emplean principalmente en labores de decapado y limpieza suave sobre materiales en los que no es posible el uso de abrasivos duros.



**59** / Granalla plástica de urea, melamina, microesferas acrílicas y poliamida en varios colores. Imagen cortesía de Productos Abrasivos.

En la comercialización de la granalla plástica tampoco se emplean los estándares FEPA por lo que habremos de consultar al fabricante para conocer el tamaño medio del grano.

En la siguiente tabla incluimos una relación granulométrica obtenida por comparativa entre los datos de distintos fabricantes de este material. Pese a que la mayoría de los granos son excesivamente grandes es posible imprimir las granulometrías más bajas de la granalla plástica.

Granalla plástica		
Grano	Tamaño en mm	Tamaño en micras
12 -16	1,7 – 1,180	1700 - 1180
12 – 20	1,7 – 0,85	1700 – 850
16 – 20	1,180 – 0,85	1180 – 850
20 – 30	0,85 – 0,6	850 – 600
20 – 40	0,85 – 0,425	850 – 425
30 – 40	0,6 – 0,425	600 – 425
40 – 60	0,425 – 0,25	425 – 250
60 – 80	0,25 – 0,18	250 - 180

**Tabla 10 /** Denominación y tamaños de la granalla plástica. Elaboración propia a partir de los datos de Abrasivos y Maquinaria S.A. y Gravipul.

Al igual que ocurría en el caso de la granalla cerámica, la plástica está libre de sílice y elementos metálicos.

La granalla plástica se fabrica en granos de perfiles angulosos no cortantes en los casos de la melamina, la urea, el policarbonato y la poliamida, mientras que en la versión acrílica podemos encontrarla en forma de microesferas.

Una de las características que hace de la granalla plástica un material con grandes potencialidades en la creación, es la posibilidad de obtener granos plásticos de cualquier color, y la artificiosidad de su aspecto superficial, que difiere del carácter mineral del carborundum, el corindón, el granate, etc.

### 2.7.6. Granalla de acero

La granalla de acero es un abrasivo obtenido mediante un proceso tecnológico con hornos de fusión y composiciones químicas controladas a partir de acero hiperentectoide templado y revenido con un porcentaje de carbono superior al 0,85% en su composición.

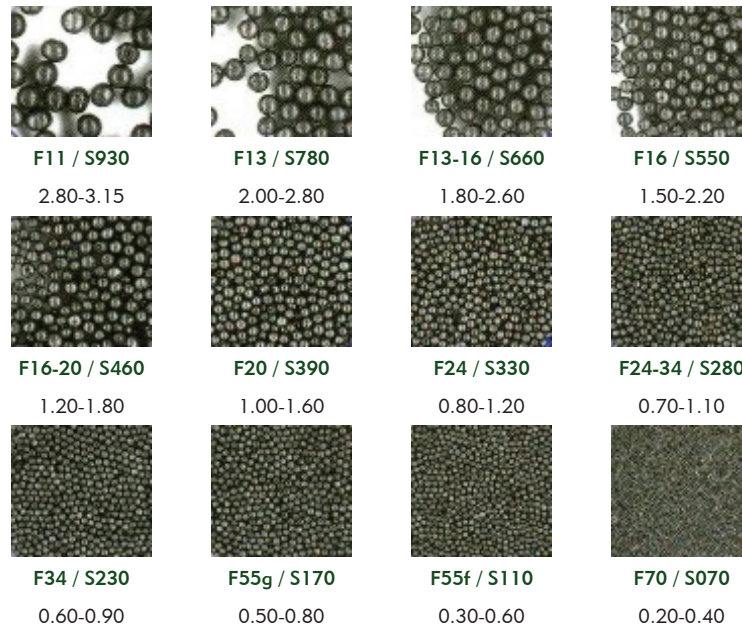
Del proceso primario de fabricación se obtienen partículas redondeadas que constituyen las granallas de acero esféricas (*shot*). A partir de las partículas de mayor tamaño de acero fundido se pueden fabricar mediante procesos de triturado granos de un tamaño inferior dando lugar a las granallas de acero angulares (*grit*). Éstas se emplean en proceso abrasivos como sustitutas de la arena, agregándole en algunos casos un pequeño porcentaje de granalla esférica. La forma de la partícula de granalla angular presenta múltiples aristas y puntas, que pueden resultar inadecuadas en el proceso de impresión, por lo que nos decantaremos por el *shot* para el trabajo en serigrafía.

Sus principales usos industriales contemplan los procesos de eliminación de óxido, limpieza y preparación de superficies.

La granalla inoxidable se obtiene mediante un proceso similar al de la granalla metálica, empleando en su fabricación acero inoxidable fundido con porcentajes elevados de cromo (18%) y níquel (10%) en su composición, lo que disminuye ligeramente su dureza y densidad. Se emplea en aquellos procesos abrasivos realizados sobre metales no férricos como el aluminio, el cobre,



aleaciones de zinc, acero inoxidable, bronce, latón, etc. La versión inoxidable de la granalla metálica se fabrica exclusivamente en forma esférica, lo cual reduce sensiblemente las posibilidades de rotura de la malla serigráfica.



60 / Distintas granulometrías de granallas de acero de bajo contenido en carbono. Imagen cortesía de MPA.

A diferencia de otros áridos artificiales de dureza inferior, la granalla de acero aparece indicada como un material altamente reciclable pudiendo ser proyectado de 300 a 1000 veces sin perder sus propiedades. Al componerse de partículas de acero templado y revenido no provocan ningún problema de contaminación cuando se trabaja sobre otros tipos de acero. Debido a su nula absorción y porosidad no necesitan del secado previo al uso imprescindible en los procesos de fabricación y comercialización de otros áridos, pero resulta recomendable en el trabajo en serigrafía al igual que ocurre con el resto de áridos.

Granalla de acero				Granalla de inoxidable Cr/Ni		
esférica	angular	mm	micras	grano	mm	micras
F70 / S-70	G-80	0,2	200	S-10	0,05 – 0,20	50 – 200
F55f / S-110	G-50	0,3	300	S-20	0,09 – 0,30	90 – 300
F55g / S-170	G-40	0,4	400	S-30	0,14 – 0,50	140 – 500
F34 / S-230	--	0,6	600	S-40	0,40 – 0,80	400 – 800
F24-34 / S-280	G-25	0,7	700	S-50	0,60 – 1,00	600 – 1000
F24 / S-330	--	0,8	800	S-60	0,70 – 1,25	700 – 1250
F20 / S-390	G-18	1,0	1000	S-100	1,00 - 1,40	1000-1400
F16-20 / S-460	G-16	1,2	1200	S-150	1,25 - 1,70	1250-1700
F16 / S-550	G-14	1,4	1400	S-200	1,40 – 2,00	1400-2000
F13-16 / S-660	G-12	1,7	1700	S-300	1,70 – 3,00	1700-3000
F13 / S-780	G-10	2,0	2000			
F11 / S-930	--	3,1	3150			

Tabla 11 / Denominación y tamaños de la granalla de acero. Elaboración propia a partir de los datos de Abrasivos y Maquinaria S.A.



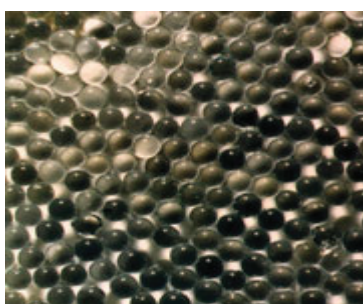
La granalla de acero es un árido artificial altamente homogéneo en forma, dureza y granulometría. Al tratarse de un material no contemplado como árido en el entorno de la ingeniería minera, su granulometría no se ajusta a la normativa FEPA.

En la siguiente tabla se recogen los tamaños de grano de la granalla metálica y su versión inoxidable.

Sólo las granallas de menor tamaño, F-70 / S-70 en las esféricas de acero y S-10 de acero inoxidable Cr/Ni, inferiores a las 310 micras (equivalente al SiC 54), podrán ser impresas, ya que el resto posee un tamaño excesivo para pasar a través de la abertura del tejido.

### 2.7.7. Microesferas de vidrio

La microesfera de vidrio es un abrasivo de última generación compuesto principalmente por dióxido de silicio empleado en procesos donde otros productos no resultan apropiados. Al no reaccionar el vidrio con otros materiales, las microesferas no producen ninguna corrosión.



61 / Microesferas de vidrio.

Se trata de un material insoluble en agua con una dureza media alta, de 6 en la escala de Mohs y se presentan en color cristalino / blanco y con nula toxicidad tanto para el ser humano como para el medio ambiente.

Al igual que ocurre con otras granallas, las microesferas de vidrio no tiene su granulometría regulada por la FEPA, razón por la cual los fabricantes de este producto emplean su propia escala para comercializarlas. Hemos encontrado distintas denominaciones, pero la más común es la que incluimos en la tabla 12.

Microesferas de vidrio		
Grano	Tamaño en mm	Tamaño en micras
G 30	0,85 – 0,425	850 – 425
G 40	0,4 – 0,3	400 – 300
G 50	0,3 – 0,2	300 – 200
G 60	0,25 – 0,15	250 – 150
G 80	0,2 – 0,1	200 – 100
G 100	0,15 – 0,09	150 – 90
G 120	0,11 – 0,07	110 – 70
G 220	0,07 – 0,04	70 – 40

Tabla 12 / Denominación y tamaños de las microesferas de vidrio. Elaboración propia a partir de los datos de Abrasivos y Maquinaria S.A. y Cerblast.

Como se puede observar en esta tabla, a diferencia de otros áridos artificiales esféricos, las microesferas de vidrio se fabrican en tamaños muy pequeños, pudiendo encontrar varias granulometrías que permiten su inclusión en el proceso de impresión.

Se fabrican a partir de vidrio plano, y como su propio nombre indica son de forma esférica, un dato importante a la hora de incluir en los procesos de impresión un material como el vidrio, valorado por su brillo y transparencia.

La viruta de vidrio, de las mismas características que las microesferas, se diferencia de ellas en su forma superficial y puede ser perfectamente impresa ya que no presenta aristas cortantes.

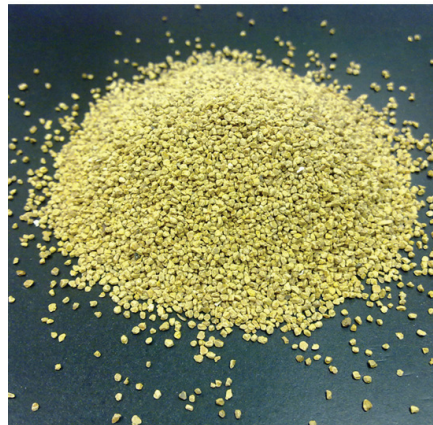
El nivel de transparencia en su impresión es con diferencia el mayor de todos los áridos imprimibles.

### 2.7.8. Abrasivos vegetales

Los abrasivos vegetales suponen una alternativa a otros áridos producidos a partir de minerales. Se fabrican mediante procesos de micronización de cáscaras de frutos secos, siendo la cáscara de nuez y almendra molida los abrasivos de origen orgánico de mayor difusión.

Los abrasivos vegetales cuentan con un porcentaje elevado, en torno al 40-50% de celulosa en su composición, junto con extractos no nitrogenados.

Debido a su dureza 3 en la escala de Mohs (límite aceptable para la impresión) se emplea en procesos de abrasión delicados, es decir, todos aquellos en los cuales resulta clave la suavidad de la acción de la partícula proyectada. Se emplea habitualmente sobre materiales plásticos, madera y metales o aleaciones blandas en las que el resto de abrasivos provocan microerosiones no deseadas.



62 / Granalla vegetal. Imagen cortesía de Abrasivos y Maquinaria S.A.

Las granallas vegetales son de color amarillento, anaranjado y marrón claro principalmente.

Su forma y comportamiento es similar a la granalla plástica, y al igual que esta, posee un nivel de toxicidad bajo para el hombre, se encuentra libre de sílice y al tratarse de un producto natural es rápidamente biodegradable. Su granulometría no se encuentra regulada por la FEPA por lo que habremos de consultar la hoja técnica del producto para conocer el tamaño medio del grano.

Granalla vegetal Nueblast							
Milímetros	2,4-1,7	1,7-1,3	1,7-1	1,3-0,8	1-0,45	0,80-0,45	0,45-0,2
Micras	2400-1700	1700-1300	1700-1000	1300-800	1000-450	800-450	450-200

La Nueblast, una de las granallas vegetales más habituales, cuenta con el mayor rango de tamaños de grano entre todas las granallas vegetales.

En la tabla 13 se recogen los datos relativos a dicho material.

### 2.7.9. Granate

Se fabrica a partir de la trituración del mineral del mismo nombre, perteneciente a la familia de los silicatos naturales, concretamente de una selección de la variedad denominada almandino.

El granate almandino es un material químicamente inerte compuesto en su mayoría por sílice, hierro, aluminio y magnesio.

Posee una dureza 7,5–8 en la escala de Mohs. Por su alta densidad, insolubilidad y resistencia es muy apreciado en los procesos de corte por agua a presión, y se emplea en sistemas de filtración y de chorreo sobre metales, cemento y hormigón.

El granate puede tener distintos colores, predominando los rojizos más o menos intensos y los marrones claros. Se presenta en forma de granos de aristas redondeadas.



63 / Granate almandino. Imagen cortesía de MPA.

El granate almandino no contiene sílice libre. Pese a estar considerado como un material no tóxico e inócuo, es recomendable el uso de mascarillas sobre todo cuando empleamos las fracciones más finas. Podemos encontrarlo en los tamaños que aparecen recogidos en la siguiente tabla.

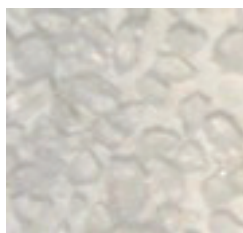
Granate Almandino							
M	12-40	20-40	20-60	30-60	40-60	80	120
Milímetros	0,3-1191	0,3-0,841	0,249-0,4	0,2-0,6	0,178-0,249	0,178	0,125
Micras	300-1191	300-841	249-400	200-600	178-249	178	125

Tabla 14 / Tamaños del granate almandino. Elaboración propia a partir de los datos de MPA.

### 2.7.10. Armex Maintenance

El Armex Maintenance es un abrasivo blando fabricado a partir de bicarbonato sódico natural tratado.

El bicarbonato sódico es un material de color blanco y muy poco peso. Su dureza de 3-4 en la escala de Mohs lo hace muy útil en procesos de limpieza por chorreo en superficies sensibles, cristal, materiales blandos como la madera, la goma o el plástico, monumentos históricos, estatuaria, etc.



64 / Armex Maintenance.

Tiene forma granular de aristas redondeadas. Se trata de un material libre de sílice, clasificado como no tóxico, aunque es recomendable emplear mascarillas sobre todo cuando se usa en lugares cerrados.

El Armex Maintenance tiene una granulometría muy limitada, que aparece recogida en la siguiente tabla.

Tamaño	Maintenance	Maintenance XL
Milímetros	0,09-0,25	0,09-0,45
Micras	90-250	90-450

Tabla 15 / Tamaños del Armex Maintenance. Elaboración propia a partir de los datos de MPA.

Debido a su baja densidad, en su impresión aporta poco peso y se comporta como una mouse, algo más complicada de imprimir que otros compuestos.

### 2.7.11. Silicato de aluminio

Este material se fabrica a partir del mismo mineral, el silicato de aluminio, sometido a procesos de calentamiento en cámaras de combustión y posterior triturado y limpieza.

El silicato de aluminio es un material químicamente neutro, compuesto principalmente por silicio, aluminio y hierro.

Tiene una dureza 6-7 en la escala de Mohs y está considerado un abrasivo de dureza media.

Se emplea en procesos de chorreado, principalmente en la industria naval, como sustituto de la arena y la escoria de cobre. Asimismo se usa en la limpieza de fachadas, eliminación de óxidos, tratamientos de cemento y hormigón y decapado de metales.



65 / Silicato de aluminio.

El silicato de aluminio es de color marrón negro y se presenta en forma de granos angulosos. Este abrasivo está homologado en toda la CE; no contiene sílice libre, ni partículas férricas,

materiales corrosivos, ni materiales solubles en agua, por lo tanto, no hay riesgo de provocar silicosis., no obstante, el uso de máscara con filtro para polvo y protección facial en trabajos de chorreo es obligatorio.

Las granulometrías más frecuentes aparecen recogidas en la siguiente tabla.

	Silicato de aluminio				
	Fino		Medio	Grueso	
mm	0,08-0,16	0,1-0,3	0,2-0,6	0,1-0,8	0,5-1,5
Micras	80-160	100-300	200-600	100-800	500-1500

Tabla 16 / Tamaños del silicato de aluminio. Elaboración propia a partir de los datos de MPA.

## 2.8. COMPARATIVA GRANULOMÉTRICA DE ÁRIDOS

Hemos empleado las mediciones granulométricas del carburo de silicio expresadas en micras como referencia para el resto de materiales, ya que nos ofrece una mayor oferta granulométrica y precisión en el tamaño medio del grano. En la siguiente tabla se recogen los datos relativos a los tamaños de los distintos áridos analizados en este capítulo en sus versiones comerciales.

P	COMPARATIVA GRANULOMÉTRICA DE ÁRIDOS											
	Carburo de silicio		Corindón	Arena	Cerámica	Plástico Tipo V	Esferas Acero	Microesf. Vidrio	Vegetal	Granate	Armex Maint.	Silicato aluminio
12 hilos	54	310	212-300	125-250	125-250	180-250	300	200-300	200-450	200-600	90-450	100-300
	60	260						150-250		178-249		
	80	180	150-212				200	100-200		178	90-250	80-160
	100	129						90-150		125		
24 hilos	150	82	63-106	62,5-125	70-125			70-110				
	180	69	63-90					40-70				
	220	58	53-75									
	240	44,5										
43 hilos	280	36,5										
	320	29,2										
	360	22,8										
	400	17,3										

Tabla 17 / Comparativa de la granulometría expresada en micras de los distintos materiales áridos en relación a la lineatura de la pantalla.

En la tabla 17 podemos observar la correspondencia existente entre el tamaño medio del grano de un determinado árido y el del carburo de silicio. Conociendo dicha relación podemos seleccionar la pantalla (P) con la lineatura más adecuada para la impresión de cada uno.

## 2.9. CONSIDERACIONES

Tras analizar los áridos y abrasivos que el mercado nos ofrece podemos asegurar que existe una amplia gama de productos granulares de origen industrial cuya incorporación al proceso serigráfico es posible.

Hemos localizado abundante información sobre los distintos fabricantes de dichos productos que incluimos en el apartado 2.10. Suministradores de áridos, con el fin de facilitar el acceso a

algunos de aquellos materiales que son de uso poco frecuente entre el colectivo artístico. Además se han realizado una serie de tablas comparativas de las granulometrías de dichos materiales, en las que se indica la equivalencia entre la denominación más habitual de su grano y el tamaño. Hemos comprobado como resulta posible la impresión de todos ellos, aunque es cierto que en el caso de algunos como las granallas plásticas o vegetales sólo las partículas más pequeñas podrán ser impresas. El resto de áridos incluidos en el estudio cuentan con un rango granulométrico que nos permite seleccionar el tamaño de grano que deseamos imprimir.

Creemos que es de especial importancia la labor realizada durante las fases de documentación, contraste y organización de la información relativa al carburo de silicio, ya que se trata de un material que a lo largo de toda la investigación nos ha servido como referente para valorar y contrastar la posibilidad de inclusión de otros áridos. Por las razones que se destacan, el carburo de silicio se ha mostrado como el árido más versátil y por ello hemos considerado pertinente realizar su estudio con un mayor detenimiento.

Como hemos mencionado, todos los áridos incluidos en este capítulo son de baja toxicidad para el hombre e inertes en contacto con el medio ambiente, no obstante es necesario respetar una serie de medidas de seguridad y protección personal que nos garanticen una práctica serigráfica segura. Todos estos aspectos se han desarrollado en el capítulo 9. Prevención de riesgos y peligros en la serigrafía de áridos.

Somos conscientes de la existencia de otros materiales pertenecientes al campo de los áridos propiamente dichos, como al de los productos abrasivos, por no mencionar todos aquellos productos químicos así como materiales en polvo que podrían incluirse en esta investigación.

Se ha reducido el campo a aquellos materiales prefabricados que entendemos pueden aportarnos las garantías de mantenimiento de sus propiedades físicas y químicas que permiten su inclusión en el proceso de impresión serigráfico. Estos materiales de uso común en distintos sectores cumplen con unas normativas de seguridad en su manejo así como unos elevados niveles de calidad, debido a que su uso en las aplicaciones industriales es mucho más exigente que el propuesto como tema central de esta investigación.

No podemos olvidar que en la práctica artística también la búsqueda de nuevos materiales amplía el espectro del lenguaje. En el caso de la serigrafía de áridos esta búsqueda no tendría un final, ya que siempre existe la posibilidad de fabricar nosotros mismos los áridos que cubran nuestras necesidades creativas a partir de cualquier material que pueda ser reducido a partículas de tamaño imprimible.

La posibilidad de incluir en el proceso de impresión cualquier material granular que reúna las características descritas en este capítulo hace que nos encontremos ante un panorama demasiado extenso como para ser abordado en su totalidad. Lejos de constituir un problema valoramos esta realidad como algo muy positivo (y por otra parte necesario dentro de cualquier proceso de investigación-creación), ya que esperamos haber establecido el marco técnico básico que puede propiciar la búsqueda por parte del colectivo de artistas de nuevos materiales que tengan cabida dentro de la serigrafía, ampliando aún más sus potenciales dearrollos plásticos.

## 2.10. SUMINISTRADORES DE ÁRIDOS

En este apartado se incluye la información relativa a las empresas fabricantes y distribuidoras de los áridos empleados en esta investigación actualizada en agosto de 2011. Éstas comercializan principalmente áridos de origen natural tipo arenas y otros materiales granulares empleados habitualmente en procesos constructivos. También se incluye la información relativa a las empresas dedicadas a la fabricación de productos abrasivos en grano, importantes fuentes suministradoras de materiales granulares imprimibles. Hemos diferenciado claramente aquellas empresas que comercializan

el material en grano frente a otras dedicadas a la fabricación de elementos abrasivos como lijas o muelas dentadas y otro tipo de maquinaria especializada que hemos dejado fuera del estudio.

Es importante tener en cuenta que debido al uso masivo que de estos materiales se realiza en la industria, muchas de estas empresas están acostumbradas a trabajar con pedidos de cientos o miles de kilos de dichos materiales, por lo que en ocasiones resulta complicado conseguir el árido en paquetes inferiores a 25kg. Pese a que se trata de materiales de relativo bajo costo, su transporte supone en ocasiones un mayor esfuerzo económico que el material en sí mismo. Por ello se recomienda siempre recurrir a los proveedores más cercanos.

Al margen de éstas, hemos incluido empresas suministradoras de productos químicos, entre los cuales podemos encontrar áridos de uso habitual como el carburo de silicio o el corindón.

Recurriendo a las tres fuentes se puede localizar cualquiera de los áridos empleados en esta investigación en todo su espectro granulométrico.

En ocasiones no tenemos contacto con los fabricantes y/o suministradores, por lo que nos vemos obligados a recurrir directamente a intermediarios como tiendas de productos de bellas artes cuya oferta en este tipo de materiales es en el mejor de los casos muy reducida cuando no inexistente.

Consideramos que esta es una información útil para el colectivo de profesionales de la serigrafía, técnicos y artistas, ya que muchos de los áridos empleados están fuera del listado habitual de materiales de uso frecuente en el taller.

#### **NOMBRE DE LA EMPRESA:**

MPA Materias Primas Abrasivas S.L.

Oficinas centrales y almacén

C/ Energía 2, Polígono Industrial Famades

E-08940 – Cornellá de Llobregat

Barcelona (ESPAÑA)

Tel. 93 377 82 55 / Fax. 93 377 05 73

E-mail: mpa@mpa.es

Delegación Levante

Sr. Juan Serrano

Tel. 616 966 025

E-mail: jserrano@mpa.es

Delegación Norte

Sr. Juan Medina

Tel. 656 793 197

E-mail: jmedina@mpa.es

Delegación Andalucía y Extremadura

MASESUR MEDIOAMBIENTAL SL

Sr. Francisco Díaz

Tel. 95 440 84 44 / Fax. 95 425 33 14

E-mail: fdiaz@masetur.es

MPA es una de las industrias de abrasivos con mayor experiencia en el sector no sólo en la fabricación sino también en sus aplicaciones. Todos los productos están fabricados bajo los más altos estándares de calidad, con granulometrías controladas y garantizadas. Tienen la mayor oferta nacional de productos abrasivos.



**NOMBRE DE LA EMPRESA:**

Abressa

Abrasivos de España S.A.  
C/Barelonès 39  
Pol. Ind. El Ramassar  
08520 Les Franqueses. Barcelona  
Tel: 93 846 58 75 / Fax: 93 846 80 29  
Ae.abressa@abressa.com  
www.abressa.com

Se trata de una de las pocas empresas que comercializan áridos a nivel industrial y que a su vez los ponen a nuestro alcance en cantidades inferiores a 25 kg.

**NOMBRE DE LA EMPRESA:**

Manuel Riesgo S.A. Productos químicos

Oficinas y almacén central  
Avda. Real de Pinto, 142  
Pol. Industrial Villaverde Alto  
28021 Madrid  
Tel. 91 795 30 12 – 30 96 – 31 48 / Fax. 91 795 32 49

Tienda  
C/Desengaño 22  
28004 Madrid  
Tel: 91 531 19 56 – 91 521 61 34 / Fax. 91 532 50 43

Suministro de productos químicos. Podemos encontrar carburo de silicio y corindón en numerosas granulometrías y en pequeñas cantidades

**NOMBRE DE LA EMPRESA:**

Abrasivos y maquinaria S.A.

Central  
C/Caspe 79, 2º  
08013 Barcelona  
Tel. 93 246 10 00 / Fax. 93 247 07 21

Delegación centro  
C/ Autogiro 7 (local)  
28042 Madrid  
Tel. 91 329 61 67 / Fax. 91 329 63 13

Delegación norte  
Telf.: 663 701 799  
www.aymsa.com

Empresa suministradora de productos abrasivos, granallas y maquinaria. Entre sus productos encontramos corindón, microesferas de vidrio, granalla plástica, cerámica, de acero, inoxidable, abrasivo vegetal y silicato de aluminio.

**NOMBRE DE LA EMPRESA:**

Triturados Barcelona

Polígono Industrial Cova Solera

C/Roma - Nave nº 9

08191 Rubí. Barcelona

Tel. 93 588 32 23 / Fax. 93 588 32 00

E-mail: [tribar@tribar.es](mailto:tribar@tribar.es)

[www.tribar.es](http://www.tribar.es)

**NOMBRE DE LA EMPRESA:**

Gravipul

C/ Ciudad de Frias 3, nave 8 Polg. Indal. Camino de Getafe

28021 Madrid

Tel. 91 723 38 21/ Fax. 91 723 38 22

[www.gravipul.com](http://www.gravipul.com)

Ofrecen Oxitrit, un símil del corindón en color negro cristalino de dureza 6-7 Mohs. Este es un producto que no ofrecen otros fabricantes perfectamente imprimible bajo los parámetros descritos en esta investigación.



## CAPÍTULO 3. MEDIOS ADHESIVOS



### 3. MEDIOS ADHESIVOS

Los medios adhesivos aglutinantes constituyen el segundo de los elementos claves dentro del trabajo con materiales áridos en serigrafía, sin los cuales dicho proceso no resultaría posible.

Debido a la relevancia que el medio adhesivo va a tener en este proceso consideramos que el apartado dedicado a su estudio centrará una parte importante de este trabajo de investigación. Hemos realizado un estudio en profundidad centrado en dos puntos:

- Localización, descripción y análisis de medios adhesivos convencionales.
- Localización, descripción y análisis de productos específicos que podemos encontrar dentro del mercado de consumibles serigráficos y que estimamos pueden cubrir las demandas de este novedoso proceso técnico.

Somos conscientes del uso no normativo que vamos a realizar de algunos de estos productos, algo habitual en la experimentación/investigación en arte, donde su aplicación, al contemplarse bajo el prisma de la creatividad, difiere de aquellos que de los mismos se hace en el sector industrial. En la introducción de este trabajo podemos augurar que los medios adhesivos en conjunción con los materiales áridos van a posibilitar el desarrollo de una nueva manera de operar a nivel técnico y creativo, aportando al campo de la serigrafía aspectos plásticos totalmente novedosos.

Como es lógico, el estudio individualizado de los medios adhesivos no resolverá todas las cuestiones técnicas relativas a este proceso, ya que los medios adhesivos, con todas sus bondades, al interactuar con otros productos como son los áridos, pigmentos, tintas, diluyentes, etc., introducirán variables que más adelante complejizarán su estudio y manejo.

En esta fase vamos a centrar nuestra atención en el análisis y estudio de estos productos. Para ello aportamos una visión general de aquellos tanto de uso doméstico como de uso industrial que prevemos pueden aportar soluciones a las cuestiones técnicas que nos planteamos al abordar un tema poco estudiado como es la serigrafía de áridos.

**Los adhesivos son los productos aglutinantes que nos van a permitir imprimir y fijar los áridos de manera estable y resistente sobre un número ilimitado de soportes.** Es la capacidad adhesiva de estos medios la que va a determinar el éxito de todo el proceso, y por lo tanto, durante la realización de esta tesis doctoral hemos prestado una atención especial a todos aquellos específicos o no del medio serigráfico que nos permitan experimentar las posibilidades técnico-creativas que se derivan del uso de los áridos.

Lógicamente, y por equiparación con la confección de las tintas serigráficas, en ocasiones, al hablar de los medios adhesivos realizaremos paralelismos con el fin de facilitar la comprensión de

determinados aspectos técnicos. Un ejemplo de esto podría ser la necesidad que todo pigmento o tinte tiene de un vehículo aglutinante para conformar una tinta junto con otros productos como retardantes, diluyentes, cargas, etc. En ambos casos existe un material granular que junto con un vehículo debe reunir las propiedades necesarias de densidad y fluidez que permitan su impresión y fijado al soporte receptor.

En el caso de las tintas convencionales de serigrafía serían las diminutas partículas de pigmento que aportan color al medio, y en el caso que nos ocupa los granos del material árido.

De la misma forma que en el estudio de las tintas podemos analizar por separado los vehículos aglutinantes, en el caso que nos ocupa, vamos a realizar un análisis del medio adhesivo al margen de las cargas (áridos) así como otros productos que se le añadan posteriormente.

Al acometer un estudio en profundidad hemos tenido en cuenta la enorme amplitud del campo en el que nos vamos a mover. Aunque nuestro ánimo sea el de dar con la solución más idónea para este proceso, debemos admitir la existencia de productos y planteamientos alternativos, así como la imposibilidad de abarcar todo el campo de los medios adhesivos, más aún si tenemos en cuenta la constante renovación que se está produciendo en la química en base a la cual se formulan.

Hemos tenido muy en cuenta que el de los medios adhesivos es un campo de experimentación y trabajo común para ramas tan diversas como la ingeniería, la medicina, la biología, la construcción o el bricolaje.

Hemos comprobado en un primer acercamiento a esta cuestión la gran variedad terminológica que los profesionales de cada uno de estos sectores emplea en sus estudios, así como las variaciones que dentro de un mismo sector podemos encontrar.

No es nuestra pretensión rebatir o cuestionar la corrección o fidelidad de dicha terminología, pero creemos que estas variaciones no ayudan a la claridad y concisión informativa que con nuestro estudio nos proponemos, y si bien dichos términos tienen sus fundamentos a nivel técnico industrial, no pensamos que el uso de dicho léxico sea traspolable a esta investigación.

Por esta razón creemos necesario para el correcto desarrollo y la comprensión de la información que de este trabajo se derive, fijar una terminología que mantendremos a lo largo de todo el estudio y que se ajuste con el mayor rigor y fidelidad a los intereses que pretendemos.

Esta terminología busca contribuir tanto a la correcta comprensión del proceso en sus distintas fases, como al conocimiento en profundidad de las implicaciones que cada uno de los elementos participantes tienen en el mismo. Como ya hemos adelantado, en la terminología propuesta hemos optado por denominarlo medio adhesivo, en cuya composición se incluirán otra serie de productos que en mayor o menor porcentaje conformarán las características precisas necesarias para garantizar la fiabilidad de su uso.

### **3.1. DEFINICIÓN DE COMPUESTO ÁRIDO IMPRIMIBLE**

Habitualmente se emplean términos como colas, fijadores, ligantes, pegamentos o adhesivos para referirse a una serie de productos cuya finalidad es mantener unidos superficialmente dos o más materiales.

La adherencia o adhesión es la propiedad de un materia por la cual se unen dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen unidas por fuerzas intermoleculares.

Aunque la adherencia entre dos cuerpos puede atender a diferentes mecanismos de naturaleza física y química (magnetismo o fuerzas electrostáticas, fuerzas de Van der Waals, etc.), hablaremos de fuerzas de unión mecánicas cuando nos refiramos a las que intervienen en compuestos áridos imprimibles.



La función de un medio adhesivo es muy clara, pero debido al uso experimental que vamos a hacer de dichos productos no todos reunirán las condiciones que estimamos necesarias para trabajar con ellos en un campo con las características técnicas específicas como es la impresión serigráfica.

Las propiedades que han de reunir pueden variar en conjunción con otros productos añadidos y estarán en función de los procesos operativos que llevemos a cabo así como de los materiales que empleemos cuando trabajemos en serigrafía. La adherencia es el principal factor que determinará el correcto anclaje de los áridos en el soporte de impresión. Independientemente de la naturaleza de éste, la adición de un medio adhesivo al árido resulta necesaria para crear un compuesto.

**Por compuesto o compuesto árido imprimible nos vamos a referir a la unión del árido con un medio adhesivo y otros productos.**

Estos vehículos aglutinantes incluirán en su composición otros productos tales como diluyentes, retardantes, pigmentos o tintas serigráficas con el fin de potenciar o alterar algunas de sus principales características, así como solucionar posibles inconveniencias derivadas del uso de materiales poco habituales en la serigrafía como son los áridos.

De las propiedades del adhesivo dependerá principalmente la estabilidad de la adherencia de la impresión, ya que si bien es cierto que debido a su formulación algunas tintas de serigrafía tienen la capacidad de ser impresas conjuntamente con un producto árido logrando su adherencia al soporte, en ocasiones su fijación no es la idónea.

Pruebas realizadas en el taller han demostrado que algunas tintas de serigrafía, así como productos de uso habitual tales como lacas o barnices, mezcladas con áridos, sobre todo en los de granulometría muy alta ( $S_{iC} 240 = 0,0445 \text{ mm}$ ), pueden ser perfectamente imprimibles si se corrigen algunos aspectos relativos a la fluidez con la adición del diluyente apropiado. Esto se debe en gran medida a que en la formulación de las tintas serigráficas los medios adhesivos tienen una importante presencia. De la misma manera los pigmentos y/o tintes que componen la tinta alteran de manera irreversible muchas de las características fisicoplásticas de la impresión de un material árido.

### **3.2. CUALIDADES DE LOS MEDIOS ADHESIVOS PARA SU INCLUSIÓN EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS**

En este apartado desarrollamos las cualidades de los medios adhesivos exclusivamente como vehículos aglutinantes, por lo que vamos a obviar otras cualidades como matices de brillo, color, transparencia, etc. que entendemos son secundarias en este apartado. Dicho esto, queremos señalar que éstas son algunas de las variables a introducir en el medio adhesivo que sin desvirtuar sus cualidades vamos a desarrollar en capítulos posteriores.

Estas cuestiones son efectos manipulables que tiene su relevancia dentro del entorno creativo, pero que en comparación con la importancia central del medio adhesivo (su capacidad aglutinante) no son los determinantes en nuestra investigación.

Como avance de las **cualidades** que debe reunir un producto para constituirse como medio adhesivo susceptible de ser impreso mediante serigrafía hemos destacado las siguientes:

- Capacidad de adherencia.
- Fluidez.
- Permeabilidad adecuada.
- Resistencia a factores externos.
- Compatibilidad con los distintos productos de impresión.
- Bajo nivel de toxicidad para la salud y el medio ambiente.

### 3.3. DEFINICIÓN DE VEHÍCULO EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

En este trabajo entenderemos por **vehículo todo aquel producto de origen natural o sintético, con capacidad adhesiva y aglutinante que nos permita crear un compuesto en el cual viajarán en suspensión<sup>1</sup> los granos del árido para fijarlos de manera estable y duradera a la superficie del soporte receptor de la impresión.**

Existe una gran cantidad de medios adhesivos susceptibles de convertirse en vehículos. Algunos de ellos son empleados de forma habitual en el medio serigráfico, tales como las bases transparentes, lacas, geles, etc., que se utilizan comúnmente como producto principal a partir del cual se fabrican las tintas de serigrafía por adición de colorantes, o barnices de acabado, empleados para otorgar matices de brillo y protección extra a la impresión.

Por el contrario, muchos de los productos analizados resultan ajenos al medio serigráfico, pero debido a sus características comunes con los productos específicos y las posibles aplicaciones que prevemos podemos hacer de ellos hemos considerado de interés práctico incluirlos. Algunos como el látex, las resinas, o los polímeros acrílicos, constituyen una nueva alternativa de fabricación de compuestos imprimibles al margen de los productos serigráficos convencionales.

Muchos de los productos que vamos a utilizar a lo largo de esta investigación como retardantes, diluyentes, espesantes, tintes, etc., son de uso frecuente en la fabricación de tintas de serigrafía. Emplearemos dichos productos en la fabricación de compuestos áridos, pero debido a la importancia central que tienen los medios adhesivos en el trabajo creemos necesaria una primera profundización en sus aspectos más relevantes, su función, clasificación y conocimiento de sus usos normativos, así como las posibles potencialidades que pudieran derivarse de su uso en el campo de la impresión serigráfica. Esto nos va a permitir manejarlos de manera controlada, establecer las combinaciones más idóneas para cada caso y extraer de todos ellos su potencial aplicable al campo de la serigrafía

De la relevancia que le damos al estudio de los adhesivos se derivará la capacidad que tengamos para alterar dichas combinaciones, buscando las más idóneas en función de los diferentes supuestos en los que se vaya a trabajar, como pueden ser las variaciones en la granulometría del árido, la superposición de impresiones, la combinatoria con otros procesos de impresión, los soportes susceptibles de ser impresos mediante esta técnica, así como otras variaciones de matices ya comentados con anterioridad.

Las posibilidades plásticas que los medios adhesivos nos van a brindar en la serigrafía es algo que desde este estudio sólo podemos comenzar a vislumbrar. Han de ser las experimentaciones de otros artistas plásticos las que desarrollen todas sus posibilidades creativas de estos productos. Con este estudio esperamos crear un punto de partida útil que no pretende ser único ni invalidar otros acercamientos novedosos a este aspecto concreto de la serigrafía.

Mediante el estudio de los medios adhesivos perseguimos la sistematización y análisis contrastado de su inclusión en el proceso de impresión de áridos. Hemos establecido las necesarias pautas operativas para el correcto desarrollo técnico y aplicación novedosa de productos habituales en el medio serigráfico, como las bases transparentes, que estimamos pueden alcanzar una mayor potencialidad creativa en conjunción con los áridos.

<sup>1</sup> Por suspensión entendemos la mezcla heterogénea formada por un sólido en polvo, en este caso el árido, o pequeñas partículas no solubles que se dispersan en un medio líquido al que hemos denominado vehículo. A diferencia de las dispersiones o de las disoluciones (también llamadas en química soluciones) donde se consigue una mezcla homogénea a nivel molecular (un ejemplo común puede ser un sólido disuelto en un líquido, como la sal o el azúcar en agua), en las suspensiones, el tamaño del grano es mucho mayor, resultando en la mayoría de los casos apreciable a simple vista. En función de la densidad del vehículo empleado, si se deja en reposo, las partículas terminan sedimentando por decantación.

### 3.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MEDIOS ADHESIVOS

Dentro del abanico que se nos presenta cuando tratamos de abarcar una cuestión técnica tan amplia como son los medios adhesivos, se vuelve necesario definir y aclarar a cuales de aquellos productos que se engloban bajo un mismo término nos vamos a referir.

En este apartado general vamos a destacar las que entendemos son las características principales comunes a todos ellos.

Entendemos por **medios adhesivos todos aquellos productos que tienen la capacidad de mantener unidos dos o más cuerpos por contacto superficial de forma estable.**

Esta definición incluye infinidad de productos de distinta procedencia, como son las ceras, colas, resinas de colofonia, el caucho, látex, resinas acrílicas, polímeros, barnices, etc., que se han empleado como medios adhesivos. Dada la trascendencia que tienen estos productos en muchos sectores de nuestra sociedad, la industria química ha desarrollado una amplísima gama de medios adhesivos sintéticos altamente versátiles, y cuyo uso generalizado ha ido sustituyendo a los productos tradicionalmente naturales.

Todos estos avances en los adhesivos han tenido su repercusión en el mundo del arte y por extensión en el de la serigrafía, aunque en este campo han sido principalmente los procesos industriales los que han propiciado un mayor desarrollo de productos tales como emulsiones, barnices o tintas con elevadísimos niveles de resistencia, aplicabilidad, rendimiento, etc.

Los avances en el campo de la química han posibilitado la aparición de productos que resultan básicos hoy en día, como los modernos tejidos de poliéster monofilamento de alto módulo empleados en la confección de pantallas de serigrafía, las tintas de secado ultra-rápido, las emulsiones fotosensibles, los pegamentos de dos componentes para adherir la tela tensada al bastidor, los barnices imprimibles, los productos de limpieza y recuperación de pantallas, etc.

Paulatinamente, y como deriva lógica de otros productos empleados en campos paralelos a la gráfica, han ido apareciendo productos específicos de serigrafía, como las bases transparentes, a partir de las cuales se confeccionan las tintas, productos que reúnen la mayoría de las características de un medio adhesivo y que han resultado fundamentales para el desarrollo de esta tesis.

Llegados a este punto resulta necesario realizar una clasificación de los medios adhesivos previa a su incorporación a la serigrafía de áridos. La clasificación más idónea que podemos emplear cuando trabajemos con medios adhesivos es aquella que los diferencia en función del campo en el cual hagamos uso de dichos productos.

### 3.5. CLASIFICACIÓN DE LOS MEDIOS ADHESIVOS

En este apartado presentamos distintas clasificaciones extraídas de campos como la ingeniería, la química, la botánica o la medicina. Asimismo el propio mercado ha hecho distintas clasificaciones que hemos revisado con el fin de encontrar entre todas ellas la que más se ajuste a los objetivos de nuestra investigación.

Después de la fase de búsqueda y localización de la información que hemos considerado necesaria relativa a los medios adhesivos, hemos podido comprobar como en función de las fuentes a las que se atiende existen varios sistemas de clasificación.

Los principales son aquellos que distinguen entre:

- Adhesivos en estado sólido, líquido o gaseoso.
- Adhesivos de origen vegetal, animal o sintético.
- Adhesivos en función de su aplicación.

Los diferentes sistemas de clasificación de los medios adhesivos no hacen sino reiterar la alta especialización que se ha logrado en el campo de estudio en el cual vamos a desarrollar nuestra investigación. Esto no implica, que aún siendo factible vayamos a emplearlas todas, aunque de forma ilustrativa haremos un pequeño desarrollo de cada una de ellas.

### 3.5.1. Clasificación de los medios adhesivos en función de su estado

Este sistema de clasificación puede resultarnos útil en nuestro trabajo, sobre todo si tenemos en cuenta la importancia del estado líquido o semilíquido que ha de poseer un producto para resultar imprimible mediante serigrafía.

De las clasificaciones anteriormente mencionadas, la más sencilla es la que los ordena en función de su **estado físico**, distinguiéndose así entre:

- **Adhesivos en estado sólido:** pegamentos industriales termofusibles, masillas tipo Sika, barras de pegamento, cintas adhesivas o adhesivos en polvo con base de acetato.
- **Adhesivos en estado líquido:** colas blancas de uso doméstico, pegamentos de cianocrilato, adhesivos vinílicos como el acetato de polivinilo, el látex, las resinas acrílicas y el poliestireno.
- **Adhesivo en estado gaseoso:** pegamentos en spray de montaje fotográfico o adhesivos reposicionables para impresión textil.

Dado el alto grado de especialización que se ha alcanzado en la fabricación de adhesivos, no resulta extraño encontrar un mismo adhesivo en su versión líquida o spray.

Sea cual sea el estado del adhesivo, para su aplicación serigráfica requerirá de una determinada capacidad de permeabilidad y correcta viscosidad que permita su impresión.

### 3.5.2. Clasificación de los medios adhesivos en función de su origen

Desde una óptica distinta a la anterior, y siguiendo el sistema empleado en campos relacionados con la biología, encontramos una clasificación que ordena los diferentes tipos de adhesivos en función de su **origen vegetal, animal y sintético**.

Nos hemos detenido en esta clasificación ya que en ella están comprendidos los primeros adhesivos utilizados por el hombre, muchos de ellos de gran importancia en el desarrollo de las civilizaciones y los procesos de industrialización.

Debido a que suponen la base de muchos de los medios adhesivos actuales, y a que han sido empleados en las distintas fases de prueba durante el desarrollo de esta tesis como el látex, las resinas acrílicas o la metil celulosa, creemos conveniente reseñar brevemente las características y propiedades de estos medios adhesivos.

#### 3.5.2.1. Adhesivos de origen vegetal

Son aquellos medios adhesivos extraídos de la corteza, hojas, raíces de algunos árboles, así como de algunas plantas y tubérculos.

Los principales adhesivos de origen vegetal son:

- Látex
- Caucho
- Almidón
- Agar-Agar
- Goma arábiga

El **látex** natural es una emulsión lechosa obtenida mediante la realización de cortes en la superficie de la corteza de plantas y árboles tropicales como la *Hevea brasiliensis* o el *Ficus euphorkingdom*. Es una suspensión coloidal acuosa compuesta de grasas, ceras y diversas resinas gomosas obtenidas a partir del citoplasma de las células laticíferas presentes en algunas plantas angiospermas y hongos. Es frecuentemente blanco, de apariencia lechosa, aunque también puede presentar tonos anaranjados, rojizos o amarillentos dependiendo de la especie.

El látex de ciertas plantas resulta tóxico y venenoso, como el del cardón (*Euphorbia canariensis*), que es utilizado para la pesca o el de *Calotropis gigantea*. En otras ocasiones es dulce y comestible, o sumamente acre e irritante, como sucede en el caso de la higuera (*Ficus carica*). La mayor parte del látex de empleo comercial se extrae de la siringa (*Hevea brasiliensis*) y está dedicado a la obtención de caucho. Sin embargo también existen otros productos derivados del látex natural como la gutapercha (material amarillo o pardo producido a partir del látex de *Palaquium oblongifolia*), la balata (material duro muy similar al caucho que se obtiene principalmente del látex de *Manilkara bidentata*) y el chicle (sustancia de color rosáceo o pardo extraída del látex de *Achras sapota*. No confundir con la goma de mascar).

El látex es una de las dispersiones acrílicas más conocidas y utilizadas. Se trata de una dispersión de aproximadamente un 30% de glóbulos de caucho en suspensión en agua, los cuales permanecen una vez evaporada el agua; 1 cm<sup>3</sup> de látex contiene cerca de 200 millones de partículas.

El producto sintético de uso industrial fabricado a partir de partículas de resinas sintéticas dispersas en agua también se denomina látex, es un producto de uso habitual con multitud de aplicaciones tanto dentro como fuera del campo creativo.

*La versión sintética es fácil de encontrar en droguerías, tiendas de materiales de bellas artes y otros distribuidores especializados. En comparación con el látex natural, éste resulta más económico de sintetizar<sup>2</sup>.*

De una forma muy similar se obtiene el **caucho** a partir de la *Urceola elastica* de Asia y la *Funtamia elastica* de África. De hecho, el caucho o hule es una sustancia natural caracterizada por su insolubilidad en agua, su resistencia eléctrica y su elasticidad, que se encuentra en forma de suspensión coloidal en el látex.

El caucho es un hidrocarburo elástico, cis-1,4-poliisopreno, polímero del *isopreno* o 2 metilbutadieno. C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>, que surge como emulsión lechosa en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente.

En la actualidad el Hevea se cultiva en grandes plantaciones, en algunos casos propiedad de grandes industrias del neumático, en las que se utilizan injertos de variedades genéticamente modificadas para optimizar la producción de látex.<sup>3</sup>

Otro medio adhesivo de origen vegetal son las dextrinas obtenidas por la hidrólisis del **almidón**, muy abundante en el arroz, el trigo, maíz, patata y boniato. El producto extraído del vegetal se mezcla y dispersa en agua lográndose así un adhesivo orgánico. El almidón se degrada con el calor, y en función de la temperatura podemos obtenerlo en dos tonalidades distintas.

A unos 70°C se forma la dextrina blanca y entre los 80 y 160°C la dextrina amarilla. A medida que aumenta la temperatura la dextrina se vuelve más oscura y la disolución más fina. La variedad blanca es más espesa, disolviéndose primero en caliente (una parte de dextrina por una parte de agua) y dejándola después espesar a temperatura ambiente. Adelgazando la pasta resultante en agua se utiliza como aglutinante del temple a la cola.

<sup>2</sup> WHELTE, K. *The Materials and Techniques of painting*. Ed. Van Nostrand Reinhold Company Ltd., Berkshire. Inglaterra 1975. p 60.

<sup>3</sup> *El caucho*. De Wikipedia, la enciclopedia libre. Consultado el 15 de diciembre de 2010.

*La disolución de dextrina amarilla (1/1) se puede aplicar en recubrimientos finos, y según el pigmento también se pueden utilizar como diluyentes de pintura a la cola y acuarela. En caso de darse una fuerte aglutinación y alta concentración de goma, producen brillo. La capacidad adherente y aglutinante para con los pigmentos varía de las blancas a las amarillas, siendo estas últimas más solubles en agua y la disolución resultante más transparente.*

Para aumentar su poder adherente se le añade glicol o glicerina y se puede mezclar con aceite para crear emulsiones. Se utiliza como aglutinante de guaches baratos, para pegar teselas, etc<sup>4</sup>.

El **Agar-Agar** es un ficocoloide extraído principalmente de las algas rojas o *rodoficeas* de las especies *aragophytas*. El Agar-Agar proveniente del alga homónima ha sido empleado como cola desde hace siglos en países orientales como Japón. Es una sustancia amorfa, que en el comercio se encuentra en forma de polvo, escamas, bloques rectangulares y haces de tiras delgadas.

Químicamente el Agar-Agar es una mezcla compleja de sales de polisacáridos, fundamentalmente galactósidos. Las grandes moléculas que lo constituyen determinan sus cualidades sobresalientes como coloides y espesantes que lo han hecho hasta ahora insustituible. Además de los polisacáridos, el Agar-Agar contiene numerosos cationes asociados, tales como sodio, potasio, calcio, magnesio, etc.

Su poder gelificante le aporta el carácter adhesivo, ya que con muy poco polvo de gelatina añadido a una abundante proporción de agua se obtiene una gelatina muy dura y compacta; en caliente gelifica, a diferencia de la gelatina de cola de pescado que tiene que estar completamente fría para que cuaje.

La **goma arábica** se obtiene de la exudación de resina de tronco y ramas de una determinada clase de acacia subsahariana (*Acacia Senegal* y *Acacia Seyal*). En estado cristalizado es de color ámbar y ha de ser preparada triturándola y mezclándola con agua en un porcentaje correcto (generalmente en una proporción de dos veces agua por una de goma) con antelación a su aplicación. Aunque ésta puede variar en función de nuestros intereses no resulta recomendable superar dicha proporción ya que se pierde parte del poder adherente de la goma.

Para facilitar el proceso de dilución removeremos la mezcla con frecuencia. Los cristales de goma se diluyen con el paso de las horas. Resulta desaconsejable emplear agua caliente en su disolución ya que podría alterar sus propiedades.

Con frecuencia la goma arábica disuelta y preparada para su comercialización contiene otros productos añadidos para mejorar la calidad del producto final tales como glicerinas, que favorecen su elasticidad, conservantes o desinfectantes alcohólicos. Al tratarse de un material orgánico la acción de la humedad, el calor o la luz del sol pueden acelerar su degradación, por lo que es recomendable su uso una inmediato vez fabricado y su conservación en ambientes secos, oscuros y frescos.

### 3.5.2.2. Adhesivos de origen animal

Los principales medios adhesivos de origen animal son:

- Colágeno
- Caseína
- Albúmina

Los medios adhesivos preparados a partir del **colágeno** se basan en la principal proteína contenida en los huesos, cueros y tendones de los animales (en su mayoría mamíferos) obtenidos principalmente en curtiembres y mataderos.

Las aplicaciones del colágeno abarcan desde la fotografía, donde se mezcla con las emulsiones de cristales de haluros de plata para fabricar papel fotográfico, como emulsificante en repostería y

heladería, al disolverse en agua caliente y solidificar de nuevo al añadir agua fría, hasta las colas empleadas en confección textil y de calzado.

La **caseína** es proteína obtenida a partir del tratamiento de la leche (contiene alrededor de un 3% de caseína) desnatada con un disolvente acuoso alcalino.

La caseína se hincha en el agua pero no es soluble en ella y posee el carácter de un ácido, cuyas sales alcalinas si son solubles en agua. Empleando el requesón seco de la leche cortada se deseca, y el polvo resultante se humedece con agua y se hidroliza con álcalis especiales para la preparación del adhesivo. Además de sus usos alimentarios, la caseína, debido a su capacidad de formar películas adhesivas de buena resistencia mecánica y propiedades hidrófugas, se emplea en la fabricación de medicamentos, aislantes, detergentes así como en la fabricación de tintas, plásticos y films de embalaje.

La cola de **albúmina** de sangre se prepara a partir de sangre fresca de matadero o de polvo seco de sangre soluble en agua. La materia prima para su producción es tratada con ácidos, álcalis y agua caliente convirtiéndose en gelatina de distintas tonalidades. También se puede obtener adhesivo a partir de la piel del pescado.

### **3.5.2.3. Adhesivos sintéticos**

Este tipo de adhesivos se obtienen mediante procesos químicos a partir de la síntesis de compuestos orgánicos.

Desde mediados del siglo XX la industria química ha profundizado en este campo desarrollando todo tipo de medios adhesivos. La composición química y las características principales del medio adhesivo estarán determinadas en función de su aplicación. Existen medios adhesivos sintéticos aplicables a casi todo tipo de soportes.

Hoy en día la oferta de medios adhesivos sintéticos es amplísima y su composición química resulta en ocasiones muy sofisticada. Solamente por mencionar algunos de ellos cuyo uso es habitual, podemos encontrar adhesivos de tipo acrílico, adhesivos de cianocrilato, adhesivos epóxicos y uretanos, adhesivos anaeróbicos, siliconas, adhesivos curados por luz ultravioleta, adhesivos de caucho sintéticos o caucho clorado.

La mayoría de los medios adhesivos empleados en trabajos relacionados con esta tesis pertenecen a este grupo, ya que los fabricantes de productos de serigrafía han encontrado en los medios adhesivos sintéticos un campo con grandes posibilidades de aplicación.

La clasificación de los medios adhesivos en función de su origen nos permite encasillarlos de manera clara y excluyente, no obstante dentro de los sintéticos se engloban la mayoría de los adhesivos que vamos a emplear en esta investigación.

### **3.5.3. Clasificación de los medios adhesivos en función de su aplicación**

Tras evaluar la validez de los distintos sistemas que podemos emplear para clasificar los medios adhesivos, hemos llegado a la conclusión de que la posibilidad de incluir estos productos en el proceso serigráfico va a estar en función del sistema de su aplicación, es decir, del conjunto de operaciones que con dichos productos hayamos de realizar para extraer de ellos el máximo potencial de sus cualidades en el proceso de impresión permeográfica. Debido al medio específico que vamos a emplear para aplicar el medio adhesivo, es decir, la serigrafía, priorizaremos el factor de permeabilidad en los medios adhesivos sometidos a estudio.

El modo de aplicación de los medios adhesivos viene indicado por el fabricante en la documentación técnica relativa al producto.



Teniendo en cuenta que la aplicación que en esta investigación vamos a hacer del medio adhesivo va a estar supeditada a las tecnologías propias y al sistema de impresión por permeabilidad que caracteriza la serigrafía, el medio adhesivo debe estar en un estado líquido o semilíquido que nos permita hacerlo pasar a través de las aberturas del tejido que compone la pantalla y manteniéndose en un estado fluido sobre ella.

Algunos de los principales medios adhesivos analizados durante esta investigación son derivados plásticos, disoluciones de polímeros de origen vegetal o sintético en agua, barnices y resinas epoxis. Debido a sus propiedades físicas resulta posible emplear la mayoría de los productos estudiados en el campo de la serigrafía, pero por motivos de operatividad y concreción, y teniendo en cuenta que la oferta de medios adhesivos es amplísima y que aumenta cada día, hemos realizado una selección de aquellos que estimamos cubren las necesidades técnico-operativas del medio.

Productos como el látex o los medios acrílicos son de uso habitual en el campo de la creación, y no resulta necesario tener un amplio conocimiento del medio ni del producto para hacer un correcto uso de ellos, mientras que otros, como algunas bases transparentes empleadas en la fabricación de tintas de serigrafía requieren de un conocimiento del medio técnico así como de un cierto nivel de capacitación profesional para su correcto manejo. Hemos de tener en cuenta que debido a las características técnicas de la serigrafía, algunos de los medios adhesivos descritos a continuación se adaptarán mejor que otros a las exigencias del proceso.

En función de su aplicación diferenciaremos entre:

- Termofusibles o *Hot Melts*.
- Termoestables.
- De contacto o impacto.
- Sensibles a la presión.
- Rehumectables.
- Reactivos.
- Gaseosos.

### 3.5.3.1. Adhesivos termofusibles o Hot-Melts

También se les conoce por el nombre de pegamentos calientes, adhesivos de fusión en caliente o *Hot Melts*.

*Los adhesivos termofusibles se basan en polímeros termoplásticos, es decir, polímeros con una estructura molecular con pocos o ningún entrecruzamiento que al calentarlos pasan a un estado líquido y que al enfriar vuelven a endurecer. Los adhesivos de fusión en caliente ofrecen la ventaja de que unen casi instantáneamente, lo que los hace apropiados para operaciones automatizadas.*

*Los ingredientes de estos adhesivos son polietileno, acetato de vinilo, poliamidas, resinas hidrocarbonadas así como asfaltos naturales, alquitranes y ceras<sup>5</sup>.*

Los adhesivos termofusibles se pueden formular usando diferentes polímeros base, en función del cual variarán sus propiedades de adherencia, de resistencia a la temperatura, a determinados productos químicos y su coste. Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

Los polímeros base más habituales empleados en la formulación de adhesivos termofusibles son:

- **El etileno vinilo acetato (EVA):** uno de los polímeros base genérico más usados en la formulación de adhesivos. Económico y con un rango de temperatura útil que oscila entre los  $-30^{\circ}\text{C}$  y los  $80^{\circ}\text{C}$ .
- **La poliamida (PA):** polímero de alto rendimiento y mayor resistencia a temperaturas extremas, entre  $-60^{\circ}\text{C}$  y  $130^{\circ}\text{C}$ . Estos adhesivos tienen mayor resistencia química, pero tienen menor capacidad adherente que los adhesivos basados en polímeros EVA.
- **El polipropileno (Pp.):** polímero usado para formular adhesivos con propiedades de adhesividad específicas. Se usa frecuentemente en formulaciones de adhesivos en spray. El rango útil de temperatura oscila entre  $-30^{\circ}\text{C}$  y  $110^{\circ}\text{C}$ , dependiendo de la formulación.

Los adhesivos termofusibles se comercializan generalmente en forma de barritas aunque también pueden encontrarse en forma de película. En ambos casos necesitan de una fuente de calor externa entorno a los  $160 - 210^{\circ}\text{C}$  para que puedan ablandarse y fundirse, recuperando su resistencia original al enfriar. Su composición permite calentarlos repetidamente, volviendo a endurecer sin sufrir alteraciones en su estructura química, por lo que efectúan uniones de alta cohesión, resistencia y elasticidad.

Una de las características de estos medios adhesivos es su velocidad de secado, que se produce por enfriamiento (salvo en los basados en poliuretano, cuyo secado se produce por humedad) transcurridos pocos segundos o minutos desde su aplicación, lo cual supone un importante ahorro de tiempo. Gracias a su versatilidad son comunes en el trabajo con materiales como metales, plásticos, maderas, cerámica, vidrio, cartón, piel, tejidos, embalaje, encuadernación, etc.

Productos de serigrafía tales como tintas, barnices y medios adhesivos son aplicados en caliente directamente sobre la pantalla e impresos a altas temperatura, consiguiéndose así un paso de malla muy fluido y una gran adherencia a todo tipo de soportes al enfriar.

La mayoría de los medios adhesivos termofusibles están exentos de disolventes y agua en su composición, lo cual resulta beneficioso para el medio ambiente y sus usuarios, eliminando así la necesidad de un sistema de ventilación específico, pero son excesivamente densos para ser impresos mediante serigrafía.

No hemos localizado un medio adhesivo termofusible que nos permita trabajar con seguridad en serigrafía, ya que la rápida velocidad de secado así como su alta temperatura de aplicación resulta dañina para la mayoría de los componentes y materiales empleados durante el proceso. Por ello consideramos que aunque los medios adhesivos termofusibles tienen capacidad de ser usados en el entorno serigráfico industrial presentan una serie de inconvenientes para su uso en este trabajo de investigación, como su peligrosidad para el usuario, su elevada toxicidad o la necesidad de contar con una infraestructura específica para su uso.

### 3.5.3.2. Adhesivos termoestables

Los medios adhesivos termoestables son aquellos formados por polímeros cuyo curado se produce debido a una reacción química de entrecruzamiento provocada por algún elemento externo como un catalizador, aplicación de temperatura o presión, una fuente de luz UV, etc., que los lleva a un estado sólido permanente resistente al calor.

Una vez endurecidos, debido a la transformación físico-química ocurrida durante el curado, se vuelven infusibles e insolubles. A diferencia de los adhesivos basados en polímeros termofusibles, los polímeros termoestables, se degradan al calentarlos en lugar de recuperar el estado líquido.

Esto se debe a que la estructura del polímero posee muchos entrecruzamientos, lo que impide el movimiento de las moléculas.

Este tipo de adhesivos presentan una buena elasticidad y una resistencia a la temperatura superior a otros. Su fragilidad depende principalmente de la estructura molecular del monómero, sin embargo estas propiedades se pueden alterar ajustando su composición y las condiciones de curado.

Son medios adhesivos empleados para lograr fijaciones duraderas, y su formulación pueden incluir agua y distintos solventes. Muchas de las bases empleadas para la fabricación de tintas serigráficas incluyen en su formulación polímeros similares a los empleados en la fabricación de adhesivos termoestables. La mayoría de los adhesivos que vamos a emplear durante este trabajo de investigación pertenecen a este grupo.

### **3.5.3.3. Adhesivos de contacto o impacto**

Este tipo de medios adhesivos reciben su nombre por la manera en la que se aplican.

Se deposita el adhesivo sobre las dos superficies a unir (excepto en los materiales muy porosos tipo espuma de poliuretano donde puede ser aplicado de manera unilateral), convenientemente preparadas, y se espera a que transcurra el periodo de tiempo indicado por el fabricante, que puede variar entre varios segundos o minutos. A continuación se unen poniendo en contacto ambas superficies aplicando una fuerte presión (impacto) durante unos segundos, transcurridos los cuales se dejan secar durante un periodo de tiempo relativamente elevado. Algunos necesitan hasta 24 horas para garantizar una fijación resistente y duradera.

Al periodo de tiempo que transcurre después de la aplicación del adhesivo dentro del cual se puede llevar a cabo la adhesión lo denominamos tiempo abierto. El tiempo abierto del adhesivo viene indicado generalmente por el fabricante en la ficha técnica del producto y puede variar en función de las condiciones ambientales, de la cantidad de adhesivo, de la superficie sobre la que ha sido aplicado, de la presión que ejerzamos y del sistema de fraguado.

En los medios adhesivos de contacto, el fraguado se produce por la evaporación del solvente principal. Habitualmente se han empleado medios adhesivos de policloropreno de base solvente en la fabricación de adhesivos de contacto, pero debido a la creciente preocupación por el respeto medioambiental se han desarrollado nuevos productos a base de polímeros dispersos en agua.

Los medios adhesivos en base solvente tienen un tiempo de secado menor que los medios adhesivos en base acuosa debido a la mayor velocidad de evaporación de los disolventes orgánicos respecto al agua.

Son de uso doméstico habitual debido a su fácil sistema de aplicación y su baja peligrosidad. Hay que tener muy en cuenta que el disolvente empleado en la fabricación del medio adhesivo no ataque por disolución a ninguno de los materiales a unir. Este tipo de adhesivos otorgan uniones permanentes de gran resistencia.

Debido precisamente a su sistema de aplicación y de la necesidad de esperar un tiempo, que consideramos elevado para trabajar en serigrafía, hemos descartado el uso este tipo de adhesivos en nuestra investigación.

### **3.5.3.4. Adhesivos sensibles a la presión**

Este tipo de productos permiten la adherencia de dos superficies ejerciendo una cierta presión entre ellos. Previamente a la presión necesitan de un ligero amasado.

En el mercado podemos encontrar una amplia variedad de adhesivos sensibles a la presión con características y usos bien diferenciados. Las podemos encontrar principalmente en dos tipos de presentaciones: las masillas adhesivas en tubo y las barras adhesivas maleables.

Las primeras se presentan como un compuesto de aspecto pastoso de aplicación manual sencilla. En algunos casos necesitan mezclarse con un segundo componente, amasándolas hasta conseguir una pasta homogénea. Esta masilla ha de ser aplicada rápidamente a las superficies a adherir, presionándola en el interior de los poros y grietas que pudiera tener la superficie y ejerciendo una leve presión para unir ambas superficies.

Endurecen rápidamente (algunas en menos de 3 minutos) incluso a bajas temperaturas. Son medios adhesivos altamente resistentes a agentes químicos, al calor y la humedad. En contrapartida, y debido a que la adherencia lograda no posee carácter elástico, son frágiles al choque.

Otro producto bien diferenciado son las barras adhesivas maleables, material de aspecto gomoso de baja toxicidad. Se emplean en el ámbito doméstico debido a su carácter inocuo y reutilizable. Las condiciones de temperatura o humedad elevadas pueden afectar sensiblemente al poder adherente de estos productos. Con las barras adhesivas maleables se consiguen adherencias débiles y poco duraderas.

La gran mayoría de los medios adhesivos sensibles a la presión se presentan como masillas altamente pastosas y poco manejables en conjunción con los productos habituales empleados en la impresión serigráfica. Consideramos que los medios adhesivos sensibles a la presión, pese a representar una buena alternativa a otros medios a la hora de adherir determinados materiales, debido a su elevada pastosidad y la imposibilidad en muchos casos de obtener mezclas más líquidas poseen una serie características físicas que resultan poco apropiadas para su uso en el campo de la impresión serigráfica.

#### **3.5.3.5. Adhesivos rehumectables**

Este tipo de medios adhesivos se emplea habitualmente en la fabricación de sellos de correo, solapas de sobres, cintas adhesivas, papeles de notas tipo post-it y algunos adhesivos empleados en el sector de los pavimentos.

Se basan en dispersiones coloidales preparadas mediante la copolimerización de al menos un monómero soluble en agua con al menos otro monómero no soluble en agua. El fraguado se produce por la evaporación del agua contenida en la solución.

De presentación líquida se aplican fácilmente. El fraguado se produce por la evaporación del agua que contienen en su composición al dejarse secar. Las condiciones de temperatura y humedad pueden afectar sensiblemente a los tiempos de secado. La principal característica que distingue a este tipo de medios adhesivos del resto es la posibilidad de reactivar sus propiedades adherentes aplicando agua en la zona donde se ha realizado la unión de ambas superficies.

Algunos tipos de medios adhesivos rehumectables mantienen sus propiedades de adherencia transcurridos meses incluso años, siendo fácilmente desprendibles sin dejar ningún tipo de residuo en las superficies. Esto posibilita en algunos casos el reposicionamiento y una nueva adherencia entre las superficies, pero debido precisamente a su carácter reposicionable presentan un poder de adherencia débil por lo que quedan descartados para esta investigación.

#### **3.5.3.6. Adhesivos reactivos**

Como su nombre indica los medios adhesivos reactivos están basados en el fraguado por reacción química de una o varias unidades de prepolímeros o monómeros. Como hemos visto en anteriores sistemas de clasificación, algunos de los medios adhesivos reactivos, como por ejemplo las resinas epoxis, pueden ser encasilladas dentro de la categoría de termoestables.

*La unión de varios monómeros dan lugar a una macromolécula denominada polímero. Los polímeros tienen propiedades físicas y químicas muy distintas a las que poseen los cuerpos formados por moléculas sencillas; son de gran valor, su inercia química que los hace inatacables por los ácidos, las bases y los agentes atmosféricos; también se valora su elevada resistencia mecánica, que los hace resistentes a la rotura y al desgaste, así como su elevado peso dieléctrico, su elasticidad y su baja densidad y peso.<sup>6</sup>*

Los polímeros naturales, y sobre todo los modernos polímeros sintéticos constituyen la base de las resinas sintéticas a partir de las cuales se producen muchos tipos de medios adhesivos reactivos.

Este tipo de medios adhesivos se caracterizan por la necesidad de un reactivo, también denominado a veces activador o catalizador que inicie el proceso de fraguado.

*Esta definición incluye una gran variedad de compuestos a los que la adición de modificadores, tales como rellenos, colorantes, inhibidores, aceleradores, etc. proporcionan un número casi infinito de productos, comúnmente conocidos como plásticos; son también constituyentes primarios de fibras sintéticas y materiales de revestimientos adhesivos<sup>7</sup>.*

Una vez iniciados estos procesos de fraguado la reacción desencadenada entre ambas unidades químicas es irreversible y produce uniones muy sólidas y estables.

Estos reactivos que desencadenan los procesos de fraguado pueden ser de distintos tipos. Dentro de los adhesivos reactivos distinguiremos entre:

- Anaeróbicos
- Cianocrilatos
- Epoxis
- Poliuretanos
- Siliconas

Como podemos observar, dentro de la familia de los medios adhesivos reactivos encontramos una amplia gama de productos altamente versátiles con características y potencialidades muy distintas. Es por ello que creemos necesario profundizar en sus aspectos principales que los diferencian del resto.

#### **3.5.3.6.1. Adhesivos anaeróbicos**

Son medios adhesivos reactivos que fraguan a temperatura ambiente en ausencia de oxígeno. Por tanto, el medio adhesivo permanece inactivo mientras está en contacto con el oxígeno atmosférico. Los materiales metálicos sobre los que generalmente se aplica este tipo de medios adhesivos aceleran el proceso de fraguado, no obstante, los tiempos de secado pueden variar sustancialmente en función de las condiciones ambientales y de los materiales a unir. Este tipo de medios adhesivos están especialmente concebidos para la fijación de elementos metálicos tales como tornillos, roscas, ejes y juntas que pueden ser desenroscados por medios mecánicos tras vencer determinadas fuerzas. Producen uniones fuertes pero a la vez flexibles y resistentes a la presión, impactos y vibraciones. Debido a que el sellado que producen es hermético se emplean en conducciones de gases y líquidos.

6 BABOR-IBARZ. *Química general moderna*. Séptima edición. Editorial Marín S.A. Barcelona 1970.

7 Diccionario Químico. Extraído de ELÉXPURU, J. M. *Las resinas de poliéster y epoxi aplicadas al grabado calcográfico. Posibilidades de creación y transformación a través de la obra artística de J.M.Eléxpuru*. Tesis Doctoral. Facultad de Bellas Artes. Universidad del País Vasco. Leioa 1992.

### **3.5.3.6.2. Cianocrilatos**

Son medios adhesivos que se comenzaron a desarrollar a mediados del siglo XX a partir de investigaciones realizadas con resinas acrílicas en el campo de la óptica. Este tipo de medios adhesivos reactivos fraguan por polimerización al entrar en contacto con superficies ligeramente alcalinas (en general es suficiente la humedad ambiental o de los materiales a unir). Por el contrario, las superficies muy ácidas pueden retrasar incluso impedir el curado. La polimerización, una vez iniciada, es una reacción en cadena que transcurre muy rápidamente. La humedad acelera aún más el proceso de secado.

A diferencia de los medios adhesivos de contacto, es recomendable aplicar los cianocrilatos exclusivamente a una sola de las superficies a unir. Las uniones logradas empleando cianocrilatos son sensibles a los cambios de temperatura elevados. Además, los cianocrilatos reaccionan con algunas fibras naturales como el algodón de manera exotérmica, es decir, que se calientan y si la temperatura es lo suficientemente elevada pueden llegar a arder.

### **3.5.3.6.3. Resinas epoxi**

También llamadas resinas epoxídicas se emplean en multitud de campos, especialmente en la industria, ya que representan los pegamentos más resistentes. Estas resinas fueron desarrolladas en las primeras décadas del siglo XX, pero debido a su elevado coste y toxicidad en comparación con los cianocrilatos o el poliacetato de vinilo, no fue hasta mediados del siglo pasado cuando su uso comenzó a generalizarse.

Una resina epoxi o poliepóxido es un polímero termoestable que endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor. El catalizador actúa como agente de curado en el momento de mezclar ambos componentes. Las resinas epoxi más frecuentes son producto de una reacción entre epoclorohidrina y bisfenol-A.

En general, si el fraguado de un medio adhesivo epoxídico se realiza con calor será más resistente a las altas temperaturas y a los agentes químicos que si se seca a temperatura ambiente. La capacidad para trabajar con estas resinas está condicionada por su rendimiento y tiempo de secado.

Existen en el mercado un gran número de resinas epoxi que presentan distintas propiedades en función de su catalizador, sus disolventes, flexibilizadores y cargas. Una vez que comienza la reacción química el proceso de fraguado es irreversible, por lo que estamos obligados a trabajar de forma muy precisa y con un mínimo margen de tiempo de actuación. Siendo una posibilidad para realizar fuertes fijaciones, debido a sus características y exigencias de limpieza y secado, así como la imposibilidad de eliminarlos una vez realizado el fraguado de los materiales que intervienen en el proceso de impresión, creemos que las resinas epoxi no constituyen un adhesivo viable desde el punto de vista creativo en serigrafía.

### **3.5.3.6.4. Poliuretanos**

Los medios adhesivos de poliuretano se dividen en dos grandes grupos; los altamente sensibles al calor, razón por la cual se incluyen en muchos estudios dentro de los denominados adhesivos termofusibles, y los termoestables, siendo las más conocidas las espumas de poliuretano.

En ambos casos, para que el poliuretano funcione como un medio adhesivo necesita obligatoriamente de la adición de un segundo componente, por lo que coincidimos con aquellos estudios que los definen como medios adhesivos reactivos. La diferencia entre un poliuretano y un

medio adhesivo termofusible convencional estriba en que el reactivo del poliuretano absorbe una pequeña cantidad de humedad de los materiales que le rodean o del propio ambiente, y se produce una reacción química por la cual se fusiona con la estructura física de los productos a unir, algo que no ocurre en los medios adhesivos termofusibles. Esta reacción, que puede durar unos días, genera un cambio químico permanente que incrementa sobremedida tanto la resistencia térmica como química.

*El poliuretano (PUR) es un polímero termoplástico que puede volverse termoestable y que se obtiene mediante reacción de condensación de polioles combinados con polisocianatos y un hidróxilo, tal como el poliol o un aceite secante<sup>8</sup>.*

Los medios adhesivos de poliuretano monocomponente fraguan por reacción química entre el poliol/poliéster o poliol/poliéter y un isocianato que funciona como endurecedor. Los poliuretanos bicomponentes fraguan por reacción de un prepolímero poliuretánico que contiene terminales isocianato con la humedad ambiental. En ambos casos la adición de un endurecedor de isocianato mejora las características del adhesivo en su fijación, resistencia al agua y a los cambios de temperatura.

#### **3.5.3.6.5. Siliconas**

La silicona es un polímero sintético inodoro, incoloro e insípido (dependiendo de su formulación) compuesto por una combinación química de silicio y oxígeno. La misma es un derivado de determinadas rocas, del cuarzo o de la arena. Al unir ambos elementos se combinan las propiedades de uno y otro obteniéndose un compuesto al que se le dio el nombre de organosilícicos o siliconas. Sobre su base fueron creadas diferentes resinas que permitían obtener masas plásticas capaces de resistir durante largo plazo la acción de altas temperaturas. Gracias a su rígida estructura química se logran resultados técnicos y estéticos especiales imposibles de obtener con los productos tradicionales.

Dada su composición química de silicio-oxígeno, la silicona es flexible y suave al tacto, no mancha ni se desgasta, no envejece, no exuda nunca, evitando su deterioro, ensuciamiento y corrosión sobre los materiales que estén en contacto con la misma, tiene gran resistencia a todo tipo de uso, no es contaminante y se pueden encontrar en multitud de colores.

La silicona puede tener diversas formulaciones y composiciones, y se presenta comercialmente en forma de polvo, gel, aceite, elastómeros, etc. Los medios adhesivos de silicona posibilitan uniones altamente resistentes y mecánicamente estables a temperaturas extremas, en un rango comprendido entre -60°C y 250°C.

*La silicona ha tenido una gran aceptación en multitud de campos como la industria médica o la cosmética debido a su bajo nivel de toxicidad pudiendo ser esterilizada empleando óxido de etileno, radiación y repetidos procesos de autoclave<sup>9</sup>.*

Sus propiedades hipoalérgicas y de biocompatibilidad con productos medicinales así como propiedades antibacterianas superan en prestaciones a materiales habituales en el campo de la medicina como el látex, el PVC o el vinilo.

8 STEPHENSON, R. *Introducción a los procesos químicos industriales*. C.E.C. S.A. Editores. Barcelona 1974.

9 www.raholin.com Publicaciones técnicas Raholin SRL. Argentina 2007.



### **3.5.3.7. Adhesivos gaseosos**

También conocidos como medios adhesivos en aerosol o en spray se basan en soluciones concentradas de un medio adhesivo solvente almacenado bajo presión. Tras ser aplicado en forma volátil solidifica pasados unos segundos en contacto con el aire. Los primeros adhesivos gaseosos, al igual que otros tantos productos en spray incluían clorofluorocarbonos o clorofluorocarbonados (CFC) en su formulación, un compuesto derivado de los hidrocarburos saturados. Los CFC son una familia de gases que se emplean en múltiples aplicaciones, siendo las principales la industria de la refrigeración y de propelentes de aerosoles.

Muchos de los medios adhesivos gaseosos convencionales se basan en dispersiones de polímeros de estireno butadieno o isopreno copolímero similares a las empleadas en la formulación de otros adhesivos de contacto. Es más, podrían considerarse como tales ya que su modo de empleo es similar al de éstos, es decir, se aplica en la superficie de los materiales a unir y transcurridos pocos minutos se ha de ejercer una presión constante sobre ellos. No obstante hemos preferido incluirlos en otra categoría ya que difieren radicalmente en el modo de aplicación.

Tienen un rango de temperatura entorno a los 90°C, por encima del cual no se puede asegurar una adherencia duradera. Los medios adhesivos gaseosos tienen unos tiempos de secado superiores a la media, entre 12 y 24 horas desde el momento de su aplicación.

### **3.5.4. Consideraciones**

Cabe destacar que el panorama de los medios adhesivos es de una amplitud desbordante. Pese a que en este trabajo hayamos descartado el uso de muchos de ellos por diferentes razones, es obvio que en circunstancias específicas se podrían emplear dichos medios adhesivos con una finalidad similar a la que nosotros le damos.

Un claro ejemplo de ello lo podemos obtener de la descripción que hacíamos de las resinas epoxis empleadas como medios adhesivos altamente resistente que nos ofrecen una de las uniones más fuertes que podemos lograr. Pero precisamente debido a las características principales de este tipo de medios adhesivos, y sobre todo a la irreversibilidad del proceso de fraguado que le otorga su altísima capacidad de adherencia, su uso en el medio serigráfico no es el más adecuado ya que nos obligaría a deshacernos de todos los materiales que empleemos en el proceso de impresión una vez que el medio adhesivo epóxico hubiera fraguado. A esto habría que sumarle los riesgos derivados del manejo del producto, los costes en material, la dificultad para eliminar los restos, etc.

Como es lógico hemos tratado de realizar una primera clasificación general que nos permita conocer el territorio de los medios adhesivos desde una mirada global para después centrarnos en aquellos específicamente diseñados para su uso en serigrafía, ya que entendemos que no son sino una variable de los adhesivos genéricos desarrollados para cubrir las necesidades de un medio concreto. Esto no invalida la clasificación realizada, al contrario, creemos que ésta resulta la más idónea para nuestro trabajo siempre que nos refiramos al conjunto de los medios adhesivos no específicos para serigrafía.

## **3.6. PRINCIPALES MEDIOS ADHESIVOS PARA SERIGRAFÍA**

La clasificación detallada en el anterior apartado resulta práctica para hacer una correcta distinción entre los medios adhesivos que podemos encontrar comercializados por las industrias químicas. Muchos de estos productos, pese a no estar concebidos para su empleo en el medio serigráfico, han sido probados durante la realización de esta tesis y se han mostrado susceptibles

de ser impresos si se controlan correctamente sus propiedades, se conocen sus usos normativos y la superficie a serigrafiar resulta la adecuada. Algunos de ellos son de uso tan frecuente como la goma arábica, la cola blanca de carpintería o las resinas acrílicas, empleadas como productos complementarios de uso habitual en facultades de Bellas Artes.

Si bien es cierto que comparativamente a la sencillez del medio adhesivo los resultados son más que aceptables y que muchos de estos productos no especializados nos han sorprendido por sus óptimas prestaciones, en el siguiente apartado nos hemos centrado en aquellos productos desarrollados industrialmente para serigrafía.

Muchas de las empresas dedicadas a la fabricación de medios adhesivos poseen un amplio catálogo de productos serigrafiables.

Al tratar de clasificar los medios adhesivos no específicos nos encontrábamos con un espectro amplísimo de productos de distintas presentaciones, propiedades adhesivas, modos de empleo, etc., debido a que no estaba definido el campo técnico donde se iba a hacer uso de ellos. Debido a que han sido muchos y muy distintos los medios adhesivos descritos, su clasificación no estaba carente de un cierto grado de complejidad.

En el caso que ahora nos ocupa, el de los medios adhesivos específicos para serigrafía, hemos comprobado que la gran mayoría de fabricantes los clasifica en dos grandes grupos; los medios adhesivos de **base solvente y los medios adhesivos de base acuosa**.

Ambos son de uso habitual y pueden ser empleados con la misma finalidad, pero las características de unos y otros varían sustancialmente. Por este motivo hemos considerado de utilidad destacar las principales propiedades de cada uno de ellos, así como describir y analizar algunos de los productos que ponen a nuestro alcance los principales fabricantes de consumibles de serigrafía en nuestro país.

Esta **nueva clasificación en función de su base**, también puede ser aplicada a otros productos tales como las tintas, resulta útil y es frecuente entre los profesionales del medio serigráfico. Por lo tanto haremos uso de ella cuando nos refiramos a medios adhesivos específicos de serigrafía, y cuando empleemos adhesivos no específicos haremos uso de la clasificación en base a su aplicación.

La mayoría de los medios adhesivos de base solvente constituyen el producto a partir del cual se fabrican las tintas de serigrafía.

Las **características** que ha de reunir un medio adhesivo para que resulte imprimible son las siguientes:

- Poseer una viscosidad que permita su correcto deslizamiento sobre el tejido de la pantalla.
- Pantenerse húmedo sobre la pantalla.
- Tener el suficiente poder adherente como para fijar de manera duradera las partículas de productos añadidos como cargas (áridos, pigmentos, etc.).
- No secar prematuramente sobre el tejido.
- Deseablemente transparente.
- No deteriorar ninguno de los componentes.
- Ser compatible con otros productos tipo diluyentes, retardantes, colorantes, etc.
- Secar y adherirse correctamente sobre el soporte.
- Ser de fácil limpieza y de baja toxicidad.

Todos aquellos productos que cumplan estos requisitos podrán ser incorporados como medios adhesivos.

En la fase de localización hemos contactado con fabricantes que ofrecen productos de las mismas características en base solvente y base acuosa, como las casas Marbay o Unico. Ambos

productos coexisten en el mercado, aunque son más habituales los de base solvente. Hoy en día las grandes industrias serigráficas siguen dependiendo de las prestaciones que les ofrecen los medios adhesivos de base solvente.

Por otro lado son destacables las investigaciones llevadas a cabo por fabricantes y agentes implicados en la industria de la impresión serigráfica concienciados con el respeto medioambiental que fabrican su línea de productos en base acuosa. Pese a que esta es una mentalidad relativamente reciente, y a que la investigación en este campo está en pleno desarrollo, existen en el mercado medios adhesivos de base acuosa que satisfacen sobradamente nuestras exigencias.

### **3.6.1. Medios adhesivos específicos para serigrafía en base solvente**

Los productos de base solvente constituyen la mayor oferta de consumibles de serigrafía.

En este apartado se analiza una selección de medios adhesivos específicamente diseñados para su inclusión en los procesos de impresión serigráfica, principalmente bases transparentes, empleadas en la fabricación de las tintas de color y barnices de acabado.

En España a mediados de 2011 existían más de 11000 empresas dedicadas a la impresión serigráfica, desde pequeños talleres de ámbito local hasta grandes industrias dedicadas al cartelismo o la impresión textil. Aunque el número de fabricantes nacionales de consumibles es sensiblemente menor, hemos creído conveniente destacar este dato como cifra a tener en cuenta para comprender a que nos referimos cuando decimos que la gama de medios adhesivos de base solvente es demasiado amplia como para abarcarla en su totalidad, más aún cuando gracias al comercio internacional podemos acceder con facilidad a productos fabricados en otros países.

Son muchos los fabricantes que se han especializado en medios de base solvente debido a los buenos resultados que estos ofrecen tanto en calidad de impresión como en resistencia de la capa impresa a todo tipo de agentes externos, tiempos de secado, adaptabilidad a distintos soportes, capacidad cubriente, etc. Los adhesivos de base solvente debido a sus niveles de toxicidad y su agresividad con el medio ambiente conllevan unos riesgos que hemos considerado como factor determinante.

Este es el principal motivo por el cual a lo largo de este trabajo centraremos nuestra atención en aquellos productos de base acuosa que entendemos son mucho más inocuos y adaptables al terreno de la creación y la docencia. No obstante debido a su importante presencia hoy en día en los centros especializados y a que finalmente es el usuario quien finalmente decide en función de los imperativos del trabajo que tipo de productos se adaptan mejor a sus exigencias, creemos de utilidad incluirlos en nuestra investigación.

Para desarrollar este apartado hemos realizado una selección de medios adhesivos que resultan asequibles en el mercado nacional. En muchas ocasiones estos productos son de procedencia extranjera pero cuentan con distribuidores en nuestro país, lo cual ahorra tiempo y costes, y por otro lado facilita la comunicación con los distintos profesionales que ponen a nuestro alcance información técnica que resulta valiosa para el conocimiento y uso del producto.

Por cuestiones de operatividad hemos recurrido a aquellos productos de fácil acceso frente a otros que pudiendo reunir características similares su localización requiera de un mayor esfuerzo, más aún si tenemos en cuenta que en muchas ocasiones productos de marcas distintas ofrecen unas prestaciones casi idénticas ya que fabrican sus medios adhesivos en base a formulaciones químicas comunes.

De igual manera hemos prestado una especial atención a los productos diseñados para la impresión sobre papel, ya que constituye el soporte más habitual para la impresión serigráfica artística. Es cierto que debido a las posibilidades que nos brinda la impresión serigráfica sobre casi

cualquier tipo de soporte, su uso se ha extendido a otros campos como la escultura, la instalación o la pintura. En nuestro caso nos centraremos principalmente en las potencialidades de la serigrafía sobre papel.

En este primer apartado se describen las características generales de los medios adhesivos de base solvente para dar paso después a un estudio detallado de las propiedades específicas de aquellos empleados en nuestra investigación.

### **3.6.1.1. Características generales de los medios adhesivos de base solvente específicos de serigrafía**

Los medios adhesivos de base solvente se basan principalmente en resinas disueltas o prepolímeros que fraguan por la evaporación de un solvente tipo alcohol, cetonas, derivados del petróleo, ésteres, hidrocarburos alifáticos (white spirit), disolventes clorados, etc., por la oxidación del medio aglutinante o la reacción química de sus componentes. A medida que el disolvente se evapora, el adhesivo va fraguando. La evaporación de solventes se produce con mucha mayor rapidez que el agua contenida en los medios adhesivos de base acuosa. En los medios de base solvente un tiempo medio de secado total puede rondar los 5-10 minutos al aire libre, tiempo que se verá sensiblemente reducido a segundos empleando secaderos de aire caliente, por lo que podemos afirmar que tanto la temperatura como la humedad van a ser determinantes en el tiempo de secado del medio adhesivo. A mayor temperatura y menor humedad, el tiempo de secado disminuirá.

En las últimas décadas los adhesivos de base solvente se han desarrollado mucho y abarcan un campo de actuación muy amplio, constituyéndose como productos altamente polivalentes. Resultan más peligrosos que los de base acuosa pero ofrecen una mayor fuerza de adhesión así como potencial de adaptabilidad a tipos de soportes no porosos como los plásticos, el vidrio o el metal.

Muchos de estos productos son de una toxicidad elevada y su manejo no está exento de cierto peligro, por lo que se vuelve necesario conocer la composición del adhesivo, su modo de manipulación, limpieza, almacenaje y precauciones en su manejo. Por esta razón, la mayoría de estos productos incluyen en sus hojas de datos de seguridad una serie de claves relativas a los riesgos toxicológicos y medioambientales, así como las medidas de seguridad, manejo, almacenaje, sistemas de protección, etc. que hemos creído conveniente incluir acompañando las fichas de cada producto. El listado completo de los códigos de peligros y precauciones relativos a dichos productos se detalla en el capítulo 9. Prevención de riesgos y peligros en la serigrafía de áridos.

Dentro de los denominados medios adhesivos solventes encontraremos aquellos productos en cuya formulación se basa principalmente en:

- Adhesivos anaeróbicos
- Cianocrilatos
- Resinas epoxis
- Resinas vinílicas
- Resinas de formaldehídos
- Poliisocianatos
- Derivados de la celulosa
- Cauchos sintéticos
- Resinas de poliéster
- Poliuretanos
- Siliconas

### 3.6.1.2. Fichas técnicas

En el siguiente apartado se recoge la información relativa a los medios adhesivos de base solvente que hemos empleado.

En las fichas técnicas nos hemos ceñido a la información facilitada por el fabricante; por un lado los datos comerciales relativos a la empresa que lo comercializa, y por otro, los aspectos técnicos relativos a los principales soportes para los cuales está indicado el uso de dicho producto, los diluyentes y otros productos auxiliares recomendados por el fabricante, tiempos de secado así como información relativa a la limpieza.

- **Marca:** información relativa a la localización y contacto con la empresa fabricante. En este apartado se recoge la dirección postal, el teléfono, fax, página web o el contacto vía correo electrónico del fabricante/suministrador del producto.
- **Producto:** nombre completo del producto.
- **Soportes:** para los cuales está indicado su uso.
- **Dilución:** diluyentes genéricos así como los diluyentes específicos indicados por el fabricante.
- **Secado:** tiempos medios de secado al aire en condiciones ambientales de trabajo y los tiempos de secado rápido empleando sistemas de aire caliente, hornos de curado, etc.
- **Limpieza:** productos de limpieza que permiten la total eliminación del producto indicados por el fabricante.
- **Indicaciones de seguridad:** se refieren a la naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos.
- **Medidas de protección:** necesarias para el correcto uso del producto en un entorno y condiciones de seguridad. Medidas relativas a los controles de exposición en el lugar de trabajo así como a las medidas de protección personal tales como vestimenta, guantes y otro tipo de protecciones.

### 4.4.1.3. Aspectos relativos a las fichas de seguridad

En nuestra experiencia como artistas, estudiantes, docentes o profesionales técnicos que desarrollan su labor en el campo de la serigrafía vamos a manejar continuamente productos como tintas, adhesivos, disolventes, emulsiones, etc., de cuyo uso se pueden derivar riesgos para la salud personal y el medio ambiente. Con esto no pretendemos insinuar que la práctica serigráfica resulte peligrosa para el usuario, sino dejar constancia de nuestra convicción respecto a la necesidad de hacer un uso consciente y responsable de dichos productos.

El conocimiento de las características, usos normativos y bondades de estos productos, consideramos que es tan necesario como el respetar las medidas de seguridad en el trabajo. En muchos estudios e investigaciones existen importantes vacíos respecto a esta cuestión que para nosotros resulta indispensable.

Los usuarios son profesionales que conocen la necesidad de cumplir con estas medidas de protección y seguridad, pero en ocasiones la información que podemos extraer de los envases no son completas, ya que los fabricantes no están obligados a incluir toda la información relativa a su composición. Hemos localizado a través de los departamentos comerciales, técnicos y químicos las hojas de datos de seguridad de los productos incluidos en este estudio donde se relatan con mayor precisión toda la información relativa a estas cuestiones que entendemos son de interés para el usuario.

Estos aspectos relacionados con la salud y la conciencia medioambiental están cada día más presentes y adquieren una mayor importancia en todos los sectores de la sociedad. Desde el campo de la investigación universitaria no podemos pasarlos por alto; fomentar este tipo de

prácticas conscientes y respetuosas desde el entorno docente redundará en beneficio del propio usuario.

Existe una gran diferencia entre los riesgos que entraña el uso de productos de base solvente y productos de base acuosa. Los primeros resultan mucho más agresivos para la salud y el medio ambiente, requieren de unas mayores medidas de protección personal y de un entorno de trabajo que cumpla con las medidas de seguridad y emergencia que los medios adhesivos de base acuosa. En la fabricación de estos últimos se emplean productos de toxicidad mucho más reducida.

Al margen del grado de toxicidad reseñado por el fabricante, consideramos de gran utilidad destacar en la descripción de los principales productos en torno a los cuales gira nuestra investigación (los áridos y los medios adhesivos) aquellos datos relativos a las medidas de seguridad y protección que aparecen recogidos en las hojas de seguridad.

#### **3.6.1.4. Descripción del producto**

Detallamos de forma mucho más extensa sus principales características contrastando la información contenida en la ficha técnica con las conclusiones extraídas de nuestra experiencia en el taller, incluyendo aspectos relativos al color, la densidad, el brillo, así como al comportamiento del producto sobre la pantalla. Para realizar estas pruebas se ha empleado el producto "en bruto", tal y como nos lo suministra el fabricante, atendiendo siempre a las indicaciones y recomendaciones de uso.

Para su impresión se han empleado pantallas de poliéster de lineatura 90, empleando una emulsión de Diazo aplicada por ambas caras, respetando los tiempos de secado e insolado indicados por el fabricante. Las impresiones se han realizado de forma manual sobre papel de 315 gr/m<sup>2</sup> empleando una regleta de dureza media 65° shore.

Con el fin de poder contrastar con mayor facilidad las características de los medios adhesivos empleados, hemos realizado una serie de tablas comparativas donde se recoge de manera muy esquemática esa información. En ocasiones indicaremos si existen variaciones en cuestiones altamente subjetivas como pueden ser la densidad, el brillo o el olor del producto. Muchos de los fabricantes describen como de olor suave productos que en la práctica resultan fuertes en comparación con otros analizados durante esta investigación.

Hemos comprobado como muchos de los productos, pese a estar indicados para la impresión sobre una serie de soportes especificados por el fabricante, pueden ser impresos sobre otros alcanzándose impresiones de muy buena calidad y resistencia.

Los medios adhesivos de base solvente analizados han sido:

1. Marabú Libragloss LIG 409
2. Quimovil Base Transparente 1600 Serimat
3. Marbay Base Transparente 5100
4. Sericol Colorjet CO381
5. Sunchemical Vynamatt Process Base
6. Seriservice Base Transparente Plastistar B
7. Unico Supraflex NX 900

## 3.7. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES MEDIOS ADHESIVOS DE BASE SOLVENTE PARA SERIGRAFÍA

### 3.7.1. Marabú Libragloss LIG 409



**Marca**

Marabú España S.L.

Camí de Can Ferran 6, Pol. Ind. Coll de la Manya

08403 Granollers Barcelona

Tel: 93 846 70 51 / Fax: 93 849 39 88

www.marabu.es

<b>Producto</b>	Libragloss LIG 409
<b>Soportes</b>	PVC, poliestireno, vidrio acrílico, ABS, policarbonato, papel, cartón, cartulina, madera.
<b>Dilución</b>	Diluyente lento LIGV. Diluyente UKV 2. Diluyente a pistola PSV. Diluyente rápido suave PSV.
<b>Secado</b>	Secado físico 15-20 minutos a 20°C. En túnel de secado a 50°C en 30-40 segundos ya es apilable.
<b>Limpieza</b>	Disolvente universal. Limpiador UR-3 (opcional).
<b>Seguridad</b>	Xi Irritante. R10 Inflamable. R41 Riesgo de lesiones oculares graves. S20/21 No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización. S26 En caso de contacto con los ojos lávelos inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. S29 No tirar los residuos por el desagüe, alcantarillas ni cursos de agua. S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
<b>Protección</b>	Se recomienda el uso de guantes de protección contra químicos, gafas de protección y vestidos antiestáticos.

Tabla 18 / Ficha técnica Marabú Libragloss LIG 409

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Base transparente formulada a partir de aglomerante de resinas de acrilato. Base pastosa adhesiva especialmente diseñada para confeccionar tintas solventes con colores base y cuatricromía. Está indicada para trabajar sobre plásticos tipo PVC, PVC rígido y láminas autoadhesivas, poliestireno (PS), ABS, SAN, vidrio acrílico (PMMA), policarbonato (PC) así como papel, cartón, cartulina y madera.

De color grisáceo, tiene una densidad superior a la mayoría de los medios adhesivos analizados. Su paso de malla es perfecto, cubriendo planos abiertos y respetando los detalles más pequeños, tanto en línea como en trama. Debido a su densidad y alto poder adherente se mueve con ligera dificultad sobre la pantalla, dejando pequeños restos de su deslizamiento sobre el tejido. Para ajustar la viscosidad de la impresión es suficiente añadir un 10-15% de diluyente Marabú LIGV o UKV 2. La pasta retardante



VP (5-20%) y el retardante SV9 (5% máximo) están indicados especialmente para la impresión de detalles finos. Para trabajos sobre soportes como poliestireno o plásticos sensibles a la corrosión es recomendable emplear el diluyente suave PSV. Para retardar su secado, en trabajos lentos, admite la adición de retardante SV1 al 50%.

En la impresión sobre papel aporta un ligero brillo amarillento. Pese a que no hemos observado la aparición de burbujas ni durante la impresión ni sobre el soporte, en caso de surgir este problema el fabricante recomienda el uso de Antiburbujas ES (0,5-1%) que contiene silicona. Si se supera este porcentaje pueden aparecer problemas de dispersión así como reducirse sensiblemente la adherencia en la sobreimpresión.

La Marabú Libragloss LIG 409 ofrece impresiones de muy alta calidad tanto en planos como en tramas y líneas muy finas. El uso de este producto no aporta relieve extra a la impresión ni rugosidad a la capa impresa. Pese a ser descrito por el fabricante como un producto en cuya fabricación se han empleado disolventes suaves de olor neutro, en el recipiente desprende un fuerte olor a plástico, más penetrante que el de otros. El olor desaparece progresivamente con el secado y tras 24 horas resulta imperceptible en el soporte de impresión, por lo que recomendamos trabajar con los sistemas de protección respiratoria, ventilación y extracción de vapores adecuados.

Su tiempo de secado ronda los 15-20 minutos, siendo superior al de otros medios adhesivos de base solvente. Este se puede acelerar notablemente hasta los 30-40 segundos empleando túnel de secado a 50°C.

Se limpia correctamente tanto del tejido como de los utensilios con disolvente alifático tipo White Spirit. El fabricante recomienda emplear una vez terminado el trabajo el limpiador UR-3.

### 3.7.2. Quimovil Base Transparente 1600 Serimat



#### Marca

Quimovil S.A.

Avda. Torre d'en Mateu 77-89 Pol. Ind. Can Salvatella

08210 Barberà del Vallès Barcelona

Tel: 937 291 944 / Fax: 937 292 923

[www.quimovil.com](http://www.quimovil.com)

<b>Producto</b>	Base Transparente 1600 Serimat.
<b>Soportes</b>	PVC, poliestireno, metacrilato de metilo, poliéster revestido, ABS.
<b>Dilución</b>	Disolvente Normal Plus, C.888000. Secado normal. Disolvente Rápido Plus, C.888003. Secado rápido. Disolvente Retardante Plus, C.888001: Secado lento. Disolvente Super-Retardante Plus, C.888002: Secado muy lento.
<b>Secado</b>	Al tacto menos de 5 minutos. Recomendado por el fabricante a temperatura ambiente 15-25 minutos. Túnel 60°C 3-5 minutos.

<b>Limpieza</b>	Disolvente limpiador, C.890011. Disolvente FV100, C.89Q001.
<b>Seguridad</b>	Xi Irritante. R10 Inflamable. R20 Nocivo por inhalación. R36 Irrita los ojos. R37 Irrita las vías respiratorias. R36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocara largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R65 Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar. R66 La exposición repetida puede provocar sequedad y grietas en la piel. R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. S23 No respirar los gases. S24/25 Evítese el contacto con los ojos y la piel. S43 En caso de incendio, utilizar agua pulverizada. S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
<b>Protección</b>	Proveer una ventilación adecuada. Para ello, se debe realizar una buena ventilación local y se debe disponer de un buen sistema de extracción general. Si estas medidas no bastan para mantener la concentración de partículas y vapores por debajo de los límites de exposición durante el trabajo, deberá utilizarse un equipo respiratorio apropiado. Instalar duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización. El uso de cremas protectoras puede ayudar a proteger las áreas expuestas de la piel. No deberán aplicarse cremas protectoras una vez se ha producido la exposición. Se deben usar guantes de goma de nitrilo o neopreno, mascarilla de carbón activo, gafas de seguridad contra salpicadura de líquidos y ropa antiestática hecha de fibra natural o sintética resistente a altas temperaturas.

**Tabla 19** / Ficha técnica Quimovil Base Transparente 1600 Serimat

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Base transparente para fabricación de tintas de la serie Serimat Plus para impresión sobre PVC, poliestireno, metacrilato de metilo, poliéster revestido y ABS.

Formulada a partir de una dispersión de pigmentos, resinas y aditivos en disolventes orgánicos.

La Serimat 1600 destaca por ser el producto que posee la mayor fluidez de los analizados así como por ser el más transparente sobre el soporte. Su color sobre el papel es prácticamente imperceptible y no aporta brillo extra a la impresión.

Presenta una densidad perfecta para su impresión por lo que no necesita dilución. El movimiento del producto sobre la pantalla resulta muy fluido, no deja restos en su deslizamiento y gracias a su densidad ajustada se obtiene un paso de malla perfecto, produciendo impresiones de muy alta calidad, respetando perfectamente los detalles tanto en trama como en línea. En su versión mate no aporta relieve ni brillo extra a la impresión ni genera burbujas en su movimiento sobre la pantalla.

En el recipiente desprende un olor más suave que el resto de productos analizados, desapareciendo rápidamente durante el secado y siendo imperceptible en la impresión. Sobre el soporte tiene un tiempo de secado al aire inferior a la media, y un secado al tacto muy rápido, inferior a 5 minutos, no así sobre la pantalla, donde se mantiene las condiciones de humedad perfectas.

La Serimat 1600 ofrece una impresión de muy alta calidad sin aportar apenas rugosidad extra a la superficie del soporte.

Se limpia correctamente de la pantalla y de los demás útiles de trabajo con disolvente alifático tipo White Spirit. El fabricante recomienda emplear los siguientes productos de limpieza: Disolvente limpiador C. 890011 y Disolvente FV100 C.89Q001.

### 3.7.3. Marbay Base Transparente 5100



#### Marca

Marbay S.L.

Vial Mogent, 10 Montornes del Vallés (Barcelona).

Tel: 935 720 444 / 935 720 542

Fax 935 683 591

www.marbay.es

<b>Producto</b>	Base transparente 5100.
<b>Soportes</b>	Papel, cartulina, cartoncillo alisado o poroso, láminas de poliestireno.
<b>Dilución</b>	Diluyente D-231 para trabajo en ambientes normales. White Spirit hasta el 40%.
<b>Secado</b>	Al tacto menos de 5 minutos. Recomendado por el fabricante 8-10 minutos. Pocos segundos en túnel de secado a 60°C. 45-60 minutos para las sobreimpresiones.
<b>Limpieza</b>	Diluyente D-231. White Spirit.
<b>Seguridad</b>	Xn Nocivo. R10 Inflamable. R20 Nocivo por inhalación. R21 Nocivo en contacto con la piel. R36/37/38 Irrita la piel, los ojos y las vías respiratorias. R37 Irrita las vías respiratorias. R40 Posibles efectos cancerígenos. R41 Riesgo de lesiones oculares graves. R43 Posibilidad de sensibilización con la piel. R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R52/53 Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R65 Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar. R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o grietas en la piel. R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. S23 No respirar los vapores, aerosoles. S36/37 Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados. S43 En caso de incendio, utilizar agua pulverizada, espuma antialcohol, polvo químico seco, anhídrido carbónico. S51 Úsense únicamente en lugares bien ventilados.
<b>Protección</b>	Se recomienda el uso de guantes de goma de neopreno, mascarilla de gases y vapores (EN 141), gafas de seguridad con protecciones laterales contra salpicadura de líquidos (EN 166), ropa antiestática hecha de fibra natural o sintética resistente a altas temperaturas. Se recomienda proveer de una ventilación adecuada y disponer de un buen sistema de extracción general, instalar fuentes oculares así como duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización. El uso de cremas protectoras puede ayudar a proteger las áreas expuestas de la piel.

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La Base transparente Marbay de la Serie 5100 es una base empleada en la fabricación de tintas de uso mate exclusivamente orientado a la impresión industrial de cartelería, publicitaria o artística, sobre papel, cartulinas y poliestireno laminado. Se trabaja indistintamente mediante máquinas automáticas o manuales. La casa Marbay ofrece un producto de prestaciones similares en base acuosa dentro de la serie Aquafix llamado Aquabase 5200.

La Base transparente 5100 tiene una densidad media, tendente a formar pequeños grumos durante su movimiento en el interior del recipiente. De tonalidad rosácea se distingue claramente de los demás adhesivos. Presenta un paso de malla muy bueno, pero su movimiento sobre la pantalla deja pequeños restos que entorpecen el deslizamiento de la regleta. Tiene una mayor tendencia a adherirse a la misma que el resto de los productos analizados. Entre las indicaciones del fabricante es la única que señala la posibilidad de diluirse con White Spirit de calidad garantizada hasta un máximo del 40%. Se aconseja emplear Diluyente D-231 para trabajo en ambientes normales.

Sin diluyente produce una impresión exenta de burbujas, capaz de respetar los detalles más pequeños en trama y línea, pero debido a su densidad tiende a obturar más fácilmente el poro de la malla.

Aporta un brillo amarillento a la impresión así como una ligera rugosidad a la capa impresa. En el recipiente desprende un olor muy intenso que desaparece rápidamente durante el secado. Su tiempo de secado sobre papel es inferior a la media y tras 5 minutos no se muestra pegajosa al tacto. El tiempo de secado total indicado por el fabricante oscila entre 8 y 10 minutos y recomienda entre 45 y 60 minutos para sobreimpresiones.

Se limpia correctamente de la pantalla y útiles de trabajo con disolvente universal. El fabricante recomienda los mismos Diluyente D-231 y White Spirit para su limpieza.

### 3.7.4. Sericol Colorjet CO381



#### Marca

Sericol

Mare de Déu de Montserrat, 21

Polig. Ind. Font Santa - 08970 Sant Joan Despí (Barcelona)

Tel. 93 4772244 / Fax 93 4773761

[www.sericol.com](http://www.sericol.com)

<b>Producto</b>	Colorjet CO381.
<b>Soportes</b>	Papel, cartón, cartón duro, lana, poliestireno y cubrimiento de latas.
<b>Dilución</b>	10-20% ZS-640 (Tursub 245) o White Spirit. Para mejorar el secado y la estabilidad de la pantalla usar ZC-521. Para talleres en condiciones de calor usar ZC-529.
<b>Secado</b>	Al tacto 5-10 minutos. Recomendado por el fabricante unos 15 minutos mediante secado al aire. Chorro de aire: 70°C durante 10-15 segundos. Las sobreimpresiones podrían requerir más tiempo.

<b>Limpieza</b>	ZC-521. Seriwash Universal Screen Wash. Actisol Superjet Screen Spray.
<b>Seguridad</b>	Xi Irritante. N Peligroso para el medio ambiente. R10 Inflamable. R11 Fácilmente inflamable. R22 Nocivo por ingestión. R34 Provoca quemaduras. R37 Irrita las vías respiratorias. R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos. R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad. R65 Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar. R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. S 36/37 Usen indumentaria y guantes de protección adecuados. S 61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad. S 67 La inhalación puede provocar somnolencia y vértigo.
	Pese a que en la hoja de seguridad del producto únicamente se hace alusión a la necesidad de emplear guantes de protección consideramos oportuno destacar que en el uso de este producto se tomen en consideración las siguientes medidas de protección. En caso de ventilación insuficiente o grandes concentraciones de vapores emplear mascarilla de gases y vapores, gafas de seguridad con protecciones laterales contra salpicadura de líquidos (EN 166), ropa antiestática hecha de fibra natural o sintética resistente a altas temperaturas. Se recomienda proveer de una ventilación adecuada y disponer de un buen sistema de extracción general. Se recomienda instalar fuentes oculares así como duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización. El uso de cremas protectoras puede ayudar a proteger las áreas expuestas de la piel.

**Tabla 21** / Ficha técnica Sericol Colorjet CO381

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Base extendedora diseñada para aportar transparencia en su mezcla con las tintas de la serie Colorjet CO, especialmente diseñadas para conseguir colores planos sobre soportes tipo cartón, cartón duro y papel, aunque también resultan aptas para la impresión de lana, poliestireno y cubrimiento de latas. Estas tintas no contienen químicos reductores del ozono y están libres de plomo y metales pesados en su composición. Producto perfectamente miscible con las tintas de la serie Tristar GT, Colorplus Fluorescente CF, Colorstar CS, Seristar SX. Sus propiedades de adhesión pueden disminuir en la sobreimpresión de las tintas de la serie GT y las tintas metálicas.

De color amarillento, es el producto que proporciona con diferencia las impresiones más mates y de menor rugosidad superficial, carente de brillo, relieve y burbujas.

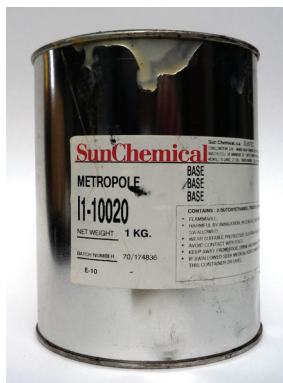
La base extendedora tiene un aspecto pastoso de densidad media-alta que se mantiene durante la impresión. Deja pequeños restos en la superficie del tejido producidos en el deslizamiento de la regleta, pero apenas afectan al movimiento de impresión. Tiene un buen comportamiento en la superficie del tejido y un paso de malla que resulta perfecto.

Puede ser diluida con White Spirit o Diluyente ZS-640 al 10-20%. En condiciones de calor en el taller se recomienda emplear ZC-529. Para mejorar el secado y la estabilidad en la pantalla usar ZC-521 y otros disolventes económicos similares. Secado rápido y seguro. Estabilidad de pantalla magnífica. Presenta una buena sujeción en soportes absorbentes. La intensidad del olor en el recipiente es inferior al resto de los productos analizados, y al igual que en otros casos desaparece a medida que seca, resultando imperceptible sobre el soporte transcurridas 24 horas.

El tiempo de secado de la Colorjet CO381 al aire oscila entre los 15-20 minutos, pero puede reducirse sensiblemente hasta los 10-15 segundos empleando chorro de aire caliente a 70°C. En el caso de las sobreimpresiones puede requerir más tiempo.

Se limpia correctamente de la pantalla y útiles de trabajo con disolvente universal. El fabricante recomienda usar ZC-521, Seriwash Universal Screen Wash o Actisol Superjet Screen Spray.

### 3.7.5. Sunchemical Vynamatt Process Base



#### Marca

Sunchemical España  
Pol. Ind. Camporroso / C. La Habana, S/N  
28806 Alcalá de Henares  
Tel: 94 402 27 47 / Fax: 94 471 11 82

Distribuido en el norte por Servilan  
Tel: 943 20 36 56 / Fax: 943 20 08 12  
c/Carmen 11 Bajo  
20600 Eibar  
[www.sunchemical.com](http://www.sunchemical.com)

<b>Producto</b>	Vynamatt Process Base.
<b>Soportes</b>	PVC rígido y flexible, adhesivos plásticos.
<b>Dilución</b>	Diluyente Thinner TS13. Fast Thinner TS12.
<b>Secado</b>	Al tacto 10 minutos. Recomendado por el fabricante en 10-15 minutos mediante secado al aire. Se puede acelerar el proceso empleando sistemas de aire caliente.
<b>Limpieza</b>	Disolvente YC26-054.
<b>Seguridad</b>	<p>Xi Irritante. Xn Nocivo. N Peligroso para el medio ambiente. R10 Inflamable. R20 Nocivo por inhalación. R22 Nocivo por ingestión. R20/21 Nocivo por inhalación y en contacto con la piel. R20/22 Nocivo por inhalación y por ingestión. R36 Irrita los ojos. R37 Irrita las vías respiratorias. R36/38 Irrita los ojos y la piel. R36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. R40 Posibles efectos cancerígenos. Carc. Cancerígeno categoría 3. R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel. R50/53 Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R65 Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar. R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. S36/37 Úsese indumentaria y guantes de protección adecuados. P99 Contiene resina epoxi sólida. Puede provocar una reacción alérgica.</p>

<b>Protección</b>	<p>Proporcione ventilación adecuada. Siempre que sea posible, esto debe lograrse mediante el uso de una buena ventilación local y general mediante sistemas de extracción de gases. Si no son suficientes para mantener la concentración de partículas y de vapor de disolventes por debajo del LMPE, se debe utilizar una protección respiratoria adecuada. Si los trabajadores están expuestos a concentraciones superiores al límite de exposición, deben utilizar respiradores certificados adecuados.</p> <p>Lave las manos, antebrazos y cara completamente después de manejar productos químicos, antes de comer, fumar y usar el lavabo y al final del período de trabajo. Usar las técnicas apropiadas para remover de la ropa contaminada. Lavar las ropas contaminadas antes de volver a usarlas. Verifique que las estaciones de lavado de ojos y duchas de seguridad se encuentren cerca de las estaciones de trabajo.</p> <p>Utilizar anteojos de seguridad diseñados para proteger contra salpicaduras de líquidos. Guantes químico-resistentes e impenetrables que cumplen con las normas aprobadas deben ser usados siempre que se manejen productos químicos si una evaluación del riesgo indica que es necesario. Las cremas de bloqueo pueden ayudar a proteger las zonas expuestas de la piel; sin embargo, no deben aplicarse una vez que ha ocurrido la exposición. El personal debe utilizar ropa antiestática hecha de fibras naturales o sintéticas resistentes a altas temperaturas.</p>
-------------------	---

**Tabla 22** / Ficha técnica SunChemical Vynamatt Process Base

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La Sunchemical Vynamatt Process Base es una base para la fabricación de tintas vinílicas especialmente diseñadas para la impresión de PVC rígido o flexible.

Se presenta como un producto de aspecto pastoso y densidad semilíquida. Tiene un color amarillento que se mantiene en las impresiones sobre papel. Su paso de malla y comportamiento sobre la pantalla son perfectos, sin dejar rastros sobre el tejido y con un perfecto descuelgue de la regleta. Gracias a su densidad permite realizar impresiones de alta calidad tanto en planos de color como en tramas y líneas finas.

No produce burbujas durante la impresión, aunque aporta un cierto brillo amarillento así como una ligera rugosidad superficial al soporte. Tiene un olor muy intenso en el recipiente, que va desapareciendo gradualmente a medida que se va secando impresión.

El tiempo de secado superficial supera los 5 minutos. Se limpia correctamente de la pantalla y útiles de trabajo con disolvente universal. El fabricante recomienda empleando el limpiador YC26-054.

Se trata del medio adhesivo con mayor número de reseñas relativas a los niveles de toxicidad y riesgo que entraña su manejo, motivo por el cual, siempre que sea posible emplearemos sustitutos menos nocivos.

### 3.7.6. Seriservice Base Transparente Plastistar M



**Marca**

Seriservice

C/Treball 74 bajos

08019 Barcelona

Tel:93 266 0780 / Fax: 93 266 14 59

[www.seriservice.net](http://www.seriservice.net)



<b>Producto</b>	Base transparente Plastistar M.
<b>Soportes</b>	Plásticos vinílicos PVC, metacrilato, poliestireno, papel, cartoncillo, policarbonato, etc.
<b>Dilución</b>	Disolvente SP C.888000.
<b>Secado</b>	Al tacto 5-10 minutos. Recomendado por el fabricante a temperatura ambiente: 5-15 minutos. Horno 40°C 30-120 segundos.
<b>Limpieza</b>	Disolvente limpiador QNS, C. 890011. Disolvente limpiador FV100, C.89Q001.
<b>Seguridad</b>	R10 Inflamable. R20 Nocivo por inhalación. R36 Irrita los ojos. R36/38 Irrita los ojos y la piel. R36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. R37 Irrita las vías respiratorias. R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel. R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R52/53 Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R65 Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar. R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. S20/21 No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización. S23 No respirar los gases. S24/25 Evítase el contacto con los ojos y la piel. S29 No tirar los residuos por el desagüe, alcantarillas ni cursos de agua. S43 En caso de incendio utilizar agua pulverizada. S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados. P99 Contiene resina epoxi sólida PM-1000. Puede provocar una reacción alérgica.
<b>Protección</b>	Proveer una ventilación adecuada. Para ello, se debe realizar una buena ventilación local y se debe disponer de un buen sistema de extracción general. Si estas medidas no bastan para mantener la concentración de partículas y vapores por debajo de los límites de exposición durante el trabajo, deberá utilizarse un equipo respiratorio apropiado. Instalar duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización. El uso de cremas protectoras puede ayudar a proteger las áreas expuestas de la piel. No deberán aplicarse cremas protectoras una vez se ha producido la exposición. Se deben usar guantes de goma de nitrilo o neopreno, mascarilla de carbón activo, gafas de seguridad contra salpicadura de líquidos y ropa antiestática hecha de fibra natural o sintética resistente a altas temperaturas.

**Tabla 23** / Ficha técnica Seriservice Base Transparente Plastistar M

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La base transparente Plastistar M es un producto de la distribuidora catalana de consumibles serigráficos Seriservice. La serie Plastistar M forma parte de una nueva generación de tintas formulada a base de pigmentos, resinas y aditivos en disolventes orgánicos recomendada para la impresión sobre plásticos vinílicos (PVC), tanto en sus variedades rígidas como en las plastificadas, sobre las que presentan un excelente comportamiento. Puede aplicarse además sobre una gran variedad de soportes, tales como metacrilato, poliestireno, papel, cartoncillo, policarbonato, etc. En el caso de utilizar esta base para la impresión sobre papel o cartoncillo a más de un color se aconseja añadir una proporción de 4-6 % de Plasificante C.776981.

De color ligeramente amarillento tiene una densidad media-líquida que permite su correcta impresión sin necesidad de diluyentes.

Se puede diluir con Disolvente SP C.888000. Perfecto movimiento sobre la pantalla y paso de malla, destacando sobre otras por no dejar restos adhesivos sobre el tejido en su deslizamiento, lo cual facilita aún más el movimiento de la regleta. Produce impresiones de alto nivel de detalle aportando un brillo casi imperceptible sin relieve. Sobre el soporte tiene un tiempo de secado medio entorno a los 10 minutos, no así sobre la pantalla donde se mantiene las condiciones de humedad perfectas.

Secado excepcionalmente rápido al tacto inferior a 5 minutos.

En el recipiente desprende un olor muy intenso que desaparece rápidamente durante el secado y resulta imperceptible en la impresión.

Ofrece una muy buena calidad de impresión tanto en planos abiertos como en tramas y líneas finas. La Plastistar M aporta un mínimo aspecto rugoso a la capa impresa.

El fabricante recomienda su limpieza con Disolvente limpiador QNS, C. 890011, Disolvente limpiador FV100 C.89Q001. Se limpia correctamente de la pantalla y demás útiles de trabajo con disolvente alifático tipo White Spirit.

### 3.7.7. Unico Base Transparente Supraflex NX 900



#### Marca

UNICO N.V - S.A.

Essenestraat, 20

B-1740 Ternat België - Belgique

Tel. +32.496.20.64.43 / +32.495.24.24.89

marc.humble@unico.be

<b>Producto</b>	Unico Base Transparente Supraflex NX 900
<b>Soportes</b>	PVC rígido, vinilo, poliestireno, plexiglass, policarbonato y otros plásticos. Adecuada para papel y cartón.
<b>Dilución</b>	NX 0 Diluyente en spray para condiciones de trabajo con temperaturas elevadas. NX 1 Diluyente rápido. NX 2 Diluyente medio. NX 3 Diluyente lento. NX 4 Diluyente para impresión en sistemas semi-automáticos y detalles finos. NX 5 Diluyente-Retardante. EQ 911 Retardante en gel indicado para trabajos de cuatricromía. EQ 912 Retardante en gel que aumenta las propiedades de estabilidad sobre pantalla del EQ 911.
<b>Secado</b>	Al tacto entre 3 y 7 minutos. Se puede acelerar en túneles de secado por ventilación a 30-40°C.
<b>Limpieza</b>	Limpiador T1 así como los diluyentes indicados y productos limpiadores habituales de serigrafía.
<b>Seguridad</b>	R10 Inflamable. R20 Nocivo por inhalación. R36 Irrita los ojos. S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas. No fumar. S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
<b>Protección</b>	En caso de uso progresivo o repetido, usen guantes. En las condiciones normales previstas de uso, no se recomienda ropa especial/equipo de protección cutánea. La protección ocular sólo será necesaria donde pueda salpicar o atomizarse un líquido. No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización. Disponga de escape de gases local o de ventilación general de la sala.

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Medio auxiliar de la casa belga Unico empleado para aumentar la transparencia de las tintas de secado rápido de la serie Supraflex NX. La base transparente Supraflex NX 900 está especialmente indicada para la impresión sobre plásticos tipo PVC, vinilo o poliestireno. Asimismo ofrece excelentes resultados sobre papel y cartón.

La adición de la base transparente reduce el brillo de las tintas de la serie Supraflex NX. La NX 900 es de color amarillento brillante y posee una densidad media-alta ajustada a las exigencias del trabajo de impresión. Su comportamiento sobre la pantalla y el paso de malla son excelentes. En este punto hemos de destacar que la oferta de productos auxiliares que dispone esta serie para adaptarse a condiciones de trabajo específicas (temperatura de taller, sistemas semi-automatizados, cuatricromía, etc.) es muy superior a la del resto de los productos analizados. Es destacable la velocidad de secado de la NX 900 superior a la media. En apenas 3 minutos la capa impresa está seca al tacto.

Produce impresiones de muy alta calidad tanto en planos abiertos como en tramas y líneas finas. Aporta un brillo medio a la capa impresa sin rugosidad superficial. Tiene un olor penetrante en el recipiente.

Para su limpieza el fabricante recomienda los productos indicados como diluyentes, así como los habituales productos de limpieza de serigrafía.

Unico es uno de los pocos fabricantes de consumibles (junto con Marbay) que además de los habituales productos en base solvente posee una segunda línea con una amplia gama de productos en base acuosa comercializados bajo el nombre AQ Ink de contrastada calidad. En el apartado dedicado a los medios adhesivos en base acuosa incluimos la descripción de la AQ Ink Transparent Base 900.

Nombre del producto	Viscosidad	Color	Olor	Burbuja	Brillo en impresión	Paso/movimiento en la pantalla
Marabú Libragloss Lig 409	Alta	Gris	Muy intenso	No	Medio	Muy bueno
Quimovil B. Transp. Serimat 1600	Baja	Transparente Amarillento	Intenso	No	No	Perfecto
Marbay Base Transp. 5100	Media	Rojizo/salmón	Muy intenso	No	Medio	Bueno
Sericol Colorjet CO 381	Media/alta	Gris Amarillento	Intenso	No	No	Muy bueno
Sunchemical Metropole Base	Media/baja	Amarillento	Muy intenso	No	Si	Perfecto
Seriservice Base Transparente	Media/baja	Transparente Amarillento	Muy intenso	No	Medio	Perfecto
Unico Supraflex	Media	Transparente Amarillento	Muy Intenso	No	Medio	Perfecto

Nombre del producto	Limpieza disolvente universal	Correcto despegue regleta	Alabeado papel 315gr/m <sup>2</sup>	Pegajoso tras 5´	Calidad impresión
Marabú Libragloss Lig 409	Si	Si	No	Si	Muy buena
Quimovil B. Tran. Serimat 1600	Si	Si	No	No	Muy buena
Marbay Base Transp. 5100	Si	Si	No	No	Muy buena
Sericol Colorjet CO 381	Si	Si	No	Si	Muy buena
Sunchemical Metropole Base	Si	Si	No	Si	Muy buena
Seriservice Base Transparente	Si	Si	No	Si	Muy buena
Unico Supraflex	Si	Si	No	No	Muy buena

Tabla 25 / Comparativa realizada a partir del análisis del producto sin medios auxiliares empleando una malla de 90h/cm sobre papel de 315gr/m<sup>2</sup>

### 3.8. CONSIDERACIONES SOBRE LOS MEDIOS ADHESIVOS DE BASE SOLVENTE

Los principales medios adhesivos en base solvente los componen bases transparentes a partir de las cuales se fabrican las tintas serigráficas. La gran mayoría de estos productos están formulados en función de las demandas técnicas e imperativos de productividad que se derivan de su inclusión en procesos de impresión industrial, y por lo tanto su uso está muy extendido entre los profesionales del medio. El uso de los productos de base solvente está profundamente arraigado en el entorno industrial, en muy pocos casos las empresas del sector realizan apuestas por la adaptación a procesos industriales en los que participen productos de base acuosa.

Debido al altísimo nivel de especialización que se ha alcanzado en su fabricación, existen tantas bases como líneas de tintas de serigrafía. La adecuación al tipo de soporte sobre el cual se va a imprimir (papel, textil, plástico, metal, vidrio y un larguísimo etc.) hace que los fabricantes se esfuercen cada día más en desarrollar productos específicos para cada uno de ellos que permita obtener las impresiones de mayor calidad, lo cual obliga a revisar la formulación y a alterar las características de las bases.

Una empresa como Sericol, dedicada a la fabricación de tintas y otros consumibles de serigrafía, cuenta con más de una decena de líneas distintas de tintas, cada una de ellas con sus bases y productos auxiliares, algunos de ellos tales como barnices de acabado o lacas de recubrimiento que también pueden ser empleados como aglutinantes en la serigrafía de áridos ya que reúnen las propiedades adhesivas descritas con anterioridad.

Realizar un estudio de todos y cada uno de los productos que cada casa nos ofrece, además de requerir en muchos casos de una infraestructura de trabajo adecuada al producto (sistemas de impresión automatizados, fuertes medidas de seguridad, sistemas de curado ultravioleta, etc.), y debido a su desbordante oferta requeriría de un estudio exclusivo centrado en esta cuestión, algo que no consideramos preciso en este trabajo. Por esta razón nos hemos centrado en aquellos fabricantes de nuestro entorno y ceñido a aquellos productos específicamente diseñados para su impresión sobre papel que pueden ser aplicados a un sistema de impresión manual.

Todos los productos incluidos en esta investigación están formulados para cumplir esencialmente la misma función, convertirse en el vehículo aglutinante en el que viajarán en suspensión las partículas de pigmentos disueltas que aportan el color así como otras cualidades ópticas como brillo u opacidad a las tintas serigráficas de base solvente.

Gracias a la documentación recabada de los servicios técnicos, comerciales y los departamentos químicos de las principales empresas de fabricación de consumibles de serigrafía consultadas, hemos podido reunir la suficiente información técnica sobre dichos productos de manera que nos permita hacer un uso correcto de ellos respetando siempre las indicaciones aportadas por el fabricante.

Mediante el análisis de las que estimamos son las principales características de los medios adhesivos de base solvente de serigrafía hemos podido reunir la información necesaria para incluirlos en nuestro estudio, donde haremos un uso individualizado de ellos y posteriormente compararemos con el resto de productos incluidos en esta investigación (Consultar P1 Tipos de adhesivo y P2 Adhesivo+árido).

Hemos comprobado como las descripciones de algunas de las características detalladas por los fabricantes en las fichas técnicas de sus productos tales como olor o brillo son altamente subjetivas, con esto no pretendemos insinuar que dicha información sea incorrecta, si no más bien que existen aspectos difícilmente cuantificables que entendemos resultan importantes de conocer. Durante esta investigación hemos podido comprobar como productos descritos como de "olor suave" desprenden vapores olorosos muy agresivos, que a su vez aparecen destacados en sus fichas de datos de seguridad como tóxicos y posibles causantes de mareos y vértigos. En el apartado correspondiente a las medidas de seguridad y protección necesarias para el manejo de cada producto hemos destacado estos y otros aspectos, ya que entendemos que en ocasiones el usuario no tiene acceso directo a esta información que consideramos imprescindible para hacer un uso seguro del mismo.

Hay que destacar que la totalidad de los productos analizados además de ser altamente versátiles y producir impresiones de muy alta calidad, cumplen con las normativas de seguridad vigentes en la comunidad europea. En su mayoría tienen una relación calidad-precio muy satisfactoria (8-14 euros/kg.). Por otro lado también cumplen con los requisitos que consideramos necesarios para la impresión de áridos. Si atendemos a la característica que consideramos más relevante dentro de este estudio, es decir, el poder adherente del medio adhesivo, hay que mencionar que los productos de base solvente tienen prestaciones superiores a los medios adhesivos de base acuosa.

Por contrapartida se trata de productos de toxicidad elevada que pueden resultar muy dañinos para la salud del usuario y poco respetuosos con el medio ambiente. Todos estos productos requieren de un uso altamente cualificado, destacado en sus hojas de seguridad como productos reservados exclusivamente a usuarios profesionales. Para un uso seguro, las instalaciones donde se vayan a emplear han de contar con unas condiciones e infraestructuras de seguridad, así como con potentes sistemas de ventilación, absorción y eliminación de gases o duchas de seguridad, que si bien en la industria de la impresión son habituales y obligatorios por normativa, en pocas ocasiones los reúnen los pequeños talleres, tanto particulares como docentes. Atendiendo a las frases R y S recogidas en sus hojas de datos de seguridad que son de obligado cumplimiento y que hemos reflejado en este estudio, comprobaremos como su manejo, aún cumpliendo todas las medidas de seguridad, no está exento de ciertos riesgos.

Teniendo en cuenta este aspecto que consideramos de gran relevancia dentro de un entorno como es el docente en una facultad de Bellas Artes, consideramos que los medios adhesivos de base solvente, pese a cumplir todas nuestras demandas y pudiéndose emplear con resultados muy satisfactorios en el entorno de trabajo adecuado para la impresión de áridos, no son los productos idóneos para este estudio. Los productos de base acuosa son mucho menos tóxicos para la salud, de fácil manejo, tienen propiedades similares y estimamos pueden aportarnos muy buenos resultados en base a los datos obtenidos en investigaciones previas.

Algunos fabricantes de consumibles de serigrafía adaptan las formulaciones de sus productos a las continuas y cada vez más severas medidas de salud e higiene, evolucionando así hacia una práctica serigráfica más saludable y respetuosa. No solo son cada vez más los fabricantes que desarrollan productos de base acuosa, sino que existe entre los usuarios una creciente conciencia medioambiental y demanda de productos menos agresivos con los que se puedan mantener los

elevados niveles de calidad implícitos en los procesos industriales de impresión. Es por todo ello que, aún siendo minoría frente a los fabricantes de productos de base solvente, es posible encontrar en el mercado suficientes medios adhesivos en base acuosa como para realizar un estudio en profundidad sobre ellos sin tener que renunciar a los niveles de excelencia que se esperan de los mismos.

En el próximo apartado hemos realizado un estudio en profundidad de estos productos de base acuosa, tanto de los específicos de serigrafía como de otros que podríamos denominar medios adhesivos genéricos pero que entendemos cubren sobradamente nuestras exigencias. Para ello hemos empleado un sistema de análisis de sus principales características y potencialidades similar al empleado para el estudio de los medios adhesivos de base solvente.

### **3.9. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES MEDIOS ADHESIVOS DE BASE ACUOSA PARA SERIGRAFÍA**

Durante décadas los fabricantes de consumibles de serigrafía centraron sus esfuerzos en desarrollar productos de base solvente altamente especializados, mejorando los estándares de productividad gracias a su incorporación a los procesos de impresión industrial mediante equipos automatizados, y por otro lado, al desarrollo de productos y sistemas de secado que aceleraban el proceso de evaporación reduciendo enormemente los tiempos de trabajo y secado. Poco a poco algunos fabricantes impulsados por las normativas medioambientales y de salud laboral comenzaron a desarrollar productos de características similares cambiando la base solvente por una base acuosa.

Frente a los medios adhesivos de base solventes relatados en el apartado anterior, los medios adhesivos de base acuosa representan una alternativa menos agresiva con el medio ambiente y la salud.

Llegados a este punto, conviene aclarar que los productos de base acuosa, entre ellos los medios adhesivos que vamos a emplear, no son 100% inocuos, ya que pueden contener disolventes tales como amoníaco, formaldeídos o glicoles, y en algunos casos, los pigmentos que se emplean para fabricar el color pueden contener metales pesados de elevada toxicidad como el plomo o el cromo. Por ello debemos cumplir con las indicaciones de seguridad detalladas por el fabricante.

Los medios adhesivos de base acuosa se basan en dispersiones o disoluciones de polímeros (de origen vegetal o sintético) en agua, por lo que resulta fundamental asegurar una dispersión homogénea del medio adhesivo.

*El porcentaje de agua que este tipo de productos contiene en su formulación variará en función del fabricante. Los medios de base acuosa contienen entre un 70 y un 80% de agua en su formulación. El porcentaje restante, lo que se denomina la parte sólida, lo componen resinas (siendo las acrílicas las más comunes), pigmentos y aglutinantes. Debido al alto porcentaje en agua las impresiones que se logran empleando productos de base acuosa tienen un grado de opacidad menor que las versiones de base solvente, por ello los fabricantes han desarrollado nuevos productos de base acuosa que pueden contener hasta un 70% de sólidos y 30% de agua, rivalizando en niveles de opacidad con los de base solvente<sup>10</sup>.*

El medio adhesivo de base acuosa fragua por la evaporación del agua en él contenida, por lo que las condiciones ambientales de calor y humedad condicionarán el fraguado. Cuanto mayor sea la temperatura ambiente mayor será la velocidad de fraguado.

La excesiva humedad ambiental aumenta el tiempo de fraguado, el cual puede reducirse sensiblemente empleando sistemas de aire y calor que aceleran el proceso de evaporación. Debido a que los adhesivos en base acuosa y en base solvente fraguan por evaporación de agua o un disolvente orgánico respectivamente, es conveniente que al menos uno de los sustratos sobre los que

se aplican sea poroso (a no ser que se empleen como colas de contacto). Cuanto más porosos sean los soportes mayor será la velocidad de fraguado.

Si bien es cierto que existe obra gráfica expandida a otros campos como la escultura, la instalación o la pintura, la producción serigráfica sobre papel, por cuestiones que no entraremos a analizar, sigue siendo la más abundante en el mundo del arte gráfico.

El papel como soporte resulta más "amable y receptivo" a la hora de serigrafiar cualquier producto y podríamos denominarlo soporte cuasi universal, ya que la práctica totalidad de los productos de serigrafía dan buenos resultados de impresión sobre él. El papel no presenta problemas de incompatibilidades químicas con determinados compuestos plásticos incluidos en la formulación de los medios adhesivos de base acuosa, conducción de calor o electricidad, degradación del tejido y la emulsión por abrasión, repelencias de grasa/agua, generación elevada de cargas electroestáticas etc. propios de otros soportes como el plástico.

Sobre el papel la adherencia de los medios adhesivos hidrosolubles es mayor, más rápida y duradera que en soportes no porosos. Más de un 80% de los medios analizados necesitan menos de 5 minutos para ofrecer una fijación de alta calidad, además, durante el proceso de evaporación el agua no deja ningún rastro en la superficie del soporte. Las complicaciones pueden surgir cuando trabajemos con adhesivos de base acuosa sobre soportes no porosos y con poca o ninguna capacidad de absorción, como el cristal, ya que el medio adhesivo no penetra en él y solamente forma una capa superficial de adherencia media, cuyo secado resulta más lento.

Esto es debido a que a diferencia del papel, este tipo de soportes no absorben la humedad y por lo tanto el medio adhesivo necesita de más tiempo para la completa evaporación de su solvente.

Los medios adhesivos hidrosolubles para serigrafía cuentan con una línea de productos auxiliares compuesta principalmente por:

- **Retardantes:** evitan el secado prematuro del producto por evaporación del solvente. Especialmente recomendables cuando trabajamos en ambientes cálidos y secos.
- **Espesantes:** aumentan la viscosidad del producto. Aconsejables cuando deseemos mantener una gran definición de contorno en la impresión al trabajar con medios adhesivos muy líquidos.
- **Fluidificantes o diluyentes:** reducen la viscosidad del producto. Resultan especialmente interesantes al trabajar con materiales áridos, ya que los medios adhesivos generalmente se presentan en un estado denso, y al añadirle la carga de árido esto se potencia aún más.

El espectro de productos analizados abarca desde medios adhesivos utilizados desde hace siglos como la goma arábica o la metil-celulosa, los cuales debido a sus propiedades físico-químicas son susceptibles de ser aplicados al proceso de impresión serigráfica, hasta modernos geles texturizantes basados en dispersiones de resinas acrílicas. Otros de los medios adhesivos analizados son productos tipo colas o barnices, desarrollados durante las pasadas décadas en la industria química, que cuentan con un gran número de aplicaciones al margen de las bellas artes. Su uso se ha extendido a multitud de campos, lo que los convierten en productos muy polivalentes pero que en ocasiones no reúnen las características necesarias para su aplicación al campo de la impresión serigráfica.

Por último nos hemos centrado en los medios adhesivos específicos para serigrafía. En el caso de estos productos los fabricantes conocen bien las exigencias del proceso serigráfico y por lo tanto a la hora de confeccionarlos tienen muy en cuenta cuestiones como la compatibilidad con tintas, diluyentes, retardantes, los tiempos de secado o la correcta fluidez del medio adhesivo.

Consideramos de especial relevancia destacar que algunos de los medios adhesivos genéricos analizados son tan apropiados para su impresión como los medios adhesivos específicos de serigrafía.

Siguiendo el esquema empleado para analizar los medios adhesivos de base solvente, a continuación se analiza una selección de medios adhesivos generales así como específicos dentro



del campo de la serigrafía, ambos en base acuosa, detallando sus principales características, su presentación comercial, aspectos técnicos, observaciones entorno a su manejo y seguridad, recomendaciones del fabricante así como ventajas e inconvenientes de su uso.

Los medios adhesivos de base acuosa analizados han sido:

1. Goma arábica Grano PRS
2. Metil celulosa
3. Látex 4070 Valentine
4. Metil celulosa + látex 4070 Valentine
5. Copolímero acrílico Agroquímica del Vallés
6. Gel Titan Mate
7. Medio acrílico mate Vallejo
8. Adhesivo Aquatrans Aldeko
9. SDR Printbase
10. Marbay Aquabase 5200
11. Unico AQ Ink Transparent Base 900
12. Marabú Aqua Mattlack

### 3.9.1. Goma arábica Grano PRS



**Marca**

Rams-Martínez, S.L. [Group T3]  
 Torrent d'en Baiell, 36 Sentmenat, Barcelona  
 Tel.: 937 152 001 / Fax: 937 152 379  
 msds@groupt3.com

<b>Producto</b>	Goma arábica Grano PRS GO 600.
<b>Soportes</b>	Al tratarse de un producto no específico para su uso en el campo de la impresión serigráfica el fabricante no incluye una relación de soportes para los cuales resulta indicado.
<b>Dilución</b>	Agua al 50%.
<b>Secado</b>	Al tacto 10-15 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua.
<b>Seguridad</b>	S7 Manténgase el recipiente bien cerrado. S15 Conservar alejado del calor. S16 Conservar alejado de fuentes de ignición – No fumar. S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada. S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua. S36/37/39 Usen indumentaria y guantes de protección adecuados y protección para los ojos / la cara. S38 En caso de ventilación insuficiente, usen equipo respiratorio adecuado. S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o envase.
<b>Protección</b>	Se recomienda el uso de indumentaria, guantes y gafas de protección.

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La goma arábica también es conocida como goma del Senegal, de acacia, goma de Turquía y otros nombres descriptivos de lugar.

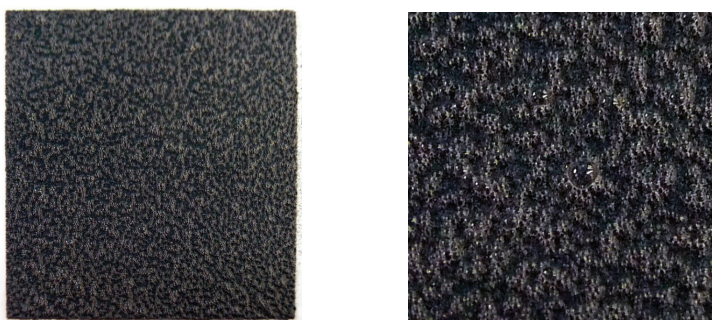
En estado cristalizado es de color ambarino semibrillante, aunque puede variar hacia tonos rojizos en función del árbol de procedencia. Ha de ser preparada triturando los trozos y mezclándola con agua fría o templada, pero nunca caliente, pues podría afectar negativamente al producto final.

Disolviéndola en agua con horas de antelación a su aplicación en un volumen similar al de la goma en estado sólido, y removiéndola de vez en cuando para evitar la formación de grumos, se consigue un medio fluido perfectamente imprimible. En función de la cantidad de agua obtendremos un medio adhesivo más o menos denso. Debido a que el uso que de ella vamos a hacer es el de un medio adhesivo, hemos preferido la proporción 1/1 a la de 2 partes de agua por 1 de goma arábica propuesta en otros estudios, ya que el poder adherente estará en función de la cantidad de goma arábica incluida en su preparación.

Es fundamental respetar el tiempo indicado por el fabricante antes de comenzar a aplicar el producto, pero nunca debemos dejar transcurrir mucho tiempo entre la preparación del producto y su uso, ya que se trata de un material orgánico que se degrada fácilmente. Para evitar la formación de mohos y su putrefacción es conveniente añadirle conservantes tipo formol y desinfectantes alcohólicos (etílico o isopropílico) en un 10%. Para ganar cierta elasticidad en la capa impresa podemos añadirle una pequeña cantidad de glicerina, que debido a sus propiedades higroscópicas retrasará el secado.

Desprende un olor característico y al removerlo aparecen burbujas. Su movimiento sobre la pantalla es fluido, con un buen paso de malla. No ocasiona problemas en la impresión de líneas, pero como se puede apreciar en la imagen 66 produce burbujas que a su vez aparecerán en la impresión, sobre todo en los planos abiertos y en las tramas de mayor tamaño. Una vez solidificadas, estas burbujas aportan una moderada textura superficial a la capa impresa, dejando pequeños puntos sin imprimir que afectarán a la opacidad de la impresión. La aparición de burbujas se puede reducir añadiendo un 15% de alginato. La goma arábica aporta cierto brillo a la impresión.

Empleando goma arábica se obtienen impresiones de calidad media-baja tanto en planos abiertos como en líneas, donde son apreciables las consecuencias de la aparición de burbujas, así como en las tramas donde tiende a encharcarse. Asimismo la definición de contornos que se logra es de baja calidad.



66 / Detalle y macro de burbujas aparecidas durante la impresión de goma arábica y SiC 240.

Seca rápidamente sobre el papel pero no sobre la malla siendo posible su impresión seriada. La adherencia conseguida con la goma arábica es muy débil transcurridos los primeros 5 minutos de su impresión ya que necesita un tiempo de secado superior. Transcurridas varias horas se consiguen

fijaciones resistentes, pero aún así más débiles que las logradas con el resto de medios adhesivos. La limpieza de útiles y del tejido de la pantalla se realiza correctamente con agua fría. Conviene guardar la goma arábiga en un bote perfectamente cerrado y en el frigorífico o en ambiente oscuro, fresco y seco para evitar la aparición de moho, hongos o cualquier otra sustancia derivada de la degradación del producto.

### 3.9.2. Metil celulosa



#### Marca

SE Tylose GmbH & Co. KG  
 Rheingaustrasse 190 - 196  
 65203 Wiesbaden  
 Telf: +49 611 962 04

<b>Producto</b>	TYLOSE H 300 P2.
<b>Soportes</b>	Al tratarse de un producto no específico para su uso en el campo de la impresión serigráfica el fabricante no incluye una relación de soportes para los cuales resulta indicado.
<b>Dilución</b>	Agua.
<b>Secado</b>	Al tacto 10-15 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua.
<b>Seguridad</b>	S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua y jabón. S37/39 Usen guantes adecuados y protección para los ojos / la cara. S46 En caso de ingestión, acuda inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.
<b>Protección</b>	Se recomienda el uso de guantes y gafas de protección así como protección respiratoria ya que se suministra en polvo.

Tabla 27 / Ficha técnica Metil celulosa

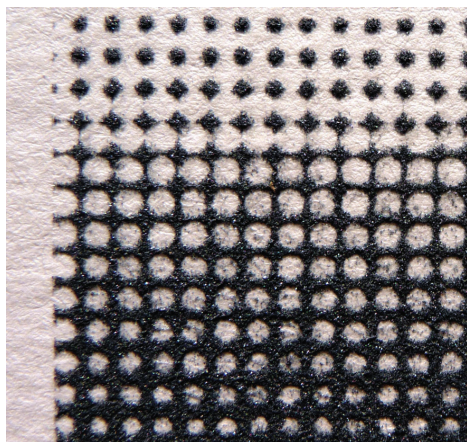
#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un adhesivo de base acuosa obtenido a partir de la dispersión de derivados celulósicos en agua. Se emplea como aditivo para materiales de construcción, pinturas y aplicaciones especiales.

El adhesivo empleado en esta investigación se ha logrado mediante la disolución de 150 gr. de metil celulosa en 1900 ml. de agua, recomendablemente a una temperatura de 20°C. Se le ha añadido un 10% de glicerina con el fin de mejorar su elasticidad, ralentizar el tiempo de secado y evitar una excesiva adherencia. Es conveniente remover ocasionalmente la mezcla y dejarla reposar varias horas antes de su uso.

Resulta un producto de densidad media, olor suave casi imperceptible e incoloro. Al igual que ocurría con la goma arábiga el movimiento de la regleta sobre la pantalla propicia la aparición de burbujas tanto sobre el tejido como sobre la capa impresa. Se le puede añadir 15% de alginato como espesante para mejorar su viscosidad y reducir la aparición de burbujas.

Tiene un buen paso de malla, así como un comportamiento fluido en pantalla, sin dejar rastros adhesivos derivados del deslizamiento de la regleta. La calidad de impresión lograda con la metil celulosa es media, ya que las burbujas que se generan durante su impresión no permiten cubrir correctamente toda la superficie. Lo mismo ocurre en la impresión de líneas finas y tramas donde las burbujas empobrecen mucho la calidad. Se produce una importante pérdida de definición en los contornos.



67 / Falta de definición y ligero encharcamiento de trama. P2 Adhesivo+árido

Seca rápidamente sobre el papel pero no sobre la pantalla siendo posible su impresión seriada. La adherencia conseguida con la metil celulosa es débil, incluso tras varias horas de secado de la impresión, por lo que descartaremos el uso de este producto ya que prevemos no cumplirá las necesidades que se nos van a plantear en el trabajo con áridos. La limpieza de los útiles de trabajo como del tejido de la pantalla se realiza correctamente con agua fría.

Al igual que otros productos orgánicos como la goma arábica o el látex es conveniente guardarla en el frigorífico o en ambiente oscuro, fresco y seco para evitar la aparición de moho, hongos o cualquier otra sustancia derivada de la degradación del producto.

### 3.9.3. Látex 4070 Valentine



#### Marca

Barnices Valentine, S.A.U.

Pol. Industrial Can Milans

Riera Seca 1, 08110 Montcada y Reixac, Barcelona

Tel: 935 656 600

[www.valentine.es](http://www.valentine.es)

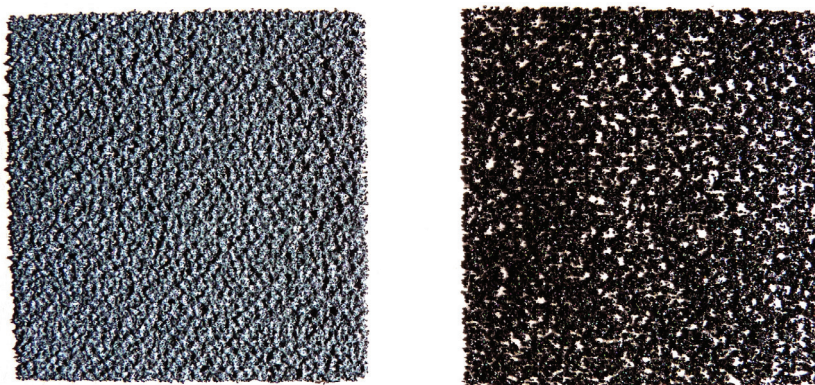
<b>Producto</b>	Látex 4070.
<b>Soportes</b>	Está diseñado para mejorar superficies pintadas, estucos, etc.
<b>Dilución</b>	Agua (máx. 20-25%).
<b>Secado</b>	Al tacto inferior a 5 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua.
<b>Seguridad</b>	S2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S29 No tirar los residuos por el desagüe. S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
<b>Protección</b>	Se recomienda el uso de guantes y gafas de protección.

Tabla 28 / Ficha técnica Látex 4070 Valentine

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Emulsión fabricada a partir de copolímeros vinílicos empleada comúnmente como sellador, fijando substratos poco consistentes y mejorando la adherencia de las pinturas en general. Mezclado con temple, gotelés, estucos, etc., se consigue que estos resistan más al lavado sin aumentar mucho el brillo. Si se aplica sobre dichos productos, se consiguen brillos más elevados y mejor impermeabilización. También mejora la impermeabilidad de algunos tipos de morteros.

El látex Valentine 4070 es un copolímero vinílico con un bajo porcentaje de compuestos orgánicos volátiles. En el bote tiene un color lechoso que resulta prácticamente imperceptible en la impresión una vez seca. Posee un olor característico similar al de muchas colas blancas. De textura plástica, tiene un perfecto paso de malla y muy buen comportamiento sobre la pantalla, desprendiéndose correctamente de la regleta. En situaciones de calor en el taller se puede corregir la densidad del producto diluyéndolo con agua y glicerina al 5-10%.



68 / Impresión de SiC54 + látex en estado húmedo y seco al cabo de 5 minutos. P5 Saturación / carga.

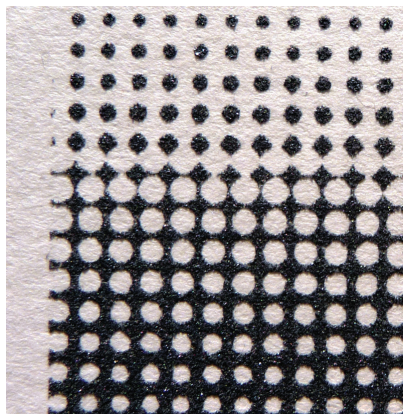
No amarillea y muestra una excelente compatibilidad con otros productos como tintas y diluyentes. Produce una capa impresa muy elástica, de color blanquecino mientras el látex está húmedo, pero transcurridos unos minutos desaparece por completo.

El brillo que aporta a la impresión es inferior al de la mayoría de los medios adhesivos analizados. No genera burbujas durante su impresión y la rugosidad superficial que aporta a la capa impresa es mínima, no obstante, le aporta un tacto plástico característico.

Empleando este producto se consiguen impresiones de muy alta calidad tanto en planos abiertos, donde el cubrimiento es total, como en el registro de tramas y líneas finas. De los medios adhesivos



no específicos de serigrafía analizados, el látex es el que mayor definición aporta en los contornos de la impresión, desapareciendo por completo los problemas de encharcado y consiguiéndose unos resultados de muy alta calidad.



69 / Alta definición y ausencia de encharcamiento en la impresión de SiC 240 con látex Valentine 4070. P2 Adhesivo+árido.

Tiene un tiempo de secado al tacto inferior a 5 minutos sobre el papel, pero se mantiene en buenas condiciones de humedad sobre la malla durante la fase de impresión. Posee un alto poder adherente, apreciable 5 minutos después de la impresión.

El látex Valentine 4070 ha demostrado no sólo ser un producto perfectamente aplicable al proceso de impresión, sino que supera con mucho las prestaciones de todos los medios adhesivos genéricos, así como de algunos de los productos específicos de serigrafía analizados en este estudio. Además se trata de un producto muy económico fácilmente localizable en droguerías y tiendas de materiales de Bellas Artes, lo cual representa una ventaja frente a otros productos específicos. Comparado con la mayoría de los medios adhesivos analizados cuenta con una relación calidad/precio óptima y unos niveles de toxicidad que resultan bajos en comparación con otros productos de base acuosa. Todos los útiles empleados en la impresión, como los posibles restos que pudieran quedar sobre la pantalla, se limpian correctamente con agua fría.

### 3.9.4. Metil celulosa +Látex 4070 Valentine

#### Marca

Metilcelulosa  
SE Tylose GmbH & Co. KG  
Rheingaustrasse 190 - 196  
65203 Wiesbaden  
Telf: +49 611 962 04

Látex 4070 Valentine  
Barnices Valentine, S.A.U./ Empresa del grupo CIN  
Provenza, 12  
08110 Montcada y Reixac, Barcelona  
Tel: 935 656 600  
[www.valentine.es](http://www.valentine.es)

<b>Producto</b>	Metil celulosa + Látex 4070 Valentine
<b>Dilución</b>	Agua (máx. 20-25%)
<b>Soportes</b>	Al tratarse de un producto no específico para su uso en el campo de la impresión serigráfica fabricado específicamente para su inclusión en esta investigación no existe una relación de soportes para los cuales resulta indicado el uso de este producto.
<b>Secado</b>	Al tacto 5-10 minutos.

<b>Limpieza</b>	Agua.
<b>Seguridad</b>	Se deben respetar las medidas de seguridad relativas a ambos productos. S2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S29 No tirar los residuos por el desagüe. S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
<b>Protección</b>	Se deben tener en cuenta las medidas de protección relativas a ambos productos. Se recomienda el uso de guantes y gafas de protección. Asimismo se recomienda el uso de mascarillas durante el manejo de la metil celulosa ya que se suministra en polvo muy fino.

Tabla 29 / Ficha técnica Metil celulosa + Látex 4070 Valentine

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es una versión del compuesto anterior basada en una cola celulósica reforzada por la adición de látex, un copolímero de origen sintético que aumenta sustancialmente la capacidad adhesiva del medio y corrige muchas de las deficiencias que se derivan del uso de la metil celulosa. Se ha obtenido mediante la adición de un 25% de látex 4070 Valentine al volumen total de la metil celulosa, no obstante, esta proporción ha de ser modificada en función de las características del trabajo. Removiéndolo se obtiene una mezcla homogénea y sin grumos, de aspecto algo más ligero que el látex.

El látex le aporta densidad al compuesto, así como color blanquecino lechoso similar a una cola blanca aguada. Se mantiene el olor suave similar a algunas colas de contacto. Se diluye perfectamente en agua, pudiéndosele añadir un pequeño porcentaje 10% de glicerina para corregir su viscosidad y evitar una excesiva adherencia.

Empleando este adhesivo, se consigue una impresión fluida con un perfecto paso de malla y movimiento sobre la pantalla. El producto se despega perfectamente de la regleta y no deja restos sobre el tejido durante la impresión.

La adición de látex no colorea la impresión, aunque le resta cierto brillo y lo vuelve prácticamente invisible sobre el papel. Debido al alto porcentaje de metil celulosa que contiene continúan apareciendo burbujas, tanto sobre el tejido como sobre la impresión, de las que se derivan las deficiencias detalladas en el análisis de la metil celulosa. Este problema desaparece en el momento en el que aumentamos la proporción de látex hasta 1/1. El látex aporta un cierto relieve extra a la impresión.

La calidad de la impresión se ve sustancialmente mejorada frente a la conseguida empleando únicamente metil celulosa, ya que la adición del látex soluciona muchos de los problemas de definición en los detalles y en los contornos. La adición del látex aumenta sensiblemente su poder adherente, lo que lo hace perfectamente aplicable a la impresión de áridos.

El producto se mantiene húmedo sobre la malla, pero seca rápidamente sobre el soporte (5-10 min). Tanto los útiles empleados en la impresión como los posibles restos que pudieran quedar sobre la pantalla se limpian correctamente con agua fría.

### 3.9.5. Copolímero acrílico Agroquímica del Vallés



#### Marca

Agroquímica del Vallés  
Carretera de Ribes 123  
08520 Les Franqueses del Vallés  
Barcelona  
93 849 26 27  
[www.agroquimicadelvalles.com](http://www.agroquimicadelvalles.com)



<b>Producto</b>	Copolímero acrílico
<b>Soportes</b>	Al tratarse de un producto no específico para su uso en el campo de la impresión serigráfica el fabricante no incluye una relación de soportes para los cuales resulta indicado.
<b>Dilución</b>	Agua.
<b>Secado</b>	Al tacto inferior a 5 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua.
<b>Seguridad</b>	S2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S3/7 Consérvese en lugar fresco y manténgase el recipiente bien cerrado. S20 No comer ni beber durante su utilización.
<b>Protección</b>	Se recomienda proveer de una ventilación adecuada y disponer de un buen sistema de extracción general. Es aconsejable instalar fuentes oculares así como duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización. El uso de cremas protectoras puede ayudar a proteger las áreas expuestas de la piel. Se recomienda emplear guantes de protección adecuados y gafas protectoras.

**Tabla 30** / Ficha técnica Copolímero acrílico Agroquímica del Vallés

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Se trata de una emulsión acrílica de alta duración de la familia de los copolímeros fabricada por la compañía Agroquímica del Vallés para la elaboración de pinturas y otros usos al margen de la serigrafía, como el tratamiento de la madera o trabajos de albañilería.

Su composición 100% resina acrílica le otorga una alta retención del color y una excelente resistencia a la luz y al agrietamiento, lo que lo convierte en un producto apto para la fabricación de tintas y pinturas.

*Las resinas acrílicas son polímeros termoplásticos que se sintetizan a partir de monómeros acrílicos que contienen grupos reactivos. Los monómeros más habituales empleados para la fabricación de productos destinados al campo de las Bellas Artes son el ácido acrílico y el ácido metacrílico, con la adición de productos minoritarios que hacen variar considerablemente las propiedades del producto final.<sup>11</sup>*

De color blanco roto con brillos amarillentos, se presenta como un medio adhesivo que destaca por ser el producto más fluido que hemos probado. Para corregir su viscosidad la casa fabricante nos suministra un espesante específico, lo cual es interesante a la hora de ajustarla en función de los parámetros de impresión. En el recipiente desprende un intenso olor a amoníaco.

Su elevada fluidez le confiere un excelente movimiento sobre la superficie de la pantalla y un paso de malla muy fluido, adecuado para el trabajo con tejidos de lineaturas más elevadas, por encima de 43h/cm. Como se puede ver en la imagen 70, con el paso del tiempo se produce la decantación del árido, por lo que es necesario removerlo cada vez que vayamos a utilizarlo.

Al igual que ocurría con la metil celulosa, debido al elevado porcentaje de agua empleado en su fabricación, aparecen burbujas durante su impresión, tanto sobre la pantalla como en la capa impresa. Pese a que éstas desaparecen de la impresión transcurridos pocos segundos, dejan un rastro superficial, que da lugar a pequeños cráteres que le restan opacidad a la impresión, le aportan brillo y textura y nos permiten ver el soporte.

<sup>11</sup> PORTA, C. *Model d'un nou medium per a la pintura actual. Guia de nous materials en la pintura i el gravat*. Coord. M. Rosa Vives Piqué. Ediciones Universidad de Barcelona. Barcelona 2002. p. 63.



70 / Decantación del árido transcurridos diez días desde la fabricación del compuesto.

Para mejorar las características de la impresión del copolímero acrílico es recomendable añadirle el espesante oportuno, ya que en su impresión se producen encharcamientos en la imagen que reducen sensiblemente la calidad de la impresión en las superficies abiertas, líneas, tramas finas, y en la definición de los contornos.

El copolímero acrílico seca excepcionalmente rápido sobre el soporte (menos de 5 minutos), pero a su vez, seca sobre la pantalla mucho antes que otros productos de densidad superior, lo cual dificulta una impresión seriada. La adherencia conseguida empleando este producto es perfecta y se produce en menos de 5 minutos. La capa impresa se muestra altamente resistente y no aporta un relieve extra a la impresión.

Los útiles de trabajo como el tejido se limpian correctamente con agua fría.

### 3.9.6. Gel Titan Mate



**Marca**

Industrias Titan, S.A.

Pol. Ind. Pratense, calle 114, nº 21-23

08820 El Prat de Llobregat, Barcelona

Tel: 934 797 494

www.titanlux.com

<b>Producto</b>	Gel Acrílico Mate
<b>Soportes</b>	Apto para soportes porosos, puede aplicarse sobre todo tipo de lienzos o superficies de madera, cemento, cartón, yeso, marmolina, etc.
<b>Dilución</b>	Agua.
<b>Secado</b>	Al tacto inferior a 5 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua.

<b>Seguridad</b>	<p>R41 Riesgo de lesiones oculares graves.  R20/22 Nocivo por inhalación y por ingestión.  R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos.  S2 Manténgase fuera del alcance de los niños.  S15 Conservar alejado del calor.  S20/21 No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.  S23 No respirar el vapor.  S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.  S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.  S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua.  S29 No tirar los residuos por el desagüe.  S36/37/39 Usen indumentaria y guantes de protección adecuados y protección para los ojos / la cara.  S38 En caso de ventilación insuficiente, usen equipo respiratorio adecuado.  S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.  S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.  S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrela etiqueta o envase.</p>
<b>Protección</b>	<p>Se recomienda proveer de una ventilación adecuada y disponer de un buen sistema de extracción general. Es aconsejable instalar fuentes oculares así como duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización. El uso de cremas protectoras puede ayudar a proteger las áreas expuestas de la piel.</p>

**Tabla 31** / Ficha técnica Gel Titan Mate

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Medio acrílico con espesantes y mateantes basado en la dispersión de partículas en una resina polimérica acrílica, aditivos y agua. Producto diseñado para aumentar el rendimiento y la consistencia de la pintura acrílica. Acabado translúcido y elástico una vez seco. Mezclado con el color acrílico disminuye el grado de brillo. Se emplea como capa base o como acabado en pinturas acrílicas alargando el rendimiento de los colores acrílicos y para realizar texturas y volúmenes. Su poder adherente lo hace útil para técnicas de *collage* y pudiendo sobrepintarse con acrílicos, oleos, etc.

Podemos encontrarlo en versión mate, brillo y en una versión de alta viscosidad llamada Heavy Gel Acrílico Mate, que manteniendo los valores de brillo y color, le aporta mayor consistencia y relieve a la impresión.

El Gel Acrílico Mate es de color blanco lechoso en estado húmedo, y translúcido una vez seco. Posee un olor suave y consistencia pastosa y dúctil. Su densidad se puede ajustar añadiéndole un 10% de glicerina, con lo que conseguimos un medio más líquido, mejorándose su comportamiento sobre la pantalla y retardándose su secado, uno de los principales problemas de este medio adhesivo. Pese a tener un muy buen paso de malla, su deslizamiento sobre el tejido es más costoso que otros medios debido a su alto poder adherente. Seca demasiado rápido sobre el tejido, ocasionando la aparición de restos que entorpecen la impresión. Una de las mayores pegas es que no se desprende correctamente de la regleta lo que dificulta el proceso de impresión. Estos inconvenientes se ven acrecentados en la versión Heavy.



Con ambos productos se pueden lograr impresiones de buena calidad tanto en planos abiertos como en detalles de línea y tramas finas. Debido a su densidad las impresiones tienen un alto nivel de definición en los contornos.

Existe un ligero matiz de tono entre ambas versiones, siendo el Heavy Gel más rosáceo que el Gel. La versión Heavy Gel aporta un cierto relieve a la impresión, pero ninguno de los dos productos aporta rugosidad superficial ni brillo característico. Acepta una dilución razonable con agua manteniendo un altísimo poder de adherencia. Seca excepcionalmente rápido sobre el soporte (menos de 5 minutos), aunque también lo hace sobre la pantalla. El Gel Titan Mate tiene un enorme poder adherente que se ve incrementado en su versión Heavy. El Gel Titan y el Heavy Gel Titan tienen un precio superior al de otros medios adhesivos.

Es fácilmente soluble en agua y tanto los útiles de trabajo como el tejido se limpian correctamente con agua fría. El fabricante recomienda emplear agua con jabón, y en caso de secado del producto, limpiar con alcohol.

### 3.9.7. Medio acrílico mate Vallejo



#### Marca

Acrílicos Vallejo S.L.

Carrer d' Eusebi Millan, 14

08800 Villanova i la Geltrú Barcelona

Tel: 93 893 60 12 / Fax: 93 893 11 54

[www.acrylicosvallejo.com](http://www.acrylicosvallejo.com)

<b>Producto</b>	Acrylic Medim Mate
<b>Soportes</b>	Al tratarse de un producto no específico para su uso en el campo de la impresión serigráfica el fabricante no incluye una relación de soportes para los cuales resulta indicado.
<b>Dilución</b>	Agua.
<b>Secado</b>	Al tacto inferior a 5 minutos. Recomendado por el fabricante 20-30 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua.
<b>Seguridad</b>	Este producto puede considerarse como no peligroso para el hombre según el reglamento (CE) No.1272/2008. No requiere ninguna clasificación y ninguna etiqueta de aviso de peligro de acuerdo con los criterios del GHS., no obstante, en su hoja de seguridad se indican las siguientes medidas de seguridad que se deben respetar. S2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S3/7 Consérvese en lugar fresco y manténgase el recipiente bien cerrado. S20 No comer ni beber durante su utilización.
<b>Protección</b>	Se recomienda emplear guantes de protección adecuados y gafas protectoras.

Tabla 32 / Ficha técnica Medio acrílico mate Vallejo

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Este producto está fabricado por la casa Vallejo, marca especializada en la fabricación de colores acrílicos para Bellas Artes, artes decorativas y modelismo. La casa comercializa principalmente

colores en las series Artista y Estudio, suministra tintas líquidas, acuarelas, gouaches y otros productos auxiliares como gesso, barnices, médiums, texturizantes y productos limpiadores.

El medium acrílico mate está compuesto por una fórmula 100% resina acrílica con resistencia UV. Se emplea en la fabricación de sus colores de la serie Acrylic Artist Color. Mezclado con los colores aumenta la fluidez y transparencia mate, facilita difuminar las pinceladas y su adhesión al soporte. Está concebido para aportar un secado rápido, flexible e impermeable y puede conseguirse en versión brillante y mate.

En su versión mate es de color blanco lechoso en estado húmedo, y translúcido una vez seco. De olor suave, en el recipiente se presenta en un estado fluido que no necesita ser ajustado permitiendo su impresión con un perfecto paso de malla y movimiento sobre el tejido.

En su deslizamiento no genera restos en la superficie de la pantalla aunque si imprimimos a una velocidad elevada se generan diminutas burbujas, no obstante, a diferencia de otros medios adhesivos en los cuales se observaba este fenómeno, en el caso del medio acrílico Vallejo las burbujas desaparecen sin dejar rastro ni afectar a la calidad de la impresión.

Empleando el medio acrílico mate vallejo se pueden lograr impresiones de muy alta calidad en planos abiertos, líneas finas, detalles de trama y un alto nivel de definición a los contornos.

El brillo y la textura superficial que aporta a la impresión son mínimos. Resulta destacable el elevado poder adherente de este producto. Tiene un tiempo de secado inferior a 5 minutos pero no así sobre la pantalla donde se mantiene en perfectas condiciones de impresión.

Se aconseja su limpieza y la de los utensilios con agua tibia, no siendo utilizable como barniz final.

### 3.9.8. Adhesivo Aquatrans Aldeko



#### Marca

Aldeko Consumibles y Maquinaria, S.L.  
C/ Jose M<sup>a</sup> Escuzza, 18 2<sup>o</sup> Izq.  
48.013 Bilbao (Bizkaia)  
Tel. 94 427 14 92 / Fax 94 427 32 10  
e-mail: info@aldekonet.com

<b>Producto</b>	Adhesivo Aquatrans
<b>Soportes</b>	Textiles tejidos y sin tejer incluido el nylon, vinilos tipo skaï, neopreno, cuero, madera, flock de poliéster y de algodón.
<b>Dilución</b>	Agua.
<b>Secado</b>	Inferior a 5 minutos sobre papel. En textil el secado se efectúa entorno a los 50°C. Para su perfecto curado son necesarias temperaturas entorno a 110–140°C aplicadas durante 6 segundos como mínimo.
<b>Limpieza</b>	Agua.
<b>Seguridad</b>	No aparecen frases R y S reseñadas en su ficha técnica de datos de seguridad.
<b>Protección</b>	Usar guantes protectores de material adecuado según EN374 y EN420 y gafas de seguridad contra salpicaduras de líquidos según EN166. Como máscara puede usar la adecuada según EN141. Se recomienda emplear guantes de protección adecuados y gafas protectoras.

Tabla 33 / Ficha técnica Adhesivo Aquatrans Aldeko

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Se trata de un medio adhesivo *Hot-Melt* en base acuosa diseñado para la impresión serigráfica textil y para producir efectos de flocado, por lo que para obtener las máximas prestaciones de este producto es imprescindible respetar las indicaciones respecto al proceso de secado.

El adhesivo Aquatrans es muy transparente y se presenta con una densidad similar a una espuma tipo *mousse*. Conviene removerlo bien previamente al uso para ajustar su densidad.

De color blancuzco, en el recipiente presenta una textura muy característica que lo diferencia claramente del resto de medios adhesivos de base acuosa analizados. Es de olor suave en el recipiente e imperceptible sobre la impresión. El adhesivo Aquatrans está formulado para imprimir sin bloquear la malla y su viscosidad le permite tener buenas características de impresión en tirajes largos pero genera problemas a la hora de desprenderse de la regleta. No se observa la aparición de burbujas durante la impresión ni sobre el soporte.

Empleando este producto se pueden conseguir impresiones de muy buena calidad en planos abiertos y pequeños detalles de trama y línea. Ofrece una muy buena definición de contornos y una capa impresa sin apenas relieve, color o brillo. Su principal inconveniente es el mínimo poder adherente que tiene este producto sobre el papel por lo que no resulta adecuado para el trabajo con áridos.

Tiene un tiempo de secado inferior a 5 minutos sobre el soporte pero no así sobre la pantalla, donde se mantiene en perfectas condiciones para su impresión. Al estar concebido como un medio adhesivo para serigrafía textil, para su correcto secado se necesita de equipamiento específico ya que es necesario aplicarle calor a unos 50°C y para el curado 120°C.

Los útiles de trabajo como el tejido se limpian correctamente con agua fría

### 3.9.9. SDR Printbase



#### Marca

SDR aplicaciones serigráficas eco s.l.  
C/Carrasco i hormiguera, 26-28  
Local 5. Pol. Ind. Pla d'en boet  
08302 Mataró (Barcelona)  
Tel. 93 740 90 09 / Fax 93 757 61 79  
[www.sdr-eco.com](http://www.sdr-eco.com)

Producto	SDR Printbase
Soportes	Textil principalmente aunque da resultados de calidad media sobre papel y cartón.
Dilución	Agua.
Secado	Al tacto 5-10 minutos.
Limpieza	Agua.

<b>Seguridad</b>	<p>R10 Inflamable.</p> <p>R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.</p> <p>R65 Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar.</p> <p>R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.</p> <p>R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.</p> <p>S23 No respirar los vapores, aerosoles.</p> <p>S24 Evítese el contacto con la piel.</p> <p>S29 No tirar los residuos por el desagüe.</p> <p>S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.</p>
<b>Protección</b>	<p>Se recomienda proveer de una ventilación adecuada y disponer de un buen sistema de extracción general. Es aconsejable instalar fuentes oculares y duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización.</p> <p>El uso de cremas protectoras puede ayudar a proteger las áreas expuestas de la piel.</p> <p>Se recomienda emplear guantes de protección adecuados y gafas protectoras.</p>

**Tabla 34** / Ficha técnica SDR Printbase

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Base transparente específica para impresión de serigrafía textil a partir de emulsión acuosa de resinas acrílicas. Se suministra como complemento base para la aplicación de colores en carta de 24 y gama Tricromatic.

Color blanco lechoso semitransparente, en el envase desprende un olor más intenso que la mayoría de los medios adhesivos.

Presenta una densidad similar a un gel, lo que permite su correcta impresión sin necesidad de dilución. Tiene un paso de malla perfecto y muy buen movimiento sobre la pantalla, sin generar restos durante el proceso de impresión, pero tiende a adherirse en exceso a la regleta. Produce impresiones de muy buena calidad en planos abiertos así como líneas finas y tramas cerradas de gran detalle, manteniendo correctamente la definición en los perfiles.

Produce una impresión prácticamente imperceptible que no aporta color, ni brillo, ni relieve ni textura superficial al soporte, siendo esta su característica más destacable.

Necesita más tiempo que la media para secar sobre el soporte, no así sobre el tejido, donde se mantiene en perfectas condiciones de humedad. La adherencia de la SDR Printbase es media, y al igual que ocurre con otros medios para serigrafía textil se recomienda la adición de productos fijadores (fijador ETS) así como procesos de polimerización y secado superiores a los 130 °C. para su fijación permanente.

Los útiles de trabajo como el tejido se limpian correctamente con agua fría.

### 3.9.10. Marbay Aquabase 5200



#### Marca

Marbay S.L.

Vial Mogent, 10 Montornes del Vallés (Barcelona).

Tel: 935 720 444 – 935 720 542 / Fax 935 683 591

www.marbay.es



<b>Producto</b>	Aquabase 5200
<b>Soportes</b>	Papel, cartón y textil.
<b>Dilución</b>	Agua. Retardante especial Aquafix 5200.
<b>Secado</b>	Al tacto inferior a 5 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua. Restos de tinta con solución detergente o químicos adecuados. Suciedad resistente con diluyente MS-100.
<b>Seguridad</b>	Este producto no está considerado peligroso, según la Directiva 67/548/CEE-2009/2/CE (RD.363/1995-OM.PRE/1244/2006) y 1999/45/CE-2006/8/CE (RE.255/2003-OM.PRE/164/2007), no obstante, en su hoja de seguridad se indican las siguientes medidas de seguridad que se deben respetar. R10 Inflamable. R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R65 Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar. R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. S23 No respirar los vapores, aerosoles. S24 Evítese el contacto con la piel. S29 No tirar los residuos por el desagüe. S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
<b>Protección</b>	Se recomienda proveer de una ventilación adecuada y disponer de un buen sistema de extracción general. Es aconsejable instalar fuentes oculares y duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización. El uso de cremas protectoras puede ayudar a proteger las áreas expuestas de la piel. Se recomienda emplear mascarilla para gases y vapores (EN141), gafas de seguridad con protecciones laterales adecuadas (EN166), guantes resistentes a los productos químicos (EN374) así como el uso de vestimenta adecuada tipo mono de trabajo.

Tabla 35 / Ficha técnica Marbay Aquabase 5200

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La empresa Marbay es fabricante habitual de consumibles de serigrafía, principalmente tintas de base solvente, pero desde hace ya unos años ha comenzado a desarrollar productos en base acuosa que se comercializan dentro de la serie 5500 Aquafix. Esta línea de productos está diseñada para impresiones sobre papel de gramaje comprendido entre los 130 y 250gr/m<sup>2</sup> así como para prendas deportivas con todo tipo de fibras. La Aquabase 5200 puede mezclarse correctamente con todos los colores de la carta Aqua 5200, pudiéndose emplear para modificar la transparencia de las tintas y crear veladuras.

Se trata de un producto específico para serigrafía, de color blanco y densidad fluida, que desprende un olor similar a la cola blanca. Para conseguir los mejores resultados en la impresión se recomienda emplear tejidos en un rango de lineatura comprendido entre los 77 y 122h/cm, no obstante, hemos comprobado la posibilidad de obtener impresiones de muy alta calidad empleando pantallas de lineatura inferior (12-43h/cm). El producto se mueve perfectamente sobre la pantalla, pero sin el diluyente adecuado se observa la formación en el poro del tejido de la pantalla de una leve película plástica que a la larga puede generar problemas de obturación. No deja restos adhesivos durante su deslizamiento ni genera los problemas de aparición de burbuja de otros medios adhesivos con una densidad similar. Su despegue de la regleta es muy bueno.

En caso de ser necesario el fabricante nos recomienda para rebajar la viscosidad o como retardante, agua normal o destilada y aconseja el uso del retardante especial Aquafix para tramas finas y ambientes calurosos, solucionándose de esta manera los posibles problemas de obturación que pudieran surgir.

La Aquabase 5200 proporciona impresiones de muy buena calidad tanto en planos abiertos como en detalles de líneas finas y tramas y una excelente definición en los perfiles. Hay que destacar

que es el medio adhesivo que mayor color (amarillento) aporta al soporte, así como cierto brillo y una notable rugosidad superficial, lo que altera las características visuales de la impresión.

Presenta un tiempo de secado muy bajo sobre el soporte, inferior a 5 minutos manteniéndose en perfectas condiciones de humedad sobre la pantalla. Tiene un poder de adherencia muy elevado que se consigue transcurridos pocos minutos de su impresión.

Tanto los útiles de trabajo como el tejido se limpian correctamente con agua. El fabricante recomienda la limpieza de restos del producto con solución detergente o químicos adecuados y en caso de suciedad resistente con diluyente MS-100.

### 3.9.11. Base Transparente Unico AQ Ink 900



**Marca**

UNICO N.V - S.A.  
 Essenestraat, 20. B-1740 Ternat België - Belgique  
 Tel. +32.496.20.64.43 / +32.495.24.24.89  
 marc.humble@unico.be  
 Producto distribuido en el norte por:  
 Aldeko Consumibles y Maquinaria, S.L.  
 C/ Jose M<sup>a</sup> Escuza, 18 2º Izq. 48.013 Bilbao (Bizkaia)  
 Tel. 94 427 14 92 / Fax 94 427 32 10  
 e-mail: info@aldekonet.com

<b>Producto</b>	Base transparente Unico AQInk 900
<b>Soportes</b>	Cartón y papel de gramaje superior a 130gr/m <sup>2</sup> .
<b>Dilución</b>	Agua al 10-15% máximo. AQ-3 al 5%.
<b>Secado</b>	Inferior a 5 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua. Restos de tinta con solución detergente o químicos adecuados.
<b>Seguridad</b>	Calificado en su ficha de datos de seguridad como producto carente de peligros significativos sin frases S y R señaladas. Los productos de la serie AQ no contienen metales pesados ni disolventes en su composición.
<b>Protección</b>	En caso de contacto progresivo o repetido, usen guantes. No es absolutamente necesaria la ropa protectora. No es necesaria protección ocular. No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización. No se recomienda un equipo de protección respiratoria especial en las condiciones previstas de uso normal con una ventilación adecuada.

Tabla 36 / Ficha técnica Base Transparente Unico AQInk 900

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La Base Transparente AQ-900 es un producto auxiliar de la serie AQInk, línea de tintas serigráficas de alta pigmentación y base acuosa para cartón o papel de más de 130gr/m<sup>2</sup> fabricadas por la casa belga UNICO, empresa especializada en consumibles serigráficos en base solvente que desde hace años comercializa a su vez tintas y otros productos de alta calidad en base acuosa.

Se utiliza para hacer las tintas más transparentes y disminuir su fuerza colorante. También se puede emplear en ciertos casos como barniz de sobreimpresión. Un exceso de AQ-900 resta a la base resistencia a la luz. La Base Transparente AQ-900 HG (High Gloss) tiene las mismas aplicaciones que la AQ-900, pero resulta mucho más brillante.

La AQ-900 tiene un color blancuzco y una densidad media-alta. Desprende un intenso olor a amoníaco que desaparece en la impresión. Tiene un paso de malla y comportamiento sobre la pantalla perfecto, desprendiéndose correctamente de la regleta. Hay que destacar que los productos de la serie AQ además de contar con un diluyente propio, el AQ-3, tienen una amplia gama de medios auxiliares que permiten alterar las propiedades del productos en función del uso que la vayamos a dar, tales como el Wax Compound AQ-900 para aumentar la resistencia a la rayadura, el Sharp Compound AQ-910 para ajustar la densidad del producto a la necesidades de la impresión en cuatricromía, el Endurecedor AQ-D para aumentar la resistencia a la intemperie o el Anti-Foam AQ-AM 3 para evitar la formación de burbujas.

Con la base AQ-900 se logran impresiones de muy alta calidad tanto en planos abiertos como en detalles de tramas y línea, respetando perfectamente la definición de los contornos de la impresión. Produce una impresión mate con cierta textura superficial.

Tiene un tiempo de secado inferior a 5 minutos y un poder de adherencia muy elevado. El fabricante aconseja limpiar la pantalla con agua lo más rápidamente posible después de la impresión ya que la tinta seca es más difícil de eliminar. Los residuos de tinta pueden eliminarse con una solución detergente o químicos adecuados.

### 3.9.12. Marabú Aqua Mattlack Varnish



#### Marca

Marabú España S.L.

Camí de Can Ferran 6, Pol. Ind. Coll de la Manya

08403 Granollers Barcelona

Tel: 93 846 70 51 / Fax: 93 849 39 88

[www.marabu.es](http://www.marabu.es)

<b>Producto</b>	Aqua Mattlack Varnish
<b>Soportes</b>	Al tratarse de un producto no específico para su uso en el campo de la impresión serigráfica el fabricante no incluye una relación de soportes para los cuales resulta indicado.
<b>Dilución</b>	Agua.
<b>Secado</b>	Al tacto inferior a 5 minutos.
<b>Limpieza</b>	Agua.
<b>Seguridad</b>	Producto descrito como inocuo sin ningún tipo de riesgo potencial para la salud. Indicado como libre de amonio, arsénico, bario, plomo, cromo, mercurio y selenio. Según las normativas CE es un producto que no necesita de etiquetado específico de seguridad.
<b>Protección</b>	Se recomienda emplear en espacios de trabajo con buena ventilación. No requiere del uso de guantes, gafas u otro tipo de elementos de protección.

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Este producto está fabricado por la casa Marabú, marca especializada en la fabricación de tintas de serigrafía de base solvente así como UV. El fabricante suministra tintas líquidas, y otros productos auxiliares como médiums, texturizantes, productos limpiadores y barnices entre los que encontramos el Mattlack (también disponible en versión brillo).

El Mattlack está descrito como barniz para hobbies y manualidades, basado en una disolución acuosa de resinas acrílicas. Los fabricantes, conscientes de las potenciales aplicaciones de este producto a labores domésticas y trabajos infantiles han creado un producto que resulta inocuo para la salud y respetuoso con el medio ambiente.

En su versión mate es de color blanco lechoso en estado húmedo que se vuelve translúcido una vez seco. De olor suave, en el recipiente se presenta en estado fluido que permite su impresión con un perfecto movimiento sobre la pantalla. Se descuelga perfectamente de la regleta. Tiene un paso de malla perfecto y en su deslizamiento no genera restos en la superficie de la pantalla aunque si burbujas que se mantienen en la impresión, dejando un aspecto superficial de piel de sapo con pequeños puntos abiertos.

Empleando el barniz Mattlack se pueden lograr impresiones de calidad media en planos abiertos así como en líneas finas y detalles de trama, ya que las burbujas restan definición y calidad en el acabado. Tiene una buena calidad de definición en los perfiles.

Este producto aporta más brillo que la mayoría de los analizados debido a las burbujas, lo que no ocurre con la textura superficial rugosa. El tiempo de secado ronda los 5 minutos, transcurridos los cuales se logra una adherencia muy fuerte en la capa impresa. Se aconseja su limpieza y la de los utensilios con agua tibia.

### 3.10. ESTUDIO COMPARATIVO DE MEDIOS ADHESIVOS DE BASE ACUOSA

Una vez descritas las principales características de los medios adhesivos, comprobado su comportamiento sobre la pantalla y demostrada su capacidad de impresión, hemos analizado diversos aspectos de la impresión conseguida empleando exclusivamente el medio adhesivo sin retardantes, diluyentes, espesantes u otros productos auxiliares que pudieran alterar sus propiedades (Consultar P1 Tipos de adhesivo y P2 Adhesivo+árido). Resulta ahora necesario conocer que ocurre en todas las fases del proceso de impresión cuando añadimos al una carga controlada de árido (40%). Para ello hemos realizado el siguiente estudio comparativo.

Recordamos que a la unión de un medio adhesivo con un árido la denominamos: **compuesto árido imprimible** o sencillamente **compuesto**.

La adición del árido alterará muchas de las propiedades del medio adhesivo, como la densidad, el color o el peso, su comportamiento sobre la pantalla, las características de la impresión, brillo, opacidad, textura superficial, etc.

En el siguiente apartado se recogen los resultados de la experimentación llevada a cabo con los medios adhesivos de base acuosa en conjunción con carburo de silicio. Se ha analizado el comportamiento del compuesto y las principales características de su impresión. En la fabricación del compuesto no se han empleado diluyentes, colorantes, anticatódicos, ni otros productos auxiliares.

Prácticamente la totalidad de medios adhesivos empleados reúnen las propiedades necesarias para convertirse en vehículos aglutinantes del árido, creándose dispersiones correctas del material sólido en el medio adhesivo. En más de un 90% de los casos el medio adhesivo nos ha permitido imprimirlo correctamente conjuntamente con el árido obteniéndose impresiones de buena o muy buena calidad.

Para estas pruebas se ha impreso SiC negro 240 con pantallas de 24h/cm.

Para analizar los 12 compuestos se han empleado 25 criterios recogidos en tres apartados distintos:

- **Fabricación del compuesto:** mezcla, coloreado de la mezcla, densidad, dilución, olor, decantación y precio.
- **Comportamiento sobre la pantalla:** movimiento, restos, burbuja, paso de malla, descuelgue de la regleta, secado, estabilidad y limpieza.
- **Calidad de la impresión:** planos, detalles finos, definición de los bordes, opacidad, coloreado, brillo, burbujas, alabeado del papel, adherencia y secado.

En la tabla 39 se recogen en forma de valoración numérica, en una escala del 1 al 5 (donde el 5 sería el resultado máximo que se podría obtener y el 1 el mínimo), los resultados obtenidos del análisis de los 12 compuestos realizados empleando los medios adhesivos de base acuosa.

La relación numérica de calidad queda establecida de la siguiente manera:

1 = Muy malo

2 = Malo

3 = Regular

4 = Bueno

5 = Muy bueno

### 3.10.1. Fabricación del compuesto

En este apartado se recogen las valoraciones de los datos obtenidos analizando los principales aspectos de la fabricación del compuesto. Todos han sido fabricados respetando la siguiente proporción: 60% de medio adhesivo + 40% de SiC 240.

Esta proporción no es azarosa, sino que en base a experiencias previas hemos comprobado como en la mayoría de los casos, cuando se supera esta proporción, el compuesto logrado no reúne las propiedades necesarias para ser impreso. En todos los casos el compuesto creado empleando este porcentaje ha resultado imprimible. Debido a las grandes diferencias existentes en la densidad de los distintos medios adhesivos hay que destacar que, en algunos casos la densidad del compuesto logrado estaba al límite de lo que consideramos imprimible y en otros resultaba un compuesto relativamente líquido capaz de aceptar un mayor porcentaje de árido.

En la fase de pre-impresión se ha comprobado como no todos los medios adhesivos reaccionan igual al mezclarse con el árido.

La facilidad con la que el medio adhesivo incorpora en su mezcla al árido varía sustancialmente de uno a otro. Los medios adhesivos más líquidos, como la metil celulosa o el copolímero acrílico, lo incorporan con mayor rapidez, mientras que los medios adhesivos más densos, como el gel titán, lo hace de manera más lenta y trabajosa.

Los aspectos analizados en este primer apartado de la comparativa son:

- **Mezcla:** facilidad con la que se mezclan el árido y el medio adhesivo sin diluyentes o retardantes.
- **Coloreado de la mezcla:** color que aporta el medio adhesivo al árido.
- **Densidad:** densidad del compuesto obtenido por la mezcla del medio adhesivo más el árido.
- **Dilución:** necesidad de adición de otro producto para lograr la densidad correcta para su impresión.

- **Olor:** olor que desprende el medio adhesivo en el recipiente en el que se comercializa nada más abrirlo.
- **Decantación:** transcurridos 10 días desde la realización del compuesto observamos si el árido precipita por decantación quedando el medio adhesivo en superficie.
- **Precio:** precio de venta al público del producto en envase de 1 kg.

### 3.10.2. Comportamiento en pantalla

En este segundo apartado se recogen las valoraciones obtenidas a partir del análisis del comportamiento del compuesto en distintos momentos del proceso de impresión, desde que es depositado sobre la zona de descanso de tintas en la pantalla, durante el movimiento de inundación y el de impresión, hasta su posterior limpieza.

Las cuestiones relativas a su comportamiento en pantalla se han analizado empleando una pantalla de marco de aluminio de perfil cuadrado para garantizar un tensado óptimo con tejido de poliéster monofilamento y lineatura 24. El tejido ha sido sensibilizado con emulsión de Diazo por ambas caras, y para imprimir se ha empleado una regleta de 65° shore de goma de neopreno bicomponente con un alma de mayor densidad.

Los aspectos analizados son:

- **Movimiento:** desplazamiento de la regleta durante el movimiento de inundación y de impresión del compuesto.
- **Restos:** aparición de posibles restos tipo grumos derivados del exceso de rapidez en el secado del compuesto.
- **Burbujas:** aparición de burbujas producidas por el movimiento de la regleta tanto en la superficie de la pantalla como de la capa impresa.
- **Paso de malla:** capacidad de un compuesto de pasar a través de los huecos abiertos en el tejido de la pantalla sin dejar en ellos ningún tipo de resto, ni del medio adhesivo ni del árido.
- **Descuelgue de la regleta:** propiedad del compuesto para que una vez realizados los movimientos de la regleta sobre la pantalla, este se descuelgue correctamente de la regleta en la zona de descanso de tintas.
- **Secado:** mantenimiento de la humedad necesaria del compuesto sobre el tejido que garantice la posibilidad de impresión seriada.
- **Estabilidad:** propiedad del compuesto para mantenerse sobre el tejido con la densidad adecuada para no expandirse por toda la pantalla.
- **Limpieza:** facilidad con la que se limpian los restos del compuesto de la pantalla y de los demás útiles que intervienen en el proceso de impresión.

### 3.10.3. Calidad de la impresión

En este apartado se recogen las valoraciones relativas a la calidad de la impresión lograda empleando un compuesto árido con el porcentaje descrito en el apartado relativo a la fabricación.

La calidad en la impresión la entendemos como la capacidad que tiene un compuesto árido imprimible para reproducir con la mayor fidelidad posible todos y cada uno de los elementos gráficos (plano, trama y línea) incluidos en el fotolito empleado para crear la imagen sobre la emulsión.

El criterio relativo al coloreado del árido se refiere a la capacidad colorante que tienen algunos medios adhesivos. No consideramos el coloreado del árido como una reducción de calidad de la impresión en sí mismo pero si entendemos que altera las propiedades de color del árido impreso, algo que no es deseable en un medio adhesivo.

Las comprobaciones relativas a la capacidad de adherencia al soporte de un compuesto se han realizado en dos fases diferenciadas: una vez transcurridos 5 minutos desde su impresión y al cabo de 24 horas. La comprobación de la adherencia se ha realizado empleando el análisis de corte reticular tal y como se describe en el apartado 7.3.1. Adherencia.

Los aspectos relacionados con la calidad de la impresión se han analizado imprimiendo sobre papel blanco de 315gr/m<sup>2</sup> tres motivos distintos: un plano de 50 x 50mm, una trama de puntos de tamaño decreciente y tres líneas de 5, 1 y 0,5mm de grosor respectivamente. Para la valoración se han realizado un total de 10 impresiones con cada uno de los compuestos y se ha tomado como referencia la quinta impresión

Los aspectos analizados han sido:

- **Plano:** capacidad de un compuesto para imprimir correctamente un plano abierto.
- **Detalles finos:** capacidad de un compuesto para reproducir con fidelidad detalles finos tanto de trama como de línea.
- **Definición de los bordes:** capacidad de un compuesto para respetar la definición de los bordes tanto del plano como de línea y trama.
- **Opacidad:** capacidad del compuesto de ocultar las características de color, brillo y rugosidad del soporte sobre el cual ha sido impreso. Para realizar la comparativa de opacidad se han realizado las impresiones sobre una trama de líneas de varios colores.
- **Coloreado:** aporte de color a la impresión derivado del poder colorante del medio adhesivo.
- **Brillo:** brillo extra que un medio adhesivo puede aportar al árido. Al igual que el coloreado, entendemos que el aporte de brillo a la impresión es una característica que puede alterar el aspecto de la impresión.
- **Burbujas:** se refiere a la aparición de burbujas en la superficie de la impresión. Éstas producen generalmente impresiones de baja calidad, dejando marcas o pequeños puntos abiertos tipo cráteres en la zona donde se genera la burbuja.
- **Alabeado del papel:** capacidad del medio adhesivo derivada de la tensión superficial que se genera en la superficie de la capa impresa capaz de ondular el soporte papel.
- **Adherencia:** capacidad que tiene el compuesto de adherirse de forma permanente y duradera al soporte.
- **Secado:** velocidad con la que seca superficialmente la capa impresa.

La valoración final se expresa como la media aritmética resultante de la suma de todas las puntuaciones dividida entre el número de factores analizados. Se expresa en una cifra con decimales comprendida entre de 1 y el 5.

Producto	Densidad	Tono	Dilución	Movimiento en pantalla	Paso de malla	Burbuja	Secado prematuro pantalla
Goma arábica grano PRS	Media	Ambarino transparente	Agua	Bueno	Bueno	Si	No
Metil celulosa	Media	Transparente	Agua	Bueno	Bueno	Si	No
Látex 4070 Valentine	Alta	Blanco	Agua	Muy bueno	Bueno	No	No
Metil celulosa + látex 4070	Media/alta	Lechoso	Agua	Bueno	Bueno	Si	No



Copolímero acrílico A. Vallés	Fluida	Lechoso	Agua	Malo	Bueno	Si	Si
Gel acrílico Titán mate	Alta	Blanco	Agua	Regular	Bueno	No	Si
Medium acrílico Vallejo	Fluida	Blanco-lechoso	Agua	Bueno	Bueno	No	No
Aldeko Aquatrans	Media	Blanco	Agua	Bueno	Bueno	No	No
SDR Printbase	Alta	Blanco-lechoso	Agua	Bueno	Bueno	No	No
Marbay Aquabase 5200	Fluida	Blanco	Agua	Bueno	Bueno	No	No
Unico Base AQ-900	Media-alta	Lechoso	Agua	Muy bueno	Muy bueno	No	No
Marabú Mattlack	Fluida	Lechoso	Agua	Muy bueno	Muy bueno	Si	No

Producto	Correcto despegue regleta	Alabeado papel	Calidad impresión	Adherencia	Secado sobre papel	Limpieza
Goma arábica grano PRS	Si	No	Baja	Muy débil	10-15´	Agua
Metil celulosa	Si	No	Baja	Débil	10-15´	Agua
Látex 4070 Valentine	Si	No	Muy alta	Muy fuerte	0-5´	Agua
Metil celulosa + látex 4070	Si	No	Media	Muy fuerte	5-10´	Agua
Copolímero acrílico A. Vallés	Si	No	Media	Muy fuerte	0-5´	Agua
Gel acrílico Titán mate	No	No	Alta	Muy fuerte	0-5´	Agua
Medium acrílico Vallejo	Si	No	Alta	Muy fuerte	0-5´	Agua
Aldeko Aquatrans	No	No	Alta	Muy débil	0-5´	Agua
SDR Printbase	No	No	Alta	Débil	5-10´	Agua
Marbay Aquabase 5200	Si	No	Alta	Muy fuerte	0-5´	Agua
Unico Base AQ-900	Si	No	Muy alta	Muy fuerte	0-5´	Agua
Marabú Mattlack	Si	No	Media	Muy fuerte	5-10´	Agua

Tabla 38 / Comparativa realizada a partir del análisis del producto sin medios auxiliares empleando una malla de 90h/cm, y una segunda prueba con SiC 240 y una malla de 24h/cm sobre papel de 315gr/m<sup>2</sup>.

Producto	Goma arábica	Metil celulosa	Metil celulosa + Látex 4070	Látex 4070	Gel Titan	Marbay Aquabase 5200	Copolímero acrílico A. Vallés	Medium mate Vallejo	Adhesivo Aquatrans Aldeko	SDR Printbase	Unico AQ-900	Marabú Mattlack
<b>FABRICACIÓN DEL COMPUESTO</b>												
Facilidad de mezcla	5	5	5	5	2	5	5	5	4	5	5	5
Coloreado de mezcla	5	5	4	4	3	5	5	5	4	5	5	5
Densidad	1	3	5	4	3	5	5	5	3	5	4	5
Dilución	5	5	4	4	3	5	5	5	4	5	4	5
Olor	3	5	4	4	4	5	5	4	5	2	2	3
Decantación	1	3	4	5	5	4	1	5	5	5	5	4
Precio	1	2	4	5	1	4	5	4	1	3	4	3
<b>COMPORTAMIENTO DEL COMPUESTO EN LA PANTALLA</b>												
Movimiento	1	4	4	4	3	5	5	5	5	5	5	5
Restos	5	5	5	5	1	5	2	3	5	5	5	5
Burbujas	1	1	2	5	5	3	1	5	5	5	5	3
Paso de malla	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
Descuelgue de la regleta	5	5	5	4	1	5	5	5	3	3	3	5
Secado	5	5	5	5	1	5	1	5	5	5	5	5
Estabilidad	2	2	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3
Limpieza	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>CALIDAD DE LA IMPRESIÓN</b>												
Plano	3	3	4	5	4	3	1	4	1	3	5	5
Detalles finos	3	2	5	4	3	3	1	4	1	4	5	5
Definición bordes	3	3	4	5	4	4	1	4	1	3	5	5
Opacidad	3	2	4	5	5	3	2	4	1	4	4	3
Coloreado	5	4	3	5	2	1	5	5	1	5	5	3
Brillo	1	1	2	5	5	5	1	4	1	3	4	3
Burbujas	1	1	2	5	5	2	1	5	1	4	5	3
Alabeado del papel	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Adherencia	2	4	5	5	5	5	5	5	1	2	5	5
Secado	1	3	4	5	5	5	5	5	1	3	5	5
<b>VALORACIÓN MEDIA</b>	<b>3,08</b>	<b>3,32</b>	<b>4,16</b>	<b>4,72</b>	<b>3,60</b>	<b>4,20</b>	<b>3,40</b>	<b>4,64</b>	<b>3,12</b>	<b>4,16</b>	<b>4,60</b>	<b>4,32</b>

Tabla 39 / Comparativa realizada en base a los datos relativos al producto facilitados por los distribuidores de los distintos medios adhesivos y análisis propios en base a la impresión de SiC 240 y con pantalla de 24h/cm.

### 3.11. CONSIDERACIONES ENTORNO A LOS MEDIOS ADHESIVOS DE BASE ACUOSA EMPLEADOS EN LA IMPRESIÓN DE ÁRIDOS

La primera conclusión que queremos hacer constar tras el análisis de los productos incluidos en este apartado es la confirmación de la existencia en el mercado actual de una amplia oferta de medios adhesivos de base acuosa que nos garantizan excelentes resultados respetando los parámetros operativos derivados de la inclusión de los áridos en el proceso de impresión serigráfica.

Como se deduce de los resultados recogidos en la comparativa, la gran mayoría de los medios adhesivos analizados cumplen con los requisitos necesarios para su impresión sobre papel en las condiciones de trabajo descritas anteriormente.

Atendiendo a la oferta de mercado hemos podido comprobar como todavía son una minoría los fabricantes de productos serigráficos que apuestan por desarrollar una línea de base acuosa, no obstante van aumentando su presencia en el sector. Hemos localizado fabricantes como Unico y Marbay que ofrecen dos líneas de productos, una en base solvente y otra en base agua, e incluso fabricantes como SDR, cuya producción se realiza íntegramente en base agua.

No entraremos a analizar los motivos por los cuales la incorporación de los productos de base acuosa se realiza de una forma tan lenta en el sector serigráfico nacional. Entendemos que existe un gran arraigo, así como una dependencia en la industria de la impresión de los productos de base solvente, fundamentada en sólidos argumentos de productividad y rendimiento.

Hemos localizado multitud de productos de base acuosa que pueden servirnos de medios adhesivos como barnices, lacas, geles, medios acrílicos, materiales de manualidades, así como productos específicos de serigrafía diseñados a tal efecto, en un entorno que resulta accesible y sin necesidad de recurrir a suministradores extranjeros, por lo que podemos afirmar que no sólo los productos que podemos encontrar en el mercado de consumibles de serigrafía son aptos para la impresión de áridos, sino que existe una amplia gama de productos con diversas presentaciones y propiedades que se adaptan a las exigencias del proceso de impresión del árido.

La facilidad de acceso a dichos adhesivos genéricos es una cuestión a valorar, ya que podemos encontrarlos en un entorno cercano sin necesidad de recurrir a los suministradores de consumibles de serigrafía que en muchas ocasiones no resultan tan accesibles. Esto repercute asimismo en el coste del producto, ya que debemos sumar al precio del medio adhesivo los gastos derivados del transporte y envío. Como dato significativo hemos de decir que no hemos encontrado un producto específico de serigrafía que resulte más barato que el látex, que es localizable en cualquier droguería, y que no sólo reúne las propiedades necesarias para ser impreso sino que además supera en calidad a algunos de los medios adhesivos específicos de serigrafía analizados en este trabajo.

La calidad de los resultados obtenidos empleando medios adhesivos de base acuosa es extensible a todas las fases del proceso de impresión, la fabricación previa del compuesto árido imprimible, su comportamiento durante la impresión, la compatibilidad con los productos específicos de serigrafía, la calidad de las impresiones logradas, su facilidad de limpieza empleando simplemente agua, etc.

Como ya hemos destacado a lo largo de este capítulo, la impresión del árido va a estar condicionada por las características de los medios adhesivos, por lo que consideramos necesario comprobar la imprimibilidad y las características del medio adhesivo a serigrafiar de forma aislada y con anterioridad a la adición del árido. Esto nos ayudará a conocer con antelación algunas de las características de la impresión, y en el caso de ser necesario modificar algunas propiedades del compuesto, fundamentalmente su densidad, para ajustarla a nuestros intereses.

Los medios adhesivos que contienen una mayor cantidad de agua en su composición, tales como la metil celulosa o el copolímero acrílico se mezclan con una mayor facilidad que los medios más densos, pero en contrapartida, esta falta de densidad repercute en la calidad de la impresión

de la misma manera que lo haría una tinta convencional demasiado líquida, es decir, encharcando o distorsionando los perfiles de la impresión. Esta mayor proporción de agua en su composición hace que al imprimirse aparezcan burbujas durante el movimiento de la regleta por la superficie porosa del tejido, que después son claramente perceptibles en la superficie de la impresión, lo que distorsiona considerablemente su calidad, algo que no sucede con los medios adhesivos más densos.

Cuando empleemos medios adhesivos excesivamente líquidos necesitaremos de la adición de un producto espesante para ajustar la densidad del compuesto y solucionar los problemas derivados de su exceso de fluidez. En algunos casos como el de la metil celulosa o la goma arábica se pueden reducir estos problemas disminuyendo la proporción de agua en la fabricación del medio adhesivo, pero en el caso de los medios adhesivos que se nos venden ya preparados necesitaremos de un espesante específico que en muchas ocasiones no es posible encontrar entre los productos facilitados por el distribuidor o el fabricante. Para solucionar estos problemas empleamos productos como el alginato de sodio y la sílice pirogénica, ambos polvos tixotrópicos que funcionan como espesantes. Resulta más sencillo aligerar la densidad, ya que en el caso de los medios adhesivos específicos de serigrafía los fabricantes nos facilitan los diluyentes necesarios. En ambos casos al tratarse de productos hidrosolubles, la adición de agua favorece la dispersión de las partículas o granos que se integran en su composición, lo que afecta a su capacidad de adherencia y velocidad de secado. Por este motivo hay que ser cuidadosos cuando modifiquemos la composición de un medio adhesivo y atender en todo momento a las indicaciones del fabricante, ya que de otra manera no podemos garantizar las óptimas cualidades del mismo.

Las condiciones ambientales de temperatura y humedad afectan a las propiedades de los medios adhesivos de base acuosa, principalmente a sus tiempos de secado. En ambientes calurosos la evaporación del agua contenida en el medio adhesivo se realiza mucho más rápido que en ambientes frescos. La aceleración de la velocidad de secado del medio adhesivo sobre el soporte agiliza el proceso de impresión seriada, pero no es deseable cuando esto ocurre sobre el tejido de la pantalla. Para evitar el secado prematuro podemos añadir un pequeño porcentaje de glicerina (5 - 10%) que debido a sus propiedades higroscópicas retarda el secado del compuesto. Alterar las propiedades de los compuestos creados empleando medios adhesivos de base acuosa resulta sencillo y no requiere del uso de productos altamente especializados.

Los productos de base acuosa alcanzan niveles de calidad que igualan o superan, en algunos casos, las cualidades de los medios adhesivos de base solvente en miscibilidad con los áridos, comportamiento sobre la pantalla, tiempos de secado, calidad y resistencia de la impresión, precio, etc. Si a este argumento que ya de por sí tiene el peso necesario como para priorizar su uso frente a los de base solvente, le añadimos el hecho de que los medios adhesivos de base acuosa son en su totalidad menos agresivos para la salud del usuario, requieren de una menor infraestructura y medidas laborales de seguridad y resultan mucho más respetuosos con el medio ambiente, consideramos que su uso no hace sino aportar beneficios al proceso de impresión con áridos.





CAPÍTULO 4.  
LA CAPA IMPRESA EN SERIGRAFÍA





## 4. LA CAPA IMPRESA EN SERIGRAFÍA

Antes de profundizar en las características de una imagen impresa mediante serigrafía de áridos creemos conveniente, por cuestiones de organización y para facilitar la comprensión previa de algunos términos, realizar una descripción de aquellos que consideramos centrales en el proceso y que son de uso frecuente en este medio.

Sea cual sea el sistema de impresión o estampación que empleemos, xilografía, impresión digital, litografía sobre piedra o aluminio, o calcografía, cuando en el proceso se emplee una tinta, del resultado de su impresión se derivará una capa impresa.

La porosidad del soporte dota al mismo de la excelencia en su capacidad para la recepción de la tinta, lo cual no invalida el uso de otros no porosos, tanto en la creación artística como en los procesos industriales de impresión como la litografía sobre metal o la serigrafía sobre plásticos, vidrio, etc.

En la impresión serigráfica, al tratarse de un depósito superficial que no tiene porqué penetrar en el soporte, la naturaleza de este puede ser mucho más variada. Además del papel es frecuente la impresión sobre otros materiales como metal, madera, tela, plástico, vidrio, etc. Por lo tanto, a lo largo de este trabajo de investigación nos centraremos y referiremos a la serigrafía como un sistema de impresión.

Una de las peculiaridades de la serigrafía es la posibilidad que nos ofrece de generar capas impresas en las cuales el grosor, opacidad, color, etc., son altamente homogéneas.

### 4.1. DEFINICIÓN DE CAPA IMPRESA

**La capa impresa es el depósito de una cierta cantidad de tinta o cualquier otro compuesto imprimible sobre un soporte.**

La serigrafía no es sólo el sistema de impresión que nos permite crear capas impresas sobre un mayor número de soportes, sino que a su vez nos posibilita controlar su espesor, modificando a voluntad algunos de los parámetros que intervienen en el proceso, tales como la densidad del producto a imprimir, la dureza de la goma de la regleta, el cliché empleado para crear la imagen en la pantalla, el tipo de emulsión, el grosor del hilo, la lineatura y otras características del tejido que la compone.

La serigrafía permite la creación de los mayores espesores de la capa impresa multiplicando por diez, quince e incluso veinticinco el espesor en dicho depósito.

Las características del grosor en la capa impresa sobre papel variarán principalmente en función de:

- **Las tintas:** cada tinta posee una densidad particular que está en función de los productos empleados en su formulación. Las tintas más densas producen grosores más elevados, mientras que las más líquidas penetran mejor en el papel y producen capas más finas, no obstante, la densidad se puede modificar empleando diluyentes o espesantes que nos permiten ajustarla a nuestras necesidades y objetivos.
- **El tejido:** las características del tejido, especialmente el diámetro del hilo, la lineatura y el tipo de trenzado empleado condicionarán el mayor o menor paso de tinta, y por lo tanto el grosor de la capa impresa. Una pantalla de 12h/cm (hilo de 140 micras de diámetro = tejido de 256 micras) empleada en la impresión de áridos de gran tamaño produce un volumen teórico de tinta de  $174,6\text{cm}^3/\text{m}^2$ , mientras que otro de 43h/cm (hilo de 80 micras de diámetro = tejido de 134 micras) empleado con los áridos más finos producirá un volumen teórico de tinta de  $19,2\text{cm}^3/\text{m}^2$ . Así pues, cuanto menor sea la lineatura, mayor será el grosor de la capa impresa<sup>1</sup>.

Para garantizar estos valores en la impresión es necesario mantener una correcta tensión en toda la superficie del tejido.

- **La capa sensible:** en el caso de las emulsiones empleadas en esta investigación, el tipo y número de capas que apliquemos a la pantalla también influirá en el grosor de la capa impresa. A mayor número de capas de emulsión mayor será el grosor de la capa sensible, así como de la capa impresa.
- **La regleta:** la dureza de la goma de la regleta condiciona el paso de tinta. Las gomas más blandas, 40 – 45°Shore, fuerzan un paso mayor de tinta que se traduce en un mayor grosor de la capa impresa. Estas gomas se emplean en la impresión de textiles así como de elementos y superficies irregulares, mientras que las más duras, entre los 80–85°Shore, se emplean para la impresión de detalles muy finos.
- **Angulación de la regleta:** durante la impresión la angulación del filo de la regleta con el plano formado por la superficie del tejido condiciona el paso de tinta. Un ángulo correcto para la impresión se sitúa entre los 75-85°, mientras que las angulaciones inferiores tienden a forzar un mayor paso de tinta, el cual produce una impresión empastada y de menor calidad en los detalles finos. Por lo tanto, una angulación excesiva producirá un mayor paso de tinta, y un consecuente aumento en el grosor de la capa impresa.
- **El soporte:** las características del soporte, principalmente su porosidad y capacidad de absorción van a influir en el grosor de la capa impresa. Los soportes más absorbentes producirán grosores menores, ya que una parte del material impreso será absorbida por él, mientras que en los soportes no absorbentes la totalidad del material impreso quedará en su superficie y por lo tanto producirán un mayor grosor en la capa impresa.

Todos estos factores condicionan el grosor de la capa impresa en el trabajo con tintas convencionales así como en el de los compuestos áridos, aunque en nuestro caso, los grosores son sensiblemente mayores debido al gran tamaño que poseen los granos de áridos en comparación con las partículas de pigmento.

<sup>1</sup> Para un mayor desarrollo de las características de los tejidos consultar la Tabla 4 del apartado 2.5.1.3. Límites granulométricos en función del tejido. p 142.

## 4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN

En este apartado vamos a realizar una descripción del proceso de impresión convencional en serigrafía. Aunque el uso de los compuestos áridos imprimibles introduce variables en los parámetros de impresión, como las características del tejido de las pantallas empleadas, el tipo de emulsión adecuado a determinadas lineaturas, y la dureza de la regleta, siempre tomaremos como referente el proceso de impresión convencional, ya que entendemos que el orden de cada paso del proceso de impresión es el mismo.

Como explicábamos en la introducción, la impresión en serigrafía se lleva a cabo haciendo pasar la tinta a través de los huecos o poros abiertos del tejido de la pantalla.

La estructura reticular del tejido está formada por la intersección de hilos entrecruzados y los huecos resultantes de dicha intersección. Algunos de estos huecos se obturan a voluntad y otros permanecen abiertos (no obturados). Es a través de estos huecos abiertos por donde penetra la tinta u otros materiales en su paso hacia el soporte mediante la presión ejercida por la regleta.

La pantalla cuenta con dos caras diferenciadas:

- **La cara exterior:** aquella que entra en contacto con el soporte sobre el cual se desea imprimir.
- **La cara interior:** sobre la cual se coloca la tinta y se realizan los movimientos necesarios para hacer que pase a través del tejido en dirección al soporte.

Una vez realizados todos los ajustes previos a la impresión tales como colocación de la pantalla en la mesa de impresión, sistema de registro, fuera de contacto, corrección de los posibles fallos en el cliché, protección de los márgenes del bastidor, etc., se coloca en la cara interior de la pantalla la cantidad de tinta que estimemos necesaria en la zona habituada para ello, denominada zona de descanso de tintas. Esta zona de descanso de tintas debe ser lo suficientemente amplia como para albergar la tinta con la que vamos a trabajar, mantener unos márgenes de distancia con el marco y la imagen a imprimir, así como una zona de posado para la regleta.

### 4.2.1 Impresión por carga simple

Una vez creado el depósito de tinta sobre la pantalla, la impresión (independientemente del sistema que empleemos, manual, semiautomático o automático) se realizará en dos movimientos diferenciados.

Un **primer movimiento, denominado de carga o inundación** de la pantalla, en el cual se desplaza la tinta por la cara interior con ayuda de la regleta haciendo que la tinta penetre en todos y cada uno de los poros abierto en el tejido. Este movimiento se debe realizar de forma continua y precisa, ejerciendo con la regleta una leve presión en un único movimiento de manera que la tinta quede sólo en los poros abiertos.

La presión que se ha de ejercer para rellenar de tinta los poros del tejido no debe ser excesiva, pero si la suficiente como para arrastrar con el movimiento de la regleta toda la tinta que no penetre en los poros. De esta manera evitamos la aparición de charcos o cúmulos excesivos sobre la pantalla que dan lugar a impresiones de baja calidad. El exceso de tinta provoca impresiones encharcadas en las que se pierde definición en los contornos y se produce un empastamiento de las tramas, generando depósitos de tinta no uniformes.

A continuación se realiza un **segundo movimiento denominado de impresión**, en el cual con la ayuda de la regleta desplazaremos la tinta sobre la pantalla. Al igual que ocurría en la carga o

inundación, este movimiento ha de realizarse de manera rápida y continua, ejerciendo la presión suficiente como para conseguir que el tejido entre en contacto con el soporte receptor y que la tinta, que previamente hemos introducido en los poros, se deposite sobre él. En este movimiento hemos de llevar con nosotros toda la tinta sobrante de la impresión y colocarla de nuevo en la zona de descanso de tintas.

Para realizar una nueva impresión retiramos el soporte ya impreso, colocamos uno nuevo y repetimos el proceso tantas veces como queramos. A la realización de estos dos movimientos que permiten la creación de la imagen sobre el soporte lo denominamos impresión simple, ya que ambos movimientos se realizan una única vez.

#### 4.2.2. Impresión por carga múltiple

Mediante serigrafía podemos alterar las características relativas al grosor de la capa impresa durante cargando repetidas veces los huecos abiertos en el tejido que conforman la imagen a imprimir en el movimiento de carga o inundación de la pantalla.

Durante el proceso de **carga múltiple** lo que se repite es el movimiento de inundación, que lo realizaremos el número de veces que deseemos dentro de unos ciertos límites, de manera que con cada nuevo movimiento de inundación introduzcamos una nueva carga en el poro abierto en el tejido. De esta forma, con cada nueva carga, multiplicaremos la cantidad de tinta, o de compuesto árido que se va a depositar mediante el movimiento de impresión.

Mediante este sistema se pueden alterar las siguientes características de la capa impresa:

- **Grosor:** aumentando la cantidad de material que recoge el tejido aumentaremos el grosor de la capa impresa, ya que la cantidad de granos de árido que pasa a través del tejido es mayor, depositándose unos sobre otros en la capa impresa.

Árido	Tejido	Grosor capa carga simple	Grosor capa carga doble
SiC 60	Poliéster 12 hilos	0,50 mm	0,80 mm
SiC 180	Poliéster 24 hilos	0,20 mm	0,35 mm
SiC 320	Poliéster 43 hilos	0,10 mm	0,18 mm

**Tabla 40** / Valores del grosor medio de la capa impresa lograda por carga simple y carga doble empleando un compuesto de carburo de silicio al 40% y látex.

- **Peso:** independientemente del producto a imprimir, tinta o árido (siendo estos en su mayoría mucho más pesados que las tintas), la carga múltiple depositará una mayor cantidad que la carga simple, y por lo tanto el peso de la capa impresa aumentará.
- **Color:** la carga múltiple aumentará el volumen de elementos colorantes (pigmentos o áridos) en la superficie del soporte, por lo que la saturación y el color de la capa impresa se incrementarán.
- **Opacidad:** el aumento de la cantidad de materia en la capa impresa logrado mediante carga múltiple aumentará la opacidad de la misma, ya que se producirá una mayor acumulación de partículas de pigmento o granos de árido en un mismo punto del soporte.
- **Textura o rugosidad:** este es un factor que no afecta tanto a las tintas como a la impresión de áridos, donde la textura o rugosidad superficial de la capa impresa es mucho mayor que en las tintas (imagen 72).

Con la carga múltiple se logra un mayor depósito de granos de árido, lo que alterará nuestra percepción de la textura o rugosidad de la capa impresa<sup>2</sup>.

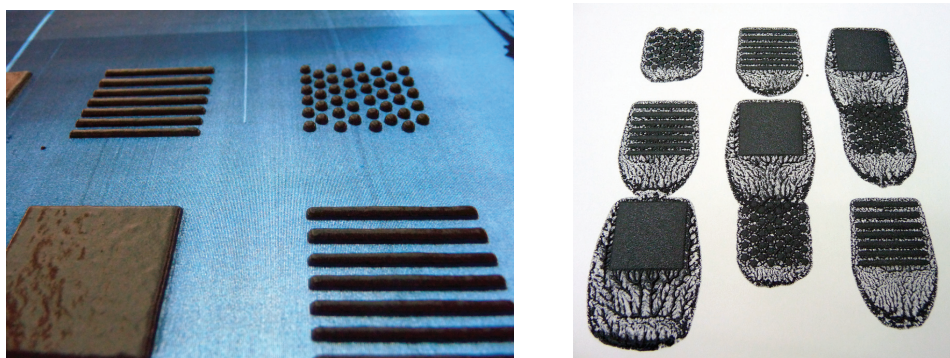
- **Definición:** la carga múltiple afectará a la definición de la capa impresa, tanto en la serigrafía convencional como en el trabajo con áridos. En ambos casos este procedimiento restará definición a la capa impresa, ya que en cierta medida se puede entender como una sobrecarga voluntaria de la capacidad del tejido para retención de material.
- **Tiempo de secado:** con la carga múltiple los tiempos de secado aumentarán, ya que al aumentar el grosor de la capa impresa, si bien el secado superficial se producirá de manera similar, el secado interior requerirá de más tiempo.

Este proceso de carga múltiple es habitual para lograr impresiones más opacas o cuando deseamos conseguir la impresión de un color claro sobre un soporte oscuro sin que el primero pierda luminosidad. Es un recurso de impresión que emplearemos cuando deseemos aumentar la cantidad de material árido impreso.



72 / Comparativa de la impresión de una tinta convencional (izq.) con una impresión por carga simple (dcha.) y por carga múltiple, en este caso doble (centro). En la impresión de áridos se ha empleado el mismo compuesto de carburo de silicio al 40% y látex. P5 Saturación / carga.

Esta manera de operar tiene un límite, ya que una vez superada la capacidad que tiene el tejido de almacenar tinta u otros materiales (granos de árido), se satura y comienza a expulsar por su cara exterior el exceso (imagen 73). Llegado este punto las impresiones que se consiguen resultan de baja calidad, ya que el compuesto imprimible tiende a expandirse produciendo imágenes empastadas en las cuales se pierden los detalles así como la definición de los contornos.



73 / Aspecto de la cara exterior de la pantalla por exceso de carga y el resultado de su impresión.

2 La textura que es posible conseguir en la capa impresa mediante serigrafía de áridos no sólo es uno de sus elementos característicos, sino que además la diferencia claramente de la serigrafía convencional, motivo por el cual hemos considerado reseñable este aspecto, que hemos desarrollado en el apartado 5.3.4. La textura en los áridos.

En función del tamaño del árido, de las características del vehículo, de la capa de emulsión, del tejido, así como del compuesto imprimible podremos realizar distinto número de cargas, aunque en la mayoría de las granulometrías, a partir de la tercera carga la impresión comienza a encharcarse perdiendo definición en los contornos, ensuciando la cara exterior de la pantalla y el soporte.

### 4.3. EL SECADO DE LA CAPA IMPRESA

A la hora de realizar cualquier tipo de impresión resulta clave conocer las especificaciones relativas al secado de todos aquellos productos que van a componer la capa impresa.

En el caso de los compuestos áridos imprimibles, el producto que va a condicionar el secado va a ser el medio adhesivo, y en caso de haberlos, los diluyentes o retardantes.

Tras el proceso de impresión la capa impresa es altamente inestable, por lo que resulta imprescindible respetar el proceso de secado y asegurarnos de que se haya realizado correctamente y en su totalidad antes de realizar cualquier acción que pudiera afectar a la impresión, como tocarla, apilar las impresiones, doblarlas, etc.

Durante el proceso de secado se producen las siguientes fases:

- **Absorción:** los soportes absorbentes incorporan parte de los componentes, lo que no ocurre en los no porosos.
- **Evaporación y secado superficial:** se liberan o evaporan los solventes, produciendo un secado en la superficie de la capa impresa.
- **Secado en profundidad:** da como resultado la adherencia de la capa al soporte.



74 / Deterioro en una impresión con corindón por manipulación previa al secado completo.

Independientemente del producto a imprimir, el proceso de secado completo necesario para poder manipular la impresión requiere de un periodo de tiempo, que variará en función de las propiedades del compuesto imprimible así como de las condiciones de secado. Las bases solventes, debido a la volatilidad de los químicos empleados en su fabricación tienen unos tiempos de secado inferiores a las bases acuosas. Un compuesto convencional de base acuosa o solvente necesita de pocos minutos para secar completamente, mientras que los compuestos con tecnología UV se mantienen en estado húmedo tanto sobre el soporte como en la pantalla durante horas, e incluso días, si no son sometidos al proceso de curado necesario, generalmente su exposición a una lámpara u otra fuente de rayos UV.

El proceso de secado se produce en dos fases simultáneas.

- **Secado físico**
- **Secado químico**



**1. Secado físico:** se produce la evaporación de los disolventes y diluyentes, mientras que el resto de los componentes, como las resinas o medios adhesivos aglutinantes cohesionan el pigmento en el caso de las tintas y de los áridos en el caso de los compuestos, adhiriéndose al soporte y creando la capa impresa seca.

Esta evaporación ocurre en contacto con el aire de forma más lenta, mientras se produce el secado del porcentaje absorbido por el soporte.

El tiempo de secado variará en función de:

- **El tipo de disolvente<sup>3</sup> empleado:** los disolventes como el agua necesitan de un tiempo mayor de secado que otros más volátiles como los hidrocarburos alifáticos (White Spirit, queroseno, etc.).
- **El uso de productos reductores o retardadores:** son diluyentes empleados en la fabricación de tintas serigráficas, pero sus grados de evaporación varían, siendo los rápidos los conocidos como reductores, y los lentos como retardadores.
- **Las condiciones ambientales de calor y humedad:** al margen del tipo de producto empleado, las condiciones ambientales de calor, aire y humedad también afectan al secado. El calor seco aumenta la velocidad de secado, mientras que la humedad ambiental la disminuye.
- **El grosor de la capa impresa:** el aumento en el grosor conlleva un aumento en el tiempo de secado.
- **El tipo de soporte:** los más porosos y absorbentes tendrán unos tiempos de secado inferiores a los no porosos, ya que el mismo absorberá parte de los disolventes acelerando así el proceso.
- **El uso de sistemas de ventilación y secado:** los túneles de secado en cuyo interior se genera una corriente de aire caliente aceleran el secado.

**2. Secado químico:** se produce por la reacción química ocurrida entre los componentes del producto a imprimir, conocida comúnmente como polimerización. Para que este proceso químico se de es necesaria la acción de un elemento externo añadido, como puede ser la acción del sol, una fuente de luz UV, o la adición de un reactivo o catalizador como en el caso de las resinas epoxis.

En todos los casos la adición extra de una fuente de calor acelera el proceso de secado.

El secado químico se produce por las siguientes causas:<sup>4</sup>

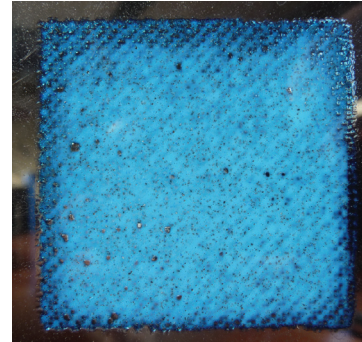
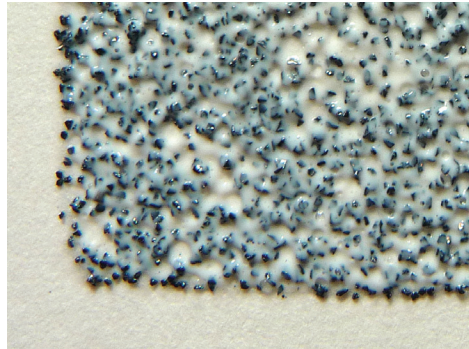
- **Oxidación:** la polimerización se genera por la acción del oxígeno del aire. Una vez evaporados los disolventes, lo que provoca el secado en superficie, el aglutinante, que contiene, por ejemplo, aceites vegetales secativos, se oxida provocando el secado.
- **Catálisis:** se trata de una reacción química propiciada por la presencia de un producto químico denominado catalizador. El catalizador forma uniones intermedias inestables con el aglutinante posibilitando así la reacción química que producirá un secado homogéneo.
- **Exposición a rayos infrarrojos (IR):** en productos que contienen polvo de vinilo y un plastificante su exposición a una fuente de calor entre 140°C y 150°C producida por una lámpara infrarroja forma una película seca compacta y muy flexible.
- **Exposición a rayos ultravioleta (UV):** los productos diseñados con tecnología UV contienen en su formulación un prepolímero, un monómero, un fotoiniciador y aditivos. El secado se produce por la exposición a una fuente de rayos UV, generalmente una lámpara o un túnel de secado equipado con flash UV.

3 Albert Kosloff señala en "La Serigrafía" como entre las sustancias químicas empleadas en la fabricación de tintas que se conocen bajo el término disolventes debemos diferenciar entre los disolventes, cuya función es disolver los aglutinantes, y por otro lado, los diluyentes, que se emplean para rebajar la viscosidad de la tinta, aunque se ha generalizado el uso del término disolvente para referirse a ambas sustancias.

4 SCHEER, H.G. *Siedbruck Handbuch*. Verl. Der siebdruck. Lübeck, 1999.



En el caso de la serigrafía de áridos, el secado de la capa impresa se producirá de la misma manera que en la serigrafía convencional, es decir, en dos fases. En primer lugar, el secado se produce desde el exterior (oxidación), perdiendo poco a poco el tacto pegajoso superficial característico de las capas recién impresas, y posteriormente se secará el interior. Este segundo secado se produce de una manera mucho más lenta y requerirá de más tiempo en la serigrafía de áridos, debido a que la capa formada por los granos de material conjuntamente con el medio adhesivo empleado como aglutinante tendrá un grosor muy superior al de una capa habitual.



**75** / Aspecto de una capa impresa con SiC 60 y látex donde se puede apreciar el adhesivo aún sin secar.

**76** / Impresión de SiC 60, látex y tinta azul sobre cristal. Observamos como el interior de la capa impresa (zona clara) se mantiene húmeda, mientras que el contorno (zona más oscura) ha secado.

Como se puede observar en la imagen 75, el adhesivo impreso aporta a la capa un aspecto blanquecino que nos advierte de su estado húmedo. En capas de gran tamaño el secado se produce desde los contornos hacia el interior, donde se conserva un mayor grado de humedad, y por lo tanto necesitará de más tiempo para completar el secado.

El tiempo de secado es un factor relevante en la serigrafía de áridos. Hemos de tener en cuenta que la correcta adherencia de un material granular a la superficie del papel necesita de un periodo de tiempo mayor que una capa de tinta, por lo tanto no sólo habremos de respetar siempre los tiempos de secado indicados por los fabricantes de los medios adhesivos, sino que al estar mezclados con el árido, los tiempos serán aún mayores.





## CAPÍTULO 5.

### COLOR, TEXTURA Y TRANSPARENCIA EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS



## 5. COLOR, TEXTURA Y TRANSPARENCIA EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

### 5.1. EL COLOR

El color de los áridos es una de las principales propiedades fisicoplásticas que posee un potencial desarrollo en la serigrafía artística, ya que el rendimiento tonal de estos materiales difiere notablemente del de las tintas.

**Por color entendemos el rasgo esencial y distintivo de las formas de la percepción visual, integrado por tres atributos específicos: luminosidad, tono y saturación.**

*Es el nombre que se le da en el habla común a una supuesta característica de los materiales que constituyen los espacios y objetos del entorno (asociada, en particular, al contorno, textura, tamaño, relieve y profundidad) o de los colorantes que los recubren, la cual pretende definirse como "algo que se ve en las cosas que lo tienen" (por oposición a las "cosas incoloras"), así como identificarse, describirse y diferenciarse verbalmente designándola con nombres y adjetivos como "rojo", "amarillo", "azul", "verde", "claro", "oscuro", "fuerte", "débil", "pálido", "grisáceo", "violeta", "turquesa", "caoba", "Burdeos", "corinto", etc.<sup>1</sup>.*

Desde la liberación del grabado como sistema de reproducción y hermano menor de la pintura y el dibujo, el color ha ido ganando paulatinamente importancia en la obra gráfica.

Tal y como señala Roger Marx, es la litografía, con su peculiar aplicación del color, la que enseñó a verlo y entenderlo de modo muy distinto a como se venía haciendo hasta entonces, y con ella, en el último cuarto del siglo XIX, el color encuentra al fin la libertad en el terreno de la obra gráfica.<sup>2</sup>

*El color en las estampas, siempre emparejado y violentado con el negro, se libera y se constituye en un elemento nuevo de creación, dejando a la forma como tal de lado, para pasar a formar parte de una nueva teoría de la imagen. La oposición de oscuros y claros, de colores fríos y cálidos, los contrastes y la complementariedad de los colores, emancipan por fin los ojos de los artistas y progresivamente también del público en general. Todo este cocktail de acontecimientos, unidos a otros muchos de índole social y tecnológica, provoca un cambio de mentalidad y estética tal, que hace posible y sienta las bases del grabado contemporáneo. A partir de este momento se produce un giro en la comprensión del color como un elemento que no sólo es aplicable a la pintura sobre lienzo, sino que se puede llevar a la madera, el cobre, la piedra o la pantalla de serigrafía, con implicaciones plásticas concretas<sup>3</sup>.*

1 SANZ, J. C. / GALLEGO, R. *Diccionario Akal del color*. Ediciones Akal, Madrid 2001.

2 ROGER MARX, C. *La gravure originale au XIX siècle*. Editorial Aimery Somogy. París 1962. Existen excepciones como la xilografía japonesa, y una aproximación, aunque sin ser grabado a color propiamente dicho, en el camafeo y en las estampas iluminadas.

3 IVINS, W. M. Jr. *Imagen impresa y conocimiento. Análisis de la imagen prefotográfica*. Barcelona 1975.

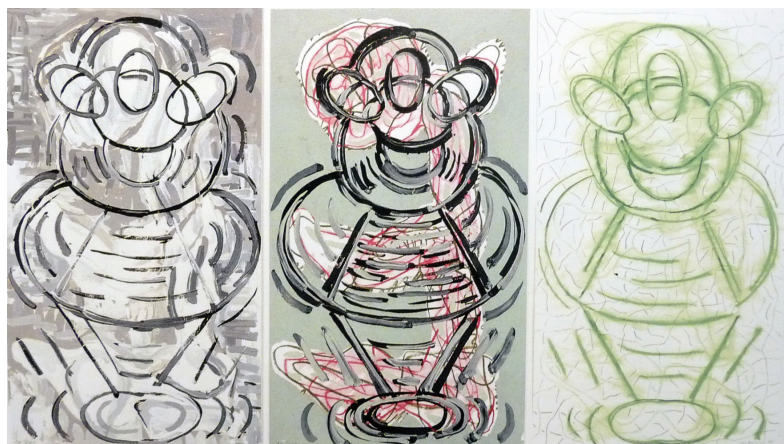
Las investigaciones llevadas a cabo en el "Atelier 17" fundado por S.W.Hayter, así como el sistema desarrollado W.Ziegler a principios del siglo XX, que aparecen recogidas en sus publicaciones más conocidas<sup>4</sup>, se han convertido referentes indispensables en cualquier acercamiento al color en la obra gráfica<sup>5</sup>.

El color ha encontrado en la serigrafía un potencial campo de desarrollo. Se diferencia de otras técnicas gráficas empleadas tradicionalmente por su capacidad claroscuro con las cuales es posible conseguir los efectos de especialidad atmosférica mediante la acumulación de tramas de línea y punto en el aguafuerte y el aguafuente, o la mezzotinta, que permite el desarrollo de una excepcional gama tonal.



77 / John Martin, "The evening of the deluge", 1828. Mezzotinta, 59,7 x 81,7 cm.

La serigrafía se caracteriza entre otros aspectos por la capacidad que tiene para introducir de manera sencilla en la imagen una gran cantidad de superposición de capas de color. La capacidad de este medio técnico para la creación de imágenes en color la hemos transpolado al tema objeto de nuestra investigación: los áridos.



78 / Luis Gordillo, "Triptico", 1991. Serigrafía a 42 colores 75 x 132 cm.

4 Nos estamos refiriendo principalmente a las siguientes publicaciones de los dos autores:  
HAYTER, S.W. *New ways of Gravure*. Oxford University Press. Londres 1966.  
HAYTER, S.W. *About Prints*. Oxford University Press. Londres 1966.  
ZIEGLER, W. *Die Techniken des tiefdruckes*. Tomo I. Halle 1912.  
ZIEGLER, W. *Die manuellen farbengraphik*. Tomo II Halle, 1917.

5 Las investigaciones llevadas a cabo por Ziegler se completaron con la tesis doctoral realizada por María Concepción Sáez del Álamo en su tesis *Aportaciones al grabado a color en talla a través del proceso de la Zieglerografía*. Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Salamanca 1987.



## 5.2. EL COLOR DE LOS ÁRIDOS

El color es una característica del árido que va tener distinta importancia en función del uso que históricamente se le ha dado en los procesos industriales o en el campo de la creación.

En el sector de la minería o la construcción, el color del árido es un factor de escasa importancia, ya que apenas influye en sus aplicaciones. Por el contrario, el color, junto con otras cualidades plásticas del material como la forma, el brillo mineral de materiales como el carburo de silicio, o la textura visual que ofrece, ha sido uno de los motivos por los cuales los artistas han hecho uso de los áridos. Éstos han sido empleados con frecuencia como cargas que aportan a la pintura una determinada textura y así como los efectos matéricos que caracterizan la tendencia informalista desarrollada en Europa a finales de los años cuarenta y principios de los cincuenta del pasado siglo XX.

Los áridos son materiales con una serie de propiedades fisicoplásticas de color, brillo, textura y transparencia muy diferentes a las tintas convencionales. Estos materiales pueden aportar a la impresión una serie de valores plásticos innovadores que se derivan directamente de dichas propiedades.

El color del árido va a depender del material a partir del cual se ha producido y de los procesos de tratamiento a los que haya sido sometido, no obstante, en muchos casos, al tratarse de un grano con múltiples caras que reflejan la luz, variará la percepción que del mismo tenemos.

El carburo de silicio, las granallas metálicas, las microesferas de vidrio, y otros áridos, poseen un determinado brillo que se mantendrá en su impresión siempre y cuando no empleemos en el vehículo productos colorantes o mateantes.

Entre los distintos áridos encontramos materiales con colores de lo más diversos. En los de origen rocoso predominan los colores pardos, rojizos, grisáceos, blanquecinos o marrones, mientras que en el caso de los artificiales y reciclados existe una mayor variedad, ya que se producen a partir de materiales tan habituales como el plástico o la cerámica, que es posible encontrar en casi cualquier color.

**Consideramos que el color del árido será aquel que posea el grano tras los procesos de triturado, tratamiento, clasificación y limpieza previos a su comercialización sin la adición de tintas, pigmentos, tintes u otros elementos colorantes.**



79 / Color de distintos áridos. Corindón marrón, microesferas de acero, granate, abrasivos fabricados a partir de arena de sílice y carburo de silicio.

Sin necesidad de incluir ningún elemento colorante en la fabricación del compuesto árido imprimible, podemos controlar el color final que el árido va a aportar a la impresión obteniéndolo de fábrica en el color que deseemos, o bien fabricándolo nosotros mismos de manera que se adapte a nuestras necesidades plásticas. Desde el momento en que podemos fabricar áridos imprimibles triturando elementos cerámicos, vegetales, plásticos, vítreos o metálicos para obtener el color que deseemos, el rendimiento tonal que vamos a obtener de ellos es enorme.

Además de las notables diferencias en el color entre los distintos áridos, algunos, como el carburo de silicio o el corindón, varían de color en función de su granulometría, mientras que otros, como las

esferas de acero de bajo carbono o el granate mantienen inalterado su color, independientemente del tamaño del grano.

Respetando los límites granulométricos, y entendiéndolos como partículas granulares colorantes, es posible mezclar los áridos entre ellos al igual que lo haríamos con las partículas de pigmento, para obtener así compuestos con matices de color, brillo, transparencia y textura muy sugerentes.

### 5.2.1 El color del árido en la industria

En sectores como la construcción, la minería, los procesos de limpieza y tratamiento por abrasión, etc., el color del árido es un aspecto que apenas condiciona sus aplicaciones.

Son sus propiedades físicoquímicas de dureza, tamaño, forma, estabilidad química, resistencia al desgaste mecánico, etc., las que priman en sus aplicaciones. Pese a ello, los distribuidores deben incluir en el apartado 9 de la hoja de datos de seguridad referido a las propiedades físicas y químicas del material la información relativa al color del árido.

Es importante conocer este dato, ya que no todos los áridos poseen un único color, como es el caso del carburo de silicio, que podemos encontrarlo en versión negra y verde, el del corindón, que se comercializa en color marrón, blanco y gris oscuro, o el de las granallas plásticas que varía en función del material a partir del cual se fabrican.

En el caso de los áridos naturales el color indica variaciones en su composición química derivadas de la roca de la cual se extrajo, por lo que ha de ser tenido en cuenta a la hora de seleccionarlos, por ejemplo para utilizarlos como morteros de construcción. En los áridos artificiales, los procesos a los que son sometidos para su fabricación pueden alterar su color, y en el de los reciclados, los restos de otros materiales que acompañan al árido principal.

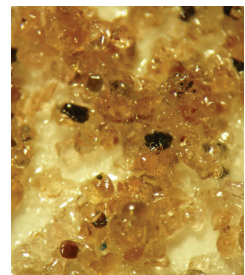
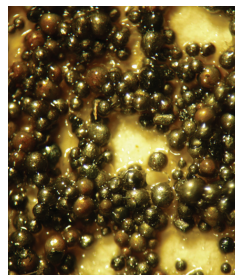
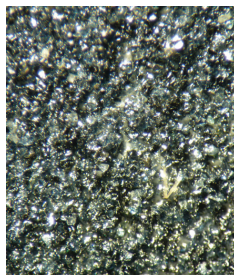
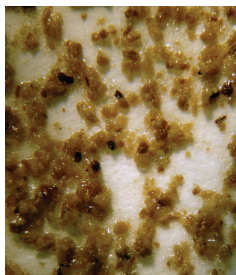
Las granallas plásticas producidos a partir de la trituración de diversos plásticos varían mucho su color y propiedades. Un grano de poliamida roja tiene una dureza (4) en la escala de Mohs superior a un abrasivo plástico de melamina blanca (3) tipo III por lo que se emplearán como abrasivos sobre distintos materiales, pero como decíamos antes es su dureza y no su color lo que condiciona su uso.

Por lo tanto podemos concluir que el color es una característica secundaria del árido en sus aplicaciones industriales a la cual vamos a dar una mayor importancia en el campo de la creación.

### 5.2.2. El color del árido en la impresión

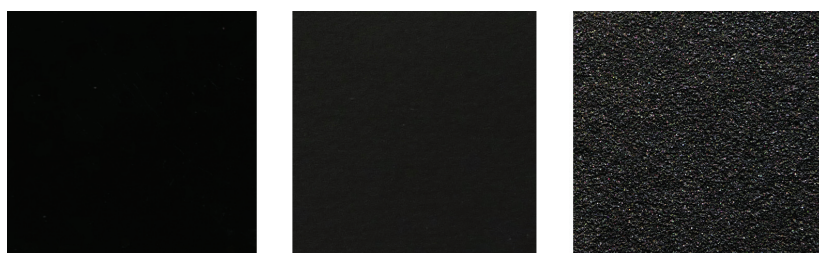
En la serigrafía de áridos el color de grano no va a condicionar el desarrollo técnico de la impresión, pero si va a alterar las características visuales de la capa impresa.

En este apartado se desarrollan una serie de cuestiones que guardan relación con el color propio de los áridos, al margen de la posibilidad de mezclarlos con otros elementos como tintas, pigmentos en polvo o tintes líquidos, que aporten color a la impresión.



Para alterar lo menos posible el color del árido es importante elegir un vehículo de propiedades lo más neutras (transparente) posibles. Como vimos en el capítulo 3, algunos adhesivos como el Gel Mate Titan o el Marbay Aquabase 5200 aportan un tono blancuzco, mientras que otros como el medium acrílico vallejo o el látex son prácticamente imperceptibles, por lo que preferiremos estos últimos para mantener inalteradas las propiedades de color del árido.

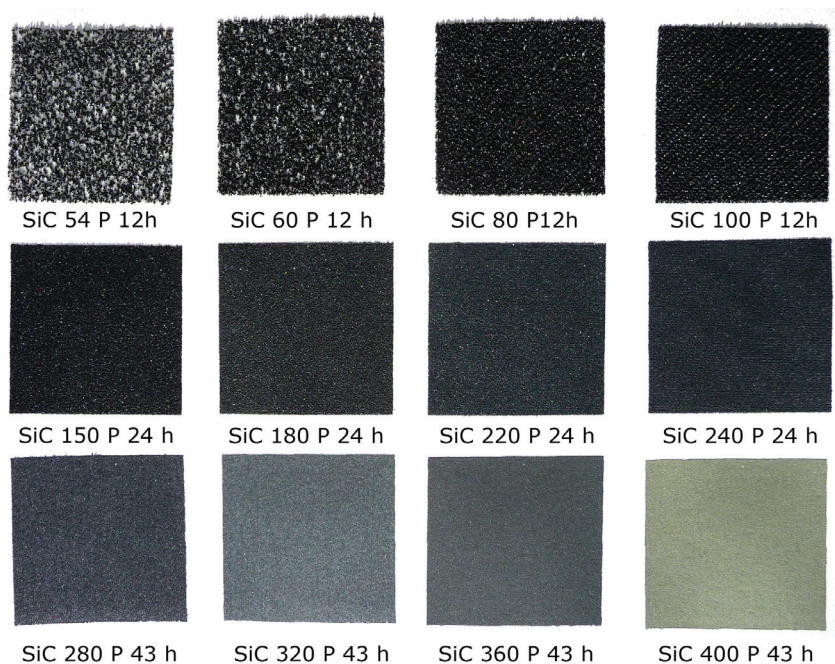
Mediante serigrafía se logra una superficie entintada de manera uniforme con un color liso sin variación tonal. De la misma manera, en la serigrafía de áridos es posible mantener esta uniformidad, pero al aportar un nuevo valor, la textura, la percepción visual del color será diferente. Los valores cromáticos resultantes de la impresión de una tinta negra difieren de los de un carburo de silicio negro. Los granos de árido provocan una irregularidad en la superficie de la capa impresa, dándole un aspecto áspero, de lija, lo cual a su vez afecta a la percepción del color de dicha capa.



81 / Impresión de tinta negra vinílica Sunchemical (izq.), tinta de base acuosa Unico AQ-900 (centro) y compuesto árido a base de SiC 180 (dcha.) al 50% y látex. P9 Color-2.

Al incluir en la impresión un material granular de tamaño muy superior a las partículas de pigmento que componen las tintas, el aspecto (color, brillo, textura, opacidad, etc.) de la capa impresa va a variar notablemente en función del porcentaje de árido incluido en el compuesto y del tamaño del grano.

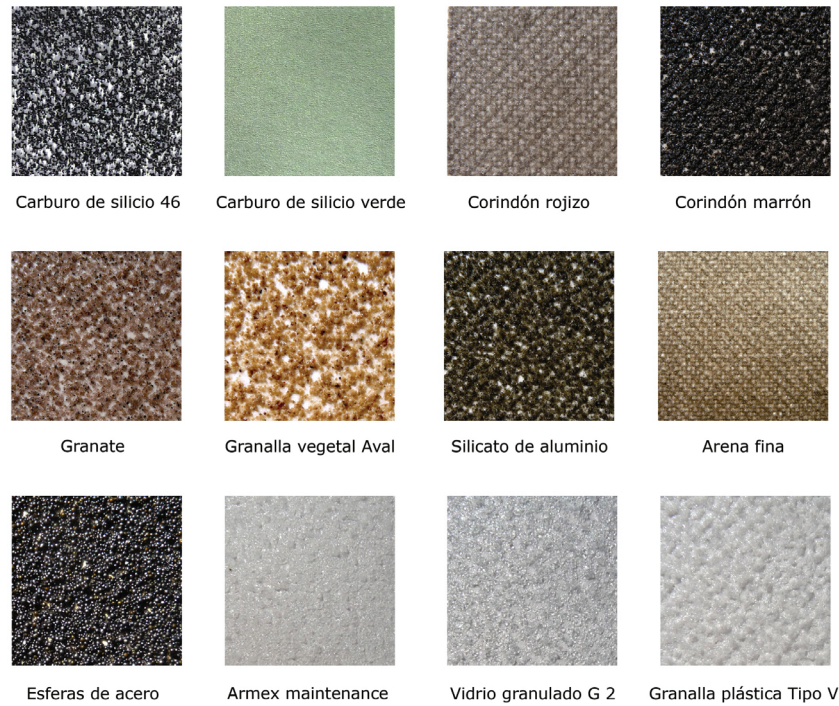
Como podemos observar en la imagen 82, manteniendo el porcentaje de mezcla en el compuesto, en función de las características granulométricas del árido varía la percepción de la textura, brillo, opacidad y color de la capa impresa.



82 / Comparativa de distintas granulometrías de carburo de silicio al 50% impreso con pantallas de poliéster 12, 24 y 43h/cm. P3 Granulometría SiC.

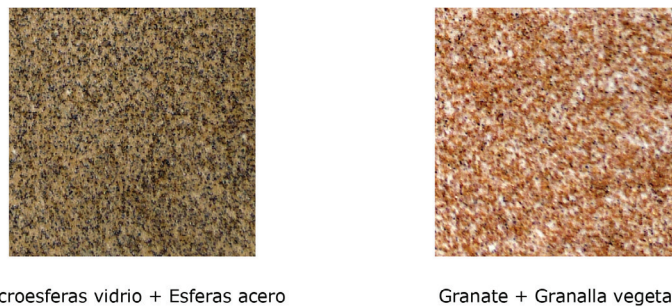


Recurriendo únicamente a los áridos que los distribuidores ponen a nuestro alcance y combinando granulometrías y materiales diferentes, podemos fabricarnos nuestra propia "paleta de colores áridos" (imagen 83).



**83** / Comparativa de los resultados obtenidos en la impresión de áridos (50% en mezcla) de distintos colores con un vehículo transparente. P4 Áridos y abrasivos.

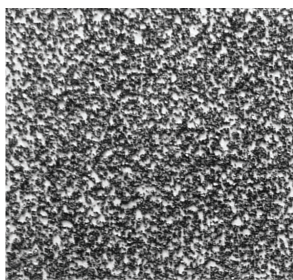
La combinación de áridos en la elaboración del compuesto posibilita la ampliación de la gama de colores, así como de otros valores relacionados con el aspecto final de la capa impresa.



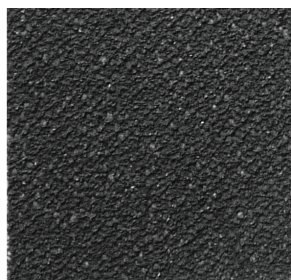
**84** / Combinación de distintos áridos y látex sin la adición de otros colorantes. P10 Color-3.

En la mezcla trabajamos al igual que en el caso de los pigmentos, incluyendo tantos áridos como deseemos en la búsqueda de nuevos matices de color, brillo, transparencia y textura. Con estos áridos podemos realizar cuantas combinaciones queramos, ya que no existe incompatibilidad química alguna entre ellos.

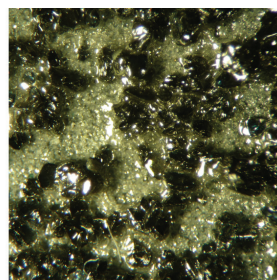
Igualmente es posible combinar las diferentes granulometrías de un mismo árido, lo que posibilitará, entre otros aspectos, el relleno con los granos más pequeños de los espacios en blanco resultantes de la impresión de áridos de gran tamaño, lo que aumentará la opacidad de la capa impresa (imagen 85).



SiC 60



SiC 60 + SiC 280



Aumento detalle

85 / Impresión de un compuesto de SiC 60 y látex al cual se le ha añadido una carga extra de granos de carburo de silicio de menor tamaño con el fin de aumentar la opacidad de la capa impresa.  
Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV. P10 Color-3.

Los áridos más finos, en su combinación con los de mayor tamaño, aportan a la capa impresa un aumento en la opacidad. **Cuando combinamos áridos en la fabricación del compuesto, el tamaño del mayor de ellos será el que condicione las características del tejido empleado para su impresión.**

### 5.3. ALTERACIONES DEL COLOR EN LA FABRICACIÓN DE COMPUESTOS ÁRIDOS IMPRIMIBLES. EL ÁRIDO Y LAS TINTAS

En ocasiones podemos desear obtener en la impresión con áridos un color muy preciso, difícil de encontrar entre los áridos, o simplemente experimentar con la conjunción de áridos y tintas.

Las tintas de serigrafía de base acuosa tienen otorgan al árido matices de color altamente sugerentes sin alterar las necesarias propiedades de fluidez y adherencia que ha de reunir el vehículo para permitir su impresión.

La mayoría de las tintas se fabrican a partir de pigmentos que se mantienen en suspensión dentro de un medio, compuesto básicamente por aglutinantes, diluyentes y aditivos. El pigmento se compone básicamente de partículas de mayor o menor tamaño procedentes de materia orgánica natural o artificial. Los pigmentos son la principal materia colorante de una tinta, y por lo tanto la intensidad del color dependerá de su concentración.

Físicamente, los pigmentos se diferencian entre sí por el peso, tamaño y forma de las partículas. El tamaño y la estructura de las partículas determina el poder colorante y cubriente; cuanto más fino es el polvo de pigmento, mejor se cohesionan con el medio y mayor será su poder colorante.

*El poder colorante es la capacidad de un pigmento para variar la apariencia cromática de otro, mientras que el poder cubriente es la capacidad que presenta el pigmento, una vez aplicado como pintura y seco, para tapar la capa subyacente, independientemente del color.<sup>6</sup>*

Cuanta mayor es la concentración de pigmento más intenso resulta el color impreso, y cuanto más diluido se encuentra entre los demás componentes menor es su intensidad.

Las modernas tintas de base acuosa tienen un elevado poder colorante, sobre todo si las comparamos con otro tipo de tintas como las litográficas o las empleadas en la impresión off-set, muy habituales en los talleres de grabado. De la misma manera, podemos adaptar las tintas de serigrafía en su combinación con el árido y el medio adhesivo para obtener un compuesto imprimible de propiedades de densidad, fluidez y opacidad adecuadas.

6 DOENER, M. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Ediciones Reverté S.A. Barcelona, 1982. p 42.

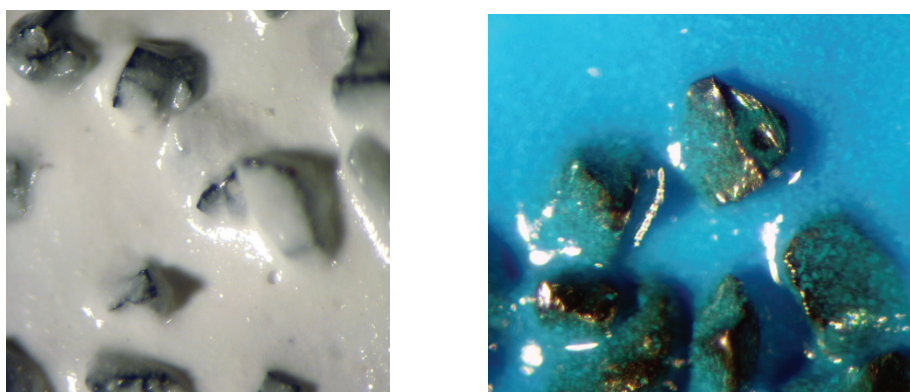
### 5.3.1. El árido y las tintas de base acuosa. Desarrollo técnico

Debido al enorme poder colorante de los pigmentos que componen las tintas de base acuosa resulta sencillo aportar color a un compuesto árido imprimible. Es necesario tener en cuenta el tipo de tinta empleado, el porcentaje de carga colorante respecto al total del compuesto, la pérdida de poder de adherencia que la adición de tinta pudiera ocasionar, el aumento del tiempo de secado o las posibles alteraciones que pudiera sufrir el color del árido a la hora de realizar la mezcla.

En la combinación de áridos con tintas de serigrafía de base acuosa, en función del porcentaje que añadamos puede ocurrir que la tinta coloree el compuesto y el grano de árido por completo, o bien que ambos colores sean apreciables en la impresión, resultando una base de color aportada a la superficie del papel por la tinta, y sobre ella, el color del árido.

En el primero de los casos, si añadimos un porcentaje de tinta elevado al compuesto árido, el color de la capa impresa va a ser el de la tinta empleada, ya que teñirá por completo la superficie del grano así como el vehículo. En la mayoría de los casos (ya que cada tinta tiene un poder colorante particular) para que esto ocurra es suficiente con una adición entorno a un 25% de tinta.

Empleando este sistema el color original del árido desaparece, y difícilmente podremos distinguir entre la impresión con uno u otro material, perdiéndose una parte de su potencial expresivo. Por este motivo hemos creído más interesante desarrollar un proceso que nos permita combinar tintas y áridos de manera que en la impresión ambos colores sean perceptibles.



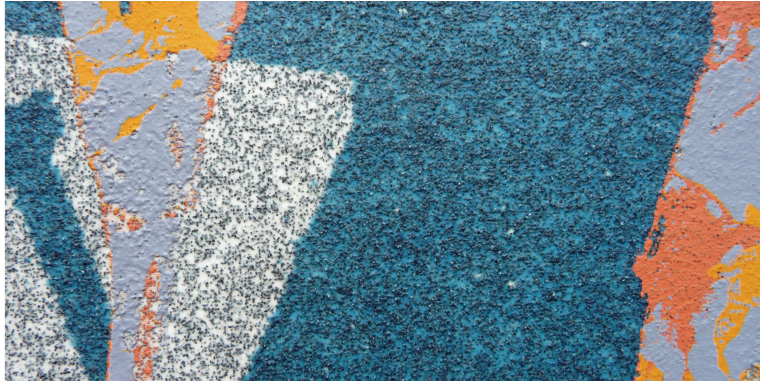
86 / Impresión de SiC 60 con tintas de base acuosa (blanco y azul) Unico AQ Ink al 10%. Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV.

El color de la capa impresa se puede alterar añadiendo al compuesto imprimible un pequeño porcentaje de tinta (5%), que coloreará el vehículo respetando el color del árido. Este porcentaje varía en función de las características de las tintas, ya que algunas, como el blanco, están formuladas para ser impresas sobre soportes oscuros y poseen con un enorme poder colorante, por lo que con una menor adición al compuesto se logrará el mismo grado de coloración que otras tintas menos cubrientes.

**La adición de un 5% de tinta de base acuosa es suficiente para alterar el color de la capa impresa.**

Es posible crear un sustrato del color deseado sobre el cual destacan los granos de árido que mantienen inalterado su color propio. Esto es debido a que los pigmentos de la tinta se dispersan en el medio adhesivo sin llegar a cubrir el grano de árido, permitiéndonos conseguir distintos matices de color con una única impresión (imagen 87).



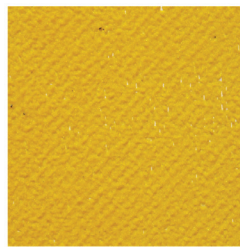


87 / Impresión de carburo de silicio y tinta serigráfica en distintas proporciones.

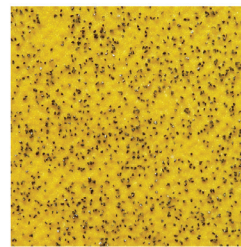
A la hora de colorear un compuesto es recomendable añadir el color al medio adhesivo previamente a la adición de la carga de árido. De esta manera resulta más sencillo obtener el color deseado, ya que el color del árido no interfiere.



Amarillo Unico AQ Ink



Microesferas de vidrio



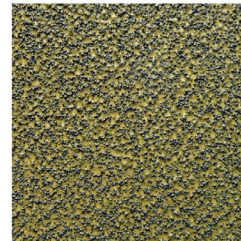
Microesferas vidrio + SIC 60



Granate



Silicato Aluminio + G. vegetal



Esferas acero + SIC 400 (verde)

88 / Impresión de distintos áridos empleando tinta amarilla de base acuosa al 5% y látex 4070 en la elaboración del compuesto. P10 Color-3.

**Las características de color del árido afectarán en su combinación con las tintas al color de la capa impresa.**

Áridos transparentes como las microesferas de vidrio, el Armex Maintenance o el vidrio granulado apenas aportan color a la impresión, mientras que otros más oscuros como el carburo de silicio, las esferas de acero de bajo carbono o el corindón, serán perfectamente perceptibles.

A efectos de color emplearemos los siguientes términos:

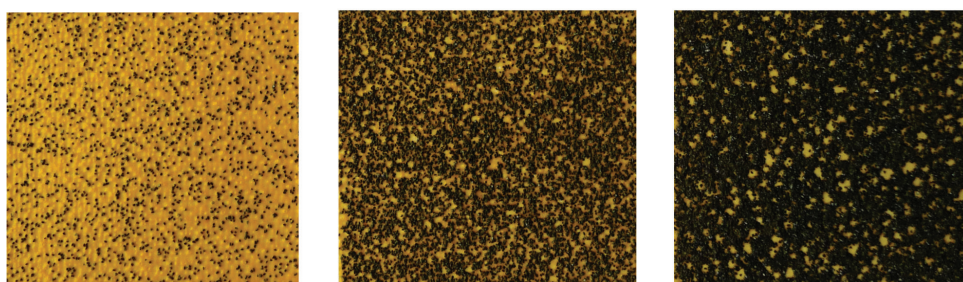
- **Áridos neutros:** aquellos cuyo color apenas afecte al del compuesto.
- **Áridos colorantes:** aquellos cuyo color sea perfectamente perceptible en un compuesto imprimible al que se le haya añadido un bajo porcentaje de tinta.



89 / Impresión de un compuesto donde el exceso de tinta blanca de alto poder cubriente empleada en su fabricación ha ocasionado la pérdida de los valores de color del árido en la impresión. P8 Color-1.

**El porcentaje de árido empleada en la fabricación del compuesto también afectará al color de la impresión.**

Empleando un mismo porcentaje de tinta en combinación con el medio adhesivo, a medida que aumentamos la carga de un árido colorante se altera la percepción del color aportado por la tinta (imagen 90).



90 / Distintos tonos en la impresión de color amarillo aumentando el porcentaje de SiC 60. P8 Color-1.

Al trabajar con porcentajes elevados de árido en el compuesto (superiores al 40%) en la mayoría de los casos el resultado tendrá una gran densidad. Si a esto le sumamos la que poseen las tintas de base acuosa obtendremos un compuesto excesivamente denso que tenderá a secarse con rapidez y obturar la malla. Basta con añadir un porcentaje (entorno al 10%) del diluyente recomendado por el fabricante, o en su defecto agua y glicerina (máximo 20%) para ajustar la densidad del compuesto a los requerimientos de la impresión.

## 5.4. LA TEXTURA EN LOS ÁRIDOS

### 5.4.1. Definición de textura

La definición que el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española nos da del término *textura* engloba una serie de clarificadores matices, entre los cuales creemos que su última definición es la que mejor se ajusta al trabajo con áridos.

*Textura* (del latín *textura*) f. Disposición y orden de los hilos en una tela. // 2. Operación de tejer. // 3.fig. Estructura de una obra de ingenio.// 4.Hist. Natural. Disposición que tienen entre sí las partículas de un cuerpo<sup>7</sup>.



La textura de los áridos en su impresión es una cualidad que incide sensorialmente de forma visual y táctil. Los valores texturales se derivan principalmente de las características físicas del material, y de la disposición de los granos en la capa impresa.

La textura es una de las características de los materiales que tiene que ver con las propiedades físicas de su superficie y que podemos percibir principalmente a través del tacto y de la vista.

*El elemento "textura", de una parte, resulta ser afectado por el material en el que se desarrolla, a la vez que la composición interna estructural de este, será uno de los condicionantes que ejercerán sobre la presencia de la misma. Del mismo modo que el material condiciona en buena medida el efecto de presencia, las herramientas, junto con el procedimiento, se constituyen por otra parte como agentes externos que caracterizarán de manera singular el límite último, como rigor de factura de los productos. Las particularidades superficiales registradas en el material, con la intervención de las herramientas oportunas con un procedimiento y en un proceso, se han convertido en la piel final del producto<sup>8</sup>.*

La textura nos aporta información de los productos y materiales empleados en la construcción de la imagen, se relaciona con el tratamiento superficial de esta, y afecta a la percepción del color, derivada de la reflexión de la luz en superficie de los materiales. De la misma manera, el sistema de aplicación a la superficie de la obra también alterará nuestra percepción de ellos.

#### 5.4.2. Textura táctil y visual

Pese a que la textura es un elemento que está íntimamente relacionado con la percepción que tenemos de los objetos y materiales a través del sentido del tacto, mediante la vista también es posible experimentar sensaciones directamente relacionadas con lo textural, por lo que distinguiremos entre dos tipos de textura: la textura táctil, es decir, aquella que se deriva de su experimentación por la manipulación de la superficie del material, y la textura visual, que es aquella que en su percepción visual, no necesita del tacto para transmitir una serie de sensaciones que nuestro cerebro, gracias a lo que se ha denominado "la memoria táctil"<sup>9</sup>, interpreta como textura.

Creemos que la matización que Wucius Wong hace entre la textura visual y la textura táctil es especialmente lúcida, y ayuda a comprender a que nos referimos cuando hablamos de la textura en los áridos.

*La textura visual es estrictamente bi-dimensional. Como dice la palabra, es la clase de textura que puede ser vista por el ojo, aunque puede evocar también sensaciones táctiles. La textura táctil es el tipo de textura que no solo es visible al ojo, sino que puede sentirse con la mano<sup>10</sup>.*

En el caso de la serigrafía de áridos ambas texturas coexisten, ya que a diferencia de los productos imprimibles habituales en serigrafía, que generalmente consisten en tintas que producen una impresión plana sin relieve ni textura, y que bien podríamos considerar bi-dimensional, los áridos permiten dotar a la capa impresa de una tangibilidad, que en comparación con la producida por aquellas, se diferencia claramente no sólo en su percepción visual, sino también táctil.

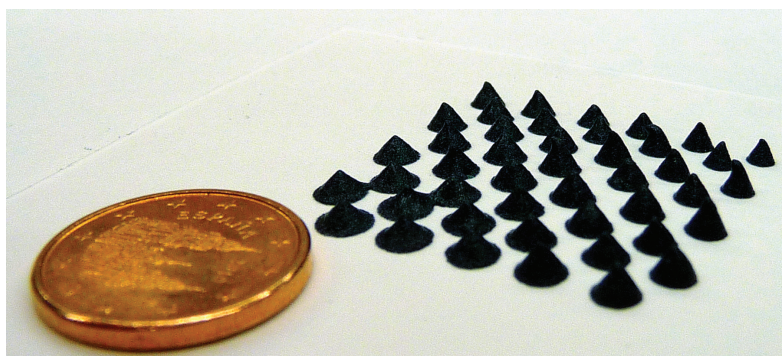
8 GOMEZ, J. *La textura como elemento determinante de una experimentación tridimensional. Formulación de una propuesta plástica pedagógica*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco. Facultad de Bellas Artes. Leioa 1994. p 13.

9 Al igual que contamos con memoria visual que nos permite reconocer las imágenes, una memoria auditiva para los sonidos, memoria olfativa o memoria gustativa, existe una denominada memoria táctil, la cual almacena en la corteza cerebral la información relativa a nuestras experiencias táctiles, y que nos permite tener un conocimiento previo al tacto, de aquellas sensaciones que percibiremos cuando pasamos el dedo sobre un papel de lija, un terciopelo o la corteza de un árbol. Esta memoria se desarrolla extraordinariamente durante la infancia. El ansia que los niños experimentan por coger y tocar aquellos objetos de su entorno se mitiga a medida que la memoria táctil madura.

10 WONG, W. *Fundamentos del diseño Bi- y Tri-dimensional*. Ed. Gustavo Gili, diseño. Barcelona 1981. pp. 83-85.

El amplio rango granulométrico de los áridos nos permite la impresión de granos de un tamaño considerable, sobre todo en comparación con las partículas de pigmento que componen las tintas. Los granos de árido tienen un tamaño muy superior a éstas, siendo perfectamente perceptibles a la vista en el caso de los más grandes, donde podemos identificar donde acaba un grano y comienza el otro.

El grano de árido tiene el tamaño suficiente como para ser considerado como un elemento tridimensional, por lo que además de la sensación táctil que son capaces de generar mediante su observación, también dotan a la superficie de la capa impresa de una textura (comparable a la empleada en el sistema de lectura Braille) que resulta perfectamente perceptible al tacto.



91 / La serigrafía de carburo de silicio por carga múltiple permite lograr capas impresas de gran potencial táctil.

*Cuando hay una textura real, coexisten las cualidades táctiles y ópticas, no como el tono y el color que se unifican en un valor comparable y uniforme, sino por separado y específicamente, permitiéndonos una sensación individual al ojo y a la mano<sup>11</sup>.*

### 5.4.3. La textura en la serigrafía de áridos

La textura es uno de los elementos que caracterizan el trabajo de impresión con áridos y que lo diferencian de la habitual práctica serigráfica. Esta cuestión no sólo ha sido desarrollada desde nuestra labor como investigadores, sino también ha motivado el desarrollo de una parte importante de nuestro trabajo como artistas plásticos en los últimos años, algo que ha resultado decisivo a la hora de centrar el objeto de estudio de esta tesis.

La textura es un elemento directamente relacionado con las propiedades físicas de los materiales, motivo por el cual ha sido objeto de estudio en el arte, tratado habitualmente desde una óptica que tiene que ver más con lo escultórico que con lo pictórico, no obstante, esta concepción de lo textural en el arte acaba con la incorporación en las vanguardias pictóricas de elementos tridimensionales a la superficie del cuadro, desde los *collages* de Picasso o Miró, a los *assemblajes* de Jasper Johns o Robert Rauschenberg, sin olvidar los trabajos de aquellos artistas como Dubuffet, Fautrier, Antoni Tàpies, Alberto Burri, Gustavo Torner, Lucio Fontana, Manolo Millares, y otros, inscritos en la corriente que se vino a denominar pintura matérica surgida del informalismo europeo posterior a la Segunda Guerra Mundial<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> DONDIS, D. A. *La sintaxis de la imagen. Introducción al alfabeto visual*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona 1976. p 76.

<sup>12</sup> Queremos aprovechar este breve comentario histórico acerca de los principales referentes de lo que se denominó la pintura matérica para dejar constancia de como Antoni Tàpies es el único de los artistas arriba nombrados en cuya obra gráfica recurre con frecuencia a técnicas como el collagraph, el flocado o el grabado al carborundum para trasladar su registro pictórico al papel. En el caso de Dubuffet o Fautrier, pese a que ambos convivieron en el mismo momento y en la misma ciudad que Henri Goetz, en su obra gráfica no utilizan ninguno de aquellos recursos técnicos. Dubuffet emplea con asiduidad la litografía, y en sus últimos años la serigrafía, mientras que la obra de Fautrier es mucho más comedida que la de este, y se reduce principalmente a varias series de aguafuertes combinados con aguainta.

Estos artistas muestran un especial interés por el aspecto físico de la superficie pictórica, en la cual, mediante lo que podríamos definir como un sistema de estratificación o cúmulo de capas de materiales muy diversos como polvo de mármol, vidrio molido o arena, crean una serie de efectos matéricos muy expresivos, potenciando la tangibilidad de la obra y su textura visual.



92 / Antoni Tàpies "Construcción con línea diagonal", 1966. 195 x 133 cm.

93 / Gustavo Torner "Negro-Apergaminado verdoso", 1960. 116 x 89 cm.

94 / Manolo Millares "Homúnculo " (3), 1960. 162,5 x 131 cm.

Como hemos señalado, la textura no va a depender exclusivamente de las características físicas del material, sino que también se va a ver afectada por las herramientas, productos y procedimientos que empleemos en nuestro trabajo con los materiales.

Estamos de acuerdo con Juan Gómez cuando en su tesis anteriormente citada, señala que *las herramientas y procedimientos afectarán al aspecto final del material*. La presencia, textura, y aspecto físico de los áridos en la obra gráfica varía sustancialmente en función del uso que de ellos hagamos y del procedimiento que empleemos para incluirlos sobre el soporte.

Si los áridos son incluidos en la fabricación de matrices, como en el caso del carburo de silicio empleado habitualmente en los sistemas aditivos, obtendremos en su estampación un reporte visual y textural, con o sin color, que nos remitirá a ellos y al modo en que han sido manipulados, pero no contaremos con su presencia física en la stampa final. Esto se puede observar en los grabados de Lucio Muñoz (imagen 95), en los que el artista reproduce sobre la superficie del papel todo tipo de texturas mediante la estampación de matrices elaboradas con técnicas aditivas, en las cuales, entre otros materiales como maderas o cartones, emplea granos de carburo de silicio.

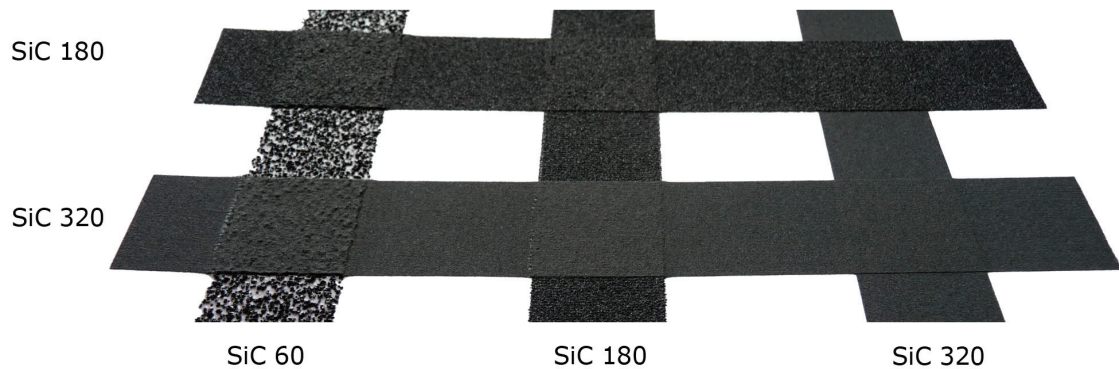


95 / Lucio Muñoz, "Diderot vertical", 1992. Aguafuerte y técnicas aditivas. 81 x 61 cm. Detalle de la obra a la derecha.

En serigrafía, la presencia, textura y aspecto final de los áridos en la obra, variará si los aplicamos por flocado o por el método descrito en esta tesis.

En el flocado al espolvorearse el árido sobre una capa de adhesivo serigrafiada en el soporte su disposición y saturación variarán según la pericia del artista. En los casos en los cuales el material haya de ser tratado<sup>13</sup>, su aspecto final estará en función de aquellos procedimientos empleados.

Cada árido, en función de su tamaño y forma, así como de las características del soporte aportará un mayor o menor grado de textura visual y táctil a la capa impresa, como se puede apreciar en siguiente imagen.



96 / Diversidad de relieves y texturas logradas mediante la superposición de impresiones con carburo de silicio de distintas granulometrías sobre papel. P15 Superposición áridos-2.

En la serigrafía de áridos la capa impresa generada tendrá una mayor regularidad tanto en grosor, como en relieve, textura, cantidad de grano, etc., derivada de la homogénea disposición de los granos de árido sobre el soporte, que se puede lograr gracias a su impresión controlada a través de la pantalla.

Esto no significa que privilegiemos este sistema frente a los anteriormente descritos, o que con la serigrafía de áridos pretendamos mejorarlos. Cada sistema tendrá sus potencialidades y limitaciones, posibilitando distintas estrategias de creación, y siendo más que deseable la hibridación de todos aquellos que el artista encuentre necesarios en la búsqueda de nuevos registros gráficos que le permitan satisfacer sus necesidades expresivas.

## 5.5. LA TRANSPARENCIA

Según la definición de la Real Academia Española de la lengua, la transparencia es *la capacidad de un cuerpo a través del cual pueden verse claramente los objetos*, mientras que en pintura se emplea igualmente el término veladura para referirse a *una capa de tinta transparente que se da para suavizar el tono de lo pintado*.

En el terreno pictórico se emplean los términos transparencia y veladura como sinónimos para referirnos a una capa semitransparente de pigmento muy diluido o colorante muy rebajado que nos permite apreciar las características de color, brillo y textura de la capa que subyace bajo ella.

13 Nos estamos refiriendo aquí a las fibras textiles o plásticas, que como señalábamos en el apartado 1.3.2. Antecedentes técnicos de la serigrafía de áridos, en el cual desarrollamos brevemente el sistema del flocado, han de ser sometidas a la acción de fuerzas electromagnéticas para potenciar dichos efectos texturales, así como a posteriores sistemas de secado, y en algunos casos de planchado, que les otorgarán su aspecto final.

Todos estos procedimientos alterarán algunas de las propiedades físicas del material, tales como su dureza o color (en el planchado a altas temperaturas el color de las fibras puede variar sustancialmente), lo cual afectará de manera directa a la percepción de la textura táctil y visual de dichos materiales en la impresión.



En la serigrafía de áridos entendemos por **transparencia la capacidad que tiene una capa impresa para permitir apreciar las características de color, brillo y textura de las capas subyacentes.**

En el campo de la impresión es habitual la creación de la imagen por acumulación de capas de distintos niveles de transparencia y opacidad, que impresas una sobre otra, parcial o totalmente, van conformando la obra final.

La posibilidad de apreciar una imagen que subyace bajo otra dependerá del grado de transparencia de la tinta o compuesto que empleemos.

Los fabricantes de tintas desarrollan productos de elevado poder cubriente y de opacidad, no obstante, las tintas de serigrafía mantienen un cierto nivel de transparencia que nos permiten apreciar las capas de color subyacentes.

A la hora de definir qué entendemos por transparencia de un determinado material nos encontramos con que existen multitud de acepciones de este término en función del campo en el cual vayamos a emplearlo.

Según el comportamiento de los cuerpos con los rayos luminosos que inciden sobre ellos, pueden clasificarse en tres grandes grupos: **opacos, transparentes y translúcidos**<sup>14</sup>.

- **Opacos:** son aquellos cuerpos que no dejan pasar radiaciones a través de ellos.
- **Transparentes:** los que no modifican de una forma relevante la trayectoria de la radiación incidente.
- **Translúcidos:** los que modifican en gran parte la trayectoria del flujo incidente, transmitiéndolo o reflejándolo en varias direcciones, distintas a la incidencia.

En ocasiones en el campo de la creación gráfica al referirnos a productos como las tintas, y por tratar de simplificar el léxico técnico, esta clasificación se reduce a opacos o transparentes.

Durante años la serigrafía se ha empleado por su capacidad de generar imágenes con colores planos altamente opacos. Esto se debe al enorme poder cubriente que se ha logrado con las tintas de serigrafía industriales.

El control de las potencialidades plásticas de los productos de impresión convierte a la serigrafía en una técnica capaz de generar imágenes con diferentes grados de transparencia modificando la composición de las tintas.

## 5.6. LA TRANSPARENCIA EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

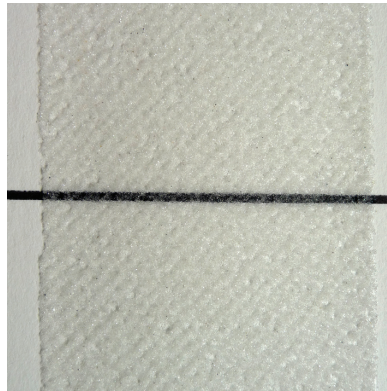
Los áridos son partículas granulares con un nivel de transparencia variable. En la mayoría de los áridos, como el carburo de silicio, la granalla vegetal, las esferas de carbono, el silicato de aluminio o el corindón, el grano es opaco, por lo que en su impresión ocultará todo aquello que quede bajo él, siempre y cuando la capa impresa resulte homogénea y los granos se depositen correctamente sin dejar espacio entre ellos formando una capa compacta.

Esto no quiere decir que la transparencia sea imposible en la serigrafía de áridos, sino que habremos de comprender el funcionamiento de estos materiales en la impresión a la hora de fabricar un compuesto que nos permita lograr una sensación de transparencia en la capa impresa.

Algunos como el vidrio granulado, las microesferas de vidrio, el Armex Maintenance y granallas plásticas (Tipo V) tienen un cierto nivel de transparencia y permiten el paso de una parte del espectro lumínico, como se puede observar en la imagen 97, en la cual se han sobreimpreso microesferas de vidrio sobre una línea negra.

14 MERIN CAÑADA, M. A. *La tinta en el grabado: viscosidad y reología, estampación en matrices alternativas*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Bellas Artes. Departamento de Dibujo I. Madrid 1996. p 202.

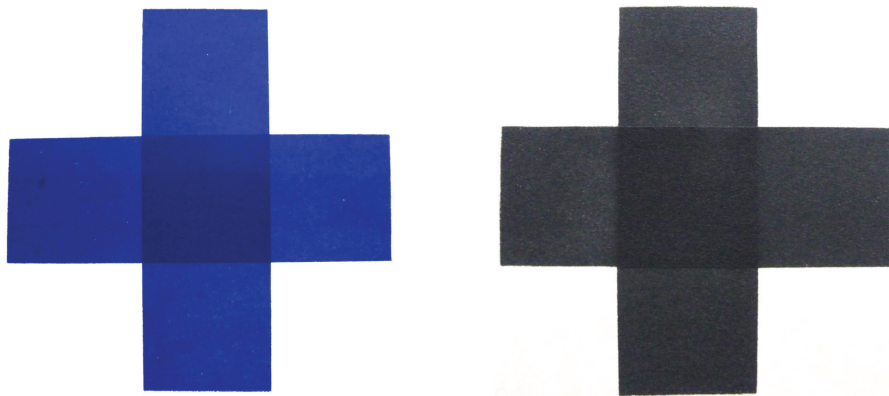
La inclusión de estos materiales en el proceso serigráfico nos permitirá incorporar a la capa impresa una serie de matices de transparencia distintos a los que nos ofrecen las bases transparentes, las lacas o los barnices incoloros. Además de cierta transparencia, aportan a la capa impresa un relieve, textura superficial y brillos característicos, que los diferencian del resto de áridos.



97 / Transparencia en la impresión de microesferas de vidrio.

Podemos alterar los valores de opacidad de las tintas, ya que la gran mayoría de ellas, pese a ser mucho mas opacas que las tintas de calcografía o litografía, tienen un cierto grado de transparencia que podemos potenciar. Para ello recurriremos a las mismas bases transparentes que hemos empleado como vehículos en la impresión de áridos.

Las tintas serigráficas están descritas en su mayoría como de alta opacidad y elevado poder cubriente, propiedades altamente valoradas por los profesionales de la impresión en su uso en el marcaje industrial o en la impresión textil.



98 / Superposición de impresiones con tinta de base acuosa (izq.) y carburo de silicio (dcha.).<sup>15</sup>

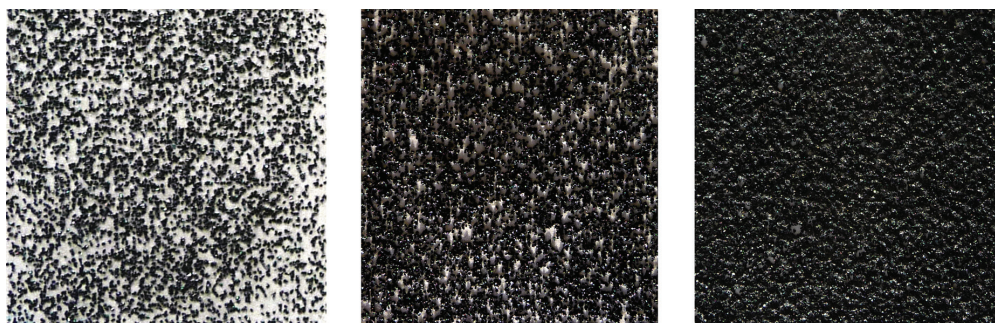
La mayoría de los áridos empleados en esta investigación son opacos, pero no así el medio adhesivo empleado como vehículo. **El compuesto árido imprimible resultante tendrá una transparencia que estará en función no sólo de las características del árido, sino también del resto de productos empleados en su fabricación.**

15 En ambos casos se ha impreso un rectángulo, y una vez que la capa impresa ha secado, se ha girado 90° el soporte y se ha superpuesto la impresión de otro rectángulo. En la zona central del rectángulo donde coinciden ambas impresiones se puede observar claramente como la acumulación de capas impresas produce una alteración en el color, brillo y opacidad de la impresión.

En el caso de las tintas serigráficas, los colores muy opacos son aquellos que en su composición cuentan con un mayor contenido en pigmentos o colorantes extremadamente cubrientes, como el blanco de titanio.

Cuanto menor es la concentración de pigmentos mayor será la transparencia de esa capa, y por el contrario, cuanto mayor sea dicha concentración mayor será la opacidad, funcionando esta como contraposición absoluta a la transparencia. Por analogía podemos decir que en el trabajo con áridos el fenómeno de la transparencia en la impresión funciona de forma similar a las tintas.

Al elaborar un compuesto árido imprimible en el cual empleemos un adhesivo no colorante, **la transparencia en la impresión de áridos variará en función de la concentración de los granos incluidos en la capa impresa.**



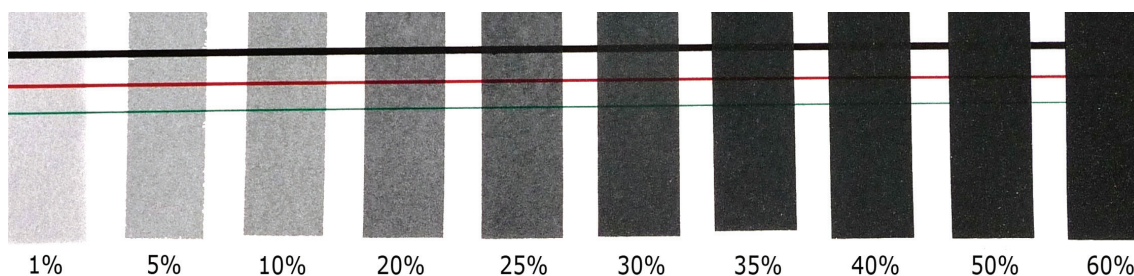
99 / Impresión de SiC 100 donde se ha variado la concentración del árido en el compuesto para lograr un aumento en la opacidad de la capa impresa. P5 Saturación / Carga.

Al árido añadido al medio adhesivo lo denominaremos **carga**.

**En un mismo volumen de medio adhesivo cuanto menor sea la carga de árido mayor será la transparencia, por el contrario, cuanto mayor sea la carga menor será la transparencia.**

En los compuestos donde el porcentaje de carga es muy bajo, los granos del árido quedan muy dispersos en el medio adhesivo, lo que nos permite observar las características de la superficie sobre la cual ha sido impreso, dando así un aspecto transparente a la impresión<sup>16</sup>. A medida que aumentamos el porcentaje de árido en el compuesto la capa impresa irá ganando en opacidad.

De esta manera es posible obtener toda una escala de transparencia progresiva, a modo de escala de grises, desde el tono más claro otorgado a la impresión por el color del medio adhesivo exclusivamente, hasta una impresión cuyo color sea el del propio árido.



100 / Escala de transparencia en base a un aumento progresivo del porcentaje de árido (SiC 240). P6 Transparencia-1.

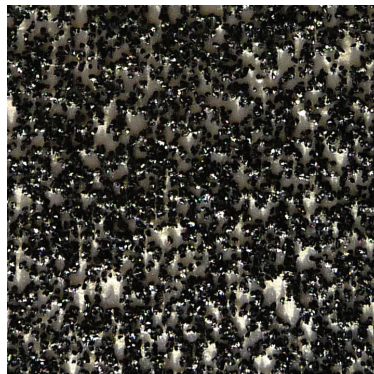
<sup>16</sup> A modo de ejemplo hemos realizado una escala de transparencias (imagen 100) empleando SiC 240 en conjunción con látex Valentine 4070. Empleando un compuesto en el cual el porcentaje de árido es bajo, conseguiremos impresiones de gran transparencia (similar a un tono de gris claro), que irán ganando en opacidad gradualmente a medida que aumentamos el porcentaje de carburo de silicio en el compuesto.



Si atendemos de forma rigurosa a la impresión, hemos de decir que independientemente del porcentaje de árido con el que cuente el compuesto a imprimir, el color del árido será siempre el mismo, ya que es insoluble en el medio adhesivo y no pierde ninguna característica de color al añadirse a él. Lo que varía es nuestra percepción del mismo como consecuencia del aumento de la concentración de granos en la capa impresa.

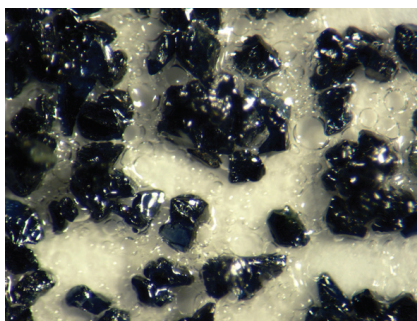
Los distintos grises que percibimos son el resultado de la mayor o menor concentración de granos en una misma área, modificando la cual podemos controlar la transparencia de la capa impresa.

Empleando granos de gran tamaño, entre 270 y 390 micras (equivalente al SiC 46 y 60), es frecuente obtener un cierto grado de transparencia en la impresión, incluso en compuestos con un elevado porcentaje de carga, ya que la estructura del tejido y el tamaño del hilo de las pantallas más abiertas (12h/cm) es suficiente como para crear espacios en blanco resultantes de la distancia existente entre un grano de árido y otro en la superficie de la capa impresa, como se puede observar en la siguiente imagen

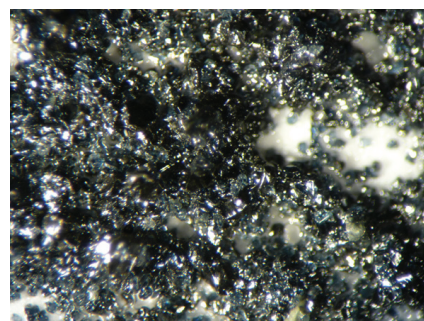


101 / Falta de opacidad en la impresión de SiC 54.

Para aumentar la opacidad de una capa impresa con áridos de gran tamaño, podemos recurrir al método de carga múltiple, o bien, combinar el árido de mayor tamaño con un pequeño porcentaje de otro de tamaño inferior que será el encargado de rellenar los huecos.

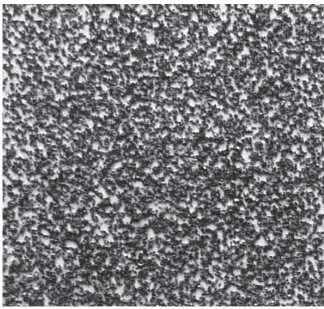


102 / Impresión de SiC 60. Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV.

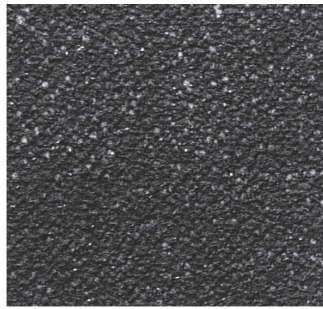


103 / Impresión de SiC 60 con relleno de SiC 180. Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV.

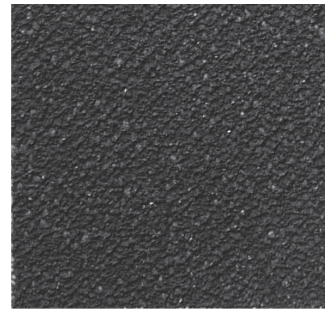
Los áridos de menor tamaño pasarán sin problemas por los huecos del tejido y se depositarán en los huecos dejados por los más grandes dándole un aspecto más homogéneo a la impresión. Es suficiente con añadir un 25% de árido de menor tamaño para conseguir este efecto. De esta manera se conserva el aspecto y la textura del árido principal y se aumenta la opacidad de la capa impresa (imagen 104).



SiC 60



SiC 60 + SiC 150



SiC 60 + SiC 280

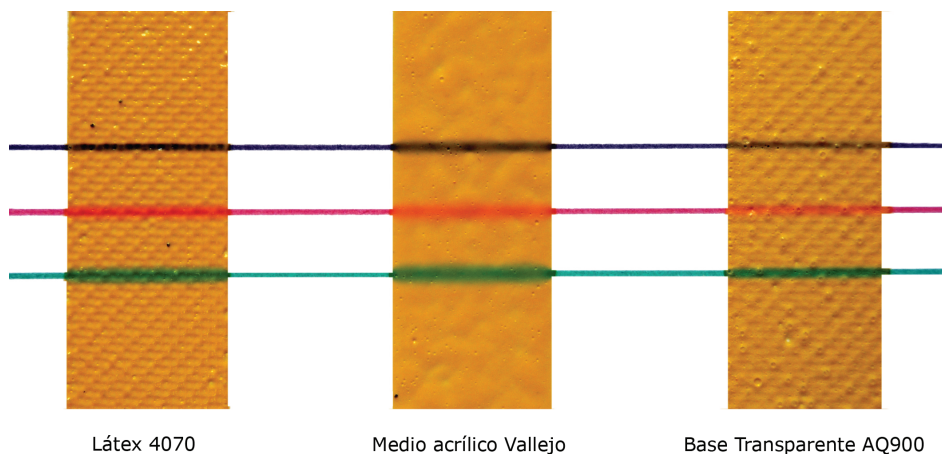
104 / Aspecto de una impresión de SiC 60 y látex, y el mismo árido en combinación con granos de menor tamaño (SiC 150 y 280) añadidos para aumentar la opacidad de la capa impresa. P10 Color-3.

El control de los factores que condicionan la transparencia en la serigrafía de áridos como el porcentaje de árido incluido en el compuesto, tamaño de grano, combinación de distintas granulometrías, etc., nos permitirá crear imágenes con una gran variación tonal sin necesidad de incluir otros elementos colorantes, así como lograr esa sensación de textura visual propia de la impresión de áridos.

### 5.6.1. La transparencia del color en la impresión de áridos

En la fabricación de un compuesto árido, al margen del medio adhesivo, podemos incluir un elemento colorante, generalmente tinta, que aporte color, además del propio del árido. La transparencia del mismo puede ser controlada alterando el tipo de tinta empleada como colorante, así como el porcentaje que incluyamos en el compuesto.

Al medio adhesivo le añadiremos un pequeño porcentaje de tinta, en torno al 5-10% de manera que el compuesto resultante mantenga los niveles de transparencia deseados sin alterar sus propiedades aglutinantes y adhesivas.



Látex 4070

Medio acrílico Vallejo

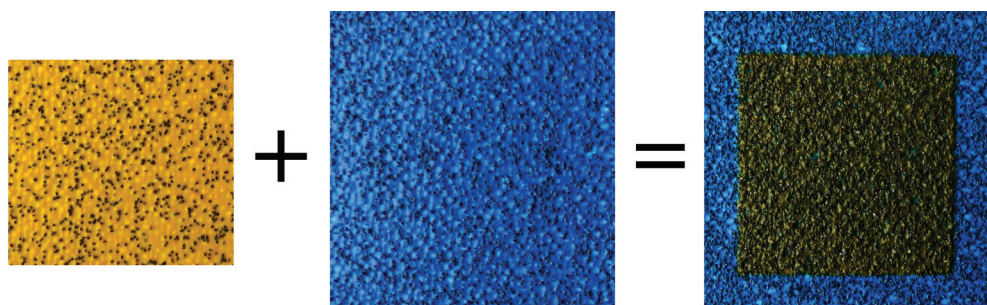
Base Transparente AQ900

105 / Transparencia de distintos medios adhesivos impresos con pantalla de 24h/cm. a los cuales se les ha añadido un 10% de tinta amarilla de base acuosa. P7 Transparencia-2.

Las características de la capa impresa dependerán del medio adhesivo seleccionado, ya que cada uno de ellos aportará un distinto grado de transparencia, textura y relieve, como se puede observar en la imagen 105.

Para el trabajo con transparencia y color con tintas de base acuosa, hemos empleado la línea de tintas para cuatricromía. Estas tintas aportan una mayor transparencia que las tintas convencionales, siendo más adecuadas para tal fin.

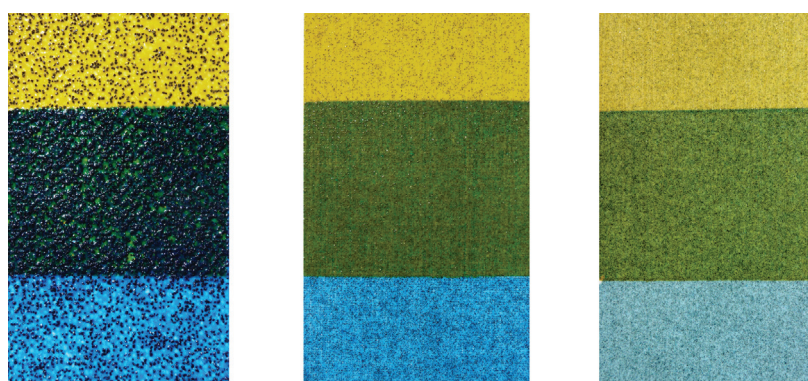
Al igual que ocurre cuando empleamos exclusivamente tintas de impresión, en el trabajo con áridos, cuando una capa de color transparente se deposita sobre otra, se genera un tercer color (imagen 106).



106 / Impresión de SiC 54 empleando tintas de base acuosa y látex. Al igual que ocurre con las tintas convencionales, la superposición de impresiones de áridos y tintas permite variar el color final. P8 olor-1.

En la serigrafía de áridos la superposición de colores se va a realizar de una manera similar a cuando operamos con tintas convencionales de serigrafía. Esto se debe principalmente a que además del color de la tinta, en la impresión también intervendrá el color del árido, y la manera en la cual se distribuyen los granos en la capa impresa.

Las partículas de pigmento se depositan cubriendo el soporte de una manera mucho más compacta que los granos de árido, los cuales tienden a dispersarse sobre él, incluso en los compuestos con un elevado porcentaje de árido. Esta peculiaridad de la impresión con áridos favorece la posibilidad de apreciar las capas inferiores que subyacen bajo la última capa superpuesta, de manera que podemos apreciar los colores anteriormente impresos.

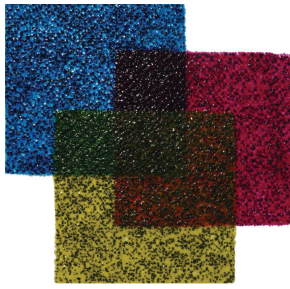


107 / Superposición de SiC 60, 150 y 280 con tintas de base acuosa para cuatricromía y látex. P11 Color y superposición-1.

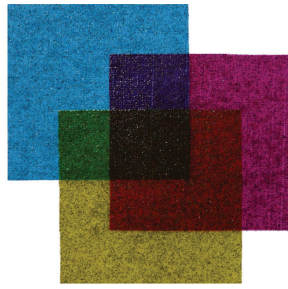
Esta percepción se puede potenciar o reducir a voluntad alterando el porcentaje de árido, así como de tintas y otros elementos colorantes incluidos en el compuesto

Con los áridos podemos trabajar la transparencia del color de la misma manera que lo haríamos con tintas convencionales de cuatricromía, mezclándolas entre ellas para obtener los distintos colores resultantes de su superposición, pero teniendo siempre en cuenta los condicionantes en la lineatura del tejido impuestos por el tamaño del grano.

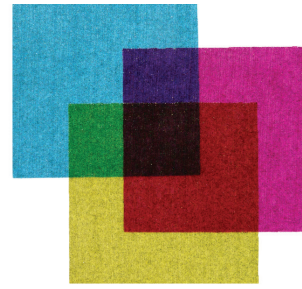




SiC 60 P 12h



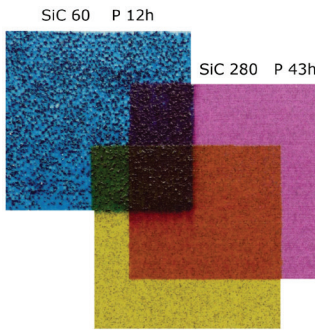
SiC 150 P 24h



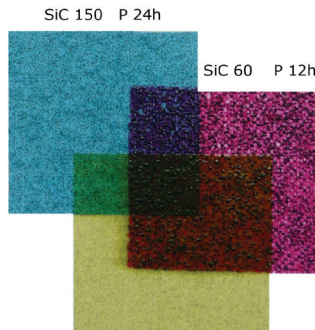
SiC 280 P 43h

108 / Impresión de carburo de silicio siguiendo el esquema de superposición de colores CMYK indicado para las tintas de cuatricromía. P12 Color y superposición-2.

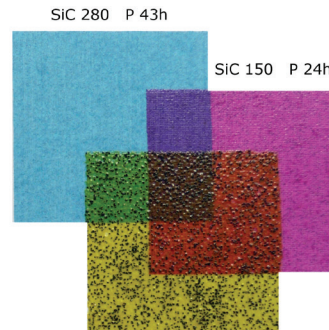
Asimismo es posible lograr impresiones transparentes y superponerlas empleando áridos de distinta granulometría. En este caso debemos tener en cuenta que cuando superponemos una capa sobre otra, las características del árido de la capa inferior condicionarán la impresión de la capa superior.



SiC 150 P 24h



SiC 280 P 43h



SiC 60 P 12h

109 / Impresión de carburo de silicio de distintas granulometrías siguiendo el esquema de superposición de colores CMYK indicado para las tintas de cuatricromía. P13 Color y superposición-3.



CAPÍTULO 6.  
YUXTAPOSICIÓN Y SUPERPOSICIÓN EN LA  
SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS





## 6. YUXTAPOSICIÓN Y SUPERPOSICIÓN EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

La superposición y la yuxtaposición son dos de los recursos plásticos, constructivos y semánticos<sup>1</sup> más singulares que nos ofrecen las distintas técnicas gráficas.

Artistas como Andy Warhol, Robert Rauschenberg, Allen Jones, Bruno Munari, David Salle o Jasper Johns, entre otros, han empleado dichos recursos no sólo como desarrollos técnicos, sino también como elementos formales en su obra. El Pop-Art, movimiento en el que podemos ubicar a muchos de estos artistas, es el paradigma de dichos recursos en combinación con otros medios como la pintura o el *assemblage*.



110 / J. Johns, "Cicada", 1981. Litografía. 88,9 x 66 cm.

111 / A. Warhol, "Ambulance disaster", 1963. Serigrafía y acrílico 302,9 x 203,2 cm.

112 / R. Rauschenberg, "Quote", 1964. Serigrafía y óleo 230 x 180 cm.

Entendiendo el soporte como el lugar donde se va a realizar la composición de la imagen final, estos dos recursos, junto con la repetición, la fragmentación o la seriación van a posibilitar la creación de imágenes polivalentes.

En la serigrafía coexisten, como en el resto de procedimientos gráficos dos cuestiones que resultarán condicionantes a la hora de planificar las distintas fases de trabajo así como las estrategias técnico-creativas que llevaremos a cabo. Las conceptuales referidas al interés específico de cada artista, y las derivadas del proceso técnico en las que se integran todos y cada uno de los pasos del proceso y su capacidad de combinatoria, como pueden ser las variaciones de orden, color, sustracción, adición, etc.

<sup>1</sup> Para un desarrollo en profundidad de la conceptualización de dichos recursos creemos destacable la publicación de Juan Martínez Moro. *Un ensayo sobre grabado. (A finales del siglo XX)*. Creática Ediciones. Cantabria, 1998. pp. 65-83.

La correcta planificación en el orden de trabajo es importante desde el momento en el cual la serigrafía nos ofrece la posibilidad de crear imágenes de varios colores que iremos incluyendo en sucesivas impresiones en función de nuestros intereses plásticos y de las características técnicas del trabajo.

Es el artista en colaboración con el impresor quien organiza el orden de las impresiones y su combinatoria. De su habilidad no sólo técnica sino también creativa se derivarán las múltiples posibles imágenes finales.

Este rasgo definitorio de las técnicas gráficas permite incorporar a la superficie de la obra sucesivas capas o estratos de información. La alteración del orden de las impresiones y su situación sobre el soporte receptor permiten una variación continua y casi infinita de la imagen.

La yuxtaposición y la superposición son recursos que el artista maneja como elementos propios del terreno en que se desarrolla su obra, y que han fascinado a artistas como Andy Warhol, quien encontró en la serigrafía el medio idóneo que le permitió instrumentalizar la imagen como elemento repetitivo en su obra, en un guiño irónico y crítico de la sociedad de consumo y los mass-media, o a Jasper Johns, quien dijo:

*"A mí, lo que más me interesa del aguafuerte es la capacidad de la plancha de cobre para almacenar múltiples capas de información. Se puede trabajar en la plancha de una manera y luego de otra forma distinta y el grabado muestra estas dos etapas a la vez"<sup>2</sup>.*

Johns en cierto sentido se está refiriendo a la posibilidad de re-elaboración de la imagen que tanto la yuxtaposición como la superposición permiten, elementos intrínsecamente ligados al quehacer de toda técnica de impresión y transferencia.

Estas cuestiones han sido desarrolladas en la obra de muchos de los artistas más relevantes de las últimas décadas y han sido objeto de estudio por pensadores de la talla de Walter Benjamin en su célebre ensayo *"La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica"*, o Richard S. Field en *"Tendencias actuales"*, motivo por el cual no entraremos a analizar aquellas cuestiones conceptuales que se derivan del uso de estos y otros recursos propios de la obra gráfica como la seriación o la multiplicación.

Retomando el tema que nos ocupa y parafraseando el conocido axioma matemático hemos de decir que en la serigrafía, al igual que en el resto de las técnicas gráficas el orden de los factores alterará el resultado final, ya que dependiendo del orden en el cual realicemos las impresiones, su ubicación en el soporte y las variaciones de color, textura o transparencia, la obra resultante adquirirá distintos significados.

En este capítulo vamos a desarrollar las cuestiones técnicas que atañen principalmente a la yuxtaposición y superposición de impresiones en la serigrafía de áridos, así como los desarrollos del proceso de impresión que nos permiten alterar las características de la imagen.

## 6.1. ESTRATEGIA PARA LA IMPRESIÓN SERIGRÁFICA DE ÁRIDOS

### 6.1.1. Planificación del trabajo

Las estrategias en la impresión serigráfica requieren, en la mayoría de los casos, de una **planificación** previa.

- Selección y preparación de los materiales.
- Descarte de colores.
- Elaboración de los fotolitos.
- Preparación de la pantalla.
- Creación de la imagen pantalla.
- Impresión.

El conocimiento de todos los pasos del proceso junto con la ayuda de la imagen boceto puede orientar al artista en su capacidad de previsualización de la obra deseada y del orden de actuación. Esto supone un beneficioso punto de partida que contribuirá al correcto desarrollo del trabajo.

Esta fase de planificación implica la **selección y preparación de los materiales** necesarios, el tipo de pantallas, la regleta, las emulsiones, los productos imprimibles, los soportes, etc.

El árido es el elemento que condicionará las características de los materiales que van a intervenir, y por lo tanto, algunas de las fases del trabajo habrán de ser modificadas o adaptadas a las necesidades específicas derivadas del uso del mismo.

En las imágenes multicolores es necesario realizar un **descarte** previo que nos permita separar los distintos colores. Esta descomposición se puede realizar de manera manual o bien digitalmente empleando un programa informático tipo PhotoShop con el cual podemos realizar la separación de colores por capas. Pese a que en este programa no se refleja la tangibilidad de los áridos, así como otras características de los materiales que vamos a utilizar, es una herramienta muy útil, que nos ayudará a previsualizar las distintas fases del trabajo así como sus posibles variaciones. El carácter tangible del material está previsto por la experiencia y el continuo contacto que con el mismo tenemos.

En el trabajo con áridos, prioritariamente tendremos en cuenta las distintas granulometrías que vamos a utilizar, ya que cada una de ellas requiere de un tejido con unas características específicas, por lo que imperiosamente habremos de **seleccionar las pantallas en función del tamaño del grano**.

En serigrafía es habitual trabajar con fotolitos, es decir, soportes transparentes tipo acetato, transparencia, papel vegetal, papel poliéster etc., sobre los cuales realizamos, con los apropiados materiales, la imagen que deseamos llevar a la pantalla.

La imagen fotolito es un positivo en alto contraste en el que estamos viendo la imagen real, tal como va quedar impresa, sin la información referida al color, brillo y textura propios del producto a imprimir. El trabajo con áridos en serigrafía no implica un desarrollo especial en la fabricación de fotolitos, ya que estos habrán de adaptarse a las características del tejido y no a las del material árido.

La transferencia de la imagen fotolito a la pantalla requiere de su acondicionamiento previo, lo que conlleva la preparación de la misma.

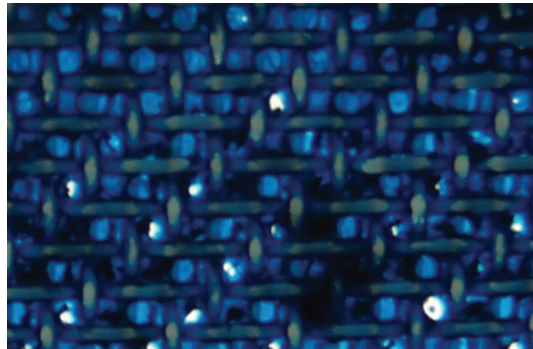
La **preparación de la pantalla** incluye la limpieza, el desengrasado, el emulsionado y secado. En esta fase empleamos los productos de **limpieza** necesarios para la eliminación de los restos de suciedad así como las imágenes fantasmas<sup>3</sup> que de anteriores usos de la pantalla pudieran quedar en el tejido, y posteriormente, un producto desengrasante para eliminar cualquier sustancia grasa que pudiera contener y mejorar la adherencia de la capa de emulsión.

Una vez limpia y desengrasada procederemos a su **emulsionado**. Este proceso consiste en la creación de una capa sensible sobre el tejido, que en nuestro caso, realizaremos mediante la aplicación de una emulsión líquida empleando una raedera aplicaremos las capas de emulsión que

<sup>3</sup> Por imagen fantasma entendemos la neblina o imagen borrosa apreciable a simple vista y que permanece en el tejido de la pantalla como resultado de una mala limpieza de los productos empleados en anteriores impresiones que pudieran haber teñido determinadas zonas del tejido. En la mayoría de los casos las imágenes fantasmas no suponen un problema, pero de persistir pueden llegar a bloquear el tejido. Para su completa limpieza emplearemos productos específicos como el Kaustimask S, Stargel 350, Zero Ghost, Disolix Gel o similares.

creamos convenientes. En pantallas de 43h/cm en adelante es suficiente con aplicar dos capas de emulsión, una primera por la cara exterior de la pantalla y la segunda por la cara interior.

Con pantallas de lineatura 12-24h/cm, donde la abertura de malla es mayor, es difícil conseguir una capa de emulsión homogénea, ya que durante el secado ésta tiende a contraerse y es habitual la aparición de poros abiertos (imagen 113).

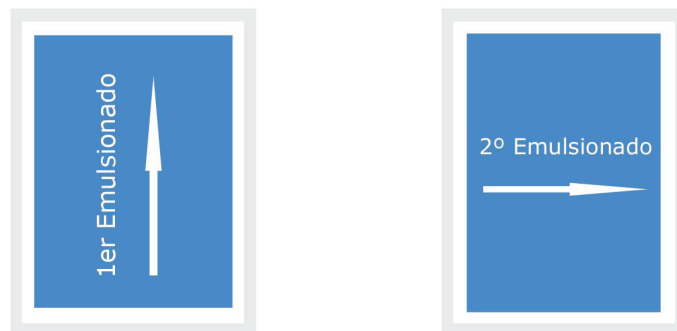


113 / Poros abiertos resultantes de la contracción de una capa de emulsión de Diazo aplicada sobre tejido poliéster calandrado de 12 h/cm.

En la serigrafía de áridos empleamos con regularidad estas lineaturas, ya que son las que van a posibilitar la impresión de los granos de mayor tamaño. Para su emulsiónado es preferible emplear emulsiones de alta viscosidad con una mayor carga de sólidos, ya que el aumento en el porcentaje de sólidos aumenta el grosor de la capa y reduce la contracción de la emulsión que ocasiona los poros abiertos durante el secado. Recomendamos el uso de emulsiones de diazo fotopolímero tipo Chromatech PL, con un 50% de carga de sólidos, o Zoico Dual TC, que cuenta con un 33% de carga de sólidos, recomendadas para trabajos de impresión con plastisoles sobre soportes textiles.

Con pantallas de baja lineatura (12-24h/cm) es conveniente aumentar a 4 el número de capas de emulsión. Para ello aplicaremos una capa por cada cara, dejaremos secar la emulsión de 12 a 24 horas en el secadero de pantallas a una temperatura media de 30°C – 40°C, y una humedad relativa del 30% al 50% siempre con la cara exterior hacia abajo. Secar la pantalla a una temperatura superior a la recomendada por el fabricante de la emulsión, o en un ambiente con un grado de humedad excesiva puede conllevar la obtención de resultados inconsistentes y capas de resistencia variable.

Posteriormente, y siempre que la capa de emulsión anterior esté completamente seca, procederemos a un segundo emulsiónado por ambas caras, pero esta vez cambiando la dirección de la raedera respecto a la pantalla y terminando siempre por la cara interior (imagen 114).



Podemos repetir el proceso de emulsionado y secado tantas veces como sea necesario hasta alcanzar el grosor deseado. De esta manera corregiremos las posibles deficiencias que pudieran quedar en las primeras capas de emulsión, rellenando los poros que hubieran quedado abiertos y aumentando con ello su resistencia a la abrasión producida por los áridos.

Una vez emulsionada la pantalla procederemos al insolado y revelado de la misma.

La exposición de la capa sensible a una fuente controlada de luz ultravioleta la denominamos **insolado o exposición**. La pantalla debe estar completamente seca antes de la exposición. Este proceso se lleva a cabo empleando una insoladora compuesta por una fuente de uno o varios puntos de luz ultravioleta y una unidad de vacío dentro de la cual se coloca la pantalla emulsionada en contacto con el fotolito. La unidad de vacío cuenta con una superficie de cristal (orientada hacia la fuente de luz) sobre la cual se coloca el fotolito y a continuación la pantalla emulsionada con la parte exterior en contacto con el fotolito y el cristal. La parte interior de la pantalla, así como el resto de la superficie del cristal están en contacto con una tela sintética y elástica generalmente de color oscuro para evitar que otras fuentes de luz puedan entorpecer el proceso. Esta tela se coloca sobre la pantalla y mediante un sistema de succión de aire se realiza el vacío de tal forma que tanto el fotolito como la pantalla permanecen inmóviles durante la exposición.

Tras crearse el vacío se conecta la fuente de luz ultravioleta durante un tiempo determinado, en el cual la acción de los rayos lumínicos curarán la emulsión, endureciéndola en las zonas transparente en el fotolito o zonas de no imagen. El tiempo correcto de exposición es aquel que nos permita lograr la resolución óptima en la imagen, que deberá ser determinado mediante sucesivas pruebas, con una exposición gradual. Las imágenes de ensayo similares a las cartas de grises empleadas en fotografía son muy útiles a la hora de precisar los tiempos de exposición. Estas imágenes, que pueden obtenerse de suministradores de capas sensibles, incluyen líneas, textos, imágenes y tramas de puntos de diferentes tamaños que nos permiten verificar la calidad en la exposición. Debido a que existen muchos factores que intervienen en el proceso no podemos aportar datos concretos, ya que el tiempo de exposición de capas sensibles directas varía en función de:

- Tipo y potencia de la fuente de luz.
- Sensibilidad lumínica de la emulsión fotosensible.
- Comportamiento de endurecimiento de la emulsión.
- Sensibilidad espectral de la capa sensible (solo un número determinado de rayos de todo el espectro lumínico realizan la función de endurecimiento).
- Grosor de la capa fotosensible.
- Color de la emulsión.
- Difusión de la luz.
- Distancia entre la fuente de luz y la capa fotosensible.
- Material tanto de soporte como de los empleados en la confección del fotolito.
- Motivo a imprimir.
- Tipo de tejido empleado en la pantalla.
- Número de capas sensibles aplicadas.
- Características propias de la maquinaria y el taller.

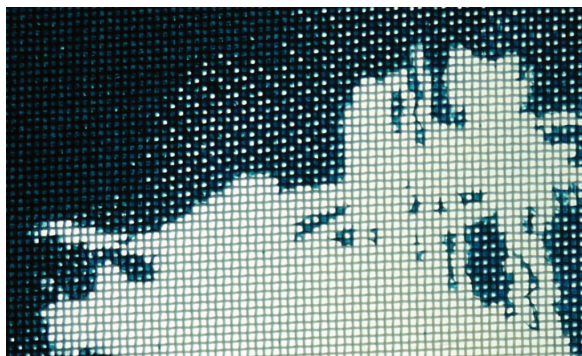
Tras el insolado procederemos al **revelado** de la imagen.

Una vez expuesta a la acción de la luz ultravioleta, la zona de la capa de emulsión que no ha resultado endurecida (correspondiente a las zonas de imagen del fotolito) aún es soluble en agua, mientras que en las zonas donde la emulsión se haya endurecido resultan insolubles.



Para el revelado de la imagen aplicaremos agua con una temperatura de entre 20°C y 26°C por ambos lados de la pantalla. En el revelado de pantallas de 12h/cm es conveniente mojar toda la superficie del tejido dejándola húmeda durante 1 ó 2 minutos, de manera que el agua vaya poco a poco disolviendo la emulsión, transcurridos los cuales procederemos a enjuagar toda la superficie con una manguera de dispersión de forma progresiva y sin golpes bruscos de agua para eliminar la emulsión e ir abriendo las zonas de imagen de la pantalla a través de las cuales permeará la tinta.

Tras la limpieza de los restos de emulsión la pantalla está lista para ser introducida una vez más en la unidad de secado. Aquí finaliza el proceso de transferencia de la imagen del fotolito a la capa sensible de la pantalla.



115 / Aparición de poros abiertos en la capa de emulsión periférica a la imagen ocasionada por la falta de post-exposición en una pantalla de 12h/cm.

En las pantallas de baja lineatura empleadas en el trabajo con áridos la capa de emulsión es de un grosor considerable, y en ocasiones, aunque se haya creado correctamente la forma permeográfica es conveniente someterla a un proceso de **post-exposición**, ya que la emulsión puede presentar un endurecimiento superficial pero mantenerse soluble entre los hilos del tejido sin haber endurecido totalmente, y en ocasiones, desprenderse a lo largo del trabajo. Por este motivo resulta conveniente volver a exponerlas a la luz UV, esta vez sin el fotolito, logrando así un endurecimiento total y una mayor resistencia de la capa de emulsión.



116 / Robert Rauschenberg trabajando en su estudio. En la fotografía se puede observar como el artista emplea una pantalla que contienen varias imágenes, que imprime de forma manual en el orden conveniente para la creación de la imagen final.

Para conocer el tiempo de post-exposición correcto basta con multiplicar por 3 el tiempo de exposición original. Este proceso lo llevaremos a cabo siempre después del lavado y completo secado de la pantalla.

Es necesario comprobar el estado de la capa de emulsión una vez revelada a fin de detectar posibles fallos en el proceso, como zonas de imagen que hayan quedado obturadas o la aparición de poros abiertos. Para ello basta con colocar la pantalla sobre una mesa de luz y corregir estos fallos empleando un producto de retoque tipo Blocifix o similar.

El procedimiento descrito habremos de llevarlo a cabo tantas veces como pantallas necesitemos, es decir, un número de pantallas equivalente al número de colores/áridos de la imagen, salvo en las ocasiones en que podamos realizar distintas imágenes sobre una misma pantalla, algo habitual para optimizar el uso del tiempo y los materiales.

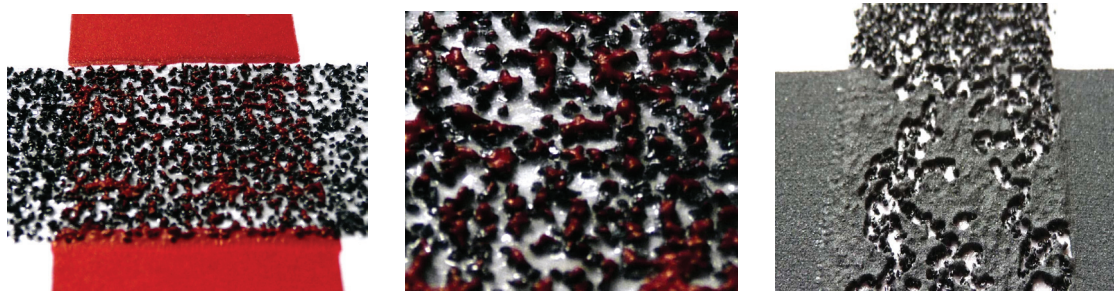
### 6.1.2 El tamaño del árido en la secuencia de impresión

El orden en la **secuencia de impresión** resulta clave, ya que como hemos mencionado, por cada color o árido emplearemos una pantalla, y por lo tanto, habremos de seguir un orden concreto. En el trabajo con áridos hemos de tener en cuenta la granulometría de cada uno de ellos, ya que como veremos más adelante en el apartado dedicado a la superposición, existe un factor añadido relacionado con la textura superficial que aporta a la capa impresa cada tamaño de grano, que va a condicionar las siguientes impresiones.

Cuando trabajamos sobre un soporte sobre el cual se ha impreso previamente, y por lo tanto se ha alterado en mayor o menor medida su superficie, las características de la capa impresa se verán afectadas, ya que esa impresión previa es la que se convierte en el nuevo soporte.

En su impresión los granos de árido conforman una estructura granular irregular en la superficie del soporte. La capa impresa está compuesta por multitud de "cimas y valles" sobre los cuales se van a depositar las posteriores impresiones, independientemente de que estas sean de áridos o de tintas convencionales.

Cuando trabajamos con tintas convencionales podemos emplear una misma pantalla para imprimir en distintos colores, pero en el trabajo con áridos no es así, ya que si bien podemos imprimir granos de pequeño tamaño con pantallas de distintas lineaturas, los granos de mayor tamaño solamente podrán ser impresos empleando pantallas de lineatura muy baja.



117 / Impresión de tinta roja Unico AQ sobre SiC 60. P15 Superposición áridos-2.

118 / Detalle de la impresión de tinta roja sobre SiC 60.

119 / Impresión de SiC 320 sobre SiC 60. P15 Superposición áridos-2.

No existe una norma que establezca el orden en el cual han de realizarse la superposición de impresiones de granos de distinto tamaño. Podemos imprimir un grano grueso sobre otro grueso, fino sobre fino, grueso sobre fino y viceversa, pero optar por uno u otro va a condicionar el agarre,



la textura superficial, el color, la transparencia, etc. de la capa impresa, y con ello el aspecto de la imagen final.

La impresión sobre un grano fino o sobre una tinta serigráfica no ocasiona problemas, ya que la capa impresa es lo suficientemente regular como para aceptar posteriores superposiciones. Por el contrario, en casos extremos donde existe una gran diferencia entre el tamaño del sustrato inferior y el superior, como cuando tratamos de imprimir una tinta o un grano fino sobre un grano muy grueso (imagen 117 y 118), la superficie de posado correspondiente a la cumbre de los granos gruesos es tan pequeña e irregular que no va a permitirnos trabajar con la fiabilidad deseable y puede ocasionar deficiencias en la impresión.

**En la impresión con áridos el correcto anclaje de la capa está determinado por las características de la capa inferior.**

Conocer la secuencia de impresión es un aspecto importante a tener en cuenta en el momento de organizar las distintas fases del trabajo, ya que el tamaño del árido va a condicionar la estrategia de trabajo así como los materiales a emplear.

## 6.2. YUXTAPONCIÓN DE IMPRESIONES

La yuxtaposición es la **colocación de un elemento junto a otro sin llegar a ocupar un mismo lugar.**

Este procedimiento se encuentra íntimamente ligado con la forma de operar en las distintas técnicas gráficas.

La yuxtaposición en serigrafía se puede lograr de distintas maneras, bien imprimiendo consecutivamente una imagen a la par de la otra, es decir, repitiendo el proceso de impresión de una misma imagen colocándola junto a la anteriormente impresa, a lo que nos referiremos como **yuxtaposición de impresiones** (imagen 120. *"Do it yourself (sailboats)"*), o bien, con la impresión simultánea de varias imágenes creadas en la misma pantalla (imagen 121. *"Orange disaster 5"*), a lo que nos referiremos como **yuxtaposición de imágenes**.

La yuxtaposición de impresiones es un proceso muy habitual en serigrafía, del que se ha hecho un gran uso en el Pop Art con el uso de los colores planos. En la imagen 120 correspondiente a la obra *"Do it yourself"* de Andy Warhol encontramos un ejemplo clarificador de la yuxtaposición de impresiones.

En esta obra, cuyo título traducido al castellano sería *"Hágalo usted mismo"*, el artista hace un guiño a la autoría y la manufactura de la obra, presentándonos una imagen que nos recuerda a aquellos juegos infantiles en los que se trata de rellenar cada zona de la imagen con un color correspondiente al número que en ella aparece indicado. Cada color se ha de situar uno al lado del otro, pero sin ocupar el mismo lugar, es decir, nos encontraríamos ante una yuxtaposición de impresiones/colores mediante la cual se compondría la imagen final.



En la imagen 121, correspondiente a la obra *"Orange disaster 5"* de Andy Warhol nos encontramos con la idea de yuxtaposición de imágenes, aunque en este caso sería más correcto emplear el término repetición, ya que si bien a cada fotografía de la silla eléctrica le sigue una idéntica, todas ellas se han creado sobre el soporte en una única impresión llevada a cabo a partir de una pantalla en la cual se ha revelado un fotolito que contenía la misma imagen repetida 15 veces.



121 / Andy Warhol, *"Orange Disaster 5"*, 1963. Serigrafía y acrílico sobre lienzo 269,2 x 207 cm.

La yuxtaposición de impresiones es un recurso habitual cuando queremos imprimir un mismo elemento repetido en dos colores distintos, como se muestra en la siguiente imagen.



122 / Yuxtaposición de 2 impresiones en negro y rojo.

En este caso se ha impreso en primer lugar la imagen de la izquierda en color negro, y posteriormente, empleando la misma pantalla se ha impreso la imagen en rojo inmediatamente a la par de la primera impresión.

En la serigrafía de áridos la yuxtaposición no supone ningún condicionante al proceso de impresión. Cada una de las imágenes o partes de la imagen se realiza en una pantalla y se imprime de forma independiente, ya que su ubicación sobre el soporte no interfiere en las posteriores impresiones, por lo que no requiere de un orden establecido previamente, pero si del uso de un sistema de registro que nos permita imprimir en el lugar exacto.

En la yuxtaposición con materiales áridos, si queremos alterar el tamaño del grano habremos de cambiar el tipo de tejido.

En este sentido hemos de decir que la yuxtaposición de distintos áridos, además de las alteraciones en el color, brillo y transparencia, nos permite introducir cambios en la textura y el relieve de la capa impresa, lo cual complejiza y enriquece el aspecto de la imagen.

### 6.3. SUPERPOSICIÓN DE IMPRESIONES

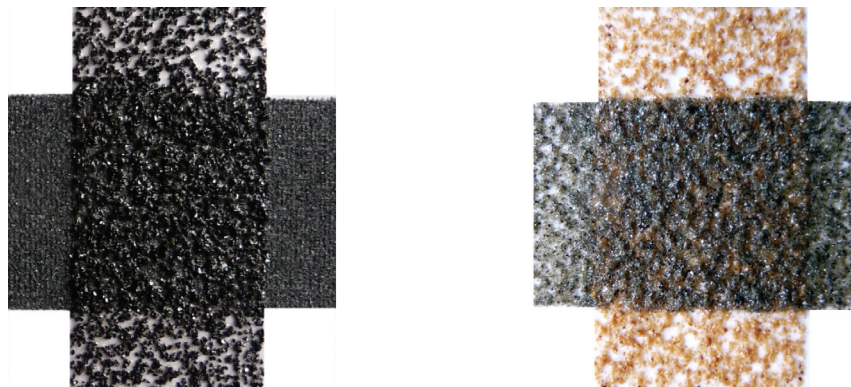
Tras consultar distintas publicaciones, hemos podido comprobar como el término superposición de impresiones y el de sobreimpresión se emplea en un mismo sentido para referirnos al proceso de **imprimir una o varias imágenes de manera que coincidan en mayor o menor medida en la superficie del soporte.**

Hemos preferido el término superposición de impresiones, ya que en algunos manuales especializados el término sobreimpresión se usa exclusivamente para referirse a la impresión de una capa sobre ella misma, proceso que busca el mismo fin que el descrito en el apartado dedicado a la impresión por carga múltiple, es decir, aumentar la cantidad de tinta en la capa impresa, o para ampliar matices, ya que la impresión de un color sobre el mismo aporta nuevos valores por veladura, al igual que la textura.

La superposición de impresiones es otro de los recursos habituales que nos permite alterar las características de color, brillo, transparencia, textura y grosor de la capa impresa, pero que en el trabajo con áridos condiciona el proceso de impresión de una manera mucho mayor que en el caso de la serigrafía convencional, ya que como mencionábamos en la introducción, el condicionante de la impresión será la capa o sustrato de árido sobre el cual se va a posar la siguiente impresión.

La superposición de áridos implica alteraciones en el **color, grosor y textura** de la capa impresa.

Al igual que en el caso de las tintas de serigrafía donde la superposición de dos colores genera un tercero, en la confluencia resultante de la superposición de dos áridos se producirá una capa impresa que compagina los valores fisicoplásticos de ambas.



123 / Superposición de SiC 60 sobre SiC 180. P16 Superposición áridos-3.

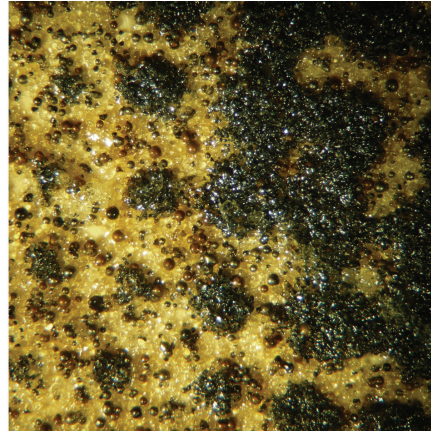
124 / Silicato de aluminio sobre granalla vegetal. P16 Superposición áridos-3.

Las variaciones tonales, texturales y de grosor que es posible lograr mediante la superposición de áridos son prácticamente infinitas, combinando los distintos materiales entre sí, mezclándolos con tintas y alterando el porcentaje de árido incluido en el compuesto imprimible.

A diferencia de la yuxtaposición, en la superposición de impresiones, el tamaño y la forma del árido van a producir en el soporte una serie de alteraciones físicas, principalmente el aumento de la irregularidad<sup>4</sup> en su superficie, que condicionarán las posteriores impresiones.

<sup>4</sup> La adherencia al soporte de un material granular de gran tamaño (en comparación con las partículas de pigmento) alterará las características físicas de rugosidad, capacidad de absorción, peso, flexibilidad, imprimibilidad, etc.

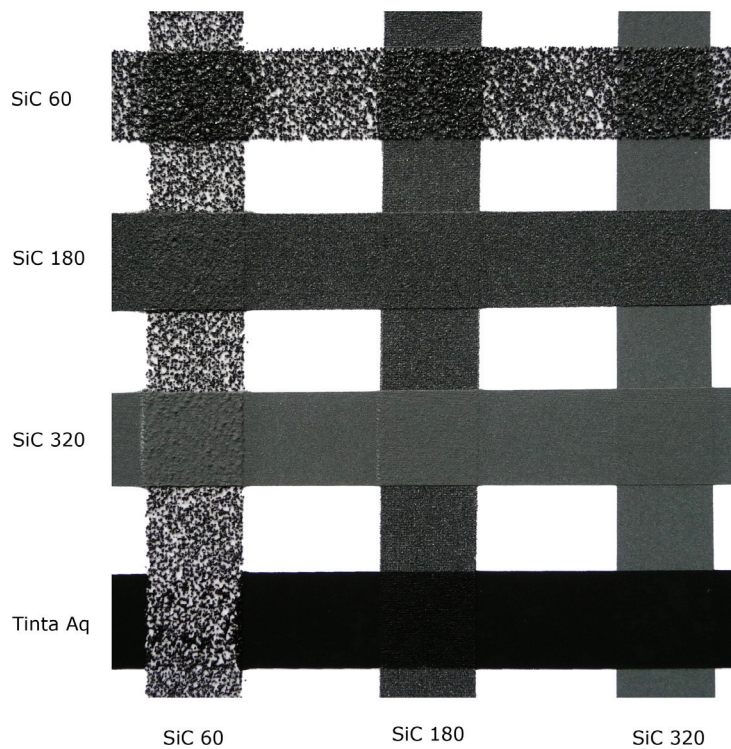




125 / Imagen elaborada mediante la impresión superpuesta de microesferas de vidrio, esferas de carbono, SiC 150 y vidrio granulado (en este orden). P14 Superposición áridos-1

126 / Fotografía detalle. Aumento x 2.5 empleando una lupa binocular Olympus SZ-CTV.

Las posibilidades combinatorias en la superposición de impresiones de áridos van a estar condicionadas por las cualidades de la superficie sobre la cual se va a imprimir (lisa, ligeramente rugosa, extremadamente rugosa, etc.).



127 / Superposición de distintas granulometrías de carburo de silicio y tinta. P15 Superposición áridos-2.

Cada uno de los elementos que intervienen en la fabricación del compuesto imprimible son susceptibles de ser modificados a voluntad, por lo que la capacidad combinatoria que dichas alteraciones pueden originar es progresivamente geométrica casi hasta el infinito.

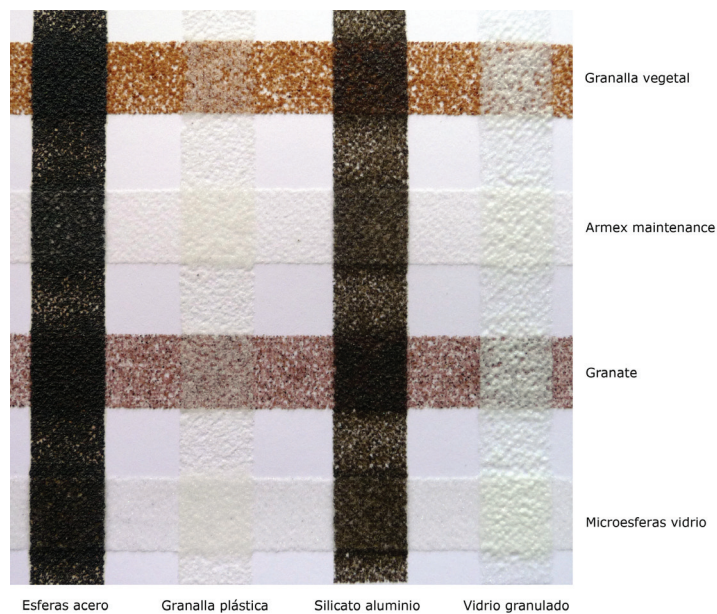
Estas modificaciones se pueden llevar a cabo por separado, tanto en cada uno de los elementos que forman el compuesto árido imprimible (árido y adhesivo) como en el porcentaje de mezcla de los mismos.

- **El adhesivo:** las variaciones de color que el adhesivo nos permite incluyen el color del mismo en origen, que puede variar del transparente, al amarillento, pardo, rojizo, etc., hasta la modificación del mismo por la adición de un elemento colorante en el porcentaje deseado.
- **El árido:** que va a intervenir en la fabricación del compuesto imprimible puede verse alterado en su color de origen (carburo de silicio, vidrio, metal, vegetal, o la combinatoria de varios), su granulometría y el porcentaje que se añada al adhesivo.

La combinación de los elementos que intervienen en el compuesto imprimible (adhesivo+árido) nos ofrece una paleta tan amplia como difícil de detallar en todas sus posibilidades.

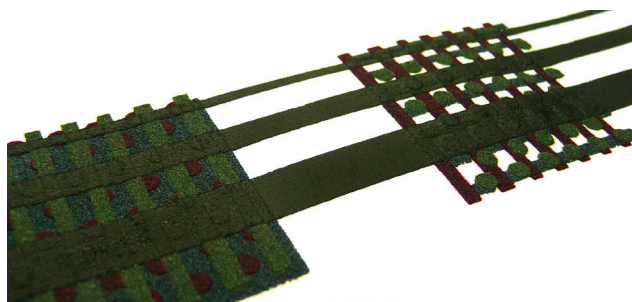
Teniendo en cuenta todas estas variables en el compuesto, la superposición de los diferentes compuestos a modo de veladura, dará origen a la multiplicidad de colores, texturas y matices.

**La superposición de los diferentes compuestos imprimibles siempre va a estar condicionada por las características de la capa inferior.**



128 / Superposición de distintos áridos a partir de compuestos fabricados con un 60% de látex y un 40% de carga en ausencia de tintas u otros elementos colorantes. P16 Superposición áridos-3.

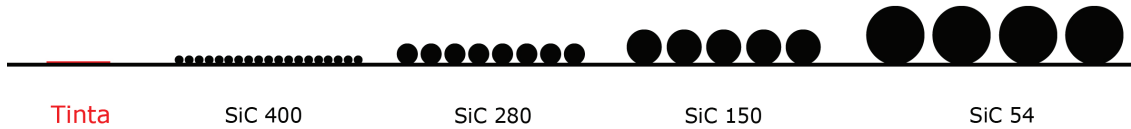
Cuando deseemos imprimir un árido sobre otro, o una tinta de serigrafía sobre una capa impresa que contenga una determinada carga de árido, habrá una serie de parámetros que habremos de controlar, principalmente el grosor de la capa base de árido, así como su distinta granulometría en función de la cual variará su textura superficial.



129 / Impresión de una tinta serigráfica de base acuosa sobre SiC 150.

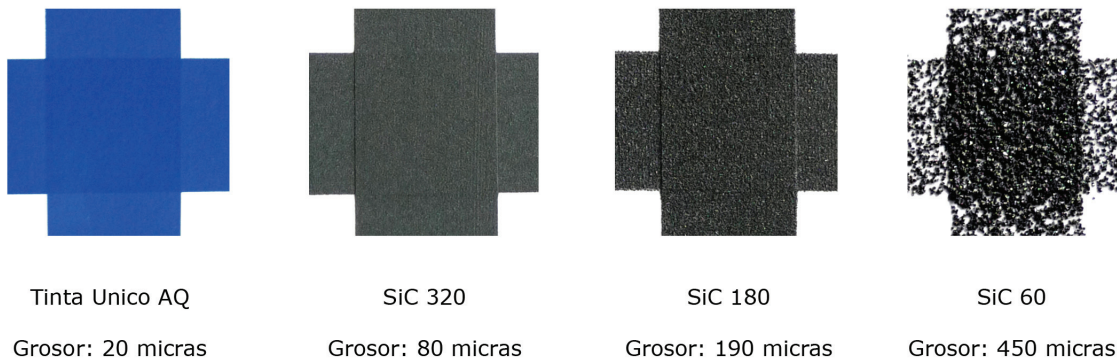
La superposición de áridos puede llegar a generar relieves considerables, sobre todo cuando empleamos áridos gruesos, los cuales pueden provocar problemas de definición a medida que aumenta el número de superposiciones.

Esta distorsión es debida principalmente a que el tamaño del grano de árido es muy superior a cualquier pigmento empleado en la fabricación de tintas.



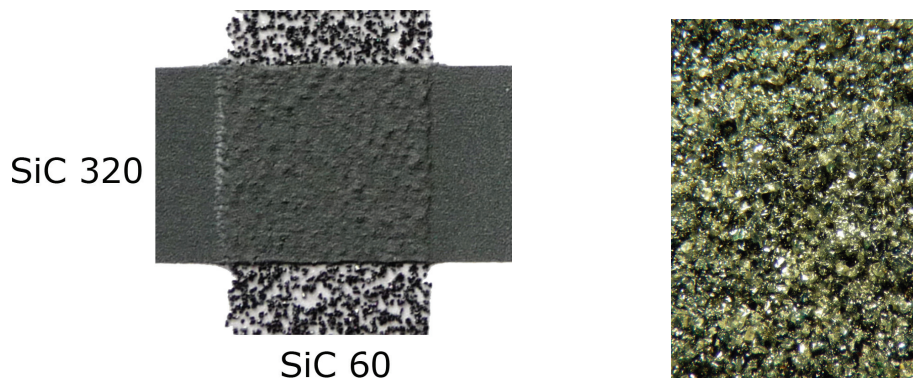
130 / Simulación de los distintos grados de irregularidad que produce en la superficie de la capa impresa la inclusión de áridos de distinto tamaño en la impresión.

El depósito generado por la capa impresa del compuesto árido afectará a la forma en la que depositen las siguientes impresiones, pudiendo darse el caso de que la segunda impresión solo se deposite en las cumbres de la primera capa impresa.



131 / Superposición de impresión de tintas y SiC 320, 180 y 60 con las respectivas medidas del grosor total de la capa impresa.

Si la primera impresión lleva cargas de granulometría gruesa, la recepción de la siguiente capa se verá alterada en su definición y textura superficial, como se puede comprobar en la imagen 132, donde se observa como el aspecto de la capa de carburo de silicio fino (320) varía sustancialmente al depositarse sobre el papel o sobre el carburo de silicio grueso (60).

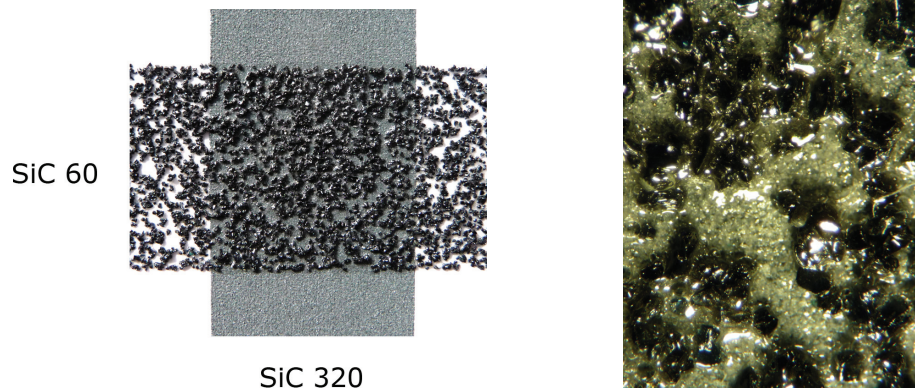


132 / Superposición de SiC 320 sobre SiC 60. P15 Superposición áridos-2.

133 / Detalle de la impresión de SiC 320 sobre SiC 60. Aumento x 2.5 empleando una lupa binocular Olympus SZ-CTV.



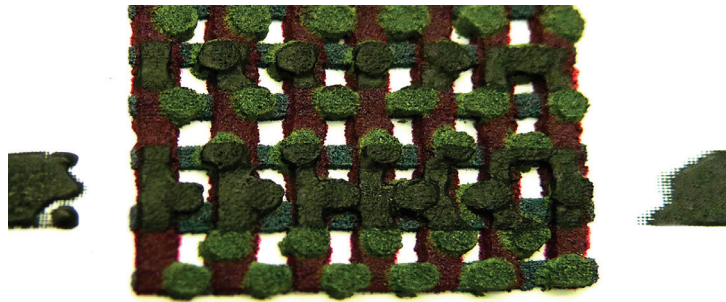
Cuando la capa receptora tiene un compuesto de grano fino, la superposición sobre la misma mantendrá una definición óptima y su textura apenas variará, como se puede observar en la imagen 134, donde se ha impreso un árido grueso (SiC 60) sobre otro fino (SiC 320).



134 / Superposición de SiC 60 sobre SiC 320. P15 Superposición áridos-2.

135 / Detalle de la impresión de SiC 60 sobre SiC 320. Aumento x 2.5 empleando una lupa binocular Olympus SZ-CTV.

Todos estos supuestos se ven alterados por el tipo de imagen que forma la capa receptora. Cuando ésta tiene una forma discontinua (imagen 136) como puede ser una trama de puntos o líneas, la superposición afecta a su definición por la ausencia de materia base, lo que impide que la nueva capa se deposite correctamente.



136 / Fallo de impresión derivado del exceso de irregularidad de la superficie de una impresión con látex y SiC 240<sup>5</sup> sobre la cual se ha impreso una tinta (negra) de serigrafía.

Es posible generar este tipo de distorsiones en la imagen impresa de manera controlada, ya que la misma se deriva de la selección tanto de la granulometría de la capa base como de la segunda capa impresa.

**Siempre resultará más sencillo superponer impresiones sobre un árido fino que sobre uno grueso.**

5 Impresión de SiC 240, en primer lugar las líneas grises, sobre ellas las líneas rojas, y a continuación, los puntos verdes. El exceso de desnivel generado por la acumulación de capas no permite el correcto anclaje de la tinta negra.







## CAPÍTULO 7.

### EL SOPORTE Y LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS



## 7. EL SOPORTE Y LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

Una de las características que define la impresión serigráfica es la forma en la cual la tinta pasa de la pantalla al soporte de impresión.

La serigrafía es un sistema permeográfico, es decir, la tinta permea a través de la estructura reticular del tejido, el cual debe reunir unas propiedades específicas en función tanto del producto que se desee imprimir, como de las características del soporte receptor.

Este sistema permeográfico permite la impresión sobre soportes muy diversos, papel, plástico, metal, vidrio, madera, textil, etc.

Al igual que ocurre con la serigrafía convencional, la serigrafía de áridos nos va a permitir trabajar sobre un gran espectro de soportes de distinta naturaleza.

### 7.1. EL PAPEL Y LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

En la serigrafía artística, pese a las derivas que pueda desarrollar en su mixtificación con otros tipos de disciplinas artísticas, el soporte mayoritario para la impresión sigue siendo el papel. En el mercado podemos encontrar muchos tipos de papeles con características muy distintas en función de las cuales variará sustancialmente el aspecto de la impresión. Conocedores de esta realidad los fabricantes de consumibles de serigrafía han desarrollado productos capaces de adaptarse perfectamente a la práctica totalidad de los papeles que se emplean habitualmente en cartelería, publicidad y en la práctica artística.

El papel es uno, por no decir el más "amable" de los soportes sobre los cuales podemos imprimir, entendiendo por amable la facilidad con la cual es posible conseguir una impresión de alta calidad sobre él. A diferencia de otros materiales como los plásticos o los tejidos donde pueden producirse efectos de repelencia, fallos en la adherencia de la capa impresa, o efectos no deseados como craquelados o puntos sin imprimir, el papel se muestra altamente receptivo a la práctica totalidad de los productos imprimibles.

*Los serigrafos que emplean tintas de base solvente tienen cierta "predilección" por los papeles lisos (en parte como herencia de la supremacía de este tipo de soportes en la industria de la impresión) debido al comportamiento que este tipo de tintas tiene sobre ellos<sup>1</sup>.*

Los usuarios de tintas de base acuosa han explotado las características de los papeles con una mayor rugosidad o relieve, como algunos papeles de grabado calcográfico o los fabricados a mano sobre

*La capacidad del papel a adaptarse a la impresión se ha definido como imprimibilidad o impresionabilidad del papel. La impresionabilidad del papel es un término colectivo utilizado para describir las numerosas propiedades físicas y químicas del papel, de las que depende la producción de impresiones con la calidad deseada, en cantidad suficiente, a la velocidad que se quiera, siguiendo el procedimiento de impresión utilizado<sup>2</sup>.*

1 ADAM, R / ROBERTSON. C. *Screenprinting. The complete water-based system*. Ed. Thames and Hudson. Londres 2003. p 144.

2 CAZA, M. *Técnicas de la serigrafía*. Ed. Rufino Torres. Barcelona 1983. p 185.

Las principales características del papel que han de ser tenidas en cuenta para su elección como soporte para la impresión son:

- Lisura
- Porosidad
- pH
- Elasticidad
- Gramaje
- Afinidad química

Refiriéndose al papel, el conocido serígrafo Michel Caza señala que ha de tener una determinada lisura y estar libre de elementos abrasivos. La porosidad del papel afectará a la absorción del aglutinante del compuesto imprimible. Cuanto más poroso sea el papel mayor será su capacidad absorbente, aunque un exceso puede provocar problemas. Asimismo el papel ha de estar libre de elementos químicos que pudieran afectar negativamente a la correcta adherencia y conservación de la capa impresa.

Respecto al gramaje hemos considerado oportuno señalarlo como una característica relevante para el tipo de trabajo que supone la impresión de áridos. El gramaje del papel viene expresado en gramos por metro cuadrado. En el caso de la serigrafía de áridos, la capa impresa va a tener un peso derivado del árido, considerablemente superior al de una impresión convencional, por lo que habremos de tener en cuenta el gramaje del papel que vayamos a emplear. Es cierto que la consistencia del papel no va a depender exclusivamente del gramaje. Otros factores como el tipo de fibra a partir de la cual está fabricado, o la inclusión de colas u otros productos pueden contribuir a aumentar o disminuir su consistencia. Por norma general y para garantizar la permanencia de la impresión de los áridos emplearemos siempre papeles de gramaje superior a los 250 gr/m<sup>2</sup>.

Modelo	Marca	Gramaje	Formato	Color	pH	Grano	Aplicaciones
Basik	Guarro	370 gr/m <sup>2</sup>	70x100cm.	Blanco natural	7	Liso	Dibujo
IC	Guarro	246 gr/m <sup>2</sup>	50x65cm.	Blanco	7	Liso	Dibujo
Super Alfa	Guarro	250 gr/m <sup>2</sup>	76x112cm.	Amarfilado	8,5	Rugoso	Grabado
Biblos	Guarro	250 gr/m <sup>2</sup>	76x112cm.	Blanco natural	7,6	Rugoso	Grabado
Velin Cuve BFK Rives	Canson	280 gr/m <sup>2</sup>	50x65cm.	Blanco	7	Ligeramente satinado	Impresión artística
Soft White	Hahnemühle	230 gr/m <sup>2</sup>	78x106cm.	Blanco	7	Rugoso	Grabado
Artrag	Zerkall-Bütten	300 gr/m <sup>2</sup>	76x107cm.	Blanco	7,5-8	Liso	Grabado Serigrafía
Incisioni Avorio	Cartiera Magnani	310 gr/m <sup>2</sup>	70x100cm.	Blanco	7,5	Liso	Grabado Serigrafía
Velvet Soft White	Somerset	300 gr/m <sup>2</sup>	76x112cm.	Blanco	7,9	Liso	Grabado Serigrafía

**Tabla 41** / Comparativa de distintos papeles de grabado, serigrafía y dibujo.

Teniendo en cuenta estos aspectos hemos comprobado como resulta posible la impresión de áridos no sólo sobre la totalidad de los papeles que tenemos a nuestro alcance habitualmente como

los papeles para ediciones de arte, papel de acuarela, cartones y cartulinas, sino también sobre papeles con tratamientos superficiales, papeles de poliéster, papel cristal, papeles fabricados a mano que pueden incluir elementos orgánicos (hojas, tallos, fibras vegetales), etc.

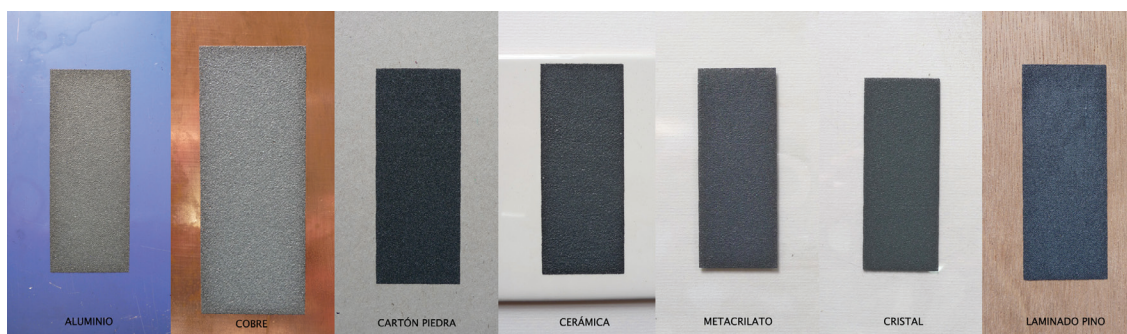
Por cuestiones de concreción en el trabajo y debido a la existencia de estudios y publicaciones especializadas que han tratado en profundidad<sup>3</sup> algunas de las cuestiones relativas al papel así como a otros soportes habituales en serigrafía hemos decidido no profundizar más en este punto.

## 7.2. SOPORTES ALTERNATIVOS AL PAPEL PARA LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

Las características de los medios adhesivos de base acuosa empleados como vehículo permiten imprimir sobre distintos soportes de la misma manera que los habituales productos de base solvente.

Los fabricantes de tintas serigráficas modifican las composiciones de sus productos para adaptarlos a las características específicas de cada soporte. De manera similar a la hora de fabricar un compuesto árido imprimible vamos a poder modificar los productos que intervienen en su formulación. De la misma manera que se emplean distintos materiales en la confección de una tinta de base acuosa para papel, tintas vinílicas para plásticos, lacas o acraminas para la impresión textil, o tintas UV que permiten adaptarlas a los requisitos técnicos del proceso de impresión, cuando operemos con materiales áridos habremos de seleccionar siempre aquel vehículo aglutinante que mejor se adapte a las características del soporte.

Las tintas serigráficas industriales se formulan a partir de bases aglutinantes imprimibles y adhesivas de por sí, por lo que podremos emplear dichas bases para posteriormente añadirles una carga de árido en lugar del pigmento o el tinte empleado para aportarle el poder colorante. Los fabricantes indican en las hojas técnicas los soportes para los cuales están recomendadas, lo que no implica que no puedan imprimirse correctamente sobre otros materiales. Simplemente se ha optimizado su formulación para adaptarlas a las características específicas de los plásticos, el papel, el vidrio, tela, metal, etc.



137 / Impresión de SiC 240 + látex en proporción 1/1 sobre distintos soportes.

Ante la imposibilidad de abarcar la totalidad del amplísimo espectro de materiales susceptibles de ser serigrafiados hemos realizado una selección de aquellos que entendemos reúnen las

<sup>3</sup> Algunos de los estudios consultados que tratan con exhaustividad distintas cuestiones relativas al papel son: ASUNCIÓN, J. *El papel. Técnicas y métodos tradicionales de elaboración*. Parramón ediciones S.A. Barcelona 2001. RODRIGUEZ LASO, M. *Degradación, mediante envejecimiento acelerado, del papel soporte de realizaciones artísticas actuales*. Departamento de Pintura, Sección de Restauración. Facultad de Bellas Artes de la UPV/EHU. Leioa 1998. VIÑAS LUCAS, R. *Estabilidad de los papeles para estampas y dibujos*. Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense. Madrid 1994.



condiciones físicas que a modo de resumen nos sirven de referencia para el trabajo de la serigrafía de áridos. Gracias a las propiedades adhesivas de los productos de base acuosa empleados en la confección de los compuestos áridos podemos imprimir correctamente sobre los siguientes soportes:

- Aluminio
- Cobre
- Cartón piedra
- Cerámica
- Metacrilato
- Cristal
- Madera

Para ello hemos empleado varios medios adhesivos (látex, resina acrílica y base transparente) como vehículos. Empleando cualquiera de ellos en la fabricación del compuesto árido imprimible, la impresión se realiza correctamente sobre todos los soportes sin generar ningún tipo de repelencia, consiguiéndose un nivel de adherencia muy alto y un secado en pocos minutos, transcurridos los cuales la capa impresa presenta una gran resistencia al desgaste mecánico manteniendo inalteradas todas sus propiedades.

Los medios adhesivos analizados tienen un comportamiento óptimo en todos los soportes planteados en este trabajo, por lo que cualquier otro material que tenga unas propiedades fisicoquímicas similares y reúna las condiciones de limpieza y desengrasado necesarias podrá ser empleado como soporte imprimible mediante serigrafía de áridos.

### 7.3. CARACTERÍSTICAS DE LA IMPRESIÓN DE ÁRIDOS

En este apartado se detallan los valores de adherencia, estabilidad dimensional y resistencia a factores externos de la impresión de áridos sobre distintos soportes. Se han analizado y comparado estos tres factores ya que entendemos que la impresión.

Se han comparado la calidad de las impresiones de áridos sobre distintos soportes en función de los tres factores citados anteriormente. Al encontrarse centrada esa tesis en el campo de la obra gráfica hemos analizado el comportamiento de la impresión en varios papeles habituales empleados en la impresión de obra gráfica, ya que entendemos que se trata del soporte más habitual en las ediciones de arte, así como otro tipo de materiales que pueden servirnos como soportes.

Los materiales empleados para realizar la comparativa son:

- Papel IC 246 gr/m<sup>2</sup>
- Cartulina Basic blanca 315 gr/m<sup>2</sup>
- Cartulina Fabriano Academia 300 gr/m<sup>2</sup>
- Papel de grabado Guarro Superalfa
- Papel de grabado Avorio Incisioni
- Papel de grabado Zerkall-Bütten Artrag de 300 gr/m<sup>2</sup>
- Metacrilato
- Laminado de madera de pino de 5mm de grosor
- Vidrio
- Cerámica
- Lámina de aluminio

Material	Adherencia	Estabilidad dimensional
Papel IC	5	3
Cartulina Basik	5	5
Fabriano Academia	5	4
Guarro Superalfa	5	4
Avorio Incisioni	5	5
Zerkall Artrag	5	5
Metacrilato	4	5
Madera	4	5
Vidrio	4	5
Cerámica	4	5
Metal	4	5

**Tabla 42** / Valoración de las impresiones realizadas con látex y SiC 240.

En la tabla 42 se recogen las valoraciones obtenidas de la experimentación llevada a cabo mediante pruebas realizadas empleando un compuesto árido imprimible con látex y SiC 240 en una proporción 1/1. La impresión se ha realizado manualmente con una regleta de dureza media empleando una pantalla de 43h/cm. Antes de realizar las pruebas de adherencia y estabilidad dimensional hemos dejado transcurrir 24 horas desde el momento de la impresión para garantizar el correcto secado de la capa impresa.

### 7.3.1. Adherencia

La adherencia al soporte es el principal factor que nos permitirá asegurar la estabilidad y permanencia de la impresión. Para determinar si una impresión cumple los requisitos de adherencia requeridos sobre un material hemos recurrido a una variación realizada a partir del test de reconocimiento denominado análisis de corte reticular (DIN 53151) empleado para evaluar la adherencia de las tintas convencionales de serigrafía sobre distintos soportes.

Para realizar este análisis se emplea un peine de ranuras tipo *Erichsen* (diez cuchillas alineadas y separadas por 1mm entre si) o en su defecto una cuchilla para realizar los cortes en la capa impresa. También se necesita una cinta adhesiva 810 Scotch de la casa 3M.

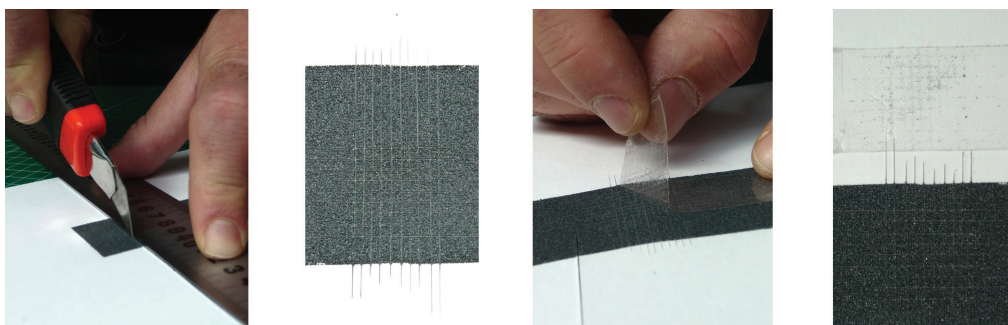
Se rasga con el peine o con la cuchilla la capa impresa que se pretende analizar en los dos sentidos, vertical y horizontal, perpendicularmente, de tal forma que llegue hasta la superficie del material. Una vez realizados los cortes se limpian los restos de la capa impresa que hayan saltado y a continuación se adhiere encima una tira de cinta adhesiva de unos 7cm aproximadamente. Presionando fuertemente, se espera diez segundos y se tira de ella bruscamente en un ángulo de 180° aproximadamente hasta arrancarla del todo.

Observando la cinta se establece la siguiente calificación:

Análisis de adherencia de la capa impresa	
Gt0	Los márgenes del corte están totalmente limpios, no se ha desprendido nada de la capa impresa.
Gt1	En los puntos de intersección de las líneas se han desprendido pequeños fragmentos de la capa impresa (5% aprox.).
Gt2	La capa impresa se ha desprendido a lo largo de los márgenes del corte y/o las intersecciones (15% aprox.).
Gt3	La capa impresa se ha desprendido en gran parte o a todo lo largo de los márgenes y/o total o parcialmente en fragmentos (35% aprox.).
Gt4	La capa impresa se ha desprendido a lo largo de los márgenes en tiras y/o total o parcialmente en fragmentos (65% aprox.).

Tabla 43 / Análisis de adherencia de la capa impresa. Elaboración propia a partir del modelo de análisis de corte reticular DIN 53151.

La mejor calificación corresponde a Gt0. Este test está aceptado para determinar la adherencia de una tinta. No son válidas las pruebas realizadas con disolventes o rascando con una cuchilla el material<sup>4</sup>.



138 / Análisis de corte reticular realizado en una impresión de SiC 180 y látex sobre papel de 600 gr/m<sup>2</sup>

Transcurridos 10 minutos la fijación del árido a la superficie del soporte es total. La adherencia de un compuesto elaborado con SiC 180 y látex al 60% es mayor sobre los soportes porosos tipo papel, cartulina o cartón que sobre soportes no porosos, como el cobre, aluminio o el metacrilato, pese a lo cual, la adherencia sigue siendo muy buena.

Papel	Cartón	Aluminio	Cobre	Metacrilato	Cristal	Madera
Gt0	Gt0	Gt1	Gt1	Gt2	Gt1	Gt0

Tabla 44 / Resultados del análisis reticular realizado en una impresión de SiC 180 al 40% y látex.

### 7.3.2. Estabilidad dimensional

Se refiere a la forma que debe mantener el soporte una vez realizada la impresión. Los soportes pueden distorsionar su forma durante el secado así como en la manipulación de la impresión. Algunos de ellos, sobre todo los plásticos muy finos al igual que ocurre con los papeles de escaso

<sup>4</sup> TOBELL SOLER, J. *Técnica y práctica del proceso serigráfico*. Publica AEDES Asociación Española de Empresarios de Serigrafía e Impresión Digital. Madrid 2002.

gramaje tienden a albear a medida que se seca la capa impresa. Otros como las láminas de metal, madera, cristal o plástico rígido, tienen una mayor estabilidad dimensional, y por lo tanto no se verán afectados por este tipo de deformaciones.

Esta deformación es un elemento no deseado en la impresión sobre papel que dependerá principalmente de las características fisicoquímicas del soporte, y variará en función del tamaño del área impresa.

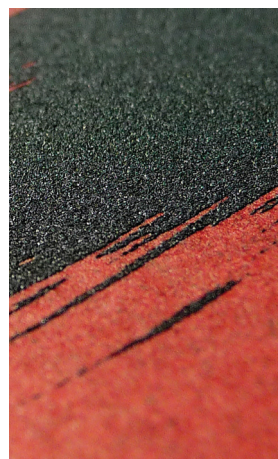
En el caso de papeles de gramaje inferior a  $250\text{gr/m}^2$  la contracción del medio adhesivo hace que durante su secado el papel tienda a albear, generando ondulaciones muy apreciables en su superficie, que además de afectar al aspecto final de la impresión producirán problemas de registro en el caso de que haya que realizar posteriores impresiones. Por este motivo siempre se recomienda emplear papeles con un gramaje superior a los  $300\text{gr/m}^2$  para la impresión de áridos.

### **El grado de albeado disminuye a medida que aumenta el gramaje del soporte papel.**

En la serigrafía convencional los cambios estructurales en el papel dependen principalmente de la humedad, mientras que en nuestro caso, el principal factor que determinará la deformación que va a sufrir el soporte es la tirantez que provoca el secado y la contracción del medio adhesivo.

El tamaño de la impresión también influye en el grado de deformación que sufre el soporte. A mayor superficie impresa mayor será la cantidad de adhesivo depositada, y por lo tanto, debido a la contracción que todos los medios adhesivos sufren durante su secado, la deformación será mayor.

Esta es algo que va a ocurrir irremediablemente siempre que empleemos un medio adhesivo, no obstante, el grado de deformación o albeado del papel variará sustancialmente en función de sus características y del compuesto árido empleado, así como de las dimensiones de esta. Entendemos que un cierto nivel de deformación en el soporte papel es aceptable, no obstante, será el propio artista-impresor en última instancia quien en función de su criterio personal deberá realizar una valoración de los resultados del trabajo.



139 / David Arteagoitia, "Birds III", 2010. Alcograbado, xilografía y serigrafía de SiC 180. 81 x 65 cm. Edición de 150 ejemplares.

140 / Detalle del albeado del borde superior de la obra.

141 / Detalle del árido impreso.

Antes de realizar ningún trabajo seriado es necesario realizar las pruebas pertinentes para asegurar el buen comportamiento de la impresión sobre el soporte.



## CAPÍTULO 8.

# DETERIORO DE LOS MATERIALES SERIGRÁFICOS DERIVADO DEL USO DE ÁRIDOS EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN





## 8. DETERIORO DE LOS MATERIALES SERIGRÁFICOS DERIVADO DEL USO DE ÁRIDOS EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN

Al igual que ocurre con un taco de madera al someterlo repetidas veces a la presión de una prensa hidráulica o una plancha de cobre a su paso por el tórculo, en la serigrafía también existe un deterioro de los materiales que intervienen en el proceso de impresión. Empleando tintas convencionales el deterioro que se produce es mínimo y en ocasiones sólo resulta apreciable transcurridas miles de impresiones, pero en el caso de la serigrafía de áridos, debido a las propiedades abrasivas de los granos, el deterioro se va a producir con una mayor celeridad.

La serigrafía (junto con la impresión off-set) ha sido desde mediados del siglo XX uno de los principales sistemas de impresión industrial, incluyéndose en miles de procesos donde el uso que se hace de los materiales es mucho más exigente que el que podamos demandar desde el colectivo de artistas. Las tiradas que se realizan en el ámbito de la industria superan con facilidad las decenas de miles de impresiones, muy superiores a las realizadas en un taller de serigrafía artística. Las demandas industriales han llevado a la serigrafía a un nivel de desarrollo y perfeccionamiento técnico muy elevado. Como artistas nos beneficiamos de los avances que en dicho sector se realizan para cubrir nuestras necesidades "especiales".

La industria química ha propiciado el desarrollo de nuevos materiales plásticos que han supuesto un gran avance en la fabricación de productos serigráficos. Los modernos tejidos de alto módulo elaborados a partir de poliéster monofilamento tratado, las regletas multicomponente, las emulsiones de Diazo de alta concentración de sólidos, los productos de retoque, los bloqueadores, etc. representan algunos de los ejemplos de materiales de uso habitual en el taller de cualquier serígrafo.

Además del deterioro derivado de las propiedades abrasivas del árido, los materiales van a sufrir un desgaste progresivo y directamente proporcional al número de impresiones y al número de veces que la pantalla se ve sometida a procesos de limpieza y eliminación de restos. Los materiales que van a resultar más afectados durante el proceso son:

- La capa de emulsión
- El tejido
- La goma de la regleta

Las capas de emulsión tienden a perder definición en los contornos, los tejidos pierden tensión, los hilos que los componen se hinchan, las gomas tienden a endurecer volviéndose quebradizas y sus fillos pierden la forma a medida que se suceden las impresiones.

Este deterioro es inevitable, tanto en la serigrafía convencional como en la serigrafía con áridos, pero en nuestro caso, donde trabajamos con materiales altamente abrasivos, este desgaste supone un factor condicionante a la hora de acometer el trabajo.

**Cada árido, en función de sus características físicas de dureza, forma y tamaño, desgastará en distinta medida el resto de materiales.**

En la serigrafía de áridos no va a ser posible realizar tiradas tan elevadas ni a la misma velocidad que se producen en el entorno de la impresión industrial, no obstante, en términos de edición de arte, donde las tiradas son mucho más reducidas, tomando las precauciones pertinentes es posible realizar un trabajo seriado de considerable envergadura, superándose los cientos de ejemplares con la misma pantalla.

## **8.1. PRINCIPALES CAUSAS DEL DETERIORO DE LOS MATERIALES SERIGRÁFICOS**

Cualquiera que sea el tipo de material o sistema de impresión (manual, semiautomático o automático) que empleemos, siempre se producirá un deterioro de los materiales derivado de los procesos mecánicos abrasivos y productos de limpieza necesarios para la recuperación de la pantalla. Este deterioro se deriva principalmente de dos factores:

- **Químico:** como consecuencia del uso de solventes empleados para la eliminación de restos de tintas, emulsiones, etc., que poco a poco van introduciéndose en los filamentos del tejido y degradando la goma de la regleta. Estos productos atacan igualmente a la capa de emulsión, al tejido, al marco de la pantalla y a la regleta.
- **Físico:** por la abrasión derivada del frotamiento de la regleta en la impresión, así como de los cepillos de limpieza y la presión de las mangueras empleadas para la limpieza y recuperación de la pantalla.

### **8.1.1. Deterioro químico**

Este deterioro en los materiales es producido principalmente por los productos químicos que intervienen en los procesos de recuperación de la pantalla así como los sistemas de limpieza, más que por las características físicas de los productos a imprimir (tintas). Una vez finalizada la impresión hemos de retirar los restos de tinta que pudieran quedar tanto en la pantalla como en la regleta, de manera que podamos volver a utilizarlas en posteriores trabajos. Para ello emplearemos diferentes disolventes en función de las características de los productos empleados, principalmente el tipo de base (acuosa, solvente, UV, etc.) empleada para fabricar la tinta.

Mientras que en el caso de las tintas de base acuosa la limpieza se puede realizar simplemente con agua tibia, en muchas ocasiones, para limpiar los restos de tintas de base solvente habremos de recurrir a disolventes universales tipo White Spirit (hidrocarburos alifáticos), así como a disolventes específicos recomendados por el fabricante, y en algunos casos, a productos decapantes de acción reforzada, altamente agresivos con tejidos y gomas. Éstos van produciendo un desgaste progresivo en los materiales, derivado de la absorción del producto de limpieza.

En cualquier caso los materiales que interviene en los procesos de impresión con productos de base acuosa sufren un desgaste más lento que en el trabajo con bases solventes.

Otra fase en la cual intervienen productos cuya limpieza requiere de disolventes o limpiadores es la eliminación de la capa sensible.

En la limpieza de las emulsiones fotosensibles empleamos los productos recomendados por el fabricante, ya que en la mayoría de los casos se desconoce la formulación exacta de las emulsiones y por lo tanto no podemos asegurar una eliminación completa de la misma utilizando productos limpiadores convencionales. Estos productos especialmente diseñados para la eliminación de capas fotosensibles se denominan recuperadores.

Los recuperadores tienen una formulación que les permite disolver rápidamente la capa de emulsión, pero que al igual que ocurre en el caso de las tintas, poco a poco van deteriorando el tejido, no sólo por la acción abrasiva producida por el frotamiento sino por su composición química.

Todos estos productos, disolventes, decapantes, recuperadores, etc. producirán un deterioro progresivo en todos aquellos materiales con los cuales entren en contacto, incluido nuestra piel, razón por la cual es necesario el uso de elementos de protección personal, como guantes de neopreno o nitrilo altamente resistentes a dichos productos.

### **8.1.2. Deterioro físico**

El deterioro físico tiene lugar en todos los elementos que intervienen en el proceso de impresión por el contacto físico que se produce entre ellos, afectando primeramente a la goma de la regleta y la capa de emulsión, y en menor medida al tejido.

El desgaste físico se produce principalmente por los procesos abrasivos que se llevan a cabo durante las distintas fases del trabajo, desde la impresión hasta la limpieza.

En la impresión, el movimiento de la regleta ocasiona un continuo desgaste en el filo de la goma que entra en contacto con el tejido. Ésta irá desgastándose poco a poco, perdiendo su perfil, con tendencia al redondeo del mismo. Evidentemente, en función del material empleado para la fabricación de la goma de la regleta su resistencia al desgaste variará, siendo las de menor shore o dureza las que pierdan más rápido la forma. Esto es algo que ocurre siempre, motivo por el cual los talleres de serigrafía están equipados con sistemas de afilado, bien por abrasión con lija, bien por corte, que permiten recuperar la forma del filo.

La capa de emulsión también va a sufrir un desgaste progresivo a medida que se suceden las impresiones. En la serigrafía industrial, donde se emplean sistemas automatizados de alta velocidad, el movimiento de la regleta produce un desgaste mayor en la capa de emulsión que en el tejido, lo que provoca una disminución progresiva en la calidad de definición de la imagen. Los perfiles de las imágenes creadas en la capa de emulsión van a experimentar un deterioro más rápido que aquellas zonas donde no haya imagen, perdiéndose poco a poco la definición en los bordes. Cuando esto sucede, es habitual la limpieza, recuperación y repetición del proceso de emulsiónado, insolado y revelado que nos permite volver a crear una imagen de alta calidad. En los sistemas fotomecánicos, entre ellos la serigrafía, el fotolito que nos sirve como imagen de origen nunca entra en contacto con productos abrasivos, tanto químicos como físicos, lo que permite revelarlo sobre la capa sensible tantas veces como queramos.

En el tejido, el deterioro no solo se deriva del movimiento de la regleta, sino también de las herramientas que intervienen en el proceso de limpieza, en primer lugar, por la abrasión producida por las cerdas de los cepillos empleados para aplicar los disolventes, recuperadores, decapantes y otros productos, y por otro lado, por la presión del agua proyectada por las mangueras y pistolas de limpieza.

La composición de las cerdas que componen los cepillos de limpieza, pese a estar fabricadas generalmente a partir de materiales sintéticos resistentes a disolventes, poco a poco pierden su ductilidad y tienden a endurecer y volverse rígidas. A esto hay que sumarle la posibilidad que de algunos productos abrasivos de limpieza y acondicionamiento, como el SiC 500, empleado para aumentar la adherencia de los tejidos, pueden dejar restos sólidos entre las cerdas, aumentando así su poder abrasivo.

Por último hay que mencionar el deterioro producido por los sistemas de agua a presión empleados en la limpieza y recuperación de pantallas, generalmente pistolas-manguera tipo Karcher, y en el caso de los entornos industriales de trabajo, armarios de limpieza por chorreo a presión. En cualquiera de los casos, la presión del agua afectará a la estructura superficial del tejido. Los continuos impactos a presión que el tejido va a sufrir durante su limpieza produce una caída en su tensión superficial, distorsionando el perfil de los hilos así como la estructura reticular formada por su entrecruzamiento.

Los tejidos poseen un coeficiente elástico determinado, superado el cual, pese a tener una memoria elástica que les permite recuperar su forma original, perderán definitivamente la tensión idónea. Si aplicamos una presión excesiva sobre un tejido deteriorado o con daños en alguno de sus hilos podemos provocar su rotura, con la consecuente pérdida de sus propiedades, lo que nos obligará a sustituirlo por uno nuevo.

## 8.2. DETERIORO DE LOS MATERIALES EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

En la serigrafía de áridos el desgaste se produce de manera mucho más acelerada en todos los materiales debido a las propiedades físicas de los materiales granulares a imprimir. En comparación con el deterioro que se deriva del uso de los áridos podemos decir que los medios adhesivos empleados como aglutinantes tienen una menor incidencia en el grado de desgaste del resto de materiales.

Las características del árido que van a determinar el grado de desgaste son:

- **Dureza:** el deterioro es proporcional a la diferencia de dureza existente entre el árido y el material. Los áridos como el carburo de silicio o el corindón que tienen una dureza muy elevada (9-9,5 en la escala de Mohs) producirán un mayor deterioro que otros con durezas inferiores (3-4) como la granalla vegetal o el Armex Maintenance. Cuanto mayor sea la dureza del árido mayor va a ser el deterioro que produzca en el resto de materiales. En su desplazamiento sobre y a través de la pantalla durante los movimientos de inundación e impresión, los áridos van desgastando por abrasión continuada todos los materiales con los que entran en contacto de manera similar a como lo haría una lija. Este desgaste se produce por la diferencia de durezas entre los materiales implicados en el proceso, donde el más duro ralla al más blando. Cuanto mayor es esta diferencia de durezas más rápido se produce el desgaste.
- **Forma:** las formas del grano del árido varían sustancialmente, y por lo tanto, en su contacto con el resto de materiales van a producir un grado u otro de deterioro. Los bordes y aristas de los granos producen un desgaste sobre la regleta y el tejido. Los áridos con aristas o cantos vivos, como el carburo de silicio, el silicato de aluminio o el corindón producen un deterioro mayor que aquellos que presenten una superficie más regular y redondeada, como las microesferas de vidrio, la granalla de acero esférica o la granalla plástica, que prácticamente carecen de ángulos.
- **Tamaño:** el tamaño del grano está directamente relacionado con el grado de deterioro que va a ocasionar. Al igual que ocurre con los papeles de lija convencionales, un árido de mayor tamaño produce un deterioro mayor y más acelerado que uno más fino. Los micro cortes que el árido produce en todos los materiales tendrán mayor profundidad a medida que aumenta su tamaño y por lo tanto arrancarán más material a su paso, desgastándolo más rápidamente que los granos de tamaño inferior del mismo material.

Como señalábamos al comienzo de este capítulo los principales materiales que van a sufrir el desgaste producido por la acción de los áridos son la capa sensible, el tejido y la goma de la regleta.

La capa de emulsión está anclada en el tejido, que es el material que presenta más dificultades

para apreciar el deterioro, ya que este se traduce principalmente en la pérdida de la forma del tejido, su estructura, y en la pérdida de tensión.

En el tejido no se produce un desgaste homogéneo ya las partes abiertas están en contacto directo y continuo con los áridos, motivo por el cual el deterioro siempre es mayor que en la zona del mismo protegida por la emulsión. El desgaste que en él se produce, pese a no ser homogéneo es igual de problemático, ya que creará irregularidades en su superficie que a la larga afectarán a la calidad de la impresión.

En el caso de la regleta hemos observado como manteniendo una angulación constante entre los 80-85° respecto al tejido, se produce un desgaste similar en todo el filo de la goma, independientemente del tipo de material empleado en su fabricación.

Conociendo las características de los materiales que empleamos y seleccionándolos correctamente podemos hacer de la serigrafía de áridos un proceso de impresión seriado perfectamente viable dentro de los parámetros de trabajo en la edición de arte.

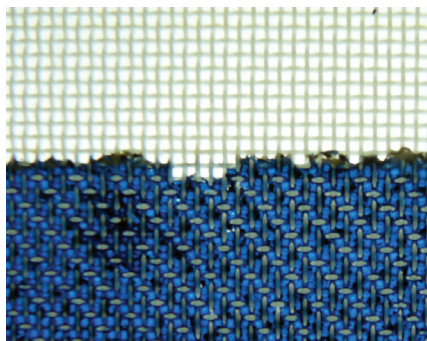
### 8.2.1. Deterioro de la capa de emulsión

En el medio serigráfico existen distintos tipos de sistemas (directo, indirecto, directo/indirecto y capilar) que nos permiten crear la forma permeográfica. El sistema directo que emplea emulsiones de Diazo o similar para crear o grabar la imagen en el tejido es el más habitual. Este es el sistema que hemos empleado en nuestra investigación ya que entendemos que reúne todas las características necesarias para desarrollar un trabajo de calidad, y sobre todo porque resulta más resistente al desgaste por fricción que los sistemas de película capilar o los sistemas combinados.

En el trabajo con áridos la capa de emulsión va a sufrir un deterioro por desgaste superficial que va a producir la pérdida de calidad en la forma permeográfica. Esto ocurre de manera progresiva en la zona donde se centra el movimiento de la regleta y por consiguiente el arrastre del árido. El deterioro puede ser generalizado cuando se produce por igual en toda la superficie del tejido afectada, o localizado cuando el arrastre de partículas de mayor tamaño elimina una parte de la emulsión (imagen 142). Si este deterioro se produce en una zona localizada de la emulsión donde no existe imagen grabada, puede ser corregido empleando los habituales productos bloqueadores. Si por el contrario afecta a la zona de imagen resulta recomendable recuperar la pantalla y repetir el proceso completo de limpieza, emulsionado, insolado y revelado.



142 / Líneas en la superficie de la capa de emulsión.



143 / Desgaste de los perfiles de la capa de emulsión.

Para incrementar su resistencia podemos optar por aumentar el número de capas aplicadas al tejido o emplear emulsiones especiales de alto contenido en sólidos.

### 8.2.2. Deterioro del tejido

Los materiales que actualmente se emplean en la fabricación de los tejidos de las pantallas de serigrafía son principalmente poliéster de alto módulo y nylon. Ambos poseen una resistencia comprobada tanto a los grandes tirajes como a los productos habituales de limpieza, pero se ven igualmente atacados por la acción abrasiva del árido. Pese a que el nylon, nombre que se le da convencionalmente a la poliamida, presenta una mayor resistencia a la abrasión, a los efectos de disolventes, álcalis y productos de limpieza empleamos tejidos de poliéster de alto módulo ya que frente a la abrasión producida por el árido la diferencia de resistencia al desgaste es mínima y cuenta con un mayor rango de lineaturas que el nylon.

Gracias a la investigación en materiales y a los nuevos procesos de fabricación, las empresas especializadas en el sector han desarrollado productos muy superiores en prestaciones y durabilidad a los empleados hasta hace algunos años en la industria serigráfica, sobre todo desde la aparición de los tejidos calandrados y de los procesos de trenzado especiales. Actualmente un tejido convencional de poliéster resiste decenas de miles de impresiones en condiciones normales manteniendo inalteradas todas sus características.

El desarrollo de materiales con propiedades que evitan la absorción prolonga la vida útil de las pantallas, aún así, los actuales tejidos estándar de poliéster o nylon absorben un pequeño porcentaje de la humedad derivada del uso de tintas, productos de limpieza y disolventes que siguen actuando en el interior del tejido una vez finalizado el proceso de impresión. Esto conjuntamente con la abrasión a la que son sometidos por la impresión de áridos hace que la vida útil del tejido vaya a verse sensiblemente reducida.

A diferencia de lo que ocurre con la goma de las regletas donde el desgaste nos obliga a volver a afilarlas cada cierto número de impresiones, tomando las precauciones necesarias a la hora de seleccionar el árido y desechando aquellos cuyos filos o aristas puedan cortarlo, podemos emplear tejidos de nylon o poliéster en la impresión de áridos sin tener que recurrir a otros como los de acero inoxidable o de poliéster revestido de níquel que además de tener un coste muy superior presentan limitaciones en cuanto al número de lineatura en que se fabrican y resultan difíciles de trabajar.

Como señalábamos en el apartado dedicado a la forma del árido, algunos de ellos como el carburo de silicio, se fabrican bajo distintas formas de grano, principalmente alargado o redondeado. En estos casos **nos decantaremos por los granos redondeados que producen un desgaste más lento en todos los materiales**. Este aspecto es aplicable a cualquier material granular que deseemos imprimir.

### 8.2.3. Deterioro de la goma de la regleta

En la fabricación de regletas se emplean principalmente gomas sintéticas tipo neopreno, plástico, poliuretano, etc., que poseen distintos grados de dureza. Uno de los materiales más habituales es el elastómero de uretano, producto altamente resistente a los agentes químicos de los disolventes y al desgaste mecánico. La dureza de la regleta varía entre los:

40 - 45° Shore = Muy blando

50 - 55° Shore = Blando

60 - 65° Shore = Medio

70 - 75° Shore = Duro

80 - 85° Shore = Muy duro

Independientemente de su dureza, la goma es, junto con la capa de emulsión, el material más blando que durante el proceso de impresión entra en contacto con el árido. Como es sabido, la dureza de la goma y la forma del filo influyen decisivamente en la calidad de la impresión.

La forma del filo varía en función de:

- Material a imprimir.
- Forma del soporte.
- Tinta.
- Tipo de imagen a imprimir.
- Espesor del depósito de tinta que se desee lograr.

Los perfiles que empleamos para la impresión sobre soportes tipo papel o cartón son rectos, formando un ángulo de  $90^\circ$ , lo que produce una impresión con un menor espesor de tinta y gran detalle en líneas, tramas y contornos nítidos.

Debido al carácter abrasivo del producto a imprimir se produce un proceso de abrasión durante los movimientos de inundación e impresión que desgasta el filo de la regleta redondeándolo progresivamente.

Una regleta bien afilada hace pasar la cantidad exacta de tinta produciendo una impresión definida de bordes nítidos, lo cual es importante en los detalles finos y las tramas. Un filo excesivamente redondeado provoca un paso excesivo de tinta, algo que puede ser deseable para conseguir el correcto cubrimiento de grandes superficies planas, pero que no es interesante si deseamos mantener las características de la impresión de detalles durante todo el tiraje. Si además del redondeado del filo la goma presenta cortes, producirá rallas en la impresión.



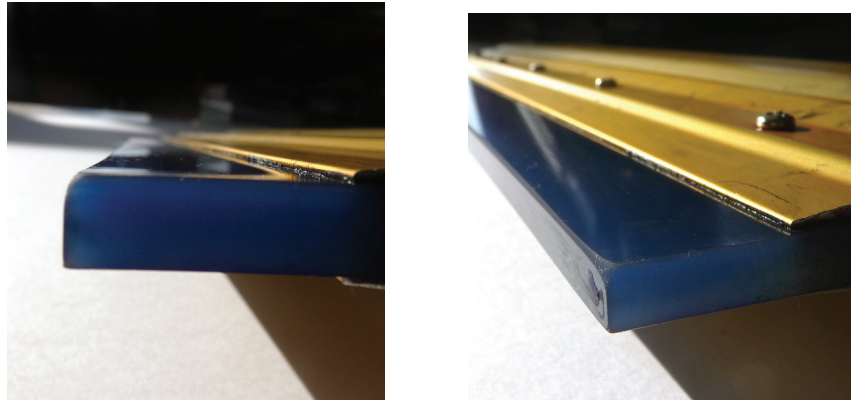
144 / Sistema afilador de regletas.

Cualquiera de estos problemas se soluciona empleando un sistema de afilado que nos permite corregir la forma de la goma. Los modelos más habituales cuentan con sistemas de muelas móviles o de una cinta en movimiento de esmeril de gran dureza y grano medio-fino (entre el 80 y el 180) sobre la cual se pone en contacto la goma de la regleta previamente fijada a un sistema de sujeción. Para recuperar la angulación del filo resulta imprescindible la correcta colocación de la regleta sobre la lija, cuyo movimiento desgasta en escasos segundos la superficie de la goma, igualándola y devolviéndole el ángulo deseado. Aunque su uso está menos extendido también podemos encontrar sistemas de corte, que mediante una cuchilla muy afilada seccionan una lámina de goma de aproximadamente un milímetro, produciendo un efecto similar.



El afilador es un elemento habitual en la mayoría de los talleres de impresión y resultará imprescindible en el trabajo con áridos, ya que el desgaste de la goma se va a producir mucho más rápido de lo normal, por lo que nos veremos obligados a afilarla cada cierto número de impresiones para garantizar el mantenimiento de la calidad en la impresión.

Empleando una regleta de elastómero de uretano de 75° shore, en apenas 100 impresiones con SiC 240 el desgaste sobre el filo es perceptible a simple vista (imagen 145), perdiéndose entre 0,5 y 1 mm de la goma que compone el filo. En cambio, para conseguir un desgaste similar empleando áridos más blandos como la granalla plástica se necesita realizar un número mucho más elevado de impresiones.



145 / Filo de una regleta de 75°Shore donde se puede observar la pérdida del perfil tras 100 impresiones con SiC 240.

Las regletas de shore elevado y las de dos componentes resultan más duraderas que las estándar, aún así, las variaciones de dureza no representan una ventaja sustancial en la impresión de áridos, ya que el grano va a provocar el deterioro de todas ellas.

La elección del tipo de goma se realizará en función de las características de la imagen que deseamos imprimir y no del árido.





CAPÍTULO 9.  
PREVENCIÓN DE RIESGOS Y PELIGROS EN LA  
SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS



## 9. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y PELIGROS EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS

La práctica del grabado ha experimentado en los últimos años una creciente preocupación por la sostenibilidad de los procedimientos y materiales empleados en su aplicación cotidiana, así como por las posibles consecuencias que pudieran derivarse de su uso en la salud del artista y en el medio ambiente. Las experiencias desarrolladas en otros países junto con las investigaciones y publicaciones al respecto se multiplican a nivel internacional. La labor de artistas investigadores como Cedric Green, Friedhard Kiekeben o Nik Semenoff en el desarrollo de mordientes menos agresivos para la salud (entre otros muchos aspectos) o las investigaciones desarrolladas por Henrik Boegh<sup>1</sup> o Keith Howard<sup>2</sup> en el denominado grabado no tóxico en el Rochester Institute of Technology de Nueva York han marcado un hito en la historia del grabado y han posibilitado a los grabadores la eliminación de productos de riesgo hasta hace poco eran imprescindibles.

Estas investigaciones anteriormente citadas han sido puestas al día, traducidas, y difundidas en nuestra lengua en publicaciones especializadas, cursos divulgativos, seminarios y congresos por figuras vinculadas al campo de la docencia y la investigación en grabado como Juan Carlos Ramos Guadix, Eva Figueres<sup>3</sup> o Francisco Mora<sup>4</sup>, entre otros, que nos ofrecen desde una visión global del procedimiento una serie de alternativas técnicas y materiales orientadas a la reducción de riesgos que entraña la práctica del grabado.

En el campo del grabado calcográfico en muchas ocasiones es el propio artista, consciente del impacto que estos productos pueden tener en su salud, así como los propios talleres de estampación los que han propiciado desarrollos alternativos a las tradicionales lacas, barnices o mordientes, ajustando su formulación las necesidades del momento.

Las investigaciones que en esa dirección se realizan desde el campo de la serigrafía atañen en mayor medida a la industria de la impresión, centrándose principalmente en la elaboración de tintas de base acuosa, lo que conlleva una eliminación progresiva de los agresivos productos de limpieza habituales en los trabajos con tintas de base solvente. Fundamentalmente se están introduciendo alternativas tanto en la formulación de las tintas de base solventes como de los productos de limpieza. Esto es debido a las cada día más exigentes normativas internacionales de salud laboral y respeto medioambiental que han de cumplirse en el sector, por lo que los fabricantes de consumibles y profesionales del medio se afanan por desarrollar productos que se ajusten a ellas sin rebajar sus niveles de rendimiento.

1 BOEGH, H. *"Manual de grabado en hueco no tóxico"*. Ed. Universidad de Granada. España 2005.

2 HOWARD, K. *"Non-toxic Intaglio Printmaking"* Ed. Printmaking Resources, Alberta, Canadá 1998 y *"The Contemporary Printmaking"* Ed. Write-Cross Press. Nueva York 2003.

3 FIGUERES, E. *"El grabado no tóxico: nuevos procedimientos y materiales"* Ed. Universidad de Barcelona. Barcelona 2004.

4 MORA, F. *"El grabado no tóxico. Bases acrílicas, mordientes salinos, film fotopolimero y tintas de base al agua"* Revista Grabado y Edición N° 4 Año 1 Septiembre 2006 y N° 6 Año 2 Enero 2007. San Lorenzo del Escorial. Madrid. pp. 48-53.

A diferencia de lo ocurrido en el campo del grabado, los cambios en esta dirección producidos en serigrafía vienen impulsados por imperativos administrativos y normativas laborales relativas a la salud y el respeto medioambiental, ya que el proceso de impresión serigráfica industrial realizado hasta hace pocos años tenía un exagerado índice de toxicidad, tanto por la composición de las tintas de base solvente, productos UV, lacas textiles, etc., como por el resto de productos empleados en la limpieza de materiales y elementos que intervienen en el proceso.

En el entorno de la serigrafía encontramos talleres y centros de formación, como el London College of Communication, la Fundación BilbaoArte o la facultad de Bellas Artes del País Vasco, donde gracias a las iniciativas particulares de artistas, técnicos y docentes, se ha eliminado de los talleres una importante carga de productos tóxicos peligrosos, sustituyéndose las antiguas tintas de base solvente y curado UV por tintas de base acuosa que se emplean en más del 90% de la producción total de obra impresa sobre papel.

En el caso de la serigrafía artística consumimos directamente del fabricante la práctica totalidad de productos y materiales, emulsiones, productos para el tratamiento y limpieza de tejidos, retardantes, espesantes, diluyentes, etc., por lo que rara es la ocasión en la cual podemos controlar su composición. Sencillamente buscamos aquellos que aparecen reseñados como ecológicos, no tóxicos, de base acuosa u otro tipo de denominaciones que se emplean para comercializarlos. Como artistas aprovechamos los productos de origen industrial para satisfacer nuestras necesidades específicas, pero únicamente podemos hacerlo si previamente una necesidad en la industria justifica los costes derivados de su fabricación.

## **9.1. CUESTIONES RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD EN LA SERIGRAFÍA DE ÁRIDOS**

En nuestra práctica habitual manejamos una gran cantidad de productos de distintos orígenes y con composiciones químicas muy variadas. Todos presentan unos índices de seguridad elevados, no obstante, la continua exposición a dichos productos multiplica las posibilidades de vernos afectados directa o indirectamente por los efectos negativos que pudieran causar.

A lo largo del trabajo hemos reiterado nuestra convicción en la necesidad de emplear aquellos que resulten seguros en su manipulación e inoocuos para la salud siempre y cuando se mantengan los índices de excelencia que esperamos obtener de su aplicación. Por este motivo hemos decidido centrarnos en aquellos que existiendo una versión más saludable, como por ejemplo los medios adhesivos de base acuosa frente a los de base solvente, nos garanticen una práctica más segura sin sacrificar los niveles de calidad. En el caso de las tintas al agua hace tiempo que son empleadas en talleres profesionales para trabajos de la máxima calidad. Solo por citar un ejemplo, el prestigioso Gemini GEL Studio de Los Ángeles las emplea para la edición de obra gráfica de artistas de la talla de David Hockney.

Resulta imprescindible para nosotros incluir un apartado en el cual se recoja la información relativa a los posibles riesgos y peligros que se pueden derivar del uso indebido de los principales materiales que vamos a emplear la serigrafía de áridos. No mencionar estas cuestiones no sólo sería un acto de irresponsabilidad por nuestra parte sino que además estaríamos omitiendo una información que entendemos es de necesario conocimiento, y por lo tanto nuestra labor de investigación/divulgación no estaría completa. Esta información no sólo resultará útil para todos los usuarios, artistas o técnicos, estudiantes o docentes, que se acerquen al proceso de la serigrafía de áridos sino que además contribuirá al desarrollo de una práctica más segura, controlada y responsable.

En el caso de las tintas y sus componentes existen estudios que abordan el tema desde distintos ámbitos profesionales y profundizan en la problemática del uso de estos productos. En el caso de



la práctica de la serigrafía artística creemos pertinente destacar la labor realizada por Susana Jodra en su publicación "*Análisis y elaboración de tintas de base acuosa para la práctica serigráfica*"<sup>5</sup> donde desarrolla en profundidad distintas alternativas para la confección de tintas serigráficas. Por el contrario no hemos localizado ningún estudio que contemple los posibles riesgos y medidas de protección a tener en cuenta a la hora de incluir los áridos en el campo de la impresión serigráfica.

Entendemos que es precisamente el estudio en profundidad del árido aplicado a un medio creativo lo que justifica la inclusión de este apartado. A continuación se exponen las principales cuestiones relativas a la seguridad en la manipulación de áridos.

## 9.2. RIESGOS POTENCIALES DE LOS ÁRIDOS

Los áridos son en su inmensa mayoría materiales clasificados como inertes que no entrañan un riesgo directo para el usuario. Esto no implica que su uso esté exento de riesgos potenciales, motivo por el cual es necesario conocerlos y respetar en todo momento las medidas de precaución apropiadas para su manipulación.

El principal árido empleado en esta tesis, el carburo de silicio, es un material químicamente inerte reseñado como no peligroso para las personas y el medio ambiente. Se trata de un material estable y no inflamable al que no se le conocen efectos dañinos para la salud. Según los estudios realizados en el Instituto de Higiene y Medicina Industrial de la universidad de Essen<sup>6</sup> publicados en 1993 por la Revista Británica de la Medicina Industrial no se le conocen propiedades cancerígenas ni tóxicas.

Entre los materiales granulares imprimibles hemos seleccionado aquellos de mayor estabilidad química, no inflamables, sin incompatibilidades concretas y que resulten lo más inocuos para la salud y el medio ambiente. Si analizamos la información contenida en las hojas de datos de seguridad de los áridos comprobaremos que nos encontramos ante unos materiales cuyo uso no entraña peligros directos para el serígrafo, por lo que podemos considerarlos como seguros, sobre todo si lo comparamos con otros habituales en los procesos de impresión como tintas, recuperadores o disolventes.

La información toxicológica recogida en las hojas de datos de seguridad hace alusión a una serie de riesgos que se pueden derivar del uso continuado y masivo de estos materiales como el que se realiza en entornos industriales, en su mayoría durante procesos de abrasión por chorreado en los cuales se proyectan a presión kilos del producto pudiéndose levantar grandes nubes de polvo, y no tanto para el manejo de las pequeñas cantidades que vamos a emplear en la fabricación de compuestos áridos imprimibles.

Los áridos son materiales seguros siempre y cuando se cumplan una serie de medidas de precaución que atienden principalmente a su manipulación, el entorno de trabajo y la limpieza.

### 9.2.1. Precauciones en la manipulación de los áridos

Pese a que como decimos los áridos son materiales seguros, hemos de tomar una serie de medidas de protección personales debido precisamente a sus características más destacables, es decir, su dureza y poder abrasivo. Si bien es cierto que se trata en la mayoría de los casos de productos de toxicidad nula y sin contraindicaciones medioambientales, su uso no controlado puede

5 JODRA, S. "*Análisis y elaboración de tintas de ase acuosa para la práctica serigráfica. Aplicaciones plásticas y pedagógicas*" Tesis Doctoral. Facultad de Bellas Artes. Universidad del País Vasco. Leioa 2006.

6 AA.VV. *Investigaciones toxicológicas del Carburo de Silicio*. Revista Británica de la Medicina Industrial. Vol. 50. nº 9 parte 1. Inglaterra 1993. Estos estudios están de acuerdo con las normas 91/155 ECC e ISO Estándar 11014. pp. 797-806.

resultar perjudicial. Por abrasión continuada los áridos pueden irritar la piel, los ojos o las mucosas así como otras zonas del cuerpo con las que entren en contacto, por lo que habremos de ser cuidadosos cuando los manejemos.

Pondremos especial cuidado cuando empleemos áridos de partícula muy fina o fracciones de material respirable evitando en todo momento levantar nubes de polvo, ya que la inhalación prolongada y/o masiva de materiales en polvo puede acarrear problemas respiratorios de distinta gravedad. En el caso de la arena de sílice puede causar fibrosis pulmonar, denominada habitualmente silicosis, provocada por la acumulación de partículas de sílice cristalina en los pulmones. Según la IARC (Agencia Internacional de Investigación contra el Cáncer) la sílice cristalina inhalada en el trabajo puede provocar cáncer de pulmón, sin embargo, puntualiza que no se debe considerar que esto sea así para todas las condiciones de trabajo ni todos los tipos de sílice cristalina.<sup>7</sup>

En cualquier caso emplearemos mascarillas antipolvo, gafas de seguridad bien ajustadas, guantes y vestimenta adecuados durante el manejo de estos productos en polvo. Los riesgos disminuyen considerablemente en el momento en el cual fabricamos el compuesto imprimible, ya las partículas del árido se mezclan con el vehículo reduciéndose así la posibilidad de ser inhaladas.

Trabajaremos siempre con los recipientes bien cerrados evitando posibles derrames que pueden afectar al usuario, los productos y maquinaria del taller. Por norma general el árido se comercializa en sacos (generalmente plásticos) de mayor o menor tamaño que en la mayoría de las ocasiones una vez abiertos resulta difícil volver a cerrarlos con seguridad. Para evitar la pérdida por derrame accidental es recomendable almacenarlos en recipientes de cristal con tapa que nos aseguren un cierre correcto.

### 9.2.2. Entorno de trabajo y limpieza

Contar con un entorno de trabajo adecuado es fundamental. Éste debe estar bien organizado, con zonas diferenciadas de almacenado de materiales y productos, zona de trabajo, y zona de limpieza. Al igual que ocurre en el manejo de tintas o disolventes es fundamental contar con un buen sistema de ventilación para evitar las concentraciones de vapores y polvo. Asimismo debemos contar con los sistemas habituales de limpieza que nos permitan la adecuada eliminación del producto.

De la misma manera que los químicos han de guardarse en zonas habilitadas a tal efecto, por su naturaleza abrasiva conviene almacenar los áridos al margen de otros productos.

El árido es probablemente uno de los materiales más abrasivos que podemos imprimir. El polvo puede depositarse en cualquiera de las partes móviles de la maquinaria de impresión produciendo un desgaste de sus componentes, obstruyendo mecanismos de absorción de aire o bloqueando sistemas de piezas móviles. Al tratarse de un producto insoluble, tras la impresión los granos pueden quedar fuertemente incrustados en los huecos del tejido resultado imposible su eliminación empleando sistemas de limpieza por agua a presión. En estos casos debemos recurrir a la eliminación manual de los granos que obstruyan el poro del tejido.

Debido al uso que hacemos de este material en conjunción con medios adhesivos y tintas de base acusona su limpieza la realizaremos con agua en los lavaderos de pantallas o en otras zonas dedicadas a la limpieza de tintas. La acumulación del árido puede ocasionar daños en los sistemas

<sup>7</sup> La información referenciada se encuentra recogida en las siguientes publicaciones: CASTRANOVA, V / VALLYATHAN, V & WALLACE, W.E. (editores) *"Silica and Silica-Induced Lung Diseases"*. CRC Press. Reino Unido. 1996. p 418.

AA.VV. *"Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risk to human"*. Ed. IARC. Vol. 68. Reino Unido 1997. pp. 41-242.

PINKIGNTON W, et al. *"Scientific opinion on the health effects of airborne crystalline silica"* Insitute of Occupational Medicine Report. TM 96/08. Soutar. Reino Unido 1996. p 63.

de cañerías y desagües por solidificación, por lo que cuando limpiemos los materiales de impresión es conveniente dejar correr el agua durante unos segundos.

Cuando el entorno de trabajo es coincidente con un taller de grabado calcográfico se deben extremar las precauciones. No es extraño que en un taller de gráfica se emplee con regularidad técnicas como el collagraph, en la cual el carburo de silicio así como otros áridos son de uso frecuente, por lo que las medidas de limpieza y seguridad serán las mismas cuando empleemos los áridos en serigrafía.

Pese a que en los talleres que cuentan con el equipamiento necesario para desarrollar ambas técnicas cada una de ellas tenga un espacio de trabajo diferenciado, a la hora de la limpieza es necesario eliminar cualquier resto de árido que pudiera quedar cerca de la zona de trabajo de grabado calcográfico, sobre todo de las destinadas al entintado, estampación y limpieza de las planchas. En ningún caso han de mezclarse los granos de árido con aquellos materiales empleados para el entintado, limpieza y estampación, como rasquetas de goma, tampones de color, muñequillas, tarlatanas, etc. ya que pueden rallar la superficie de las planchas, así como rodillos y otras herramientas.

### **9.3. HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD**

La mayoría de los datos relativos a niveles de toxicidad, componentes peligrosos o dañinos para la salud etc. vienen detallados en las hoja de datos de seguridad, no obstante, conviene aclarar que por normativa existen productos que en su etiquetado no están obligados a incluir datos relativos a los posibles riesgos que pueda entrañar su manipulación.

En muchas ocasiones al consultar las hojas de datos de seguridad que nos facilitan los fabricantes hemos observado que pese a no incluir ninguna indicación al respecto en el etiquetado, posteriormente en la información adicional se destacan multitud de riesgos así como precauciones relativas a su manipulación y almacenamiento que a nuestro entender son relevantes. Lo mismo ocurre cuando se mencionan las medidas de seguridad individuales y las condiciones de trabajo de seguridad necesarias cuando empleamos estos productos.

No existe un modelo único de hojas de datos de seguridad y por lo tanto encontraremos importantes diferencias en la claridad de la información en dichos documentos. Hay que tener en cuenta que la normativa de riesgos tóxicos/seguridad no es la misma fuera de la Unión Europea y que en algunos casos los productos que empleamos, pese a ser distribuidos en nuestro país pueden estar fabricados en países extranjeros donde se aplican normativas de seguridad distintas o con códigos que no corresponden a los empleados en la Unión Europea. En estos casos nos hemos puesto en contacto con sus distribuidores en España para solicitarl los documentos que sigan las normativas europeas.

#### **9.3.1. Información contenida en las hojas de datos de seguridad**

Las hojas de datos de seguridad complementan la información que aparece en el etiquetado del producto.

Los fabricantes elaboran las hojas de datos de seguridad atendiendo a una serie de puntos comunes que clasifican la información en varios apartados y sub-apartados. La hoja de datos de seguridad debe ser facilitada al consumidor obligatoriamente en el idioma del país donde se comercializa el producto en el momento de la compra, y habrá de ponerse en su conocimiento si posteriormente se modifica su formulación. Tras comparar distintos modelos de hojas de datos de seguridad facilitados por los fabricantes creemos que la siguiente es la manera más correcta de organizar la información.

## APARTADO 1.

### IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O EL PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA

Contiene los datos identificativos del producto y de la empresa. Se facilita el nombre y dirección de la empresa que lo comercializa o fabrica así como la denominación del producto y una breve descripción de la composición del mismo.

1.1 Descripción comercial

1.2 Usos previstos

1.3 Empresa

1.4 Teléfono de urgencias

## APARTADO 2.

### IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Se incluye la información relativa a los componentes peligrosos. Deben detallarse obligatoriamente todos los componentes considerados peligrosos que intervienen en la formulación del producto, haciendo mención del porcentaje o tramo de éste.

2.1 Clasificación CE

2.2 Efectos adversos

## APARTADO 3.

### COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Identificación de los peligros. Aquí se encuentran representados mediante pictogramas (consultar apartado 9.3.2. Pictogramas de riesgo, primeros auxilios, controles de exposición y protección personal) y frases de riesgo, los peligros que entraña la manipulación del producto.

3.1 Descripción química

3.2 Componentes peligrosos

## APARTADO 4.

### PRIMEROS AUXILIOS

En este apartado se explican de manera general cómo se debe actuar en el caso de una persona accidentada por la manipulación del producto.

4.1 Por inhalación

4.2 Por contacto con la piel

4.3 Por contacto con los ojos

4.4 Por ingestión

## APARTADO 5.

### MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Se especifican los sistemas adecuados para extinguir un incendio del producto, así como los riesgos específicos que pueden presentarse con el producto inflamado.

5.1 Medios de extinción

- 5.2 Peligros específicos
- 5.3 Equipo de protección antiincendios
- 5.4 Otras recomendaciones

#### APARTADO 6.

##### MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Como su nombre indica, recoge todas las medidas que pueden tomarse en caso de derrame.

- 6.1 Precauciones personales
- 6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente
- 6.3 Métodos de limpieza

#### APARTADO 7.

##### MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

En este apartado se dan una serie de normas de seguridad, tanto para la manipulación del producto, como para su almacenamiento.

- 7.1 Precauciones en la manipulación
- 7.2 Condiciones de almacenamiento
- 7.3 Usos específicos

#### APARTADO 8.

##### CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

En este apartado se facilita una valiosa información, tanto de los límites de exposición de todos los componentes peligrosos presentes en la formulación, como de sistemas de protección personal para evitar riesgos.

- 8.1 Valores límite de la exposición (VLA)
- 8.2 Controles de exposición profesional
- 8.3 Controles de la exposición del medio ambiente

#### APARTADO 9.

##### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

En este apartado se especifican una serie de propiedades físicas y químicas relativas al producto tales como la forma física, color, olor, solubilidad, temperatura de ebullición, temperatura de inflamación, etc.

#### APARTADO 10.

##### ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Aquí se halla la información de la estabilidad del producto, y de la posible reactividad con otros productos o sustancias.

- 10.1 Condiciones que deben evitarse
- 10.2 Materias que deben evitarse
- 10.3 Descomposición térmica

## APARTADO 11.

### INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

En este capítulo se hace un informe toxicológico del producto, o como mínimo, de los productos peligrosos que intervienen en su formulación.

11.1 Efectos toxicológicos

11.2 Dosis y concentraciones letales de componentes individuales

## APARTADO 12.

### INFORMACIÓN ECOLÓGICA

En este apartado se da la información necesaria para evitar que el producto pueda dañar el medio ambiente.

12.1 Ecotoxicidad de componentes individuales

12.2 Movilidad

12.3 Persistencia y degradabilidad

12.4 Potencial de bioacumulación

12.5 Resultados de la valoración

12.6 Otros efectos negativos

## APARTADO 13.

### CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Aquí se halla la información necesaria para manipular y eliminar correctamente los residuos.

13.1 Manipulación de residuos

13.2 Eliminación de envases vacíos

13.3 Procedimientos de neutralización o destrucción del producto

## APARTADO 14.

### INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Capítulo donde se especifica la clase de producto, documentación y etiquetaje necesario para su transporte, ya sea terrestre, marítimo o aéreo.

14.1 Transporte por carretera / por ferrocarril

14.2 Transporte por vía marítima

14.3 Transporte por vía aérea

## APARTADO 15.

### INFORMACIÓN REGLAMENTARIA SOBRE ENVASADO Y ETIQUETADO

Este apartado contiene los pictogramas y las frases de riesgo y de seguridad que deben estar también presentes en el etiquetado del producto, así como el tipo de envase que debe utilizarse.

15.1 Etiquetado CE

15.2 Restricciones a la fabricación, la comercialización y el uso

15.3 Otras legislaciones CE

15.4 Otras legislaciones

## APARTADO 16.

### OTRA INFORMACIÓN

Aquí se dispone la información sobre el destino del producto en cuestión, el significado de las frases R y S, referentes a las sustancias peligrosas que intervienen en la formulación del producto, disposiciones legales, fecha de edición de la ficha, etc.<sup>8</sup>

Texto de las Frases R

Texto de las Frases S

Texto de las Notas

Restricciones recomendadas del uso

Legislaciones sobre Fichas de Datos de Seguridad

Principales fuentes bibliográficas

### **9.3.2. Pictogramas de riesgo, primeros auxilios, controles de exposición y protección personal**

Tanto en los recipientes como en las hojas de seguridad del producto encontraremos una serie de pictogramas que es conveniente conocer. Estos se refieren a los peligros específicos derivados del uso del producto y a las medidas de seguridad que se deben cumplir. Los pictogramas pueden aparecer acompañados de una serie de letras mayúsculas y minúsculas.



MUY TÓXICO

**Muy tóxico.** Aún en dosis muy pequeñas pueden producir graves daños a la salud o incluso la muerte. Actúan por inhalación, ingestión o por penetración a través de la piel.



TOXICO

**Tóxico.** Pueden producir graves daños a la salud o incluso la muerte aunque en dosis algo superiores. Actúan por inhalación, ingestión o por penetración a través de la piel.

<sup>8</sup> TOBELLA SOLER, J. *Técnica y Práctica del proceso serigráfico*. AEDES. Asociación Española de Empresarios de Serigrafía e Impresión Digital. Madrid 2002.





NOCIVO

**Nocivo.** Pueden provocar daños a la salud. Actúan por inhalación, ingestión o por penetración a través de la piel.



IRRITANTE

**Irritante.** En contacto con la piel, ojos, o mucosas pueden provocar irritación y/o inflamación. Actúan sobre los tejidos humanos.



CORROSIVO

**Corrosivo.** Destruyen la piel, los ojos y cualquier órgano humano. Actúan sobre los tejidos humanos.



COMBURENTE

**Comburente.** En caso de incendio multiplican la velocidad de reacción y favorecen la propagación del fuego. Pueden reaccionar con otros productos peligrosos, o bien, con materiales propios del embalaje produciendo combustión espontánea. Incendio.



EXTREMADAMENTE  
INFLAMABLE

**Extremadamente inflamable.** Pueden inflamarse con extrema facilidad ante una fuente de ignición. Tienen un punto de inflamación superior a 0°C y uno de ebullición inferior a 35°C.



INFLAMABLE

**Inflamable.** Muy inflamable. Pueden inflamarse con facilidad ante una fuente de ignición. Tienen un punto de ebullición inferior a 21°C.



INFLAMABLE

**Inflamable.** Pueden inflamarse con facilidad ante una fuente de ignición con un punto de inflamación comprendido entre 21 y 55°C.



EXPLOSIVO

**Explosivo.** Pueden provocar explosión bajo efectos de un golpe o fricción. Son particularmente peligrosos y han de ser almacenados en un lugar separado y con acceso únicamente a personal autorizado.



PELIGROSO  
PARA EL MEDIO  
AMBIENTE

**Peligroso para el medio ambiente.** Sus derrames a la atmósfera, suelo, o al agua provocan graves daños al medio ambiente. Delito ecológico.



**Primero auxilios.** En los casos de duda, o cuando persistan los síntomas de malestar, solicitar atención médica. No administrar nunca nada por vía oral a personas que se encuentren inconscientes.



**Protección del sistema respiratorio.** Debe utilizarse el equipo de protección respiratorio apropiado.



**Protección de los ojos y la cara.** Deben utilizarse gafas de seguridad con protecciones laterales contra salpicaduras de líquidos y/o escudos faciales.



**Protección de las manos y la piel.** Deben utilizarse guantes de protección apropiados.





**Protección de los ojos y la cara.** Instalar fuentes oculares de emergencia en las proximidades de la zona de utilización.



**Protección de las manos y la piel.** Instalar duchas de emergencia en las proximidades de la zona de utilización.

### 9.3.3. Frases R y S

Las indicaciones de seguridad son las relativas al Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. En este reglamento descrito en el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo se recoge un listado de códigos o frases clasificadas como R y S aplicables a todos los productos que entrañan un riesgo para la salud y el medio ambiente.

Las frases R se refieren a la naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos, mientras que las frases S hacen alusión a los consejos de prudencia relativos a las sustancias y preparados peligrosos. Hemos incluido el listado completo de frases R y S de manera que pueda ser de ayuda para contrastar no sólo la información reunida en este estudio, sino toda la relativa a otros productos que puedan ser usados al margen de los descritos en esta investigación.

#### **FRASES R SIMPLES**

(Anexo III) Naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos

R1 Explosivo en estado seco.

R2 Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.

R3 Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.

R4 Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.

R5 Peligro de explosión en caso de calentamiento.

R6 Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.

R7 Puede provocar incendios.

R8 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.

R9 Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.

R10 Inflamable.

R11 Fácilmente inflamable.

R12 Extremadamente inflamable.

R14 Reacciona violentamente con el agua.

R15 Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.

R16 Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.

R17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.

R18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.

R19 Puede formar peróxidos explosivos.

R20 Nocivo por inhalación.

R21 Nocivo en contacto con la piel.

R22 Nocivo por ingestión.

R23 Tóxico por inhalación.

R24 Tóxico en contacto con la piel.

R25 Tóxico por ingestión.

R26 Muy tóxico por inhalación.

R27 Muy tóxico en contacto con la piel.

R28 Muy tóxico por ingestión.

R29 En contacto con agua libera gases tóxicos.

R30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo.

R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

R32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.

R33 Peligro de efectos acumulativos.

R34 Provoca quemaduras.

R35 Provoca quemaduras graves.

R36 Irrita los ojos.

R37 Irrita las vías respiratorias.

R38 Irrita la piel.

R39 Peligro de efectos irreversibles muy graves.

R40 Posibles efectos cancerígenos

R41 Riesgo de lesiones oculares graves.

R42 Posibilidad de sensibilización por inhalación.

R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.

R44 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.

R45 Puede causar cáncer.

R46 Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.

R48 Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.

R49 Puede causar cáncer por inhalación.

R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos.

R51 Tóxico para los organismos acuáticos.

R52 Nocivo para los organismos acuáticos.

R53 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

- R54 Tóxico para la flora.
- R55 Tóxico para la fauna.
- R56 Tóxico para los organismos del suelo.
- R57 Tóxico para las abejas.
- R58 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
- R59 Peligroso para la capa de ozono.
- R60 Puede perjudicar la fertilidad.
- R61 Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R62 Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- R63 Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R64 Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
- R65 Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar.
- R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
- R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.
- R68 Posibilidad de efectos irreversibles.

### **COMBINACIÓN DE FRASES R**

- R14/15 Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.
- R15/29 En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.
- 20/21 Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
- 20/22 Nocivo por inhalación y por ingestión.
- 20/21/22 Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- 21/22 Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
- 23/24 Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
- 23/25 Tóxico por inhalación y por ingestión.
- 23/24/25 Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- 24/25 Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
- 26/27 Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
- 26/28 Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
- 26/27/28 Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- 27/28 Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
- 36/37 Irrita los ojos y las vías respiratorias.
- 36/38 Irrita los ojos y la piel.
- 36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
- 37/38 Irrita las vías respiratorias y la piel.
- 39/23 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
- 39/24 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
- 39/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
- 39/23/24 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
- 39/23/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
- 39/24/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

39/23//24/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

39/26 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.

39/27 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.

39/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.

39/26/27 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.

39/26/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.

39/27/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

39/26/27/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

42/43 Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

48/20 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

48/21 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

48/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

48/20/21 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.

48/20/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.

48/21/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.

48/20/21/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R48/23 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

R48/24 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

R48/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

R48/23/24 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.

R48/23/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.

R48/24/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.

R48/23/24/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R50/53 Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R52/53 Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.



R68/20 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.  
R68/21 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.  
R68/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.  
R68/20/21 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.  
R68/20/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.  
R68/21/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.  
R68/20/21/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

## **FRASES S**

Consejos de prudencia relativos a las sustancias y preparados peligrosos

S1 Consérvese bajo llave.  
S2 Manténgase fuera del alcance de los niños.  
S3 Consérvese en lugar fresco.  
S4 Manténgase lejos de locales habitados.  
S5 Consérvese en... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).  
S6 Consérvese en... (gas inerte a especificar por el fabricante).  
S7 Manténgase el recipiente bien cerrado.  
S8 Manténgase el recipiente en lugar seco.  
S9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.  
S12 No cerrar el recipiente herméticamente.  
S13 Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.  
S14 Consérvese lejos de... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).  
S15 Conservar alejado del calor.  
S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.  
S17 Manténgase lejos de materiales combustibles.  
S18 Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.  
S20 No comer ni beber durante su utilización.  
S21 No fumar durante su utilización.  
S22 No respirar el polvo.  
S23 No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].  
S24 Evítese el contacto con la piel.  
S25 Evítese el contacto con los ojos.  
S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.  
S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.  
S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con... (productos a especificar por el fabricante).  
S29 No tirar los residuos por el desagüe.  
S30 No echar jamás agua a este producto.  
S33 Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.

- S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S36 Úsese indumentaria protectora adecuada.
- S37 Úsenese guantes adecuados.
- S38 En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.
- S39 Úsese protección para los ojos/la cara.
- S40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese... (a especificar por el fabricante).
- S41 En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos.
- S42 Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S43 En caso de incendio, utilizar... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua").
- S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrole la etiqueta).
- S46 En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta o el envase.
- S47 Consérvese a una temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).
- S48 Consérvese húmedo con... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
- S50 No mezclar con... (a especificar por el fabricante).
- S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
- S52 No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
- S53 Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.
- S56 Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S57 Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
- S59 Remítirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.
- S60 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
- S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
- S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta o el envase.
- S63 En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada y mantenerla en reposo.
- S64 En caso de ingestión, lavar la boca con agua (solamente si la persona está consciente).
- S67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

### **COMBINACIÓN DE FRASES S**

- S1/2 Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3/7 Consérvese el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.
- S3/9/14 Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de...(materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S3/9/14/49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de...(materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S3/9/49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.

S3/14 Consérvese en lugar fresco y lejos de...(materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S7/8 Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco.

S7/9 Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado.

S7/47 Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese a una temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).

S20/21 No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.

S24/25 Evítase el contacto con los ojos y la piel.

S27/28 Después del contacto con la piel quítase inmediatamente toda la ropa manchada.

S29/35 No tirar los residuos por el desagüe; elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.

S29/56 No tirar los residuos por el desagüe; elimínese esa sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.

S36/37 Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.

S36/37/39 Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S36/39 Úsense indumentaria adecuada y protección para los ojos/la cara.

S37/39 Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S47/49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).



## CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES



## 10. CONCLUSIONES

Entendemos este trabajo de tesis doctoral como algo más que la verificación de la capacidad investigadora del doctorando. Representa la evolución de planteamientos previos que guardan una estrecha relación con nuestra práctica artística y que giran entorno a un medio gráfico altamente adaptable como es la serigrafía, el cual entendemos es susceptible de ofrecernos nuevas estrategias de creación mediante la incorporación de materiales poco habituales, como son los áridos, que darán pie a desarrollos alternativos y novedosas soluciones plásticas.

Con esta tesis hemos pretendido dar respuesta a muchas de las hipótesis que nos planteamos en el primer contacto con los materiales que constituyen el objeto central de estudio, se han abierto nuevas líneas de investigación plástica que nos han permitido evolucionar en nuestra práctica artística y han satisfecho con creces nuestras necesidades creativas, a la vez que renovado la voluntad indagadora en un medio que nos resulta cercano en nuestra labor profesional.

Tras la realización de esta tesis, y remitiéndonos a las hipótesis del planteamiento inicial, podemos concluir que:

**Hemos normalizado la impresión de áridos mediante serigrafía empleando vehículos aglutinantes basados en medios adhesivos de base acuosa, que permiten la obtención de resultados gráficos novedosos.**

Para ello, hemos de respetar los siguientes parámetros técnico-operativos relativos a las principales características y propiedades de:

- **El árido:** granulometría, dureza, forma, compatibilidad y solubilidad.
- **Vehículo aglutinante-medio adhesivo:** Densidad, tiempos de secado, compatibilidad, poder aglutinante y adhesivo.
- **Materiales de impresión (tejido y regleta):** lineatura, abertura de malla y dureza.

A partir de una hipótesis sencilla que plantea la posibilidad de imprimir todo aquello que pueda atravesar los huecos del tejido, siempre y cuando se cuente con el vehículo aglutinante apropiado, hemos desarrollado:

**Un nuevo procedimiento que permite la impresión serigráfica seriada de materiales nunca antes empleados en dicho contexto, que encierran un enorme potencial de aplicación al campo de la creación gráfica.**



Algunos, como las esferas de acero de bajo carbono, las microesferas de vidrio, el Armex Maintenance, o la granalla vegetal, pese a que vienen siendo empleados desde hace años en distintos entornos profesionales, nunca antes habían sido incluidos en el proceso serigráfico, por lo que pueden resultar desconocidos para un gran número de artistas.

Otros, por el contrario, pueden resultar familiares, ya que en el pasado posibilitaron grandes cambios en el campo del grabado, como el carburo de silicio, que actualmente se emplea en un gran número de procedimientos, como los aditivos, pero que no había sido contemplado desde esta óptica de creación en serigrafía. En el caso particular del carborundum, hemos de señalar que se ha convertido en el árido de referencia a lo largo de esta tesis, debido no sólo a sus superiores propiedades físicas en comparación con otros materiales, sino también por contar con el mayor rango granulométrico de todos los áridos analizados, lo que permite una gran precisión en el trabajo de impresión. Se trata de un material conocido dentro del mundo de la gráfica, ligado en multitud de ocasiones a procedimientos que exploran los valores de textura y materia en la estampa, aspectos tratados en nuestro planteamiento de la serigrafía de áridos.

**Se amplía el espectro de materiales imprimibles mediante serigrafía y de las aplicaciones plásticas de los mismos, otorgando un valor estético a un material de origen industrial al introducirlo en un nuevo contexto, la serigrafía artística, que desarrolla sus propiedades fisicoplásticas.**

Con esta tesis pretendemos difundir el procedimiento denominado serigrafía de áridos a un número ilimitado de artistas gráficos, técnicos, investigadores, docentes, estudiantes, etc., que puedan encontrar en él una nueva herramienta de creación, reflexión y experimentación, y en los áridos, una serie de materiales de gran potencial expresivo.

## 10.1. ASPECTOS TÉCNICOS

La serigrafía de áridos propone un nuevo desarrollo técnico en un medio gráfico concreto que posibilita la deriva de las potencialidades creativas de la serigrafía ofreciendo respuestas a los cuestionamientos técnico/estéticos del artista-investigador, creando el marco de reflexión y actuación adecuado para la innovación en el discurso plástico, así como una contrastada ampliación del abanico de materiales y de su aplicación al repertorio gráfico.

Esta tesis permite, mediante el cuestionamiento de los principios sustentadores y límites del medio serigráfico (la raíz funcional de la serigrafía de áridos se refiere a la esencia misma del medio, la permeabilidad), el:

**Establecimiento de unas sólidas pautas operativas teóricas, técnicas y materiales, que describen las claves necesarias para la elaboración de un nuevo procedimiento.**

La aportación más relevante de esta tesis es la elaboración de un marco operativo, teórico-práctico, que permite la inclusión normalizada en el medio serigráfico de una serie de materiales, los áridos, que hasta el momento no han sido sometidos a un estudio en profundidad basado en las potenciales aplicaciones al campo de la serigrafía.

En conjunción con los áridos, y para posibilitar su inclusión en el proceso de impresión, se han empleado a modo de vehículo aglutinante distintos medios adhesivos de base acuosa, algunos de origen industrial, y otros de fabricación propia, cuya elaboración, manejo, limpieza, eliminación y reciclaje es notablemente más segura y respetuosa con la salud del usuario y el medio ambiente, que los habituales productos de base solvente que hasta hace bien poco parecían constituir la única opción posible para desarrollar un procedimiento como el que desarrollamos en esta tesis.

**Los medios adhesivos de base acuosa posibilitan la impresión serigráfica de áridos, mostrándose estables y compatibles con los materiales y productos empleados.**

La no dependencia en este nuevo procedimiento de productos especializados con un inherente nivel de toxicidad y peligrosidad, como las tintas epoxi, las tintas industriales con cargas para recubrimientos metálicos, o las habituales tintas vinílicas presentes en multitud de talleres, lo convierten en un procedimiento seguro y altamente inocuo, argumento que esperamos favorezca su divulgación pública tanto en el ámbito universitario como fuera del entorno académico, así como la incorporación al repertorio de procedimientos respetuosos que maneja el artista.

De esta necesaria fase de aproximación se deriva directamente la segunda de las aportaciones relevantes de esta tesis:

**La localización, descripción, catalogación, análisis, experimentación plástica y selección de materiales ajenos a la práctica serigráfica convencional.**

Una investigación técnico-documental que nos ha permitido desarrollar un estudio en profundidad sobre los mismos desde su naturaleza física, su extracción, fabricación, catalogación, aplicaciones y comercialización, así como conocer de primera mano las materias primas que vamos a emplear.

Igualmente hemos demostrado, tras un proceso similar al desarrollado con los áridos, la existencia de un gran número de medios adhesivos aplicables a serigrafía que permiten la impresión controlada de estos nuevos materiales, asegurando no solo la viabilidad del procedimiento descrito, sino también, la perdurabilidad de su impresión.

La existencia en el mercado actual de medios adhesivos como el látex o las resinas acrílicas, que sin ser productos específicos de serigrafía posibilitan igualmente el desarrollo de la serigrafía de áridos, facilita enormemente el acercamiento a este procedimiento, ya que se elimina la dependencia de un único producto, y permite la aplicación de sustitutos de gran accesibilidad, por no hablar de la notable reducción de costes y de la apertura de nuevas posibilidades de experimentación que supone este hecho.

Toda la información relativa a ambos materiales, áridos y medios adhesivos, ha sido organizada en un estudio relacional (árido-adhesivo) sin precedentes, en fichas individualizadas relativas a cada uno de ellos, de manera que el lector pueda encontrar no sólo una amplia información detallada y contrastada, sino también el material que mejor se adapte a sus necesidades.

En tercer lugar, y atendiendo al aspecto práctico de la investigación, se ha comprobado la existencia de:

**La relación directa entre las características granulométricas de los áridos, así como de sus propiedades físicas de tamaño y forma, con las características técnicas necesarias que han de reunir aquellos materiales que intervienen en el proceso de impresión: lineatura del tejido, porcentaje de sólidos de la emulsión fotosensible y dureza de la regleta.**

El control de ambos elementos es primordial para la obtención de unos excelentes resultados gráficos.

El soporte, como parte activa de la imagen, condiciona la estabilidad de los productos sobre él impresos. A este respecto hemos comprobado que:

**La idoneidad de los soportes para la serigrafía de áridos requiere de un mínimo nivel de rigidez para garantizar la estabilidad dimensional de la capa impresa.**

Para normalizar el uso de las distintas granulometrías de los áridos se han establecido una serie de parámetros basados en el tamaño medio del grano que contiene una muestra de árido y el tamaño mínimo imprescindible que ha de tener el poro del tejido para permitir su impresión. Estos datos, expresados en cifras numéricas decimales, aparecen recogidos en el capítulo relativo a los áridos, en tablas en las cuales se han establecido las relaciones numéricas pertinentes en base a unos porcentajes aceptables de paso medio de un 75% del grano. En función de este porcentaje mínimo de paso de malla se ha establecido el tamaño máximo de grano que es posible imprimir.

**El tamaño de la partícula de árido debe ser al menos un factor 0,45 menor que la abertura de malla.**

Para ello se han empleado tejidos de 12, 24 y 43h/cm<sup>2</sup> que hacen posible la impresión de lo que hemos denominado áridos de gran tamaño (0,31–0,129 micras), áridos medianos (0,129–0,045 micras) y áridos pequeños (0,045 micras en adelante)<sup>1</sup>.

## 10.2. ASPECTOS PLÁSTICOS

La serigrafía de áridos se ha mostrado como un procedimiento con un elevado potencial creativo que permite la creación de imágenes, colores, brillos, transparencias, texturas y acabados sugerentes que se diferencia de los convencionales productos imprimibles por las propiedades físico-plásticas del material.

**Los valores de color, brillo, transparencia y textura que nos permite la serigrafía de áridos divergen de los obtenidos mediante la impresión de tintas de serigrafía.**

La probada capacidad de incluir en el proceso de impresión un elevado número de productos perfectamente adaptables a las distintas superficies de impresión o soportes, así como de hibridación con otras disciplinas creativas, tanto dentro como fuera del campo de las técnicas gráficas, hacen de la serigrafía de áridos un procedimiento ágil y versátil.

La incorporación normalizada de los áridos y los medios adhesivos de base acuosa, siguiendo los parámetros técnico-operativos establecidos en esta investigación, no solo amplía enormemente el espectro de materiales imprimibles mediante serigrafía, sino que abre las puertas a otros materiales de diversas propiedades físico-plásticas, que compartiendo con los áridos las características que hacen posible su impresión, posibiliten en el futuro nuevos desarrollos creativos.

**La serigrafía de áridos permite la creación de todo tipo de imágenes empleando cualquiera de los medios para la creación de la forma permeográfica.**

A partir de la experimentación motivada por nuestra práctica artística, hemos desarrollado un estudio que nos ha permitido dar respuesta a necesidades expresivas concretas así como a un nuevo desarrollo o vertiente de la serigrafía relacionada con los aspectos matéricos y texturales, un terreno en el cual hemos desarrollado no sólo buena parte de nuestra obra gráfica, sino que a su vez se ha convertido en el objeto central de nuestra labor investigadora, un esfuerzo que esperamos fructifique

<sup>1</sup> Estos valores son relativos a las características específicas de los tejidos de la casa SEFAR (principal fabricante de tejidos en España) empleados en esta investigación, que aparecen recogidos en el apartado 2.5.1.3. Límites granulométricos en función del tejido. Estos valores pueden sufrir alteraciones si se emplean tejidos con otras características.

ramificándose en múltiples direcciones, y que de ser posible, trascienda del ámbito personal al público académico, que más allá de llenar vacíos individuales, aporte la luz necesaria para estimular lo colectivo.

**La presencia matérica y textural de los áridos aporta a la impresión serigráfica nuevos desarrollos plásticos, connotaciones y poéticas de la imagen que van más allá de la planitud de las tintas serigráficas convencionales, permitiendo una renovación del procedimiento mismo, y la creación de un nuevo territorio de experimentación gráfica.**

Las experiencias previas llevadas a cabo en esta dirección en el medio serigráfico, y la convicción de la versatilidad de los productos y materiales incluidos en este trabajo, nos ha llevado a la elaboración de un procedimiento que ha superado con creces los pronósticos e hipótesis de partida.

**La serigrafía de áridos posibilita la combinatoria de los materiales y productos incluidos en esta investigación con la práctica totalidad de productos imprimibles serigráficos y asimismo es compatible con el resto de las técnicas gráficas.**

Ha sido necesario asentar y replantear las bases funcionales del medio serigráfico, los procedimientos técnicos en sus distintas aplicaciones, así como las características y requerimientos de los materiales incluidos en la serigrafía de áridos para elaborar el marco operativo correcto que nos permita adaptarlo a esta nueva perspectiva de creación, un procedimiento novedoso, que una vez aprehendido, nos permite el libre uso del mismo en función de nuestras necesidades expresivas.

### **10.3 SEGURIDAD, SALUD Y RESPETO MEDIOAMBIENTAL**

Seguridad, salud y respeto medioambiental son premisas que han estado presentes a lo largo de la realización de esta tesis, y que hemos considerado aspectos condicionantes a la hora de seleccionar los materiales que han tomado parte en ella.

Manteniendo los márgenes de seguridad propios de una labor artística profesional y concienciada podemos asegurar que:

**La serigrafía de áridos, empleando vehículos aglutinantes de base acuosa, constituye un procedimiento seguro y respetuoso con la salud del usuario y el medio ambiente.**

Los áridos y los medios adhesivos de base acuosa son materiales con un reducido nivel de toxicidad, sobre todo si los comparamos con productos empleados en la impresión serigráfica industrial, tales como tintas vinílicas, epoxis, termofusibles, disolventes, retardantes, agentes limpiadores, barnices, geles y otros productos de base solvente de uso común en un elevado número de talleres, tanto industriales como particulares y centros de enseñanza. Como conclusión podemos asegurar que:

**Existen productos de base acuosa de fácil acceso, principalmente medios adhesivos aglutinantes, tintas y bases adhesivas, que actúan como sustitutos de los productos de base solvente, y que permiten desarrollar la serigrafía de áridos manteniendo unos elevados índices de excelencia y reducen sensiblemente los riesgos potenciales para la salud del usuario y el medio ambiente.**

Hemos constatado la posibilidad de emplear estos productos “saludables” en la serigrafía de áridos con unos altísimos niveles de calidad y satisfacción. Una vez realizada la comparativa con los productos de base solvente, podemos asegurar que:

**Las bases acuosas aportan beneficios al proceso de impresión de áridos mediante serigrafía sin necesidad de reducir la operatividad del mismo.**

Esto hace posible incluir este procedimiento en talleres particulares, centros de formación, facultades de Bellas Artes, etc., donde entendemos que la seguridad y la conciencia medioambiental son aspectos a los que necesariamente se deben de ir acondicionando, tanto las infraestructuras como los materiales y procedimientos.

Como hemos señalado, el desgaste producido por los áridos es mayor y se manifiesta mucho antes que en el caso de la impresión de tintas convencionales, debido a las características de forma, dureza y abrasividad del grano, hecho este que no imposibilita el procedimiento. Conociendo las características de los materiales que empleamos, seleccionando las alternativas adecuadas y empleando los sistemas de recuperación/reciclaje, la serigrafía de áridos se ratifica como un proceso de impresión seriado perfectamente viable.

#### **10.4. ASPECTOS DOCENTES Y DIVULGATIVOS**

No podemos olvidar la (para nosotros necesaria) proyección docente que toda tesis doctoral debiera tener, permitiendo al colectivo académico interiorizar los principios básicos que rigen la serigrafía de áridos, con la esperanza puesta en que sean el germen de nuevos y deseables lenguajes plásticos en un uso abierto que potencie la imbricación de técnicas que la serigrafía de áridos permite.

La normalización del proceso de impresión de los áridos posibilita la adaptación de la técnica serigráfica a las necesidades especulativas propias de una práctica docente artística abierta, estableciendo un comprensible, ágil, polivalente y sencillo marco operativo que potencia una labor no dependiente de materiales altamente especializados, peligrosos, ni complejos sistemas o maquinaria.

El procedimiento propuesto en esta tesis se apoya en el uso de materiales de baja toxicidad y productos de base acuosa, lo que facilita aún más su divulgación en centros docentes, entorno en el cual entendemos que esta cuestión resulta primordial.

**Se trata de un procedimiento seguro y fácilmente aprehensible por todos aquellos profesionales, docentes y estudiantes que se encuentren familiarizados con los modos de operar de las distintas técnicas gráficas, y en concreto con la serigrafía, ya que la serigrafía de áridos se asienta en las bases operativas de la misma.**

Las pretensiones divulgativas de este trabajo han propiciado la creación de un léxico específico que posibilita su compatibilidad con el propio de las técnicas gráficas a fin de:

**Elaborar un material teórico-práctico publicable y que entronque con la bibliografía específica del tema.**

Entendiendo el trabajo de tesis doctoral no como punto final de una labor investigadora, sino como el establecimiento de una serie de parámetros técnico-materiales que permite la apertura

de nuevas líneas de investigación, creemos firmemente que la labor desarrollada a lo largo de estos años servirá de estímulo para nuevas experiencias que deseablemente superen los resultados obtenidos.

No tratamos de dar respuesta a una pregunta concreta, sino de que en la búsqueda de esa respuesta surjan nuevos interrogantes que ayuden al necesario cuestionamiento de nuestro hacer, que nos permitan evolucionar como artistas y brinden a otros la posibilidad de emocionarse ante un medio que sin duda alguna permanece abierto a la experimentación plástica.





CAPÍTULO 11.  
ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS Y GRÁFICOS



## 11. ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS Y GRÁFICOS

### 11.1. ÍNDICE DE IMÁGENES

1. Glen Alps, *"The white necklace"*, 1969. Collagraph. 47,5 x 47,5 cm.
2. Clare Romano, *"Cape dunes"*, 1978. Collagraph. 60 x 40 cm.
3. Rolf Nesch, *"Schwan"*, 1968. Collagraph. 25,4 x 30,4 cm.
4. Matriz creada mediante sistemas aditivos.
5. Estampa.
6. Detalle de una estampa de collagraph realizado con SiC 240, cinta de carroceros y masilla de modelar.
7. Impresión mediante serigrafía de SiC 240.
8. Stephen Vaughan, *"Rappel"*, 2008. Serigrafía y grabado al carborundum. 70 x 100 cm.
9. Henri Goetz, *"Explorations"*, 1947. Tres de las litografías realizadas por Goetz para la ilustración de un libro de poemas de Francis Picabia.
10. Portada de la segunda edición revisada de 1974 de *"Gravure au carboundum"*, de Henri Goetz, editada por Maeght, y la carta de Joan Miró que sirve como postfacio.
11. Joan Miró, *"Le grand ordennateur"*, 1979. Grabado al carborundum, aguafuerte y aguatinta. 105,4 x 67,9 cm.
12. Antoni Clavé, *"S/T"*, 1998. Grabado al carborundum. 76 x 56 cm.
13. Pintura y serigrafía con flocado de SiC 150 en la obra de Lena Wybraniel, estudiante de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco.
14. Detalle del flocado de SiC 220.
15. José María Eléxpuru, *"Babel"*, 2002. Serigrafía de carburo de silicio. 76 x 112 cm.
16. Larry Bell, *"Untitled#4"*, 1974. Serigrafía y flocado. 213,4 x 106,7 cm.
17. Andy Warhol, *"Joseph Beuys"*, 1980. Serigrafía y polvo de diamante. 51 x 41 cm.
18. Joan Miró, *"Collage-Peinture"*, 1934. Óleo, lápiz grafito, tinta pulverizada y collage sobre papel de lija. 37 x 23 cm.
19. Maurice Cockrill, *"Untitled. From the ash series"*, 1995. Óleo sobre papel de lija. 40 x 50 cm.
20. Antoni Tàpies, *"Quatre Rius de sang"*, 1972. Collagraph, carborundum y aguafuerte. 58,7 x 76,4 cm.
21. Joan Miró, *"Astro y humo"*, 1967. Aguatinta, aguafuerte y carborundo. 76 x 56 cm.

22. Joan Miró, *"Trazado sobre la pared"*, 1967. Aguafuerte, aguatinta y carborundo. 73,5 x 104 cm.
23. Joan Miró, *"Cabeza con flecha"*, 1968. Aguafuerte, aguatinta y carborundo. 65,7 x 50 cm.
24. Larry Bell, *"Untitled I, II y III"*, 1974. Serie compuesta por 6 serigrafías a cinco colores y flocado de fibra sintética de terciopelo rosa. 213,4 x 106,7 cm.
25. Rupert Jansen trabajando en su estudio de serigrafía en Nueva York en 1979.
26. Andy Warhol, *"Grapes"*, 1979. La Edición D.D. está compuesta por 6 serigrafías de 101,6 x 72,2 cm que incluyen polvo de diamante aplicado manualmente sobre una base transparente de tinta de cobalto.
27. Andy Warhol, *"Shadows I"*, 1979. Carpeta de 6 serigrafías de 109,2 x 77,5 cm impresas sobre papel Arches 88. Todas las serigrafías incluyen polvo de diamante aplicado.
28. Andy Warhol, *"Diamond Dust Shoes"*, 1980. Serigrafía, acrílico y polvo de diamante aplicado. 228,6 x 177,8 cm.
29. Eduardo Arroyo, *"Entre pintores"*, 1976. Collage con papel de lija. 80 x 100 cm.
30. Eduardo Arroyo. *"Kreuzberg"*, 1976. Collage con papel de lija. 63 x 73 cm.
31. Eduardo Arroyo, *"Deshollinador"*, 1980. Collage con papel de lija. 80 x 100 cm.
32. Richard Serra, *"Balanced"*, 1970. Lámina de acero.
33. Richard Serra, *"Untitled"*, 1972. Dibujo.
34. Richard Serra, *"Balance"*, 1972. Litografía 90,1 x 114,5 cm.
35. Richard Serra, *"Clara Clara II"*, 1985. Serigrafía y pintura sobre papel japonés Kizuki Hanga. 93,9 x 182,8 cm.
36. Antoni Tàpies, *"S/T"*, 1962. Litografía, collagraph y flocado. 52,6 x 56,4 cm.
37. Antoni Tàpies, *"Aparicions 2"*, 1982. Aguafuerte, carborundum y collagraph. 41,2 x 41 cm.
38. Antoni Tàpies, *"AT"*, 1985. Aguafuerte, carborundum y collagraph. 75,5 x 74,5 cm.
39. José Fuentes, Serie *"Grabados gofrados"*, 1975. Grabado al azúcar y gofrado. 65 x 50 cm.
40. José Fuentes, Serie *"Grabados en Barro"*, 1985-1986. Grabado con molde y contramolde, papel hecho a mano. 43 x 43 cm.
41. José Fuentes, Serie *"Silver Geometry"*, 1988. Carborundo, masilla y xilografía. 200 x 100 cm.
42. José Fuentes, Serie *"Elx y el Mediterráneo"*, 1993. Grabado al carborundo. 150 x 100 cm.
43. José Fuentes, Serie *"Juegos de Arena"*, 1995. Arenografía y resina sintética. 82 x 108 cm.
44. Carburo de silicio negro en distintas granulometrías 80-180-500.
45. Esquema de una criba industrial.
46. Columna de tamices para la clasificación de áridos y diferentes partículas de 0,016 mm, a 2,0 mm.
47. Ejemplo de curva granulométrica de una arena.
48. Nomenclatura de los datos técnicos de los tejidos.
49. Comparativa de las distintas aperturas de malla en función del grosor del hilo. La primera cifra indica el número de hilos por centímetro y la segunda hace referencia al grosor del hilo. Las letras PW (plain weave) nos indican que nos encontramos ante un tejido con ligamento de tafetán.
50. SiC 46 retenido en una pantalla confeccionada con un tejido de poliéster blanco de 12 h/cm.
51. Detalle de la impresión de SiC 54 con pantalla de 12 h/cm.

52. Detalle de la impresión de SiC 150 con pantalla de 12 h/cm.
53. Distintas formas del árido.
54. Proceso de limpieza de un árido.
55. Distintos tipos de granallas plásticas, metálicas y microesferas de vidrio.
56. Muestras de carburo de silicio negro y carburo de silicio verde.
57. Corindón de distintas granulometrías en sus versiones blanca y marrón.
58. Granalla esférica de cerámica blanca.
59. Granalla plástica de urea, melamina, microesferas acrílicas y poliamida en varios colores.
60. Distintas granulometrías de granallas de acero de bajo contenido en carbono..
61. Microesferas de vidrio.
62. Granalla vegetal.
63. Granate almandino.
64. Armex Maintenance.
65. Silicato de aluminio.
66. Detalle y macro de burbujas aparecidas durante la impresión de goma arábica y SiC 240.
67. Falta de definición y ligero encharcamiento de trama.
68. Impresión de SiC 54 + látex en estado húmedo y seco al cabo de 5 minutos.
69. Alta definición y ausencia de encharcamiento en la impresión de SiC 240 con látex Valentine 4070.
70. Decantación del árido transcurridos varios días desde la fabricación del compuesto.
71. Incorrecto descuelgue de la regleta de un compuesto fabricado con Gel Titan mate y SiC 240.
72. Comparativa de la impresión de una tinta convencional (izq.) con una impresión por carga simple (dcha.) y por carga múltiple, en este caso doble (centro). En la impresión de áridos se ha empleado el mismo compuesto de SiC 180 al 40% y látex.
73. Aspecto de la cara exterior de la pantalla por exceso de carga y el resultado de su impresión.
74. Deterioro en una impresión con corindón por manipulación previa al secado completo.
75. Aspecto de una capa impresa con SiC 60 y látex donde se puede apreciar el adhesivo aún sin secar.
76. Impresión de SiC 60, látex y tinta azul sobre cristal. Observamos como el interior de la capa impresa (zona clara) se mantiene húmeda, mientras que el contorno (zona más oscura) ha secado.
77. John Martin, *"The evening of the deluge"*, 1828. Mezzotinta, 59,7 x 81,7 cm.
78. Luis Gordillo, *"Tríptico"*, 1991. Serigrafía a 42 colores. 75 x 132 cm.
79. Color de distintos áridos. Corindón marrón, microesferas de acero, granate, abrasivos fabricados a partir de arena de sílice y carborundum.
80. Impresión de granalla vegetal, SiC 150, esferas de acero y granate. Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV.
81. Impresión de tinta negra vinílica Sunchemical (izq.), tinta de base acuosa Unico AQ-900 (centro) y compuesto árido a base de SiC 180 (dcha.) al 50% y látex
82. Comparativa de distintas granulometrías de carburo de silicio impreso con pantallas de poliéster 12, 24 y 43 h/cm.

83. Comparativa de los resultados obtenidos en la impresión de áridos de distintos colores con un vehículo transparente.
84. Combinación de distintos áridos y látex sin la adición de otros colorantes.
85. Impresión de un compuesto de SiC 60 y látex al cual se le ha añadido una carga extra de granos de carburo de silicio de menor tamaño con el fin de aumentar la opacidad de la capa impresa.  
Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV.
86. Impresión de SiC 60 con tintas de base acuosa Unico AQ Ink al 10%. Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV.
87. Impresión de carburo de silicio y tinta serigráfica en distintas proporciones.
88. Impresión de distintos áridos empleando tinta amarilla de base acuosa al 5% y látex 4070 en la elaboración del compuesto.
89. Impresión de un compuesto donde el exceso de tinta blanca de alto poder cubriente empleada en su fabricación ha ocasionado la pérdida de los valores de color del árido en la impresión.
90. Distintos tonos en la impresión de color amarillo aumentando el porcentaje de SiC 60.
91. La serigrafía de carburo de silicio por carga múltiple permite lograr capas impresas de gran potencial táctil.
92. Antoni Tàpies, *"Construcción con línea diagonal"*, 1966. 195 x 133 cm.
93. Gustavo Torner, *"Negro-Apergamado verdoso"*, 1960. 116 x 89 cm.
94. Manolo Millares, *"Homúnculo" (3)*, 1960. 162,5 x 131 cm.
95. Lucio Muñoz, *"Diderot vertical"*, 1992. Aguafuerte y técnicas aditivas. 81 x 61 cm. Detalle de la obra a la derecha.
96. Diversidad de relieves y texturas lograda mediante la superposición de impresiones con carburo de silicio de distintas granulometrías sobre papel.
97. Transparencia en la impresión de microesferas de vidrio.
98. Superposición de impresiones con tinta de base acuosa (izq.) y carburo de silicio (dcha.).
99. Impresión de SiC 100 con pantalla de 12 h/cm, donde se ha variado la concentración del árido en el compuesto para lograr un aumento en la opacidad de la capa impresa.
100. Escala de transparencia en base a un aumento progresivo del porcentaje de árido (SiC 240).
101. Falta de opacidad en la impresión de SiC 54.
102. Impresión de SiC 60. Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV.
103. Impresión de SiC 60 con relleno de SiC 180. Aumento x 2.5 con lupa binocular Olympus SZ-CTV.
104. Aspecto de una impresión de SiC 60 y látex, y el mismo árido en combinación con granos de menor tamaño (SiC 150 y 280) para aumentar la opacidad de la capa impresa.
105. Transparencia de distintos medios adhesivos impresos con pantalla de 24 h/cm a los cuales se les ha añadido un 10% de tinta amarilla de base acuosa.
106. Impresión de SiC 54 empleando tintas de base acuosa y látex. Al igual que ocurre con las tintas convencionales, la superposición de impresiones de áridos y tintas permite variar el color final.
107. Superposición de SiC 60, 150 y 280 con tintas de base acuosa para cuatricromía y látex.
108. Impresión de carburo de silicio siguiendo el esquema de superposición de colores CMYK indicado para las tintas de cuatricromía.

109. Impresión de carburo de silicio de distintas granulometrías siguiendo el esquema de superposición de colores CMYK indicado para las tintas de cuatricromía.
110. J. Johns, "*Cicada*", 1981. Litografía. 88,9 x 66 cm.
111. A. Warhol, "*Ambulance disaster*", 1963. Serigrafía y acrílico sobre lienzo. 302,9 x 203,2 cm.
112. R. Rauschenberg, "*Quote*", 1964. Serigrafía y óleo. 230 x 180 cm.
113. Poros abiertos resultantes de la contracción de una capa de emulsión de Diazo aplicada sobre tejido poliéster calandrado de 12 h/cm.
114. Cambio de dirección en el emulsionado en capas consecutivas.
115. Aparición de poros abiertos en la capa de emulsión periférica a la imagen ocasionada por la falta de post-exposición en una pantalla de 12 h/cm.
116. Robert Rauschenberg trabajando en su estudio. En la fotografía se puede observar como el artista emplea una pantalla que contienen varias imágenes, que imprime de forma manual en el orden conveniente para la creación de la imagen final.
117. Impresión de tinta roja Unico AQ sobre SiC 60.
118. Detalle de la impresión de tinta roja Unico AQ sobre SiC 60.
119. Impresión de SiC 320 sobre SiC 60.
120. Andy Warhol, "*Do it yourself (sailboats)*", 1962. Acrílico y tipografía sobre tela. 182,8 x 245 cm.
121. Andy Warhol, "*Orange Disaster 5*", 1963. Serigrafía y acrílico sobre lienzo. 269,2 x 207 cm.
122. Yuxtaposición de dos impresiones en negro y rojo.
123. Superposición de SiC 60 sobre SiC 180.
124. Silicato de aluminio sobre granalla vegetal.
125. Imagen elaborada mediante la impresión superpuesta de microesferas de vidrio, esferas de carbono, SiC 150 y vidrio granulado (en este orden).
126. Fotografía detalle. Aumento x 2.5 empleando una lupa binocular Olympus SZ-CTV.
127. Superposición de distintas granulometrías de carburo de silicio y tinta.
128. Superposición de distintos áridos a partir de compuestos fabricados con un 60% de látex y un 40% de carga de árido en ausencia de tintas u otros elementos colorantes.
129. Impresión de una tinta serigráfica de base acuosa sobre carburo de SiC 150.
130. Simulación de los distintos grados de irregularidad que produce en la superficie de la capa impresa la inclusión de áridos de distinto tamaño en la impresión.
131. Superposición de impresión de tintas y SiC 320, 180 y 60 con las respectivas medidas del grosor total de la capa impresa.
132. Superposición de SiC 320 sobre SiC 60.
133. Detalle de la impresión de SiC 320 sobre SiC 60. Aumento x 2.5 empleando una lupa binocular Olympus SZ-CTV.
134. Superposición de SiC 60 sobre SiC 320.
135. Detalle de la impresión de SiC 60 sobre SiC 320. Aumento x 2.5 empleando una lupa binocular Olympus SZ-CTV.
136. Fallo de impresión derivado del exceso de irregularidad de la superficie de una impresión con látex y SiC 240.
137. Impresión de SiC 240 + látex en proporción 1/1 sobre distintos soportes.



138. Análisis de corte reticular realizado en una impresión de SiC 180 y látex sobre papel de 600 gr/m<sup>2</sup>.
139. David Arteagoitia, "*Birds III*", 2010. Alcograbado, xilografía y serigrafía de SiC 180. 81 x 65 cm.
140. Detalle del alabeado del borde superior de la obra.
141. Detalle del árido impreso.
142. Líneas en la superficie de la capa de emulsión producidas por el arrastre de grano.
143. Desgaste de los perfiles de la capa de emulsión de Diazo producidas por el arrastre de los granos de árido.
144. Sistema afilador de regletas.
145. Detalle del filo de una regleta de 75° shore donde se puede observar la pérdida del perfil tras 100 impresiones empleando un compuesto que incluía un 50% de SiC 240 y 50% látex.

## 15.2. TABLAS Y GRÁFICOS

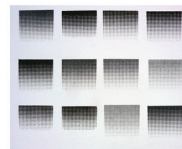
1. Regulación granulométrica del carburo de silicio en base a la normativa FEPA de 1993. Los estándares de tamaño se refieren al conjunto de una muestra, no al valor unitario del grano.
2. Denominación de los áridos en función de su tamaño medio de partícula. Elaboración propia a partir del modelo de Ortega (1993).
3. Abertura de la serie de tamices UNE y su correspondencia en la serie ASTM. Elaboración propia a partir de los datos de la E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
4. Comparativa de las características del tejido. Elaboración propia a partir de los datos facilitados del tejido SEFAR PET-1500 en color blanco (W) y ligamento de tafetán PW (Plain Weave).
5. Relación entre la granulometría del carburo de silicio y la lineatura del tejido de poliéster monofilamento de la casa SEFAR.
6. Tabla de durezas en base a la escala de Mohs en la que se han incluido los áridos empleados en esta investigación.
7. Granulometría del corindón en base a la normativa FEPA. Elaboración propia a partir de datos de la FEPA, Cerablast y Abrasivos y Maquinaria S.A.
8. Tamaños de las distintas arenas. Elaboración propia a partir del modelo de Wentworth.
9. Denominación y tamaños de la granalla cerámica. Elaboración propia a partir de los datos de Abrasivos y Maquinaria S.A. y Cerablast.
10. Denominación y tamaños de la granalla plástica. Elaboración propia a partir de los datos de Abrasivos y Maquinaria S.A. y Gravipul.
11. Denominación y tamaños de la granalla de acero. Elaboración propia a partir de los datos de Abrasivos y Maquinaria S.A.
12. Denominación y tamaños de las microesferas de vidrio. Elaboración propia a partir de los datos de Abrasivos y Maquinaria S.A. y Cerablast.
13. Tamaños de la granalla vegetal Nueblast. Elaboración propia a partir de los datos de MPA.
14. Tamaños del granate almandino. Elaboración propia a partir de los datos de MPA.
15. Tamaños del Armex Maintenance. Elaboración propia a partir de los datos de MPA.
16. Tamaños del silicato de aluminio. Elaboración propia a partir de los datos de MPA.
17. Comparativa de la granulometría expresada en micras de los distintos materiales áridos en relación a la lineatura de la pantalla.

18. Ficha técnica Marabú Libragloss LIG 409.
19. Ficha técnica Quimovil Base Transparente 1600 Serimat.
20. Ficha técnica Marbay Base Transparente 5100.
21. Ficha técnica Sericol Colorjet CO381.
22. Ficha técnica SunChemical Vynamatt Process Base.
23. Ficha técnica Seriservice Base Transparente Plastistar M.
24. Ficha técnica Unico Base Transparente NX900 Supraflex.
25. Comparativa realizada a partir de un análisis del producto sin medios auxiliares empleando una malla de 90h/cm sobre papel de 315gr/m<sup>2</sup>.
26. Ficha técnica Goma arábica Grano PRS.
27. Ficha técnica Metil celulosa.
28. Ficha técnica Látex 4070 Valentine.
29. Ficha técnica Metil celulosa + Látex 4070 Valentine.
30. Ficha técnica Copolímero acrílico Agroquímica del Vallés.
31. Ficha técnica Gel Titan Mate.
32. Ficha técnica Medio acrílico mate Vallejo.
33. Ficha técnica Adhesivo Aquatrans Aldeko.
34. Ficha técnica SDR Printbase.
35. Ficha técnica Marbay Aquabase 5200.
36. Ficha técnica Base Transparente Unico AQInk 900.
37. Ficha técnica Marabú Aqua Mattlack Varnish.
38. Comparativa realizada a partir de un análisis del producto sin medios auxiliares empleando una malla de 90h/cm sobre papel de 315gr/m<sup>2</sup>.
39. Comparativa realizada en base a los datos relativos al producto facilitados por los distribuidores de los distintos medios adhesivos y análisis propios.
40. Valores del grosor medio de la capa impresa lograda por carga simple y carga doble empleando un compuesto de carburo de silicio al 40% y látex.
41. Comparativa de distintos papeles de grabado, serigrafía y dibujo.
42. Valoración de las impresiones realizadas con látex y SiC 240.
43. Análisis de adherencia de la capa impresa. Elaboración propia a partir del modelo de análisis de corte reticular DIN 53151.
44. Resultados del análisis reticular realizado en una impresión de SiC 180 y látex sobre distintos soportes.

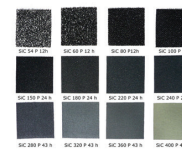
CATÁLOGO DE PRUEBAS



P1 Tipos de adhesivo



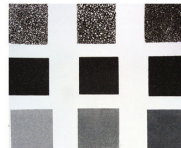
P2 Adhesivo+árido



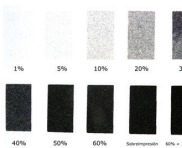
P3 Granulometría SiC



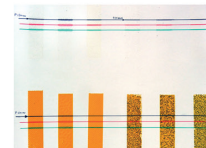
P4 Áridos y abrasivos



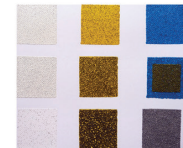
P5 Saturación / carga



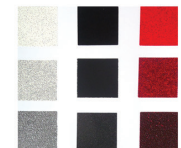
P6 Transparencia-1



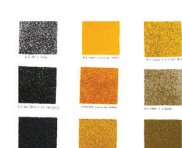
P7 Transparencia-2



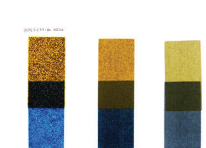
P8 Color-1



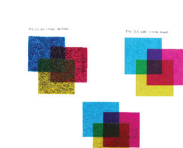
P9 Color-2



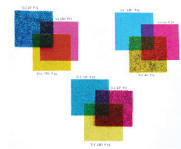
P10 Color-3



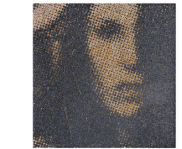
P11 Color y superposición-1



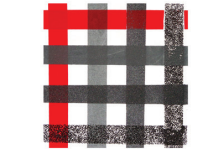
P12 Color y superposición-2



P13 Color y superposición-3



P14 Superposición áridos-1



P15 Superposición áridos-2



P16 Superposición áridos-3

- P1 Comparativa de los distintos medios adhesivos.
- P2 Prueba de impresión de distintos adhesivos y SiC 280.
- P3 Muestrario granulométrico del carburo de silicio.
- P4 Catálogo de distintos áridos y productos abrasivos.
- P5 Prueba de saturación en el compuesto árido imprimible.
- P6 Escala de transparencia en la impresión de SiC 240.
- P7 Prueba de transparencia, árido y tinta con distintos adhesivos
- P8-9-10 Combinación de distintos áridos con tintas de base acuosa.
- P11 Superposición de impresiones con carburo de silicio y tintas de base acuosa.
- P12-13 Superposición de impresiones de carburo de silicio con tintas de cuatricromía.
- P14 Imagen creada mediante la superposición de distintos áridos sin tinta.
- P15 Prueba de superposición de carburo de silicio.
- P16 Prueba de superposición de distintos áridos.





## CAPÍTULO 12. BIBLIOGRAFÍA





## 12. BIBLIOGRAFÍA

### 12.1. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

AA.VV. *I Congreso Nacional de Áridos. Zaragoza 2006. Ponencias y trabajos. Los áridos: un reto para el siglo XXI.* FUEYO / ANEFA Editores. Madrid 2006.

AA.VV. *II Congreso Nacional de Áridos. Valencia 2009. Ponencias y trabajos. Los áridos: una materia prima estratégica.* FUEYO / FdA-Federación de Áridos Editores. Madrid 2009.

AA.VV. *Curso de realización de ensayos de áridos para el mercado C.* LOEMCO (Laboratorio Oficial para Ensayos de Materiales de Construcción). Madrid 2004.

AA.VV. *Eduardo Arroyo.* Ed. Musée national d'art moderne. Centre Georges Pompidou. París 1982.

AA.VV. *Jean Fautrier.* Catálogo de la exposición del artista realizada en el Musée national Fernand Léger, Biot y el Mücsarnok de Budapest. Ed. Réunion des musées nationaux. París 1996.

AA.VV. *Jean Fautrier.* Ed. Paris-Musées. París 1989.

AA.VV. *Jean Dubuffet.* Ediciones Polígrafa. Barcelona 1996.

AA.VV. *Jean Dubuffet.* Les dernières années. Ed. Galerie Nationale Jeu de Paume. París 1991.

AA.VV. *The aggregate handbook.* Ed. National Stone Association. Estados Unidos 1991.

ADAM, Robert / ROBERTSON, Carol. *Screenprinting. The complete water-based system.* Ed. Thames and Hudson. Londres 2003.

ALBEE, Edward. *Louise Nevelson. Atmospheres and environments.* Clarckson N. Potter, Inc. Publishers. Nueva York 1980.

ANEFA. *Explotaciones de áridos y medio ambiente.* Supervisado por el Comité de Medio Ambiente y Ordenación Territorial de ANEFA. Valencia 2007.

ARACIL PÉREZ, Francesc. *José Fuentes. Una trayectoria de creación e innovación en el grabado contemporáneo.* Ed. Institució Alfons El Magnànim. Colección Itinerarios. Nº 9. Valencia 2001.

ARANZASTI, M.J. (coord.) *Eduardo Arroyo.* Ed. Fundación Kutxa. San Sebastián 2002.

ARIZA, Javier. *Cuaderno 0. Gráfica digital.* Ed. Radio Fontana Mix. Cuenca 2002.

ASUNCIÓN, J. *El papel. Técnicas y métodos tradicionales de elaboración.* Parramón ediciones S.A. Barcelona 2001.

- BABOR-IBARZ.** *Química general moderna*. Séptima edición. Editorial Marín S.A. Barcelona 1970.
- BENJAMIN, Walter.** *Sobre la fotografía*. Segunda edición. Ed. Pre-Textos. Valencia 2004.
- BOEGH, Henrik.** *Manual de grabado en hueco no tóxico*. Ed. Universidad de Granada. España 2005.
- BONET, Juan Manuel et al.** *Ver a Miró. La irradiación de Miró en el arte español*. Ed. Centro Atlántico de Arte Moderno. Las Palmas de Gran Canaria / Fundación La Caixa. Barcelona 1993.
- BOURDON, David.** *Warhol*. Editorial Anagrama. Barcelona 1989.
- CABAÑAS, Pilar.** *La fuerza de Oriente en la obra de Joan Miró*. Ediciones Electa. Madrid 2000.
- CALVO SERRALLER, Francisco.** *Diccionario de ideas recibidas del pintor Eduardo Arroyo*. Editorial Mondadori España. Madrid 1991.
- CASTLEMAN, Riva.** *Jasper Johns. A print retrospective*. Ed. MOMA Museum Of Modern Art. Nueva York 1986.
- CASTLEMAN, Riva.** *Jasper Johns. Obra gráfica 1960-1985*. Ed. Ministerio de Cultura. Dirección general de Bellas Artes y Archivos/Centro Nacional de Exposiciones. Madrid 1987.
- CAZA, Michel.** *Técnicas de la serigrafía*. Ed. Rufino Torres. Barcelona 1983.
- CELANT, Germano.** *Louise Nevelson*. Fratelli Fabbri Editori. Milán 1973.
- CORTES, Elena (coord.).** *Lucio Muñoz*. Ed. Ministerio de Cultura. Madrid 1988.
- DI ROCCO, Fabienne.** *Eduardo Arroyo. Obra Gráfica*. Ed. IVAM. Centre Julio González. Valencia 1989.
- DOERNER, Max.** *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Quinta edición. Ediciones Reverté S.A. Barcelona 1982.
- DONDIS, D.A.** *La sintaxis de la imagen. Introducción al alfabeto visual*. Ed. Gustavo Gili, diseño. Barcelona 1976.
- DUPIN, Jaques.** *Miró Grabador. Volumen I, II, y III*. Ediciones Polígrafa. Barcelona 1987.
- ELÉXPURU, T.** *Las resinas sintéticas y sus aplicaciones al grabado*. Ed. Bilbao Bizkaia Kutxa. Bilbao 1995.
- FELDMAN, Frayda / SCHELLMANN, Jörg.** *Andy Warhol prints. Expanded Edition*. Frayda Feldman & Jörg Schellmann editores. Alemania 1989.
- FERNÁNDEZ-CID, Miguel/DE LA CALLE, Román/FUENTES, José.** *José Fuentes. Imágenes múltiples 1988-1993*. Ed. Caja de Ahorros Municipal de Pamplona. Pamplona 1994.
- FIELD, Richard S.** *The prints of Jasper Johns. 1960-1993. A catalogue raisonné*. Ed. ULAE Universal Limited Art Editions, Inc. Nueva York 1994.
- FIGUERES, Eva.** *El grabado no tóxico: nuevos procedimientos y materiales*. Ed. Eva Figueres. Universidad de Barcelona. Barcelona 2004.
- FUENTES, José/HERNANDO, Javier.** *José Fuentes. Las puertas del paraíso*. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca 2004.
- GALFETTI, Mariuccia.** *Tàpies. Obra gráfica 1973-1978*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1980.
- GALISTEO, Rafael / WATSO, Josephine.** *Antoni Tàpies / Edicions Polígrafa. 40 Anys de col·laboració*. Ediciones Polígrafa. Barcelona 2004.
- GERD SCHEER, Hans.** *La serigrafía*. Ed. ZBF. Suiza 1968.

- GIMFERRER, Jordi.** *Joan Miró. El circo y la poesía. Miró gravats.* Ed. Espais d'Art Contemporani. Barcelona 1987.
- GOETZ, Henri.** *Gravure au carborundum: Nouvelle technique de l'estampe en taille douce.* Ed. Maeght. Paris 1969.
- GOETZ, Henri.** *Carborundum engraving.* Editions Galerie Nannini. Villefrance-sur-mer. Francia 1991.
- GRABOWSKI, Beth / FICK, Bill.** *El grabado y la impresión. Guía completa de técnica, materiales y procesos.* Ed. Blume. Barcelona 2009.
- GÜSE, Ernst-Gerhard.** *Richard Serra: notes on drawing.* Ed. Westphälischen Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte. Stuttgart 1987.
- HARTILL, Brenda/CLARKE, Richard.** *Printmaking handbook. Collagraphs and mixed media printmaking.* Ed. A & C London. Londres 2005.
- HAWLEY, G.** *Diccionario de química y de productos químicos.* Edición revisada por N. Irving Sax/ Richard J. Lewis SR. Ediciones Omega. Barcelona 1993.
- HAYTER, Stanley William.** *New ways of Gravure.* Oxford University Press. Londres 1966.
- HAYTER, Stanley William.** *About Prints.* Oxford University Press. Londres 1966.
- HERRERA HERBERT, Juan.** *Diseño de explotaciones de cantera para áridos.* Ed. Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S. de Ingenieros de Minas. Madrid 2007.
- HOPPE-SAILER, Richard.** *Richard Serra. Das druckgraphische Werk. Prints – A catalogue raisonné 1972-1988.* Ed. Neur Berliner Kunstverein e.V. Berlín 1988.
- HOWARD, Keith.** *Non-toxic Intaglio Printmaking.* Ed. Printmaking Resources, Alberta. Canadá 1998.
- HOWARD, Keith.** *The Contemporary Printmaker.* Ed. Write-Cross Press. Nueva York 2003.
- INGRAM, Samuel.** *El ABC de la Serigrafía.* RCC-GATF Editores. Publicado en su versión española por Tecnoteca. Barcelona 2003.
- IVINS, W. M. Jr.** *Imagen impresa y conocimiento. Análisis de la imagen prefotográfica.* Ed. Gustavo Gili. Barcelona 1975.
- JOHANSSON, K. / LUNDBERG, P. / RYBERG, R.** *Manual de producción gráfica. Recetas.* Ed. Gustavo Gili. Barcelona 2004.
- JOHNSON M. Louis / STINNETT, Hester.** *Water based inks. A manual for studio and classroom.* Ed. University of the arts press. Philadelphia. Pennsylvania 1987.
- KINNERSLY-TAYLOR, Joana.** *Dyeing and screen-printing on textiles.* Ed. A&C Black. Londres 2003.
- KOSSLOF, Albert.** *Impresión serigráfica.* Ed. ST Publications. Cincinnati, Ohio. Estados Unidos 1973.
- LANGER, William H. / DREW, Lawrence J. / SACHS, Janet S.** *Aggregate and the environment.* Ed. Instituto Geológico Americano. Estados Unidos 2004.
- LÓPEZ JIMENO, Carlos.** *Áridos: manual de prospección, explotación y aplicaciones.* Ed. E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid. Madrid 1994.
- LUACES FRADES, C.** *Los áridos y el cemento. El recorrido de los minerales.* Ed. Consejería de economía e innovación tecnológica. Madrid 2007.

- MACIÁ, Diego.** *José Fuentes. Juegos de Arena.* Ed. Ajuntament d'Elx/Caixa d'Estalvis del Mediterrani. Elche 1997.
- MADRID VEGA, Mario.** *Seminario sobre adhesivos.* Ed. Departamento técnico HENKEL-LOCTITE. Madrid 2002.
- MALET, Rosa María.** *Joan Miró.* Ediciones Polígrafa. Barcelona 2003.
- MARCHAN SANZ, Carmen.** *Áridos.* Ed. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid 2008.
- MARÍN LIRA, Rigoberto.** *Sistemas formadores de tejidos especiales.* Ed. Universidad Nacional de Ingeniería de Lima. Facultad de Ingeniería Química y Textil. Perú 2003.
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, Santiago / LÓPEZ SANITJAS, José.** *Técnicas serigráficas.* Ed. Imp. Gráficas Revenaque. Barcelona 2000.
- MARTÍNEZ MORO, Juan.** *Un ensayo sobre grabado. (A finales del siglo XX).* Creática Ediciones. Santander 1998.
- MOLINA GOMEZ, Juan José (coord.).** *Máquinas y herramientas de dibujo.* Ed. Cátedra. Madrid 2002.
- MUÑOZ, Rodrigo / JIMÉNEZ, Gonzalo.** *Lucio Muñoz. El silencio de la Madera.* Ediciones Universidad Salamanca. Salamanca 2006.
- MUÑOZ, Rodrigo / ALAMINOS, Eduardo.** *Lucio Muñoz (1929-1998). Identidad plástica de una generación.* Ed. Ayuntamiento de Madrid. Madrid 2007.
- NAVARRO, Elena.** *Eduardo Arroyo.* Ed. Ministerio de Asuntos Exteriores. Dirección General de Relaciones Culturales y Científicas. Sociedad Estatal para la Acción Cultural Exterior (SEACEX). Madrid 2002.
- NIETO, Victor.** *Lucio Muñoz.* Ed. Lerner & Lerner. Madrid 1989.
- NOCERA, Frédéric.** *Henri Goetz. Catalogue raisonné. Peintures-oeuvres sur papier.* Editions Garnier Nocera. París 2001.
- PASTOR, Jesús/ALCALÁ, J. Ramón.** *Procedimientos de transferencia en la creación artística.* Servicio de publicaciones Excma. Diputación Provincial de Pontevedra. Pontevedra 1997.
- PEYRÉ, Yves.** *Fautrier ou les outrages de l'impossible.* Editions Du Regard. París 1990.
- PORRERO, J.** *Manual del Concreto.* Ediciones SIDETUR. Caracas 1996.
- RAMOS GUADIX, Juan Carlos.** *Técnicas aditivas en el grabado contemporáneo.* Ed. Universidad de Granada. Granada 1992.
- RAMOS GUADIX, Juan Carlos.** *La posterización serigráfica como simulación de tono continuo. Grabado y Fotografía en la era digital.* Ed. Ayuntamiento de Huarte. País Vasco 2003.
- RICHTER, Verlag.** *Richard Serra. Drawings.* Ed. Serpentine Gallery. Londres 1993.
- RODRIGUEZ, Manuel/FERNÁNDEZ-CID, Miguel/FUENTES, José.** *José Fuentes. Obra gráfica 1988-1991.* Ed. Centre Cultural Sant Josep/Ajuntament d'Elx. Alicante 1992.
- ROGER MARX, C.** *La gravure originale au XIX Siècle.* Ed. Aimery Somogy. París 1962.
- SAEZ, María Concepción.** *El grabado en color por Zieglerografía.* Ed. Bilbao Bizkaia Kutxa. Bilbao 1989.
- SÁENZ DE GORBEA, Xabier.** *José Fuentes Esteve, una aventura personal y didáctica del grabado.* Ed. Museo de Bellas Artes de Valencia. Valencia 1983.

- SAFF, Donald / SACILOTTO, Deli.** *History and Process Printmaking*. Data Publications. Universidad de Florida del Sur. Estados Unidos 1978.
- SALAZAR, María José.** *Lucio Muñoz, obra sobre papel*. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía / TF Editores. Madrid 2001.
- SÁNCHEZ VIDAL, Agustín.** *Eduardo Arroyo: itinerario*. Edita Ministerio de Asuntos Exteriores. Dirección General de Relaciones Culturales y Científicas. Sociedad Estatal para la Acción Cultural Exterior (SEACEX). Madrid 2002.
- SHAFRAZI, Tony.** *Andy Warhol Portraits*. Editorial Phaidon. Londres 2007.
- SOLANA, Guillermo.** *La Biblioteca sellada en Tàpies. Escritura material. Libros*. Ed. Fundació Antoni Tàpies Barcelona/La Casa Encendida. Madrid 2002.
- SOLER, Ana / KASTRO, Kako.** *Impresión piezoeléctrica/La estampa inyectada*. Ed. Universidad de Vigo. Vigo 2006.
- SORIA, Martine.** *Antoni Tàpies 1960-1980 Obra gráfica*. Ed. Fundación BBK. Bilbao 1997.
- SORIA, Martine.** *Joan Miró. 1951-1977. Escultura-obra gráfica*. Ed. Fundación BBK. Bilbao 1998.
- STEPHENSON, R.** *Introducción a los procesos químicos industriales*. C.E.C. S.A. Editores. Barcelona 1974.
- STOLTENBERG, Donald.** *Collagraph Printmaking*. Ed. David Publications Inc. Masachusset 1975.
- STRAHLER, Arthur. N.** *Geología física*. Segunda reimpresión. Ediciones Omega. Barcelona 1997.
- TEIXIDOR, Joan.** *Joan Miró. Litógrafo*. Volumen I, II y III. 1964-1969. Ediciones Polígrafa S.A. Barcelona 1987.
- TIKTIN, Juan.** *Procesamiento de áridos. Instalaciones de hormigonado. Puesta en obra de hormigón*. Ed. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid 1995.
- TOBELLA SOLER, Josep.** *Técnica y Práctica del proceso serigráfico*. AEDES. Asociación Española de Empresarios de Serigrafía e Impresión Digital. Madrid 2002.
- VALENZUELA CALAHORRO, Cristobal.** *Química general: Introducción a la química teórica*. Ediciones de la Universidad de Salamanca. Salamanca 1995.
- VAN DUPPEN, Jan.** *Manual for screenprinting*. Verl. Der Siebdruck. Lübeck 1987.
- VIVES-PIQUÉ, M. Rosa.** *Del cobre al papel*. Icaria Editorial. Barcelona 1994.
- VIVES-PIQUÉ, M. Rosa.** *Guía práctica para la identificación de grabados*. Ed. Arco Libros. S.L. Madrid 2003.
- VIVES-PIQUÉ, M. Rosa (coord.).** *Guia de nous materials en la pintura i el gravat*. Ediciones Universidad de Barcelona. Barcelona 2002.
- ULLAN, José Miguel.** *Antoni Tàpies Obra Gráfica*. Ed. Fundación Cesar Manrique. Lanzarote 1996.
- WEBEL, Sophie.** *L`oeuvre Gravé et les Livres Illustrés par Jean Dubuffet. Catalogue raisonné I y II*. Ed. Baudoin Lebon editeur. Paris 1991.
- WEITENKAMPF, F.** *Collagraph Printmaking*. Nueva York 1975.
- WENNIGER, Mary Ann.** *Collagraph Printmaking*. Watson-Guptill Publications/Pitman Publishing. Londres 1975.

**WHELTE, K.** *The Materials and Techniques of painting.* Van Nostrand Reinhold Company Ltd., Berkshire. Reino Unido 1975.

**WHITE, J., David.** *Determination of the optimum base characteristics for pavement.* Ed. Universidad estatal de Iowa. Estados Unidos 2004.

**WONG, Wucius.** *Fundamentos del diseño Bi- y Tri-dimensional.* Editorial Gustavo Gili, diseño. Barcelona 1981.

**WYE, Deborah.** *Antoni Tàpies. Obra gráfica.* Ediciones Polígrafa S.A. Barcelona 1992.

**YBARRA, Lucia (coord.).** *Eduardo Arroyo.* Ed. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. Madrid 1998.

**ZIEGLER, Walter.** *Die Techniken des tiefdruckes.* Tomo I. Halle 1912.

**ZIEGLER, Walter.** *Die manuellen farbengraphik.* Tomo II. Halle 1917.

## 12.2 TESIS DOCTORALES

**ALEMÁN GÓMEZ, Ángeles.** *La relación entre la escritura y la pintura en la obra de Manolo Millares. La muerte tras la arpillera.* Universidad Complutense de Madrid 1966.

**COSTAFREDA MUSTELIER, J. L. / CALVO PÉREZ, B.** *Valoración de la calidad de algunos áridos a partir de la interpretación de sus propiedades puzolánicas.* (ETSIM) Universidad Politécnica de Madrid 2009.

**ELÉXPURU, José María.** *Las resinas de poliéster y epoxi aplicadas al grabado calcográfico. Posibilidades de creación y transformación a través de la obra artística de J.M.Eléxpuru.* Facultad de Bellas Artes. Universidad del País Vasco. Leioa 1992.

**FUENTES ESTEVE, José.** *Aportaciones a las técnicas tradicionales de levantado en el grabado en talla.* Facultad de Bellas Artes. Universidad de Madrid. Madrid 1985.

**GÓMEZ RUIZ, Juan.** *La textura como elemento determinante de una experimentación tridimensional. Formulación de una propuesta plástica pedagógica.* Facultad de Bellas Artes. Universidad del País Vasco. Leioa 1994.

**JODRA, Susana.** *Análisis y elaboración de tintas de base acuosa para la práctica serigráfica. Aplicaciones plásticas y pedagógicas.* Facultad de Bellas Artes. Universidad del País Vasco. Leioa 2006.

**MARCH TEN, Alberto.** *Referente fotográfico y reproductibilidad impresa. Estructuralidad analógica como implemento sintáctico de fotorepresentación en el medio orgánico: Serigrafía.* Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2003.

**MARDONES, Fernando.** *La Fotoxilografía a través de un nuevo proceso de creación de imágenes. Aspectos históricos.* Facultad de Bellas Artes. Universidad del País Vasco. Leioa 1997.

**MERIN CAÑADA, María Ángeles.** *La tinta en el grabado: viscosidad y reología, estampación en matrices alternativas.* Facultad de Bellas Artes. Departamento de Dibujo I. Universidad Complutense de Madrid. Madrid 1996.

**PERALES CALDERÓN, F. G.** *Fabricación en frío de áridos artificiales a partir de suelos arcillosos y arenosos.* Universidad Politécnica de Madrid. Madrid 2001.

**RODRIGUEZ LASO, M.** *Degradación, mediante envejecimiento acelerado, del papel soporte de realizaciones artísticas actuales.* Facultad de Bellas Artes. Departamento de Pintura. Universidad del País Vasco. Leioa 1998.

**RUIZ PACHECO, María Milagrosa.** *Interrelaciones puntuales entre la fotografía y los sistemas generales de grabado y estampación. Aspectos técnicos y creativos.* Universidad de la Laguna 1998.

**RUIZ RUIZ, María del Carmen.** *El molde de bloque como matriz. Una mirada personal al relieve en la gráfica contemporánea.* Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2008.

**SÁEZ DEL ÁLAMO, María Concepción.** *Aportaciones al grabado a color en talla a través del proceso de la Zieglergrafía.* Facultad de Bellas Artes. Universidad de Salamanca. Salamanca 1987.

**SANCHEZ DE JUAN, M.** *Estudio sobre la utilización del árido reciclado para la fabricación de Hormigón Estructural.* E.T.S. de ingenieros de caminos, canales y puertos. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid 2004.

**VIÑAS LUCAS, R.** *Estabilidad de los papeles para estampas y dibujos.* Facultad de Bellas Artes. Universidad Complutense de Madrid. Madrid 1994.

### 12.3. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

**ALONSO TAPIA, Valentín.** *La pantalla como medio de creación en serigrafía.* Facultad de Bellas Artes. Universidad del País Vasco 1986.

**ARTEAGOITIA, David.** *La serigrafía de áridos. Componentes serigráficos industriales: localización, descripción y análisis en base a sus aplicaciones al campo creativo.* Proyecto de investigación predoctoral. DEA. Facultad de Bellas Artes. Departamento de dibujo. Universidad del País Vasco 2006.

**ESPINOSA MONTENEGRO, A.A.** *Estudio de dosificación de hormigón de ultra-alta resistencia, basado en el empaquetamiento de los áridos.* E.T.S de ingenieros de canales y puertos. Universidad Politécnica de Madrid 2010.

**JOSIMOV, Stanko.** *L'oeuvre gravé de Henri Goetz.* Universidad de París IV. Sorbona 2010.

### 12.4 ARTÍCULOS

**AA.VV.** *Investigaciones toxicológicas del Carburo de Silicio.* Revista Británica de la Medicina Industrial. Vol 50. nº 9 parte 1. Reino Unido 1993.

**AA.VV.** *Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risk to human.* Publicación de la IARC. Vol. 68. Reino Unido 1997.

**ABBOTT, Steven.** *Confesiones de un hereje de la rasqueta.* Revista En Serigrafía nº 93 Julio – Agosto 2003.

**AGUILAR MORENO, Marta.** *Collagraph.* Revista Grabado y Edición Año IV nº 18 Marzo-Abril 2009. San Lorenzo de El Escorial. Madrid 2009.

**BRANIGAN, E.** *Water-based ink and the environment.* Revista Impressions. Septiembre-Octubre 2010.

**CASTRANOVA, V / VALLYATHAN, V & WALLACE, W.E. (editores).** *Silica and Silica-Induced Lung Diseases.* CRC Press. Reino Unido 1996.

**ESMA.** *Posible metodología secado o curado de tintas UV.* Revista En serigrafía nº 99 Julio. Madrid 2004.



**GARCÍA CORTÉS, Angel et al.** *Un plan nacional de áridos: necesidad inaplazable.* I Congreso nacional de Áridos. Zaragoza 2006. Los áridos: un reto para el siglo XXI. FUEYO / ANEFA Editores. Madrid 2006.

**GELDZAHLER, Henry.** *Indispensable Andy.* Revista VOGUE. Febrero 1989.

**LAMONEDA, F / MÉNDEZ, O / PÉREZ, J.** *Tratamiento primario de los lodos de lavado de áridos. Decantadores o clarificadores.* I Congreso nacional de Áridos. Zaragoza 2006. Los áridos: un reto para el siglo XXI. FUEYO / ANEFA Editores. Madrid 2006.

**MARTÍNEZ FERNANDEZ, Pablo.** *La postmodernidad como Implosión, Acoplamiento y Envoltura: Estética de Surrealismo y Cyborg.* Revista de Filosofía A Parte Rei. Nº 30. Ed. Universidad Complutense de Madrid 2010.

**MORA, Francisco.** *El grabado no tóxico. Bases acrílicas, mordientes salinos, film fotopolimero y tintas de base al agua.* Revista Grabado y Edición Nº 4 Año 1 Septiembre 2006 y Nº 6 Año 2 Enero 2007. San Lorenzo de El Escorial. Madrid 2006.

**PEPPIAT, Michael.** *Antoni Tàpies: Fields of Energy.* Revista Art International. Nº 3. París 1978.

**PINKINGTON W, et al.** *Scientific opinion on the health effects of airborne crystalline silica.* Insitute of Occupational Medicine Report. TM 96/08. Soutar. Reino Unido 1996.

**PORTA, Carme.** *Model d'un nou medium per a la pintura actual. Guia de nous materials en la pintura i el gravat.* Ed. Universidad de Barcelona 2002.

**SPIRIG, Monika.** *Selección correcta del tejido para las correspondientes áreas de aplicación / impresión.* Ed. SEFAR Printing Division 2004.

**TERTRE TORÁN, J. I.** *Desarrollo de la producción de áridos reciclados. Perspectivas.* II Congreso nacional de Áridos. Valencia 2009. Los áridos: una materia prima estratégica. FUEYO / FdA Editores. Madrid 2009.

**TRUCCHI, Lorenza.** *Dubuffet.* Revista ARTDossier nº 173. Ed. Giunti. Italia 2001.

**WIKIPEDIA.** *El caucho.* De Wikipedia, la enciclopedia libre. Consultado el 15 de diciembre de 2010.

## 14.5 REVISTAS

**ART DOSSIER.** Ed. Giunti. Italia.

**ART ON PAPER.** Fanning Publishing Company Inc. New York.

**ART PRESS.** Ed. ADAGP. París.

**CONTEMPORARY IMPRESIONS.** American Print Aliance. Peachtree City AG. Estados Unidos.

**DER SIEBDRUCK.** Draeger Druck GmbH & Co. Lübeck. Alemania.

**EN SERIGRAFÍA.** Ed. Digitec, S.L. Barcelona. España.

**GRABADO Y EDICIÓN.** Ed. Grabado y Edición S.L. San Lorenzo de El Escorial, Madrid. España.

**JOURNAL OF THE PRINTWORLD.** Ed. Journal of the print world, Inc. Estados Unidos.

**NOUVELLES DE L'ESTAMPE.** Comité National de la gravure francaise. Paris.

**PRESSGRAPH.** Ed. Pressgraph-Infopak-La Guia PC. Barcelona.

**PRINT F+W MEDIA.** Print F+W Publications. Estados Unidos.

**PRINT QUATERLY.** Print uaterly Publications. Reino Unido.

**PRINTMAKING TODAY.** Cello Press Ltd. West End. Reino Unido.

**SCREENPRINTING.** ST Mediagroup International, Inc. Estados Unidos.

**SERIGRAFÍA.** E.Press-Graph. Sabadell. España

**SGIA JOURNAL. THE JOURNAL OF THE SPECIALTY GRAPHIC IMAGING ASSOCIATION.** Ed. SGIA. Estados Unidos.

**SINGS OF THE TIMES & SCREENPRINTING.** ST Publications, Inc. Cincinati. Estados Unidos.

## 12.6. MANUALES, CATÁLOGOS Y CONGRESOS

**ABREASIVOS Y MAQUINARIAS S.A.** Catálogo de Abrasivos y Granallas 2010.

**BLASTING S.A.** Productos abrasivos 2010.

**BLASTING S.A.** Información técnica. Granallado con microesferas de vidrio. Proceso Blasting. 2010.

**CERABLAST.** Microesferas de vidrio-Microesferas de cerámica-Corindón. 2010.

**FEPA.** Aluminium Oxide & Silicon Carbide Grains. Grit sizes for grinding wheels and other bonded abrasives. 2011.

**GRAVIPUL.** Granallado-Vibración-Pulido. Listado materiales 2008.

**JETCHEM INC / ARMEX / PROTECNO ING.** Medio de limpieza y preparación de superficies Armex. 2010.

**MPA. ÁRIDOS.** Productos abrasivos y de granallado para tratamiento de superficies por proyección 2009.

**QUARRY PRODUCTS ASSOCIATION / BMAPA / ENTEC.** Planning 4 Minerals: A guide on aggregates. 2006.

**SEFAR PRINTING DIVISION.** Catálogo Datos Técnicos Tejido SEFAR PET 1500.

**SEFAR Inc. PRINTING DIVISION.** *Manual para serígrafos y estampadores de textiles.* Ed. SEFAR. Suiza 2000.

**TALENS.** Extremado o sutil. Técnicas de acrílico con medios e imprimaciones.

**TALENS.** Guía completa: materiales auxiliares.

**TITAN.** Catálogo de materiales de Bellas Artes 2010.

**TRITURADOS BARCELONA.** Listado productos 2006.

## 12.7. NOTAS DE PRENSA EN EXPOSICIONES Y ENTREVISTAS

**ARANZASTI, M.J.** *Eduardo Arroyo, un gran expectador.* Ed. Fundación Kutxa. San Sebastián 2002.

**GAGOSIAN GALLERY.** *Andy Warhol: Diamond Dust Shoe Paintings.* Del 23 de septiembre al 30 de octubre de 1999. Nueva York 1999.

**GALERÍA ANIMAL.** *Joan Miró. Grabados.* Del 29 de marzo al 14 de mayo de 2011. Vitacura 2011.

**GOODWARD GALLERY.** *Andy Warhol: Diamond Dust & Shadows.* Del 5 de enero al 23 de febrero de 2008. Nueva York 2008.

**MNAC. Museu Nacional d' Art de Catalunya.** *Una obra sobre papel de Miró, una pintura de Casa y dos de Anglada Camarasa ingresan en el MNAC gracias a un depósito del Ministerio de Cultura.* Barcelona Julio 2011.

## 12.8. PÁGINAS WEB (Selección)

[www.abressa.com](http://www.abressa.com)  
[www.acrylicosvallejo.com](http://www.acrylicosvallejo.com)  
[www.actiweb.es](http://www.actiweb.es)  
[www.alabrenet.es](http://www.alabrenet.es)  
[www.anefa.com](http://www.anefa.com)  
[www.artonpaper.com](http://www.artonpaper.com)  
[www.calcografianacional.com](http://www.calcografianacional.com)  
[www.draeger.de](http://www.draeger.de)  
[www.fespa.com](http://www.fespa.com)  
[www.graphispag.com](http://www.graphispag.com)  
[www.icog.com](http://www.icog.com)  
[www.igme.com](http://www.igme.com)  
[www.impressionsmag.com](http://www.impressionsmag.com)  
[www.infoserigrafia.com](http://www.infoserigrafia.com)  
[www.marabu.es](http://www.marabu.es)  
[www.marbay.es](http://www.marbay.es)  
[www.medioambienteyaridos.com](http://www.medioambienteyaridos.com)  
[www.pressgraph.es](http://www.pressgraph.es)  
[www.printaliance.org](http://www.printaliance.org)  
[www.printmakingtoday.uk](http://www.printmakingtoday.uk)  
[www.quimovil.com](http://www.quimovil.com)  
[www.raholin.com](http://www.raholin.com)  
[www.saatiprint.com](http://www.saatiprint.com)  
[www.screenprinting.com](http://www.screenprinting.com)  
[www.sefar.com](http://www.sefar.com)  
[www.sericol.com](http://www.sericol.com)  
[www.serigrafiaonline.com](http://www.serigrafiaonline.com)  
[www.serinet.com](http://www.serinet.com)  
[www.seriservice.net](http://www.seriservice.net)  
[www.sgia.org](http://www.sgia.org)  
[www.spanishprintmakers.com](http://www.spanishprintmakers.com)  
[www.sunchemical.es](http://www.sunchemical.es)  
[www.titanlux.com](http://www.titanlux.com)  
[www.valentine.es](http://www.valentine.es)  
[www.wikiprint.com](http://www.wikiprint.com)  
[www.worldprintmaker.com](http://www.worldprintmaker.com)

