

M. Riat

# TÉCNICAS GRÁFICAS

Una introducción a las técnicas de impresión  
y su historia

Versión 3.00  
BURRIANA, VERANO 2006

# Índice de capítulos

<b>Preámbulo</b>	5
<b>Introducción</b>	7
<b>La fotografía</b>	13
El procedimiento al colodión húmedo	20
La fotografía al gelatinobromuro de plata	22
La sensibilización espectral	22
Sensitometría elemental	23
Los efectos fotográficos	31
El positivo fotográfico	33
Copia a la sal	33
Albuminotipia	33
El Clichée-Verre	34
Los procedimientos al bicromato	35
El procedimiento al carbón	36
El procedimiento a la goma	39
La carbrotipia	41
La oleotipia	42
La oleobromía	43
La oleotipia y la oleobromía indirecta	43
La pinatipia	44
La Woodburytipia	45
<b>La trama</b>	46
<b>La tipografía</b>	73
La composición manual	79
La composición mecánica	83
La fotocomposición	85
El arreglo	87
La xilografía	89
La xilografía a fibra	89
La xilografía a contra fibra	91
La xilografía japonesa	95
Estereotipia y galvanotipia	96
Cincotipia (Cliché de cinc)	98
Planchas fotopolímeras	101
Offset en seco	102
La flexografía	103

<b>La litografía</b>	104
Preparación de la piedra	105
La impresión litográfica	106
Las técnicas directas	109
El grabado sobre piedra	111
Las técnicas indirectas	112
La autografía	112
La impresión anastática	113
La transferencia litográfica	113
La fotolitografía	114
El proceso de trabajo en una imprenta offset clásica	116
<b>La fototipia</b>	121
<b>La serigrafía</b>	125
Reserva manual	127
Reserva fotomecánica	128
<b>La calcografía</b>	129
Procedimientos mecánicos	134
El buril	134
La punta seca	135
La manera al lápiz	136
El mezzotinto o la manera negra	136
Procedimientos químicos, el aguafuerte	138
El aguainta	140
Procedimiento al aerosol	142
Procedimiento a la arena	143
Procedimiento al alcohol	143
Procedimiento al azufre	143
Procedimiento a la sal	144
Procedimiento al azúcar	144
El grabado al barniz blando	144
El gofrado	145
Procedimientos fotomecánicos, El heliograbado	146
El rotograbado	148
Grabación electromecánica	152
<b>El color</b>	155
La naturaleza del color	155
La reproducción del color	161
Sistema de Lippmann	161
La tricromía	162
La separación tricromática	163
La restitución de los colores	164
Tramas tricolores	165
Las películas multicapas	168
La fotografía instantánea	174
La cuatricromía	176
El scanner	178
Otras aplicaciones del color	181
El Roll-Up	188

<b>Procedimientos combinados</b>	190
La oleografía	190
La monotipia	190
El papel jaspeado	191
La tampografía	193
El estampado en caliente	193
El impreso en falso relieve	194
Rotulación al vinilo	194
Rotulación Laser	195
Láminas de trama lenticular	195
<b>Las nuevas técnicas</b>	196
La fotografía digital	196
La preimpresión digital	198
CtP, Computer to Plate	204
DPI (Dots per Inch) y PPI (Pixels per Inch)	204
La impresión digital	206
Computer to Print (CtPrint)	207
Impresoras de chorro de tinta, Ink-Jet	207
Impresoras de chorro de cera	208
Impresoras LASER	208
Impresión por transmisión térmica de cera	208
Impresión térmica de sublimación de pigmentos	209
La magnetografía	210
La ionografía	211
La elcografía	211
CtPress, Computer to Press	211
CtC, Impresión Computer to Cylinder	213
<b>Características de las diferentes técnicas</b>	214
<b>La firma de la obra gráfica</b>	227
<b>Apéndice: Técnicas de copia en las oficinas</b>	233
La prensa de copiar cartas	233
La cianotipia	235
La hectografía	236
El duplicador de alcohol	236
La litografía en las oficinas	236
Sistemas serigráficos	237
La Risografía	240
<b>Apéndice: El papel</b>	241
<b>Fechas históricas</b>	246
<b>Vocabulario</b>	252
<b>Bibliografía histórica</b>	259
<b>Literatura</b>	262
<b>Índice alfabético</b>	263
<b>Agradecimientos</b>	271



# Preámbulo

Ya han pasado más de 20 años desde la aparición de la primera versión de este texto. A finales de los años 1970 trabajaba en una pequeña imprenta en Olot, al pie de los Pirineos Catalanes. En aquella época leí varios libros sobre las diferentes técnicas de impresión y pronto me di cuenta que la mayoría de las personas relacionadas con el oficio, como editores, librereros, coleccionistas de obra gráfica o filatélicos, estaban muy mal informadas sobre la diversidad de técnicas existentes.

Pero también muchos de los libros consultados sólo ofrecían una imagen unilateral. Muchos se limitaban a los procedimientos artísticos, la mayoría a determinado procedimiento. No encontraba ninguna obra corta que resumiera las diferentes técnicas, tanto las artísticas como las industriales, sin olvidar las históricas, y eso me motivó a escribirla yo mismo.

Al cabo de muchas visitas a diferentes bibliotecas de Barcelona, finalmente había escrito un grueso manuscrito, que ahora tuve que depurar, guardando lo más importante y desechando aproximadamente la mitad de las páginas.

Finalmente el libro salió en Septiembre de 1983 bajo el número de ISBN 84-86243-00-9.

Luego me propuse ofrecer el libro también en versión alemana y empecé a traducirlo. Pero cuando me enteraré de los precios de edición de las zonas de habla alemana, entonces muchísimo más altos que los usuales en España, renuncié al proyecto.

A pesar de ello, quería poner mi trabajo a disposición de los círculos interesados y decidí ofrecer el texto para su distribución libre. Con este propósito escribí el texto en un fichero Word mediante el *PC*. Usaba la versión *Word 97* de *Microsoft*, ya que entonces se trataba de uno de los programas de texto más usados del mundo. Mi primera idea era de distribuir el texto como fichero *Word* grabado sobre disquetes de 3 1/2 " y de dejar copias a las diferentes bibliotecas. Efectivamente llegué a distribuir cierto número de copias en este formato. Pero luego me di cuenta que el entonces nuevo formato PDF (Public Distribution File) era mucho más apropiado para mis fines, ya que los ficheros se pueden leer mediante casi cualquier sistema informático.

Para evitar los ficheros demasiado grandes he dividido la obra en varios ficheros. Por la misma razón he renunciado a la mayoría de aquellas ilustraciones que no son imprescindibles para la comprensión del texto.

En nuestra página web personal la versión alemana ha tenido bastante éxito y he recibido numerosos correos electrónicos con sugerencias y consultas; esto me ha motivado a redactar esta versión, para ofrecer este texto a la gran comunidad de los que hablan el castellano.

Este texto ya no es una pura traducción del original catalán de 1983: como otros campos, en los últimos 20 o 30 años el ramo de la imprenta ha estado sometido a cambios substanciosos que he intentado describir brevemente, en el mismo estilo divulgativo que ya había utilizado para comentar las técnicas tradicionales.

Las críticas constructivas, las sugerencias, las correcciones y otras indicaciones son bienvenidas. Se me puede contactar mediante la dirección de correo electrónico que aparece en nuestra página web <http://www.riat-serra.org>. Las personas que contribuyen a la mejora de este texto se mencionarán en la sección de los agradecimientos de futuras ediciones.

Los ficheros pertenecientes a esta obra se pueden usar bajo las condiciones enumeradas a continuación:

### CONDICIONES

*El texto presente se puede distribuir libremente, a condición de respetar los siguientes puntos:*

La obra tiene que distribuirse en forma de los ficheros PDF originales sin modificar.

Los ficheros no se deben distribuir ni parcialmente conjuntamente con un producto comercial.

El texto y las ilustraciones se deben utilizar exclusivamente para fines no lucrativos, como por ejemplo para la enseñanza.

Si este texto se usa parcial o íntegramente para fines culturales, didácticos o similares, hay que mencionar su origen y hay que citar las condiciones presentes.

El autor se reserva el derecho de disponer libremente de su trabajo, por ejemplo para cambiar el material, para traducirlo o para publicarlo de cualquier forma.

# Introducción

El deseo humano de facilitar sus pensamientos al mayor círculo posible, tanto cuando se trata de nociones exclusivamente intelectuales, como de las filosóficas, científicas o políticas, como cuando se trata de la divulgación de obras de arte, ya pronto ha llevado a la creación de medios destinados a la conservación, la transmisión y la multiplicación de las obras humanas. Todos estos medios se destinan a uno o más de nuestros órganos sensoriales, como por ejemplo el fonógrafo al oído, la fotografía a la vista, la fundición simultáneamente a la vista y al tacto. Hasta el presente no se han creado sistemas satisfactorios en el campo del gusto y del olfato.

Entre todos nuestros sentidos el de la vista para la mayoría de las personas es el más concreto. Cuando intentamos imaginarnos un concepto abstracto, la mayoría de nosotros intenta hacerse una imagen gráfica de una, dos o tres dimensiones (las dimensiones de orden superior están siendo reservadas a los matemáticos) y esta imagen virtual nos permite comparar el objeto abstracto con otros similares que nuestro cerebro ya tiene asimilados. Muy poca gente substituye esta manera gráfica de pensar por una acústica, por ejemplo a base de palabras (sin tener en cuenta su representación gráfica por la escritura) o de armonías. Y es difícil imaginar que alguien usara otro de sus sentidos para este fin.

En este libro se discutirán las técnicas que permiten la producción en serie de objetos de dos dimensiones sobre papel, a saber las clásicas técnicas de impresión y los procedimientos fotográficos. La impresión sobre otros soportes que el papel sólo se mencionará ocasionalmente, de manera que la impresión sobre ropa y la fabricación de discos fonográficos aquí no se comentará.

Aquí conviene aclarar que el termino **grabado** no se refiere necesariamente a una impresión artística o a una ilustración. La palabra grabado se aplica exclusivamente a todos aquellos objetos que han sido tallados o esculpidos de alguna manera (por medios mecánicos, químicos o electrolíticos) y se puede aplicar perfectamente a las placas grabadas propias de la tipografía y de la calcografía. Pero también se llama grabado a una impresión efectuada a partir de una plancha, una tabla o más

generalmente de una **forma**<sup>1</sup> grabada. Los otros impresos no se deben llamar grabados.

La prehistoria de las artes gráficas es la protohistoria del dibujo, del grabado y del papel. La historia de las artes gráficas empieza cuando el hombre descubre la posibilidad de transferir un dibujo a otro soporte mediante una tabla de madera grabada.

Hay una teoría que pretende que el hombre no empezó a dibujar con la intención de representar una figura que le impresionara sobre una superficie lisa. Según esta teoría aquellas estructuras que se encuentran siempre cuando la casualidad juega con las leyes de la naturaleza le inspiraron a imitar y a manipular subjetivamente ciertas formas que le sugirieron animales o hasta seres sobrenaturales.

El arte del dibujo primitivo estimuló la creación de los primeros sistemas de escritura, los ideogramas, como los que por ejemplo todavía se usan en China. Una abstracción posterior que representó la fonética de la lengua por símbolos específicos llevó directamente a los sistemas alfabéticos como los que usan la mayoría de las lenguas modernas.

A pesar de que puede parecer contradictorio, el arte de grabar es mucho más antiguo que los primerísimos sistemas de impresión, ya que los primeros grabados se hicieron exclusivamente con finalidad decorativa sobre herramientas, armas u otros objetos. Puede que las pisadas de los animales en la nieve o el barro fueran el primer contacto de la humanidad con las técnicas de impresión...

Este libro intenta ofrecer una introducción en el campo de las diferentes técnicas gráficas al lector novato y a la vez dar una visión de conjunto sobre estas técnicas y su desarrollo histórico. Los procedimientos artísticos y los industriales se tratan con ecuanimidad. Se intenta facilitar la comprensión de estos procedimientos mediante dibujos esquemáticos, los cuales idealizan la realidad, la simplifican y la exageran, como todos los esquemas que intentan apoyar una explicación.

La tabla histórica puede ser útil en la clasificación cronológica de libros y de estampas, pero hay que advertir que no hay que tomarse las fechas con demasiado rigor, ya que siempre hay que contar con el conocido fenómeno de dos personas que trabajan independientemente el uno del otro y que en un intervalo de sólo pocos días o meses hacen el mismo invento o descubrimiento. A veces los inventos no se publican durante años y a veces son explotados en secreto en algún taller, hasta que algún día un inventor independiente publica el invento. Un ejemplo clásico es el del fonógrafo que fue inventado en 1878 al mismo tiempo

---

<sup>1</sup> En artes gráficas por **forma** se entiende una matriz que permite producir los impresos. Según la técnica, la forma puede ser un molde, un cilindro, una pantalla (serigrafía), un cliché (fotografía), una plancha (offset), una piedra (litografía), etc.

por el americano *Edison* y por el francés *Cros* sin que los dos inventores hubieran tenido conocimiento del otro. Estos casos no son tan excepcionales como pudiera parecer a primera vista. Hay que considerar que ambos inventores disponen de la misma base científica y tecnológica desde la cual su invento ya sólo constituye un pequeño, pero decisivo paso.

Por ejemplo en el caso de la autotipia había una serie de procedimientos que ya se estaban practicando bajo enormes dificultades antes de la patente de *Meisenbach* de 1882. Parece que el procedimiento de *Meisenbach* ya se estaba practicando en varios talleres bajo secreto, cuando se publicó en 1882.

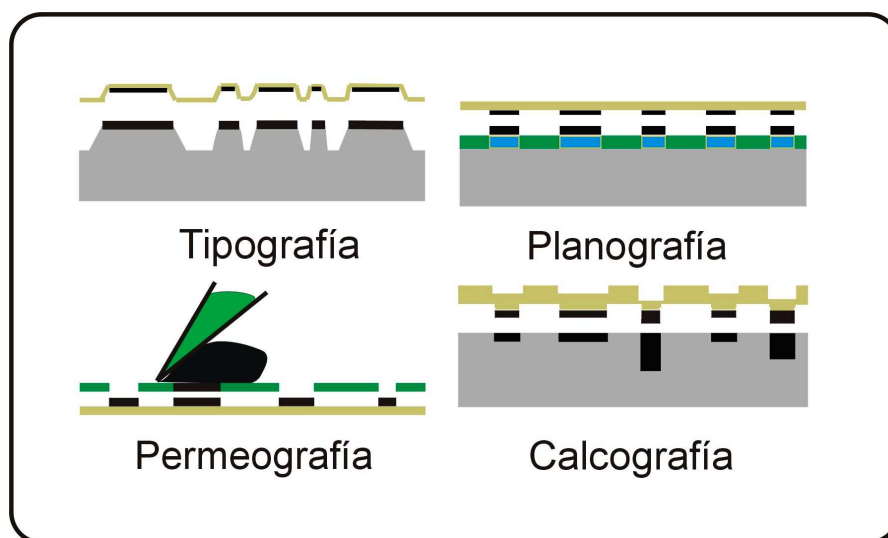
La terminología de las artes gráficas puede dar lugar a confusiones, ya que a veces en diferentes libros el mismo término se aplica a diferentes conceptos y a veces un mismo concepto se designa con diferentes nombres. Así por ejemplo la palabra alemana "*Öldruck*" normalmente se usa para un procedimiento fotográfico noble, la oleotipia, pero a veces se usa para hablar de diferentes tipos de impresos combinados (hechos con más de una técnica) que intentan imitar el aspecto de lienzos pintados al óleo. En diferentes libros podemos encontrar los nombres siguientes para referirse a la fototipia: Albertipia, colografía, gelatinografía, fotocología, etc... En este texto nos hemos esforzado en usar la nomenclatura más usual y a la vez menos propensa a la confusión. Muchas confusiones se pueden evitar usando el vocabulario hacia el final del libro.

La bibliografía histórica se limita a unos cuantos títulos destacados por su importancia. Una bibliografía aproximadamente completa de todos los libros relacionados con el campo de las artes gráficas tendría que contener miles de títulos, sin contar con las revistas especializadas y los artículos esporádicos procedentes de diferentes publicaciones.

Antes de empezar con la clasificación de los sistemas de impresión tradicionales quisiéramos mencionar los peligros que conlleva la manipulación incorrecta de ciertas sustancias, que pueden ser tóxicas, inflamables, explosivas o corrosivas. La pocas recetas contenidas en este ensayo tienen una finalidad puramente ilustrativa y no están pensadas para servir de base a la experimentación, por lo que renunciamos a señalar los peligros propios de las diferentes sustancias mencionadas más adelante. Si alguien quiere hacer experimentos con una técnica determinada, le ruego que consulte la literatura especializada adecuada.

La gran mayoría de los procedimientos de impresión están basados sobre sistemas que permiten la repetida transferencia de tinta de un **molde** llamado **forma** en este contexto sobre una hoja de papel. Hay una categoría de sistemas de impresión que (salvo algunas excepciones) no están basados sobre la transferencia de tinta y cuyas imágenes se forman gracias a reacciones químicas inducidas por la energía de la luz o de otras radiaciones electromagnéticas. Estos sistemas llamados fotográficos antes no se solían incluir en el grupo de las técnicas gráficas, se supone que precisamente por esta falta de transferencia de tinta que caracteriza los procedimientos tradicionales. Por su relación con las técnicas tradicionales hemos dedicado un capítulo a la fotografía y a sus modalidades más importantes, pero sin profundizar demasiado. El capítulo contiene una pequeña introducción a la sensitometría de los materiales basados en la gelatina al bromuro de plata que facilitará entre otras cosas la comprensión de las operaciones fotográficas relacionadas con la autotipia.

Desde sus principios en la primera parte del siglo XIX la fotografía empezó a fungir como técnica auxiliar en los cuatro grupos principales de técnicas de impresión que presentaremos a continuación. Este es el motivo por el cual he empezado el libro por el capítulo dedicado a la fotografía.



Según la manera de la transmisión de la tinta desde la forma (o molde) sobre el papel, las técnicas de impresión tradicionales se pueden dividir en cuatro clases que usualmente se llaman **Tipografía, Planografía, Permeografía y Calcografía**. El dibujo siguiente representa estos cuatro grupos esquemáticamente:

La tipografía y la calcografía trabajan con una forma en relieve.

En el caso de la **tipografía** se transfiere la capa de tinta depositada en la superficie de la tabla sobre el papel. En el momento de la transferencia



el papel se aprieta sobre la forma (tabla), normalmente mediante una prensa. En el caso de la calcografía son las depresiones en la forma que se llenan de tinta, mientras que la superficie de la forma está limpia en el momento de la transferencia por presión.

Una comparación práctica puede ayudar a entender esta diferencia: Si pisamos una delgada mancha de pintura fresca con nuestros zapatos de montaña, al efectuar el próximo paso vamos a dejar una huella en el suelo. Esta huella corresponde a la tipografía. Si nos limpiamos los zapatos llenos de barro en la alfombra y luego los dejamos en el suelo, pasará lo siguiente: El barro que se habrá quedado en los huecos de la suela se va a secar i finalmente se va a desprender. El dibujo que encontraremos en el suelo corresponde a la calcografía.

Los sistemas de impresión **planográficos** se caracterizan por una forma totalmente lisa. La diferencia entre las zonas que aceptan la tinta en el momento del entintado y las que la rechazan normalmente se funda en la repulsión mutua entre el agua y el aceite.

Los sistemas permeográficos se suelen repartir entre la **plantigrafía** y la **serigrafía**. En los sistemas plantigráficos se usan plantillas para delimitar las zonas que reciben una capa de tinta, mientras que en la serigrafía la tinta se hace pasar a través de una pantalla de seda que ha sido obstruida en aquellas zonas que corresponden a los blancos del impreso. El nombre de serigrafía proviene de la seda que era el material usado en la primera época de esta técnica.

A continuación comentaremos brevemente el gráfico que esquematiza la subdivisión de los procedimientos de impresión en cuatro clases. La buena comprensión de estos esquemas facilitará la interpretación de otros esquemas similares a lo largo de este texto.

La parte con el título 'Tipografía' representa un corte vertical a través una forma tipográfica entintada. La línea superior representa la hoja de papel impresa. Las líneas negras representan la tinta que se ha depositado sobre el papel. El papel ha quedado algo deformado bajo la presión de la prensa.

Tenemos una situación totalmente diferente en el caso de la calcografía: La intersección a través la plancha nos muestra que la cantidad de tinta depositada sobre el papel depende de la profundidad de los huecos grabados en la superficie de la plancha. Este no es el caso de la tipografía. También en la calcografía el papel ha sido deformado bajo el efecto de la presión, pero no de la misma manera que en el caso de la tipografía.

El esquema de la planografía nos enseña que la forma de esta clase de sistemas de impresión no presenta ningún tipo de relieve y que la adhesión de la tinta tiene que controlarse por otros medios, generalmente químicos.

En los sistemas permeográficos la tinta de impresión no se deposita en la forma inmediatamente antes de la impresión, como es el caso en los otros procedimientos, sino que primero se aplica la forma sobre el papel. La tinta se obliga a atravesar la malla de la pantalla mediante una rasqueta. En nuestro esquema se ha representado la malla encima del papel.

La tipografía, la serigrafía y el representante más importante de los sistemas planográficos, la litografía, no permiten imprimir diferentes grosores de tinta en diferentes zonas de una misma forma. En el capítulo sobre la trama explicaremos, como a pesar de esta limitación se pueden imprimir imágenes con efecto de semitono.

Históricamente parece que los primeros sistemas de impresión eran tipográficos (mucho antes de la invención de los tipos móviles que han dado el nombre a esta clase de sistemas de impresión) y parece que ya se imprimía en la antigua China. Hasta el siglo XVII sólo se conocía la tipografía. Hasta finales del siglo XVIII todos los sistemas de impresión estaban basados sobre formas en relieve. A partir del siglo XIX el número de los procedimientos se multiplicó enormemente, muchos de los cuales han caído en el olvido.

Además de los procedimientos clásicos hay muchos que no se dejan clasificar de manera clara entre los cuatro sistemas clásicos y la fotografía. Estos sistemas pueden estar basados sobre principios diferentes, como por ejemplo la Xerografía o se puede tratar de técnicas mixtas, como en el caso de la tipolitografía. Una tabla sinóptica en el capítulo CARACTERÍSTICAS DE LAS DIFERENTES TÉCNICAS intenta poner un poco de orden en las técnicas mencionadas en este ensayo.

No es la intención de este texto discutir todas las técnicas existentes, históricas o actuales; más bien es un intento de crear una visión de conjunto que a la vez pueda servir de introducción al tema.

Aquí quisiera volver a insistir sobre los peligros inherentes a la manipulación inadecuada de productos químicos. Como ya se ha dicho, las recetas contenidas en este texto tienen una función puramente ilustrativa y no están pensadas para experimentar con ellas.



# La fotografía

Todos aquellos procedimientos que se basan sobre un cambio permanente de ciertas sustancias químicas bajo la influencia de la luz o de otro tipo de radiación electromagnética pertenecen a la fotografía.

La luz perceptible a la vista humana incluye las radiaciones con las longitudes de onda desde aproximadamente 400 nm<sup>1</sup> hasta 700 nm, que corresponden a los colores espectrales entre el violeta y el rojo. Las radiaciones invisibles vecinas del violeta se llaman ultravioleta y las vecinas del rojo infrarrojo.

Los antiguos ya conocían la forma más elemental de la cámara, que más adelante se convertiría en la herramienta más típica del fotógrafo. Esta primera cámara todavía tenía un orificio pequeño en el lugar del objetivo usado más adelante. Un físico chino del quinto siglo a. de C., *Mo Ti*, ya menciona la cámara y explica a su manera el hecho de que en ella las imágenes aparecen al revés. En el siglo XI el científico árabe *Alhazén* describe la cámara, que en latín recibe el nombre de *Camera Obscura*, en su famoso libro de óptica. *Alhazén* menciona su utilidad para la observación de los eclipses de sol. Diferentes pintores renacentistas usaban la cámara como herramienta para el dibujo en perspectiva. *Leonardo da Vinci* hizo una descripción metódica y la comparó con el ojo humano.

Últimamente varios fotógrafos vuelven a usar la sencilla cámara que tiene un pequeño orificio en vez del objetivo, para obtener unas calidades pictóricas muy especiales. Se usa la expresión inglesa 'Pinhole Lens'. En el apéndice sobre las **técnicas de copia en las oficinas** reproducimos una fotografía hecha con este sistema por el fotógrafo *Karl Jochen Schulte*.

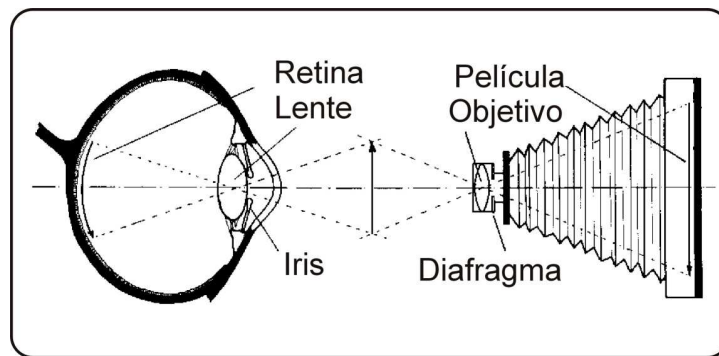
La figura 'Ojo y cámara' muestra los puntos que la cámara fotográfica tiene en común con el ojo. El cristalino, la lente del ojo, proyecta las imágenes invertidas sobre la zona sensible del fondo del ojo, la retina. De la misma manera, el objetivo de la cámara, que puede ser una sencilla lente o incluso un pequeño orificio proyecta la imagen invertida sobre el fondo de la cámara, que puede ser ocupado por un cristal esmerilado para enfocar la imagen, una película sensible o últimamente una célula CCD<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> 1 nm = 1 nanómetro = 1 millonésimo de mm.

<sup>2</sup> Charge Coupled Device.

En el ojo la imagen se enfoca mediante una deformación adecuada de la lente que se llama acomodación. En la cámara normalmente se ajusta la nitidez graduando la distancia entre el objetivo y la película. El ojo tiene la facultad de graduar la luz incidente gracias al iris, que se abre o cierra según la cantidad de luz detectada. Análogamente en la cámara se usa un orificio de diámetro variable para graduar la luz, el diafragma. En general el diafragma tiene forma aproximadamente circular, pero veremos en el capítulo sobre la trama que para ciertos usos especiales, como para hacer negativos autotípicos, se usan formas diferentes de diafragmas.



Ojo y cámara

Desde su forma más primitiva hasta hoy, la cámara se ha ido desarrollando en diferentes direcciones hacia las cámaras especiales usadas hoy en día. Aquí presentaremos unos de los tipos más importantes de cámaras especiales, empleados en la fotografía artística y de reproducción.

Entre las cámaras actuales, probablemente las **cámaras de estudio** de gran tamaño son las que se parecen más a la *Camera Obscura* descrita por *Leonardo da Vinci*. Estas cámaras son herramientas de gran precisión óptica y mecánica y los últimos modelos disponen de sistemas electrónicos para la medición de la luz, el control del obturador o para ajustar el diafragma con precisión. Gracias a una construcción mecánica que permite ajustar el montante trasero (el que lleva el material sensible) y el montante delantero (el que lleva el objetivo) de manera prácticamente independiente, con este tipo de cámaras se pueden resolver la mayoría de problemas de perspectiva. Antes de impresionar al material sensible la imagen se puede contemplar en el cristal mate, que en este momento ocupa el lugar de la placa sensible. Los modelos más modernos disponen de placas electrónicas CCD. Cuando se desea hacer la exposición definitiva, se substituye el cristal mate por un casete que contiene una película plana protegida de la luz por una lámina de hojalata que se saca del casete cuando este esté colocado en el montante trasero de la cámara. Una vez la película expuesta la lámina de hojalata se vuelve a deslizar en el casete y este se puede sacar de la cámara. Todas estas manipulaciones,

que exigen unos segundos al fotógrafo limitan el uso de este tipo de cámaras a objetos relativamente inmóviles. Pero se pueden conseguir efectos que no están al alcance de las cámaras fijas. Un clásico ejemplo es la aplicación del teorema de *Scheimpflug*: Si el plano de la película, el plano de la lente y el plano del objeto coinciden en una misma línea, el plano del objeto quedará proyectado con nitidez sobre el plano de la película.

En el medio de nuestra ilustración 'Cámara reflex, cámara de estudio y cámara de reproducción' se reproduce un cámara de fama mundial, el modelo C de la empresa *Sinar*, que tuvo la amabilidad de permitir la reproducción de esta imagen.



Cámara reflex, cámara de estudio y cámara de reproducción

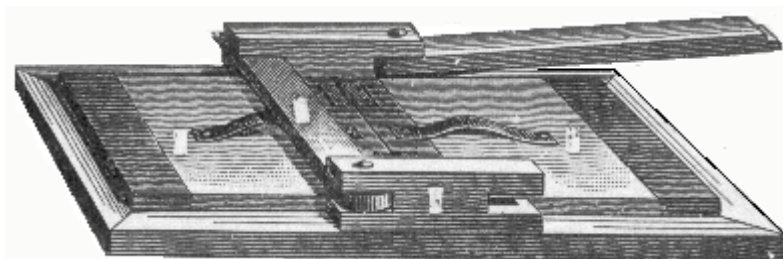
Uno de los tipos de cámaras más populares, tanto entre profesionales como entre aficionados, es la **cámara reflex de un objetivo** (a la izquierda de la ilustración). En estas cámaras, la luz que entra por el objetivo queda reflejada en un espejo inclinado a  $45^\circ$  contra el eje óptico y proyectado contra el prisma del buscador. En el momento de disparar la cámara el espejo se desvía, el obturador se abre y la imagen se proyecta sobre la película sensible, hasta que el obturador se vuelva a cerrar. Entonces el espejo vuelve recobrar su posición anterior. El modelo reproducido en la parte izquierda de la imagen se trata de la *Leica R4* de la empresa *Ernst Leitz Wetzlar GmbH*, que tuvo la amabilidad de permitir la reproducción aquí.

Las **cámaras fotomecánicas** o de **reproducción** propias del ramo de las artes gráficas, y que en los últimos años han sido reemplazadas mayoritariamente por los scanners electrónicos, destacan por su enorme tamaño de negativos, que suelen superar el tamaño de 30 por 40 cm. Se distingue entre cámaras verticales y horizontales. Las horizontales se prestan especialmente para reproducciones de muy gran tamaño. Las

cámaras de reproducción usadas hasta finales del siglo XX solían disponer de fuentes de luz incorporadas, tanto para originales opacos como transparentes.

A la derecha de nuestra ilustración se ve una pequeña cámara de reproducción vertical, la *Anaca Favorit 4050*.

Las tres cámaras de esta ilustración no están representadas a la misma escala, como se ve por el hecho de que la primera trabaja con negativos de 24 por 36 mm, la cámara de estudio trabaja con placas de 9 por 12 cm o más y la *Anaca* trabajaba con negativos de hasta 40 por 50 cm y tiene más de un metro de altura.



Marco para copias de contacto procedente del siglo XIX

Los modelos más grandes de cámaras de reproducción muchas veces se construyeron como cámaras de dos estancias: en el cuarto oscuro se hacían los ajustes, se colocaban las películas y las tramas de contacto sobre la placa aspirante y se efectuaban las exposiciones; en el cuarto claro se colocaba el original y las luces. La placa aspirante de las famosas cámaras *Klimesch* incorporaba los juegos de varillas verticales para la colocación en **registro**<sup>1</sup> exacto de las películas de los diferentes tamaños a partir de 18 x 24 cm. Apretando el botón correspondiente, el par de varillas deseado sobresalía del plano de la placa para acoger la película perforada o la trama provista con la perforación correspondiente. Así se aseguraba el registro exacto en los montajes sucesivos. La realización mecánica de la casa *Klimesch* era tan perfecta que a ojo casi no se podían distinguir las varillas hundidas en la placa aspirante.

En la cámara *Klimesch Autovertikal T Super M 4* el eje óptico queda reflejado mediante un espejo. Las últimas cámaras de *Klimesch* podían ser acopladas con el sistema *Procolor* que proporciona los tiempos de exposición necesarios a la separación de colores (cuatricromía, ver el capítulo sobre el color) a base de unas sencillas mediciones. En la fotografía de reproducción es importante que la superficie que se trata de reproducir quede proyectada sobre la película sin distorsiones. Los

---

<sup>1</sup> Se llama registro el hecho de que dos impresiones que se superponen en un mismo soporte mantengan perfectamente su mutua posición relativa.

objetivos Rodagon de Rodenstock están especialmente diseñados para su uso en reprografía, ampliadoras y fotografía arquitectural, ya que su corrección está especialmente orientada a respetar los ángulos.

Un sistema para insolar<sup>1</sup> material fotográfico muy usado en artes gráficas es la copia por contacto, la cual se realiza iluminando el material sensible a través de una transparencia que puede ser un negativo o una diapositiva, que puede ser de línea o de tono continuo, en contacto con el material sensible.

La manera más sencilla de hacer una copia de contacto es poner el material sensible sobre una mesa, con la emulsión hacía arriba. El original transparente se pone encima del material sensible y se cubre el conjunto con una placa de vidrio para asegurar el buen contacto. Una fuente de luz (por ejemplo una bombilla eléctrica) colgada del techo de la habitación se enciende durante el tiempo necesario que hay que determinar en cada caso.

En las prensas de contacto profesionales el contacto está asegurado por una bomba de vacío.

La base química de la fotografía es la alteración de ciertas substancias bajo el efecto de la luz. Entre los primeros científicos que estudiaron detenidamente el efecto que la luz ejercía sobre ciertas sales de plata hay que mencionar los alemanes *Wilhelm Homberg* (1652-1715) y sobretodo *Johann Heinrich Schulze* (1687-1744). Hacia finales del siglo XVIII diferentes científicos proseguían esta labor, como por ejemplo *Wedgwood*<sup>2</sup> (1771-1805), *Humphrey Davy* (1778-1829), *Johann Wilhelm Ritter* (1776-1810) o *Carl Wilhelm Scheele* (1742-1786). Ya entonces se hacían algunos experimentos con la *Camera Obscura*, pero de momento nadie conseguía fijar las imágenes.

Aquellos primeros experimentos en el campo de la fotografía daban lugar al descubrimiento de los rayos ultravioleta por *Ritter* en 1801. *Ritter* exponía una placa preparada con nitrato de plata al espectro solar. Contemplando a continuación el ennegrecimiento de la sal de plata provocado por la luz, se dio cuenta que la acción de la luz no había quedado limitada a la zona de las radiaciones visibles: pasaba del límite del violeta. *Ritter* sacó la deducción de que en esta zona había actuado una radiación invisible, que llamó **ultravioleta**.

En el mismo año 1801 el famoso astrónomo *W. Herschel* (1738-1822) descubrió de manera análoga el **infrarrojo**, haciendo mediciones calorimétricas en diferentes zonas del espectro solar.

---

<sup>1</sup> Etimológicamente la palabra insolar proviene del sol, ya que antiguamente se usaba la potente luz del sol para exponer los materiales sensibles.

<sup>2</sup> Hijo del famoso ceramista *Josiah Wedgwood* (1730-1795).



Alrededor de 1800, para poder hablar de fotografía en el sentido actual de la palabra, prácticamente sólo faltaba la posibilidad de fijar las imágenes obtenidas por el efecto de la luz, para poder contemplarlas ilimitadamente a la luz blanca del día. Debemos las primeras imágenes fotográficas con carácter permanente obtenidas mediante una cámara al inventor francés *Nicéphore Niepce* (1765-1833). Ya en 1816 *Niepce* había obtenido lo que se puede considerar como uno de los primeros negativos de la historia sobre un papel mojado con una solución de nitrato de plata. Pero este negativo no pudo ser fijado y contemplándolo a la luz del día volvió a desaparecer gradualmente. Después de haber estudiado con esmero todas las sustancias sensibles a la luz que conocía, finalmente se decidió por el Asfalto, con el que recubrió sus placas en 1822. El Asfalto tiene la propiedad de perder su solubilidad en ciertos disolventes bajo la influencia de la luz. Después de una larga exposición del orden de 8 horas *Niepce* reveló esta famosa primera fotografía con un diluyente, que disolvió el asfalto hasta la plancha metálica en aquellas zonas que habían quedado poco expuestas a la luz. Las partes oscuras ahora correspondían al metal descubierto, que podía ser corroído por un ácido, mientras que el asfalto hacía de reserva de las zonas que todavía recubría. Una placa grabada de esta manera se hubiera podido entintar como una placa calcográfica (ver el capítulo sobre LA CALCOGRAFÍA) para su estampación en un tórculo. *Niepce* había inventado la fotografía y a la vez una primitiva forma de heliograbado.

Hay que advertir que la calidad de las imágenes dejaba mucho que desear, sobretodo por la imposibilidad de obtener tonos grises auténticos. Las fotos sólo contenían blancos y negros puros como las fotografías de línea o las fotos quemadas actuales. Y la circunstancia de que las sombras se desplazan durante las largas exposiciones de 8 horas no contribuyó a mejorar la calidad de las imágenes. Todo esto ya condenaba la fotografía al asfalto a un fracaso seguro. Pero en algunos sistemas de copia fotomecánica el asfalto todavía desempeñaría un papel importante durante varias décadas. *Niepce* no se dejó vencer y continuó sus experimentos con otras sustancias fotosensibles. En 1829, cuando estaba trabajando en un sistema basado en vapores de yodo, *Niepce* se asoció con el pintor francés *Louis Jacques Mandé Daguerre*. *Daguerre* era un especialista en el campo de la perspectiva y de la escenografía y usaba la cámara para resolver ciertos problemas de perspectiva. En París había montado un espectáculo basado en la pintura y los efectos especiales de iluminación que llamó el "*Diorama*" y que causó una impresión de un gran realismo. En 1839 *Daguerre* publicó un procedimiento fotográfico de su invención que se popularizó muy deprisa, a pesar de sus dificultades técnicas, sobre

todo gracias al famoso físico Aragón que consiguió una subvención estatal al inventor.

Para obtener un **daguerrotipo**, como más adelante se llamaría a esta primera técnica fotográfica viable, *Daguerre* partía de una plancha de cobre plateada y pulida como un espejo. Se sometía la superficie de esta planchas a vapores de yodo, hasta que la superficie tomara un aspecto amarillento. La plata y el yodo se combinaban químicamente para formar yoduro de plata, el cual es sensible a la luz. La placa así preparada se exponía en la cámara durante aproximadamente media hora. Bajo la influencia de la luz el yoduro tiende a disgregarse en plata y en yodo elementales. Para **revelar** la imagen todavía latente, la placa se sometía en una caja de madera especialmente diseñada a vapores de mercurio. En esta caja la placa se mantenía horizontalmente con la capa sensible hacia abajo a poca distancia de un baño de mercurio líquido calentado a unos 60 °C de temperatura. El vapor de mercurio se combinaba con el yodo metálico segregado bajo la influencia de la luz para formar amalgama de plata. En cada zona de la placa la cantidad de amalgama formado dependía de la cantidad de luz que había incidido sobre ella durante la exposición. Se podía observar el revelado a través un cristal amarillo, ya que la placa no era sensible a la luz amarilla<sup>1</sup>, ni tampoco a la luz roja o verde. Después del revelado había que **fijar** la fotografía. Para este fin la placa se sumergía en una solución de tiosulfato de sodio (también llamado hiposulfito de sodio), el fijador que todavía se usa en fotografía. Esta sal separaba el yoduro de plata residual de la placa. Ahora la foto ya estaba insensible a la luz. Finalmente se enjuagaba la placa con agua y se la secaba. El resultado era una auténtica **fotografía de medios tonos** o **de tono continuo**, cuyas luces estaban formadas por el amalgama y las sombras por el cobre de la placa.

*Daguerre* elaboró, conjuntamente con el físico *Armand Hippolyte Louis Fizeau* y el grabador *Brévière* un sistema para obtener una especie de **heliograbado** a partir del daguerrotipo que se pudiera imprimir en un **tórculo**<sup>2</sup>. Este sistema es complicado, delicado y poco seguro, la placa no resistía los tirajes largos, de manera que no tuvo éxito.

En esta primera época de la fotografía todavía no existía ningún procedimiento fotomecánico para elaborar una forma o plancha de impresión a partir de una fotografía de medios tonos. Este hecho obligaba a la industria gráfica de entonces a recorrer a aquellas técnicas manuales tradicionales que permitían la reproducción de un original de medios tonos, como la litografía a lápiz graso, la xilografía de líneas blancas o el procedimiento al aguatinta. Dos libros especialmente bellos editados en

---

<sup>1</sup> Se dice que la luz amarilla no es luz **actínica** para el daguerrotipo.

<sup>2</sup> La prensa manual para imprimir calcografías.

aquella época merecen ser citados en este contexto. En el primero, editado por *Charles Philipon* en 1840, se publicó una colección de vistas fotográficas de París en forma de litografías manuales al lápiz graso bajo el título de '*Paris et ses environs reproduits par le daguerréotype*'. En el libro de *N. P. Lerebours* con el título '*Excursions daguerriennes, vues et monuments les plus remarquables du globe*' las fotografías estaban reproducidas en forma de aguatinas manuales.

Prácticamente al mismo tiempo que *Daguerre* inventó el daguerrotipo, dos inventores independientes el uno del otro inventaron procedimientos igualmente interesantes que el de *Daguerre*, a pesar de lo cual nunca tuvieron los honores de éste. Se trata de *Fox Talbot* i de *Hippolyte Bayard*.

*Talbot* hacía negativos de papel en la cámara, a partir de los cuales se podían obtener un número ilimitado de copias por contacto, que eran un poco turbios. En su patente del año 1841 *Talbot* da el nombre de **Calotype** a su procedimiento. *Talbot*, hombre polifacético, era matemático, físico y filólogo y se dedicaba a tan diferentes tareas como a la invención de un motor de explosión y a la traducción de textos cuneiformes asirios. En 1844 publicó un libro con el título '*The Pencil of Nature*', que era el primer libro de la historia ilustrado con fotografías originales, en este caso **calotípicas**.

*Hippolyte Bayard* había inventado un sistema similar al de *Talbot*, y ya en 1839, poco antes de la publicación del invento de *Daguerre*, era capaz de obtener positivos directos en su cámara.

Y en 1847 un primo de *Niepce*, *Niepce de Saint-Victor*, producía negativos de gran calidad sobre placas de vidrio emulsionadas con una capa de albumen. Era la base de la albuminotipia.

## El procedimiento al colodión húmedo

En 1851 se inventó un sistema que fue decisivo para la futura expansión de la fotografía, el procedimiento al colodión húmedo, que pronto desterraría por completo al daguerrotipo. Entre sus inventores destacan los nombres de *Le Gray*, *Fry* y *Archer*. El procedimiento genera un negativo transparente, a partir del cual se pueden obtener un número ilimitado de copias positivas, como en el sistema de *Talbot*, pero con una calidad claramente superior. De otra parte el procedimiento tiene un inconveniente mayor: las placas tienen que emulsionarse inmediatamente antes de exponerlas y hay que revelarlas antes de que se sequen.

---

<sup>1</sup> También se encuentra la grafía "Legray".



El colodión inventado en 1846 por *Louis Ménard* es una solución de nitrocelulosa en una mezcla de alcohol etílico y de éter que se seca formando una masa transparente. Para su uso fotográfico se le añade al colodión sales de yodo y de bromo, que luego reaccionan con el nitrato de plata del baño sensibilizador formando yoduro y bromuro de plata. Una posible composición es la siguiente:

500 ml	éter
500 ml	alcohol etílico
15 g	nitrocelulosa
15 g	yoduro amónico
10 g	yoduro de potasio
5 g	bromuro amónico

Primero hay que limpiar bien la placa de vidrio con ácido nítrico rebajado, enjuagarla y secarla. Las placas pueden ser reutilizadas si se las limpia con esmero. El colodión se vierte sobre un lado del vidrio y se decanta, a fin de obtener una capa delgada bien igualada. Una centrífuga puede ayudar a mejorar notablemente los resultados. Cuando se empieza a formar una piel delgada, se sensibiliza la placa, sumergiéndola en una solución de 5 a 10 % de nitrato de plata. Es en este baño que se forman los halógenos de plata (bromuro y yoduro de plata) altamente sensibles a la luz.

Ahora la placa puede ser expuesta en la cámara. Como reveladores al principio se usaban sales de hierro inorgánicos, que más adelante fueron substituidos por sustancias orgánicas como el ácido pirogálico, o la hidroquinona. Para fijar las imágenes se solía usar una solución acuosa al 5 % de cianuro de potasio (¡muy tóxico!). Después del enjuagado final la placa se deja secar. Todo el proceso tiene que transcurrir antes de que el éter contenido en el colodión tenga tiempo de evaporarse. Los fotógrafos de aquella época tenían que poder disponer de un laboratorio durante todo el proceso. Usualmente llevaban siempre una tienda portátil de ropa opaca con ellos. A pesar de estas circunstancias adversas se hicieron valiosos reportajes sobre placas de colodión. En la fotografía artística el sistema al colodión húmedo pronto quedaría relevado por el sistema al colodión seco de Le Gray y Russel, que a su vez pronto dejó paso a las placas al que formaban la base de la fotografía que se practicó durante todo el siglo XX. Pero en el campo de la fotografía de reproducción en los talleres de fotograbado la fotografía al colodión húmedo se practicaba durante casi 100 años.

Los negativos del procedimiento al colodión húmedo se pueden reforzar o rebajar antes o después del baño fijador. Combinando

sabiamente los baños de refuerzo y de rebaja se puede obtener un espectacular aumento de contraste como el que conviene para la obtención de fotos de línea y tramadas (ver el capítulo LA TRAMA).

En la época del colodión húmedo también se ideó un curioso caso especial de la fotografía, aquella técnica que recibió el nombre de **ambrotipia** y que se debe al efecto siguiente: Si se contempla un negativo subexpuesto bajo iluminación lateral delante de un fondo negro, inesperadamente se percibe una imagen positiva, ya que las partículas de plata reflejan la luz incidente.

Otro caso especial se obtiene emulsionando una placa metálica ennegrecida. Este procedimiento llamado ferrotipia nos da una imagen positiva por la misma razón. La ferrotipia fue practicada en el siglo XIX sobretodo por fotógrafos ambulantes.

## La fotografía al gelatinobromuro de plata

El procedimiento fotográfico más importante durante todo el siglo XX fue sin duda el sistema al gelatinobromuro de plata, inventado en 1871 por el médico inglés Richard Leach Maddox. A partir de 1880 las placas al gelatinobromuro de plata adquirieron una gran popularidad, sobre todo gracias a los esfuerzos de Charles Harper Bennett y de Désiré Charles Emanuel van Monckhoven para aumentar notablemente su sensibilidad. Y pronto se empezó a substituir las placas de vidrio por película flexible. Al final del siglo XX las placas de vidrio prácticamente sólo se usaban para trabajos muy especiales. Los materiales al gelatinobromuro de plata se pueden guardar durante meses sin apenas perder calidad. El procesamiento consta esencialmente de un baño revelador, un baño fijador, un enjuague final y el secado.

### *La sensibilización espectral*

En principio las emulsiones al gelatinobromuro de plata sólo están sensibles a la zona azul y ultravioleta del espectro, si no se someten a un tratamiento especial llamado **sensibilización cromática**. Existen ciertos colorantes, que hacen que las emulsiones fotográficas se vuelvan sensibles a los colores verde, amarillo y rojo y en ciertos casos incluso a radiaciones pertenecientes a la zona del infrarrojo. Una sustancia

fotosensible sólo puede ser influenciada por colores que ella misma absorbe. Un colorante que tiene que sensibilizar una emulsión fotográfica tiene que teñir las sales de plata, pero no la masa gelatinosa que las contiene, ya que en caso contrario las radiaciones ya quedarían absorbidas por la gelatina y ya no podría actuar sobre las sales fotosensibles. La primera sustancia sensibilizante fue descubierta en 1873 por Hermann Wilhelm Vogel que consiguió una sensibilidad al verde del material tratado con ella. En el curso del tiempo muchas sustancias sensibilizadoras se descubrieron, como la **eritrosina** para el amarillo verdoso, el **pinacianol** para el rojo.

Una emulsión fotográfica sensible al verde y al amarillo se llama **ortocromática**. Los materiales ortocromáticos pueden tratarse en un laboratorio iluminado con luz roja (que no contenga radiaciones más cortas que unos 580 nm). Se dice que la luz roja de estas características es **inactínica** para el material ortocromático. Los materiales sensibles a todos los colores del espectro visible se llaman **pancromáticos** y tienen que ser manejados en obscuridad absoluta.

## Sensitometría elemental

La ciencia que estudia las reacciones fotoquímicas de las emulsiones fotográficas desde su punto de vista cuantitativo se llama **sensitometría**. La fotografía usa materiales muy diferentes bajo condiciones variables. Por ejemplo hay materiales con diferente sensibilidad, más o menos duros, que se pueden revelar en diferentes tipos de revelador durante más o menos tiempo, a más o menos temperatura, etc.

A continuación nos proponemos comentar brevemente los términos más elementales de la sensitometría. Hay que advertir que las definiciones pueden variar ligeramente de un libro de texto a otro, sin falsificar por ello los hechos. Antes de empezar a definir los términos propios de la sensitometría vamos a recordar al lector el término matemático del **logaritmo**, que es imprescindible para la comprensión de la sensitometría.

Una **potencia** de la forma  $b^e$  ("b a la potencia e" o "b elevado a e") está definida como el producto de e factores con el valor b, con la condición que e tiene que ser un número natural. El valor común de los factores, b, se llama **base**, e se llama **exponente** de la potencia.

Por ejemplo la potencia  $3^7$  (3 elevado a 7) es el producto  $3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3$ . En este caso la base es 3, el exponente 7 y el valor numérico de la potencia es 2187. Si queremos sumar dos potencias que tienen la

misma base, sólo tenemos que sumar los exponentes. Por definición se establece:  $b^0 = 1$  para cualquier valor de  $b$  que sea diferente de 0.

El concepto de potencia se puede generalizar para exponentes reales. En este caso la interpretación del exponente como número de factores se vuelve absurdo, pero las reglas de cálculo permanecen las mismas. Si se contempla el sistema de todas las potencias posibles con la misma base  $b$ , el exponente de una potencia con el valor numérico  $p$  se llama el **logaritmo** de  $p$  en base  $b$ . El hecho  $p = b^e$  se puede expresar de manera equivalente con la simbología:

$$e = {}_b \log(p)$$

Se lee:  $e$  es el logaritmo de  $p$  en base  $b$ .

La base de un sistema de logaritmos puede ser cualquier valor numérico real positivo y diferente de 1, pero en el campo de la técnica, por motivos prácticos, se suele usar la base 10. Los logaritmos en base 10 se llaman logaritmos decimales o decádicos y se suelen simbolizar con 'lg'. Así por ejemplo el logaritmo decimal de 1000,  $\lg(1000)$  es igual a 3, ya que  $10^3 = 1000$ . El logaritmo de un producto equivale siempre a la suma de los logaritmos de los factores. Esto se puede simbolizar como:

$$\log(a \cdot b) = \log(a) + \log(b)$$

A la **reflectancia** de un original opaco, como por ejemplo de una fotografía sobre papel le corresponde análogamente la **transparencia** de un original transparente, como por ejemplo de una diapositiva. En ambos casos se trata del cociente de la luz que el original nos devuelve (la luz reflejada en el primer caso, la luz transmitida en el segundo) y de la luz incidente sobre el original. El valor numérico de la reflectancia, respectivamente de la transparencia, se sitúa pues entre 0 y 1. Si por ejemplo el 80 % de la luz se filtra a través una placa de cristal gris, se dice que su transparencia es de 0,8. La **absorción** de un original opaco corresponde análogamente a la **opacidad** de un original de transparencia.

Ya que el tratamiento numérico de los originales opacos y de los originales es prácticamente el mismo, a continuación nos limitaremos a hablar de los originales transparentes. Hemos escogido la transparencia, porque en el caso de los originales opacos la similitud con la superposición de originales, la reflexión en cadena a varias superficies opacas es difícil de realizar.

La **opacidad** es el valor recíproco<sup>1</sup> de la transparencia, o sea el cociente entre la luz incidente y la luz transmitida.

La **densidad** se define como el logaritmo decimal de la opacidad, que por cierto es idéntico al valor negativo del logaritmo decimal de la transparencia.

Si superponemos varias hojas (por ejemplo varias películas de un mismo gris homogéneo), la transparencia del conjunto es igual al producto de las transparencias de las diferentes capas. Lo mismo es cierto para la opacidad. Pero la densidad del paquete corresponde a la suma de las densidades de todas las capas, según la fórmula:

$$\log (a \cdot b) = \log (a) + \log (b)$$

Vamos a ilustrar los hechos con un ejemplo numérico. Supongamos que tenemos una superposición de dos películas de medio tono<sup>2</sup> con grises uniformes con las transparencias 0,5 y 0,4. La primera hoja deja pasar la mitad de la luz, la segunda sólo 40 %. La opacidad de la primera película es de  $1/0,5=2$ , la de la segunda de  $1/0,4=2,5$ . La densidad de la primera película es de  $\lg (2) = 0,301\dots = -\lg (0,5)$ .

Análogamente la densidad de la segunda película es de  $\lg(2,5) = 0,3979\dots = -\lg (0,4)$ .

Ahora vamos a calcular la transparencia, la opacidad y la densidad de la superposición de ambas películas. La mitad de la luz penetra la primera película, de esta mitad el 40 % penetra la segunda película, así que el 20 % de la luz total habrá penetrado ambas películas. La opacidad del paquete es  $\frac{1}{0,2}=5$ . La densidad del paquete se calcula como  $\lg (5) = 0,6989\dots$ . Comprobamos que  $\lg (5) = \lg (2) + \lg (2,5)$ .

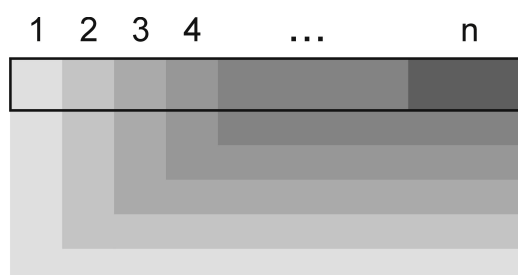
## *La escala de grises*

Una escala de grises de la constante  $c$  con  $n$  escalones se puede construir superponiendo 1, 2, 3, ...,  $n$  capas de películas de la misma densidad  $c$ . La figura muestra esta manera de realizar una escala de grises de transparencia. El cociente de las transparencias de dos peldaños de una escala de grises de la constante  $c$  también es una constante, a saber  $10^c$ , cuyo logaritmo decimal es  $c$ . Las sucesivas transparencias forma una

<sup>1</sup> El valor recíproco de un número (que tiene que ser diferente de 0) se obtiene dividiendo 1 por dicho número. En el caso de las fracciones el recíproco se obtiene intercambiando el numerador y el denominador.

<sup>2</sup> También se dice "de tono continuo".

sucesión geométrica, las densidades una sucesión aritmética: el primer peldaño tiene la densidad  $c$ , el segundo tiene la densidad  $2 \cdot c$ , el peldaño número  $k$  tiene la densidad  $k \cdot c$ .



Escala de grises

El término **contraste** no siempre se usa en el mismo sentido. A veces se aplica a la distribución tonal de una fotografía de medio tono, otras veces a la diferencia de densidades de dos valores tonales determinados. A veces también se llama contraste a la diferencia entre la densidad máxima y mínima de un original. En este último caso es preferible hablar de **extensión tonal**.

Se llama **densidad superable** de un material fotográfico sensible a la máxima diferencia de densidades de un original que puede ser reproducido de tal forma que todos los tonos grises de la reproducción estén comprendidos entre dos densidades límites de dicho material.

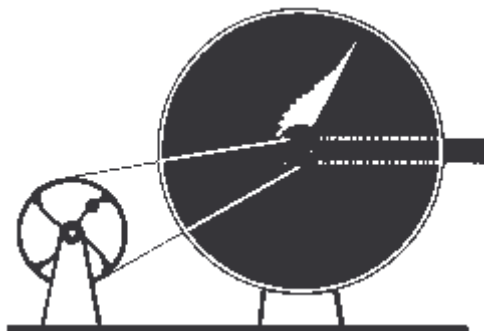
Hay diferentes sistemas que permiten describir cuantitativamente la **sensibilidad** de un material fotográfico. El primer sistema que se hizo famoso era el propuesto por el famoso astrónomo *Julius Scheiner* en 1894. *Scheiner* hizo girar un disco opaco con determinada velocidad, del cual se había recortado una abertura en forma de 20 anillos sectoriales concéntricos, cuyos ángulos sectoriales formaban una sucesión geométrica.

La constante de la sucesión se había determinado de tal forma que el último ángulo era 100 veces más grande que el primero. Así la constante correspondía a la raíz de índice 19 de 100, o sea aproximadamente a 1,274. Una fuente luminosa normada iluminaba el disco desde una distancia determinada. Detrás del disco se hallaba un casete (representado por la forma rectangular en nuestro esquema) que contenía el material que se trataba de examinar. Este casete se abría durante exactamente un minuto, mientras que el disco daba vueltas. El número de la primera anilla, contando desde el centro, que mostraba un mínimo ennegrecimiento bien definido después del revelado determinaba el grado de sensibilidad en la **escala de Scheiner** del material examinado. El último grado de esta escala (que más adelante se adaptaría a grados de sensibilidad más altos) correspondía a una sensibilidad 100 veces más alta que el



primero. Una diferencia de 3° Scheiner equivale aproximadamente a una doble sensibilidad, ya que la tercera potencia de la 19 raíz de 100, a saber 2,069..., es una aproximación al número 2. Los grados de *Scheiner* ya no se usan desde hace varias décadas.

Más adelante se definió un sistema de medidas en el cual la sensibilidad se doblaba exactamente por un incremento de 3 grados, el sistema **DIN**. La medición de sensibilidad DIN se basa en la exposición de los materiales a través de una escala de grises con una constante cuyo triple equivale al logaritmo decimal de 2<sup>1</sup>. Esta constante es una buena aproximación a 0,1. La primera zona bajo la escala cuya densidad después del relevado se diferencia al menos de 0,1 del material sin exponer, determina la sensibilidad. La iluminación se efectúa bajo una luz normada que se caracteriza por una cierta aproximación a la composición espectral de la luz del día, lo que no era el caso en el sistema de *Scheiner*. La exposición depende de un obturador gravitacional.



Dispositivo de Scheiner

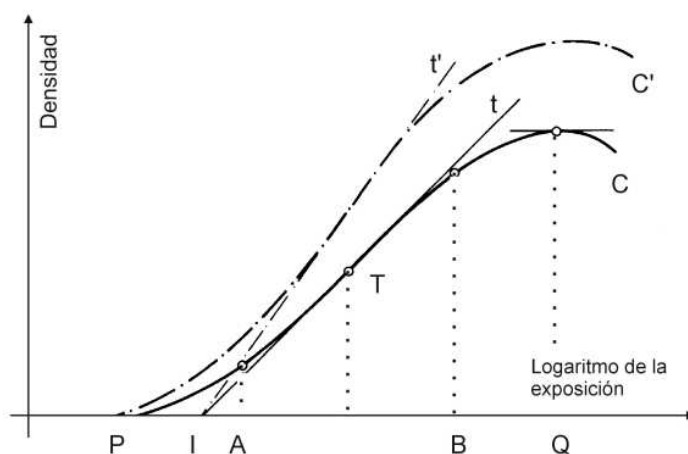
Además del sistema DIN hoy también se usan otros sistemas para medir la sensibilidad, como el sistema americano **ASA** o el ruso **GOST**, los cuales no pueden ser convertidos en el sentido estricto de la palabra al sistema DIN, ya que no se miden de la misma manera. Para la práctica se puede afirmar que los sistemas ASA y GOST son aritméticos, lo que quiere decir que sus valores son proporcionales a la sensibilidad expresada. Para tener una referencia se puede decir que 21° DIN corresponden a aproximadamente 100° ASA y a 100° GOST. Últimamente las sensibilidades de las películas se indican en ISO, indicando tanto el valor DIN como el valor ASA.

La curva que recorre la densidad de un material fotográfico en función del logaritmo decimal de la exposición se llama **curva característica de ennegrecimiento** del material correspondiente. Esta curva varia

---

<sup>1</sup>  $\log(2) = 0,301\dots$

según el tiempo de revelado. La ilustración representa dos curvas de ennegrecimiento del mismo material con diferentes tiempos de revelado. En la región de la exposición normal, entre los puntos A i B, la tangente de inversión (también llamada tangente característica) es una buena aproximación a la curva. El punto de intersección de la tangente característica con el eje horizontal del sistema de coordenadas (abscisa), el punto I, tiene la propiedad de quedar invariable para diferentes tiempos de exposición de un mismo material. El punto P corresponde a la mínima exposición que todavía produce un ennegrecimiento manifiesto. Entre los puntos P y A se halla la zona de la superexposición. A partir del punto Q se puede observar el efecto fotográfico conocido como solarización. Las películas tienen la curiosa tendencia de volver a perder densidad a partir de un cierto grado de sobreexposición; para los materiales modernos este punto suele ser muy alto. El aspecto general de la curva característica a veces se suele llamar la **gradación** del material correspondiente.



Curva característica

El valor **gama** de un material determinado es la función trigonométrica tangente del ángulo entre la abscisa y la tangente característica. El gama de todos los materiales varía según el tiempo de exposición. Si el material se revela durante mucho tiempo, el gama tiende a un valor límite. Este límite a veces se llama gama absoluto de dicho material. Cuando la curva característica se desvía demasiado de su forma típica, el gama puede ser determinado estadísticamente.

Para cualquier punto de la curva característica la subida (la función tangente) se llama el **gradiente**. El valor gama a veces también se define como el máximo gradiente de la curva.

Según su valor gama los materiales fotográficos se asignan a una de las clases siguientes: suave (gama hasta 0,7), normal (0,7 hasta 1,3),



contrastado (1,3 hasta 2,3), duro (2,3 hasta 4), extraduro (4 hasta 7), ultraduro (más de 7).

Si se hace una fotografía de un original con un intervalo de densidades  $D$  sobre un material con un gama de  $g$ , el intervalo de densidades  $d$  de la reproducción se calculará por la fórmula  $d = D \cdot g$ . Pongamos un ejemplo: Queremos hacer una copia de contacto sobre papel a partir de un negativo con un intervalo de densidades de  $D = 1,2$  y queremos obtener una copia que tenga densidades entre 0,1 y 1,9. El intervalo de densidades de la copia tiene que ser 1,8. Según nuestra fórmula el valor gama,  $g$ , del papel sensible tiene que ser de  $g = 1,8 : 1,2 = 1,5$ .

Los papeles para copias se fabrican en un gran surtido de valores gama, de manera que normalmente se puede encontrar un papel que se preste al trabajo que se quiera realizar. Además el gama puede ser influenciado por el revelado, tanto por su duración como por el tipo de revelador que puede ser mas suave o mas duro.

Algunas empresas fabrican papeles con valor gama universal. Estos papeles tienen dos emulsiones: una que es exclusivamente sensible al azul y otra que es sensible al amarillo. Una de las emulsiones tiene un gradiente extremadamente suave, la otra lo tiene extremadamente duro. Según el filtro de color utilizado en el momento de exponer la ampliación (o según los tiempos de exposición a través de dos filtros diferentes) el resultado final será más suave o más duro.

Existe una posibilidad que permite obtener una copia sobre un material demasiado duro cuyos valores se mueven entre dos densidades determinadas: se trata de aplicar una exposición suplementaria con luz difusa sin el negativo (o sin el original). Esta exposición se suele llamar **exposición flash**. En el capítulo LA TRAMA veremos que esta exposición era imprescindible en la elaboración de reproducciones tramadas por los sistemas tradicionales. La luz regularmente distribuida de la exposición flash, que se puede aplicar antes o después de la exposición principal, influencia mucho más las zonas poco expuestas del material sensible que las otras, con lo que se puede conseguir una cierta compensación. Este hecho se entiende más fácilmente si se considera que la abscisa de nuestra representación gráfica de la curva de ennegrecimiento es logarítmica.

Si queremos calcular la exposición principal y la exposición flash (normalmente se determinan empíricamente) se puede proceder de la manera siguiente: primero se expone el material a través de una escala de grises (en vez del negativo). Llamemos  $P$  al tiempo de esta exposición experimental. Llamaremos  $t$  a la transparencia de la escala de grises que da el tono mínimo previsto para la copia y  $T$  la transparencia que corresponde al máximo tono de gris de la reproducción. Llamaremos  $n$  a la mínima transparencia del negativo que se trata de copiar y  $b$  a la

máxima. Ya que la luz efectiva es el producto de la exposición y de la transparencia, hallamos las ecuaciones siguientes, en las cuales E significa la exposición principal i F la exposición de flash.

$$P \cdot t = E \cdot n + F \cdot 1$$

$$P \cdot T = E \cdot b + F \cdot 1$$

E i F son dos incógnitas del sistema, para las cuales encontramos:

$$E = \frac{P \cdot (T - t)}{b - n}$$

$$F = \frac{P \cdot (t \cdot b - T \cdot n)}{b - n}$$

## *Reforzado i rebajado químico*

Si un material fotográfico relevado aparece demasiado claro o demasiado oscuro, se puede reforzar o rebajar químicamente. Estas operaciones pueden tener una enorme influencia sobre el gama de dicho material. Los baños de reforzado suelen tener la tendencia de aumentar el gama del material correspondiente, mientras que los baños de rebajado se pueden clasificar en tres categorías: los que no cambian el gama, los que lo aumentan y los que lo reducen.

Un componente importante de la cámara que contribuye a dosificar la luz es el **diafragma**. El diafragma es un orificio con diámetro variable en el centro óptico del objetivo de una cámara fotográfica. Normalmente su forma suele ser aproximadamente circular, pero para conseguir determinados efectos también se usan formas diferentes, por ejemplo en la confección de autotipias<sup>1</sup> con una trama de cristal. El diafragma sobretodo tiene dos efectos: la dosificación de la luz que atraviesa el objetivo y la **profundidad de campo**.

El número que caracteriza al diafragma es el cociente de la **distancia focal**<sup>2</sup> del objetivo y del diámetro del diafragma. La luminosidad del objetivo es el mínimo diafragma posible. La sucesión de diafragmas usuales en cámaras modernas<sup>3</sup> se forma al multiplicar reiteradamente el diafragma anterior por la raíz de 2, empezando con 1. Los números característicos de los diafragmas forman una sucesión geométrica que se suele aproximar de la manera siguiente:

<sup>1</sup> Imágenes tramadas para la impresión.

<sup>2</sup> Distancia entre el centro óptico del objetivo y el material sensible cuando el objetivo está enfocado a infinito.

<sup>3</sup> Antes de la Segunda Guerra Mundial se usaba mucho una sucesión de diafragmas diferente, basada en la raíz de 10 (aprox. 3,2), lo que daba la sucesión siguiente:  
1,1 1,6 2,2 **3,2** 4,5 6,3 9 12,5 18 25 36 50 71 100

1 1,4 2 2,8 4 5,6 8 11 16 22

El paso de un diafragma al próximo reduce la luz incidente por 2, ya que las superficies circulares son proporcionales al cuadrado de los diámetros.

Otro factor que influencia el tiempo de exposición de una imagen fotográfica es el factor de ampliación o de reducción. Este factor no tiene ninguna importancia en el campo de la fotografía paisajística, pero sí en el campo de la fotografía de reproducción. La fórmula que vamos a citar a continuación permite calcular la proporción entre el tiempo de exposición de una reproducción ampliada por el factor A y otra por el factor B. Una reducción por r se interpreta como una ampliación por el factor 1/r.

$$\text{exp}(A) : \text{exp}(B) = \left(\frac{1+A}{2}\right)^2 : \left(\frac{1+B}{2}\right)^2$$

En el caso especial de B = 1, resulta la fórmula:

$$\text{exp}(A) = \left(\frac{1+A}{2}\right)^2 \cdot \text{exp}(1)$$

## Los efectos fotográficos

En ciertos casos límites las emulsiones al gelatinobromuro de plata (las emulsiones fotográficas más estudiadas de la historia) tienen comportamientos atípicos que no se dejan explicar con las leyes de la sensitometría. Estos comportamientos anormales se llaman **efectos fotográficos**. A alguno de ellos todavía no se ha encontrado ninguna explicación científica. A continuación comentaremos brevemente algunos de los efectos fotográficos más importantes.

Cuando una zona intensamente expuesta de una emulsión fotográfica colinda con otra que ha sido poco expuesta, la primera gasta substancia reveladora de la segunda y además emite unas substancias que ralentizan el revelado y que han sido producidas por la propia reacción de revelado. El resultado es un ennegrecimiento reforzado del lado de la zona muy expuesta y un margen blanco que sigue esta zona. Este efecto despierta la sensación de un límite muy marcado. Este efecto que se manifiesta especialmente cuando el revelador no se mueve, se llama **efecto de Eberhard**.

El **efecto de Sabattier**, que a menudo se confunde con la solarización, consiste en una inversión parcial de los valores de gris de un material fotográfico, que había sido expuesto de manera normal, pero que luego durante un momento determinado del revelado se ha sometido a determinada cantidad de luz difusa.

La **solarización** es un efecto, que se caracteriza por la disminución de la densidad a partir de cierto grado de sobreexposición, correspondiente al punto Q de nuestro esquema. Así por ejemplo en la fotografía de una bombilla eléctrica nos puede aparecer el filamento más oscuro que su entorno.

El **efecto de Schwarzschild** es una desviación de la regla de reciprocidad según la cual se calcula la exposición multiplicando el tiempo de exposición con la intensidad luminosa. Pero gracias al efecto de *Schwarzschild* no se obtiene el mismo resultado con una exposición de un segundo como con 1000 exposiciones de una milésimo se segundo cada una.

El **efecto de Herschel** es el hecho que una imagen latente de una emulsión ortocromática (que es insensible a la luz roja) puede ser reducida por esta misma luz roja a la que es insensible.

Finalmente vamos a mencionar dos efectos que parecen contradecirse. En realidad no hay ninguna contradicción, ya que las intensidades de luz y los tiempos de exposición bajo los cuales se pueden observar los dos efectos, son muy diferentes.

El primero es el **efecto de Weinland**: si se da una breve exposición previa con luz difusa de gran intensidad a una emulsión fotográfica, la sensibilidad umbral (la sensibilidad a exposiciones muy débiles) del material aumenta. Este efecto también permite el corolario siguiente: Si una película ha sido expuesta con un tiempo extremadamente corto, se puede conseguir un aumento de sensibilidad con una exposición difusa posterior.

El **efecto de Clayden** consiste en el hecho de que el ennegrecimiento de una fotografía que se había obtenido con una exposición corta, pero intensa, puede ser *reducido* por una exposición posterior con luz difusa de poca intensidad.

Estos son sólo los más importantes de los efectos fotográficos.

## El positivo fotográfico

### *Copia a la sal*

La copia a la sal era uno de los primeros sistemas de positivado fotográfico y fue inventado en 1834 por el mismo *Fox Talbot*.

El papel se sumergía en agua salada, se secaba y luego se sensibilizaba en una solución de nitrato de plata. Ahora el papel contenía cloruro de plata y era sensible a la luz.

El papel así preparado se exponía a la luz solar a través de un negativo y se revelaba.

Finalmente se fijaba en hiposulfito de sosa u otro fijador, se enjuagaba y se secaba.

El procedimiento se empleó hasta aproximadamente 1860, cuando fue definitivamente relevado por la copia al albumen o albuminotipia que daba mejores resultados.

### *Albuminotipia*

Este sistema fue inventado en 1847 por *Claude Félix Abel Nièpce de Saint-Victor*. El procedimiento fue mejorado en 1850 por *Blanquart-Evrard*.

*Nièpce de Saint-Victor* hacía sus primeras albuminotipias sobre placas de vidrio. Más tarde la albuminotipia se usaba sobretodo para obtener positivos fotográficos sobre papel.

En el siglo XIX la albuminotipia era muy popular debido a su facilidad de aplicación. Entre 1850 y 1900 el papel a la albúmina se fabricaba industrialmente.

El procedimiento es el siguiente: se baten las claras de varios huevos conjuntamente con unas gotas de una solución de yoduro potásico concentrado. Se dejaba reposar y se filtraba. El papel se sumergía en esta solución durante unos minutos y luego se dejaba secar.

Este papel se sensibilizaba en una mezcla de nitrato de plata, de ácido acético y de agua. Al cabo de un tiempo el papel se secaba.

Una vez expuesto, el papel se revelaba en una solución de ácido gálico, se enjuagaba bien y finalmente se fijaba en una solución de tiosulfato de sodio. Finalmente el papel se enjuagaba y se secaba.

## *El Cliché-Verre*

A partir de 1853, los tres famosos representantes de la Escuela de Barbizon, *Camille Corot*, *Jean-François Millet* y *Charles-François Daubigny*, usaban la copia fotográfica de contacto para copiar obras dibujadas. El procedimiento se conoce bajo el nombre de **Cliché-Verre** y a veces también se llama **procedimiento de Grandguillaume**, **procedimiento de Dutilleux** o **procedimiento de Cuvelier** en honor a los artistas que habían inventado el procedimiento en 1850.

El dibujo se efectuaba con una punta sobre un cristal recubierto de una laca opaca o roja. A veces también se utilizaba una placa fotográfica ennegrecida totalmente. Por contacto se pueden hacer un número ilimitado de copias sobre papel fotográfico.

Se pueden ampliar las posibilidades del Cliché-Verre haciendo dos o más exposiciones, lo que genera dos o más tonos de gris. Para hacer esto, primero se dibujan las líneas que han de dar el tono más oscuro. Con un sistema que asegura el registro<sup>1</sup> exacto, todas las copias se insolan con un tiempo de exposición constante. Los papeles sensibles se guardan en una caja opaca, sin revelarlos. En el cliché se dibujan aquellas líneas que corresponden a un gris más claro de los futuros positivos. Manteniendo el registro exacto, los papeles sensibles se vuelven a exponer otra vez, normalmente con menos luz que la primera vez. Este procedimiento se puede repetir varias veces.

Las zonas que estaban transparentes en el momento de la primera exposición también dejarán penetrar la luz en las insolaciones siguientes. Adaptando los tiempos de insolación se pueden conseguir los tonos de gris deseados.

En analogía con el aguafuerte (ver el capítulo sobre la calcografía) un Cliché-Verre de varias insolaciones también puede partir de un negativo en el cual se van tapando zonas antes de cada nueva insolación.

Actualmente la gran mayoría de las copias fotográficas se efectúan sobre papel al bromuro de plata que se encuentra en el comercio en una gran diversidad de calidades, gradaciones, superficies y tonalidades. Estos materiales trabajan con el mismo principio que los materiales usuales para hacer los negativos: en una delgada capa de gelatina se hallan cristales de bromuro de plata. Las partículas influenciadas por el efecto de la luz reaccionan con el revelador y se forma plata metálica. Las moléculas de

---

<sup>1</sup> Por ejemplo con un perforador de registro, mediante la colocación de los materiales apoyados a tres clavos o similar.



bromuro de plata restantes se eliminan en el baño de fijación. Finalmente el enjuague final sirve para eliminar los restos de fijador y otros productos solubles al agua de la emulsión.

Estos papeles se procesan con facilidad y pueden ser sometidos a rebajados, reforzados, virados y otros tratamientos químicos.

No vamos a discutir aquí en detalle estas técnicas que se hallan descritas en miles de publicaciones. Vamos a limitarnos a comentar sistemas que suelen ser bastante menos conocidos por los aficionados a la fotografía.

Desde la primera época de la fotografía hasta el principio del siglo XX se usaban un gran número de sistemas diferentes para positivar las imágenes negativas y era corriente que los fotógrafos prepararan ellos mismos sus papeles. Además de los procedimientos corrientes existían unas técnicas más nobles, como por ejemplo la **platinotipia** o los **procedimientos al bicromato**.

A continuación explicaremos las más importantes de las técnicas al bicromato, las llamadas técnicas nobles, basadas en la acción de las sales bicromatadas sobre los coloides bajo la influencia de la luz. El entendimiento de estas técnicas facilitará el entendimiento de otras técnicas gráficas, sobretodo de la fototipia, de la fotolitografía indirecta, del heliograbado y del rotograbado tradicional.

## Los procedimientos al bicromato

A pesar de que los bicromatos de potasio o de amoníaco no presentan ninguna fotosensibilidad en su estado puro, originan reacciones fotoquímicas si se les mezcla con coloides, como por ejemplo goma arábica, cola de pescado o gelatina. En efecto, la luz provoca una aptitud momentánea del bicromato para reaccionar con el coloide, el cual se endurece y se vuelve menos soluble al agua a medida que se prolonga o se intensifica la exposición a la luz. Se dice que el bicromato curte la gelatina o el coloide.

Diferentes sistemas al bicromato, también llamados procedimientos nobles, eran bastante usuales a finales del siglo XIX y se consideraban muy artísticos. Varios de estos sistemas se han mantenido hasta nuestra época, a veces en formas modificadas o adaptadas y un sistema de impresión basado sobre el mismo principio que los procedimientos nobles, la fototipia, todavía hoy se usa en ciertas ocasiones para la confección de impresos de muy alta calidad. También están basadas sobre

el mismo principio una serie de sistemas para copiar fotolitos<sup>1</sup> sobre plancha de offset o para confeccionar clichés de zinc, pero no usan estos sistemas que nos interesan en este capítulo: sólo se limitan a sistemas que no permiten hacer reproducciones de tono continuo.

Fue *Mungo Ponton* quien usó por primera vez las sales bicromatadas en el campo de la fotografía, cuando descubrió que los papeles bañados en una solución de bicromato potásico cambiaban de color bajo la influencia de la luz. Dicen que *Mungo Ponton* en el mismo año utilizó sus observaciones para copiar dibujos a la pluma por contacto. Se fijaron las imágenes con un enjuagado extenso.

En 1852 *Talbot* descubrió la fotosensibilidad de la gelatina bicromatada y se dio cuenta que la gelatina bicromatada expuesta a la luz perdía su solubilidad en el agua y su capacidad de absorción.

En 1855 el químico francés *Alphonse Louis Poitevin* descubrió las bases del procedimiento al carbón y de la fototipia. Esta última fue perfeccionada alrededor de 1868 por *Albert*, que le dio prácticamente su forma actual.

## *El procedimiento al carbón*

El **procedimiento al carbón** es un sistema fotográfico que permite producir fotos inalterables a base de pigmentos como hollín o carbón en polvo. El sistema inventado por *Poitevin* en 1855 todavía no correspondía a la forma mejorada elaborada más adelante. *Poitevin* emulsionó un papel bien encolado con una mezcla de hollín y de gelatina bicromatada. Una vez seco el papel así preparado se insoló bajo un negativo de medio tono y a continuación se le reveló con agua, lo que hizo desprenderse la gelatina de las zonas poco expuestas, mientras que la gelatina de las zonas expuestas se habían endurecido tanto que se quedaba adherida sobre el papel de soporte. Así *Poitevin* obtenía de esta manera un positivo con bonitas sombras y luces blancas, pero sin medios tonos, de manera que no se trataba de una auténtica imagen de medio tono, sino de una fotografía de línea. Nuestro dibujo esquemático que representa el sistema mejorado nos ayudará a entender el motivo por la falta de los medios tonos: la gelatina bicromatada sólo se queda adherida sobre su soporte dónde la luz ha podido curtila hasta una profundidad suficiente, para que el agua del revelado no se pudiera filtrar por debajo de la capa insolada; las otras zonas se desprenden del soporte.

---

<sup>1</sup> Un fotolito es un negativo fotográfico transparente de alto contraste (sólo blancos y negros) para hacer copias por contacto sobre planchas de offset.



El primero que entendía esta circunstancia y que supo remediar el error era el francés *Adolphe Fargier*, quien creó el procedimiento siguiente en 1861: *Fargier* emulsionó una placa de vidrio con una capa de gelatina bicromatada teñida y la insolaba, de la misma manera como ya lo había hecho *Poitevin*. Antes del revelado recubrió la capa con un poco de colodión, que se secó para formar una delgada película. La placa se revelaba con agua caliente, con lo que el lado no insolado de la capa de gelatina se desprendía de la placa, mientras que el lado insolado quedaba adherido a la película de colodión, de manera que se conservaban también las capas delgadísimas. La imagen acabada de revelar se transfería con la gelatina hacía abajo sobre una hoja de papel. Luego el colodión se disolvía con éter. El resultado era una imagen de medio tono auténtica.

Según este mismo procedimiento el inglés creó en 1864 la fotografía al carbón con transferencia, que es la versión definitiva de este procedimiento. El papel empleado para hacer la copia, el **papel carbón** o papel pigmento, es un papel bien encolado sobre el que se vierte una delgada capa de gelatina teñida.

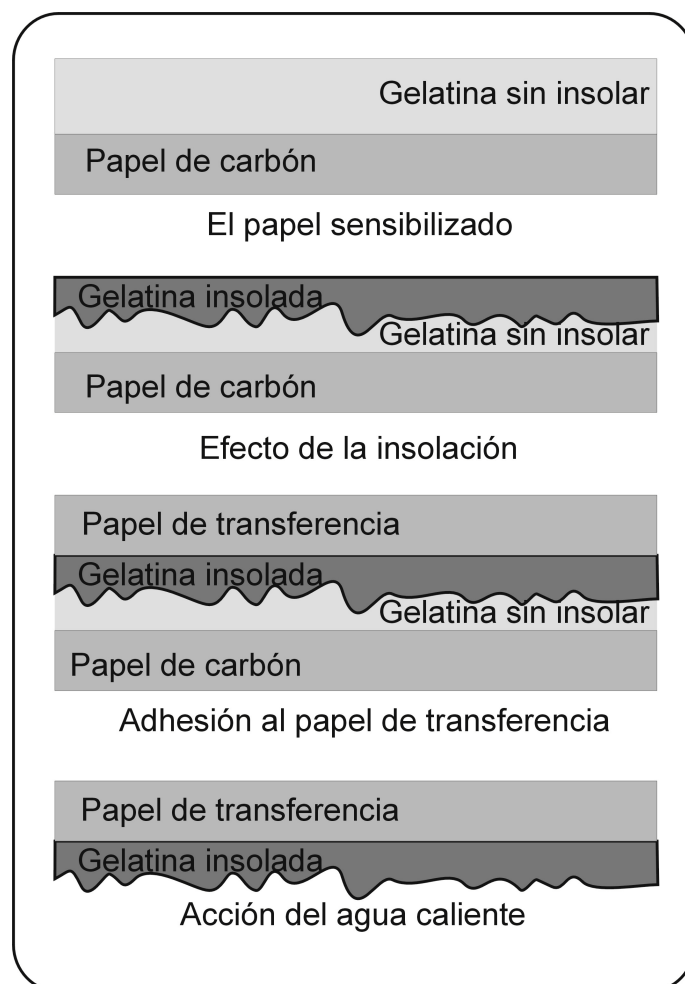
Para preparar el papel al pigmento hay que encolar el papel con gelatina dura, que hay que endurecer todavía más después del secado, por ejemplo con una solución de formol. Sobre esta base se vierte la gelatina teñida, que puede tener una composición parecida a esta:

	1 l	agua
	70 g	de gelatina blanca dura
1 a	3 g	hollín
40 a	50 g	azúcar
	15 g	amoníaco

La capa de gelatina regularmente distribuida y seca tiene que sensibilizarse en una solución de bicromato potásico con una concentración de 1 a 5 % a la cual se han añadido algunas gotas de amoníaco. El papel pigmento bañado en esta solución se estruja con la gelatina hacía abajo con un rodillo de goma sobre una placa de vidrio, para liberarlo de cualquier gota de líquido y a continuación se cuelga en un sitio oscuro para que se seque. A partir de ahora el papel pigmento es sensible a la luz y sólo debe ser manejado con luz roja o amarilla inactínica. La insolación del papel pigmento seco en contacto con un negativo de medio tono se efectúa bajo la luz solar o mejor, bajo una lámpara de luz ultravioleta que hace el tiempo de insolación independiente de las circunstancias meteorológicas.

Después de la insolación se pone el papel en una bandeja con agua fría para empezar a reblandecer la gelatina. El **papel de transferencia** o de transporte que es el soporte definitivo de la imagen en el caso de la

transferencia simple y sólo es un soporte provisional en el caso de la doble transposición, se pone en contacto con la imagen en la misma bandeja y se estrujan ambos papeles para evitar burbujas de aire.



El procedimiento al carbón

El papel para la transferencia simple está previsto en su superficie de una capa de gelatina dura, sobre la que la gelatina biocromatada queda adherida definitivamente. Después de adherirse bajo la presión del rodillo, ambos papeles se cuelgan para secar durante cosa de una hora. Luego se ponen en una bandeja con agua caliente (de 30 a 40 °C) donde se dejan separar al cabo de poco tiempo. Ahora la capa de gelatina está adherida al papel de transferencia y hay que revelarla durante aproximadamente 20 minutos en agua cada vez más caliente (hasta unos 60 °C). Durante este tiempo todas las partes de gelatina no insoladas se van disolviendo, y al contrario del primer procedimiento de *Poitevin*, exclusivamente estas. El resultado es un relieve de gelatina teñida, cuyo espesor en cada zona está en proporción con la exposición a la luz durante

la insolación. Ya que la gelatina está teñida, se ha formado un positivo fotográfico (negativo del negativo) cuyos valores tonales recorren sin escalones todas las densidades entre el negro intenso (a condición que la gelatina contenga suficiente pigmento) y el blanco puro. Se trata pues de una auténtica imagen de medio tono (o de tono continuo).

En nuestro esquema se puede apreciar por qué el agua provoca un desprendimiento total del papel carbón del relieve de gelatina, mientras que el relieve se queda adherido sobre la superficie del papel de transferencia. El tiempo de exposición está calculado de tal manera que incluso en las partes más claras del negativo la cantidad de luz que penetra la capa de gelatina bicromatada, no basta para endurecerla hasta el nivel del papel. Hay que considerar que el efecto de la luz queda amortiguado a medida que esta penetra en las profundidades de la capa de gelatina, ya que su pigmento la va absorbiendo. De otra parte entre la capa gelatinosa del papel de pigmento y la superficie del papel de transferencia no hay ninguna capa de gelatina bicromatada sin insolar.

Después del revelado se recomienda curtir definitivamente la capa en una solución de formol al 2 %.

El procedimiento al carbón actualmente ha quedado prácticamente en el olvido como sistema de expresión artística. Pero su técnica todavía encuentra su aplicación en la elaboración de formas serigráficas y de cilindros de rotograbado. De paso sea mencionado, que la primera fotografía de color de la historia (*Ducos du Hauron*, 1869) se obtuvo por la sobreimpresión de 3 fotografías al pigmento en exacto registro.

## *El procedimiento a la goma*

El **procedimiento a la goma** es un sistema basado sobre el mismo principio que la fotografía al carbón, pero sin necesidad de transferencia. Este procedimiento fue elaborado en 1858 por *Pouncy*. Después el procedimiento cayó en el olvido hasta que en 1894 fue mejorado por *Robert Demachy*. El procedimiento a la goma se distingue del procedimiento al pigmento descrito más arriba esencialmente en los puntos siguientes:

- \* Se substituye la gelatina por goma arábica.
- \* La capa es extremadamente delgada.
- \* No tiene lugar ninguna transferencia.

La delgadísima capa impide la formación de imágenes muy contrastadas, pero precisamente la solución a este problema se convertiría en una

de las más importantes características del procedimiento: aproximadamente a partir de 1895 las imágenes se hacían con varias capas superpuestas en registro exacto.

Típicamente se imprimían 3 capas, la de las **luces**, la de **los tonos intermedios** y la de las **sombras**. Para la primera capa se usaba el tiempo de exposición más largo y el colorante más claro, para la última, el colorante más oscuro y el tiempo de exposición más corto. Variando los tiempos de exposición, los colorantes y su concentración en las diferentes capas se puede dominar toda la distribución tonal de la imagen. Se dice que el procedimiento a la goma multicapas es un sistema de **separación tonal**. Por analogía a una técnica manual bien conocida se podrían denominar como camafeos<sup>1</sup> fotográficos a los sistemas fotográficos de separación tonal.

El papel escogido para el procedimiento a la goma primero tiene que ser muy bien encolado a fin de evitar la penetración de la goma bicromatada en sus poros. Para evitar esto se baña el papel en una solución de gelatina al 2 o al 3 %.

La solución de goma arábica fotosensible se prepara de la manera siguiente: en 100 centímetros cúbicos de agua se disuelven de 30 a 40 g de goma arábica (esto puede durar varios días). Se recomienda añadir unas gotas de ácido carbólico para evitar la fermentación de la solución. En otro frasco se prepara una solución de bicromato de potasio al 10 %, a la cual se añaden unas gotas de amoníaco. Inmediatamente antes de emulsionar el papel se mezclan una parte de solución de goma con dos partes de solución de bicromato y la cantidad necesaria de colorante. Esta solución fotosensible ahora se aplica con un pincel sobre la superficie del papel. Cuando el papel esta seco se le insola bajo una luz ultravioleta, o a la luz solar, respetando el registro perfecto. El papel insolado debe ser revelado enseguida, ya que la reacción desencadenada por la luz tiende a continuar en la oscuridad, como es típico para todos los procedimientos al bicromato.

La copia a la goma se revela con agua de entre 18 y 20 °C durante 5 a 15 minutos. Luego la copia se pone a secar. Una vez seco, el papel puede ser preparado con la próxima capa fotosensible. Después de la última copia, el papel se pone en una solución de 50  $cm^3$  de bisulfito sódico en 1 litro de agua, para eliminar los restos de cromo y el tono amarillento de la imagen. Luego se enjuaga bien la imagen y se la seca.

---

<sup>1</sup> En orfebrería se llama camafeo una figura tallada en una piedra que tiene dos capas de color diferente.

## La carbrotipia

Ni el procedimiento al carbón ni el procedimiento a la goma bicromatada permiten la ampliación directa desde el negativo original, ya que los tiempos de exposición serían demasiado largos. Al principio del siglo XX se elaboraron sistemas para superar esta limitación que permitían obtener copias de pigmento directamente a partir de una ampliación sobre papel de bromuro de plata. La **carbrotipia** fue inventada en 1905 por *Manly*, quién llamó **ozobromía** a esta técnica. En 1919 el invento fue mejorado por *Farmer*, quien llamó **carbrotipia**<sup>1</sup> al procedimiento mejorado.

Aquí la matriz es una ampliación sobre papel al bromuro de plata y la transferencia se hace químicamente, sin intervención de la luz. La ampliación tiene que ser bien fijada y enjuagada generosamente. Después del secado se endurece la copia sumergiéndola 10 minutos en una solución de formol al 5 %. Luego se vuelve a enjuagar y a secar la ampliación. El papel carbón se sumerge unos 3 minutos en el baño siguiente, que sólo sirve una sola vez:

<i>Agua</i>	1000	cm <sup>3</sup>
<i>Bicromato de potasio</i>	15	g
<i>Ferricianuro de potasio</i>	15	g
<i>Bromuro potásico</i>	15	g

Luego el papel se mete enseguida al baño siguiente durante 20 o 30 segundos, sin ningún baño intermedio:

<i>Agua</i>	1000	cm <sup>3</sup>
<i>Aciso acético</i>	2	cm <sup>3</sup>
<i>Acido clorgídrico</i>	2	cm <sup>3</sup>
<i>Formol</i>	10	cm <sup>3</sup>

La copia al bromuro de plata que mientras tanto ha estado esperando en un baño de agua, se coloca con la imagen hacía arriba sobre una placa de vidrio. Encima se pone el papel carbón, capa contra capa, y se comprime el todo con un rodillo de goma. Luego los papeles se dejan secar durante 20 o 30 minutos. Durante este tiempo la imagen de plata de la emulsión al bromuro de plata se va rebajando por el ferricianuro de potasio y el cromo hexavalente de la capa de pigmento se convierte en cromo trivalente, el cual curte la gelatina, de tal manera que ahora la

---

<sup>1</sup> De **CAR**bon y **BRO**mo.

gelatina en cada zona queda curtida en proporción al ennegrecimiento de la zona de la imagen de plata que le corresponde. Después de aquel tiempo de contacto ambos papeles se sumergen en agua fría hasta que se separen. En seguida se mete un papel de transferencia mojado con anterioridad encima del papel carbón. La transferencia y el revelado se efectúan de la misma manera como en el caso de una copia de pigmento ordinaria.

La ampliación al bromuro de plata puede servir para hacer unas cuantas carbrotipias más. Para ello hay que enjuagar bien la ampliación y volver a revelarla a la luz del día. Después de un enjuagado generoso se puede hacer otra carbrotipia.

## *La oleotipia*

Este procedimiento noble fue inventado en 1855 por Poitevin. La oleotipia y los sistemas parecidos forman un puente entre la fotografía y la imprenta. Como la litografía y la fototipia, esta técnica se fundamenta en la incompatibilidad del agua y del aceite.

El papel tiene que estar recubierto de una capa de gelatina que se obtiene bañándolo en una solución de gelatina al 6 %. Luego el papel se cuelga hasta que se seque. La gelatina se sensibiliza en una solución de dos partes de alcohol etílico y una parte de una solución de bicromato amónico al 6 %. El bicromato de potasio no sirve en este caso, ya que es incompatible con el alcohol. Esta solución se aplica con un trozo de algodón encima de la gelatina en un cuarto iluminado con luz amarilla inactiva. Luego el papel se insola bajo un negativo de medio tono y se revela en agua fría durante una hora, hasta la desaparición completa de la imagen amarillenta de cromo. Antes de aplicar el colorante, la copia se sumerge unos 10 minutos en agua un poco más caliente, de 25 a 30 °C, pero sin superar esta temperatura, ya que no se pretende provocar un desprendimiento de la capa de gelatina, sólo una hinchazón de la misma. Luego la superficie de la copia se limpia con un trapo, sin dejar arañazos ni hilitos sueltos.

La superficie muestra un relieve marcado, formado por las zonas claras hinchadas y las oscuras curtidas. Este relieve resalta cuando se aplica la pintura grasa con un pincel. Las partes claras rechazan la pintura grasa, mientras que las partes insoladas la aceptan mejor cuando más grande era la cantidad de luz que se había hecho efectiva durante la insolación.

Este procedimiento deja una gran libertad al fotógrafo, ya que puede insistir más o menos con el pincel según el efecto deseado. Incluso se



pueden aplicar diferentes colorantes en una misma copia. Si el resultado no es satisfactorio, se puede eliminar la pintura grasa con un disolvente adecuado. Durante el entintado conviene no dejar secar demasiado la gelatina, ya que empezaría a aceptar colorante en las zonas claras.

## *La oleobromía*

La oleobromía es una combinación de la oleotipia con la ozobromía la cual permite producir oleotipias de gran tamaño sin necesidad de elaborar un negativo del mismo tamaño. Este sistema fue elaborado en 1907 por *Welborne Piper*.

El papel al bromuro de plata que se va a usar para hacer la oleobromía tiene que tener una capa de gelatina gruesa, no demasiado dura. Se revela con un revelador que no curte la capa, como *Metol-Hidroquinona*, o *Rodinal*. La ampliación tiene que ser fijada y enjuagada abundantemente y finalmente tratada en un baño de la composición siguiente durante unos cinco minutos:

<i>Agua</i>	1000	cm <sup>3</sup>
<i>Sal común</i>	85	g
<i>Sulfato de cobre</i>	85	g
<i>Bicromato de Potasio</i>	15	g
<i>Ácido clorhídrico</i>	11	cm <sup>3</sup>

La copia, cuya imagen de plata ha sido substituida por una tenue imagen de bromuro de plata, tiene que ser enjuagada generosamente, luego fijada (el baño de fijador tiene que ser nuevo) y otra vez enjuagado. Después del sacado se baña el papel en agua templada de 25 a 30 °C, según la profundidad de relieve que se desee. La copia fregada ya está lista para ser entintada, igual que en el caso de la oleotipia.

## *La oleotipia y la oleobromía indirecta*

En 1909 *Hewitt* inventó la oleobromía indirecta, una forma manual de la fototipia (ver el capítulo "LA FOTOTIPIA"). La oleobromía indirecta es la transferencia de la capa de pintura aplicada en la superficie de una oleobromía sobre un nuevo soporte mediante una prensa de rodillos. La oleotipia indirecta es el procedimiento análogo derivado de la oleotipia. Como en el caso del procedimiento a la goma, también aquí se suelen imprimir dos o tres capas de pintura, una encima de la otra, respetando

escrupulosamente el registro, lo que todavía aumenta la libertad que concede la oleotipia.

## *La pinatipia*

La **pinatipia** es un procedimiento que fue muy importante al principio del siglo XX para obtener copias fotográficas de color sobre papel o sobre material para diapositivas. Todavía hoy se utilizan procedimientos derivados de la pinatipia, como por ejemplo el **Dye-Transfer** de la empresa *Kodak*, con el que se pueden hacer copias de color a partir de separaciones o el famoso sistema **Technicolor** que todavía se usa a veces para hacer las copias de las películas cinematográficas comerciales.

El físico y poeta francés *Charles Cros* creó en 1881 su hidrotipia que sería el fundamento de la pinatipia. *Léon Didier* y Ernst König mejoraron la hidrotipia, le cambiaron el nombre por el de pinatipia y sobre todo tuvieron el mérito de encontrar los colorantes apropiados.

El principio de la pinatipia es el siguiente: una placa de vidrio recubierta de una capa de gelatina blanda se sensibiliza a la luz en una solución de bicromato de potasio al 2 % y se la insola bajo de un positivo de medio tono (diapositiva). Después de un enjuagado exhaustivo que elimina todos los restos de cromo, la placa se pone en una solución de colorante para pinatipia. La gelatina no expuesta a la luz absorbe rápidamente el colorante, mientras que las partes insoladas y curtidadas aceptan más o menos colorante, según su grado de exposición, de manera que se obtiene una imagen de medio tono. Después de un corto enjuague se pone la placa en contacto con la capa de gelatina no fotosensible del papel de transferencia que absorbe el colorante de la placa sensibilizada. La placa sensibilizada sirve de matriz a partir de la cual se pueden obtener un gran número de copias. El papel de transferencia puede recibir sucesivamente el colorante de diferentes matrices, como por ejemplo de 3 separaciones de color tratadas con 3 colorantes apropiados.

Los colorantes usados para la pinatipia tienen que cumplir unas exigencias muy determinadas. En su libro '*Die Farbenphotographie*'<sup>1</sup> *E. König* menciona las siguientes condiciones exigibles a los colorantes de la pinatipia:

- 1 *Tienen que ser solubles en agua fría.*
- 2 *Tienen que teñir intensamente la gelatina blanda, sin curtir, pero no deben teñir en absoluto la gelatina curtida al máximo.*

---

<sup>1</sup> La fotografía de los colores.

- 3 *No deben dejarse disolver por el agua del enjuague.*
- 4 *Tienen que dejarse absorber rápidamente por la capa de gelatina blanda del papel de transferencia en contacto con la capa coloreada.*
- 5 *La nitidez del dibujo tiene que conservarse durante el secado de las imágenes y no debe disminuir durante un enjuague prolongado.*
- 6 *Los colorantes tienen que ser inalterables a la luz.*

## La Woodburytipia

Vamos a describir aquí brevemente un sistema que es difícil de clasificar, gracias a sus características peculiares. Ya que se trata de un procedimiento basado sobre la gelatina bicromatada, lo ponemos aquí, a continuación de los procedimientos nobles.

Alrededor de 1864 *Walter Bentley Woodbury* patentó este curioso sistema, que solo fue utilizado esporádicamente durante los próximos 20 años. El procedimiento se realiza en los pasos siguientes:

Una placa se recubre generosamente con una capa de gelatina bicromatada y pigmentada. Esta capa se expone a la luz a través de un negativo fotográfico. Después de lavar la gelatina con agua obtenemos un relieve donde las capas más espesas corresponden a las partes más oscuras del original. Una vez seca la gelatina, se pone una plancha de plomo<sup>1</sup> encima de ella y se la somete a una alta presión en una prensa especialmente diseñada. La presión hace aparecer un relieve en la superficie del plomo, cuyas profundidades son proporcionales a la tonalidad del original.

Se vierte gelatina pigmentada en el hueco de la placa de plomo y se aprieta una hoja de papel encima de la placa. Después de fraguar la gelatina, se podía separar el papel del molde y aparecía una reproducción de excelente calidad que apenas se podía distinguir de una fotografía original.

Ahora el molde de plomo estaba libre para hacer otra copia.

Las dificultades y la lentitud del proceso perjudicaron mucho a este procedimiento.

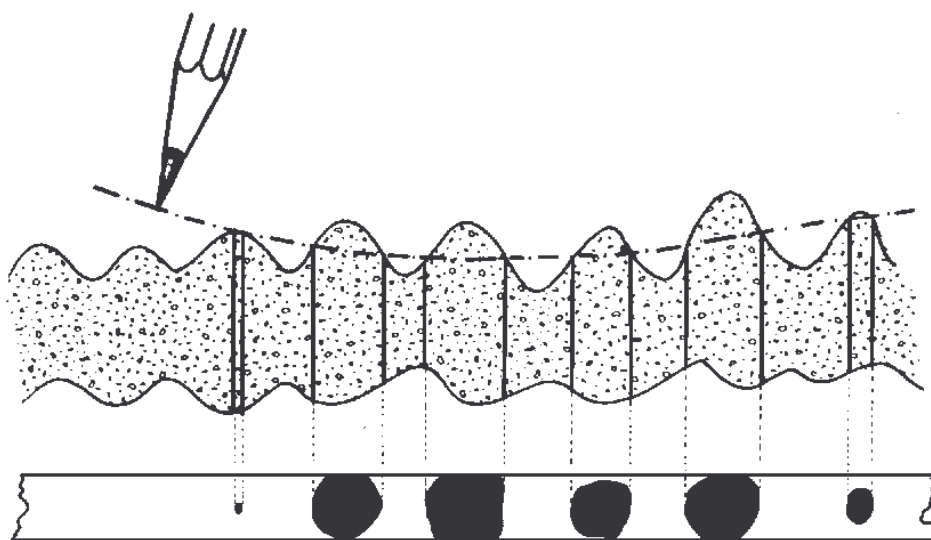
---

<sup>1</sup> Más adelante el plomo fue substituido por estaño.

# La trama

En este libro la palabra **trama** tendrá un significado un poco más general de lo que es usual en la literatura sobre artes gráficas, por la simple razón de que no he encontrado ninguna expresión que describiera mejor el concepto del cual quiero hablar aquí.

En tipografía, como en la mayoría de los sistemas de impresión tradicionales (excepciones: calcografía, fototipia) en una sola pasada por la prensa no se pueden depositar capas de tinta de grosor diferente, así que para estos sistemas de impresión la reproducción de originales de medio tono sólo se puede solucionar de dos maneras: podemos sobreimprimir diferentes formas correspondientes a las diferentes tintas del original (camafeo) o podemos estructurar la forma única de tal manera que la impresión de una sola tinta simule diferentes tonos de gris si se contempla el impreso desde una distancia suficiente que nos impida ver los elementos de la estructura. Es a una estructura de estas características que nos referiremos a continuación cuando hablemos de una trama.



Formación de una trama en un dibujo al lápiz

El grabador xilográfico a contrafibra crea una trama manual, cruzando líneas (blancas) de diferente anchura con otras líneas blancas bajo

diferentes ángulos. El grabador calcográfico al buril crea una trama similar a base de líneas negras, a pesar de la posibilidad de la calcografía de transferir gruesos de tinta variables. El aguafortista (ver el capítulo sobre LA CALCOGRAFÍA) dispone de una trama muy especial que constituye el grano de resinas del sistema al aguatinta, con el cual no sólo se puede controlar la superficie de la plancha sino también la profundidad de mordido en las diferentes zonas, de tal manera que en el resultado final los diferentes granos imprimen varios gruesos de tinta diferentes. El litógrafo (ver el capítulo sobre LA LITOGRAFÍA) también usa una estructura tramada similar a la del aguatinta, el grano del **crachis** o **estarcido**, aplicado sobre la piedra mediante un cepillo y un colador con tinta litográfica. El litógrafo y el dibujante a lápiz pueden aprovechar el grano de su soporte de dibujo (piedra granulada, papel) para obtener una trama que contiene granos de tamaño variable, según la presión que se ha ejercido sobre el lápiz. Cuando, dibujando sobre un papel granulado, la presión ejercida sobre la punta del lápiz aumenta, podemos observar dos efectos: La superficie del papel arranca más grafito a la mina y la superficie del papel cubierta de grafito aumenta, ya que la mina penetra en zonas más profundas del papel. Este es el sentido del dibujo esquemático.

Los procedimientos manuales tienen un valor artístico y artesanal que las técnicas industriales más perfeccionadas nunca podrán igualar. De otra parte los procedimientos industriales trabajan de una manera más segura, más rápida y con una objetividad nunca equiparable a un sistema manual. Muy pronto en el curso de la historia se inventaron sistemas fotomecánicos para reproducir ilustraciones que permitieron substituir los sistemas manuales como el dibujo manual directamente sobre la piedra, la calcografía manual o la xilografía. Al principio se intentaba obtener una traducción de los valores tonales en una trama blanca y negra partiendo de estructuras naturales, como papel, tela, etc. Más adelante las estructuras para el tramado fotomecánico, las tramas, se elaboraban mecánicamente. La técnica que permite traducir un original de tono continuo (o de medio tono) en una estructura blanca y negra que simula los tonos de gris originales se llama **autotipia**.

En el campo de las artes gráficas se distingue entre tres tipos de originales fotográficos: La fotografía de **medio tono** (o de **tono continuo**), la fotografía de **línea** y la fotografía **tramada**. Las películas al gelatinobromuro de plata correspondientes tienen los sufijos correspondientes. La fotografía de tono continuo trabaja con materiales del tipo **tone** (por ejemplo *Gevatone*), el único tipo que permite reproducir medios tonos auténticos que pueden pasar por todos los matices entre un blanco puro y el negro más intenso, igual que en la fotografía tradicional o

artística, la cual pertenece exclusivamente al dominio de la fotografía de medios tonos. La fotografía de líneas da reproducciones sin tonos de gris, exclusivamente con zonas blancas y zonas negras. Los materiales ultra duros que se empleaban en este campo (antes de la era digital) se caracterizaban por el sufijo **line** o **lith** (por ejemplo *Kodalith*). Los materiales "lith" son más contrastados que los "line".

La autotipia o fotografía tramada tiene la micro estructura de una fotografía de línea (si uno contempla los puntos de trama individuales), pero el observador tiene la sensación de contemplar una auténtica fotografía de medios tonos, gracias a sus elementos tramados de tamaño variable.


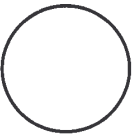
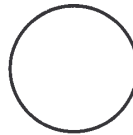
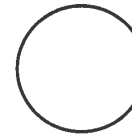
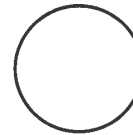


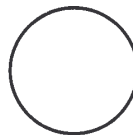
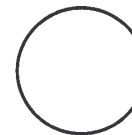
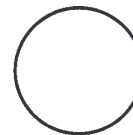



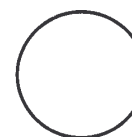
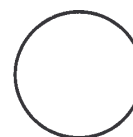




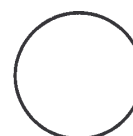
Todos los sistemas autotípicos clásicos (los de antes de la era digital) se basan en el hecho de que los materiales ultra duros de tipo "lith" tienden a reproducir la mayoría de los tonos grises o bien como negro, o bien como blanco, gracias a su curva característica extremadamente empinada, en la cual incluso un pequeño aumento de exposición puede ser decisivo para convertir una zona blanca en otra perfectamente negra. Para aumentar la dureza de los materiales hay diferentes posibilidades, sobre todo el uso de un revelador duro, la combinación de rebajado y reforzado o la copia reiterada sobre material extremadamente duro. Los materiales más recomendados eran los de tipo "lith".

Los primeros intentos en el campo de la autotipia ya fueron emprendidos en 1852 por Talbot, quien exponía materiales fotográficos a través de una gasa negra. Algunas fuentes mencionan los intentos parcialmente exitosos de *M. Berchtholds* en 1857, de *Egloffstein* alrededor de 1865 o de *Max Jaffé*. Estos sistemas no eran esencialmente diferentes de la solución definitiva establecida en 1882 por *Georg Meisenbach*. Otros inventores emprendieron caminos totalmente diferentes en su búsqueda del tramado de los medios tonos, y en algún caso parece que obtuvieron cierto éxito. Estas aproximaciones a la autotipia desaparecieron casi íntegramente cuando se introdujo el sistema de *Meisenbach*, debido a las grandes dificultades técnicas inherentes como a su éxito limitado.

*Meisenbach* patentó su primer sistema en 1882. Meisenbach fotografiaba una diapositiva de medio tono en tres pasos sobre material fotográfico extremadamente duro. Después de la primera exposición se intercalaba una **trama negra** (estructura negra sobre soporte transparente) entre la diapositiva y el material sensible, respetando el registro entre ambos. Normalmente se usaba una trama de líneas. Después de la segunda exposición la trama se giraba de determinado ángulo y se hacía la tercera exposición. La segunda y la tercera exposición normalmente se efectuaban con tiempos diferentes.



El negativo resultante estaba hecho de superficies blancas, puntos, líneas y líneas cruzadas. Este se copiaba sobre placas de cincotipia para obtener un cliché tipográfico mediante la acción de los ácidos, como si de un cliché de líneas se tratara.

Autotipia según el primer procedimiento de Meisenbach		Tonos del original				
		I	II	III	IV	
Efecto de las diferentes exposiciones sobre el negativo	A					
	A, B					
	A, B, C					
	A, B, D					
A) Exposición sin trama B) Exposición con trama C) Exposición con trama girada, exposición igual que B D) Exposición con trama girada, exposición superior a B						

#### Las estructuras del sistema autotípico discreto

La tabla muestra las estructuras que se pueden obtener en el negativo con este primer sistema de Meisenbach, que llamaremos aquí el **sistema discreto**, ya que sólo se obtiene un número natural de tonos aparentes. En nuestro ejemplo partimos de 3 exposiciones, la primera sin trama (A), las otras dos con una trama (B y C, respectivamente B y D) que se ha girado de 90° entre las dos exposiciones. Se distinguen los dos casos en los cuales ambas exposiciones tienen la misma longitud (caso A, B, C) y en los cuales los tiempos de exposición son diferentes (caso A, B, D). En este primer sistema de *Meisenbach* los elementos estructurales (superficies negras, líneas cruzadas, etc.) esquematizados en la tabla se forman de la manera siguiente: Hay que escoger la primera exposición de tal forma que todos los tonos claros hasta un tono determinado (primera zona de la tabla) aparecerán negros en el negativo.

Los tonos de gris inmediatamente siguientes (la zona II de nuestro esquema) son demasiado oscuros para ennegrecer al material sensible con esta primera exposición. Pero conjuntamente con la segunda exposición (la primera que se efectúa a través de la trama) las zonas con estos tonos que además corresponden a las zonas blancas de la trama reciben una cantidad de luz suficiente para ser ennegrecidos más adelante, durante el revelado del negativo. Esto explica la formación de 3 valores tonales aparentes, el negro, el tramado lineal y el blanco, en el caso de sólo dos exposiciones.

El tramado con 3 exposiciones (sin trama, con trama y con trama girada) acepta dos casos: en el primero, la última exposición es de igual duración que la penúltima ( $C = B$ ); en el segundo, la última es más larga que la penúltima ( $D > B$ ). El primer grupo de grises I de la tabla en ambos casos se traducirá por el negro en el negativo.

En ambos casos los tonos de la primera zona de la tabla (zona I) se traducirán por el negro en el negativo. Los tonos de la zona II se traducirán por una estructura de líneas cruzadas, ya que después de la tercera insolación también se van a ennegrecer las áreas correspondientes a las líneas claras en la segunda posición de la trama.

Si la tercera exposición es de la misma duración que la segunda, en la zona III sólo se obtendrá un ennegrecimiento en las áreas del negativo que han sido expuestas ambas veces bajo un área transparente de la trama, en los cruces de las líneas blancas de ambas posiciones de la trama. Dependiendo de la transparencia de la zona IV, esta se traducirá en el negativo como zona blanca o punteada. En el caso de las insolaciones de igual duración obtendremos pues un total de 4 estructuras en el negativo: negro, líneas cruzadas, punteado y blanco.

Se puede obtener una estructura más, y con ella una tonalidad aparente suplementaria, si la tercera insolación D se hace más larga que la segunda. Las primeras dos zonas tonales del original se reproducirán idénticamente que en el caso anterior. En la zona III se van a formar líneas y a la zona IV le corresponderán los puntos, de manera que ahora obtendremos 5 estructuras diferentes y con ellas 5 tonalidades aparentes.

Variando los tiempos de exposición la disposición de las 5 zonas tonales se puede ajustar a favor de las luces o de las sombras. El efecto también depende de la trama negra usada. En principio el primer procedimiento de Meisenbach es un sistema de separación de tonos, ya que se obtienen un número determinado de intensidades tonales (aparentes). Para la obtención de ciertos efectos especiales este sistema todavía se usa esporádicamente, especialmente en el campo de la publicidad.

Meisenbach pronto consiguió superar la limitación a un número determinado de valores tonales y obtenía autotipias que daban la sensación de auténticas reproducciones de medio tono.

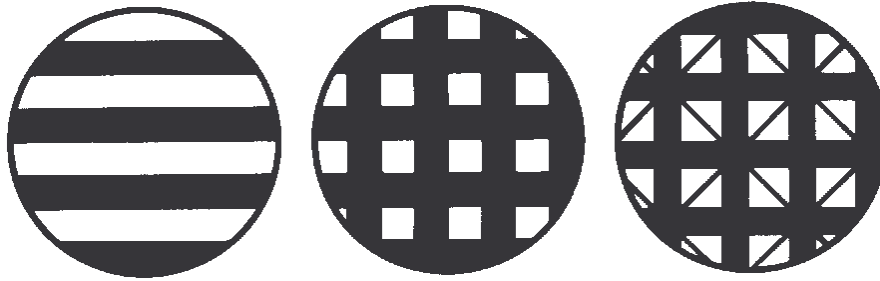
De entrada no importa si la trama negra se pone en contacto con la diapositiva o con el material sensible. La segunda disposición también permite tramar originales opacos usando una cámara. Pronto Meisenbach observó que manteniendo una pequeña distancia entre la trama y la placa sensible (¡lo que era imprescindible usando placas al colodión húmedo!) la expansión de los puntos y de las líneas variaban según la exposición en cada área, de manera que se forma una estructura sin escalones. En cada caso se puede hallar una distancia óptima entre la trama y la placa sensible, la cual depende de la distancia entre el material sensible y el diafragma y de la finura de la trama. Las **tramas de cristal** todavía eran usuales en muchos talleres de fotograbado de la segunda mitad del siglo XX.

Mientras que las primeras tramas de *Meisenbach* eran negativos fotográficos obtenidos a partir de estructuras lineales dibujadas sobre papel, alrededor de 1886 *Ives* y los hermanos *Levy* inventaron un procedimiento para grabar las tramas directamente sobre placas de vidrio. Las placas de vidrio de alta calidad destinadas a la grabación se recubrieron de una delgada capa de un material resistente al ácido. Una máquina grababa las líneas en esta capa. A continuación la placa de vidrio se sometía a la acción del ácido fluorhídrico, una de las pocas sustancias que pueden grabar el cristal. Luego se quitaba la reserva con disolventes. Una vez la placa seca, los surcos se rellenaban con una tinta negra, como si de una calcografía se tratara (ver el capítulo sobre LA CALCOGRAFÍA). Ya que las tramas fabricadas de esta manera eran extremadamente caras, muchos talleres de fotograbado trabajaban con una copia fotográfica de una trama original de *Levy*. Para obtener una autotipia de puntos se hicieron dos exposiciones, girando la trama de 90° (a veces se usaban otros ángulos) entre las dos exposiciones. Si las dos exposiciones tenían el mismo tiempo, no se observaba ninguna tendencia en una dirección determinada. En caso contrario daba puntos más unidos entre sí en una dirección determinada que en la otra. Las versiones f y g de nuestra ilustración de la margarita más abajo demuestran esta diferencia.

Más adelante se solían unir dos tramas de cristal capa contra capa bajo un ángulo de 90°, lo que permitía poder hacer una autotipia con una exposición única. Aproximadamente a partir de 1890 la casa *Levy* producía diferentes tipos de tramas especiales.

La figura reproduce las estructuras de una trama lineal, de una trama de puntos y de una trama especial de *Levy* de la época de 1890.

¿Cómo se explica el hecho de que detrás de una trama de cristal los diferentes tonos de gris se reproduzcan como puntos de tamaño variable?



Estructuras de tramas

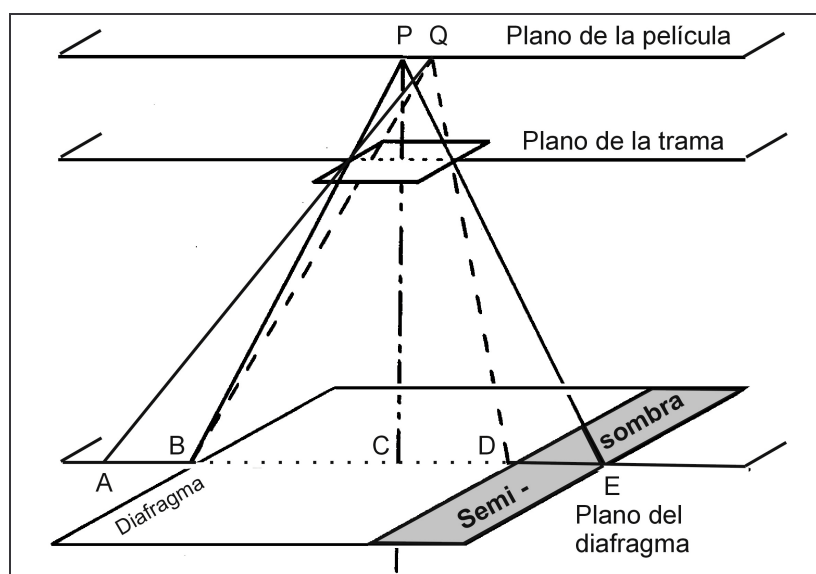
Una condición para ello es que la reproducción se haga sobre material ultra duro que no produzca tonos de gris, sino exclusivamente blancos y negros. El límite entre el blanco y el negro está determinado por la exposición y el revelado. Podemos observar, que sobre el material fotográfico detrás de cada abertura (o ventanita) de la trama, el punto luminoso consiste en zonas de iluminación variable, de manera que la intensidad de luz disminuye desde el centro hacía afuera.

Hay sobre todo dos efectos superpuestos que determinan la distribución de la luz detrás de una ventanita de la trama: el primer efecto tiene una explicación puramente geométrica (se habla de la **teoría de la semi-sombra**) que está representada esquemáticamente en la figura con el título 'Teoría de la semi-sombra'. El segundo efecto es físico y es una consecuencia de la difracción de la luz. Con las tramas bastas (pocas líneas por cm o por pulgada) el efecto de la difracción es relativamente pequeño, ver inapreciable, mientras que va ganando en importancia a medida que las lineaturas de las tramas aumentan. Otros efectos, como la reflexión de la luz en la superficie del material sensible o la difusión dentro de la emulsión evidentemente también tienen su influencia sobre la formación del punto de trama.

La ilustración 'Teoría de la semi-sombra' representa esquemáticamente la situación del diafragma, de la trama y del material sensible. Este dibujo es muy esquemático y entre otras cosas no tiene en cuenta el sistema óptico del objetivo. El dibujo se basa en una cámara oscura con un orificio cuadrado como objetivo, cuyos lados son paralelos a las líneas de la trama. El diafragma ha sido escogido de tal forma que el cociente del lado de la abertura cuadrada del diafragma y del lado de la ventanita de la trama es igual al cociente de la distancia entre la superficie del material sensible y la superficie del diafragma y la distancia entre la

superficie del material sensible y la superficie de la trama (teorema de *Thales*).

Contemplamos una intersección con un plano  $\alpha$  que contiene el eje óptico y que es paralela a uno de los lados cuadrados. De arriba a abajo las tres rectas paralelas del esquema corresponden a las intersecciones de este plano con la superficie del material sensible, con el plano de la trama y el plano del diafragma. Las medidas de esta figura son muy exageradas para poder representar gráficamente la situación, pero las proporciones se respetan.



Teoría de la semi-sombra

Supongamos que el original que se trata de reproducir sea una hoja de papel blanco. Con la distancia de la trama escogida en nuestro ejemplo y sin tener en cuenta la difracción (que sólo se manifiesta en el caso de tramas muy finas) el punto central P obtiene luz de toda la superficie del diafragma. Un punto Q que se halla sobre la intersección de la superficie de la película con el plano  $\alpha$  ya sólo obtiene luz de un rectángulo residual del cuadrado del diafragma, con un lado  $\overline{BD}$ . Esto demuestra que un punto Q recibe menos luz cuando más se aleja del centro P.

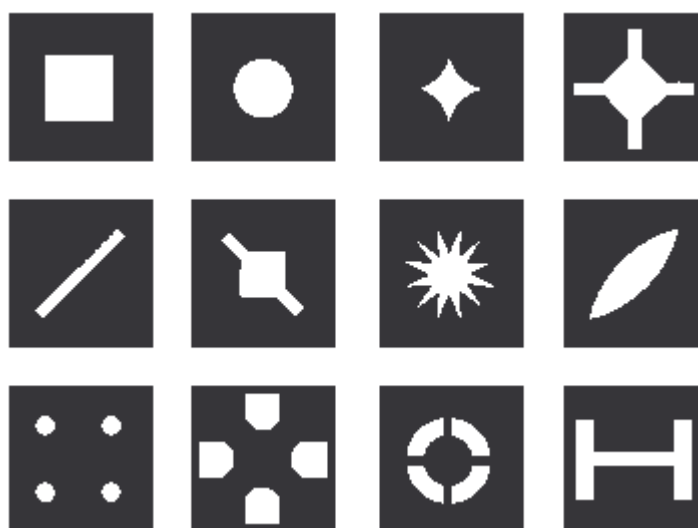
Si revelamos el trozo de película representado en nuestro esquema, el punto P se volverá negro. A partir de una cierta distancia de P los puntos de la superficie del material sensible ya no habrán obtenido la luz suficiente para ennegrecerse. El resultado será un punto negro aproximadamente cuadrado en un campo transparente.

Si la intensidad de la luz hubiera sido mayor, la distancia crítica de P hubiera aumentado, de manera que hubiéramos obtenido un punto de mayor tamaño. Y en el caso de una exposición menor, el punto habría disminuido, hasta desaparecer por completo. Queda pues claro que con

esta disposición se pueden obtener puntos de extensión variable según la cantidad de luz reflejada por el original.

Si ahora ponemos un original de medios tonos en el lugar del papel blanco, a cada punto de trama le corresponde una pequeña zona del original que desprende una cantidad determinada de luz. Esta cantidad es la que determina el tamaño del futuro punto de trama de la reproducción.

La forma de los puntos de trama depende de la estructura de la trama de cristal (líneas, líneas cruzadas, grano,...) y de la forma del diafragma. Para conseguir efectos especiales o para modificar la distribución tonal de la reproducción se pueden usar diafragmas con diferentes formas. Una muestra de posibles formas se reproduce en la figura 'Formas especiales del diafragma'. En todos los casos la formación del punto se explica de la misma manera que en nuestro ejemplo didáctico (diafragma cuadrado con los lados paralelos a la lineatura), pero las contemplaciones matemáticas serían mucho más complicadas que en aquel caso especial.



Formas especiales del diafragma

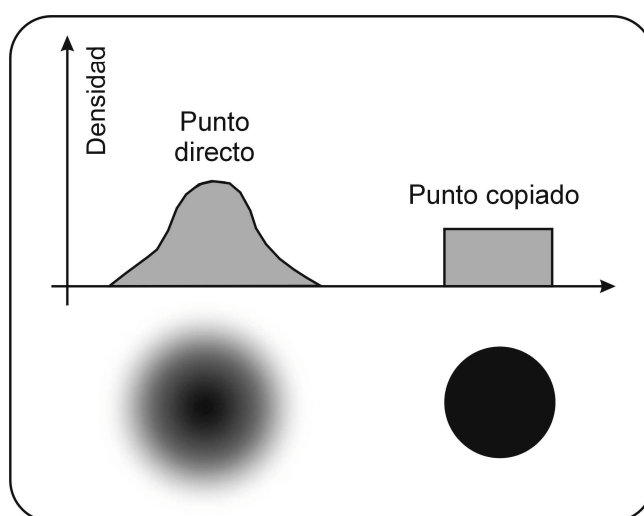
Durante la elaboración de una autotipia con trama de cristal la distribución tonal se puede manipular mediante el uso de diferentes exposiciones con diferentes diafragmas. Además el contraste (aquí el contraste es la máxima diferencia porcentual entre el tamaño de los puntos) puede ser reducido con una exposición **flash**. Esta se suele realizar substituyendo el original por un papel blanco, usando un diafragma<sup>1</sup> bastante pequeño). Si conviene que las luces más brillantes no contengan puntos de trama, se suele utilizar una exposición auxiliar conocida como **bump** que se puede

<sup>1</sup> Recordamos que los diafragmas pequeños tienen las características (cociente entre la distancia focal y el diámetro) grandes.



realizar con un diafragma muy abierto o substituyendo la trama de cristal por un cristal transparente del mismo espesor (para evitar diferencias de enfoque).

Para poder evitar esta substitución de la trama por una placa de cristal se ha creado la **trama azul**, cuyas líneas consisten en un colorante azul transparente. Trabajando con la trama azul se tenía que usar material ortocromático, y sólo los originales blanco y negro se dejaban reproducir satisfactoriamente. La exposición principal y la de flash se efectuaban mediante un filtro amarillo, mientras que para la exposición **bump** este se substituíía por otro de color azul, que deja la lineatura de la trama prácticamente invisible.



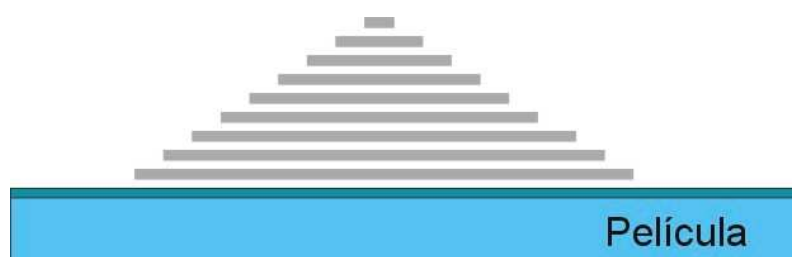
Densidades de los puntos de trama

Ya que no puede existir ningún material fotográfico con una curva característica perfectamente vertical, siempre habrá una franja de tonos que quedarán reproducidos como tonos grises. Esto explica el hecho de que los puntos obtenidos con una trama de cristal siempre están rodeados por un halo gris. Si se efectúan mediciones con un micro-densitómetro en los puntos de una línea recta que atraviesa el centro de un punto de trama, se obtiene una curva continua con la densidad máxima en el centro. Los puntos que se caracterizan por un recorrido relativamente suave de esta curva se suelen designar como **puntos blandos**. Una imagen tramada hecha con puntos blandos se suele llamar una imagen tramada de primer orden. Una imagen tramada de segundo orden, como la copia por contacto de una imagen de primer orden sobre material ultraduro tiene puntos con márgenes duros, prácticamente sin halo, con una curva de densidad casi vertical. La figura 'Densidades de los puntos de trama' representa gráficamente la diferencia entre puntos de primer orden y de

segundo orden. Se puede decir que una imagen tramada de primer orden aproxima la micro-estructura de una imagen de medio tono (con densidades extremadamente altas), mientras que una imagen tramada de segundo orden tiene la micro-estructura de una imagen de línea.

Sobre todo cuando tiene puntos muy suaves, la fotografía tramada de primer orden tiene dos ventajas en el campo de la corrección tonal. Primero los puntos pueden tratarse con un rebajador químico, lo que reduce el tamaño de los puntos. Por otra parte, en el momento de la copia, el tamaño de los puntos se puede influenciar hasta cierto grado por el tiempo de exposición.

Aproximadamente a partir de 1940 en el mercado empezó a aparecer un nuevo tipo de trama, la **trama de contacto**, que gradualmente iba sustituyendo la trama de cristal y que hacía finales de los años 1970 se iba haciendo imprescindible en los talleres de fotograbado. Una trama de contacto es una película fotográfica, sobre la que se ha creado una estructura de puntos de densidad variable (puntos de densidad continua) mediante una técnica fotográfica. Hay que tener en cuenta las diferencias principales entre una trama de contacto y una trama negra o una trama autoadhesiva de las que usan los grafistas para estructurar ciertas zonas de sus ilustraciones. Las tramas duras se componen de campos negros y blancos, mientras que una trama de contacto se compone de puntos con densidades que aumentan gradualmente hasta los centros de los puntos. El hecho de estructurar dibujos o planos mediante tramas negras a veces se llama el **proceso Ben-Day**, en honor a Benjamin Day, un fabricante de tramas que permitían calcar estructuras sobre las piedras litográficas. Las tramas de Day eran relieves de gelatina que se podían entintar con un rodillo con tinta litográfica para luego calcar sus estructuras directamente sobre la superficie de la piedra previamente limitada por las reservas adecuadas. De hecho era una técnica tipográfica usada en la elaboración de una forma planográfica. Esta técnica se usaba mucho en la confección de cromolitografías.



Formación del punto bajo una trama de contacto

Como su nombre sugiere, la trama de contacto se aplica directamente sobre la película sensible, sin ninguna distancia. Durante la exposición los

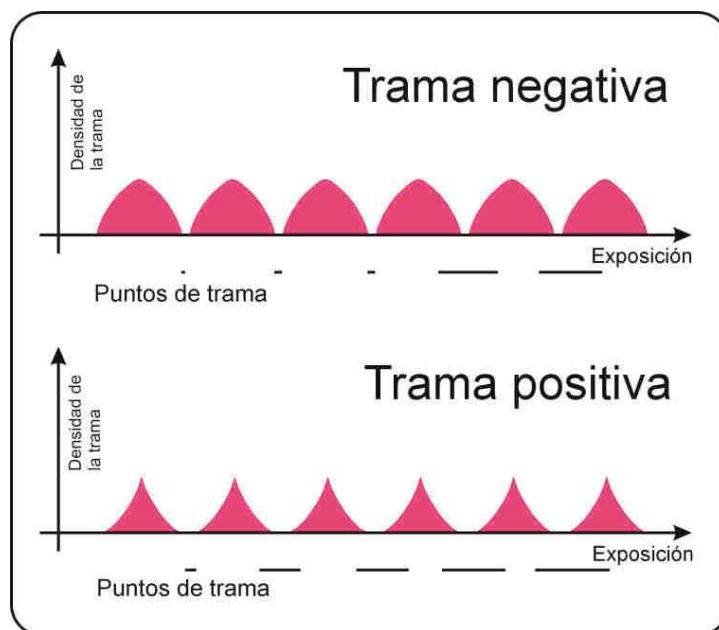
centros entre los puntos dejan pasar la máxima cantidad de luz y los centros de los puntos la mínima. Para entender el funcionamiento de este tipo de trama usaremos un modelo sencillo. Superponemos una serie de discos con diámetro decreciente (torre de Hanoi) de una película de medio tono con densidad constante. Ahora exponemos una película ultra dura (tipo lith) a través de este paquete. Si hay poca luz, sólo la zona de la película no recubierta por el paquete de discos llegará a ennegrecerse durante el revelado y el resultado será un disco blanco en un campo negro. Con un poco más de luz, la zona bajo el disco exterior también se ennegrecerá, con lo que obtendremos un disco blanco más pequeño que en el primer experimento. Aumentando la intensidad de la luz lograremos ennegrecer las zonas situadas bajo 2, 3,... todos los discos del paquete, con lo que obtendremos puntos cada vez más pequeños en nuestra película, hasta la total desaparición del punto.

La curva que dibuja el tono tramado (expresado en porcentajes de negro de una zona determinada) en función de la exposición (o del logaritmo decimal de la exposición) se corresponde análogamente a la curva característica de un material de medio tono. Esta curva depende esencialmente de la distribución de densidades dentro de los puntos de la trama de contacto. En algunas tramas el punto crece primero de prisa y luego lentamente (se habla de una trama positiva) y en otras pasa el contrario (trama negativa). En el primer caso, tramando un original positivo se obtiene más contraste en las sombras que en las luces. Usando una trama negativa son las luces que quedan más contrastadas. Las dos distribuciones tonales se esquematizan en la figura 'Trama positiva, trama negativa'.

En este esquema se representa el crecimiento del punto en función de la luz bajo ambos tipos de trama. Las características 'positivo' y 'negativo' no implican que en un caso se obtiene un positivo y en el otro un negativo. La calificación está derivada del hecho de que generalmente la trama negativa es más apropiada para hacer negativos tramados a partir de originales positivos y viceversa. Pero esta regla admite excepciones. Aparte de las dos distribuciones típicas se pueden fabricar tramas de contacto con distribuciones totalmente diferentes.

La elaboración de una autotipia con una trama de contacto puede exigir hasta tres exposiciones diferentes. Además de la exposición principal muchas veces se usa una exposición **flash**, una exposición en la que se ha sustituido el original por un papel blanco, para obtener un punto mínimo en las sombras. Con la exposición flash se reduce el contraste excesivo de la reproducción. La tercera exposición, **bump**, permite cerrar los puntos de las luces hasta su desaparición, lo que vuelve a aumentar el contraste, esta vez a favor de las luces. Jugando con las tres exposiciones

se puede manipular la curva característica de la reproducción tramada hasta cierto grado sin cambiar la trama.



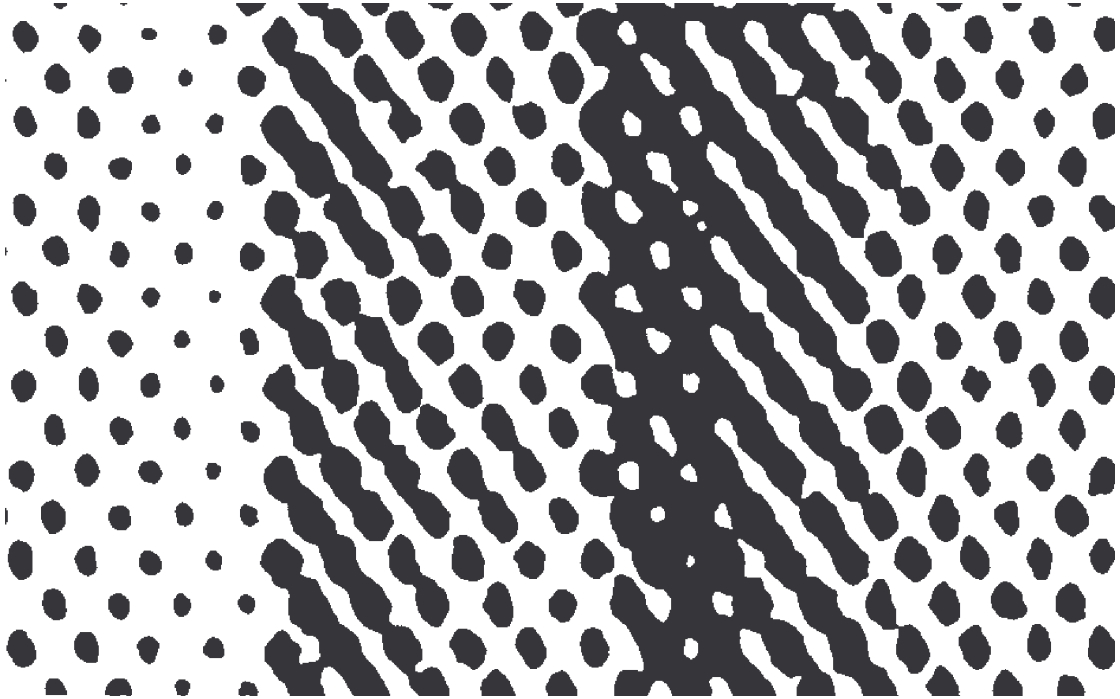
Trama positiva, trama negativa

Las tramas de contacto se fabricaban en gris (imagen fotográfica de plata) y en color (virado, sustitución de la imagen de plata por un colorante). El color usado casi exclusivamente era el magenta, la mezcla aditiva de azul y de rojo. La trama magenta no da reproducciones satisfactorias de originales de color, pero tiene una ventaja sobre la trama gris: el contraste se puede variar mediante filtros de color (o iluminando el original con luz de color). Si exponemos material ortocromático a través de una trama magenta y un filtro amarillo, la estructura de la trama se intensifica y el contraste de la reproducción disminuye. Lo contrario pasa si sustituimos el filtro amarillo por un filtro azul. Se pueden obtener resultados intermedios haciendo dos exposiciones, una con filtro, otra sin él, o con una exposición a través de un filtro del color adecuado.

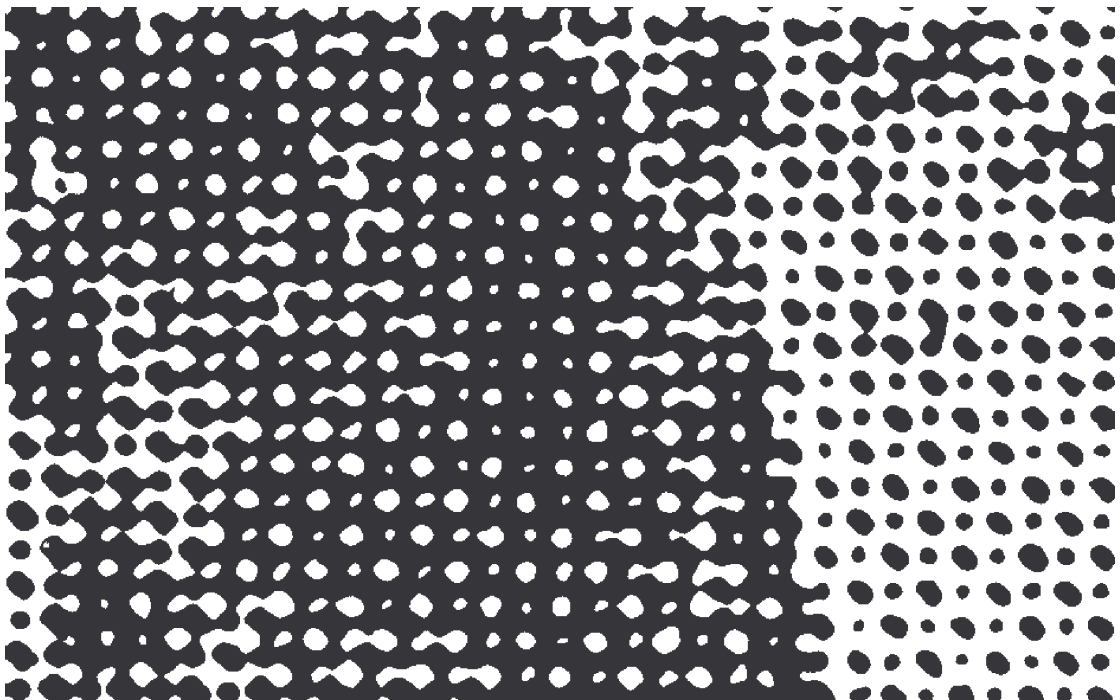
La micro estructura de una autotipia puede mostrar formas muy diferentes, según el tipo de trama (trama de cristal o de contacto), según la forma del diafragma en el caso de la trama de cristal, y según la estructura de la trama en ambos casos. Las tramas de contacto se ofrecían con diferentes tipos de puntos (redondo, cuadrado, elíptico), como trama de líneas, de grano, y también con diferentes estructuras de fantasía, pensadas para finalidades publicitarias. La empresa *PAWO* fabricaba una trama especial con conjuntos de 3 puntos.

La figura 'Estructuras tramadas' reproduce unas muestras ampliadas de diferentes tramas:

- a) Estructura de una trama de una autotipia de *Meisenbach* alrededor de 1885.
- b) Estructura de una trama especial comercializada por *Levy* alrededor de 1895.
- c) Trama de línea.
- d) Trama de grano.
- e) Trama de punto con punto redondo.
- f) Trama de punto con punto cuadrado.
- g) Trama 'Triplet' de la empresa *PAWO*.
- h) Trama de punto con punto elíptico.

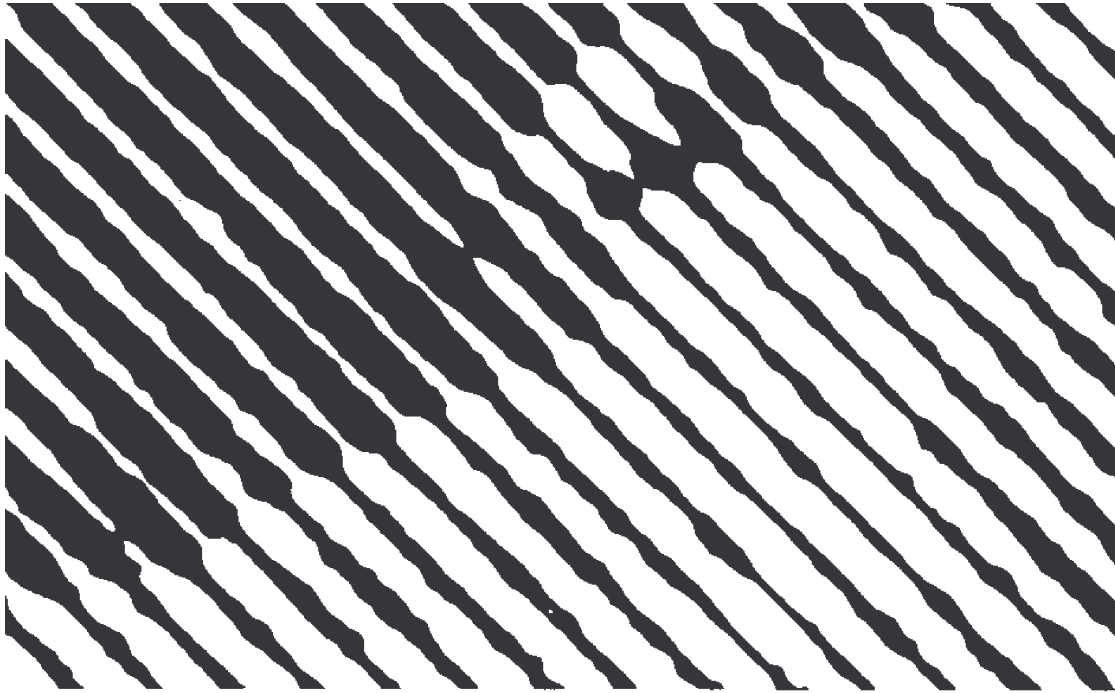


Estructuras tramadas (a)

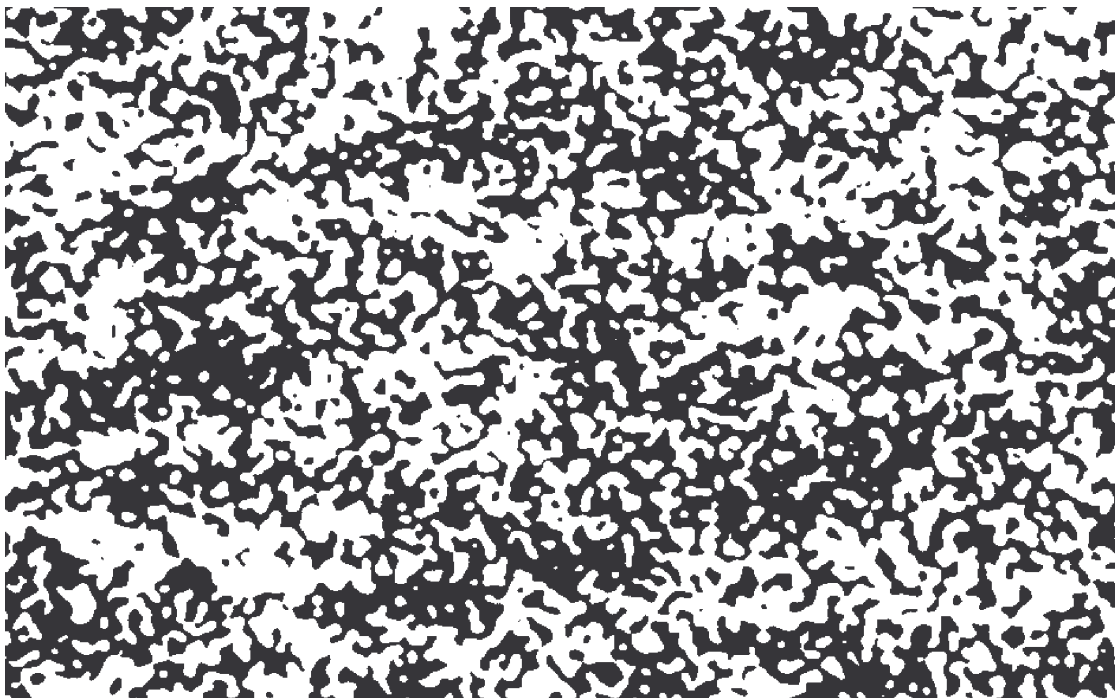


Estructuras tramadas (b)

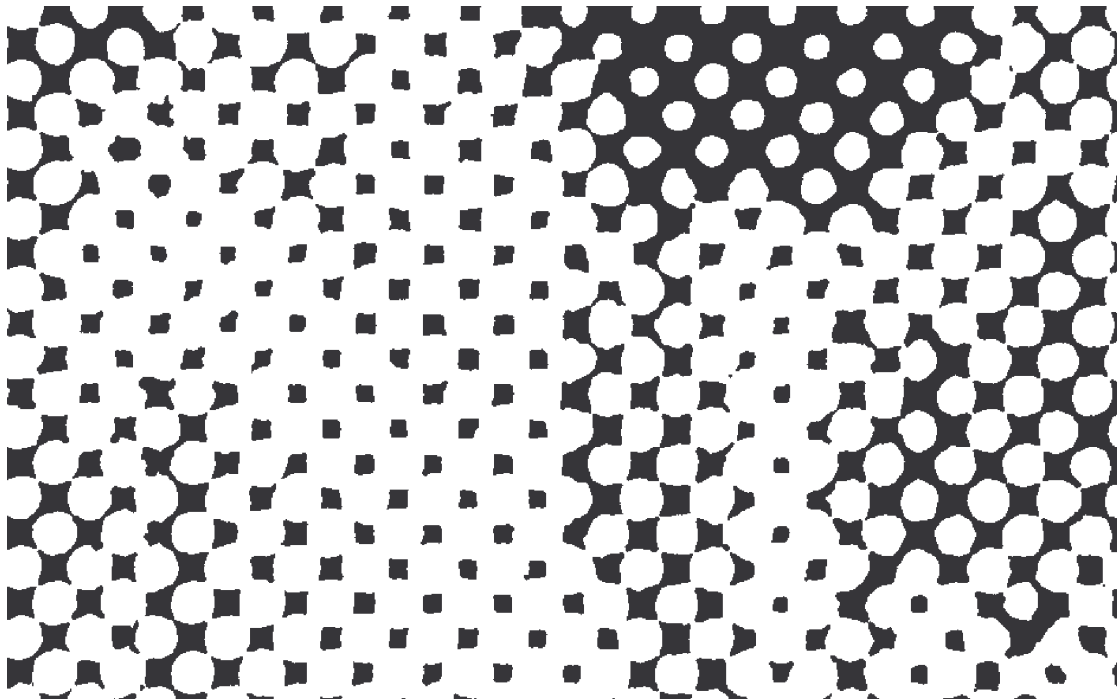




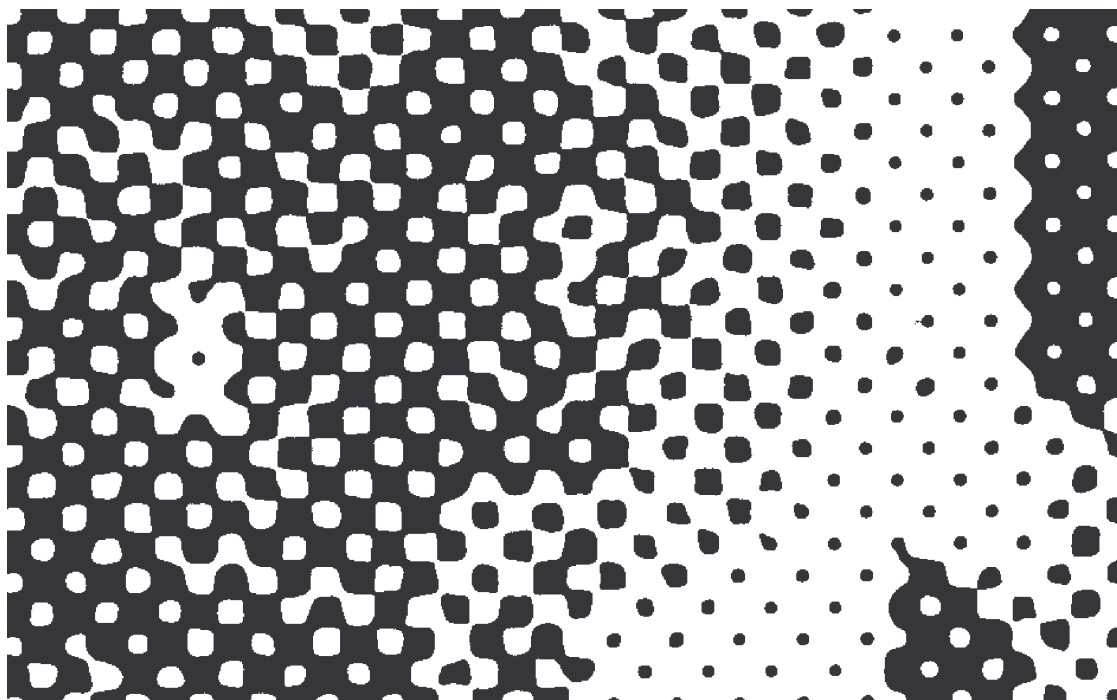
Estructuras tramadas (c)



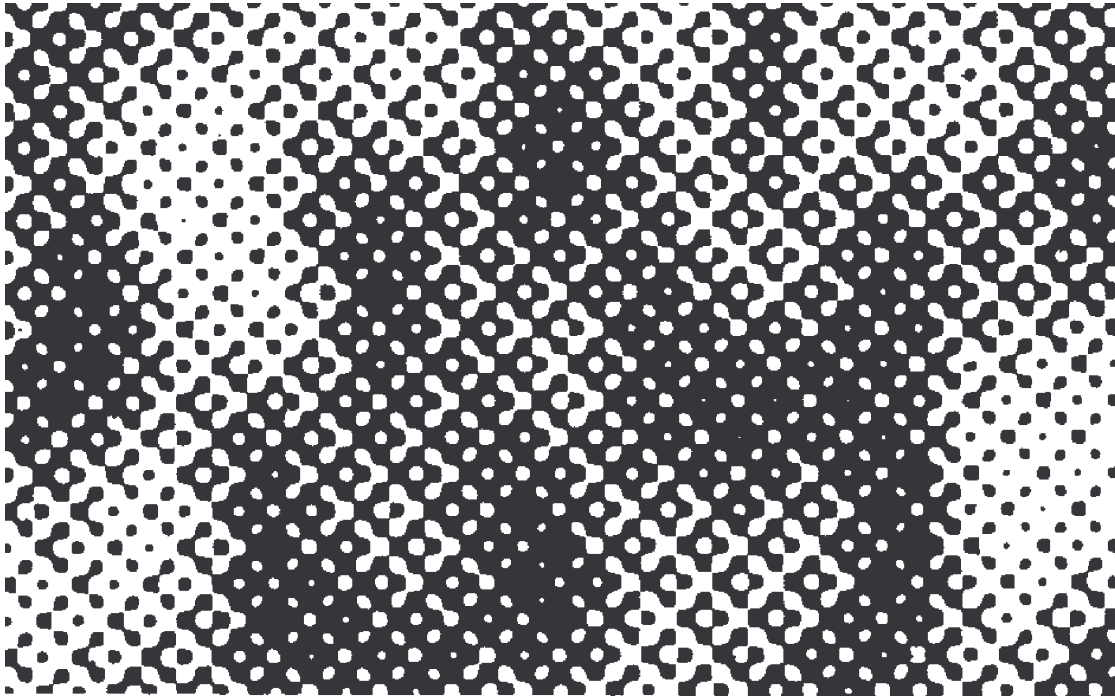
Estructuras tramadas (d)



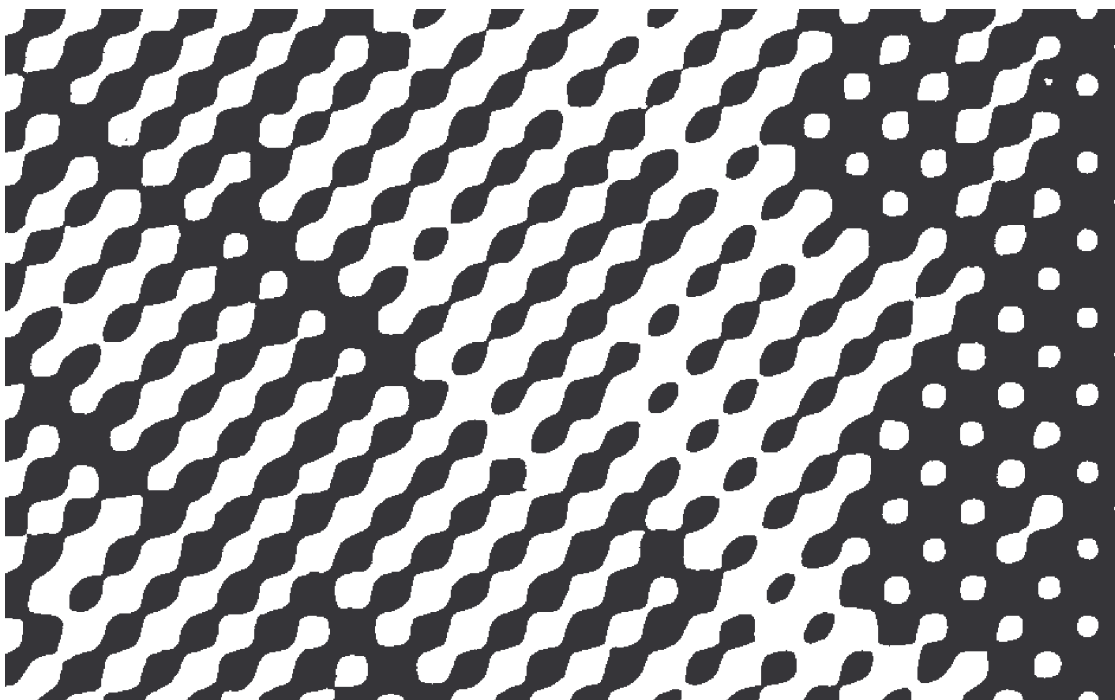
Estructuras tramadas (e)



Estructuras tramadas (f)



Estructuras tramadas (g)



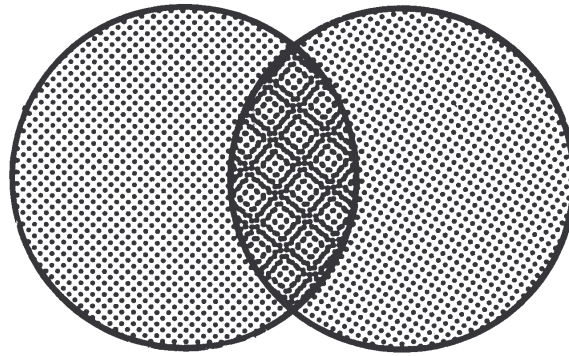
Estructuras tramadas (h)

Llamamos **lineatura** al número de líneas por cm (o por pulgada) de una trama de líneas o de puntos. Los sistemas de impresión y sobre todo el tipo de papel ponen límites a la finura de la trama. Las tramas más bastas como las usadas en la impresión de periódicos suelen tener lineaturas entre 20 y 34 líneas por cm (lin/cm). Para trabajos de calidad normal se usan tramas de entre 40 y 60 lin/cm. Para trabajos muy finos sobre papeles couché de primera calidad también se usan tramas más finas cuya lineatura puede llegar hasta 120 lin/cm en casos extremos. Hay que tener en cuenta que el número de puntos por  $\text{cm}^2$  crece con el cuadrado de la lineatura. Así que una trama de 48 tiene 2304 puntos por  $\text{cm}^2$  mientras que una trama de 24 sólo tiene 576. También hay que tener en cuenta que bajo las mismas condiciones de impresión las tramas bastas permiten imprimir una gama de grises aparentes más extensa que las tramas finas, como demuestra el siguiente ejemplo numérico: Si por ejemplo el punto mínimo de una trama de 48 que todavía se puede imprimir sobre un papel determinado corresponde a un valor de 10 % de trama, y análogamente el punto máximo corresponde a un 80 %, la superficie negra del punto mínimo de la trama de 48 corresponde a un valor de trama de 2,5 % para una trama de 24. Análogamente la superficie blanca de la trama de 48 que corresponde a un 20 % se reduce a un 5 % si cambiamos la trama de 48 por la de 24. Así que el cambio de la trama de 48 por la de 24 ha aumentado el contraste tramado de un 70 % (10 % a 80 %) a un 92,5 % (2,5 % a 95 %).

La sobreimpresión de dos o más imágenes tramadas puede provocar interferencias conocidas como moiré. El moiré es comparable con el efecto que podemos observar cuando contemplamos una barandilla a través de otra. Para reducir el moiré de las tramas de punto al mínimo cuando se trata de sobreimprimir varias tintas, hay que respetar ciertos ángulos entre las diferentes tramas. Algo parecido pasa también cuando se trata de retramar un original que ya presenta una tramada. Para la cuatricromía antes se usaban juegos de 4 tramas o también tramas redondas. Una manera muy popular de angular los 4 colores es la siguiente:

Cyan	15°
Negro	45°
Magenta	75°
Amarillo	90°

La figura 'Moiré' muestra el efecto moiré que se forma superponiendo dos campos tramados bajo un ángulo cerrado.



Moiré

Las 8 partes de la ilustración 'Margaritas' son reproducciones en diferentes técnicas fotomecánicas desde un negativo de tono continuo.

- a) Imagen tramada 'normal'.
- b) Foto de línea (foto quemada) sobre material de tipo 'Lith' (una sola exposición, sin trama).
- c) Dos exposiciones:
  - Una exposición sin trama.
  - Una exposición a través de una trama negra de líneas (líneas negras sobre fondo transparente, no trama de contacto) sin distancia del material fotográfico.
- d) Tres exposiciones:
  - Una exposición sin trama.
  - Una exposición a través de una trama negra de líneas.
  - Una segunda exposición a través la trama de líneas girada de 90° (con el mismo tiempo que en la segunda exposición).
- e) Lo mismo que en el caso d), pero con la tercera exposición más larga que la segunda.
- f) Una exposición a través una trama de contacto lineal.
- g) Dos exposiciones de igual tiempo a través de una trama de contacto lineal girada de 90° entre ambas exposiciones.
- h) Dos exposiciones con tiempos diferentes a través de una trama de contacto lineal girada de 90° entre ambas exposiciones.

En las partes b), c), d) y e) de la figura 'Margaritas' encontramos las estructuras representadas esquemáticamente en la figura 'Las estructuras del sistema autotípico discreto'.

Las tramas propias del rotograbado con profundidad variable se discutirán en el capítulo dedicado a la calcografía.



Margaritas (a)



Margaritas (b)





Margaritas (c)



Margaritas (d)



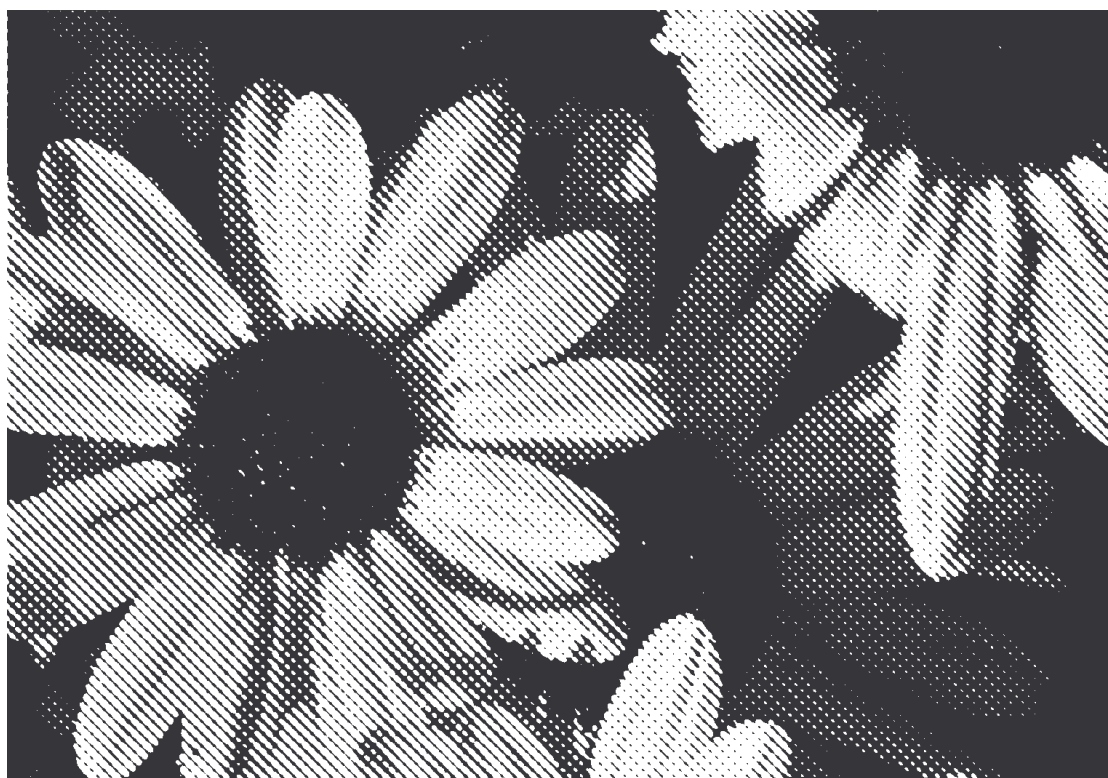
Margaritas (e)



Margaritas (f)



Margaritas (g)



Margaritas (h)

Cuando aparecieron los primeros escáners para las industrias gráficas en los años 1970, las separaciones de color se tramaban en las unidades cilíndricas de exposición que llevaban la película sensible recubierta enteramente por una trama de contacto. Se usaban juegos de diferentes tramas de contacto angulados, igual que en el caso de elaborar las cuatricromías mediante una cámara.

Más adelante aparecieron los modelos de escáner que determinaban matemáticamente el tamaño y la situación de los puntos de trama, con lo que la trama de contacto se volvió obsoleta.

La forma del punto ahora dependía del software y podía ser modificada con más libertad. Era el momento de la introducción de la trama estocástica, en la que todos los puntos tienen el mismo tamaño y las posiciones están determinadas estadísticamente.

La trama estocástica también se suele llamar **trama FM** (modulación de frecuencia), mientras que la trama tradicional se llama **AM** (modulación de amplitud), usando una terminología propia de la radiofonía.

En efecto las ondas que transmiten emisiones de radio del tipo AM tienen una frecuencia fija, sólo varían las amplitudes de la onda. En un gráfico la distancia entre las cimas es fija, mientras que las alturas se amoldan al sonido que se está transfiriendo. De la misma manera, si trazamos una línea que reúne los centros de los puntos de trama de una autotipia, los centros son equidistantes, mientras que los diámetros de los puntos varían según los valores tonales reproducidos.

En cambio en una emisión de radio del tipo FM, es la frecuencia que varía según la música, mientras que la amplitud se mantiene fija. Y en una imagen con trama estocástica la distancia entre los puntos es variable, mientras que el tamaño del punto es fijo.

La idea del tramado estocástico no es nueva del todo: ya alrededor de 1960 *Karl Scheuter* describió la posibilidad de una trama FM. Pero todavía no disponía de la tecnología electrónica necesaria para realizar sus ideas. Es un poco lo que le pasó a Leibnitz, cuando meditaba sobre la posibilidad de crear un lenguaje de programación. En 1978 dos alumnos de Scheuter podían probar los primeros algoritmos para un tramado estocástico.

Las tramas estocásticas no producen moiré, de manera que el problema de la angulación de las tramas desaparece. Pero estas tramas tienen el inconveniente de ser muy exigentes con la calidad de las copias, de manera que muchos impresores se han llevado una gran decepción. Las tramas FM sólo son apropiadas para trabajos de alta calidad.

La mayoría de los autores contemporáneos subdividen los diferentes sistemas de tramado en sistemas ordenados y desordenados de una parte y



en sistemas agrupados y dispersos de otra parte, de manera que obtene-  
mos la tabla siguiente:

	<b>Ordenado</b>	<b>Desordenado</b>
<b>Agrupado</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>Disperso</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>

Aquí '*ordenado*' significa que ciertos dibujos se repiten siempre.

Obtenemos así 4 grupos diferentes, I, II, III y IV. Las tramas del primer grupo corresponden a la autotipia clásica, tal como se practicó primero con tramas de cristal y luego con tramas de contacto.

Los típicos tramados estocásticos pertenecen al segundo grupo.

El tramado según el algoritmo de *Bayer* corresponde al tercer grupo y los algoritmos de *Floyd* y *Steinbeck* generan las estructuras del grupo IV. Las estructuras dispersas no tienen mucha importancia en el campo de las artes gráficas.

En una misma separación de color se pueden combinar diferentes tramas. Pero incluso en una sola imagen tramada a veces podemos encontrar diferentes estructuras de trama. Así diferentes empresas han desarrollado algoritmos, que permiten obtener los tramados autotípicos tradicionales en los tonos medios, que se van transformando gradualmente en una trama de tipo FM a medida que nos aproximamos a la luces y las sombras. Se habla en este contexto de **Hybridscreening**. Es una estratagema para evitar los inconvenientes que representan ciertas tramas en algunas zonas tonales.

La reproducción a partir de un original tramado suele dar problemas de moiré. El sistema artesanal consiste en averiguar experimentalmente una angulación que dé un mínimo de moiré y de disimular la trama del original desenfocando ligeramente la cámara. Los escáners modernos suelen disponer de una función de destramado con la que se calculan los tonos originales a partir de los puntos de trama. El algoritmo de Gauss es uno de los algoritmos más sencillos de este tipo. Para exigencias elevadas se ofrecen escáners especiales bajo el nombre de *Copy-Dot* que interpretan óptimamente el tramado del original.



Ejemplo de un tramado estocástico<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> La empresa PrePRESS Solutions, Inc. tuvo la amabilidad de poner esta imagen a nuestra disposición.



# La tipografía

Se llama tipográfico un sistema de impresión cuando la tinta depositada en la superficie de un relieve (la forma) se transmite sobre una hoja de papel mediante una prensa que aprieta la forma sobre dicho papel. Hay muchos sistemas para elaborar una forma de este tipo; la forma puede estar hecha de diferentes materiales y se imprime mediante una prensa tipográfica.

Igual como el del papel, hay que buscar el origen de la tipografía en la antigua China, donde ciertas fuentes hablan de impresos que se hubieran efectuado ya en el II siglo a.C. a partir de relieves esculpidos en piedra. Los chinos experimentaban con muchos materiales diversos, como con barro cocido, pero es la madera la que sobrevivía a todos los nuevos medios de grabación.

Al principio la tipografía servía casi exclusivamente para adornar tejidos, pero pronto se empezó a usar para imprimir grandes series de imágenes y en Europa se empezó a imprimir libros enteros a partir de textos esculpidos en tablas de madera. El texto tenía que cortarse al revés, tal como se ve en un espejo, ya que los impresos se invierten en el momento de la impresión.

Los primeros impresos europeos probablemente se hicieron en el siglo XIII. En aquella época la xilografía o grabado en madera, el arte de cortar formas tipográficas en una tablas de madera, sobre todo servía a la impresión de imágenes devotas, de naipes y de calendarios. El que parece ser el ejemplo más antiguo de una xilografía europea es el famoso '**Bois Protat**' cortado aproximadamente en 1370.

Estos libros xilográficos cuyas páginas se imprimen a partir de una sola tabla de madera esculpida, empiezan a parecer en el siglo XIV, como por ejemplo la famosa '**Biblia Pauperum**', que además de publicarse en latín fue impresa en diferentes idiomas modernos. Las ilustraciones de estos libros solían ser sencillas, muchas veces diseñados para ser coloreados a mano. Todavía nadie intentó imprimir a varias tintas. Los tipos de letra de aquella época solían ser imitaciones de las caligrafías de los copistas, ya que entonces el libro impreso no era muy bien visto, ni por el público, ni por los copistas, que vieron con razón en la tipografía






una concurrencia peligrosa. Su aversión llegó hasta el punto de acusar a los impresores de brujería.

En aquella época las formas se entintaban con balas o tampones y la impresión se efectuaba apretando el papel sobre la forma con un objeto duro o con un cojín. Las prensas de entonces eran tan rudimentarias que apenas presentaban ventajas sobre este sistema. La prensa diseñada por *Johannes Gutenberg* inauguró una nueva etapa de la técnica tipográfica. *Gutenberg* sobre todo era el inventor de los tipos móviles de fundición que permitían por primera vez la impresión de una página de texto compuesta de tipos individuales que representaban letras del alfabeto y signos de puntuación. Una vez impresa la página, estos elementos se distribuían en sus respectivos departamentos de la caja (los cajetines) y ya estaban listos para ser utilizados para componer otras páginas.

Los antiguos chinos ya disponían de un sistema de composición, ya que alrededor de 1045 *Pi Sheng* imprimía páginas compuestas de tipos de barro cocido. Los chinos de aquella época también usaban tipos de cobre, pero la composición tipográfica no se podía imponer entonces, debido al enorme número de signos ideográficos del idioma chino. Alrededor de 1390 los coreanos usaban tipos de cobre.

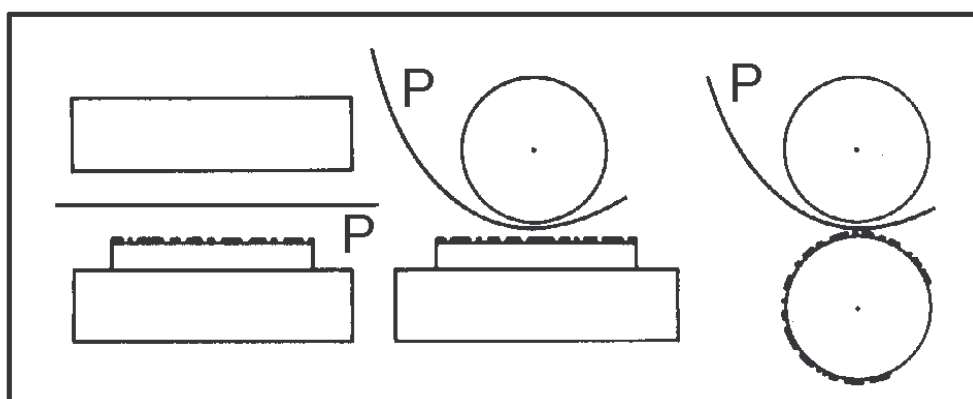
Actualmente ya no es posible determinar con seguridad si la idea de los tipos móviles era propia de *Gutenberg*, o si éste estaba informado sobre el invento chino. Pero el mérito de *Gutenberg* va más allá del invento de los tipos móviles, al contrario: *Gutenberg* inventó una herramienta manual sencilla y efectiva para la fundición de los tipos y elaboró una aleación de plomo, antimonio y zinc que era tan apta para la confección de los tipos móviles que se ha ido utilizando hasta finales del siglo XX en las pocas fundiciones tipográficas todavía activas.

En Europa la idea de la composición tipográfica surgió casi al mismo tiempo en la mente de varios inventores de entonces, entre los que destacan, aparte de *Gutenberg*, los nombres siguientes: el holandés *Lorenz Coster*, el italiano *Panfilo Castaldi* y el alemán *Johann Mentel*.

<p>So haben mich ver sucht vñ ver spott oder entrust.</p>		<p>vertort ist te ge dehtams</p>
<p>Dauid</p> 		<p>ysaas</p> 
<p>Dem ferd hat die gesagt aber wuest du sehen den verlo ven.</p>		<p>Mem ferd ist er strodert hat sem angeficht</p>
<p>Raym + 106</p>		
<p>Man list im puch der gesch opff dz esaw sem erst gebor ne dz ist die freyheit mug oder ee die zu gehoert dem erst geborn sin vkaufft sem pender iacob vñ em gemus gebocht von imsen esaw vñ sin freyheit vkaufft de ve teulichen segen dz ist die ee daron im vwe worden der veterlich segen also der tuffel ward berubt des gothlichen sagen durch sem hots fawt da er vspucht got sem hernd da er sprach das die sem prot worden</p>	<p>Man list am puch der gest opfft in e Das adam vñnd Eua betrogen sem worden durch die schlangen die sye durch die freyheit versuch et zu Das hat bezeuget die versuchung die than hat der tuffel cristo.</p>	

*Gutenberg* no solamente era un gran inventor, sino también un impresor de gran categoría. Su edición de la Biblia de 42 líneas de 1456 es uno de los monumentos más importantes de la tipografía de todos los tiempos. *Gutenberg* y sus sucesores *Johann Fust*, *Peter Schöffer* y *Anton Koberger* eran los primeros de toda una dinastía de impresores alemanes. Se atribuye a *Fust* y *Schöffer* el mérito de ser los primeros impresores que imprimían iniciales de dos tintas en 1457.

En principio hay tres maneras características de calcar la tinta de una forma tipográfica sobre el papel, y esta subdivisión define la clasificación de las prensas tipográficas.

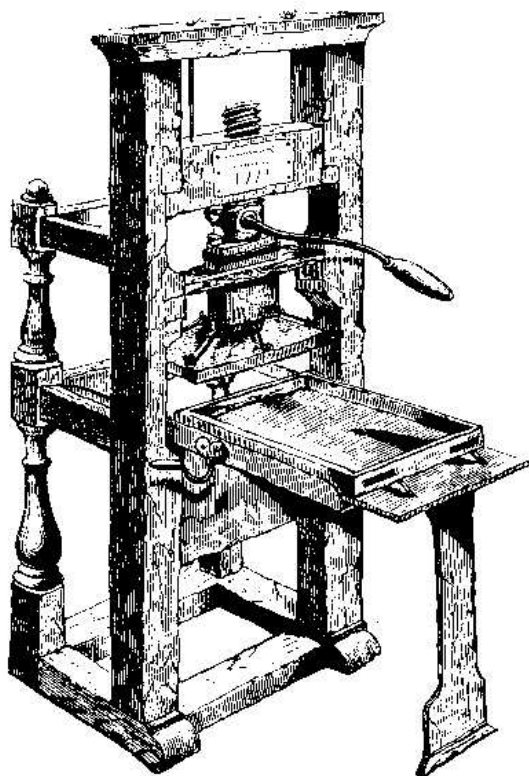


Clasificación de las prensas tipográficas

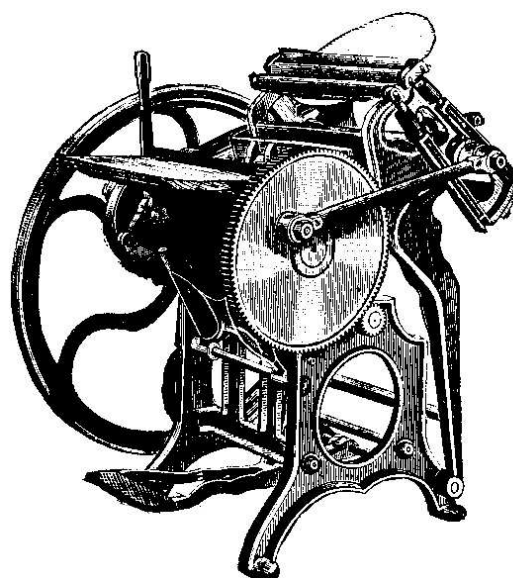
Las máquinas del primer grupo trabajan con una forma plana y el papel se aprieta sobre el molde en posición plana, de manera que la presión se ejerce simultáneamente sobre toda la superficie de la forma. Las prensas tipográficas anteriores al siglo XIX suelen estar construidas según este principio, con algunas excepciones, sobre todo en el campo de las prensas textiles. Las prensas en las que la fuerza se ejerce en dirección vertical se llaman **prensas de brazo** y han evolucionado a partir de la prensa de Gutenberg, la cual todavía evocaba a sus ancestros, las prensas de vino y de aceite. Las prensas verticales casi siempre son prensas manuales, en las cuales la presión se aplica mediante una palanca horizontal.

En las prensas conocidas como **minervas** el **tímpano**, la placa que aprieta el papel sobre la forma trabaja en dirección horizontal y luego se abre como una bisagra. Mientras que en las antiguas prensas de brazo la tinta se aplicaba manualmente mediante una bola de entintar o un rodillo, las minervas disponen de un juego de rodillos y de un distribuidor de tinta que entintan el molde automáticamente cada vez que se abre la máquina. Durante este tiempo, el impresor dispone de 2 ó 3 segundos para cambiar la hoja de papel impreso por otra blanca. Cuando se vuelve a cerrar la

máquina el papel se apretará sobre el molde acabado de entintar. Mientras que se cierra la máquina, los rodillos suben hasta el distribuidor para tomar tinta fresca. Una minerva manual permite imprimir hasta unas 1.500 hojas por hora.



Prensa de brazo



Minerva

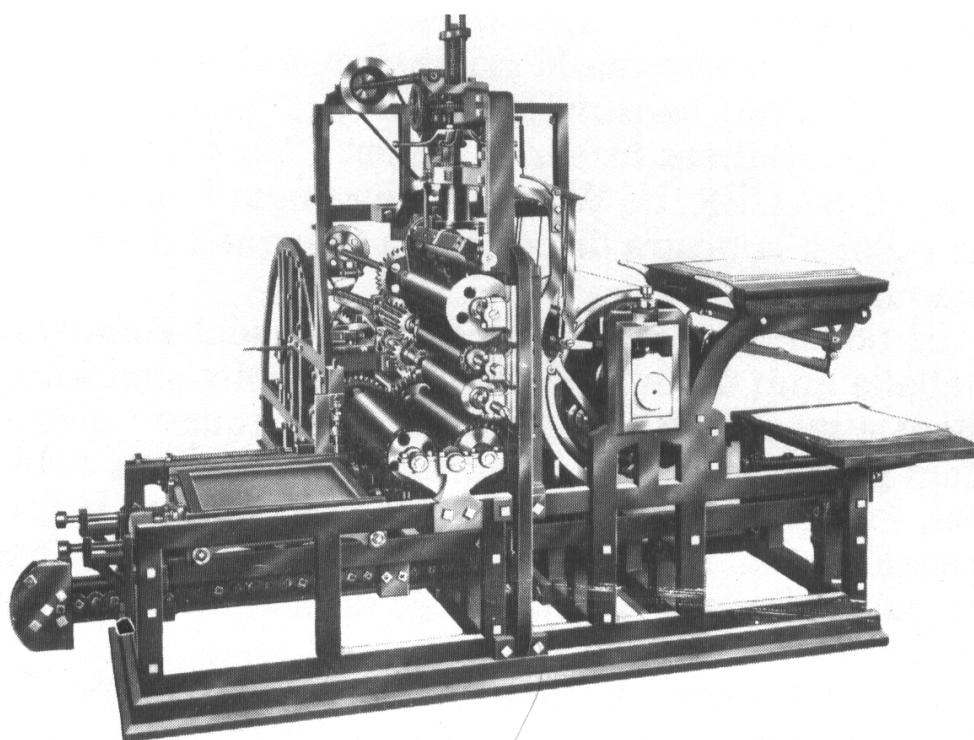
Las minervas manuales trabajan con un marcador<sup>1</sup> automático que recoge las hojas en la pila de entrada mediante unas válvulas de succión y las coloca de una en una en el tímpano para ser impresas. Luego la hoja es asida por unas grapas que la colocan sobre la pila de salida. Con una minerva automática como el famoso modelo de Heidelberg, bajo condiciones óptimas se pueden efectuar hasta 6000 impresos por hora.

Las máquinas del segundo grupo, las **prensas cilíndricas**, también conocidas como **máquinas planas**, también trabajan con una forma plana, pero el papel se envuelve en un cilindro en el momento de la impresión. Este cilindro es la analogía al tímpano de la minerva. El molde se mueve sobre unas guías que le impulsan por debajo del cilindro, mientras que este gira. El carro con el molde se encuentra alternativa-

<sup>1</sup> Mecanismo que introduce las hojas de papel en una prensa.



mente bajo el cilindro y bajo la batería de rodillos del sistema de entintado. Este tipo de máquina fue construido por primera vez en 1812 por la empresa alemana *Koenig und Bauer*. En las máquinas planas la transferencia de la tinta sobre el papel se efectúa por zonas de un lado al otro del papel. La zona impresa en cada momento está situada en la línea generatriz del cilindro que está tocando la forma. La prensa representada en la figura 'Prensa cilíndrica o máquina plana' es la primera de la historia, construida en 1812 por *Friedrich Gottlob Koenig* y *Andreas Friedrich Bauer*. La empresa *Koenig & Bauer* de *Würzburg* tuvo la amabilidad de poner esta ilustración a nuestra disposición.



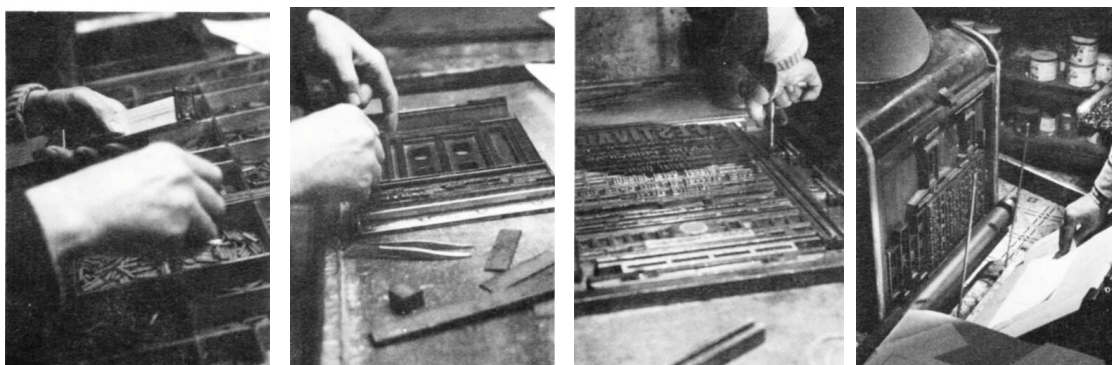
Prensa cilíndrica o máquina plana

El tercer grupo de prensas tipográficas, las **prensas rotativas**, trabajan con una forma curvada en forma de cilindro que se mueve simétricamente al cilindro de presión. Esta disposición permite una continuidad en el trabajo indispensable en la impresión de papel sobre bobina y se usa sobre todo en la impresión de grandes tiradas, como periódicos o revistas. Parece que las primeras rotativas se construyeron en 1865. Sin duda no tiene mucho sentido de malgastar memoria costosa para incluir una ilustración de una de estas máquinas espectaculares, ya que no contribuiría a la mejor comprensión del texto.



## La composición manual

El clásico cajista tipográfico mantiene el componedor en su mano izquierda. El **componedor** es esencialmente un perfil angular limitado por dos paredes verticales, una de fija y otra ajustable. La distancia entre las dos paredes verticales corresponde a la longitud de la línea que se está componiendo. Con la mano derecha el cajista saca los **tipos** de los respectivos **cajetines** de la caja y los coloca de izquierda a derecha en el componedor. Aquí las letras se ven al revés, como en un espejo. Con el pulgar de la mano izquierda se mantiene la última letra en posición. En el lado de los tipos que corresponde al pie de las letras la mayoría de los tipos tienen una ranura característica llamada **signatura** o **cran** y que sirve para reconocer fácilmente los tipos que pertenecen a otra caja.



La composición

La imposición

Cerrando la rama

Impresión en la  
minerva

Una vez que el cajista tiene todos los tipos correspondientes a la primera línea en el componedor, se trata de **justificar** las palabras, lo que equivale a distribuir las palabras de tal manera que la última se acabe exactamente al final de la línea. Eso se consigue, cambiando los espacios (tipos especiales que no tienen la altura suficiente para quedar impresos) por otros más anchos o más estrechos, según la necesidad. Es importante que la línea tenga exactamente la longitud establecida, ya que en caso contrario, la composición tendría tendencia a deshacerse durante las manipulaciones posteriores. La distancia más pequeña suele corresponder a un espacio cuya anchura corresponde a la sexta parte de la altura, las distancias medias a una cuarta o una tercera y los grandes a media parte de la altura. En algunos casos incluso se intercalan espacios cuadrados, llamados **cuadratines**<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En Sudamérica un cuadratín se llama una m.

Entre las líneas normalmente se intercalaba una delgada hoja metálica, una interlínea con determinado grosor que determinaba la distancia entre líneas. Todos los elementos de la composición que no quedan impresos, como las interlíneas o los espacios se llaman **blancos**.

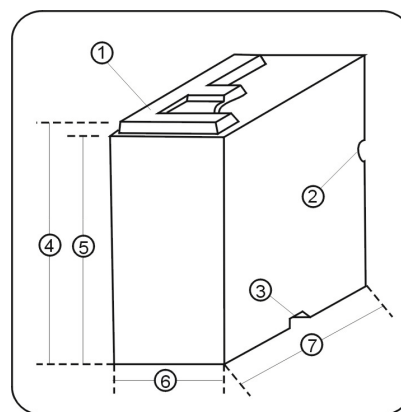
Una vez que el cajista ha acabado tres o cuatro líneas, coge los tipos del componedor con ambas manos y los deposita sobre una bandeja con cantos verticales, el **galerín**. Cuando el galerín contiene una página entera, esta se ata con un cordel y se guarda en una galera hasta que se vaya a colocar en la rama de la prensa junto con las otras páginas que se van a imprimir en la misma hoja de papel.



Aspecto de los tipos en el componedor

Nuestra figura 'Letra tipográfica' señala los elementos más importantes de un tipo de caja, a saber: (1) Ojo. En algunos tipos el ojo sale del cuerpo del tipo. Estas pestañas, muy frecuentes en el caso de las letras inglesas son muy delicadas y se rompen con facilidad. (2) Cran. (3) Acanaladura de pie. (4) Altura. (5) Altura del hombro. (6) Espesor o grueso. (7) Cuerpo.

Con los tipos de un mismo molde se pueden combinar diferentes clases de elementos, como por ejemplo clichés, galvanos, numeradores, ornamentos y líneas e incluso xilografías. También se pueden emplear elementos perforadores o cortantes, de manera que en la misma prensa se pueden perforar o recortar los papeles, por ejemplo con los troqueles que se elaboran con cinta de acero cortante.



Letra tipográfica

Hasta la introducción de la fotocomposición también había que ensamblar con elementos tipográficos las tablas complicadas, como los horarios de ferrocarriles o las listas de precios, las fórmulas matemáticas y químicas y similares. Estos trabajos muy complicados sólo se podían confiar a operarios muy experimentados.

En la rama de la prensa se reúnen varias páginas de un libro o de una revista. Los moldes de cada página se tensan entre unos bloques metálicos, las imposiciones, las que se tensan mediante una llave, las cuñas, de las que hay diferentes modelos. La correcta justificación de la

composición es imprescindible, ya que en esta fase del trabajo las líneas mal justificadas tienden a desmoronarse, lo que origina correcciones largas y pesadas.

Finalmente la rama se levanta y se coloca en la prensa para poder empezar con la impresión. Muchas veces las vibraciones de la máquina hacen subir alguno de los blancos, así que estos empiezan a quedar impresos. Este fallo se halla muy a menudo en los impresos tipográficos. Cuando el impresor se da cuenta, para la máquina un momento y aprieta los blancos culpables hasta el fondo del molde.

La composición manual con tipos móviles desde *Gutenberg* hasta hoy sólo ha experimentado cambios menores. La altura de los tipos, que antes variaba de una imprenta a otra, hoy está normalizada por países, como también es el caso de la medida más usada en tipografía, el **punto tipográfico**, que corresponde aproximadamente a 0,376 mm. Sobretudo en países anglosajones en vez del punto se usa la **pica**. La altura de los tipos es de  $62 \frac{2}{3}$  puntos, y los clichés, gálganos, estéreos, numeradores etc. tienen que ajustarse a esta altura. Para la manipulación digital de los datos se introdujo el punto DTP, que está situado entre el punto tipográfico y la pica y equivale a 0,35277 mm.

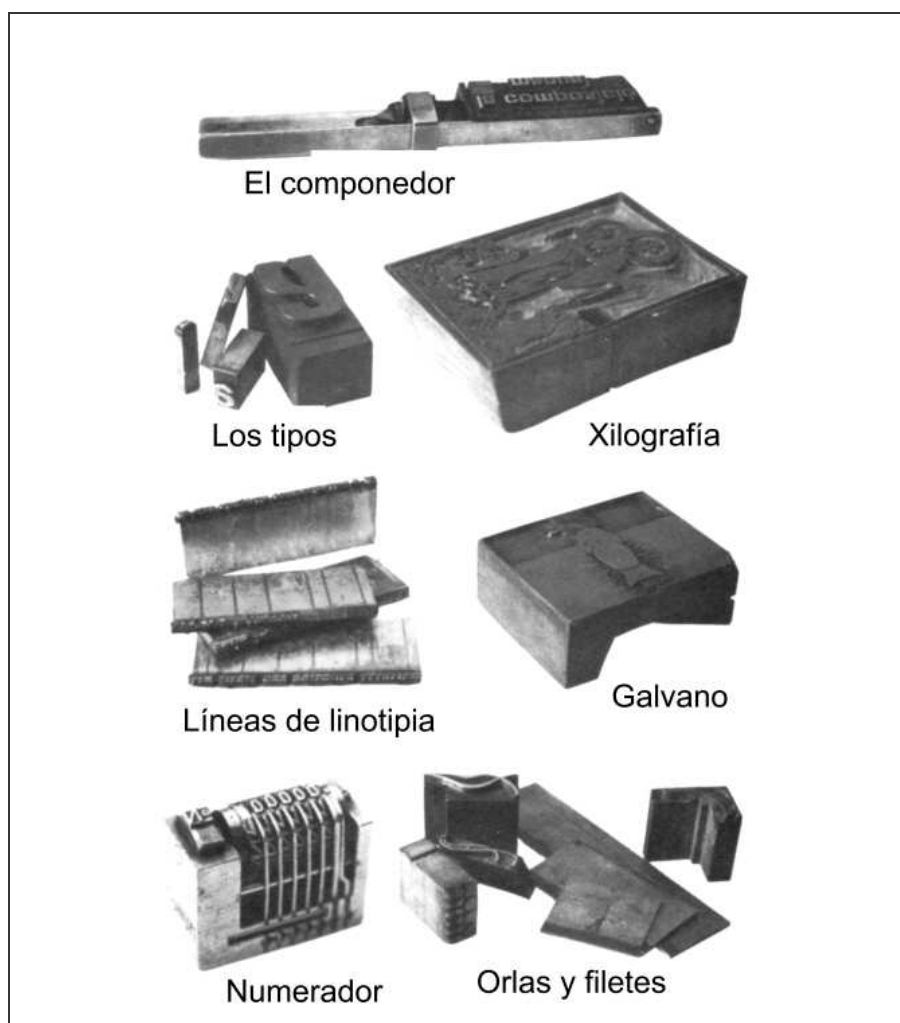
Con el tiempo se han asignado nombres a los diferentes tamaños de letra. Los más usuales son los siguientes:

Nombre	Puntos
Diamante	4 p
Perla	5 p
Nonpareille	6 p
Coronel	7 p
Pequeña	8 p
Cuerpo	10 p
Cícero	12 p
Mediana	14 p
Tercia	16 p

En la época de *Gutenberg* cada impresor fundía sus propios tipos mediante una herramienta manual. Más adelante la fundición tipográfica se convirtió en una profesión independiente y actualmente los pocos tipos que todavía se producen se fabrican en fundiciones tipográficas. Los tipos pequeños usados en la composición de textos seguidos todavía hoy están hechos de una aleación especial muy parecida a la que ya utilizaba *Gutenberg*. Los tipos de tamaño mayor como los que se usan para carteles o titulares se hacen de diferentes materiales como madera o plástico.

El arte de la composición progresó ya muy pronto de tal manera que se hizo posible la composición de partituras musicales mediante tipos

especiales. Esta técnica se suele llamar melotipia. El precursor más famoso de esta técnica era *Ottaviano dei Petrucci*, fundador de lo que probablemente fue el primer sistema melotípico de la historia, que consistía en imprimir separadamente las notas y los pentagramas, en dos pasadas sucesivas por la prensa, respetando meticulosamente el registro. El sistema ideado por *Gottlob Immanuel Breitkopf* en Leipzig permitió por primera vez la composición conjunta de los pentagramas y de las notas en un mismo molde, que se podía imprimir en una sola pasada por la prensa. *Breitkopf* también inventó, en colaboración con el fundidor tipográfico de Basilea *Wilhelm Haas* la técnica que nombraron tipometría y que permitió componer mapas geográficos con tipos móviles. Hay que mencionar el hecho de que esta técnica nunca se ha podido establecer en la práctica, debido a su enorme dificultad técnica. Y la metrotipia desapareció con el tiempo, debido a la creciente complejidad de las composiciones musicales.



Elementos tipográficos

Ya pronto se buscó sistemas para acelerar la composición y la redistribución de los tipos en sus respectivos cajetines después de la impresión. En la composición manual tradicional un buen operario no solía superar los 1.500 tipos compuestos y redistribuidos por hora, trabajando con un tipo de 10 puntos. El problema se agravó sobre todo en el curso del siglo XIX, ya que entonces se construyeron prensas cada vez más rápidas, que cambiaban la relación entre la productividad de la composición y de la impresión a favor de esta última. Un primer intento para acelerar la velocidad de la composición era la creación de diferentes sistemas de logotipos, que no hay que confundir con las letras ligadas: las letras ligadas aúnan dos letras en un tipo para darle otro aspecto gráfico que la sucesión de las dos letras sueltas (por ejemplo: *fi*, *fl*, *Æ*,...), y se pueden usar según las reglas de la gramática y de la estética, mientras que los logotipos aúnan los grupos de letras más usados en determinado idioma en un sólo tipo (como por ejemplo *des*, *con*, *que*,...). El inconveniente principal de los logotipos reside en la gran cantidad de cajetines que tiene que contener la caja, lo que hace que las cajas tengan que ser muy grandes y que las distancias entre los diferentes tipos sean excesivas. Otro inconveniente del sistema era el gran número de símbolos que el cajista tenía que memorizar. *François Barletti de Saint-Paul* inventó alrededor de 1776 uno de los más famosos sistemas de logotipos.

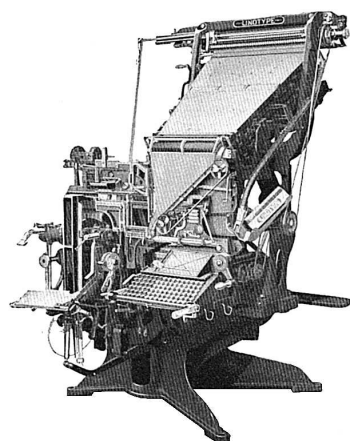
## La composición mecánica

Ya a principios del siglo XIX se hablaba de la posibilidad de crear una máquina que pudiera realizar una parte del trabajo del cajista. En aquella época esta idea era todavía utópica y el mérito de los inventores que se atrevieron a dar los primeros pasos es considerable. Uno de los primeros intentos en este campo se debe al inglés *Dr. William Church*, cuya primera máquina construida en 1808 no tuvo éxito. En 1822 *Church* construyó una segunda máquina para la que obtuvo una patente. La máquina de *Church* componía directamente con letras de plomo que se usaban una sola vez y se volvían a fundir después de la tirada.

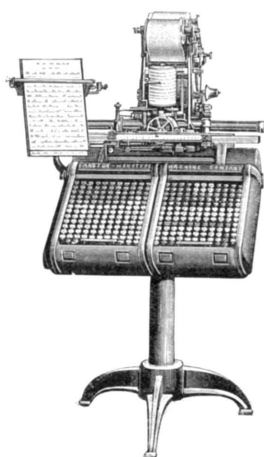
En 1840 apareció una máquina que tuvo cierto éxito, la *Pianotype* de *James Hadden Young* y *Adrien Delcambre*. Es muy interesante mencionar aquí la máquina del sueco *Christian Sörensén*. *Sörensén* utilizaba un sistema sofisticado para la redistribución de las matrices en sus respectivas casillas, que se puede comparar con la llave que sólo abre un cerrojo determinado. Un sistema muy similar se encontraba hasta finales del siglo XX en las pocas máquinas fundidoras de líneas de la marca *Linotype* que todavía estaban en servicio.



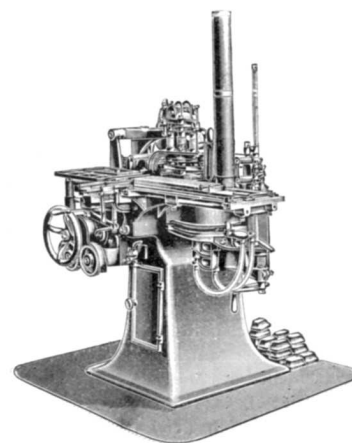
La historia de las máquinas de componer del siglo XIX podría ser el objetivo de un libro. Aquí sobre todo hablaremos de las dos máquinas fundidoras de tipos más importantes de la historia, que han dominado el mercado del siglo XX: la **Linotype** y la **Monotype**.



Linotype



Teclado de la Monotype



Fundidora de la Monotype

Hasta la invención de la *Linotype*, todas las máquinas de composición tipográfica utilizaban los propios tipos como matrices, de manera que los moldes estaban hechos de matrices de composición. Eso requería una enorme cantidad de matrices que además estaban expuestas al desgaste de la impresión. En la primera máquina de composición **Linotype**, que fue construida por el ingeniero alemán *Othmar Mergenthaler* en 1884, las líneas se justificaban automáticamente a la anchura debida mediante espacios variables llamadas cuñas de justificación. A continuación se tomaba un molde estereotípico (se explicará este término más adelante) de la línea. Luego las matrices fueron reconducidas inmediatamente en sus respectivos sitios del almacén. Ya en 1885 la casa *Linotype* fabricó una componedora que fundió un lingote de plomo después de cada línea compuesta. Como en la primera máquina, este modelo también redistribuía las matrices mediante un sistema elaborado. En el curso de los años la casa *Linotype* creó un sinnúmero de modelos de fundidoras de líneas. Las pocas máquinas que todavía trabajaban hacia el final del siglo XX estaban construidas según el mismo principio de composición, justificación, fundición y redistribución que esta primera máquina fundidora de 1884.

*Tolbert Lanston* era el inventor de la máquina de componer **Monotype**. Esta máquina no fundía líneas enteras, sino tipos sueltos. Desde el año 1890 la *Monotype* consiste de dos unidades, el teclado y la fundidora,



reunidas por un sistema de cinta perforada, como también se empleaba en telegrafía. Aquí quisiera mencionar que el inventor de la tarjeta perforada que más adelante encontraría tantas aplicaciones en campos tan diversos como la informática o la maquinaria automática, era el fabricante de telares francés *Joseph Marie Jacquard* en los primeros años del siglo XIX. En comparación con la *Linotype*, la *Monotype* tiene el inconveniente de una velocidad de trabajo menor. Pero este hecho se compensa por una mayor facilidad de corrección, ya que se pueden substituir los tipos individuales, mientras que con la *Linotype* siempre hay que componer toda la línea que contiene un solo error.

## La fotocomposición

A partir de los años 1970 parecía que la fotocomposición se convertiría pronto en una aplicación de la fotografía imprescindible para la imprenta moderna. Con las máquinas de fotocomposición se podían obtener textos sobre papel fotográfico o película transparente prescindiendo de los sistemas tradicionales de composición a base de plomo.

En efecto, hasta la aparición de la fotocomposición, los textos que no se imprimían directamente a partir del molde tipográfico, por ejemplo en el caso del offset, primero tenían que transformarse para obtener un original fotográfico. Había muchos sistemas para ello. El más sencillo consistía en imprimir una prueba en una prensa tipográfica para luego reproducirla en una cámara de reproducción o por contacto.

Las máquinas de fotocomposición proyectan los signos ortográficos y los otros elementos usuales en tipografía, como orlas o filetes, sobre papel fotográfico, cada cosa en su lugar. Cuando el último elemento ha sido proyectado sobre el papel, este se revela como una copia fotográfica y se obtiene una fotografía de línea de la composición, que se puede pegar (montar) junto a otros elementos de línea, como dibujos a la pluma, sobre una hoja de papel que luego se reproduce fotomecánicamente.

Así los mismos montajes que en la tipografía tradicional se construían con elementos de plomo invertidos o especulares, ahora, gracias a la fotocomposición se podían efectuar con tijeras y pegamiento sobre una hoja de papel.

Los primeros ensayos en el campo de la fotocomposición se atribuyen a A. C. *Ferguson*, quien ya construyó una sencilla máquina de fotocomposición en 1892. En 1915 *Adolf Müller* construyó otro precursor de la futura máquina de fotocomposición. Estas primeras máquinas natural-

mente no eran automáticas, de manera que había que justificar<sup>1</sup> manualmente las letras y exponerlas una por una. La aplicación de estos prototipos se limitaba a la composición de títulos, monogramas o textos muy cortos.

El próximo paso en el desarrollo de las máquinas de fotocomposición eran adaptaciones de máquinas de composición tradicional (fundidoras de plomo) que permitían justificar las líneas automáticamente. En estas máquinas, como en la *Intertype Fotosetter* a partir de 1954 el mecanismo de fundición se substituyó por un mecanismo que justificaba y exponía automáticamente los tipos. Las matrices tradicionales de la fundición de cada tipo se dotaban de una ventanita que contenía un negativo fotográfico de la letra correspondiente.

Las máquinas que se construyeron a partir de los años 1970 se pueden clasificar en 3 grupos.

El primer grupo es el de las máquina mecánicas, en las cuales los negativos de los tipos están distribuidos sobre un disco o un cilindro rotativo.

En el segundo grupo los tipos están almacenados magnéticamente en un disco duro en forma de matrices del tipo **bitmap**, que equivale a una lista de coordenadas que definen cuales de los puntos de una zona determinada son negros. Estas máquinas solían usar un tubo catódico para reproducir las formas de las letras.

En las máquinas de tercera generación el material sensible se expone mediante un rayo LASER. Los tipos suelen estar almacenados electrónicamente en forma vectorial, lo que ocupa menos espacio que los bitmaps y permite ampliar los tipos sin obtener líneas en forma de sierra.

La ilustración '*Esquema de la Linofilm V-I-P*' representa esquemáticamente el funcionamiento de este típico representante de las fotocomposiciones del primer tipo. La próxima ilustración representa una matriz de caracteres de la *Linofilm V-I-P*.

Las máquinas del primer grupo funcionan de la manera siguiente: los textos introducidos mediante el teclado se almacenan en un disco duro, un disquete o una cinta. Después de la introducción del texto todavía se pueden hacer correcciones, como borrar o insertar letras, palabras enteras o párrafos. Después de la corrección que se puede controlar en la pantalla, la máquina justifica automáticamente la líneas e incluso la corrección ortográfica y las separaciones de las palabras pueden hacerse automáticamente gracias al programa que lleva la máquina. El texto listo se transfiere sobre el papel en una unidad especial en la cual las letras se proyectan sucesivamente sobre el papel. Un ordenador controla una

---

<sup>1</sup> Distribuir los tipos dentro del ancho de cada línea.

unidad de flash electrónico que se dispara cada vez que la letra adecuada del disco de las matrices pasa por delante del objetivo. De esta manera, según el modelo, se pueden exponer unas 50.000 letras por hora. El papel enrollado en un chasis especial a prueba de luz se inserta en una máquina que revela, fija, enjuaga y seca la tira de papel.

En las máquinas del segundo grupo que almacenan los caracteres digitalmente, cada símbolo se disuelve en un sistema de líneas cruzadas que es suficientemente fino como para pasar desapercibido en los impresos. Las letras en este caso están a prueba de desgaste. El cambio de una **fuer**te<sup>1</sup> a otra se efectúa fácilmente, y ya en los años 1970 existía la posibilidad de descargar (bajar como se llama esta acción en la era del Internet) los tipos de letra a través de la línea telefónica, ya mucho antes del invento del *www*<sup>2</sup>. En algunas máquinas adelantadas se podían almacenar dibujos de línea como dibujos a la pluma, e incluso fotografías tramadas, para poder disponer de ellos más adelante. Al final el papel se expone bajo un tubo de rayos catódicos (**CRT** = Cathode Ray Tube) comparable a una pantalla de televisión. Estas máquinas permitían exponer hasta varios millones de letras por hora.

En las máquinas de la tercera generación el papel sensible se suele impresionar mediante un rayo Laser. Las fuentes ya no se almacenan en forma de bitmap, sino en forma vectorial. Y el programa editor es más flexible, parecido a los procesadores de texto para PC de los años 1990.

## El arreglo

Antes de poder ejecutar una tirada en una prensa tipográfica, hay que realizar dos trabajos imprescindibles para la calidad del producto: hay que preparar el **revestimiento** (o cama) del cilindro o de la platina y hay que hacer el **arreglo** del molde. El revestimiento consiste de varias capas de papel o a veces de otros materiales, como goma o tejidos especiales, que tienen que recubrir de manera inamovible el cilindro. Según el trabajo que se trata de ejecutar conviene una cama más dura o más blanda. El grosor del arreglo está limitado por la geometría de la prensa, sobretodo en el caso de las minervas, ya que un grosor inadecuado implicaría un

---

<sup>1</sup> Una fuente es el conjunto de todos los caracteres y signos de puntuación y especiales que forman un tipo de letra determinado, como *Times New Roman*, *Bodoni* o *Garamont*.

<sup>2</sup> World Wide Web.

desarrollo asíncrono del cilindro sobre el molde, lo que imposibilitaría una impresión limpia. Se distingue entre el arreglo desde abajo y el arreglo desde arriba.

En el arreglo desde abajo se empieza por nivelar todos los elementos del molde, como tipos, clichés, xilografías etc. Esto es imprescindible, ya que no siempre todas las piezas tienen la altura ideal, a veces por desgaste, pero sobre todo en el caso de los clichés y de las xilografías las desigualdades se suelen atribuir a diferencias en la fabricación. El arreglo desde abajo se efectúa mediante trozos de papel que se pegan bajo los elementos que lo necesitan. El impresor se orienta mediante pruebas que va imprimiendo durante el trabajo. La finalidad del arreglo desde arriba es aumentar la presión en determinadas zonas que lo necesitan, como por ejemplo en las zonas oscuras de las autotipias. Este último retoque antes de la impresión de la tirada se realiza mediante trozos de papel fino que se pegan sobre el revestimiento en las zonas correspondientes. A veces también es necesario recortar zonas determinadas con una cuchilla bien afilada.

Ya que el trabajo del arreglo es pesado y largo se han inventado diferentes sistemas para su ejecución de manera automática mediante la elaboración de una placa en relieve que se pega sobre el revestimiento en registro exacto con la forma. Uno de estos sistemas es el arreglo mecánico a relieve de greda. Con una tinta especial se hace un impreso sobre un papel especial que consiste de un papel recubierto de una o ambas caras de greda. Luego se trata el papel en un baño cáustico que disuelve parcialmente la capa de greda, empezando por las zonas que no están protegidas por la tinta de la impresión. Este procedimiento deja sobre el papel un relieve que en todas las zonas corresponde a los valores tonales que se trata de imprimir. Una vez seco, el papel de arreglo se vuelve a pegar en registro sobre la platina, respectivamente el cilindro de la prensa.

## La xilografía

La **xilografía** es el arte de esculpir manualmente formas de impresión tipográficas de una tabla de madera. Hay que distinguir entre la **xilografía a fibra** (la tabla está cortada paralelamente a la fibra de la madera) y la **xilografía a contrafibra** (la tabla está cortada verticalmente a la fibra). La primera modalidad a veces se denomina **xilografía de líneas negras**, la segunda, **xilografía de líneas blancas**. Debido a las herramientas utilizadas, la xilografía a contrafibra a veces también se denomina **grabado sobre madera**. Son significativos los términos ingleses, franceses y alemanes: Xilografía a fibra = Wood cut [E], Xylographie sur bois de fil [F], Schwarzklinienholzschnitt [D]. Xilografía a contrafibra = Wood engraving [E], Xylographie sur bois debout [F], Weisslinienholzschnitt [D].

### *La xilografía a fibra*

En principio la mayoría de las maderas pueden usarse para la confección de xilografías de líneas negras, pero según el efecto que busca, el grabador se decidirá por una madera u otra. Las maderas blandas sufren de mucho desgaste durante la impresión, mientras que las xilografías sobre maderas duras aguantan tiradas casi ilimitadas. De otra parte son sobre todo las maderas blandas las que permiten sacar provecho artístico de las vetas de la madera tan estimadas por algunos artistas contemporáneos.

La tabla escogida tiene que rebajarse a la altura tipográfica de (62 2/3 puntos). La medida tradicionalmente utilizada en tipografía, el punto, fue creado por el impresor francés *Firmin Didot*, basándose en una antigua medida francesa, el pié de rey. La unidad que corresponde a 12 puntos se llama un **cícero**.

Para conceder la dureza necesaria a la madera, primero se suele bañar en una solución alcohólica de goma laca. Una vez seca, la tabla se provee de una capa blanca que permite dibujar en ella con lápiz o con tinta china. La imagen que tiene que contener exclusivamente blancos y negros, sin tonos de gris, se dibuja invertida (o especular), ya que se volverá invertir en el momento de la impresión.

El dibujo no debe contener grises, ya que el procedimiento tipográfico no permite depositar diferentes gruesos de tinta en diferentes zonas. Los

tonos de gris deben ser simulados ópticamente mediante una trama de líneas, igual que en el caso de un dibujo a la pluma.

Una vez efectuado el dibujo empieza el trabajo delicado: todas las zonas de la superficie que han quedado en blanco deben ser recortados con herramientas manuales adecuadas como gubias y cuchillos. Si el grabador comete un error, la corrección es muy difícil, a veces imposible, ya que hay que introducir un trozo de madera, lo que pocas veces es posible sin dejar rastros. Para cortar una línea blanco hay que hacer dos cortes bajo diferentes ángulos, el corte y el contracorte. La ilustración reproduce una famosa xilografía de *Félix Vallotton* en la que dominan las superficies negras.



Xilografía de Vallotton

Varios artistas explotan la estructura de las vetas en sus creaciones. Como ejemplo citaremos aquí a los famosos grabados de *Munch*.

En la segunda mitad del siglo XV se pusieron de moda los grabados al puntillado que se obtenían golpeando una placa de metal blando con punzones y un martillo. Los punzones utilizados tenían formas diversas, de manera que se podían obtener orificios de formas variadas, como redondos, cuadrado o en forma de estrella.





Grabado al puntillado

## *Xilografía a contrafibra*

Para la xilografía a contrafibra se emplea casi exclusivamente la dura madera de boj. Ya que es casi imposible obtener una tabla de gran tamaño de esta madera, que además tiene que ser libre de imperfecciones, como de agujeros o de ramas, las tablas que se suelen utilizar para la xilografía a contrafibra suelen estar compuestas de tacos encolados entre sí con mucha precisión. La fibra de estos tacos siempre es vertical a la superficie de la tabla.

Hay dos maneras típicas de cortar sobre madera a contrafibra, que normalmente se combinan. La primera manera sólo se distingue de la xilografía a fibra descrita más arriba por una finura extrema posibilitada por el tipo de madera. Se suele hablar de xilografía en facsímile, ya que esta técnica permite reproducir los dibujos a la pluma con la mayor fidelidad.

La segunda manera de cortar las xilografías a contrafibra, también conocida como **xilografía tonal**, se distingue de la primera modalidad por el hecho que no busca reproducir las líneas del dibujo, sino que intenta simular sus valores tonales con una compleja trama de líneas, ora más anchas, ora más estrechas, siempre blancas, que se cruzan bajo varios

ángulos, de manera que el ojo no experimentado cree ver una autentica imagen de tono continuo. Desde este punto de vista la xilografía tonal se puede comparar con la autotipia.

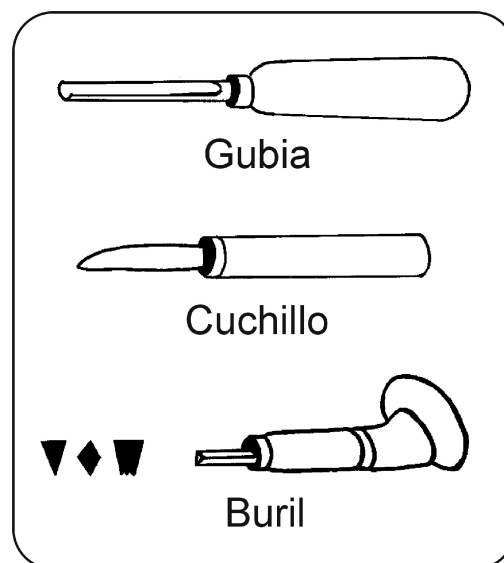
Las xilografías a contrafibra generalmente no se cortan con las herramientas típicas de la xilografía a fibra sino normalmente con el **buril**, una herramienta propia de la calcografía manual que ha sido adaptada a las necesidades de la xilografía. Hay diferentes tipos de buril, entre ellos los hay con puntas múltiples. Para tallar la tabla se suele colocar sobre un cojinete de cuero duro. Hay que apuntar a la superficie de la madera bajo un ángulo agudo. Mientras que el grabador hace avanzar el buril apretándole con su mano derecha, el índice de la mano derecha guía la punta, igual como lo hacen los grabadores calcográficos.

El inventor de la xilografía tonal era el xilógrafo inglés *Thomas Bewick*, alrededor de 1780. El trabajo extremadamente fino que permite esta técnica permitía la reproducción de las obras de los grandes pintores, más adelante, también de fotografías. El hecho de que las xilografías se pueden imprimir conjuntamente con los demás elementos tipográficos, como con la composición, facilitaba

enormemente su propagación, que era extraordinaria en el siglo XIX, sobre todo en el campo de la edición de libros y revistas. Para realizar las ilustraciones técnicas, necesarias en las obras técnicas y científicas, se inventaron máquinas auxiliares que se usaban cuando había que producir figuras geométricas (círculos, elipses,...) perfectas o sombreados de líneas regulares en la madera.

Para acelerar la ilustración informativa, a partir de 1880 se solían recubrir las maderas de una emulsión fotográfica sobre la cual se copiaba el negativo como si se hubiera tratado de un papel fotográfico corriente. Luego unos grabadores especializados cortaban esta **fotoxilografía**, sin necesidad de hacer un dibujo previo. La fotoxilografía no es un proceso fotomecánico como su nombre podría dejar suponer, sino una forma especial de xilografía a contrafibra.

A pesar de que se ha abusado de la xilografía tonal para crear un montón de trabajos de baja calidad y de mal gusto, lo que le ha valido muy mala fama en círculos artísticos, no hay que olvidar que con esta



técnica se han realizado muchos trabajos extraordinarios y valiosos, como por ejemplo las excelentes ilustraciones de *Gustav Doré*.

Aquí hay que mencionar el hecho de que la gran mayoría de los grabadores xilográficos no graban ellos mismos sus tablas; la mayoría se limitan a aplicar el dibujo sobre la madera y a confiar el largo y penoso trabajo de corte a un especialista. Parece que ya *Dürer* (1471-1528), uno de los ilustradores más famosos de todos los tiempos, confiaba alguna de sus xilografías a un especialista. Esta forma de proceder permite a los artistas creadores concentrarse exclusivamente a la creación del dibujo artístico y de dejar que un artesano con menos talento artístico, pero con mucha más paciencia, haga el trabajo del corte que puede durar semanas.

La próxima ilustración reproduce un grabado xilográfico a contrafibra de los hermanos E. y M. Baud. La xilografía original es una hoja de una carpeta con el título '*Genève en 1901*'. A pesar de la pérdida de calidad, esta reproducción nos ofrece una mirada sobre la micro-estructura de la xilografía original. Recomiendo mirar la ilustración con una lupa o un cuenta hilos.

En el siglo XX diferentes artistas han substituido la tabla de madera por otros materiales que correspondía más a su manera de trabajar individual. El material más importante en este contexto sin duda es el **linóleo** que fue inventado en 1864 y encontraba su principal aplicación en el recubrimiento de suelos. Muchos otros materiales han sido utilizados como substitutos de la madera, como por ejemplo la plancha de plomo que el alemán *Otto Nüchel* utilizaba para hacer sus **grabados sobre plomo** ('*Bleischnitt*' en alemán). Algunos materiales transparentes ofrecen posibilidades interesantes como substituto de la clásica tabla de madera. Así por ejemplo *Arthur Deshaies* usa plexiglass, lo que tiene las ventajas siguientes:

Un dibujo se puede contemplar a través de la placa, de manera que no hay necesidad de hacer un calco.

El efecto final se puede evaluar contemplando la forma entintada a contraluz, lo que hace obsoleto tirar una prueba.

El formato no está limitado, ya que se encuentran placas de plexiglass de cualquier tamaño.

El artista también puede morder una placa de cinc sobre la que se ha dibujado con tinta a prueba de ácidos, a fin de obtener un relieve tipográfico listo para imprimir. Esta posibilidad será descrita más adelante bajo el título '*Cincotípiá*'.



Xilografía a contrafibra de los hermanos Baud



## La xilografía japonesa

Como caso especial muy interesante aquí hay que mencionar la técnica xilográfica japonesa que durante toda su larga tradición ha podido conservar su carácter puramente artesanal, evitando cualquier intento de mecanización o de industrialización. La xilografía japonesa se talla con el cuchillo sobre madera cortada en dirección de la fibra. Usualmente se escoge madera de cerezo o de peral. La xilografía japonesa es una técnica multicolor. Contrariamente a las técnicas occidentales aquí no se imprime con tintas grasas, sino con acuarelas. El dibujo se aplica sobre papel de arroz transparente o translúcido con un pincel y tinta china negra. Hasta las líneas más delgadas se ejecutan con el pincel, lo que exige una mano hábil y totalmente tranquila.

Para transferir el dibujo sobre la tabla no se hace un calco, como se haría en occidente: el papel con el dibujo se pega sobre la tabla con cola de arroz, de manera que el lado del dibujo toque la madera. Se deja un margen que ofrece un buen control de registro para los sucesivos colores.

La tabla de madera se corta con el cuchillo, según el clásico sistema del corte y del contracorte, y eso a través del papel de arroz. Si este no es suficientemente transparente, el grabador elimina el grueso sobrante con el dedo, friccionando hasta que se desprendan "fideos". También tiene la posibilidad de aplicar una delgada capa de aceite que aumenta la transparencia del papel y facilita la visión del dibujo. Una vez cortado el dibujo se hacen tantos impresos sobre papel seco como se tiene previsto imprimir colores. Estos impresos forman la pauta para elaborar las diferentes formas correspondientes a cada una de las tintas. La transferencia se hace de la misma manera como en el caso de la transferencia del dibujo original.

Se entintan las maderas con unos pinceles especialmente diseñados para ello. El papel que se trata de imprimir se deposita con cuidado encima de la forma entintada y se aprieta al conjunto una herramienta especial, el baren, que sustituye a la prensa y hace un papel similar a la herramienta que fue desbancada en occidente por las primeras prensas tipográficas, hace más de 500 años. El baren es esencialmente una placa redonda y lisa con un mango en un extremo. Después de haber apretado toda la superficie de la hoja, se separa cuidadosamente el impreso de la forma empezando por un extremo, sin permitir que el papel se deslice. Es a partir de estas pruebas que se elaboran las diferentes tablas para los colores.

Las estampas definitivas se imprimen sobre papel ligeramente húmedo. Dos marcas aplicadas en el margen de las placas garantizan un

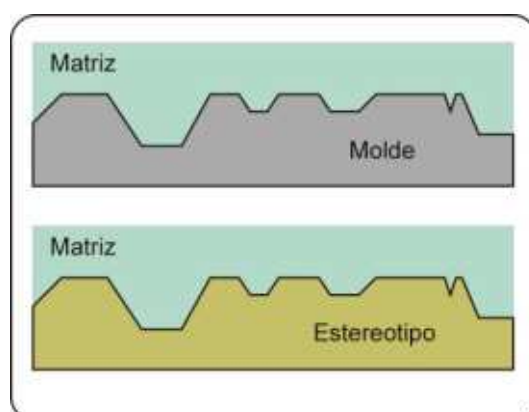
registro perfecto al impresor experimentado. A veces las xilografías japonesas se acaban con un impreso en seco.

## Estereotipia y galvanotipia

Hay dos sistemas clásicos para obtener un duplicado a partir de una forma tipográfica sin tener que imprimir una prueba de la placa original: la estereotipia y la galvanotipia (galvanoplastia aplicada a la tipografía). El último sistema da resultados de mayor calidad, pero es más exigente técnicamente.

Había imprentas que hacían un estereotipo de todos sus moldes para poder disponer en seguida del material de composición. Las placas estereotípicas (llamadas brevemente estéreos) ocupan menos espacio que los moldes de plomo y además tienen la ventaja de poderse emplear en los cilindros de las máquinas rotativas. A veces es deseable poder imprimir varios ejemplares de una vez de un mismo molde. Sobre todo si el original es una xilografía valiosa que se podría ir desgastando durante la impresión, es interesante hacer de ella un estéreo o un gálvano.

El principio de cualquier sistema estereotípico es el siguiente: se hace una matriz de un molde tipográfico y se la separa de la forma original. Luego se rellena la matriz de aleación tipográfica o de una materia plástica. Con una sola matriz se pueden obtener varios estéreos. En caso de desear un estereotipo curvado para su uso en una prensa rotativa, hay que curvar la matriz antes de la fundición del estéreo. Las matrices todavía en uso al final del siglo XX consistían en un papel especial que se amoldaba a la forma bajo alta presión o eran de plástico.



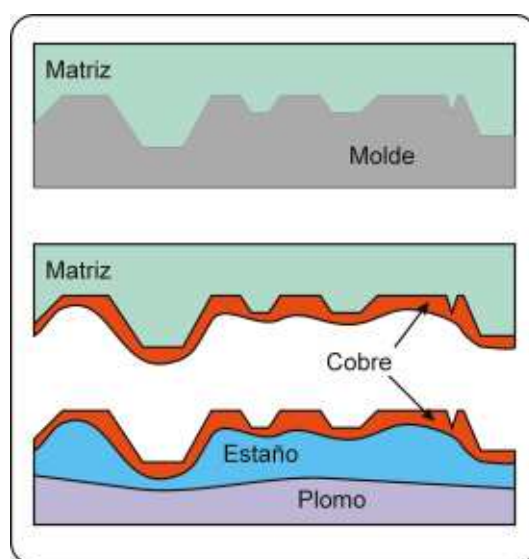
Hacia 1729 el joyero de Edingburg *William Ged* hizo el primer estereotipo de yeso. El nombre 'estereotipia' se debe al impresor francés *Firmin Didot*, que perfeccionó el sistema de *Ged* alrededor de 1739. La



matriz de papel es un invento del francés *Claude Genoux*, alrededor de 1829.

Hay diferentes procedimientos para confeccionar un gálvano. La galvanotipia es una aplicación especial de la galvanoplastia. Hay que mencionar que también las planchas calcográficas (de las que se hablará en el capítulo dedicado a la calcografía) se pueden reproducir galvánicamente. Aquí describiremos brevemente la técnica galvanotípica más antigua conocida.

Una placa hecha de una mezcla de polvo de grafito y de cera se prensa contra la superficie del molde que se trata de reproducir, de manera que la cera se convierta en una matriz complementaria como en el caso de la estereotipia. Se recomienda empolvar previamente el molde con grafito. El relieve se separa cuidadosamente de la forma original, se le empolva con grafito y se cuelga en un baño electrolítico compuesto esencialmente de una solución de sulfato de cobre con alguna gota de ácido sulfúrico. La cera, gracias al grafito que lleva, se ha convertido en un conductor eléctrico. El grafito es una de las dos modificaciones del carbono; la otra es el diamante.



El ánodo del baño electrolítico está formado por una barra de cobre, mientras que la placa de cera se usa como cátodo. Después de conectar la corriente continua el cobre del ánodo empieza a depositarse sobre la placa de cera, hasta que obtenemos una capa de un grosor suficiente para que la capa de cobre no se dañe durante las siguientes manipulaciones. Llegado este momento se interrumpe la corriente y se saca la placa de cera de su baño. Mediante agua caliente se funde la cera hasta que sólo quede el relieve de cobre. En el lado que no va a imprimir recubrimos la superficie de cobre con una capa de estaño sobre la que finalmente vertemos plomo líquido hasta obtener la altura tipográfica.

Hay sistemas más modernos en los que la placa de cera se substituye por una placa de plomo que se aprieta sobre el molde original mediante una prensa hidráulica. El cobre a veces se sustituye por níquel, un metal que aguanta tiradas más largas y que no reacciona químicamente con ciertas tintas como hace el cobre.

## Cincotipia (cliché de cinc)

Bajo el nombre de cincotipia reuniremos aquí todos los procedimientos que permiten obtener un relieve adecuado para la tipografía mordiendo con ácido una placa de cinc recubierta de un dibujo (de línea o tramado) con tinta de reserva especial. Si la plancha usada es de aluminio, cobre u otro metal, se podría nombrar la técnica correspondiente como alutipia, cuprotipia o metalotipia, lo que no es usual. Popularmente se llaman clichés las planchas tipográficas obtenidas por medios cincotípicos.

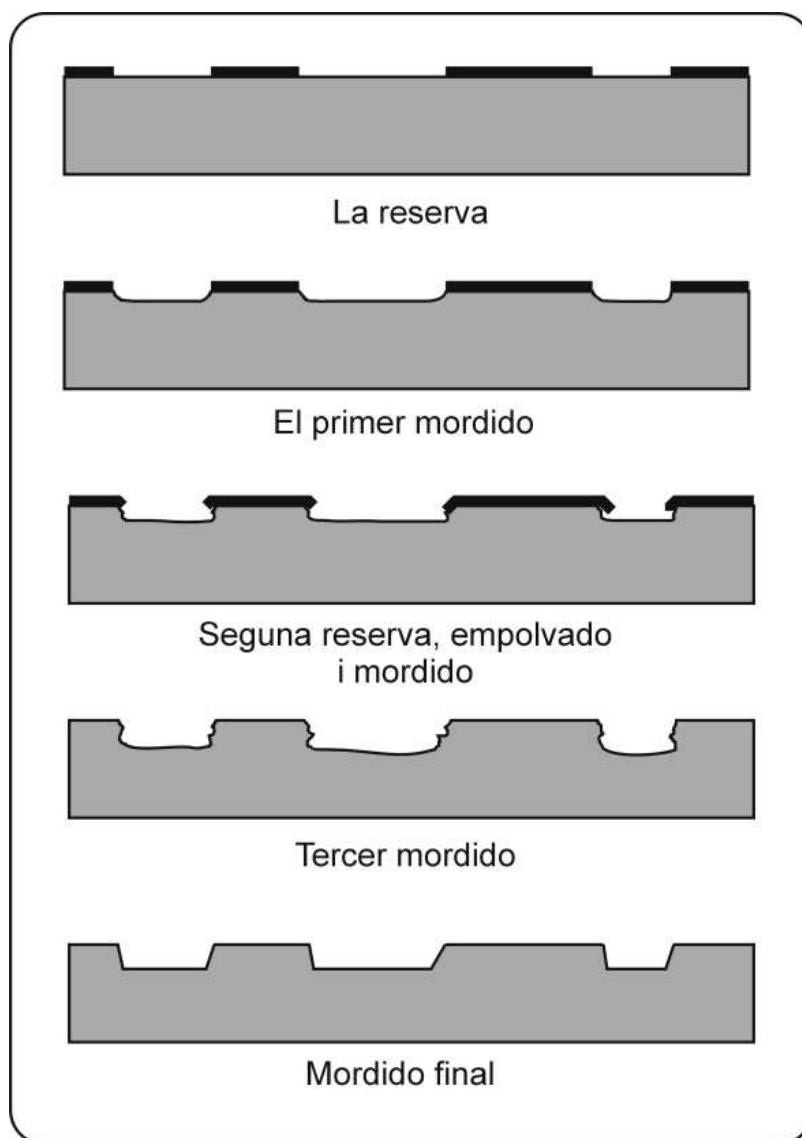
Estos procedimientos suelen basarse en una plancha metálica pulida como un espejo, sobre la que se aplica el dibujo con una tinta especial grasa a prueba de ácidos. Las zonas recubiertas de esta reserva corresponden a las zonas que más adelante van a retener la tinta en la prensa para aplicarla sobre el papel. Son las únicas zonas que van a mantener su nivel en el curso del proceso de mordido, mientras que las otras zonas se rebajarán más o menos, según sea necesario.

¿Cómo se aplica la reserva sobre la plancha? Se la puede aplicar manualmente, mecánicamente o por medios fotomecánicos. El sistema manual consiste en dibujar directamente sobre la plancha. Los sistemas mecánicos suelen estar basados en la transferencia litográfica que puede tener la forma de autografía, de impresión anastática o de transferencia a partir de una piedra. Estas técnicas se explicarán en el capítulo dedicado a la litografía.

La impresión anastática permite transferir impresos obtenidos por todas aquellas técnicas que imprimen una densidad constante de tinta, como en el caso de la litografía y de la tipografía. La impresión anastática se practicó en el siglo XIX. La impresión anastática a partir de originales impresos por medios calcográficos o fototípicos sólo da resultados satisfactorios en contadas ocasiones.

Finalmente se llaman fotomecánicos los sistemas de transferencia de la tinta de reserva sobre la plancha, cuando en el curso del procedimiento interviene una reacción fotoquímica, sea una alteración de productos químicos por la luz.

Ya que hasta el momento de la transferencia sobre la plancha los procedimientos son prácticamente idénticos con los respectivos procedimientos litográficos, nos limitaremos a describir esta parte en el capítulo de la litografía. Una vez depositada la reserva sobre la plancha, hay diferentes sistemas para realizar el mordido. En el siglo XIX los experimentos en este campo eran numerosos.



Elaboración de un cliché de cinc

Uno de los primeros procedimientos industriales importantes era el introducido por *Firmin Gillot* alrededor de 1850 con el nombre de *Paniconografía*. Más adelante se popularizaron las designaciones **Gillotage** y **Gillotipia**. Ya que el procedimiento evolucionó y tampoco se practicó de la misma manera en los diferentes talleres, en distintas fuentes hallamos diferentes descripciones del procedimiento, todos ellos basados en la misma idea, el mordido por etapas.

El procedimiento de *Gillot* partía de una transferencia litográfica sobre una placa de cinc pulida. Primero se entinta la plancha como si de una plancha litográfica se tratara. La tinta todavía húmeda se empolva con resina de colofonia finísima. Luego se lava con agua para eliminar el polvo de colofonia que ha quedado en las zonas blancas de la plancha. Se calienta la plancha hasta que la colofonia se vuelva líquida y se funde con las zonas recubiertas de tinta, lo que forma una reserva muy resistente a los ácidos.

Una vez recubiertos los márgenes y el dorso de la plancha con barniz de asfalto o con una solución alcohólica de goma laca, se somete la plancha a un ligero mordido con ácido nítrico de un 3 %. No se puede obtener toda la profundidad en una sola vez, ya que las paredes quedarían atacadas lateralmente.

Después de este primera mordido la plancha se enjuaga, se engoma como si de una plancha litográfica se tratara (ver el capítulo sobre la litografía) y se entinta con un rodillo blando, de tal manera que la tinta también recubre la parte superior de las paredes laterales. Una vez seca la solución de goma se vuelve empolvar la plancha con colofonia que queda adherida a la tinta todavía fresca. Luego se elimina el polvo de colofonia sobrante y se calienta la plancha hasta que se funda la colofonia. Ahora se puede proceder al segundo mordido.

Después de cada mordido las zonas que ya están suficientemente hondas (dónde hay poca distancia entre las zonas destinadas a imprimir) se protegen con barniz asfáltico o con goma laca. Las plancha tipográficas tienen que presentar una profundidad suficiente, generalmente superior a las planchas de calcografía. A pesar del hecho de que la profundidad del mordido no influye sobre el resultado final, una profundidad insuficiente puede generar problemas de entintado, ya que los rodillos son flexibles y tienden a depositar tinta también en los fondos de las planchas, especialmente en zonas de blanco extensas. Y esto puede ensuciar el papel, ya que tampoco se mantiene perfectamente plano durante la impresión. Por todo ello hay que morder más profundamente las zonas blancas extensas que las otras.

Después del último mordido de profundidad, se procede a un mordido de limpieza que tiene por fin eliminar las escaleras que han dejado los sucesivos mordidos en las paredes. Para ello se eliminan todos los restos de tinta y de colofonia de la plancha con agua y disolventes adecuados. La plancha seca se entinta con un rodillo duro (que no penetra en las profundidades) sin recubrir las paredes laterales. En este último mordido desaparecen los escalones laterales.

Nuestro esquema representa las fases principales en la elaboración de una cincotipia según el sistema de *Gillot*. Las máquinas grabadoras

introducidas a principios del siglo XX trabajan con ácido proyectado verticalmente contra la superficie de la plancha. Ya que de esta manera el ácido muerde esencialmente en dirección de su proyección, el mordido por etapas queda prácticamente obsoleto.

Con el tiempo se inventaron un gran número de sistemas fotomecánicos para aplicar la reserva. Se trataba de aplicar una capa a prueba de ácidos que se dejaba disolver según si había sido expuesta a la luz o no. Dos clásicos son el asfalto y la albúmina bicromatada.

## Planchas fotopolímeras

A partir de los años 1970 los clichés metálicos se han substituido parcialmente por planchas fotopolímeras, como por ejemplo las de las marcas '*Dycril*', '*Nyloprint*' (BASF) o '*Napp*'. Se trata de planchas emulsionadas en fábrica, cuya capa sensible consiste de unos monómeros<sup>1</sup>, cuyas moléculas tienen la tendencia de polimerizar bajo el efecto de la luz ultravioleta. Este tipo de sustancias reciben el nombre de fotopolímeros.

Las planchas fotopolímeras se insolatan en contacto bajo un negativo de línea o tramado mediante una luz ultravioleta. Los sectores de la capa que polimerizan bajo la influencia de las radiaciones UV, las regiones situadas bajo las zonas claras del negativo, se endurecen y se vuelven prácticamente insolubles para el disolvente propio del sistema. Estas zonas más adelante serán las que imprimirán, mientras que las otras serán disueltas y corresponden a los blancos del futuro impreso. Los disolventes más usados para fotopolímeros son el alcohol y el agua. Las placas se lavan en máquinas especialmente diseñadas para ello. Hay un tipo de máquina que friega la plancha con un felpudo o una brocha, mientras que otros sistemas trabajan a base de disolvente proyectado con fuerza sobre la superficie de la plancha. El proceso se da por finalizado cuando todos los monómeros se han eliminado de la capa de plástico. Finalmente se seca la plancha con aire caliente. Se recomienda exponer la plancha seca otra vez a la luz UV, esta vez sin negativo, para acabar de endurecer el material restante.

---

<sup>1</sup> Los monómeros son moléculas que se pueden unir para formar largas cadenas, los polímeros. El nilón es un típico polímero.

Las planchas fotopolímeras con soporte flexible son muy adecuadas para su uso en una prensa rotativa, de manera que en muchas empresas este tipo de planchas ha substituido los estereotipos en la segunda parte del siglo XX.

## *Offset en seco*

La expresión '**offset en seco**' puede llevar fácilmente a confusión: cuando se usa el termino 'offset' sólo, nos referimos tradicionalmente a una impresión litográfica indirecta, también conocido por el nombre de 'lito-offset', mientras que el offset en seco, también llamado **tipoffset**, **letterset**<sup>1</sup> o **tipografía indirecta**, no tiene nada que ver con la litografía. No obstante existen planchas de offset especiales que imprimen sin agua. Es más prudente hablar entonces de offset sin agua.

En el procedimiento de offset en seco se trata de lo siguiente: Sobre el cilindro de una rotativa tipográfica especial se encuentra una plancha tipográfica (como puede ser una placa fotopolímera o un estereotipo) que se entinta de la manera corriente a su paso por debajo de la batería de rodillos. La plancha que se ha confeccionado al revés de una plancha tipográfica corriente, y que se presenta con la letra mirando hacía arriba, no imprime directamente sobre el papel, sino sobre un cilindro recubierto de una mantilla de goma que gira simétricamente al cilindro portador de la plancha. Esta mantilla transfiere la tinta todavía fresca sobre el papel que se mueve entre el cilindro y un cilindro de presión. El procedimiento debe su nombre a esta doble transferencia de tinta. Para entender mejor el procedimiento se puede contemplar el esquema del offset litográfico tal como sale en el capítulo sobre la litografía, eliminando mentalmente la aportación de agua.

La impresión de la plancha sobre la mantilla que da una imagen invertida es una impresión típicamente tipográfica. Pero la transferencia de la tinta de la mantilla sobre el papel, que da una imagen al derecho. ya que es la inversión de la inversión, ya no pertenece al campo de la tipografía, sino de la planografía, ya que no interviene en ella ningún tipo de relieve. El offset en seco es un sistema de impresión combinado que no tiene nada que ver con la litografía.

---

<sup>1</sup> Palabra derivada de las expresiones inglesas *letterpress* y *offset*.



## La flexografía

Se llaman flexográficos aquellos sistemas de impresión tipográfica cuya forma es blanda y flexible. Se puede tratar de estereotipos de goma muy parecidos a los sellos de goma que se usan en las oficinas. La flexografía trabaja casi exclusivamente con prensas rotativas, o sea que la plancha suele estar montada en un cilindro. La tinta es muy líquida, muchas veces a base de alcohol y anilinas. La forma se suele entintar con rodillos estucados que permiten retener determinada cantidad de tinta. En analogía al sistema Nyloprint usado en la tipografía clásica, la casa *BASF* ofrece materiales *fotopolímeros* especialmente adecuados para la flexografía bajo el nombre de *Nyloflex*. El uso de la flexografía se extiende cada día más y es importante sobretodo en el campo de la industria del envasado (cajas, botellas, tubos, latas, etc.) y la impresión de papeles pintados.



# La litografía

La litografía comporta un conjunto de sistemas de impresión todos ellos basados en la incompatibilidad mutua de las materias grasas con el agua. También la fototipia está basada sobre este principio. La principal diferencia entre la litografía y la fototipia reside en la posibilidad de esta última de imprimir valores de medio tono auténticos. Se dedicará un capítulo propio a la fototipia.

El inventor de la litografía era *Aloys Senefelder* en 1798. El invento se suele atribuir a la casualidad, pero en realidad se debe al gran aguante del que era autor de varias piezas de teatro que no podía hacer imprimir por falta de medios económicos. *Senefelder* se puso a estudiar las técnicas de impresión tradicionales y creó un sistema de impresión propio. Escribía sus textos con tinta grasa al revés sobre una piedra calcárea procedente de la región alemana de *Solenhofen*, cerca de *Munich*, y mordió la piedra con ácidos, de manera que obtenía una forma tipográfica. Este débil relieve le sirvió para imprimir los textos como si se tratara de composición tipográfica. Un sistema parecido ya lo había usado *Simon Schmid* en 1787 para la impresión de un libro de botánica.

La observación clave la hizo *Senefelder* cuando un día se dio cuenta de que ya se podía entintar la piedra antes de que se hubiera formado un relieve aparente, a condición de que la piedra fuera suficientemente húmeda. Esta observación era el nacimiento de la litografía. La explicación del fenómeno es sencilla y reside en la repulsión entre el agua y la grasa. La tinta litográfica grasa que se compone esencialmente de cebo, cera y hollín se combina químicamente con la cal ( $\text{CaCO}_3$ ) de la piedra para formar una substancia repelente al agua y afín a la grasa. Después de tratar la superficie de la piedra con una mezcla de ácido nítrico diluido con goma arábiga, la piedra se vuelve receptiva al agua.

Si pasamos un rodillo mojado sobre la piedra así preparada, las partes recubiertas de tinta repelen el agua, mientras que las zonas blancas se saturan de líquido. Si a continuación pasamos un rodillo cargado de tinta grasa sobre la piedra, esta sólo quedará adherida a las zonas secas receptoras a la tinta (encrófilas), mientras que las zonas húmedas repelarán la tinta.

Senefelder todavía llamó 'Imprenta Química' a su invento que pronto se conocería como litografía. Este nombre actualmente también se emplea para los procedimientos parecidos en los cuales la piedra ha sido substituida por una plancha metálica. *Senefelder* tuvo la gran suerte de hacer sus experiencias con piedras calcáreas de *Solenhofen*, la piedra más adecuada para ejercer la litografía.

## *Preparación de la piedra*

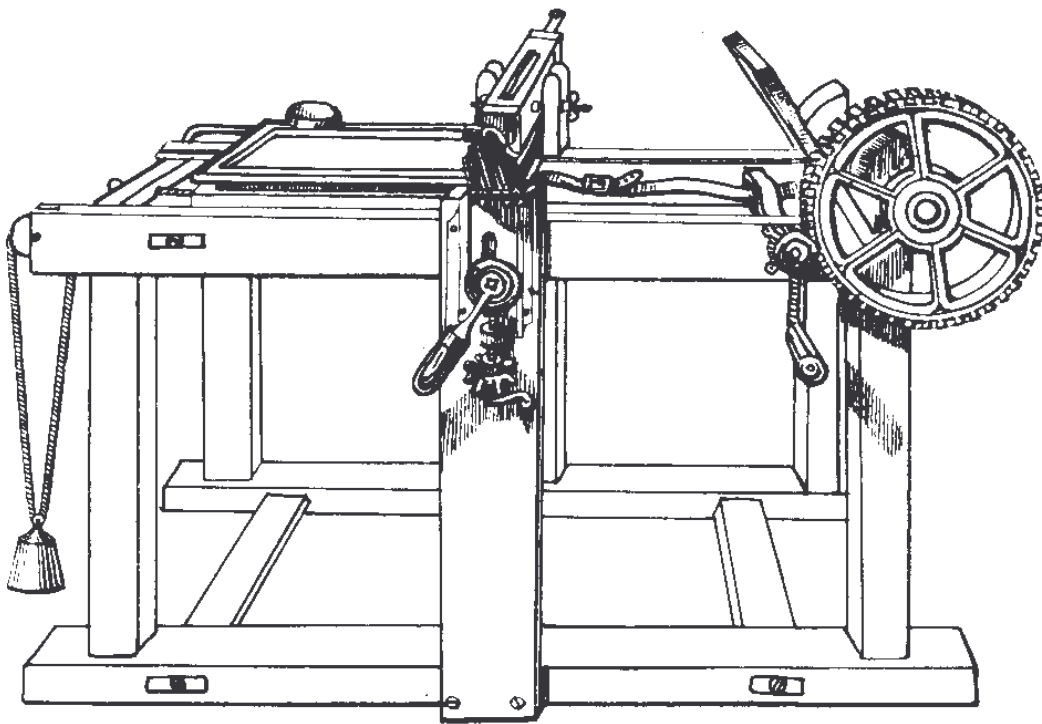
La piedra litográfica tiene que estar sometida a una preparación decisiva para la futura calidad de los impresos. Según la extensión de la superficie se sierran placas de entre 5 y 15 cm de espesor. Después de un pulido impecable el lado de trabajo de la piedra se estructura con un grano más o menos fino, según la dureza de la piedra y la técnica escogida. Se granea la superficie con arena calibrada, empezando con la más gruesa. Para granear la piedra manualmente se aplica una piedra sobre la otra de manera que las capas de impresión se tocan. Entre las piedras se distribuye arena fina y húmeda. Luego se refriegan las dos piedras con un movimiento circulatorio regular. El graneado es una operación difícil y decisiva para la buena calidad del impreso final. Se consigue un granulado particularmente regular en una máquina vibradora. En este caso se recubre la piedra de arena y se ponen unas bolas de acero encima que van graneando la piedra.

La piedra litográfica que es pesada y voluminosa se puede substituir por otros materiales, sobre todo por planchas metálicas. Las primeras pruebas en este sentido se deben a mismo *Senefelder*, así como al pionero de la fotografía *Niepce*, que inventaron el llamado **papel de piedra**. Ambos elaboraron una masa que se repartía sobre papel o plancha y que daba una superficie apta para la litografía, una vez seca. Algunas fábricas producían piedras artificiales, pero no con mucho éxito. El camino más próspero para la substitución de la piedra litográfica pasaba por las planchas de aluminio y de cinc. El tratamiento químico de la superficie de estas planchas es algo diferente del tratamiento de la piedra, pero el principio inherente es el mismo.

Cuando se imprime la litografía a partir de planchas de cinc se habla de **cincografía** (en analogía a la cincotipia que es un procedimiento tipográfico), en caso de usar planchas de aluminio se habla de **algrafía**, en general se suele hablar de **metalografía**.

## La impresión litográfica

La litografía clásica se imprime sobre una prensa especial que se puede encontrar bajo diferentes formas, desde la más pequeña prensa manual hasta las grandes prensas automáticas. El principio siempre es el mismo: una vez aplicado el dibujo, la piedra se moja con agua y se entinta inmediatamente. La tinta sólo se adhiere en las zonas que no están mojadas con agua. El papel se pone sobre la piedra y en las máquinas manuales se cubre con varias capas de papel o de cartulina. Finalmente se hace pasar la piedra con el papel por debajo de un rodillo o en algunas prensas manuales por debajo de una rasqueta. La figura 'Prensa litográfica a brazo' representa una prensa manual en la que se ejerce la presión mediante una cuchilla recubierta de cuero con altura ajustable. Las impresiones de artista se suelen tirar sobre papel húmedo. En las prensas automáticas la piedra se moja y se entinta automáticamente en cada movimiento cíclico. En las prensas manuales estas operaciones se efectúan a mano.

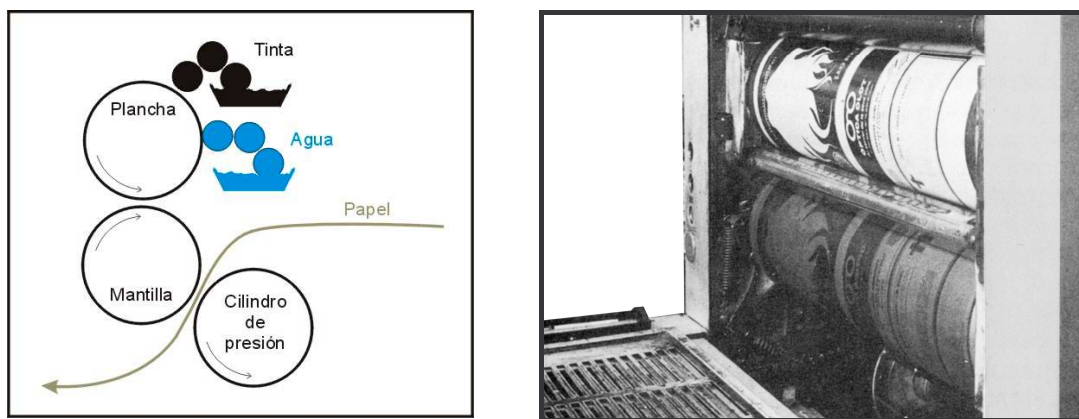


Prensa litográfica a brazo

La impresión litográfica indirecta, en la que la tinta no se transfiere directamente de la forma sobre el papel, trabaja con una forma intermedia, la **mantilla de goma**, que recibe la tinta de la forma y la transfiere a

su vez sobre el papel, el **lito-offset** u **offset** ha sustituido la litografía directa en la mayoría de sus aplicaciones. El principio de la litografía indirecta ya se usaba en la segunda mitad del siglo XIX, pero se limitó a aplicaciones de impresión sobre plancha. *Robert Barclay* y *John Doyle Fry* obtuvieron una patente en Inglaterra por su procedimiento en 1875. Cuando la patente caducó en 1889, la industria de las cajas metálicas notó un auge importante. La impresión indirecta sobre plancha salvaguardaba las piedras litográficas, ya que éstas no entraban en contacto directo con las planchas y se limitaban a imprimir sobre la mantilla de goma. Curiosamente nadie tuvo la idea de extender el uso de este sistema a la impresión sobre papel.

En 1904 un impresor americano, *Rubel*, reinventó la litografía indirecta y la llamó 'offset', por la doble inversión a la que está sometida la imagen y por el hecho que la plancha tiene que ser elaborada al derecho, al contrario del sistema tradicional.



Impresión offset

El offset permite imprimir con buena calidad sobre papeles rugosos, ya que la goma de la mantilla se adapta a las irregularidades del material. Si al principio todavía se construyeron algunas prensas offset que trabajaban con piedras, más adelante la casi totalidad de las prensas de offset eran cilíndricas. Evidentemente éstas no imprimen a partir de piedras cilíndricas, sino de planchas delgadas y flexibles que recubren los cilindros de impresión de acero. La ilustración 'Impresión offset' representa esquemáticamente el principio de una prensa offset clásica de una sola tinta. La plancha primero pasa por debajo de una batería de rodillos mojados con agua y luego toma la tinta de los rodillos del tintero. Esta tinta se deposita sobre la mantilla de goma que a su vez la deja sobre

la superficie del papel que pasa entre el cilindro de goma y el cilindro de contrapresión.

La fotografía de la derecha nos ofrece una vista sobre la parte posterior de una prensa offset y se puede apreciar la plancha en el cilindro superior y la mantilla que recubre el cilindro inferior. Estas máquinas permiten que el impresor acceda a ambos cilindros para efectuar ajustes y retoques de última hora.

Hay esencialmente tres tipos de moldes litográficos, a saber, los de la **litografía plana**, los de la **tipolitografía** y los del **grabado sobre piedra**. Mientras que el primer tipo es el representante más puro de la litografía, los otros dos tipos representan formas combinadas.

En el caso de la tipolitografía la plancha se somete a un mordido ligero hasta formar un poco de relieve. Este relieve mínimo puede llegar a formar una ligera huella (pisada que deja una forma tipográfica en el papel cuando se imprime con demasiada presión), de manera que los impresos tipolitográficos (hablamos aquí de impresión directa, no de offset) se pueden llegar a confundir con auténticos impresos tipográficos. La tipolitografía se imprime exactamente igual como la litografía plana corriente.

Los impresos efectuados como grabados sobre piedra también pueden llegar a mostrar un pequeño relieve, esta vez en el sentido contrario, como si se tratara de una calcografía.

Hay dos clases de técnicas para aplicar el dibujo sobre la piedra, la de las **técnicas directas** o manuales y la de las **técnicas indirectas**. Esta última clase se divide en **técnicas mecánicas** y **fotomecánicas**. El grupo de las técnicas fotomecánicas a su vez se subdivide en **fotolitografía directa** e **indirecta**.

Antes de aplicar el dibujo sobre la piedra o la plancha, la superficie tiene que ser tratada para que acepte la grasa. Se llama **desacidular** a este proceso que se realiza mediante una solución de alumbre o de acetato de aluminio. Las sustancias utilizadas varía según el material (piedra, aluminio, cinc) utilizado. Ahora la piedra es altamente receptiva para la tinta grasa del dibujo.

Una vez aplicado el dibujo se **acidula** la plancha o la piedra con una solución acuosa de goma arábica con ácido nítrico muy rebajado. Este tratamiento vuelve altamente hidrófila la superficie de la piedra que no está recubierta de tinta. La receptividad por el agua todavía aumenta gracias a la delgadísima capa de goma arábica que recubre la plancha. Pero el ácido también influye sobre las zonas recubiertas de tinta,



combinándose químicamente con la tinta y haciendo que esta se adhiera íntimamente a la piedra.

Si en esta fase hay que añadir algún detalle al dibujo, hay que volver a desacidular la piedra...

Una vez acidulada la piedra, se enjuaga abundantemente; finalmente la tinta litográfica se puede eliminarse con un disolvente orgánico adecuado y la piedra está lista para la tirada.

## Las técnicas directas

En las diferentes técnicas directas o manuales, un artista especializado realiza el dibujo directamente sobre la piedra. Se puede dibujar con un lápiz litográfico. Para esta técnica se recomienda el uso de una piedra bastante granulada. La tinta litográfica se puede aplicar mediante un pincel o una plumilla. Para simular medios tonos la tinta puede salpicarse sobre la piedra con un cepillo y un colador. *Toulouse Lautrec* usaba esta técnica que se llama **crachis** para elaborar sus famosos carteles.

Algunos artistas dominan la técnica que consiste en la aplicación de tinta litográfica en diferentes grados de disolución en agua sobre la piedra para imitar medios tonos. Estos efectos que simulan medios tonos precisan de un gran dominio técnico y se basan en la granulosis de la piedra y de la tinta. Aproximadamente en 1840 el litógrafo inglés *Hullmandel* inventó este sistema que llamó **Lithotint** y que vamos a traducir aquí por **litotinta**. Se trata de pintar sobre la piedra con una emulsión a base de tinta grasa y agua. Recordamos que la tinta grasa y el agua no se disuelven, pero se pueden mezclar, de la misma manera como podemos hacer una mayonesa. Al secarse el agua, sobre la piedra se acumulan finas partículas de tinta grasa y al imprimirse, las pinceladas tienen un aspecto muy parecido a la acuarela, incluyendo el margen oscuro que envuelve los trazos.

Son especialmente famosas las litografías del gran caricaturista *Honoré Daumier*.

La tinta de reserva litográfica es una solución acuosa de gelatina con tinta soluble al agua que se emplea para proteger todas las zonas de una forma litográfica que no deben coger la tinta grasa. La tinta de reserva por ejemplo permite hacer dibujos en negativo: para ello hay que dibujar con tinta de reserva en vez de tinta litográfica. Una vez está seca la piedra se embadurna toda con tinta grasa. Luego se disuelve la reserva con agua y se acidula la piedra. Los impresos aparecerán blancos en las zonas que habían estado recubiertas de reserva; las otras zonas quedarán negras.

La calcografía manual que ya se practica desde el siglo XV dispone de una serie de técnicas que son el resultado de los intentos de imitar

ciertas técnicas de dibujo mediante el grabado. Analógicamente hay una serie de técnicas litográficas que han nacido por el anhelo de imitar o incluso de sustituir ciertas técnicas calcográficas, como la manera negra litográfica o el aguatinta litográfico raramente practicado.

La **manera negra litográfica** debe su nombre a la manera negra calcográfica inventada por *Siegen* en 1641. Igual que en este procedimiento que será descrito en el capítulo dedicado a la calcografía, y como también en la xilografía, el artista empieza con una forma (en este caso una piedra o plancha litográfica) preparada para imprimir un fondo totalmente negro. La piedra, reservando los futuros márgenes, se cubre de una fina capa de solución asfáltica a base de trementina, a la que se puede añadir un poco de resina o de cera para aumentar la adhesión.

Se puede aplicar la capa de asfalto a mano o mediante un rodillo. Una vez bien seca, el artista rasca todas las zonas que tienen que salir en blanco en la impresión. Para este fin se pueden usar todo tipo de rascadores, de buriles, de agujas e incluso de ruletas. Una vez terminado el dibujo, la plancha se acidula como si se tratara de una litografía a la tinta litográfica. Previo desacidulado se pueden aplicar retoques con un lápiz graso o con tinta litográfica.

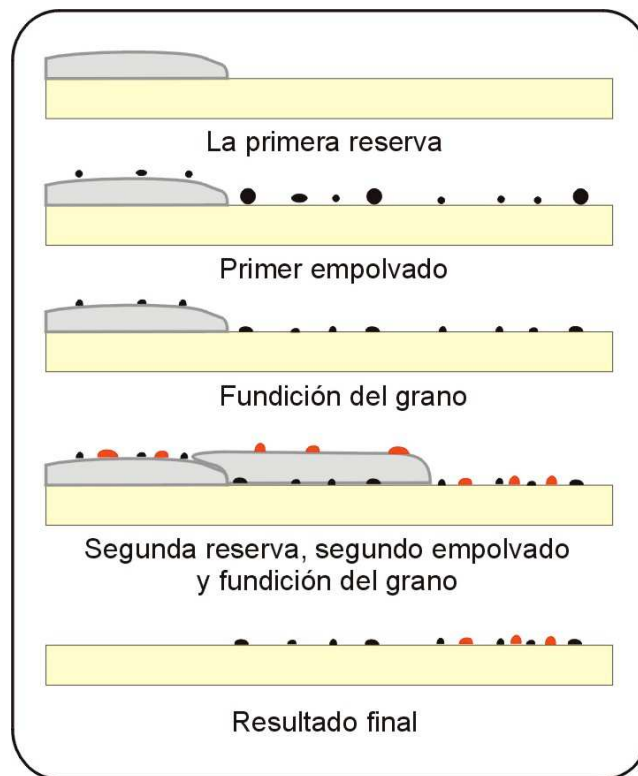
Otra técnica litográfica poco usada que fue desarrollada a partir de una técnica calcográfica es el **aguatinta litográfico**. Cuando se habla de aguatinta a secas uno siempre se refiere a una aguatinta calcográfica, técnica calcográfica muy extendida, mientras que las aguatinas litográficas son más bien escasas. Se trata de la técnica siguiente: Sobre la piedra se reservan las zonas que tienen que aparecer en blanco en la obra final con una mezcla de gelatina y de un colorante blanco, por ejemplo blanco de cinc. Luego la superficie de la piedra se empolva con polvo de asfalto en una caja de polvo como la que se describe más adelante en el capítulo dedicado a la calcografía. Cuando la cantidad de polvo depositada en la superficie de la piedra se juzga suficiente, se saca cuidadosamente la piedra de la caja. Con una fuente de calor, por ejemplo una plancha caliente, se calientan los granitos sin tocarlos, hasta que se funden y los granitos que no se hallan encima de la reserva blanca se quedan bien adheridos a la piedra.

Las zonas que tienen que imprimirse en la primera tonalidad simulada correspondiente a los granitos adheridos se cubren de reserva. Una vez seca la capa de reserva, la piedra se vuelve a someter a un empolvado en la caja de resinas. Por segunda vez se funden los granitos con una fuente calorífica.

Este proceso se puede repetir tantas veces como hace falta. Al final se enjuaga la piedra hasta la desaparición de las diferentes capas de reserva. Finalmente la piedra se acidula y se la limpia como si de un dibujo directo

se tratara. El dibujo 'Aguatinta litográfica' esquematiza el proceso y considera el caso de dos empolvados.

En el capítulo sobre la calcografía veremos que el aguatintra tradicional (el calcográfico) puede obtener todos los tonos con un solo empolvado. Esto es consecuencia de la posibilidad de la calcografía de imprimir simultáneamente capas de tinta de grosor diferente.



Aguatinta litográfica

## *El grabado sobre piedra*

El grabado sobre piedra es una forma intermedia entre la litografía y la calcografía. La superficie de la piedra se recubre de una capa de gelatina teñida que facilita el control al artista. A través de esta capa se graba ligeramente el dibujo en la superficie de la piedra con herramientas adecuadas. Una vez finalizado este trabajo, la piedra entera se embadurna con aceite. Finalmente se lava la piedra para eliminar la capa de gelatina. La piedra todavía mojada se entinta con un trapo lleno de tinta, una especie de 'poupée' como las que se utilizan en los sistemas calcográficos. Se limpia la tinta que ha quedado en las zonas mojadas y se imprime como si fuera una litografía normal.

Igual que los grabadores xilográficos, para la confección de impresos comerciales litográficos los grabadores disponían de máquinas grabadoras que permitían trazar unas líneas rigurosamente paralelas y de un espesor constante. Una vez grabado todo el dibujo, las líneas se mordían con una solución de ácidos adecuados. Una vez lavada con agua la superficie de la piedra se limpiaba con disolventes para eliminar el asfalto con un trapo y el disolvente correspondiente. Ahora se entintaba como si se trataba de una calcografía, rellenando los surcos y limpiando la superficie. La piedra así preparada se imprimía como una litografía corriente.

## Las técnicas indirectas

Cuando el dibujo no se aplica con lápiz litográfico, tinta grasa o asfalto directamente sobre la piedra, hay sistemas mecánicos para calcar el dibujo sobre la piedra. Si en el curso de este tipo de transferencia interviene una reacción fotográfica, se habla de un sistema fotomecánico o fotolitográfico. En el capítulo dedicado a la tipografía se decía que los sistemas de transferencia litográfica forman la base para el grabado en profundidad de las planchas cincotípicas (clichés). No es ninguna casualidad que los primeros intentos de morder formas tipográficas sobre planchas metálicas se realizaron en los primeros años que siguieron a la divulgación de la técnica litográfica.

### *La autografía*

La autografía es un sistema litográfico indirecto que permite transferir un dibujo hecho sobre un tipo de papel especial (el papel autográfico) con lápiz grasa. El papel autográfico puede tener una superficie lisa o puede estar previsto de una textura de grano irregular, lo que facilita la simulación de tonos grises. La tinta grasa autográfica tiene una composición específica. Para realizar la transferencia del dibujo sobre la piedra, el papel se moja desde su anverso y se la aplica con la capa dibujada abajo sobre la piedra desacidulada. Entonces se pasa la piedra varias veces por la prensa, aumentando la presión a cada pasada, para que la tinta quede bien adherida a la piedra. Finalmente se reblandece el papel con agua y se retira el papel de la piedra. La tinta queda adherida a la piedra que a continuación se acidulará como en el caso de un dibujo directo sobre la piedra.

## *La impresión anastática*

La impresión anastática es una generalización de la autografía que permite obtener una piedra litográfica a partir de un impreso que no se había elaborado para esta finalidad. La impresión anastática se usó mucho en el siglo XIX para reeditar documentos que se habían impreso mediante procedimientos tipográficos o litográficos. Algunos originales calcográficos se prestaban a ser reproducidos de esta manera, pero hay que tener en consideración que los medios tonos auténticos producidos por la calcografía no se pueden reproducir con sistemas litográficos. Las fototipias y la mayoría de los impresos de varias tintas no se suelen prestar a ser reproducidos con este sistema. Hace muchas décadas que la impresión anastática casi no se usa, ya que de un lado es una técnica difícil y de otro lado los procedimientos fotomecánicos permiten reproducir los originales sin dañarlos. Pero en los primeros tiempos de la litografía la impresión anastática ofrecía posibilidades muy interesantes, sobre todo para la edición en facsímile.

El principio de la impresión anastática consiste en mojar el impreso original con una solución acuosa de goma arábiga y otras sustancias para luego entintar el papel con un rodillo con tinta grasa. Aquí tenemos otra vez el principio de la litografía: las letras, que no han aceptado el agua ahora aceptan la tinta, mientras que el papel no impreso, que está mojado, la rechaza. La página entintada se transfiere sobre la piedra como un dibujo autográfico.

## *La transferencia litográfica*

En litografía es fácil preparar piedras idénticas a partir de una piedra preparada. Esta manera de obtener un duplicado de una piedra original se llama **transferencia litográfica** de una piedra a otra. Reiterando esta técnica se puede obtener un número casi ilimitado de impresos a partir de una piedra original. A veces se hacen varias copias de una piedra pequeña sobre una misma piedra de gran tamaño.

A partir de la piedra original se imprime una prueba sobre un tipo de papel preparado especialmente, muy parecido al papel autográfico, con una tinta grasa especial. Sobre la piedra receptora mojada se disponen las copias con el dibujo hacía abajo, y se hace pasar al conjunto varias veces por la prensa, aumentando la presión a cada pasada. Luego el papel se va

mojando hasta desprenderse fácilmente de la piedra sobre la que se habrá quedado adherida la tinta grasa del dibujo. Esta piedra ya está a punto de ser preparada como una piedra litográfica corriente preparada a la pluma o al lápiz litográfico.

Curiosamente la transferencia litográfica ya en la primera mitad del siglo XIX permitió ampliar y reducir los impresos. Incluso era posible estirarlos sólo en una dirección como ahora se puede hacer sencillamente con los modernos programas de retoque fotográfico. Para obtener una ampliación de un dibujo en una piedra litográfica se disponía de una mantilla de goma extensible tensada en un marco especial mediante muelles. Luego la mantilla se tensaba hasta obtener el tamaño de la imagen deseado. Finalmente se efectuaba la transmisión sobre la piedra nueva. Para obtener una reducción se hacía la transferencia sobre una mantilla ya estirada. Luego se destensaba la mantilla antes de transferir el dibujo sobre la piedra.

## *La fotolitografía*

La fotolitografía se subdivide en fotolitografía directa e indirecta. La primera es comparable a la transferencia de un dibujo autográfico sobre una piedra, mientras que la fotolitografía se puede comparar en este mismo sentido con el dibujo directo sobre la piedra. El invento de la fotolitografía directa se atribuye a *Poitevin*, alrededor de 1855. La fotolitografía indirecta fue practicada por primera vez por *E.I. Asser* en Amsterdam en 1857 y ya pronto dejó de practicarse.

Tanto para las técnicas directas como para las indirectas el original fotográfico tiene que ser de líneas o tramado, pero nunca de tono continuo. Para reproducir tonos continuos, primero hay que confeccionar reproducciones tramadas<sup>1</sup>.

A continuación vamos a describir el procedimiento histórico de la fotolitografía indirecta, tal como fue practicada por los pioneros de la fotolitografía. El papel que tendrá que servir para la transferencia sobre la piedra tiene que ser bien liso y estar bien encolado con una gelatina de dureza mediana. Este papel se sensibiliza en una solución acuosa de un

---

<sup>1</sup> Hay que mencionar aquí el hecho de que antes de la invención de la autotipia por Meisenbach en 1882, se practicaban diferentes procedimientos fotolitográficos que aprovechaban al grano de la piedra, el de la emulsión fotográfica o el del papel de transferencia para descomponer las tonalidades del original de tono continuo. Todos estos procedimientos eran de difícil ejecución e inseguros, de manera que sólo se aplicaban excepcionalmente y desaparecieron después de la divulgación de la autotipia.



bicromato. Después de haber quedado unos minutos en este baño sensibilizador, el papel se prensa contra una superficie de cristal bien limpia. Una vez el papel seco, se separa con cuidado y ya está a punto para estar insolado bajo un negativo fotográfico de líneas o tramado. Generalmente, un cliché fotográfico usado para insolar una forma de impresión de cualquier tipo, tipográfica, litográfica u otra, se llama **fotolito, fototipo** o **tipón**. El efecto de la insolación se manifiesta por un tono amarillento que acepta el papel sensible situado bajo las zonas transparentes del negativo.

La superficie del papel insolado se entinta con una tinta grasa especialmente destinada a este fin. La capa de tinta tiene que ser tan fina, que el tono amarillento todavía se puede apreciar a través de ella. La copia entintada se deja en remojo durante media hora en una cubeta con agua fría, donde las partes no insoladas de la gelatina se hinchan de agua, la cual penetra a través del soporte de papel. La tinta situada encima de estas zonas pierde su adhesión. La copia se saca del baño de agua y se pasa un rodillo ligeramente entintado con tinta grasa. La tinta que ha perdido su adhesión queda pegada en la superficie del rodillo, mientras que las partes de gelatina endurecidas por la luz amasan más tinta del rodillo en cada una de las pasadas. El papel así preparado se transfiere sobre una piedra o una plancha litográfica como si se tratara de un dibujo autográfico.

Los procedimientos fotolitográficos directos que forman la base de la producción moderna de planchas destinadas a la impresión litográfica indirecta, offset, se caracterizan por la aplicación directa de la capa fotosensible sobre la superficie de la plancha. Actualmente todos los procedimientos fotolitográficos en uso son directos, y se usan casi exclusivamente planchas metálicas.

Para la fotolitografía directa se pueden usar diferentes sustancias fotosensibles, como las gelatinas bicromatadas, el betún de Judea (que pierde la solubilidad bajo el efecto de la luz y que ya no se usa desde hace mucho tiempo, debido a su poca sensibilidad), los diazos (que se desintegran bajo el efecto de la luz y dejan unos residuos solubles), y finalmente los fotopolímeros. Usando cualquiera de estos sistemas, el principio siempre es el mismo: una vez la capa sensible distribuida sobre la plancha, se pone en contacto con un negativo o un positivo (según el procedimiento) de líneas o tramado y se insola, generalmente con luz ultravioleta. Por la acción de la luz la capa sensible sufre una alteración química detrás de las áreas transparentes de la película, llamada fotolito. Según el procedimiento empleado estas zonas de la emulsión se habrán vuelto insolubles a ciertos disolventes o, al contrario, se habrán desintegrado y podrán ser disueltos por los disolventes adecuados que se utilizarán para el revelado de la plancha. En ambos casos la plancha habrá

quedado recubierta de una reserva que permitirá diferentes tratamientos posteriores. La capa sensible, si es encrófila, puede servir directamente para retener la tinta de la tirada, o puede servir de reserva para el mordido parcial de la plancha, cuando se trata de confeccionar un cliché tipográfico por un sistema parecido al que se describe en el capítulo dedicado a la tipografía.

Por la situación de las áreas impresoras en relación con las áreas hidrófilas (las que aceptan el agua durante la tirada), las planchas fotolitográficas dedicadas al offset se suelen clasificar en tres grupos: planchas en hueco, planas y en relieve. Estas pequeñas diferencias de nivel no tienen ninguna importancia práctica durante la tirada, ya que las diferencias de nivel son extremadamente pequeñas. En los tres casos se trata pues de sistemas de impresión totalmente planográficos que no hay que confundir con procedimientos mixtos como el grabado sobre piedra o la tipolitografía.

Las planchas de offset en hueco pueden ser planchas bimetálicas, formadas por una capa de metal encrófilo recubierta de otra capa de metal hidrófilo. La delgada capa superior se muerde con ácidos en las zonas que tienen que salir negras en la impresión. La capa fotolitográfica actúa de reserva. A menudo se usa el cobre recubierto de cromo. Este tipo de planchas aguanta tiradas muy largas.

La casa 3M ha desarrollado planchas planográficas que no necesitan agua para mantener las zonas que no imprimen libres de tinta. En estas planchas las zonas no encrófilas están hechas de un material plástico que rechaza la tinta grasa. Este sistema llamado driografía tiene el inconveniente de exigir tintas especiales. Las planchas driográficas se pueden usar en cualquier prensa offset tradicional, sencillamente suprimiendo el agua del mojado.

## *El proceso de trabajo en una imprenta offset clásica*

Para facilitar una mejor percepción de la práctica de la impresión offset, aquí describiremos brevemente la elaboración de un impreso, tal como se solía realizar en una imprenta tradicional hasta finales del siglo XX.

Partiremos de un catálogo que consiste de una única hoja de tamaño A4, impreso de un lado (recto) en cuatricromía y del otro lado (verso) en una sola tinta. Se trata pues de hacer pasar por la prensa a cada hoja 4 veces para el recto y una vez para el verso.

Se hacen fotos de las imágenes sobre película de diapositivas, si es posible sobre material de gran tamaño, como por ejemplo 9 x 12 cm. Con una pequeña pérdida de calidad también sirven ampliaciones sobre papel. Las pequeñas imprentas encargan las separaciones de color a empresas de fotograbado especializadas que entregan los 4 fotolitos con las separaciones conjuntamente con unas pruebas de impresión. Estas pruebas incluyen un impreso en cada uno de los colores, cyan, magenta, amarillo y negro, así como las combinaciones de 2 y 3 colores.

Los originales en blanco y negro normalmente se reproducen en la misma imprenta mediante una cámara de reproducción. Para ello se suele exponer una película de tipo Lith<sup>1</sup> a través de una trama de contacto; luego se la revela a mano o en una máquina de revelar adecuada. El laboratorio suele estar iluminado por luz de color rojo oscuro, ya que los materiales sensibles suelen ser ortocromáticos. Solo en casos excepcionales, como en el caso de la reproducción a partir de originales de color, hay que usar materiales pancromáticos que hay que procesar en oscuridad total.

El negativo tramado acabado de secar se pega sobre una hoja milimétrica encima de la mesa luminosa. Ahora hay que delimitar la superficie tramada hacía afuera, lo que se realiza con una delgada cinta adhesiva roja. En casos excepcionales también es posible delimitar el negativo con una máscara hecha de un negativo de línea o con una pintura opaca que se aplica mediante un pincel sobre el lado opuesto a la emulsión.

Los dibujos de línea y la fotocomposición se exponen en la cámara sin intercalar ninguna trama. Estos negativos se retocan mediante pintura opaca, sobre todo para eliminar los puntos blancos producidos por pequeñas partículas de polvo, las sombras de los originales, así como los rastros de las cintas adhesivas.

A pesar de la posibilidad de proceder al montaje ya con los negativos, en la mayoría de imprentas se solían montar las películas positivas.

Los negativos se copian mediante una prensa de contacto sobre película Line para obtener imágenes positivas. Para este fin las películas se enfrentan emulsión contra emulsión, se colocan bajo el cristal de la prensa, se hace el vacío y se expone la película virgen a través del negativo con una fuente de luz. Es conveniente que la luz sea puntual y mantenga cierta distancia de las películas. Luego la película Line se revela, lo que da un positivo.

Estos positivos son los que se colocan sobre una hoja de montaje llamada **Astralón**<sup>2</sup> que normalmente tiene el mismo tamaño que la

---

<sup>1</sup> Si la cámara no tiene prisma de inversión, hay que exponer la película a través del soporte, lo que aumenta notablemente los tiempos de exposición.

<sup>2</sup> El Astralón es un polímero parecido al Nylón.

plancha offset. Muchas imprentas trabajaban con un sistema de perforaciones de registro practicadas en los Astralones, las planchas y el cilindro de la prensa, para evitar cualquier ajuste de posición en la prensa.

El Astralón se fijaba sobre la mesa luminosa encima de una hoja milimetrada, de manera que los objetos aparecen invertidos y con las emulsiones fotográficas hacía arriba. Cuando hay distancias suficientes de los márgenes, el montaje se puede efectuar mediante cinta adhesiva. En las otras zonas hay que usar cola transparente para evitar desniveles que se manifestarían en forma de zonas blancas en los futuros impresos. Generalmente ya en esta fase del trabajo se fijan los futuros cortes del papel mediante unas marcas preparadas sobre película fotográfica.

En general es muy importante que todos los elementos sean montados al mismo nivel, de manera que en la prensa de copia de contacto las películas mantengan un contacto perfecto con la superficie de la plancha. Especialmente las películas tramadas cortadas muy cerca de la imagen pueden causar problemas. En estos casos conviene compensar los niveles mediante una tira de película transparente pagada al lado de la imagen. Es especialmente peligroso montar dos películas una encima de la otra, cosa que sólo se puede hacer cuando hay distancias suficientes entre las zonas que imprimen.

Cuando en la prensa de contacto hay una distancia entre la emulsión de una película y la plancha, se filtra luz por debajo de los negros, los cuales quedan reducidos desde todos los lados en cierta medida, que depende de varias circunstancias. Los elementos pequeños como puntos de trama o líneas delgadas desaparecen completamente, sobre todo cuando la luz de la insolación es difusa. Las grandes masas prácticamente no quedan afectadas.

Una vez montado el Astralón que corresponde a la página blanca y negra de nuestro catálogo, se va a montar el Astralón correspondiente a la tinta negra del anverso. Este Astralón se monta sobre el primero al que se ha dado la vuelta, para garantizar la correcta correspondencia de ambos lados por transparencia.

Una vez montado el negro, los Astralones de los 3 colores se montan de uno en uno encima del Astralón correspondiente al negro. Las separaciones de color tramadas se suelen entregar con cruces de registro que permiten obtener un registro perfecto. A veces nos vemos obligados a cortar las cruces de registro una vez hecho el montaje, ya que se superpondrían a otros elementos importantes del montaje. Si caen en una zona blanca se recomienda dejarlas en su sitio. Una vez hecha la copia sobre la plancha se pueden borrar con unos lápices especiales. En todos los casos se recomienda incluir en cada color del montaje unas cruces de registro suplementarias, si es posible, en el área que quedará cortada al

final de la impresión. También en esta zona se suelen montar cuñas de control, para poder evaluar la calidad de la impresión durante la tirada.

Después del montaje en la mesa luminosa los Astralones (en nuestro caso son 5) se trasladan al cuarto de las copias. Las planchas que se usan aquí son fotosensibles, pero normalmente se puede trabajar con luz amarillenta clara, ya que la sensibilidad de las planchas se suele limitar al ultravioleta. Sobre la prensa al vacío de la insoladora se coloca la primera plancha virgen y encima de ella, con el lado de las emulsiones hacia abajo, el primer Astralón. Cuando hay grandes distancia entre las películas se recomienda hacer unos puentes con tiras de película transparentes, ya que más adelante la canaleta que se formará entre la plancha, el Astralón y la tira de película dejará paso al aire que se evacuará rápidamente y sin problemas. Luego se cierra el marco de la prensa al vacío y se conecta la bomba de vacío hasta que la presión entre las películas y la plancha sea suficiente. Ahora se enciende la luz actínica durante el tiempo necesario para nuestro tipo de planchas, normalmente determinado empíricamente.

Ahora se puede sacar la plancha de la insoladora y empezar a revelar la plancha. Según la empresa esto se hace a mano o con una máquina más o menos automática. Si se revela a mano, primero se friega la plancha con una esponja y un líquido que disuelve la emulsión de las planchas positivas en las zonas afectadas por la luz. Una vez limpia, la plancha se enjuaga y se le aplica un protector a base de goma arábiga. También se puede optar a fijarla directamente sobre el cilindro de impresión de la prensa y empezar a imprimir.

Una vez en la máquina, el impresor primero tiene que lavar la capa de goma. Los elementos indeseados en el impreso final, como manchas, anotaciones o cruces de registro pueden ser eliminadas mediante un lápiz especial. Sobre el cilindro la posición de la plancha todavía puede ser ajustada para garantizar un registro perfecto. Un perfecto sistema de registro con orificios de precisión ahorran estos ajustes laboriosos. La incidencia lateral del papel sobre la plancha también se puede ajustar en el marcador<sup>1</sup> de la máquina.

Para efectuar todos los ajustes, normalmente hay que imprimir 20 o 30 pliegos de prueba. Luego se puede empezar con la tirada. En una offset pequeña o mediana se suelen imprimir entre 4.000 y 6.000 pliegos por hora aproximadamente.

Ya que los papeles recién impresos tienden a pegarse entre ellos y a ensuciarse mutuamente (repintar), muchas veces los papeles se recubren con una fina capa de unos polvos antimaculadores inmediatamente

---

<sup>1</sup> El marcador es el aparato que va cogiendo de una en una las hojas de la pila de entrada de la máquina para guiarla hasta la plancha.

después de imprimirse. El aparato que pulveriza estos polvos está sincronizado con la prensa. Las tintas modernas son de secado muy rápido y suelen evitar el uso de polvos antimaculadores en la mayoría de los casos. De todas formas en los trabajos delicados conviene evitar el apilado de demasiadas hojas. Antes de cortar el papel hay que dejar pasar un plazo suficiente, para evitar que las hojas repinten bajo la presión de la guillotina.

En una máquina de una sola tinta hay que limpiar al tintero y toda la batería de rodillos con esmero antes de iniciar una tirada en otro color. En las máquinas de cuatro colores las hojas se trasladan sucesivamente de un módulo al próximo. También existen prensas que trabajan con un único cilindro de contrapresión, alrededor del cual giran los cilindros intermedios revestidos de las mantillas. Se habla de máquinas en disposición de satélite.

Una vez impreso por ambos lados nuestro catálogo ya solo tiene que estar cortado y las hojas dobladas.





# La fototipia

La fototipia es un sistema de impresión planográfica fundado como la litografía en la incompatibilidad del agua y del aceite. Mientras que los sistemas litográficos no permiten imprimir densidades variables de tinta, y tienen que recurrir a una estructuración de la superficie en elementos de extensión variable para poder simular las medias tintas, la fototipia permite realizar impresos que hacen pensar en fotografías de tono continuo hasta en su micro-estructura. Técnicamente la fototipia es un procedimiento a la goma bicromatada.

Recordemos que hay dos maneras de revelar relieves de gelatina bicromatada, los cuales podríamos llamar manera dinámica y manera estática. El objetivo del revelado dinámico es la disolución de la gelatina bicromatada no insolada, como por ejemplo en el caso de la fotografía al carbón, mientras que el relevado estático se efectúa sin disolver la gelatina, la cual se limita a absorber una cantidad de agua inversamente proporcional a la intensidad de insolación que ha recibido en cada área. Este es el sistema que se emplea en la fototipia, pero también en la oleotipia y en la pinatipia. En el momento de entintar la forma fototípica, la gelatina estará hinchada al máximo de agua y la tinta se dosificará por dos efectos:

- \* La gelatina tendrá más tendencia a aceptar la tinta grasa cuando más seca y dura es.

- \* Hay una tendencia a formarse acumulaciones de tinta en los negros de máxima intensidad, ya que estos están situados al nivel más bajo de la plancha.

Las formas fototípicas se imprimen en una prensa muy parecida a las prensas litográficas. El entintado se efectúa mediante dos tipos de rodillos, los primeros con recubrimiento de piel dura que sirven para entintar los negros de máxima intensidad, y los segundos de gelatina para los medios tonos.

La fototipia es un procedimiento de lujo que permite la confección de impresos de alta calidad. Por su elevado coste y por sus dificultades técnicas sólo quedan unas cuantas imprentas especializadas que se dedican a la fototipia.

Los primeros intentos en el campo de la fototipia se atribuyen a A. *Poitevin* aproximadamente en 1855. *Poitevin* utilizó piedras litográficas y planchas metálicas como soporte de la gelatina bicromatada. En la prehistoria de la fototipia también ha y que mencionar *Tessié du Motay* y *C. R. Maréchal*, quienes investigaron el proceso en 1865 en la ciudad de Metz. La forma clásica de la fototipia se debe a *I. Husnik* en Praga i sobretodo a *J. Albert* de Munich, quienes mejoraron decisivamente la técnica aproximadamente en 1868.

El soporte que sirve de forma suele ser una placa de cristal de varios centímetros de espesor. Antes de ser emulsionada tiene que estar rigurosamente limpia para impedir que más adelante, durante la tirada, el roce de la máquina cause un desprendimiento de la sensible capa de gelatina. La superficie del cristal puede ser lisa o ligeramente esmerilada. Las placas que ya han servido para una tirada se pueden reutilizar después de una buena limpieza con potasa cáustica o con ácido sulfúrico para eliminar cualquier residuo de gelatina. La limpieza finaliza con piedra tosca y amoníaco.

Para asegurar una buena adhesión a la capa de gelatina bicromatada, la placa se reviste de una capa previa que puede ser de gelatina endurecida o de silicato de potasa. Una vez que esta capa previa esté seca del todo, la placa se calienta y se emulsiona con una gelatina que se puede preparar de la manera siguiente:

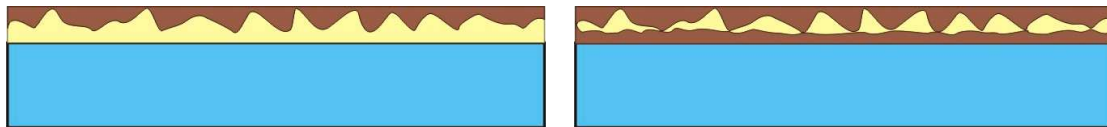
En un litro de agua se disuelven 100 g de gelatina y se deja fundir al baño María; una vez disuelta la gelatina se añaden 25 g de bicromato de potasio. La gelatina usada para practicar la fototipia tiene que ser de primerísima calidad. La mezcla, bien homogeneizada y filtrada, se reparte uniformemente sobre la placa de cristal, la cual enseguida se pone a secar en una posición rigurosamente horizontal en un secador especial, dentro del cual se evita cualquier corriente de aire.

La cantidad de solución distribuida varia entre 40 y 50 cm<sup>3</sup> para una superficie de 1.000 cm<sup>2</sup>, según la temperatura ambiental, la humedad atmosférica i la finura del grano que se desea obtener. En invierno se recomienda preparar emulsiones más gruesas, ya que las temperaturas más bajas del agua dificultan el hinchamiento de la emulsión. La temperatura ideal del horno de secado es de unos 50 a 60° C. Las placas tienen que permanecer entre una y dos horas en el secador. Es aquí que se forma el grano de la fototipia, una especie de 'craquelure' debida a las tensiones que se producen en la piel superficial, que es la primera en secarse, cuando el agua se evapora a través de ella. Esta estructura está representada en una figura del capítulo 'CARACTERÍSTICAS DE LAS DIFERENTES TÉCNICAS'. Esta estructura no molesta la vista en la contemplación de los detalles, y la superposición de impresos, como en el caso

de la cuatricromía, no produce ningún tipo de moiré, ya que este grano es totalmente irregular.

La forma fototípica tiene que usarse en un plazo breve de pocos días, lo que excluye la posibilidad de emulsionar placas de fototipia industrialmente.

Para la insolación se usa un negativo de medio tono invertido (o si se trata de reproducir originales de línea, se puede usar un negativo de tipo line o lith). El negativo se pone en contacto encima de la placa de cristal y la insolación se efectúa debajo de una fuente de luz ultravioleta. El tiempo de exposición depende de la gelatina bicromatada, del negativo, de la fuente de luz y de su distancia de la placa. Las pequeñas desviaciones del tiempo perfecto todavía se pueden compensar durante la tirada con el grado de humedad.



Sin insolación a través del soporte

Con insolación a través del soporte

Algunos autores recomiendan una insolación suplementaria a través del soporte. El esquema adjunto ilustra el sentido de esta exposición auxiliar: La capa de gelatina más o menos endurecida reposa sobre una capa de gelatina blanda, sobre la cual la luz no ha tenido prácticamente ninguna influencia. Esta capa de gelatina más baja no contribuye en nada a la futura calidad de la impresión, pero durante la tirada tiene la tendencia de hincharse de agua durante el trabajo, lo que facilita el desprendimiento de toda la capa bajo la influencia de la prensa. Si se efectúa la insolación a través del soporte de tal manera, que las zonas más oscuras de la imagen se unen con la capa endurecida del fondo de la placa gracias a la insolación auxiliar, se forma una especie de malla que contribuye mucho a la estabilidad de la emulsión. Esta insolación auxiliar tiene que estar bien ajustada, ya que puede oscurecer la imagen, si es demasiado larga, y quedar sin efecto en el caso contrario.

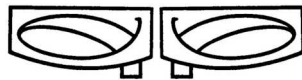
La placa insolada se lava con agua, donde se eliminan los cromatos y donde la capa de gelatina se hincha. Este revelado puede durar varias horas. Después del revelado se deja secar bien la placa, para que la capa de gelatina situada en el fondo pueda secarse bien. Antes de la tirada se moja la superficie de la forma con una mezcla de glicerina y de agua. La misión de la glicerina consiste sobre todo en evitar la evaporación del agua. La humidificación puede durar media hora. Una vez eliminada el agua superficial se mete la placa en la prensa, mejor encima de un papel

blanco, que facilita apreciar el entintado. Primero se entinta la superficie de la placa con un rodillo duro de cuero (para los tonos oscuros) y luego con un rodillo de gelatina suave (para los tonos claros). A veces se aplica una tinta más oscura con el rodillo de cuero y otra más clara con el rodillo de gelatina.

En 1924 *Eugen Albert* inventó la fototipia con soporte de película, donde la placa de cristal se substituyó por una película flexible. Este sistema incluso permitió imprimir fototipias en prensas tipográficas, conjuntamente con moldes tipográficos, a condición de ir humidificando la película de la misma forma que en la fototipia tradicional.

Uno de los últimos hallazgos en el campo de la fototipia es el sistema **Film-Collotype**, una fototipia indirecta a base de películas en la que se imprime primero sobre una mantilla, como en el caso del offset. El sistema **Film-Collotype** permite imprimir hasta 50.000 reproducciones de medio tono libres de trama por hora.

Había una época en la cual la mayoría de las tarjetas postales se imprimían en fototipia.



# La serigrafía

Todos los sistemas de impresión basados sobre la penetración de la tinta a través las zonas abiertas de la forma se llaman permeográficos. Los sistemas permeográficos se subdividen esencialmente en serigrafía y en plantigrafía. En la plantigrafía la tinta se aplica sobre el papel mediante un rodillo o una pistola reservando las zonas que tienen que quedar libres de tinta con una plantilla (por ejemplo una plantilla de lata para rotular). Se puede considerar a la serigrafía como un caso especial de la plantigrafía, ya que en este caso la forma consiste de una fina malla llamada pantalla, extendida sobre un bastidor cuadrado, que está obstruida en los sitios dónde no hay que aplicar tinta. La tinta se aplica mediante una racleta o rascleta que obliga la tinta a penetrar a través de la malla.

El país de origen de la serigrafía es China, dónde esta técnica ya se practica desde hace varios siglos para embellecer los tejidos. El mundo occidental adoptó esta técnica a finales del siglo XIX y en Lyon se convirtió en la base de una importante industria. Actualmente la importancia de la serigrafía es comparable a la tipografía, la calcografía y la planografía, tanto en el campo artístico como en el industrial.

Cuando se trata de aplicar una capa de tinta especialmente gruesa o hay que imprimir sobre un material rugoso, la serigrafía es el sistema ideal. La serigrafía es el único sistema con el que se puede imprimir satisfactoriamente con tinta blanca sobre papel negro. Con la serigrafía casi se puede imprimir sobre cualquier material con cualquier tinta. Diariamente se imprime sobre ropa, cartón, cristal, madera, caucho, plástico, plancha o cerámica, por mencionar algunos de los materiales más importantes. Hay máquinas especiales para imprimir sobre objetos de diferentes formas, como por ejemplo vasos, botellas, bolígrafos o neumáticos.

Pero también los artistas se sirven de la serigrafía para imprimir carteles, envoltorios de libros o estampas en general. El gran éxito que tiene la serigrafía entre los artistas entre otras cosas es debido al hecho de que con una instalación muy rudimentaria se pueden obtener resultados satisfactorios. La serigrafía cada día encuentra más aplicaciones.

La forma de la serigrafía, la pantalla, se tensa sobre un marco que puede tener la apariencia del bastidor de una pintura sobre tela. Es muy



importante que el tejido tenga la tensión correcta y bien distribuida, sobre todo cuando se trata de la impresión de varios colores. Para menesteres industriales hay máquinas de tensar que permiten obtener pantallas perfectamente tensadas.



Serigrafía de Rosa Serra

Diferentes tejidos puede servir para hacer pantallas serigráficas. En la técnica tradicional china las pantallas se tejían con cabello humano, sobre los cuales pegaban trozos de papel de arroz que les servían de reserva, ya que la tinta sólo podía penetrar los espacios de la pantalla en los lugares no ocupados por un trozo de papel de arroz.

Más adelante las pantallas se confeccionaban de seda, material que dio el nombre al procedimiento. A pesar de la buena calidad de las pantallas de seda, hoy se usan casi exclusivamente pantallas a base de materiales sintéticos o de metales.

Una pantalla serigráfica tiene que ser muy permeable a la tinta y por esto la distancia entre los hilos suele ser aproximadamente el doble del grueso del hilo.



Para disponer de una orientación sobre la pantalla, esta a veces se fabrica con hilos de diferentes colores, del mismo espesor y distribuidos regularmente, de manera que se pueda apreciar un dibujo comparable a un papel milimetrado. Esta estructura no se manifiesta en los impresos.

Una misma pantalla serigráfica puede usarse para trabajos diferentes, a condición de limpiarla bien entre los trabajos con los agentes químicos adecuados, que varían según el procedimiento utilizado.

Para imprimir serigrafías hay procedimientos diferentes que van desde el sencillo marco de madera, montado sobre una mesa mediante un par de bisagras, con su rasqueta de madera manual, hasta las grandes máquinas automáticas de la industria. La mayoría de las prensas trabajan con una forma plana, pero también las hay con formas curvadas e incluso hay rotativas de gran rendimiento.

Todas estas prensas trabajan según el mismo principio: la tinta se deposita sobre la trama, al lado opuesto del papel. En el momento de imprimir, la pantalla toca el papel (o el receptor de la tinta) bajo la presión ejercida por la rasqueta, la cual aprieta la tinta de un lado al otro del marco, obligando la tinta a atravesar la malla de la forma en aquellos sitios que no están obstruidos por la reserva.

Hay varias maneras de aplicar una reserva sobre una trama serigráfica. Esencialmente hay dos grupos: las técnicas manuales o artísticas y las fotomecánicas.

## *Reserva manual*

La reserva con papel solo permite tiradas muy cortas, no da líneas muy limpias y generalmente no permite hacer trabajos finos (se pueden obtener efectos buscados por los artistas). La pantalla se entinta ligeramente del lado que tiene que tocar el papel durante la tirada y se pega el papel. Una vez el papel adherido a la pantalla, se arrancan las partes que tienen que quedar blancas. La pantalla ya está lista para la tirada.

Otro procedimiento manual consiste en obstruir parcialmente la malla con cola.

El sistema indirecto permite obtener una pantalla preparada directamente a partir del dibujo. Hay que dibujar sobre la pantalla con tinta grasa o lápiz litográfico. Para simular medios tonos se puede colocar un papel de esmeril bajo la pantalla, cuyo grano se hará visible. Una vez el dibujo seco, un lado de la pantalla se cubre de una cola soluble en agua. Cuando la cola se ha secado se friega la pantalla con gasolina hasta disolver la tinta grasa. La cola adherida a la tinta grasa pierde su soporte y se separa

de la pantalla, mientras que nos queda la cola adherida directamente sobre la malla.

## *Reserva fotomecánica*

En el campo de los sistemas fotográficos de la serigrafía hay que distinguir entre los sistemas directos y los indirectos. En los sistemas directos la pantalla misma es portadora de la capa sensible y se insola directamente bajo un fotolito de líneas o tramado. La emulsión sensible suele ser un coloide bicromatado (pero también hay emulsiones diazoicas o fotopolímeras). Después de la insolación la pantalla se revela hasta que las mallas que tienen que abrirse estén bien limpias.

El mercado ofrece pantallas ya emulsionadas, pero también productos para emulsionar con rodillo, o mejor, con la centrífuga.

Los sistemas indirectos se basan en la copia al carbón, el cual en este caso se transfiere indirectamente sobre la pantalla serigráfica.

El papel de carbón sensibilizado con bicromato de potasio o con amoníaco, se insola bajo un fotolito y se transfiere sobre un plástico. Para esto se moja el papel de carbón y el plástico con agua fría, se comprimen uno contra otro mediante un rodillo duro, y se dejan secar unos minutos.

En un baño de agua caliente se separa el plástico del papel de carbón, y la gelatina se queda pegada en el plástico. La gelatina se revela con agua caliente, hasta que todas las partes no insoladas se hayan disuelto.

La gelatina que se queda adherida sobre el plástico de transporte, después de revelar se transfiere sobre la malla serigráfica.

En el comercio también se encuentran papeles de carbón con soporte transparente que se pueden insolar a través del soporte. Estos papeles permiten evitar la doble transferencia, operación bastante delicada en la práctica.

El sistema indirecto es más aconsejable que el directo cuando importa la finura del trabajo.



# La calcografía

Se llaman calcográficos o en hueco los procedimientos de impresión que se basan en la transferencia de la tinta acumulada en los fondos de una superficie en la que se han grabado ahuecamientos. En cierta medida la calcografía es un antagonista a la tipografía dónde precisamente se transfiere la tinta depositada en la superficie de los relieves. En las técnicas calcográficas la profundidad de los surcos que reciben la tinta determina la cantidad de la tinta que se puede depositar y en consecuencia determina la intensidad tonal del área impresa. Al contrario de la tipografía y de la litografía, la calcografía permite pues imprimir áreas de densidad variable, y por tanto auténticas medias tintas.

La calcografía es una herencia de un área de la orfebrería, el **niel**. La palabra italiana *'niello'* proviene de la palabra latina *'nigellum'*, negro. La técnica del niel consiste en rellenar los surcos grabados en objetos de metal con una pasta compuesta de una amalgama de plata, cobre, plomo y azufre. Cuando se pule el objeto, el relleno se manifiesta como líneas negras. El nielo es una técnica muy antigua y algunas fuentes hablan de su existencia en Egipto 1.500 años antes de Cristo.

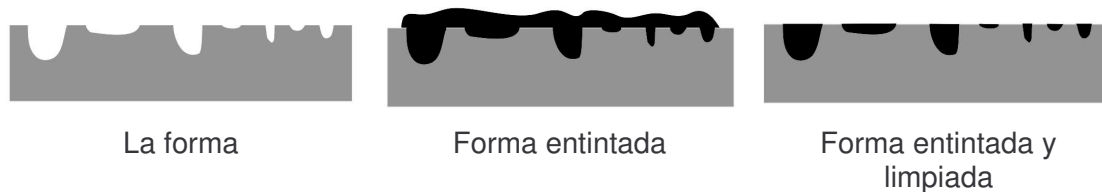
La mayoría de las fuentes citan al nielista florentino *Tomasso* (también *Masso*) *Finiguerra* como el primero que hizo una impresión sobre papel a partir de sus nielos, probablemente con la intención de guardar una muestra de cada uno de sus trabajos. El nacimiento de la calcografía era el momento en que por primera vez se grababan planchas no como fin en si mismo, sino con la intención de imprimir sobre papel.

Rápidamente la calcografía se expandió entre los artistas europeos y se inventaron las diferentes técnicas que permiten elaborar planchas calcográficas. Al principio se usaban diferentes materiales como hierro, cobre, latón o cinc. Actualmente dominan el cobre y el cinc. Para trabajar la plancha se han inventado procedimientos puramente mecánicos, procedimientos químicos y procedimientos fotoquímicos o fotomecánicos, y finalmente, procedimientos electromecánicos y electroquímicos<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Nos referimos aquí a la grabación electrolítica, poco usual, que permite un buen control de la profundidad de los surcos.

Supongamos que tenemos una plancha calcográfica a punto de tirar. La plancha, lavada previamente con trementina, se embadurna con una tinta especialmente elaborada para la calcografía de manera que todos los surcos queden bien llenos. Esta operación se efectúa con unos cojinetes de franela conocidos por la palabra francesa 'poupée'. La plancha se puede calentar un poco, para facilitar la licuación de la tinta, la cual no conviene rebajar demasiado, ya que en la siguiente operación, la limpieza de la superficie de la plancha, la tinta contenida en los surcos quedaría absorbida con demasiada facilidad por la gasa. La superficie se friega con unos trapos de gasa, pasando de la calidad más basta hasta la más fina, hasta que quede perfectamente limpia en la superficie y sólo quede la tinta en los surcos. La ilustración esquematiza este proceso.



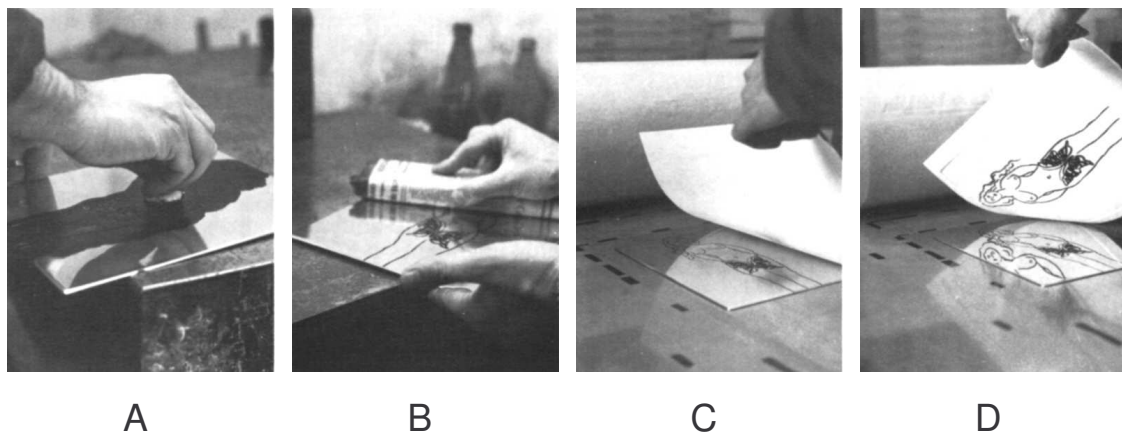
A veces conviene que los blancos de la plancha queden un poco velados, efecto que se puede obtener ensuciando ligeramente la superficie de la plancha con la palma de la mano. Si la plancha se calienta y se friega ligeramente con el trazo de muselina, se puede obtener un efecto de barba de los trazos que puede evocar un grabado a la punta seca, debido a la tinta chupada por la muselina. Los franceses llaman a este efecto '*retroussage*'. Un buen impresor calcográfico no abusa nunca de estos efectos. Si se quieren obtener unos blancos perfectamente limpios se aconseja pasar la mano empolvada de blanco de España sobre la superficie de la plancha. Antes de pasar a la prensa, los márgenes de la plancha se limpian con trementina. También se recomienda fregarlos con tiza. Antes de imprimir conviene calentar ligeramente la plancha para volver más líquida la tinta.

La prensa de la que se derivan todas las prensas calcográficas es el tórculo, el cual consiste esencialmente de una platina que se mueve entre dos cilindros unidos entre ellos por unos engranajes de ruedas dentadas. La presión se puede regular ajustando la posición del cilindro superior. Antiguamente los tórculos se fabricaban de madera, pero hoy se hacen de hierro.

Antes de imprimir la primera prueba se marca la posición exacta de la plancha y del papel sobre la platina de la prensa. El cilindro superior suele estar recubierto de un trazo de fieltro que se desenrollará en el momento de la impresión. El papel, humedecido previamente se deposita

sobre la platina de la máquina en la posición marcada y la platina se mueve en dirección del cilindro hasta que el papel quede atrapado por un lado por debajo del cilindro. Acto seguido se hace pasar la platina por debajo del cilindro, el cual ejerce la presión suficiente para hacer penetrar al papel en los surcos de la plancha, de manera que la tinta queda adherida en su superficie. Muchos artistas renuncian a bloquear el papel con el cilindro y se limitan a ponerlo encima de la plancha. Ahora se puede levantar el papel de un lado sin peligro de perder el registro y la plancha entintada y calentada se pone encima de la platina.

La figura nos ilustra brevemente la impresión a partir de una plancha calcográfica manual.



En la figura A la plancha se entinta. En B se efectúa la última limpieza de la superficie de la plancha; en nuestro caso esta última limpieza se realiza de una forma poco corriente, con un listón de madera recubierto de papel de periódico. En la parte C de la figura el papel se pone sobre la plancha situada ya en la platina del tórculo. Finalmente, en la ilustración D se separa la hoja impresa de la plancha.

Las calcografías manuales se suelen imprimir sobre un papel de hilo muy resistente que se puede mojar antes de la impresión, que aguanta la enorme presión del tórculo y que de otra parte es suficientemente blando para adaptar su superficie a la forma de la plancha grabada. También el papel japonés es muy indicado para la impresión de los grabados.

Había una época en la que el estampado sobre papel chino era muy frecuente. En francés se llama este sistema '*chine appliquée*'. Hoy esta técnica, para la que se adhería un papel chino con las medidas exactas de la imagen sobre un papel de soporte en el mismo momento de pasar por el tórculo, ya no está de moda. El papel chino es un papel muy fino y delgado que hay que cortar al tamaño exacto de la imagen. Antes de sobreponerlo a la plancha se trabaja con una brocha dura que vuelve ásperas sus dos caras. El lado del papel de soporte se trata de la misma

manera. En el momento de hacer la impresión, el papel chino se superpone a la plancha. Debido a la gran presión ejercida por el tórculo, ambos papeles quedan adheridos de tal manera que parecen una sola pieza.

Antes de disponer de prensas calcográficas apropiadas, los primeros grabados se tiraron superponiendo el papel húmedo a la plancha entintada y golpeándolo con una brocha dura hasta que la tinta de los surcos se había transferido sobre la superficie del papel.



Pequeño tórulo de sobremesa

Para grabadores sin tórulo propio hay un sistema de sacar pruebas de estado que con un poco de experiencia permite evaluar bastante bien el resultado que se obtendría imprimiendo la plancha mediante un tórulo. La plancha calcográfica se entinta y se limpia como si se hubiera de imprimir en el tórulo. Acto seguido se tira un poco de colodión sobre la plancha y se deja secar hasta que se forma una película, la cual se puede separar con mucho cuidado, y sobre la que la tinta habrá quedado adherida.

Ya que la plancha calcográfica se desgasta mucho durante la impresión debido a la presión del tórulo y al roce de las gasas, la cantidad de pruebas satisfactorias que se pueden obtener a partir de determinada plancha es limitada, sobretodo en ciertas técnicas particularmente sensibles al desgaste, como por ejemplo la punta seca, la que pocas veces aguanta tiradas de más de 20 o 30 ejemplares sin perder aquel velo misterioso que caracteriza sus trazos.

En el curso de la historia se han desarrollado dos sistemas que permiten alargar la vida de una plancha calcográfica. El primero consiste en grabar sobre material duro como es el acero. Antes de iniciar el trabajo de grabar, la plancha se destempla, de manera que queda relativamente blanda para facilitar la grabación. Y antes de iniciar la tirada definitiva, la plancha se vuelve temprar, con lo que recupera su dureza anterior. El



grabado sobre acero o **siderograbado** tiene un papel muy destacado en la ilustración de los libros durante la primera parte del siglo XIX. Alrededor de 1870 empezó a desaparecer, gracias a otro sistema de alargar la vida de las planchas que empezó a divulgarse entonces y que consiste en el recubrimiento de la superficie de las planchas con una capa finísima de un material más duro, al principio hierro, que tenía mucha tendencia a oxidarse, más adelante níquel o cromo, por medios electrolíticos.

Esta técnica conocida por el nombre de acerado, ya se conocía alrededor de 1840, pero su divulgación era muy lenta. La forma más moderna del acerado, el cromado, actualmente es imprescindible en la impresión del huecograbado clásico que describiremos más adelante en este capítulo. Las planchas de cinc no se prestan al acerado.

Cuando se trata de imprimir un gran número de calcografías como en el caso de la impresión de papeles de valor, como sellos de correo, acciones bursátiles o billetes de banco, surge la necesidad de disponer de un gran número de planchas idénticas o al menos casi idénticas. Cuando se imprimen sellos hechos al buril, cosa que desgraciadamente cada vez se hace menos, se suele proceder de la manera siguiente:

La plancha original se confecciona con buril sobre una plancha de cobre o de acero blando. Esta plancha original se endurece, por ejemplo por niquelado si es de cobre o templándola o por cementación si es de acero blando.

A partir de este original único se pueden sacar varios contramoldes presionándolo sobre un cilindro de acero blando. Sobre este cilindro, llamado 'molette' en francés, se obtiene un relieve calcográfico al revés que se parece a un molde tipográfico con la diferencia que la altura de las líneas es variable. Estos cilindros de contramolde se someten a su vez a un procedimiento de endurecimiento.

Finalmente un cilindro de contramolde sirve para calcar su relieve repetidas veces sobre el cilindro que servirá de forma de impresión para un pliego de sellos. Ahora tenemos unos duplicados aproximados del grabado original sobre el cilindro de impresión que a su vez se endurece por temple, para aguantar una larga tirada.

A veces durante todo este proceso se cuele algún pequeño defecto en la forma de imprimir, para gran júbilo de los filatélicos que coleccionan estos sellos con imperfecciones.

Antes de iniciar el trabajo del grabado, hay que preparar la plancha. Esta preparación es la misma para todos los procedimientos calcográficos. Se recomienda biselar la plancha en primer lugar, ya que biselando la plancha ya pulida o incluso ya grabada, como hacen algunos grabadores, se corre el riesgo de estropear al trabajo. El bisel, o la faceta, como

también se llama el margen de las estampaciones calcográficas, se puede hacer con una lima, o mejor con una fresadora mecánica, evitando todo tipo de ángulos que podrían cortar o romper el papel en el momento de la estampación en el tórculo.

La superficie de la plancha tiene que quedar limpia y pulida como un espejo. La superficie del metal se pule primero con papel de esmeril, pasando de la calidad más basta a la más fina. A continuación se friega con blanco de España con un trapo húmedo.

Se recomienda recubrir de una capa de cera delgadísima las planchas preparadas que no van a servir en seguida y se quieran guardar para un trabajo posterior. La cera se aplica sobre la plancha calentada previamente.

## Procedimientos mecánicos

Los principales procedimientos manuales mecánicos descritos a continuación son los siguientes: el buril, la punta seca, la manera al lápiz, el puntillado y la manera negra o *mezzo tinto*. Hay que mencionar el hecho de que pocos grabados están elaborados con una sola técnica. Incluso se suelen mezclar técnicas mecánicas con otras químicas y a veces con las fotomecánicas, como el heliograbado.

### *El buril*

El buril es una varilla de acero prismática, provista de un mango en forma de seta de la cual se ha recortado un trozo paralelamente a su eje de simetría, de manera que la varilla puede ocupar un lugar casi horizontal cuando trabaja sobre la plancha. Los buriles se fabrican con secciones diferentes; los hay cuadrados, triangulares o romboidales. Algunos reúnen diferentes puntas en una misma herramienta. Estos últimos se usan especialmente en la xilografía a contrafibra. Hay un dibujo esquemático de un buril en la sección dedicada a la xilografía en el capítulo de la tipografía.

Antes de iniciar un trabajo, el burilista tiene que afilar sus buriles, una labor imprescindible y más difícil de lo que puede parecer.

Luego la plancha se suele cubrir de una fina capa de barniz, que permite dibujar o calcar encima. Muchas veces la plancha se ennegrece con hollín encima de una llama. Recordamos que el dibujo tiene que ser

ejecutado al revés. Los burilistas suelen colocar la plancha sobre un cojín de piel dura que les permite darle vueltas libremente, igual como lo hacen los que graban la madera de boj a contrafibra. El buril se mantiene casi horizontalmente con la mano derecha, de manera que con un dedo de la mano izquierda se puede graduar la presión que ejerce la punta sobre la plancha. El buril separa un hilillo de metal de la superficie de la plancha y deja un surco finísimo, a veces con un poco de barba, la que se elimina con otra herramienta manual, el rascador. La anchura del trazo que deja el buril crece proporcionalmente a la presión ejercida sobre su punta y su profundidad. Las líneas cortadas con buril se caracterizan por sus acabamientos en punta de ambos lados, y éste es el criterio principal que deja distinguirlas de las líneas trazadas mediante otras técnicas, como el aguafuerte o la punta seca.

El buril es una de las técnicas que presentan más dificultades técnicas al ejecutante, y su aprendizaje es largo. A pesar de todo hubo una época en la cual muchos grabadores especializados la dominaban perfectamente y la usaban para todo tipo de encargos, como por ejemplo para retratos o reproducciones de obras famosas. Hacia finales del siglo XIX era usual grabar hasta la letra en la misma plancha calcográfica. Las pruebas de aquella época estampadas antes de grabar el texto se describen con la expresión francesa '*avant la lettre*'.

Como muchas técnicas particularmente difíciles, también el buril ha inducido a algunos artistas a la elaboración de obras cuya finalidad principal era la demostración de un virtuosismo difícilmente imaginable. Este es el caso de la famosa estampa de *Claude Mellan* ejecutada en una sola línea en espiral, que simula todos los medios tonos mediante las variaciones de anchura y de profundidad, como si fuera una autotipia.

## *La punta seca*

Mientras que el trabajo al buril tiene la finalidad de dejar un trazo limpio y sin rebabas sobre la plancha, la punta seca produce unas rebabas pronunciadas sobre la superficie de la plancha, las cuales en el momento de la impresión producen unas finísimas veladuras características del trazo del grabado a la punta seca. La herramienta, la punta seca, es un punzón de acero en forma de aguja, con la cual el artista ralla la plancha. La punta seca no recorta parte del metal como el buril; sólo desplaza al material, un poco como lo hace una arada con la tierra del campo.

A veces se usan las antiguas agujas de fonógrafo fijadas en un mango de madera e incluso hay grabadores que usan puntas de diamante. Las barbas que acompañan los trazos de la punta seca pueden ser unilaterales

cuando la herramienta se inclina de un lado y bilaterales cuando la herramienta trabaja en posición vertical.

Ya que las rebabas se dañan en cada paso por debajo del tórculo, una plancha obtenida de esta manera no aguanta tiradas de más de veinte o treinta ejemplares sin perder calidad. Acerando la plancha se pueden obtener más estampas, pero nunca tantas como a partir de una plancha elaborada al buril.

## *La manera al lápiz*

Para imitar el aspecto de un dibujo al lápiz, la calcografía dispone de dos herramientas conocidas bajo los nombres franceses de **Mattoir** y **Ruleta**. El mattoir es una herramienta en forma de erizo de acero con un mango de madera. Si se trabaja la plancha calcográfica con esta herramienta, se obtiene una estampa que imita la estructura de un dibujo de lápiz. El inventor de esta técnica conocida como **manera al lápiz** era *Jean-Charles François* el cual llegó a imitar dibujos de color y acuarelas con esta técnica.

Basándose en el mattoir, *Gilles Demarteau* inventó la **ruleta**<sup>1</sup>, una ruedecita de acero con puntas finísimas, las cuales dejaban la plancha marcada de un modo similar como lo hacía el mattoir. Las ruletas se fabrican en diferentes tamaños y con granulados más o menos finos. Esta herramienta también puede servir para retocar planchas de mezzotinto, de aguatinta e incluso puede servir para el retoque de autotipias sobre fotolito o sobre plancha tipográfica.

Otro sistema consiste en golpear la plancha con un pequeño martillo que tiene una o varias puntas de acero. Esta técnica conocida con el nombre de **grabado puntillado** era muy popular en Inglaterra durante el siglo XVIII, donde el italiano *Bartolozzi* era el representante más brillante de esta técnica.

## *El mezzotinto o la manera negra*

En el terreno de las artes gráficas el mezzotinto, también llamado manera negra o manera inglesa, es la más antigua de todas las técnicas de medio tono. El sistema, tal como lo inventó *Ludwig von Siegen* alrededor de 1641, consiste en pulir las zonas de una plancha totalmente graneada de tal forma que de ello resulten los blancos y los diferentes grises de la

---

<sup>1</sup> Del francés, roulette.

estampa. Según el sistema de *Siegen*, la plancha se granea con el **graneador**, una herramienta que los franceses llaman **berceau**<sup>1</sup>, un utensilio con unos dientes finísimos que hay que pasear varias veces por la superficie de la plancha, cambiando la dirección para evitar que el grano tenga una orientación dominante. Una plancha correctamente graneada tendría que dar un negro perfecto si se imprimiera en este estado. Desde el punto de vista del dibujo, el mezzotinto es un sistema negativo, como la xilografía, ya que se trabaja desde el negro hacía el blanco. Sobre la plancha perfectamente graneada se aplica el dibujo que tiene que interpretarse tonalmente, no linealmente. El **bruñidor** y el **rascador** en sus diversas formas son las principales herramientas manuales que permiten aclarar los tonos entre el negro intenso hasta el blanco puro, pasando por todas las tonalidades de gris. Trabajando con el bruñidor, se van obstruyendo poco a poco los poros abiertos por la acción del graneador.

Para hacer grabados al mezzotinto, no necesariamente el grano tiene que haber sido obtenido con el graneador. La estructura que deja una hoja de papel de esmeril en la plancha si se hace pasar al conjunto por el tórculo puede dar excelentes resultados. Muchas veces este mismo efecto se obtiene haciendo pasar la plancha recubierta con polvo de **carborundo** (Carburo de silicio, SiC, uno de los materiales más duros existentes, poco menos que el mismo diamante) por el tórculo. Se habla de grabado al carborundo.

También puede usarse el grano de aguainta que se describirá a continuación. Pero hay que tener en cuenta que el trabajo con el bruñidor en este caso es mucho más penoso, ya que en el grano obtenido con el graneador el material solo se desplaza, mientras que en el caso del aguainta, el material ha sido eliminado.

El grabado a la manera negra puede ser retocado con la ruleta, sin que se note la diferencia de grano. La gran época de la manera negra era entre el final del siglo XVII y el principio del siglo XVIII y gozó de gran popularidad especialmente en Inglaterra.

En 1732 *Jacques-Christophe Leblond* usaba el mezzotinto cuando inventó la estampación calcográfica en tres colores, sobreimprimiendo tres planchas entintadas en azul, amarillo y rojo, y en este sentido fue un precursor de la moderna tricromía.

---

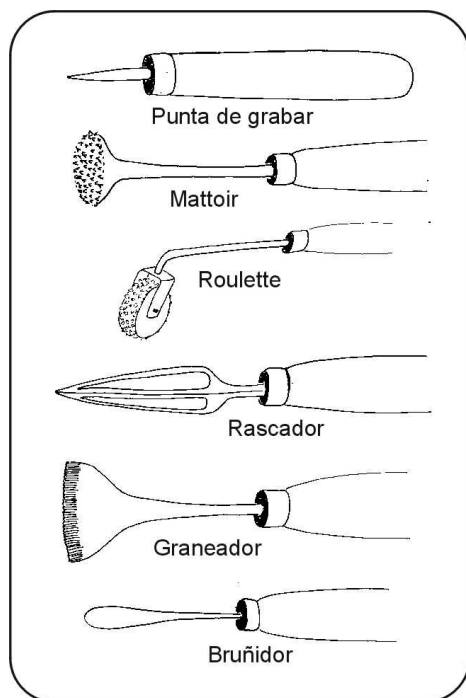
<sup>1</sup> Mecedora.

## Procedimientos químicos, el aguafuerte

Las planchas grabadas por una reacción química controlada se llaman aguafuertes. Los Árabes de la edad media, en Damasco y en España, ya practicaron esta técnica para adornar las armas. El paso del aguafuerte a la calcografía no se realizó hasta el siglo XVI y no se sabe quien practicó esta técnica por primera vez.

Para controlar la acción de los agentes químicos sobre la plancha se han inventado un gran número de procedimientos. A continuación describiremos los más importantes.

La técnica básica es la siguiente: sobre una plancha pulida como un espejo y fregada con alcohol, acetona y amoníaco, para eliminar toda la grasa, se distribuye una capa fina de barniz, la cual actúa de reserva, impidiendo la acción de los ácidos. Sobre esta capa se aplica el dibujo o el calco, al revés como siempre, y se empieza a reseguir todas las líneas con una punta que arranca el barniz hasta tocar el metal desnudo de la superficie, pero sin rascarlo. También se



pueden usar otras herramientas, como por ejemplo la ruleta o el mattoir.

Muchos grabadores suelen pasar la plancha con la superficie barnizada hacia abajo por encima de la llama de una vela, hasta que se cubre uniformemente de una delgadísima capa de hollín, lo que permitirá apreciar mejor los trazos del dibujo.

Una vez el dibujo raspado, se tapan todos los márgenes y la parte posterior de la plancha con barniz o con asfalto. Luego la plancha se sumerge en una bandeja llena de ácidos, hasta que las líneas se hayan ahondado lo suficiente. Durante el tiempo de sumersión hay que quitar con una pluma de ave, un pincel muy suave o una herramienta similar las burbujas que se forman encima de la plancha debido a la reacción química.

La plancha ahora se lava con agua, se le quita el barniz con un disolvente y ya se puede tirar una prueba.



Hay diferentes tipos de barniz usados en las técnicas al aguafuerte. El barniz líquido se aplica con pincel o mediante una centrífuga. El sólido o de bola se reparte sobre la plancha caliente, para que se funda, normalmente envuelto en un trapo fino. Hay un barniz blanco que permite apreciar las líneas ya grabadas y hay otro que se aplica sobre la plancha mediante un rodillo de cuero, de tal manera que los trazos ya grabados no queden cubiertos de barniz. Este último barniz, conocido como **barniz de corrección** permite aumentar la profundidad de los surcos de un grabado del cual ya se han tirado algunas pruebas. Además de estos barnices duros, que pueden estar compuestos de cera, almáciga, asfalto y diferentes resinas<sup>1</sup>, también hay los barnices blandos que se caracterizan por un contenido bastante elevado en grasas animales y cuya aplicación se comentará más adelante.

Los principales agentes químicos que se usan para morder las planchas de calcografía son el ácido nítrico y el percloruro de hierro ( $\text{FeCl}_3$ ). El ácido nítrico actúa deprisa, de manera irregular y caprichosa, mientras que el percloruro trabaja muy lentamente, con gran precisión y deja unas líneas limpias, a veces un poco frías. Los grabadores famosos solían tener sus propias recetas, en las que a veces encontramos también el ácido acético, el ácido clorhídrico o la sal común. Como ejemplo mencionaremos aquí una receta atribuida a *Piranesi*:

80 g	<i>agua</i>
40 g	<i>vinagre fuerte</i>
20 g	<i>sulfato de cobre</i>
20 g	<i>sal amoniacal</i>
20 g	<i>sal común</i>
5 g	<i>alumbre</i>

Normalmente un grabado al aguafuerte no se realiza en un único proceso de mordido. Una de las propiedades fundamentales de la calcografía es el hecho de que dos líneas del mismo grosor no necesariamente tienen que imprimirse con la misma intensidad, ya que según la profundidad del surco pueden coger más o menos tinta. Si la plancha se da por acabada después de una única sesión de mordido, se está renunciando a esta valiosa propiedad que permite imprimir simultáneamente líneas oscuras y delgadas y otras, anchas y claras. Uno de los primeros grabadores que se percataron de este hecho y que lo sabía explotar mediante múltiples baños de ácido era el grabador francés

---

<sup>1</sup> Muchos grabadores actuales usan pintura al barniz sintético.

*Jacques Callot*. Usando múltiples mordidos se le ofrecen al grabador esencialmente dos esquemas de trabajo:

En el primer sistema, todas las líneas del dibujo se crean a la vez. Después de un primer mordido, todas las líneas que tienen que imprimir en este primer tono clarito se protegen con asfalto. Después del segundo mordido se procede análogamente con las líneas que corresponden al segundo nivel de intensidad. Se reitera este procedimiento hasta obtener las líneas de máxima profundidad.

En el segundo sistema, primero se dibujan las líneas que representan los tonos más oscuros del dibujo y se hace un primer mordido. Luego se graban las líneas del segundo nivel y se da un segundo mordido, sin antes tapar las líneas del primer nivel, que se irán hundiendo un poco más. En la última fase se dibujan las líneas más tenues y se les aplica un mordido corto.

Evidentemente las planchas del aguafuerte pueden ser retocadas con las herramientas del grabado mecánico, como el buril o la ruleta.

En los procedimientos químicos los baños de ácido se pueden substituir por baños electrolíticos. Estos procedimientos galvanocáusticos permiten un control muy exacto del trabajo.

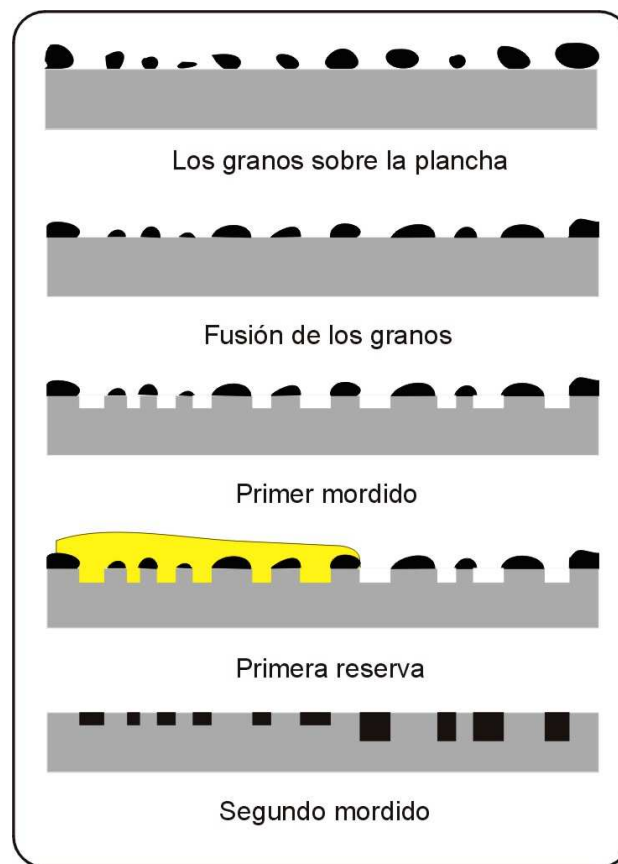
## *El aguatinta*

El procedimiento al aguatinta es un procedimiento exclusivamente tonal, no un procedimiento de líneas. La estructura o trama que origina los diferentes tonos de gris se puede obtener de diferentes maneras. La invención se atribuye a *Jean-Baptiste Le Prince*. El aguatinta usualmente no se emplea solo, sino normalmente en combinación con el aguafuerte de líneas que acabamos de describir.

El grano de aguatinta clásico es el de resina o de asfalto que se deposita sobre la superficie de la plancha en la caja de resinas. La caja de resinas es una caja de madera que tiene una apertura en su parte baja que permite introducir la plancha que se trata de granear. Las cajas de gran tamaño incorporan un sistema de ventilación, como de una mancha o una hélice movida por una manivela, para levantar el polvo de resina que se encuentra en el fondo de la caja. Las cajas pequeñas no suelen disponer de ningún sistema de ventilación y sencillamente se les da la vuelta para levantar el polvo. Se recomienda que las paredes laterales de la caja sean bien lisas, ya que se podría acumular polvo que podría caer en un momento inoportuno.

Para granear una plancha en la caja, primero hay que introducir un poco de polvo de resina (la colofonia es la opción más clásica) o de

asfalto, cerrarla y accionar el sistema de ventilación o darle la vuelta a la caja. Una vez el aire dentro de la caja bien saturado de polvo, se espera cierto tiempo, hasta que las partículas más grandes se hayan depositado en el suelo. Cuando más tiempo se espera, más fino será el grano que queda en suspensión en el aire de la caja. Al cabo de un tiempo que el grabador determina empíricamente la plancha se introduce por la ranura y se espera que se haya depositado una cantidad suficiente de polvo en la superficie de la plancha. Ahora la plancha se saca de la caja con mucho cuidado para evitar que los granitos se muevan. Luego la plancha se calienta por debajo hasta que los granitos se funden y queden adheridos a la superficie metálica.



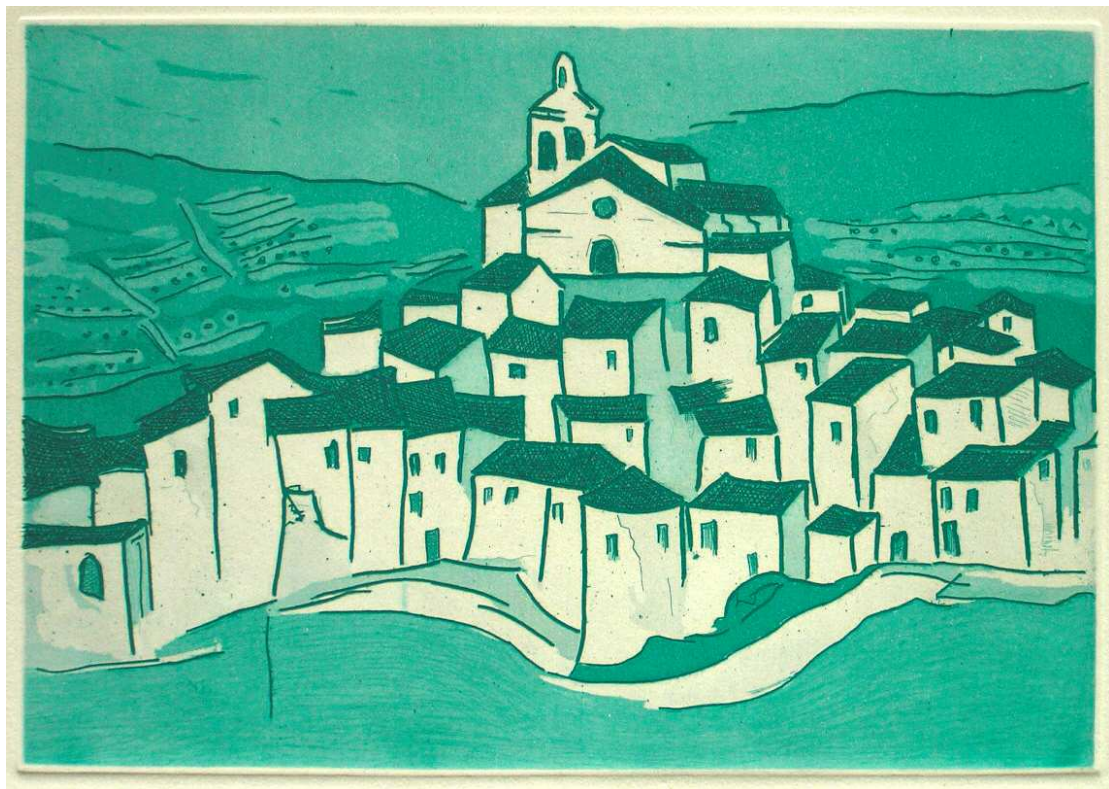
El grano del aguatinta

Sobre esta plancha se pintan las reservas de las zonas que tienen que quedar blancas en la estampa final. Ahora se expone la plancha a los ácidos. Al cabo de poco rato se saca la plancha del baño, se enjuaga y se deja secar.

Ahora se tapan las partes que tienen que quedar gris claras, se vuelve a morder la plancha, se enjuaga y se seca. Este procedimiento se repite hasta llegar a los negros intensos.

Nuestro dibujo esquemático enseña como se obtienen los diferentes medios tonos.

Esta manera clásica de obtener un grano de aguainta no es la única posible, pero es la más usual. a continuación vamos a presentar brevemente los sistemas más usuales.



Aguatinta de Miquel Plana

## *Procedimiento al aerosol*

Muchos artistas granean sus planchas con un aerosol de pintura que deja la plancha recubierta de finísimas gotitas de pintura.

En el grabado reproducido bajo el título 'Aguatinta de Miquel Plana' se puede apreciar un aguafuerte inspirado en el pueblo de Cadaqués. El mar, el paisaje y el cielo se han elaborado con la técnica del aguainta.

## *Procedimiento a la arena*

Se puede obtener un grano que se presta bien al aguatinta haciendo pasar una plancha recubierta con un barniz de reserva por el tórculo conjuntamente con una hoja de papel de esmeril. A veces hay que reiterar la operación, variando ligeramente la posición entre el papel de lija y la plancha en las diferentes pasadas bajo el tórculo. Los finos granos de esmeril o de arena arrancan el barniz en los sitios donde penetran hasta el nivel de la plancha.

Si comparamos las estructuras de una aguatinta clásica con la de una aguatinta al grano de esmeril, notaremos una diferencia fundamental: en el primer caso imprimimos líneas que envuelven los puntos creados por las gotas de resina, mientras que en el caso del aguatinta al esmeril imprimimos puntos correspondientes a los granos de arena que arrancaron el barniz de reserva de la superficie de la plancha. La estructura del procedimiento a la arena es la versión negativa del aguatinta clásica.

## *Procedimiento al alcohol*

Ciertas soluciones de resinas en alcohol tienen la propiedad de formar una superficie sobre la plancha que se agrieta durante el secado. Esta estructura irregular de finísimas grietas se conoce bajo el nombre francés de **craquelé**. Una plancha de cobre preparada con una capa de barniz agrietada se puede trabajar en manera de aguatinta. La estructura hace pensar en una especie de malla y puede tener un aspecto muy artístico, si no se abusa del recurso. Era una técnica muy usada en el siglo XVIII.

## *Procedimiento al azufre*

Una artística manera de obtener un ligero graneado parcial consiste en pintar las zonas que se quieren granear con aceite de oliva. Luego se espolvorea la plancha con polvo fino de azufre. Los granitos de azufre que atraviesan el aceite y llegan a tocar la superficie de la plancha inician una reacción química que se traduce en un pequeño orificio en el cobre. El conjunto de los orificios forma la estructura deseada. Otra técnica consiste en aplicar directamente una mezcla de aceite y de azufre sobre la plancha mediante un pincel.

Finalmente hay que disolver al aceite sin ensuciar las partes circundantes de la plancha. Este procedimiento funciona con aceite de oliva y



con planchas de cobre. Con planchas de cinc no se puede aplicar esta técnica.

## *Procedimiento a la sal*

También con sal (o con azúcar) se puede obtener un grano de aguainta, procediendo de la manera siguiente: Una plancha recubierta de una finísima capa de barniz protector se calienta hasta que el barniz se vuelva líquido. Se distribuye sal fina sobre la superficie. Una vez fría, la plancha se sumerge en agua fría, hasta que los granitos de sal, que habían penetrado en la capa de reserva gracias a su peso específico superior, se fundan en el agua y dejen la plancha al descubierto en el sitio donde tocaban la plancha, lo que desprotege al metal en aquellos puntos.

## *Procedimiento al azúcar*

Este procedimiento fue inventado al principio del siglo XVII por el grabador holandés *Hercules Seghers* y fue redescubierto en el siglo XIX por *Gainsborough* y otros artistas. Se puede considerar el procedimiento al azúcar un procedimiento positivo, ya que las partes recubiertas se imprimen más oscuro que las otras.

Este es el procedimiento: sobre la plancha previamente graneada con resinas se dibuja con una mezcla de tinta china y azúcar. Una vez que se haya secado perfectamente el dibujo, se recubre la plancha de una delgada capa de barniz de reserva. Luego se la sumerge en agua hasta que las partes de la reserva que se han aplicado encima del dibujo pierden su soporte y se desprenden. Efectivamente, en la práctica el barniz de la reserva no es del todo impermeable, por lo que la mezcla de azúcar y de tinta china se va hinchando de agua. Ahora la plancha se puede someter a los efectos de los ácidos.

## *El grabado al barniz blando*

La ruleta imita la estructura del trazo al lápiz, tanto en el caso de aplicarse directamente sobre la plancha como en el otro caso de aplicarse sobre una plancha barnizada para hacer un aguafuerte. A principios del siglo XVII, el grabador *Dietrich Meyer* inventó otro sistema para imitar al lápiz en calcografía: el procedimiento al barniz blando. El barniz que da



el nombre al procedimiento se obtiene añadiendo un poco de grasa al barniz de bola corriente.

Sobre la plancha recubierta de barniz blando se coloca un papel de grano, de manera que su posición en relación a la plancha sea invariable, por ejemplo fijándolo por detrás con cinta adhesiva. Cuando se dibuja sobre este papel, el barniz se adhiere al papel en los sitios sometidos a la presión y se separa del metal cuando se separa el papel de la plancha. Después del mordido las líneas adoptan el grano del papel. Se pueden hacer calcos diferentes sobre la misma plancha con papeles de grano más o menos fino. Tres grandes maestros de esta técnica fueron *Thomas Gainsborough*, *William Turner* y sobretodo *Félicien Rops*.

Aquí conviene insistir en el hecho de que las diferentes técnicas calcográficas sólo en contadas ocasiones se aplican en estado puro, ya que la mayoría de los grabadores prefieren mezclarlas.

## *El gofrado*

En las técnicas calcográficas manuales la estampación está acompañada por una deformación permanente de la superficie del papel característica y noble. Esta deformación a veces se exagera artificialmente y hay incluso casos en los cuales es la finalidad exclusiva y en los cuales se renuncia al uso de la tinta, limitándose a producir relieves sobre la superficie del papel, que en estos casos reciben el nombre de gofrados. El gofrado es una forma transitoria entre las artes gráficas y la escultura. Uno de los iniciadores de este movimiento es *Étienne Hajdu*, quién empezó a practicar esta técnica entre las dos Guerras Mundiales.

# Procedimientos fotomecánicos

## *El heliograbado*

Entre todos los procedimientos fotomecánicos, el heliograbado es el que tiene el carácter más artístico. El heliograbado clásico está basado en el principio de la cola bicromatada y del aguatinta y sus planchas, una vez aceradas, se imprimen en el tórculo manual, igual que las aguatinas artísticas. El heliograbado trabaja con un grano de aguatinta finísimo y se retoca con las herramientas manuales de la calcografía, como el buril, la punta seca, la ruleta o el bruñidor.

El rotograbado industrial, también llamado heliograbado rotativo es un derivado del heliograbado clásico. Ya los primeros pioneros de la fotografía intentaron encontrar una técnica que permitiera obtener una plancha calcográfica a partir de un original fotográfico de una manera estandarizada, sin la intervención del dibujo humano. Un grabado de estas características se llama heliograbado. Ya habíamos citado, en el capítulo dedicado a la fotografía, un intento en esta dirección realizada por *Daguerre*, en colaboración con *Fizeau* y *Brévière*, que fracasó.

*Paul Pretsch* inventó en 1854 una especie de heliograbado que él mismo llamó **fotogalvanografía** y que fue el origen de toda una sucesión de técnicas, de las cuales ninguna sobrevivió al invento de la autotipia de *Meisenbach* en 1882. El procedimiento de *Pretsch* era aproximadamente el siguiente: De una plancha emulsionada con una mezcla de yoduro potásico, nitrato de plata, cola y gelatina bicromatada, insolada y revelada con agua se sacó un contramolde sobre un material flexible por galvanoplastia. De este contramolde se sacó otro contramolde sobre la plancha de cobre de la tirada. El sistema se basa en las fisuras que se forman en la gelatina bicromatada, cuya anchura y profundidad varía en función de la cantidad de luz recibida durante la insolación. Los impresos con esta técnica presentan el característico grano de la fototipia.

En aquella época en diferentes talleres se ejercían muchos derivados de la técnica de *Pretsch*, normalmente guardando celosamente el secreto de elaboración. Ninguno de estos procedimientos ha tenido mucho éxito, debido a las grandes dificultades prácticas que caracterizaban estas técnicas.

Entonces *Talbot* tuvo una idea decisiva, y en 1858 patentó un sistema de heliograbado basado en la fotosensibilidad de la gelatina bicromatada y el grano del aguatinta. El principio de este invento de *Talbot* era ya el mismo que más adelante fue introducido por *Klič*, pero este último

substituyó la capa de gelatina bicromatada por el papel de pigmento. *Talbot* inventó el sistema siguiente:

La plancha se emulsionó con gelatina bicromatada, se secó, se insoló bajo un positivo de tono continuo y se reveló con agua caliente como en el procedimiento a la goma. Una vez seca, la plancha se proveía de una capa de polvo asfáltico en la caja de resinas. Estos granitos de resina se hicieron fundir mediante una cuidadosa aplicación de calor, sin destruir la gelatina. Finalmente la plancha se mordió con soluciones de percloruro de hierro en diferentes concentraciones de entre 30 y 40° Baumé.

Un sistema mejorado se obtenía si se graneaba la plancha antes de la aplicación del bicromato. Para obtener una reproducción aceptable, había que reiterar el procedimiento tres o cuatro veces, como en el caso del procedimiento a la goma, usando siempre el mismo positivo de medio tono en registro riguroso. El primer grano de aguainta se conservaba para las diferentes fases del proceso.

En 1879 el pintor y grabador vienés *Karel Klič*<sup>1</sup> dio la forma definitiva al heliograbado. El procedimiento de *Klič* es el siguiente: La plancha de cobre pulida como un espejo se limpia con blanco de España, alcohol y amoníaco. Una vez seco se le granea con asfalto en la caja de resinas. Luego se funde el grano encima de una fuente de calor. Hasta aquí es el procedimiento habitual del aguainta. La delgadísima capa de óxido que se ha formado bajo la influencia del calor se elimina con una mezcla de una solución de ácido acético con una cucharilla de sal común por cada 100 cm<sup>3</sup>. Se hace una copia de contacto sobre un papel de pigmento desde una diapositiva de medio tono. Este papel de pigmento se transfiere sobre la plancha graneada como si se tratara de un papel de transferencia. Una vez que se haya desprendido el soporte del papel en el baño de agua y que la gelatina haya quedado adherida a la plancha, la imagen se revela con agua templada que disuelve más o menos la gelatina, según su grado de insolación. Si en esta fase se somete la plancha a la acción de una solución de percloruro de hierro, esta tiene más facilidades para atravesar las capas delgadas de gelatina endurecida, que corresponden a los negros de la futura imagen, que las gruesas, así que en las zonas poco insoladas muerde la plancha a más profundidad que en las otras.

La gelatina es más permeable para las soluciones débiles de percloruro que para las fuertes. Se suele morder la plancha por etapas, empezando con percloruro de una concentración de unos 40° Baumé. La plancha permanece en este primer baño hasta que se hayan mordido las partes más oscuras. Se puede observar el efecto del ácido a través de la gelatina, ya que las zonas grabadas se vuelven negras. Los baños sucesivos se van

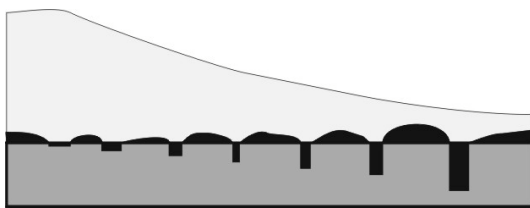
---

<sup>1</sup> También se encuentra la grafía 'Karl Klietsch'.

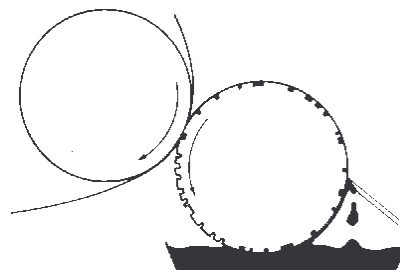
rebajando cada vez más, hasta llegar a unos 30° Baumé. Después de este último baño la plancha se enjuaga en agua muy caliente hasta que se desprende toda la capa de gelatina. Luego los granitos de asfalto se eliminan con trementina y se limpia la plancha. Después de imprimir las primeras pruebas, muchas veces la plancha tiene que ser retocada. Después de los retoques se puede acerar la plancha.

## *El rotograbado*

El rotograbado es una adaptación industrial del heliograbado a las necesidades de las grandes empresas. Si se trata de imprimir grandes tiradas el tórculo manual se hace obsoleto, ya que no se pueden imprimir con él más de 5 o 10 ejemplares por hora. En la segunda mitad del siglo XIX se empezaron a construir tórculos automáticos que hasta cierto punto podían realizar la labor del impresor manual. La primera máquina de este tipo fue presentada en la Exposición Universal de París de 1867. Se trataba de una construcción de *Jules Derriey*. Esta prensa no imprimía a partir de una plancha plana, sino a partir de una plancha curvada en forma cilíndrica. La parte inferior del cilindro rotativo estaba sumergida en una cubeta con tinta líquida. Antes de llegar al cilindro de contrapresión una rasqueta se llevaba la tinta sobrante de la superficie de la plancha, para que volviera a caer en la cubeta. Este ya es el principio de la moderna prensa de rotograbado, ilustrado por nuestra figura 'Rotograbado'.



Heliograbado

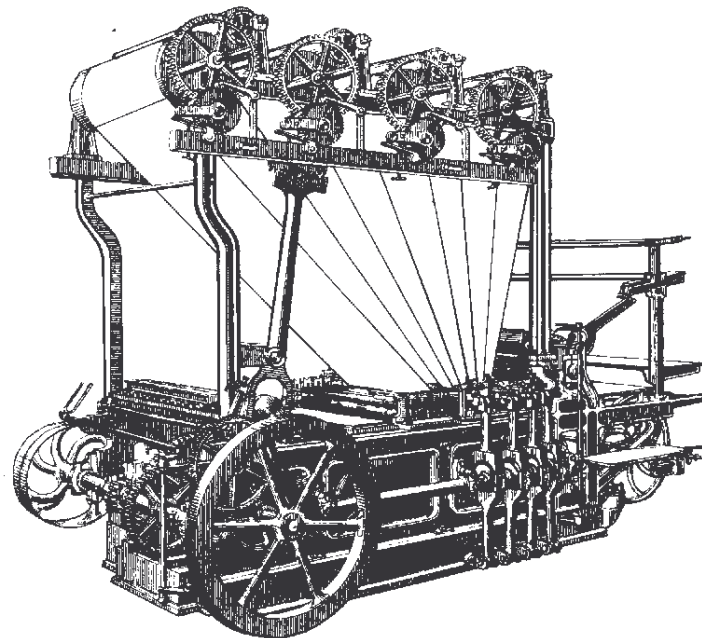


Rotograbado

En 1880 *Marinoni* construyó una máquina que permitía imprimir a partir de planchas planas calcográficas. En esta máquina, representada en la figura 6, la plancha se movía horizontalmente, pasando sucesivamente por debajo de unos rodillos entintadores, unas cintas de muselina que limpiaban la superficie de la plancha y finalmente bajo el cilindro de presión, donde imprimía sobre el papel ligeramente húmedo. Los trapos de muselina se mueven ligeramente después de cada impreso, de manera que cada plancha se limpiaba con un trozo de tela limpia. Según el

tamaño de la plancha esta máquina permitía la impresión de unos 800 ejemplares por hora. En aquella época este tipo de máquinas se fabricaron en diferentes fábricas europeas. Unas prensas similares todavía hoy se usan para la impresión de papeles de valor.

Estas máquinas no dan la calidad artística exigida por los grabadores manuales. Pero tampoco permite imprimir grandes tamaños como los que exigen los trabajos industriales. Y el grano de aguatina propio de los heliograbados no se presta a la limpieza automatizada de las planchas. La solución para la industria es la siguiente: Los puntos irregulares del aguatina que no se hunden bajo la acción de los ácidos se substituyen por una red regular de líneas cruzadas que presta un soporte adecuado al dispositivo de limpieza automático. En el rotograbado industrial la ropa que limpia la superficie de la plancha se substituye por una rasqueta de acero, como la que ya usó *Derriey* en 1867. La plancha plana se substituye por un cilindro de acero recubierto de una capa de cobre. Cualquier punto del cilindro primero se hunde en una cubeta con tinta líquida y luego pasa por debajo de la rasqueta que elimina la tinta de la superficie y la devuelve a la cubeta. Finalmente la tinta acumulada en los huecos se transfiere sobre el papel en el momento de pasar por debajo del cilindro de contrapresión.



Prensa calcográfica automática de Marinoni

A continuación describiremos brevemente la elaboración de un cilindro de rotograbado tradicional. Como veremos luego, hay otros sistemas.

Las diapositivas de medio tono que se emplean se pegan sobre una hoja de montaje (Astralón), al revés, como en los montajes para offset, pero con la diferencia que aquí no se usan fotografías de líneas y tramadas sino fotografías de líneas y de medio tono. Las diapositivas de medio tono se obtienen por copia por contacto de negativos de medio tono al revés.

El papel de pigmento se sensibiliza en un baño de bicromato de potasio o en una solución de otro bicromato. Una vez seco, se insola en contacto con la trama, sin original alguno. La trama utilizada tiene una estructura de líneas blancas cruzadas bajo un ángulo de 90° sobre un fondo negro. La copia sobre el papel de pigmento crea en este una estructura de gelatina endurecida que formará más adelante el soporte de la rasqueta limpiadora. El interior de las células cuadradas no se altera por esta primera exposición. En algunos casos especiales también se usan tramas de formas diferentes, pero su función siempre es la misma.

Ahora se efectúa la segunda exposición, para la que se pone la hoja de montaje en contacto con el papel de pigmento. Aquí los cuadrados que han quedado entre las líneas se endurecen más o menos, según la exposición de cada zona.

Después de esta segunda exposición el papel de pigmento se moja y se aplica sobre el cilindro impresor, previamente limpiado con ácido acético o con ácido fórmico. La aplicación de la hoja de montaje sobre el cilindro de impresión está facilitada por las perforaciones de registro que acompañan el trabajo desde el montaje hasta la rotativa. La aplicación se efectúa en una máquina especial donde el pesado cilindro se puede girar libremente. Una vez aplicado el papel de carbón sobre el cilindro, este se sumerge en agua donde primero se desprende el papel de pigmento y luego se revela con agua templada la capa de gelatina que ha quedado adherida a la superficie metálica. Se prolonga el revelado hasta que la gelatina sin insolar se ha disuelto enteramente, igual como se hace en el heliograbado.

Ahora el cilindro se introduce en la máquina de grabar con ácido. Aquí también el cilindro se puede mover libremente alrededor de su eje. Antes del mordido, el operario tiene que proteger con barniz asfáltico todas las zonas del cilindro que no tienen que someterse al efecto del ácido. Ahora es el momento de tapar las manchas en las zonas blancas, como por ejemplo las sombras de los cortes del montaje.

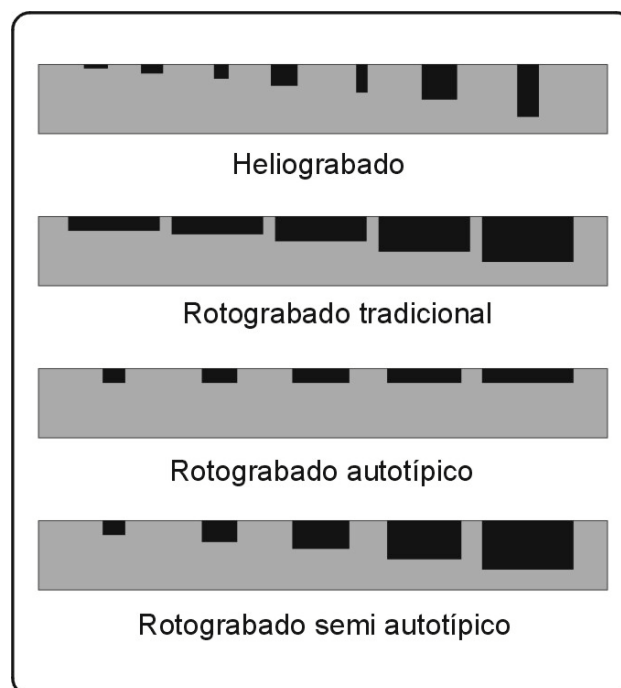
En la periferia de la zona de impresión durante el montaje se habían montado unas cuñas de control que ahora van a facilitar el control del mordido. Ahora el operario pone el cilindro a girar despacio sobre su eje, mientras la cuba se llena de una solución de percloruro de hierro que primero se aplica en su máxima concentración de unos 40° Baumé. El



giro constante del cilindro garantiza un mordido compensado de todas las zonas del cilindro. En el momento adecuado se interrumpe el mordido con agua fría abundante y la concentración del percloruro de hierro se rebaja. Como en el caso del heliograbado se aplican diferentes concentraciones hasta llegar a los 30° Baumé, aproximadamente. El operario puede influenciar el mordido de determinadas zonas, tanto añadiendo percloruro de hierro en algunas zonas con un algodón, como tapando ciertas zonas con barniz asfáltico.

Después del último mordido el cilindro se lava en agua abundante, el barniz asfáltico se disuelve mediante un disolvente adecuado y la gelatina se elimina con ácido clorhídrico rebajado. Finalmente el cilindro perfectamente limpio se recubre de una capa de cromo en un baño electrolítico.

Además de este procedimiento clásico, cuyas células de trama son variables en profundidad, pero no en superficie, hay dos sistemas más: el rotograbado autotípico que se caracteriza por sus puntos de trama variables y el semi-autotípico que reúne la variación de tamaño con la de profundidad. Llámase también huecograbado combinado a este último sistema.



Diferentes sistemas de huecograbado

El sistema autotípico tiene dos ventajas sobre el tradicional: el mordido de los cilindros es más fácil y se pueden obtener tiradas más largas sin pérdida significativa de calidad. Estos hechos se deben a la mayor

profundidad de mordido de las celdas que corresponde aproximadamente a la máxima profundidad del sistema tradicional. Pero el contraste de tonos de este sistema no supera el que se obtiene con otros sistemas autotípicos, como el offset. El huecograbado autotípico se usa mucho en el campo de la impresión textil y del embalaje.

El sistema combinado reúne las ventajas de los dos sistemas anteriores. Ya que aquí se pueden morder las celdillas de los grises más claros a mayor profundidad que en el procedimiento tradicional, el desgaste del cilindro no implica tantas diferencias tonales que en el sistema tradicional. El mordido con percloruro de hierro aquí también es más fácil que en el sistema tradicional.

La mayoría de los sistemas combinados se basan en la copia sucesiva sobre el papel de pigmento de una diapositiva tramada con una trama especial y de una diapositiva de medio tono, manteniendo un riguroso registro. Este papel de pigmento luego se somete a las mismas manipulaciones como en el caso del sistema tradicional.

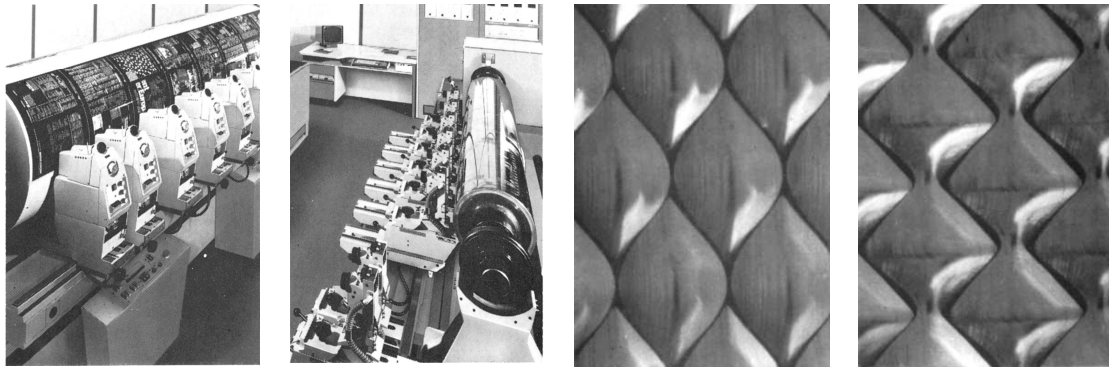
El esquema 'Diferentes sistemas de huecograbado' representa los puntos de trama del heliograbado con grano de aguainta, del rotograbado tradicional, autotípico y semi-autotípico.

## *Grabación electromecánica*

En el último cuarto del siglo XX se creó una técnica totalmente nueva para confeccionar cilindros de huecograbado, la grabación electromecánica con un scanner, como por ejemplo el *Helioklischograph K 202* de la empresa Hell. Llamaremos **scanner**, en el sentido más amplio de la palabra, a una máquina que recorre sistemáticamente una imagen grabando la información sobre un soporte informático para luego transferirla electrónicamente a otra máquina. Hay scanners planos y rotativos. La pieza antagonista de un scanner es un **plotter**, que a su vez recorre sistemáticamente una superficie plana o cilíndrica y la altera (cortando, dibujando, iluminando) según los datos que se le han suministrado. La palabra 'scanner' proviene del Inglés y se puede traducir aproximadamente como 'palpador'. Los cabezales de los scanners cilíndricos se mueven sobre una espiral alrededor del cilindro y su movimiento se puede comparar a un torno que está cortando una rosca.

Las primeras máquinas de la historia que se pueden llamar scanners son los primeros telégrafos pictóricos como por ejemplo la máquina de *Caselli* del año 1855, la de *Tschörner* o la de *Bélin*, entre otras. La primera sólo permitía la transferencia de dibujos lineales, las otras dos también podían transmitir imágenes de medio tono. El dibujo de salida de la máquina de *Tschörner* era una especie de autotipia. En el último cuarto

del siglo XX en el campo de las artes gráficas los scanners electrónicos empezaron a desbancar las tradicionales técnicas fotomecánicas.



Scanner

Unidad grabadora

Puntos alargados

Puntos comprimidos

El *Helioklischograph* de la empresa *Hell* es un equipo que elabora cilindros de huecograbado de alta calidad con estructura variable en extensión y en profundidad. Se pueden apreciar dos vistas sobre este equipo en las dos ilustraciones 'Scanner' y 'Unidad grabadora'. La casa *Hell* tuvo la amabilidad de facilitarnos estas ilustraciones.

El funcionamiento es el siguiente: Sobre el cilindro de lectura (figura 'Scanner') se montan los negativos mates de tono continuo y los negativos de línea. Una vez el montaje colocado en su sitio, el cilindro de lectura y el de grabación (figura 'Unidad grabadora') empiezan a dar vueltas. Los cabezales de lectura van explorando punto por punto el montaje, midiendo los valores densitométricos. Los datos recogidos de esta manera se manipulan electrónicamente y transformados en datos digitales, se envían a la unidad central. Desde allí se envían las órdenes digitales a los cabezales de grabación, los cuales graban punto por punto la trama de huecograbado en la superficie del cilindro mediante una punta de diamante de gran precisión. De esta manera cada cabezal de grabación genera la increíble cantidad de 4.000 huecos por segundo. Aquí hay que decir que los agujeros usados en huecograbado son extremadamente pequeños y poco profundos. La distancia entre sus centros es del orden de una décima de milímetro y la profundidad suele variar entre 2 y 50 milésimas de milímetro.

La impresión del rotograbado semiautomático en color generalmente está sometida a un efecto desagradable de variación del color que se debe a las diferencias tonales que hay entre la sobreimpresión de los puntos correspondiente a las diferentes tintas y su impresión colateral. Estas variaciones son particularmente notables cuando los puntos de las diferentes tintas tienen la misma forma. Las máquinas de la casa *Hell* permiten contrarrestar este efecto por la posibilidad de variar la forma de

los puntos de las cuatro tintas. Esta variación de forma cambia la lineatura de la trama en una dirección e imita el efecto obtenido por la angulación de las tramas que se utilizan en cromolitografía y en cromotipografía para evitar los efectos de moiré. Recordemos que el rotograbado no permite estas angulaciones de las tramas, ya que la diagonal de las alvéolas tiene que ser perpendicular a la rasqueta. Las figuras 'Puntos alargados' y 'Puntos comprimidos' enseñan dos formas de puntos obtenidas con una máquina *Helioklischograph*.

Actualmente la mayoría de las imprentas de huecograbado trabajan con grabación electromecánica y hay una concurrencia dura entre los diferentes fabricantes de máquinas grabadoras. Pero lo que *Hell* no consiguió lo ha realizado la empresa suiza *Daetwyler*: la grabación con rayo LASER de los cilindros de rotograbado. El sistema *Laserstar* de la empresa *Daetwyler* actualmente permite grabar hasta 140.000 alvéolas por segundo por cabezal. Un aspirador elimina constantemente el metal evaporado. Actualmente (2006) *Laserstar* es de los sistemas más rápidos del mundo. No sólo se pueden obtener alvéolas tradicionales y semi-autotípicas, se pueden producir incluso tramas FM. Ya que el rayo LASER no tiene desgaste, la uniformidad en la producción está garantizada.

# El color

## La naturaleza del color

La luz visible del día se compone de radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 nm<sup>1</sup> aproximadamente. Las otras radiaciones son invisibles. La luz blanca del día es una de las posibles combinaciones de radiaciones luminosas. Ya *Isaac Newton* descompuso un rayo de luz solar mediante un prisma. Ya que el coeficiente de refracción de la luz varía de manera continua con la longitud de onda, el prisma de Newton proyectaba un espectro solar continuo, como el arco iris que todos conocemos, que iba desde el violeta (400 nm) al rojo (700 nm), pasando por las regiones del azul, del verde, del amarillo y del naranja. Newton también comprobó que la superficie de un disco con sectores coloreados en azul, verde y rojo nos parecía gris cuando el disco giraba lo bastante rápido para que ya no pudiéramos distinguir los sectores.

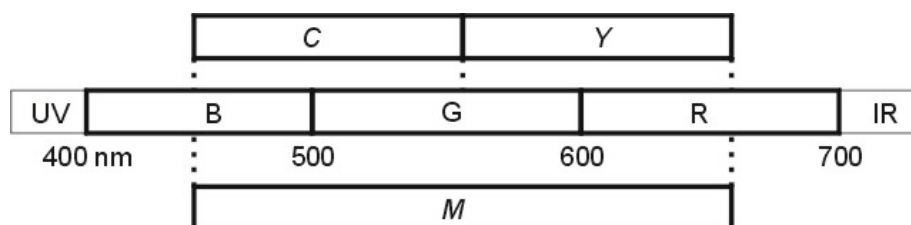
¿Cuál es el mecanismo de la percepción del color? Debemos la solución de este enigma a *Thomas Young*, a *Helmholtz* y a *Maxwell*, quienes descubrieron y comprobaron la teoría de la tricromía. Tal como Young ya suponía en su tiempo, el ojo humano, en su parte fotosensible, la retina, que es la pantalla sobre la que el cristalino proyecta las imágenes, tiene dos tipos de células fotorreceptoras: los **bastones**, que se limitan a registrar intensidades de luz, sin distinción cromática, y los **conos**, que se dividen en tres grupos: los que tienen su máxima sensibilidad en el dominio del **azul**, los que la tienen en la región del **verde** y los que la tienen en la del **rojo**. La figura 'Sensibilidad cromática del ojo' representa gráficamente esta distribución de sensibilidades de los tres tipos de conos fotosensibles. Recordamos que el dibujo es esquemático, como todos los dibujos de este libro, y no pretende transmitir ninguna información cuantitativa, sino exclusivamente cualitativa. Para entendernos llamaremos aquí **azul**, **verde** y **rojo** las tres regiones de máxima sensibilidad de los tres grupos de conos, nomenclatura que no ha sido adoptada

---

<sup>1</sup> 1 nm = un nanómetro = 0,000 001 mm.

universalmente en todas las publicaciones sobre el tema. En algunos libros se habla de violeta, verde y púrpura en este mismo sentido. Otros textos distinguen entre azul aditivo y sustractivo (aquí hablaremos de azul y de cian) y análogamente de rojo aditivo y sustractivo (rojo y magenta). El color cian a veces se llama verde azulado, algunos llaman púrpura al color magenta.

Los bastones tienen más sensibilidad que los conos. En la región de la máxima nitidez visual de nuestra retina, la mácula, no hay bastones, sino exclusivamente conos. Cualquier persona con una visión normal puede observar estos dos hechos con unos simples experimentos. En primer lugar se dará cuenta, que en un ambiente muy poco iluminado todavía puede distinguir formas, pero ya no los colores. A la falta de bastones en la región de la mácula se debe el hecho de que con poca luz ya no conseguimos fijar los objetos. Para ver de noche hay que desviar un poco la vista del objeto que queremos identificar.











El color es pues un fenómeno fisiológico, no físico. Cuando hablamos del color de determinado objeto nos referimos a la sensación cromática que nos transmite este objeto cuando está iluminado con una luz de la misma composición espectral que la luz blanca del día. Un color queda pues determinado por las intensidades de excitación de las tres clases de conos. Puede haber diferentes composiciones espectrales que nos sugieren la misma sensación cromática. La figura 'Sensibilidad espectral de los conos' nos da en su apartado (B) un ejemplo de un mismo color obtenido con dos combinaciones espectrales diferentes de tres luces casi monocromáticas<sup>1</sup>. Ya que cada color está determinado por las cantidades de luz registradas por los tres tipos de conos del ojo humano, cada color puede ser representado por una característica formada por tres números ordenados: el primer número representa la cantidad de luz registrada por los conos sensibles al azul, el segundo se refiere al verde y el tercero al rojo. Ejemplos: azul puro (1/0/0), blanco (1/1/1), negro (0/0/0).

Hemos adoptado aquí la secuencia azul, verde, rojo, pero evidentemente se pueden ordenar los tres colores de otra manera. En algunos de

<sup>1</sup> Una radiación es monocromática cuando todas las ondas que la componen tienen la misma longitud.



los dibujos esquemáticos hemos abreviado los colores por sus siglas inglesas, así que valdrán las abreviaciones siguientes:

Abreviación	Color	Característica			
B	Azul	(1/0/0)		Primarios	Fundamentales o Básicos
G	Verde	(0/1/0)		Fundamentales aditivos	
R	Rojo	(0/0/1)			
C	Cyan	(1/1/0)		Secundarios	
M	Magenta	(1/0/1)		Fundamentales sustractivos	
Y	Amarillo	(0/1/1)			
	Blanco	(1/1/1)			
	Negro	(0/0/0)			

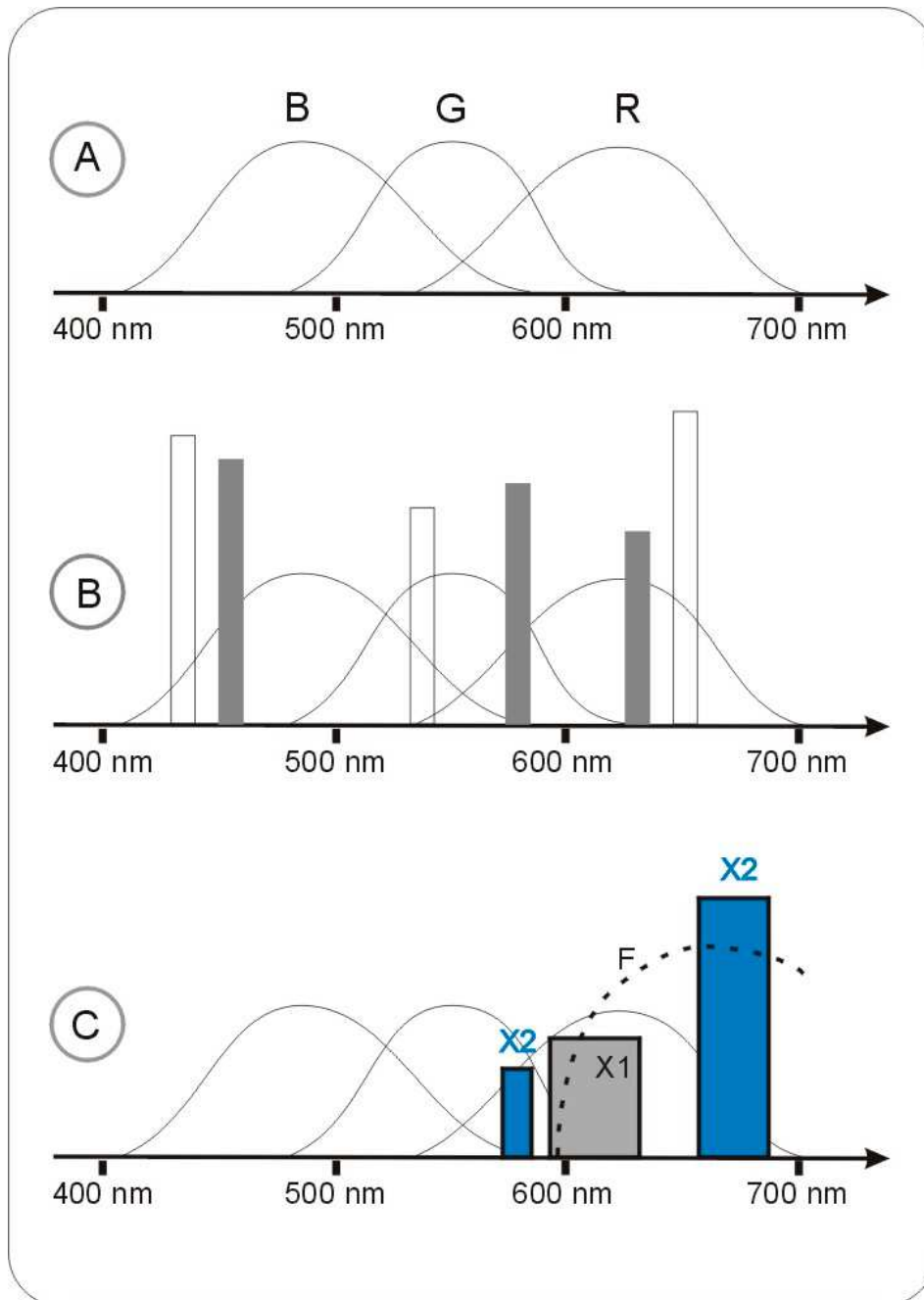
Aunque en diferentes publicaciones no siempre se sigue la misma terminología, aquí llamaremos **colores primarios** al rojo, verde y azul. El conjunto de los colores rojo, verde, azul, cyan, magenta y amarillo forma el conjunto de los **colores fundamentales** o **colores básicos**. Los fundamentales se dividen en fundamentales aditivos (que son los primarios) y fundamentales sustractivos (cyan, magenta y amarillo). También llamaremos **colores secundarios** a estos últimos. Algunos autores incluyen el blanco y el negro en los fundamentales, a pesar de que no se trata de colores en el sentido estricto de la palabra.

Un material transparente que no deja pasar las radiaciones de todas las longitudes de onda se llama un **filtro**. Dos radiaciones se llaman **complementarias** cuando juntas forman luz blanca. Si interponemos un filtro a un rayo de luz blanca, la luz que atraviesa el filtro es la complementaria de la que es absorbida por él.

Hay dos maneras de mezclar colores, combinando filtros: La aditiva y la sustractiva. La combinación o **mezcla aditiva** de dos filtros se puede obtener, por ejemplo, proyectándolos uno sobre el otro mediante un proyector y una pantalla blanca. La **combinación sustractiva** de los mismos filtros se puede obtener proyectándolos superpuestos en un solo proyector. Si los dos filtros escogidos son de colores complementarios, obtenemos el blanco en el primer caso y el negro en el segundo.

El resultado de la adición de dos colores (o filtros) sólo depende del aspecto de sus colores (ley de *Grassmann*), a pesar del hecho de que dos colores del mismo aspecto pueden corresponder a composiciones espectrales diferentes. En cambio, el resultado de la mezcla sustractiva de dos colores depende mucho de la composición espectral de la luz que

corresponde a cada uno. La parte (C) de la figura 'Sensibilidad cromática del ojo' nos va a aclarar todo esto. Imaginemos un par de filtros amarillos, aproximadamente iguales de apariencia, pero muy diferentes en su composición espectral, X1 y X2. Superponemos sucesivamente los dos filtros a un mismo filtro de color naranja correspondiente a la distribución espectral F. En el primer caso resultará un color amarillo anaranjado, y en el segundo, un rojo oscuro. La superposición de X1 y X2 da negro.



Sensibilidad cromática del ojo

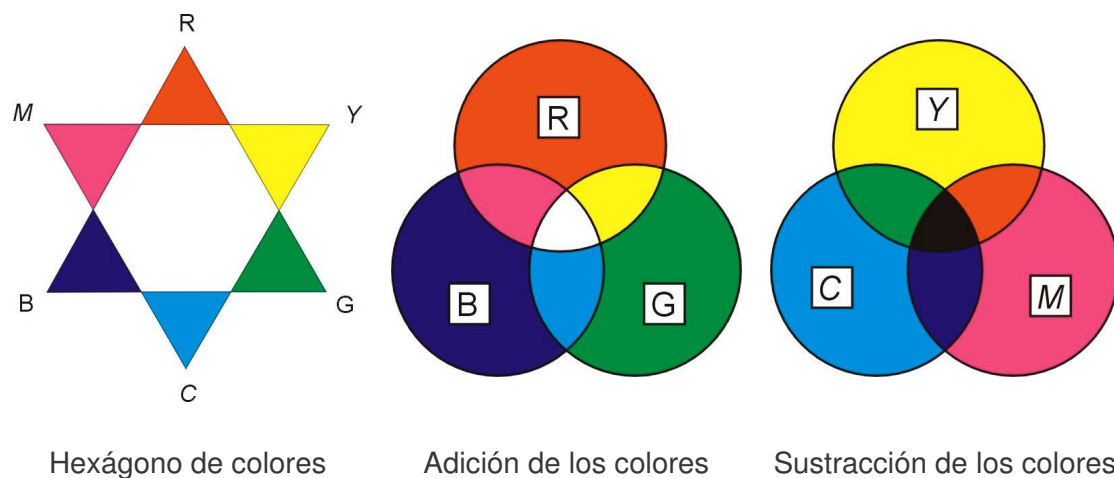
A pesar de que este experimento esté construido artificialmente y que no se pueda realizar físicamente, en la práctica todos los colorantes están sometidos en mayor o menor medida a este efecto. Esto también explica el hecho que muchas veces dos colores que nos parecen idénticos a la luz de una bombilla, nos aparecen muy diferentes a la luz del día. Cuando compramos un hilo para coser sacamos a la luz del día el hilo y la tela para comprobar que son iguales, porque la luz artificial de la tienda puede alterar los colores.

En los impresos son las tintas que cumplen la función de filtros y no es extraño que el aspecto de los impresos pueda variar según la calidad de las tintas empleadas, incluso en el caso de que el aspecto de las tintas planas de un mismo color sea igual.

Cuando se sobreimprimen tintas translúcidas (en el caso de las tintas opacas, esto es evidente) nos daremos cuenta de que también importa el orden en el cual se han aplicado las diferentes capas de color. Esto se explica por el hecho de que las tintas nunca son transparentes del todo y que siempre reflejan una parte de la luz incidente.

Es evidente que a partir de los tres colores primarios azul, verde y rojo podemos reconstruir aditivamente todos los colores existentes. Análogamente se pueden reproducir sustractivamente todos los colores<sup>1</sup> a partir de los tres colores secundarios, que son las combinaciones aditivas de dos en dos de los colores primarios: el **cyan** es la suma del azul y del verde, el **amarillo** es la suma del verde y del rojo y el **magenta** es la suma del azul y del rojo. Este último color no forma parte del espectro solar.

El esquema siguiente representa de 3 maneras las relaciones entre los colores fundamentales o básicos:



<sup>1</sup> Esta regla vale para la gran mayoría de colores; pero en la práctica hay un conjunto de colores que sólo se podrían reproducir si se pudiera mezclar una cantidad negativa de determinado colorante.

Hay una serie de fenómenos cromáticos que no se pueden explicar satisfactoriamente con la clásica teoría de la tricromía. Ya el matemático *Grassmann* se dio cuenta de que para la representación de ciertos colores se hubieran necesitado componentes negativos de algún color fundamental, lo que entra en contradicción con la física. La combinación de diferentes hechos puede explicar la mayoría de estos fenómenos que no se amoldan a la teoría: las curvas de sensibilidad de nuestros conos no son tan esquemáticas como las representamos en nuestra figura idealizada 'Sensibilidad cromática del ojo'. Los diferentes tipos de conos no responden al estímulo de la luz con la misma velocidad y la duración de la respuesta depende del color, de la intensidad y de la duración del estímulo. En el cerebro el fuerte estímulo de un cono podría enmascarar el de otro, de una manera parecida como un sonido puede influir sobre la audición de otro sonido. Y finalmente hay que tener en cuenta que no hemos hablado del papel que juegan los bastones en la visión tricromática. Como en muchos campos, el desconocimiento de los hechos da pie a toda una serie de interpretaciones sectarias y supersticiosas de las que hay que desconfiar.

## La reproducción del color

La gran mayoría de los sistemas de reproducción del color se basan en el principio de la tricromía. La cuatricromía es un perfeccionamiento de la tricromía aplicado a la imprenta, añadiendo tinta negra para substituir parcialmente la mezcla de los tres colores fundamentales sustractivos o colores secundarios.

### *Sistema de Lippmann*

Pero antes de exponer estos sistemas mencionaremos una de las excepciones más importantes: el procedimiento de *Gabriel Lippmann*, quien publicó su invento en 1891 y recibió el Premio Nobel de Física en 1908. El procedimiento de *Lippmann* es el primer sistema directo de fotografía en color y forma una excepción dentro de los sistemas de fotografía en color, ya que con este sistema se obtiene una reproducción en los colores espectrales originales.

Lippmann hacía las fotos con una emulsión pancromática transparente a través de la placa de vidrio que se hallaba en contacto con una capa de mercurio. De esta manera las ondas luminosas atraviesan el cristal y la emulsión, se reflejan en la capa de mercurio y vuelven a pasar a través de la emulsión en sentido contrario. Los rayos y sus reflexiones exponen la placa en forma de finísimas láminas de interferencia, cuyas distancias varían según la longitud de onda que las origina. Una vez revelada, la placa se la vuelve a poner sobre mercurio, y se pueden apreciar los colores originales del sujeto, ya que la estructura de láminas tiene la propiedad de dejar pasar más fácilmente la luz de la misma longitud de onda que la originó.

Estos colores se forman de la misma manera que los colores de las pompas de jabón, los de las manchas de aceite sobre la calle mojada, las anillas de Newton o las delgadas capas de óxido sobre una placa de cobre caliente.


Teóricamente el sistema de Lippmann es muy correcto, ya que reproduce los colores en su composición espectral original. A pesar de esto, este sistema nunca ha tenido ningún valor práctico.

## La tricromía

Todos los sistemas de reproducción tricromática constan de dos fases, la separación (o análisis) y la restitución (o síntesis). La finalidad de la **separación** es determinar la proporción que habrá que dar a tres colores básicos para que su combinación, aditiva o sustractiva según el procedimiento empleado, restituya el aspecto del color original. La **restitución** de los colores es la operación que consiste en teñir las tres separaciones de tal manera que la superposición (aditiva o sustractiva) vuelva producir los colores originales.

Mencionaremos aquí tres personalidades que tuvieron una influencia decisiva sobre el desarrollo de la teoría de la tricromía y de la fotografía del color. El primero era el físico *Maxwell* que realizó la primera síntesis aditiva de una separación de color con los tres colores Azul, Verde y Rojo. *Charles Cros* (1842-1888) y *Louis Ducos du Hauron* publicaron de manera independiente y casi simultánea sus ideas sobre la fotografía de los colores en el año 1869.

Los procedimientos de reproducción tricromática se dividen en los aditivos y los sustractivos. Cuando una reproducción cromática se obtiene haciendo una sola foto, se llama de un **sistema directo**.

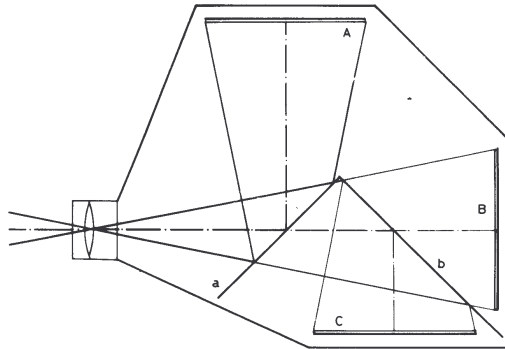
								
Color original	Negro	Azul	Verde	Rojo	Cyan	Magenta	Amarillo	Blanco
Negativos de la separación								
								Filtro azul Filtro verde Filtro rojo
Restitución aditiva								
								Luz azul Luz verde Luz roja
Restitución sustractiva								
								Colorante amarillo Colorante magenta Colorante cyan

La tricromía



## La separación tricromática

La separación indirecta, tanto por el sistema aditivo como el sustractivo, se efectúa de la manera siguiente: hay que fotografiar al objeto tres veces, bajo las mismas condiciones, con tres filtros de color: azul, verde y rojo. El material fotográfico empleado tiene que ser pancromático, sensible a todos los colores del espectro visible.



Cámara tricromática

Contemplemos el efecto de los filtros a partir del filtro rojo. El filtro rojo dejará pasar exclusivamente las radiaciones reflejadas por los colores rojo, magenta, amarillo y blanco. Estos colores van pues a ennegrecer el negativo expuesto detrás del filtro rojo. La figura 'La tricromía' representa la traducción al blanco o al negro de los ocho colores fundamentales en los tres negativos de la separación.

La separación indirecta que se practicó corrientemente hasta hace pocos años<sup>1</sup> en el campo de las artes gráficas para la confección de los clichés de imprenta y de los fotolitos para el offset, entre otros, no se presta a la reproducción de objetos en movimiento. Al principio del siglo XX diferentes fabricantes de cámaras ofrecieron cámaras especialmente diseñadas para la separación de los colores. Los tres chasis de placas estaban dispuestos de tal manera sobre una guía que el cambio de una a otra se podía efectuar casi inmediatamente. Los tres filtros solían estar dispuestos detrás del objetivo sobre un disco rotatorio, de manera que el cambio de filtro después de cada exposición era instantáneo. Se construyeron incluso máquinas automáticas que una vez apretado un botón se cuidaban de las sucesivas operaciones, como el cambio de chasis, el cambio del filtro y la adaptación del tiempo de exposición en función de cada filtro.

<sup>1</sup> Actualmente las separaciones de color se elaboran electrónicamente en la gran mayoría de casos.

A pesar de la velocidad con la que este tipo de cámara realizaban las tres exposiciones, no se podían retratar objetos movidos con ellas. Las primeras cámaras que permitían exponer las tres placas simultáneamente estaban construidas según una idea del mismo *Ducos du Hauron* de 1860. Estas cámaras trabajan con dos espejos semi-transparentes a y b, tal como está representado por la figura 'Cámara tricromática'.

## *La restitución de los colores*

La restitución de los colores a partir de las tres separaciones se puede efectuar de manera **aditiva** o de manera **sustractiva**. En el primer caso se mezcla **luz azul, luz verde y luz roja**. En el segundo caso se superimprimen **tintas** translúcidas de color **cyan, magenta y amarillo**.

En la **restitución aditiva** la manera clásica consiste en proyectar los tres positivos que se han obtenido de los tres negativos de la separación mediante tres proyectores sobre una misma pantalla. Delante de cada proyector se coloca un filtro del mismo color que había servido para hacer la separación. En la pantalla aparece una perfecta reproducción de los colores originales. Este fue el hecho que demostró *Maxwell* en 1861.

Vamos a analizar el funcionamiento de este hecho a base de una área amarilla de la imagen original. En la primera fotografía la placa no será impresionada, ya que el filtro azul no deja pasar la luz amarilla. Las dos fotografías siguientes sí que serán impresionadas, ya que tanto el filtro verde como el filtro rojo dejan pasar la luz amarilla. Nuestra área amarilla quedará pues blanca en el primer negativo y negra en los dos otros. El positivo que se proyectará a través del filtro azul será negro, los otros dos blancos. Y la superposición aditiva de verde y rojo nos da efectivamente el color amarillo. La figura 'La tricromía' nos ilustra este principio a partir de los colores fundamentales.

*Ives* inventó, alrededor de 1892, un instrumento para contemplar imágenes de color a partir de separaciones. Este instrumento, llamado cromoscopio, estaba basado en el mismo principio que la cámara de separaciones simultáneas ideada por *Ducos du Hauron*. La figura 'Cámara tricromática' ilustra este sistema.

En la restitución sustractiva los negros de los positivos de la separación se sustituyen por los colorantes fundamentales complementarios (los colores secundarios o fundamentales sustractivos) de los que han servido (los primarios o fundamentales aditivos), en forma de filtros, para separar los colores. Así que el positivo del filtro azul se va a teñir de amarillo; analógicamente al verde le corresponde el magenta y al rojo el cyan.

El color se puede obtener de dos maneras: la plata de las emulsiones se puede sustituir químicamente por el colorante que representa (virado) o se pueden hacer tres clichés de impresión de las tres diapositivas. En el primer caso los clichés se superponen y se proyectan como una única diapositiva. En el segundo se imprimen unos sobre otro con tintas translúcidas en los tres colores cyan, magenta y amarillo.

Vamos a contemplar aquí también el mecanismo de la reproducción a partir de una área amarilla. La separación correspondiente al filtro azul es la única que no queda impresionada por la zona amarilla, y en consecuencia será la única que dará un positivo negro en esta zona. La separación del filtro azul es la que finalmente se va a imprimir con tinta amarilla.

Lamentablemente las tintas de imprenta no tienen las características espectrales que teóricamente se requieren para la práctica de la tricromía sustractiva. Recordemos que dos colores de composición espectral diferente pueden aparecer idénticos a nuestra vista. La industria fotográfica desarrolló unos sistemas de enmascaramiento fotográfico que permitían corregir la mayoría de las deficiencias resultantes de estas imperfecciones de los colorantes. Otro factor que influye en el color de un impreso es la sucesión de las tres tiradas, ya que los colorantes no tienen nunca una transparencia absoluta.

En los procedimientos de imprenta, tanto cuando se hacían las separaciones con filtros como ahora que se separan los colores electrónicamente, se suele preparar una cuarta separación que contiene exclusivamente los tonos oscuros y el negro de los tres colores: la **separación del negro**. Una tricromía, conjuntamente con esta cuarta separación que se imprime con tinta negra, se llama **cuatricromía** o **tetracromía**.

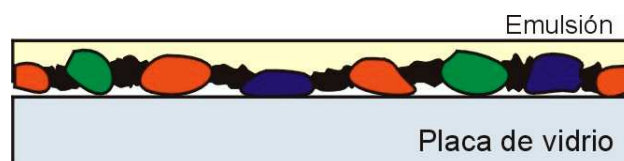
Todos los sistemas de impresión fotomecánicos usuales se prestan a la tirada de tricromías y cuatricromías, pero los más usuales son el lito-offset, el rotograbado y la tipografía. Cuando se usan tramas autotípicas, hay que tener en cuenta los efectos de moiré usando una angulación que los disimule. En los primeros tiempos de la autotipia a veces el amarillo se confeccionaba con una trama de grano irregular. En el rotograbado tradicional, todas las tramas se imprimen en paralelo, cosa que exige una coincidencia angular perfecta.

## *Tramas tricolores*

Ya en los primeros tiempos de la fotografía del color se buscaban sistemas que permitieran la reproducción tricromática mediante una sola placa. El primer éxito en este campo se debe a Joly, quien publicó su sistema en 1894 en Dublín. Joly exponía sus placas pancromáticas a

través de una trama lineal tricolor, con franjas transparentes azules, verdes y rojas. Las diapositivas obtenidas a partir de estos negativos se superponían en registro exacto a la trama que había servido para hacer la foto y se contemplaban por transparencia o se proyectaban sobre una pantalla. Ahora los objetos fotografiados aparecieron en sus colores originales. ¿Cómo funciona este sistema? Volvamos a utilizar nuestro ejemplo del área amarilla y veremos lo siguiente: en el momento de exponer el negativo, la placa queda ennegrecida detrás de las líneas verdes y rojas, pero no detrás de las azules. En el positivo aparecerán líneas verdes y rojas, pero ninguna de color azul. El ojo, que no podrá distinguir las líneas debido a su finura, verá un color amarillo obtenido por mezcla aditiva. Esta manera especial de mezclar colores se llama **mezcla óptica**. La fabricación de aquellas tramas de tres colores, que solían presentar unas 80 líneas por cm, así como su colocación en registro encima de la diapositiva, eran operaciones muy delicadas y se buscaban sistemas más sencillos.

Un paso decisivo en la historia de la fotografía del color fue el que dieron los hermanos *Auguste y Louis Lumière* con la creación de sus '*Plaques Autochromes*' en el año 1903 que salieron al mercado en 1907. Las '*Plaques Autochromes*' eran unas placas fotográficas sensibles con una trama tricolor incorporada. Se fabricaban de la manera siguiente: sobre el cristal destinado a recibir la capa sensible de bromuro de plata pancromática, primero se extendía una capa de cola transparente sobre la que se distribuía una mezcla de granitos de fécula teñidos de azul, de verde y de rojo, evitando que se superpusieran. La mezcla era equilibrada, de manera que su aspecto era de un gris neutral. Los espacios entre los granitos de fécula se rellenaban de hollín. La capa sensible se aplicaba directamente sobre esta estructura. La figura 'Plaque Autochrome' representa esquemáticamente una intersección por una placa de este tipo.



Plaque Autochrome

La fotografía se exponía a través del soporte y se revelaba de manera que se obtenía un positivo directo. Esto último se conseguía de la manera siguiente: primero se ponía la placa en el baño revelador. Si la placa se hubiera fijado en esta fase, se hubiera obtenido un negativo, en el cual a cada color le hubiera correspondido su color complementario. Pero la placa se pasaba sin fijación en un baño rebajado de permanganato de potasio, donde la plata metálica quedaba rebajada a cero. A continuación



la placa se exponía a la luz diurna y se volvía a revelar: las partes no afectadas por la luz en la exposición principal son las que ahora se ennegrecen, mientras que las otras quedan blancas. De esta manera se obtiene una diapositiva de color según el mismo principio que el de *Joly*.



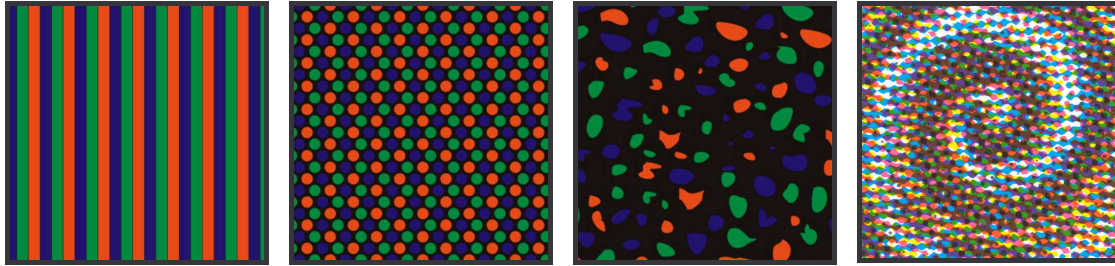
Fotografía con el sistema de Lumière

Con excepción de las pantallas de televisión de color y similares, los procedimientos aditivos han perdido toda su importancia. La imprenta y la fotografía moderna de los colores se basan en la síntesis sustractiva.

Las cuatro estructuras representadas en la figura representan diferentes tramas relacionadas con la reproducción del color. La trama lineal corresponde a la de *Joly*, pero también a la de las pantallas CRT de los televisores a partir de los años 1970. La trama de puntos corresponde a los primeros televisores de color. La trama irregular esquematiza las '*Plaques Autochromes*' y los sistemas derivados. Finalmente la figura '*Tricromía*' es una ampliación de una tricromía autotípica como la que encontramos en la mayoría de los impresos offset de color.

Esta última estructura nos demuestra que aquí no tenemos una restitución de los colores estrictamente sustractiva, ya que no todos los puntos de las diferentes tramas se cubren: hay muchos puntos que se hallan solos en zonas blancas. En las zonas oscuras, la mayoría de puntos se superpo-

nen, pero cuanto más claro es el color reproducido, más puntos dispersos encontramos. En estas zonas ya no se sustrae el color, más bien se suma el color de los puntos a la luz del papel blanco. Se habla de **mezcla combinada** de los colores.



Trama lineal

Trama de puntos

Trama irregular

Tricromía

En el rotograbado tradicional tenemos una reproducción casi exclusivamente sustractiva, ya que todos los puntos de la trama tienen la misma extensión.

## *Las películas multicapas*

Las películas con múltiples capas sensibles para la separación del color directo dominaban el mercado fotográfico hasta finales del siglo XX, cuando empezaron a ser desbancadas por la fotografía digital. La larga evolución de estos materiales se iniciaba al final del siglo XIX cuando se empezó a hacer fotos sobre paquetes de dos o tres placas superpuestas de sensibilización individual. Las diferentes placas de estos paquetes, por su sensibilización y coloración, daban una separación de los colores espectrales en dos o tres regiones. Uno de los pioneros de esta técnica era *Gurtner* en Berna, quién insoló en 1901 una placa pancromática a través una placa teñida con naranja de naftol. Ambas placas estaban reunidas emulsión contra emulsión. La primera placa, que era teñida y no sensibilizada sólo estaba sensible para la región azul del espectro y actuaba a la vez de filtro que retenía la luz azul, de manera que solo una parte del espectro actuaba sobre la placa pancromática. La copia (diapositiva) de la placa teñida (que había perdido su tinte anaranjado durante el revelado) se viraba al azul, la otra se viraba en amarillo. Superponiendo ambas placas se obtenía una imagen de color a la que solo faltaban los tonos rojos, que no se podían reproducir con este sistema<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Más adelante se rodarían algunas películas comerciales con materiales basados en dos colores. Todavía a finales del siglo XX se usaban proyectores de televisión



Ya en el primer decenio del siglo XX, en la empresa del Dr. J.H. Smith en Zürich, se fabricaban placas que reunían tres capas sensibles sobre un mismo soporte. Antes de revelarlas, las tres capas se tenían que separar del soporte para tratarlas individualmente. El problema principal era el montaje final de las tres capas en registro.

El problema de la elaboración de un material que reuniera tres capas sin necesidad de su separación mecánica durante el proceso pudo ser solucionado de dos maneras durante la historia, por el procedimiento de la destrucción de colorante y sobre todo por el del revelado cromogéneo.

El primer procedimiento de capas múltiples es el de la **destrucción de colorantes**. Destacan los nombres de 'Gasparcolor' a partir de 1932 y de 'Cilchrome', procedimientos para hacer ampliaciones directas a partir de diapositivas. El principio de estos procedimientos es la destrucción parcial de los colorantes incorporados a las tres emulsiones, proporcionalmente a la formación de plata metálica durante el revelado. Una vez eliminada la lata mediante un blanqueador y un fijador se obtiene una imagen positiva de color. Se habla también de **revelado cromolítico**. El procedimiento de destrucción de colorantes pronto quedó confinado al campo de la copia en color.

La segunda solución al problema de la coloración simultánea de tres capas superpuestas, mucho más importante desde el punto de vista de su difusión, es el revelado cromogéneo. La solución química se debe a los trabajos de *Homolka*, *Fischer* y *Siegrist*. La solución técnica se debe a la perseverancia de dos músicos, *Mannes* y *Godowsky*. El último es el hijo del famoso pianista.

La formación de los colorantes está basada en la reacción química del revelador oxidado por la reducción de los halogenuros de plata, activados bajo el efecto de la luz, con unas sustancias que se llaman acopladores. Estos acopladores pueden estar mezclados al baño del revelado, como es el caso en el procedimiento *Kodachrome* inventado en 1935 por *Mannes* y *Godowsky*, o pueden estar presentes en cada una de las tres emulsiones, como en el caso de los materiales *Ektachrome*.

Mientras que los materiales que tienen los acopladores incorporados se pueden revelar en positivo o en negativo, los materiales que no llevan los acopladores en sus tres capas siempre producen positivos.

El **revelado de los materiales que no tienen los acopladores incorporados** es el siguiente: primero se revelan las tres capas con un revelador no cromogéneo. Luego se expone la película a una cantidad bien determinada de luz roja, la cual sólo afecta a la parte complementaria de la capa destinada a recibir el colorante cyan, ya que es la única capa

---

que trabajaban con dos colores, magenta y verde, lo que daba una sensación de color similar al sistema de Gurtner.

sensible al rojo. La película se revela con revelador cromogéneo que contiene el acoplador correspondiente al color cyan. Ahora se forma una imagen positiva de color cyan en la capa destinada a este colorante, además de las imágenes positivas y negativas de plata en esta misma capa. Las dos capas restantes se someten sucesivamente al mismo procedimiento. Finalmente la plata metálica se elimina mediante un rebajador, y el resultado es una diapositiva de color.

Los **materiales que contienen los acopladores** de color incorporados a cada capa se revelan con un revelador cromogéneo que forma simultáneamente las tres imágenes de plata y las tres imágenes de colorante. La plata también aquí se elimina con un rebajador y un fijador. El resultado es un negativo de color. Si se quieren obtener diapositivas directas mediante este procedimiento, primero se revela la película con un revelador que no sea cromogéneo, luego se interrumpe el revelado y se expone el material a la luz blanca intensa. El revelado cromogéneo, que puede ser simultáneo a esta segunda exposición, formará al mismo tiempo las tres imágenes de plata y las tres imágenes de colorantes. Después del blanqueado se obtiene una diapositiva de color.

La mayoría de los materiales fotográficos de color tienen una primera capa sensible al azul, destinada a formar la imagen del colorante amarillo. La segunda capa sensible lo suele ser al verde y la tercera al rojo. Entre las dos primeras capas suele haber un filtro amarillo que impide el paso hacia las capas inferiores a los rayos azules. El colorante amarillo de este filtro se elimina durante el revelado.

El lector puede descubrir estas capas rascando con cuidado una zona negra de una película revelada que ya no sirve.

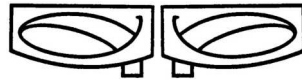
El revelado cromogéneo de los materiales que contienen los acopladores de color incorporados a cada capa se esquematiza en las dos figuras, que contemplan el caso del revelado negativo y positivo. Las cuatro capas representadas en la figura son las siguientes:

- \* Capa sensible al azul
- \* Filtro amarillo
- \* Capa sensible al verde
- \* Capa sensible al rojo

A partir de un negativo de color se puede obtener un positivo sobre un papel fotográfico con unas capas similares a las de la película, por proyección mediante una ampliadora o simplemente por contacto.

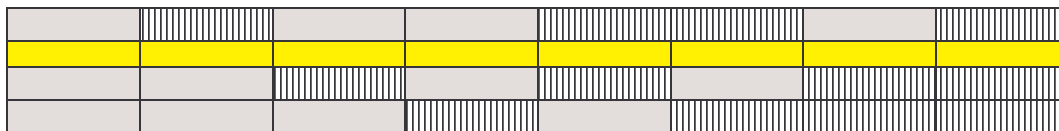
Los colores casi siempre tienen que ser equilibrados, ya que suelen tener una predominancia más o menos pronunciada y la luz de la ampliadora también puede estar desequilibrada cromáticamente en algún

sentido. Esta corrección se efectúa con filtros por el procedimiento de corrección aditiva o sustractiva. En el primer caso se efectúan tres exposiciones consecutivas a través de los filtros azul, verde y rojo. En el segundo sistema de corrección, el sustractivo, se efectúa una exposición única con una luz filtrada con elementos de un juego de filtros en los colores cyan, magenta y amarillo, disponibles en toda una gama de densidades. Este juego de filtros se puede sustituir por un cabezal de mezcla cromática a base de luz azul, verde y roja.

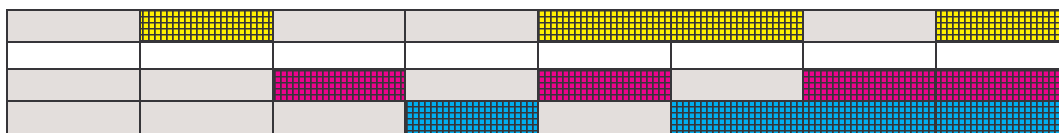




Colores originales



Efecto de la exposición



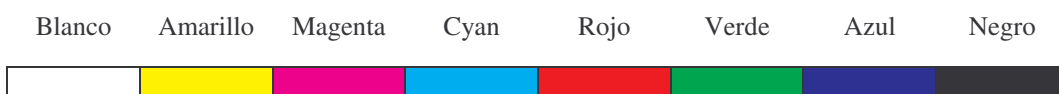
Revelado cromogéneo



Blanqueado



Fijado



Colores del negativo

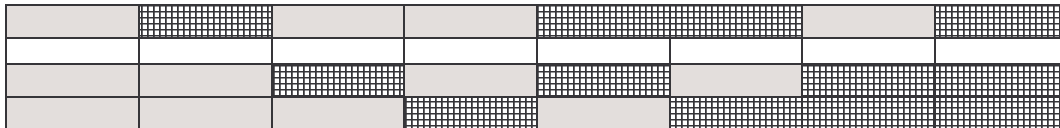
**Significado de las estructuras**



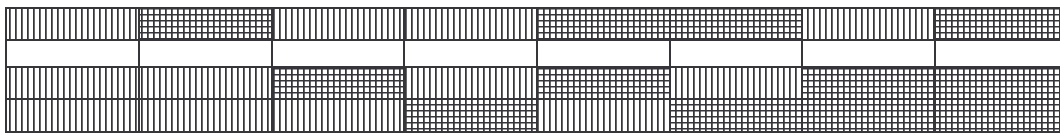
**El revelado cromogéneo negativo**



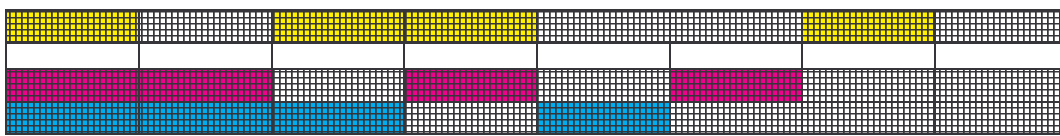
Colores originales



Primera exposición y primer revelado, no cromogéneo



Segunda exposición, con luz blanca



Revelado cromogéneo

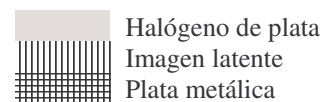


Blanqueado y fijado



Resultado final

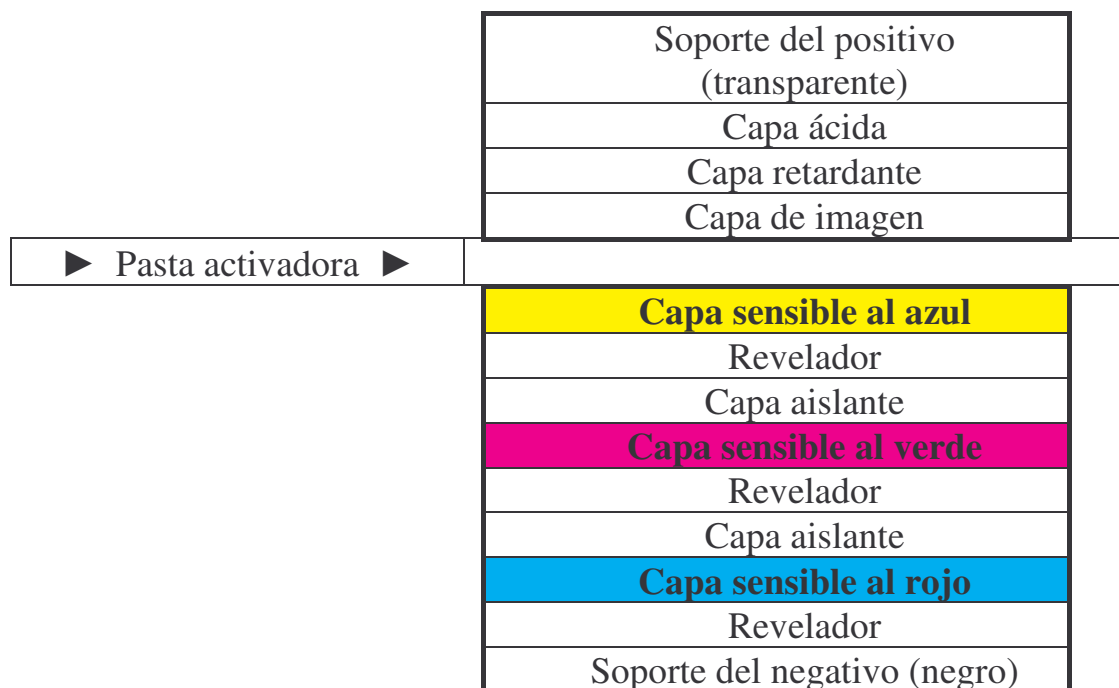
**Significado de las estructuras**



El revelado cromogéneo positivo

## La fotografía instantánea

En 1957 *Edwin Land* inventó por primera vez un procedimiento que permitió acceder a una fotografía en el plazo de pocos minutos sin aparatos complicados ni conocimientos especializados. En 1963 la empresa Polaroid ofreció un sistema similar que permitía obtener fotografías de color. A continuación intentaremos describir el funcionamiento de esta técnica. Ya que las fuentes consultadas se contradicen en algunos detalles, hay que leer este texto con la debida reserva.



Como en el caso del *Kodachrome*, este sistema también trabaja con una película de varias capas. El sistema de *Polaroid* y *Land* trabaja con un paquete de dos películas superpuestas que corresponden al negativo y al positivo. Entre los dos paquetes, en dirección paralela al margen de la imagen hay una abolladura llena de una pasta gelatinosa que contiene un activador, un pigmento blanco y un colorante negro. Después de la exposición el paquete pasa entre dos rodillos de acero, que distribuyen homogéneamente la pasta entre las dos películas, lo que inicia las reacciones químicas necesarias para el revelado.

En el momento de la exposición la luz atraviesa primero la película positiva y a continuación sucesivamente las diferentes capas de la película negativa. Igual que en el caso del *Kodachrome* aquí también tenemos una capa sensible al azul, otra sensible al verde y una sensible al rojo.



Después de cada capa fotosensible hay una capa de revelador. Las tres capas sensibles correspondientes a cada uno de los colores primarios están separadas entre ellas por unas capas aislantes.

En las diferentes capas las sustancias reveladoras están reunidas con los correspondientes colorantes sustractivos (amarillo en la capa sensible al azul, magenta en la capa sensible al verde y cyan en la capa sensible al rojo) en unas mismas moléculas. El catalizador contenido en la pasta que ahora se halla entre los dos paquetes se difunde hasta las capas de revelador y 'libera' estas moléculas. El colorante negro de la pasta permite que la película se pueda exponer a la luz atenuada del día.

Ahora los halógenos de plata expuestos a la luz reaccionan con el revelador de tal manera que la plata que se forma se combina con la molécula correspondiente a cada color para formar una molécula que a su vez se combina con las moléculas del colorante. Las otras moléculas de colorante que no han quedado atadas por ninguno de estos compuestos de plata se pueden difundir libremente a través de todas las capas hasta la capa de imagen de la película positiva, donde se mezclan en cada zona en la proporción correcta para reproducir el color original.

El ácido que se va difundiendo desde su capa a través de la capa retardante neutraliza los componentes alcalinos del revelador para aumentar el tiempo de conservación de la imagen. De paso el colorante negro de la capa intermedia se vuelve transparente, de manera que ahora aparece el pigmento blanco contenido en la pasta activadora. Su finalidad es la de reflejar la luz blanca y de impedirle el paso a las capas inferiores.

La fotografía instantánea tiene diferentes aplicaciones. Sobretudo es importante en los casos en los cuales no se puede repetir una foto y que hay que estar seguro de que ha salido bien. También se usa cuando los clientes no quieren esperar, como los turistas o los que necesitan una foto de carnet.

También tiene su aplicación en la fotografía industrial: en el estudio del profesional se cambia el casete de la cámara de estudio por un casete que trabaja con material instantáneo. Si el resultado cumple las expectativas del fotógrafo, se hace la foto definitiva sobre la película plana definitiva, que da la calidad exigida, pero que no estará revelada hasta horas o días después.

La empresa Polaroid que creó Land también ofrece materiales especiales, por ejemplo en blanco y negro. El principio de funcionamiento es similar al descrito más arriba.

Últimamente la tendencia es substituir los materiales de fotografía instantánea por cámaras digitales. Yo personalmente creo que la fotografía instantánea tiene sus días contados.

## La cuatricromía

En la elaboración tradicional de cuatricromías, hoy en día desbancada por los sistemas electrónicos, se podían seguir dos posibles caminos: la separación tramada directa y la indirecta. En el sistema de **tramado directo** las separaciones a través de los filtros azul, verde y rojo se efectuaban a través de una trama de contacto gris o una trama de cristal sobre material de tipo lith pancromático. Normalmente se usaban juegos de 4 tramas preanguladas a 15° (cyan), 45° (negro), 75° (magenta) y 90° (amarillo), respectivamente. Los negativos de selección, todos ellos provistos de perforaciones de registro, se montaban uno a uno sobre una máscara que delimitaba los márgenes de la imagen (la máscara también tenía las perforaciones) y se positivaban en contacto con película lith.

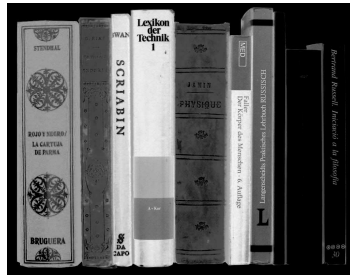
En el **sistema indirecto**, que se usaba con más frecuencia, las separaciones se efectuaban a través de los mismos filtros, azul, verde y rojo, sobre material de tono continuo pancromático. Estos negativos luego se copian conjuntamente con la máscara de delimitación sobre película lith, intercalando una trama de contacto entre la separación negativa y la película sensible, respetando la angulación de la trama para cada color. El paquete de películas de arriba abajo constaba de los elementos siguientes:

- \* Máscara de delimitación
- \* Negativo de medio tono
- \* Trama de contacto
- \* Película lith

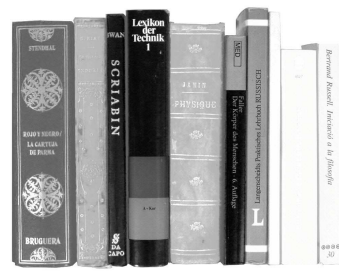
El resultado final de ambos sistemas era el mismo. En ambos casos convenía disponer de una cámara de reproducción con espejo o prisma inversor.



Original visto a través del filtro rojo



Negativo obtenido a través del filtro rojo



Positivo del mismo, cliché del cyan



Cyan



Amarillo



Magenta



Separación del negro



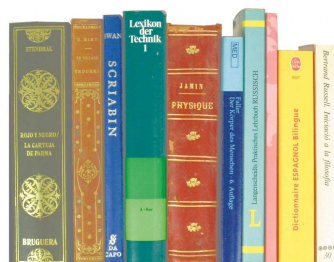
Cyan y amarillo



Cyan y Magenta



Amarillo y magenta



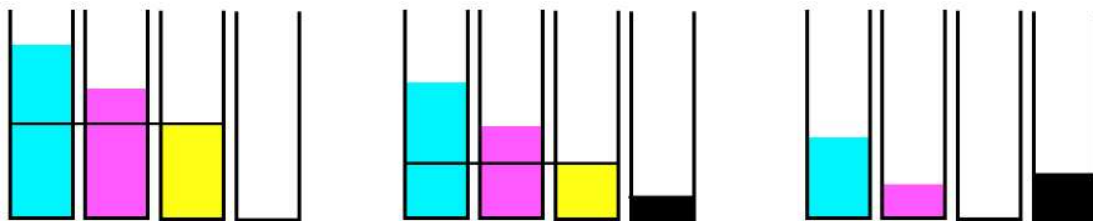
Tricromía



Cuatricromía

Elaboración de una cuatricromía

Además del refuerzo de los negros de la estampa, la sustitución de la tricromía por la cuatricromía puede tener otras ventajas. Se pueden preparar separaciones que rebajan o eliminan los tres colorantes básicos en aquellas zonas donde coinciden los tres. Esta reducción, llamada UCR (Under Color Removal) se compensa con la cantidad correspondiente de tinta negra. De la misma manera que (casi) todos los colores se pueden reproducir con los tres colores secundarios, cualquier color se puede reproducir mediante dos colores fundamentales (escogidos adecuadamente) y el negro. Cuando la sustitución del tercer color por el negro es total, se habla de GCR (Grey Component Replacement). La figura 'UCR: Tres mezclas que dan el mismo color' ilustra el funcionamiento del UCR y del GCR. La reducción de color UCR presenta la ventaja de un secado más rápido de los impresos, lo que sobre todo es importante cuando se imprimen todos los colores en una misma pasada por una prensa de cuatro colores. Como efecto secundario se obtiene un considerable ahorro de tinta.



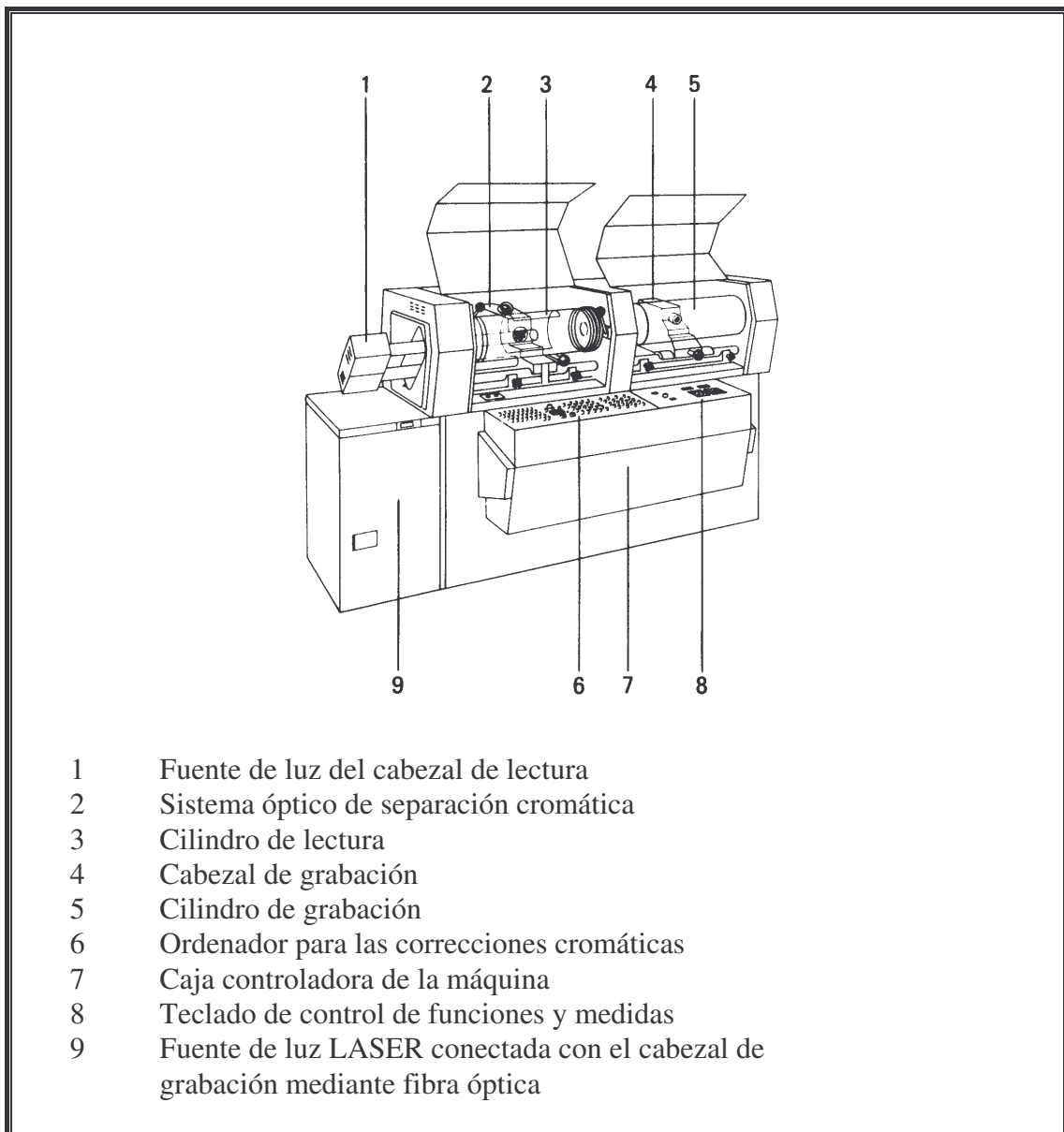
UCR: Tres mezclas que dan el mismo color

## El scanner

En el último cuarto del siglo XX las técnicas fotomecánicas tradicionales para separar los colores se han ido sustituyendo por los scanners electrónicos. En este tipo de máquinas el original que se trata de reproducir, generalmente una diapositiva, pero a veces también un original opaco flexible, se fija sobre el cilindro de lectura. Sobre el cilindro de grabación o de restitución se fija la película sensible, que tiene que ser del tipo tone si se quieren hacer separaciones de tono continuo y de tipo lith si se quieren obtener separaciones tramadas<sup>1</sup>. No es necesario gastar película pancromática, ya que el rayo de luz utilizado para la

<sup>1</sup> En las máquinas de primera generación todavía se necesitaba colocar una trama de contacto encima de la película lith, cuando se quería hacer un tramado directo. Las máquinas más avanzadas ya calculaban los puntos de trama electrónicamente y los graban mediante un rayo de luz LASER.

exposición tiene el mismo color para las cuatro separaciones. Una vez escogidos la ampliación o reducción, las correcciones de color y demás datos, se cierran las tapas protectoras de ambos cilindros, a fin de evitar que entre luz de fuera, y se pone la máquina en marcha.



Chromograph de Hell

Ambos cilindros empiezan a dar vueltas a gran velocidad. Sobre el cilindro de lectura un rayo de luz ilumina puntualmente las zonas que hay que medir colorimétricamente en cada momento y un sistema óptico transfiere su reflexión a unos sistemas de medición. Mientras que el



cilindro da vueltas, el cabezal de lectura se va desplazando despacio en dirección del eje del cilindro, de manera que el área iluminada va describiendo sobre el cilindro una curva helicoidal en forma de rosca. Mientras tanto sobre el cilindro de grabación el cabezal se mueve de manera análoga e impresiona la película mediante otro rayo de luz que varía de intensidad en función de la información recibida desde el ordenador central de la máquina, que evalúa la información recibida por el cabezal de lectura.

La figura 'Chromograph de Hell' representa un ejemplar de la generación de scanners de los años 1980, el *Chromograph 299L* de Hell<sup>1</sup>. Entonces el modelo *DC 350* era uno de los más perfeccionados de su clase. Con esta máquina ya era posible entonces insolar las cuatro separaciones de una cuatricromía de una sola vez, y la forma de la trama (elíptica, cuadrada, etc.) se podía programar mediante un *floppy disk*.

Una máquina suplementaria, el *Chromaskop*, permitía simular la imagen definitiva impresa sobre una pantalla de TV, partiendo de los datos medidos por el cabezal de lectura y memorizados en la computadora interna de la máquina, antes de exponer la película sensible. En esta pantalla se podían observar todos los efectos de la corrección cromática, lo que permitía ir rectificándolas hasta obtener una calidad óptima. Sólo al final de estas operaciones se pone el cilindro de grabación en marcha, el cual graba la cuatricromía correspondiente al último estado obtenido sobre la pantalla de control.

La casa *Hell* dio un paso más todavía en la tecnología de los scanners con su sistema *Chromacom* que es un sistema que permitía hacer los montajes de las cuatricromías, los textos, las máscaras y otros elementos electrónicamente, incluyendo las posibilidades de hacer superposiciones transparentes sin gastar ni una sola hoja de película sensible antes de los fotolitos definitivos. Este sistema incluso permitía unas técnicas de retoque manuales que pocos años antes hubieran pertenecido al campo de la ciencia-ficción. Y los retoques eran reversibles, como los conocemos hoy en los programas de retoque fotográfico más avanzados.

Una vez los montajes y los retoques acabados, el sistema *Chromacom* permitía escoger entre tres posibilidades: la confección de un juego de cuatro fotolitos en el scanner, una prueba de color sobre papel fotográfico en una máquina auxiliar o incluso, la grabación de un juego de cilindros de huecograbado en un *Helio-Klischograph*.

---

<sup>1</sup> La casa Hell tuvo la amabilidad de facilitar-nos este dibujo.



## Otras aplicaciones del color

En el campo de las técnicas gráficas los colores no siempre se utilizan para reproducir con fidelidad los colores de un original. Muchas veces se imprimen colores para disponer de unas posibilidades de diferenciación y de contraste que el uso de una sola tinta no ofrece. Las iniciales, que al principio se solían iluminar a mano, ya pronto se empezaron a imprimir en dos tintas. La primera obra conocida que presenta iniciales impresas en dos tintas es el famoso salterio impreso por los discípulos de *Gutenberg*, *Fust* y *Schöffer* en 1457. De aquella época también data la expresión 'rúbrica', que entonces se refería a las partes de una página tipográfica impresa en color rojo (rubrum = rojo).



Xilografía de Bernhard S. Schürch

En el campo de la ilustración hay que mencionar una técnica llamada **camafeo**, o con la palabra francesa **camaïeu**, al principio practicada con dos tablas xilográficas que se entintaban con dos tintas diferentes, las cuales a veces sólo se distinguían por la intensidad. El inventor de la técnica al camafeo, también llamado **claroscuro** parece que es el alsaciano *Johann Ulrich Wechtlin* una figura misteriosa del siglo XVI con

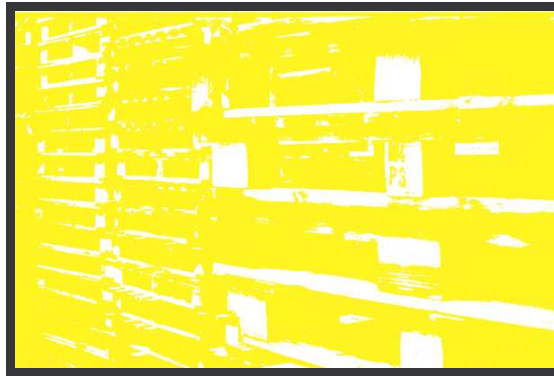
los diferentes nombres de *Wachelin*, *Vuechtlin* o incluso *Pilgrimm*. *Lucas Cranach*, *Hans Burgkmair*, y *Ugo da Carpi* son los más destacados xilografistas en camafeo. fue el primero en imprimir xilografías al camafeo con más de dos tintas.

Hay dos maneras de imprimir estampas a la manera de camafeo. La primera consiste en imprimir tantas tablas diferentes como tintas. La segunda manera se basa en una sola tabla, de la cual, en el momento de imprimir la primera tinta, que siempre tiene que ser la más clara, sólo se han vaciado los elementos correspondientes a los blancos. Antes de la segunda tirada, que hay que efectuar bajo un registro riguroso y con una tinta más oscura que la primera, o con una tinta opaca, se recortan los elementos que tienen que mantener el color correspondiente a la primera tirada. Para la última tirada, que tradicionalmente se solía efectuar con tinta negra, sólo se reservan las partes del dibujo que tienen que quedar impresas en todas las tintas de todos los tirajes.

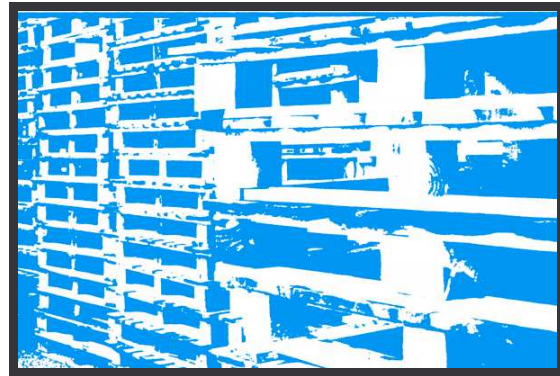
El artista de Berna, *Bernhard S. Schürch*, ha ilustrado toda una serie de libros con la misma técnica como los antiguos maestros del camafeo, pero con otra finalidad, de manera que las obras de *Schürch* ya no se pueden considerar camafeos en el sentido estricto de a palabra. Elaborando estas xilografías primero se imprime el fondo. Luego se recortan todas las partes de la tablas que tienen que quedar con el color del fondo en los impresos definitivos. La próxima tinta opaca se imprime en registro estricto a partir de la plancha modificada. Luego se recortan las zonas que tienen que guardar la segunda tinta en los impresos definitivos. Este procedimiento se repite con cada color, usando siempre colores opacos. Gracias al registro exacto las vetas de la madera quedan visibles en todas las tintas. Este sistema a veces se denomina '**técnica a la tabla perdida**', o '**técnica al taco perdido**' ya que la tabla ya no sirve para repetir la tirada. *Schürch* usa una minerva automática de *Heidelberger* para imprimir sus xilografías.

Con medios fotomecánicos se pueden realizar efectos de camafeo a partir de un original en blanco y negro o de color, haciendo dos fotografías quemadas sobre material lith con diferentes tiempos de exposición. El fotolito más oscuro, el negativo del cual se ha expuesto menos tiempo, se imprimirá con un gris claro o un color, mientras que el otro se imprime encima con un color más oscuro o con negro. Según los tiempos de exposición y los colores, se pueden obtener efectos diferentes. Si las dos o más tintas de la tirada son grises, se obtendrá una especie de separación de grises que tendrá aproximadamente el aspecto de una autotipia elaborada según el primer procedimiento de *Meisenbach* (sin distancia entre la placa y la trama), si se prescinde de la estructura de la trama.

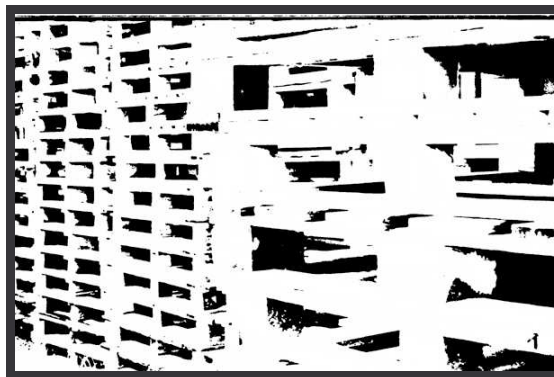
Nuestra ilustración esquematiza el principio del camafeo fotográfico. Si aquí hemos escogido los colores cyan, magenta y negro, es exclusivamente a efectos prácticos. Se puede utilizar una gama como por ejemplo amarillo, ocre y marrón oscuro. Bajo cada viñeta de la figura se esquematiza los colores cubiertos por los respectivos colores.



Primer color



Segundo color



Negro



Camafeo

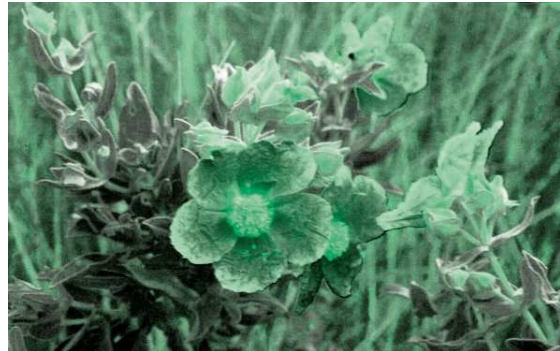
Una reproducción fotomecánica efectuada a partir de la superposición de dos clichés recibe el nombre de **bitono** en general y recibe el nombre de **dúplex**, cuando los dos clichés se han obtenido sin separación de tono, sólo por variación de las distribuciones tonales. Un bitono se llama **bicromía** si los dos clichés se han obtenido por una separación de color. Normalmente las bicromías no pretenden reproducir los colores de un original. Se usa preferentemente en impresos de dos tintas, para aprovechar las posibilidades de contraste que nos conceden la segunda tinta. En la ilustración siguiente se puede apreciar la diferencia entre una impresión dúplex y una bicromía.



La riqueza tonal de ambos procedimientos se puede describir de la manera siguiente: nos imaginamos 3 potes que contienen pintura negra, verde y blanca, todas ellas en calidad opaca. El blanco de nuestro razonamiento corresponde al blanco del papel sobre el que se imprimen los bitonos.



Bitono dúplex sin separación de color



Bicromía, bitono con separación de color

\* En el primer caso, correspondiente a la impresión dúplex, tomamos un pote vacío y mezclamos una parte de pintura verde con una parte de pintura negra hasta obtener un verde oscuro. Luego cerramos los potes del verde y del negro. Ahora podemos mezclar libremente el verde oscuro con el blanco. Todos los colores resultantes se pueden representar escalonadamente desde el blanco hasta el verde oscuro sobre una cinta de papel.

\* En el segundo caso, correspondiente a la bicromía, podemos mezclar libremente los tres colores blanco, verde y negro. Los colores que obtenemos ahora, ya no se pueden representar sobre una cinta, ya que tenemos verdes claros y verdes oscuros, pero también grises claros y grises oscuros. Para representar este conjunto de colores, necesitamos un plano.

Para la reproducción manual, como la que se practicaba exclusivamente antes de inventar la fotografía del color, los diferentes colores se delimitaban manualmente sobre las formas de impresión. En las estampas artísticas originales generalmente todavía hoy no se admiten separaciones fotomecánicas.

A pesar de que teóricamente se podrían separar manualmente los colores según la teoría de la tricromía, los artistas suelen usar más de tres formas para representar todos los colores, preparando muy a menudo una forma de impresión para cada color individual. Ya en el siglo XVI *Albrecht Altdorfer* creó xilografías de color con seis tablas.

La obra de *Jacques-Christophe Le Blond*<sup>1</sup> es una gran excepción en el campo de la estampa artística, ya que *Le Blond* ya había deducido la teoría de la tricromía de la teoría de *Newton*. Confeccionaba sus planchas calcográficas a la manera negra y las sobreimprimía en los colores rojo, amarillo y azul, una cierta aproximación a nuestros colores secundarios magenta, amarillo y cyan que actualmente se emplean en todas las imprentas del mundo. Si consideramos las diferencias entre los colores de *Le Blond* y nuestros colores secundarios, y tenemos en cuenta que las tintas de entonces no eran translúcidas, la calidad de estos grabados es realmente sorprendente. Los seguidores de *Le Blond* ya usaban una cuarta plancha para el negro, igual que en la moderna cuatricromía. Hay descripciones históricas del procedimiento de *Le Blond*, por él mismo, y también por alguno de sus adeptos como por *Jacob Gautier d'Agoty* y por *Antoine Gautier de Montdorge*.

En el campo de la xilografía japonesa parece que en el siglo XVIII el gran maestro *Suzuki Harunobu* fue el primero en obtener colores por sobreimpresión de dos tablas de color, con lo que amplió enormemente las posibilidades de la xilografía japonesa. Dicen que el mismo *Harunobu* fue el primero en entintar manualmente las zonas de una tabla con diferentes tintas.

Esta última técnica, gracias a la que se pueden imprimir diferentes colores con una sola pasada por la prensa, se usa con cierta frecuencia en las técnicas calcográficas manuales y se conoce por la expresión francesa 'à la poupée', ya que las diferentes zonas se entintan mediante una gasa llamado **poupée**. La delimitación de los colores se puede efectuar a ojo o mediante unas plantillas que reservan las zonas que no tienen que recibir la tinta de determinado color.

El sistema de entintar una plancha calcográfica por zonas de forma automatizada también se usa frecuentemente en la estampación de ciertos papeles de valor, como los billetes de banco, para dificultar su falsificación.

Un sistema muy adecuado para hacer estampas policromadas a un precio asequible fue dado a los artistas y a los impresores por el invento de *Senefelder*, la litografía. La litografía permite imprimir un gran número de capas de tinta una sobre otra. *Senefelder* ya hacía diferentes experimentos con los colores, pero el gran maestro de la cromolitografía era el litógrafo alsaciano *Godefroi Engelmann* que en diferentes fuentes se puede ver citado como inventor de esta técnica. El número de piedras de una cromolitografía artística pocas veces es menor de ocho o nueve y no

---

<sup>1</sup> También se escribe Leblon, Leblond o Le Blon.

es excepcional encontrar estampas que han pasado hasta 15 o 20 veces por la prensa.



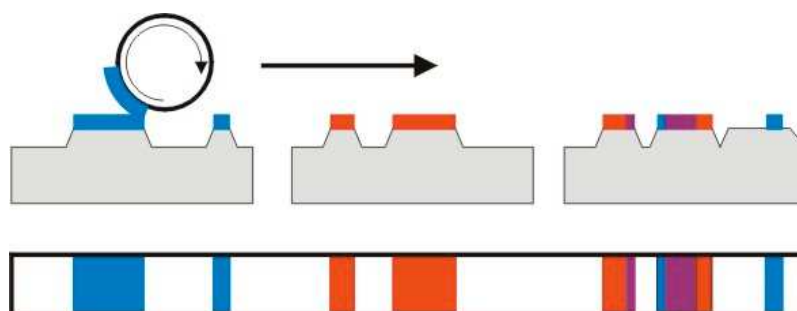
Punta seca de Miquel Plana,  
entintada 'à la poupée'

En el siglo XX los sistemas de impresión artística han recibido un gran estímulo gracias a la obra creada por gran maestro gráfico *Stanley William Hayter* en su famoso taller de París, el *Atelier 17*, que además de taller era una alta escuela de las técnicas gráficas artísticas. A continuación vamos a comentar brevemente dos técnicas inventadas por *Hayter*, que permiten imprimir varios colores en una única pasada por la prensa y mediante una única plancha.

Si sobre la platina de una prensa offset manual (una prensa que consiste esencialmente en un cilindro recubierto de una mantilla de goma que se mueve sobre la platina, sobre dos guías) colocamos sucesivamente una tabla xilográfica entintada y, al mismo nivel, la hoja de papel que se trata de imprimir, podemos calcar la xilografía, al revés de la manera tipográfica usual, sobre el papel, haciendo pasar el cilindro primero



encima de la tabla entintada, dónde cogerá la tinta, y a continuación sobre el papel, que recibirá la tinta pegada sobre la mantilla del cilindro. Este procedimiento de una sola tinta se puede generalizar de la manera siguiente: supongamos que se quieren hacer estampaciones a tres tintas. La tinta de la xilografía se puede calcar sobre dos tablas xilográficas vírgenes, situadas en el lado opuesto al papel. En cada una de las maderas vírgenes, que harán de contramolde, se recortan las partes del dibujo que no tienen que quedar impresas con la tinta que no les corresponde. En el momento de imprimir, cada tabla se entinta con su color, el cilindro se hace pasar sucesivamente por encima de las tres xilografías, dónde la mantilla recogerá la tinta que finalmente se depositará sobre el papel. De esta manera, con tres tintas se pueden obtener siete colores. Nuestro dibujo esquematiza esta manera de entintar una xilografía con dos colores:



*Hayter* encontró un sistema que le permitió imprimir tintas puras, bien delimitadas entre ellas, mediante la misma disposición. Esta última técnica está basada en la incompatibilidad de tintas de diferente viscosidad<sup>1</sup>, incompatibilidad que se puede comparar con la que tienen el agua y la tinta en los procedimientos litográficos. Si las tres tablas de nuestra disposición se entintan con tintas de viscosidad diferente, empezando con una tinta muy viscosa para la primera tabla, una menos viscosa para la segunda y una muy líquida para la tercera, observaremos el efecto siguiente: cuando el rodillo pasa por encima de la primera tabla, el cilindro recogerá toda la tinta de su superficie. La tinta de la segunda xilografía solo se adherirá sobre las áreas de la mantilla que no están recubiertas por una capa de la primera tinta. Finalmente la tinta más

<sup>1</sup> La viscosidad de un líquido es una medida para su consistencia basada en la fuerza de cohesión entre sus moléculas. La miel es más viscosa que un jarabe, este lo es más que el agua.

líquida de la tercera tabla solo se adherirá en las superficies limpias de la mantilla.

Si la xilografía principal tiene que imprimirse en una prensa tipográfica, se puede entintar de la manera descrita en una prensa offset manual. Luego se saca la tabla de la prensa y se la coloca en la prensa tipográfica. Después de cada estampa hay que limpiar los moldes y la mantilla para obtener unos resultados constantes en todos los ejemplos de la tirada.

La xilografía también se puede sustituir por una plancha calcográfica entintada y fregada de la manera tradicional. Después de haber traspasado a su superficie el dibujo de dos tintas de la manera descrita anteriormente, la plancha se imprime en el tórculo y se obtiene una estampa en tres colores, uno de los cuales es en relieve.

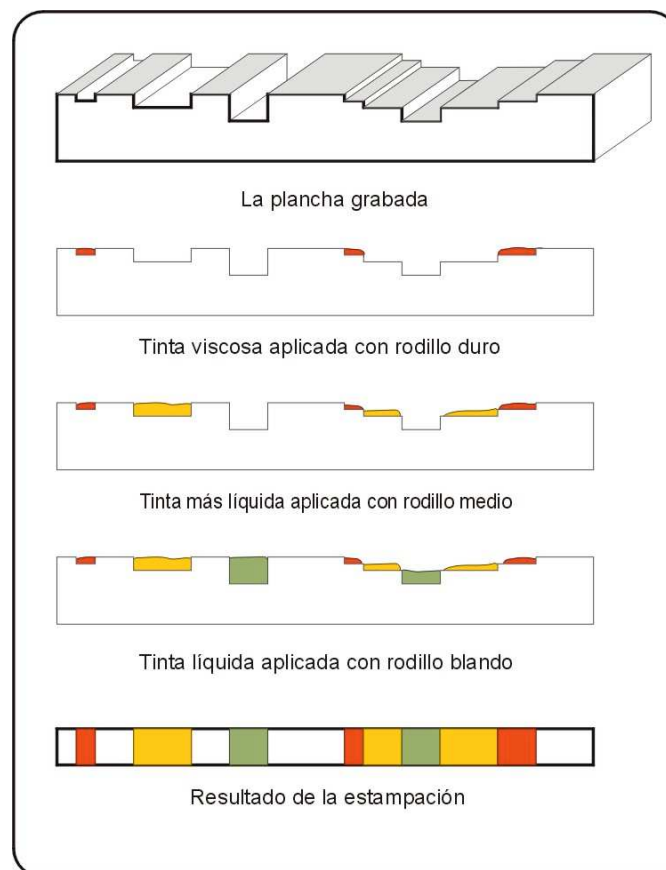
## *El Roll-Up*

El sistema conocido como **Roll-Up**, una técnica que *Hayter* desarrolló a partir del año 1946 en su taller *Atelier 17* en París, tiene una importante característica innovadora: es la primera vez en el curso de la historia, que una plancha calcográfica contiene toda la información necesaria para la delimitación de sus colores. También este sistema se basa en la incompatibilidad de las tintas grasas de gran diferencia de viscosidad. En este sentido se podría decir que el Roll-Up es una generalización del principio litográfico aplicado sobre planchas calcográficas especialmente preparadas.

Este es el procedimiento, esquematizado en nuestra ilustración: Las planchas destinadas al Roll-Up se graban con gran precisión a niveles de profundidad escalonados. En nuestro ejemplo basado en un grabado a tres tintas, hay que grabar a tres niveles de profundidad. Para la grabación se usan técnicas que permiten controlar la profundidad de los surcos. Son especialmente aptos el grabado al aguafuerte y el grabado electrolítico o galvanocáustico. El nivel superior se entinta con un rodillo duro y con una tinta muy viscosa que no penetra en las profundidades de los niveles inferiores. Para entintar el segundo nivel se usa un rodillo más blando, que penetra más en los surcos, y una tinta más líquida que la primera, para que no se adhiera a la tinta ya depositada, gracias a su diferencia de viscosidad. Finalmente, la tercera tinta, la más líquida, se aplica con un rodillo muy blando, que penetra hasta la profundidad de los surcos. Se limpia la plancha entintada y se la imprime en el tórculo, donde las tres tintas se imprimen en la misma pasada por la prensa.

La superficie de la plancha también se puede entintar como un cliché tipográfico, con una última capa aplicada con un rodillo duro. Pero esta técnica no es específica del Roll-Up, ya que cualquier plancha calcográfica la admite. Si esta técnica se aplica a una plancha calcográfica sin entintar, se obtiene una estampa negativa que ya no pertenece al campo de la calcografía, sino de la tipografía, a pesar de que la prensa usada para la estampación sea el tórculo.

La práctica del Roll-Up presenta muchas dificultades y sólo es practicada por una minoría de artistas entre los que destacan, a parte del propio Hayter, *Krishna Reddy*, *André Masson* y *Sergio González*. Que yo sepa, hasta ahora no se ha concebido ningún sistema industrial basado sobre la diferencia de viscosidad de las tintas. Posiblemente se podría usar una técnica similar a la impresión de billetes de banco, para dificultar todavía más su falsificación.



Roll-UP

# Procedimientos combinados

Aquí vamos a presentar unos procedimientos que no encajan limpiamente en el esquema de la tipografía, la calcografía, la planografía y la permeografía.

## *La oleografía*

En el siglo XIX se pusieron de moda unas reproducciones de pinturas al óleo llamadas oleografías<sup>1</sup>, que son típicos ejemplos de técnicas combinadas. Normalmente las oleografías son combinaciones de impresión cromolitográfica con técnicas como el heliograbado o la fototipia. Se suelen acabar con una impresión en seco con la finalidad de reproducir la estructura de la tela original y las pinceladas. En muchos casos un galvano elaborado a partir de la superficie de la pintura original servía de cliché para la estampación en seco. Estas reproducciones, que a menudo se imprimían sobre tela, como si se tratara de una pintura original, a veces estaban tan bien hechas que incluso expertos en pintura podían llegar a confundirlas.

Actualmente quedan pocos talleres dedicados a la fabricación de oleografías, los cuales ya no están de moda y han dejado sitio a los carteles no publicitarios conocidos como 'pósters'.

## *La monotipia*

La monotipia, técnica que no tiene nada que ver con las máquinas de componer de la empresa Monotype, es un procedimiento de impresión situado al margen de la planografía y la pintura al óleo. También forma

---

<sup>1</sup> No hay que confundir la oleografía con el procedimiento noble fotográfico llamado oleotipia.

un caso límite de las técnicas de impresión, en el sentido de que sólo permite la estampación de una única prueba sobre el papel. Esta técnica consiste en pintar con pinturas al óleo o con tintas de imprenta sobre una plancha pulida. Hay que tener en cuenta las capas de tinta que quedan escondidas bajo las últimas que se han aplicado, ya que la estampación de la plancha invertirá el orden de las capas, lo que en el caso de tintas absolutamente opacas solo dejaría visibles las que tocan directamente la plancha. Últimamente las planchas metálicas se suelen sustituir por planchas o folios de plástico transparente, las cuales permiten un control mucho mejor del trabajo del artista y del resultado final.

La monotipia se puede imprimir con una prensa tipográfica o litográfica, pero en la mayoría de los casos se usa el tórculo. También se podría considerar la posibilidad de estampar monotipias en una prensa offset manual. Esto implicaría una inversión del orden de las capas.

A veces también se llaman monotipias a las estampas obtenidas por el entintado manual en diferentes colores de una forma, ya que de esta manera pueden salir diferentes las estampas de una misma tirada. *Munch* hizo muchas xilografías de este tipo.

## *El papel jaspeado*

Otra técnica que puede considerarse un caso límite de las técnicas de impresión es la creación de papel jaspeado, cuya similitud con la monotipia consiste en la limitación a un solo ejemplar de cada impreso. No se sabe nada preciso sobre la historia de esta técnica que durante mucho tiempo era el procedimiento más importante para la elaboración de papeles pintados como los que se usan para las guardas de los libros. Las primeras descripciones conocidas de esta técnica son originarias del siglo XVII. La técnica cayó en desuso temporalmente y experimentó un auge hacia finales del siglo XIX.

Se trata del procedimiento siguiente: en una cubeta plana se vierte un líquido, la base, sobre la cual se dejan caer gotas de colorantes, las cuales se expanden más o menos sobre la superficie del líquido gracias a un componente especial (normalmente hiel de buey). Las gotas de colorante se pueden colocar colateralmente o se pueden intercalar. Gracias a la composición específica del baño los colorantes flotan en la superficie. En el procedimiento tradicional la base consiste de un líquido gelatinoso que se obtiene hirviendo musgo irlandés en agua.

Con una aguja se puede alterar la disposición de las gotas de colorante en la superficie del agua. Normalmente no se usa una aguja individual,



sino una serie de agujas montadas sobre un listón de madera, una pinta. Otros dibujos se obtienen salpicando la superficie del agua con una solución acuosa de alcohol y de jabón, lo que genera una estructura de finas nervaduras.

Cuando se ha obtenido el dibujo deseado se trata de transferirlo sobre el papel. Para ello el papel se deposita con cuidado sobre la superficie del agua, evitando los movimientos laterales y la creación de burbujas. Una vez que el papel descansa sobre el agua, los colorantes que nadan sobre la superficie del agua se adhieren sobre el papel y este se puede sacar, deslizándolo encima del borde de la cubeta. Luego el papel se cuelga para secar. En la época de oro del papel jaspeado los dibujos jaspeados incluso se transferían sobre los cortes de los libros.



Papel jaspeado alrededor de 1900

La calidad de los papeles jaspeados depende de muchos factores y los resultados satisfactorios suelen ser el resultado de incansables experimentos con diferentes tipos de bases, colorantes, concentraciones, temperaturas, etc. Los fabricantes con éxito suelen mantener en secreto sus fórmulas. Sobre todo en Inglaterra había fabricas, en las que los papeles jaspeados se fabricaban en serie.

Teóricamente el jaspeado de papeles es un caso especial de la planografía, ya que aquí se usa una forma libre de relieve, la base, con la particularidad que aquí la forma es un líquido sobre el que flota la tinta a transferir.



## *La tampografía*

También en el caso de la tampografía se trata de una forma de impresión indirecta, como en el offset. En vez de la mantilla, aquí se usa una pelota de goma que cambia de forma durante las dos transferencias. La pelota suele tener la forma de un hemisferio o de otro cuerpo convexo. La forma suele ser calcográfica. En la primera fase de la impresión la pelota se aprieta contra la forma entintada a la que se amolda. En la segunda fase la forma se sustituye por el objeto que se trata de imprimir. La pelota se amolda a la forma de este y transfiere la tinta sobre su superficie. Todo el proceso es automático.

La tampografía tiene la ventaja de que se puede imprimir con ella sobre objetos de formas especiales, como botones, bombillas eléctricas, bolígrafos, etc. A medida que la pelota se amolda a la forma del objeto, su superficie se desarrolla sobre ella empezando por el centro, de manera que la tinta no se desplaza lateralmente.

## *El estampado en caliente*

En este sistema, el papel tiene que pasar por la prensa conjuntamente con una lámina de estampar que lleva el colorante seco que sustituye a la tinta líquida de los procedimientos clásicos. Normalmente se combina la estampación en seco con un gofrado que se obtiene prensando el papel conjuntamente con la lámina entre un molde y un contramolde. Pero a veces también se estampa en plano.

Por la acción simultánea del calor y de la presión bajo la forma la capa de colorante se despegas de su soporte y queda adherida al papel. La lámina de estampar puede estar preparada con una única capa de barniz. Pero muchas veces está provista de una capa ultrafina de aluminio que concede un brillo metálico al producto final. También hay láminas preparadas con capas degradadas.

El estampado en caliente se usa mucho en la industria del embalaje de lujo, para etiquetas o para encuadernaciones.

Aquí la transmisión del colorante se puede comparar con la que tiene lugar en las clásicas máquinas de escribir, cuando el tipo aprieta la cinta sobre el papel.

## *El impreso en falso relieve*

El impreso en falso relieve da unos impresos en los que los tipos se realzan claramente del nivel del papel. El papel se imprime de la manera tradicional, normalmente con tipografía, usando una tinta especial. Antes de que se seque la tinta, se distribuye un polvo especial sobre el impreso, que queda adherido sobre la tinta fresca. El resto se reutiliza. Finalmente los impresos se someten a la influencia de una fuente calorífica, como una lámpara ultravioleta, lo que provoca una hinchazón de los polvos.

Este procedimiento se presta sobretodo a las tarjetas de visita cuidadas.

De manera análoga se puede imprimir sobre materiales textiles, para distribuir polvos o motas sobre ellos, que quedan adheridos en los lugares impresos. Este sistema se llama **flocking**.

## *Rotulación al vinilo*

La rotulación al vinilo no es estrictamente un sistema de impresión. Desde 1990 aproximadamente este sistema ha relevado casi totalmente la rotulación tradicional artesana. La base de este sistema es una hoja de vinilo pegada sobre un soporte de papel, de la que se recortan las letras o los signos sin cortar el soporte. Para el corte se usan unos plotters de corte especiales que se maniobran desde un PC mediante unos programas de CAD<sup>1</sup> especiales. El plotter trabaja con una cuchilla rotatoria con una hoja orientada verticalmente sobre la superficie del papel. La cuchilla se orienta automáticamente en la dirección del corte. El programa de CAD tiene que evitar las líneas cruzadas.

Una vez las letras cortadas, se trata de eliminar las superficies de vinilo sobrantes del papel de soporte. Este trabajo se suele hacer a mano. Luego los trozos de vinilo restantes se suelen transferir sobre un papel de transferencia provisional. Para hacer la transferencia, el papel de transferencia se aprieta cuidadosamente sobre el papel de vinilo. Luego los dos papeles se separan y el dibujo queda adherido al revés sobre el soporte provisional. Finalmente se aplica el papel de transferencia sobre el soporte final, como puede ser un cristal de un escaparate o la plancha de un coche. Ya sólo hay que separar el papel de transferencia del soporte definitivo, y el dibujo queda sólidamente adherido a su nuevo soporte.

A partir de 1990 la mayoría de los vehículos y señales se han ido marcando de esta manera. El vinilo se fabrica en diferentes calidades,

---

<sup>1</sup> Computer Assisted Design, diseño asistido por ordenador.

colores y texturas. Hay unas hojas especiales que imitan al cristal grabado con ácidos. Otros sirven de reserva para pintar diferentes tipos de ornamentos a las paredes. Las hojas de reserva también se emplean para pintar con pistola sobre coches, hojalatas, muebles de oficina o similares. Incluso se puede imprimir sobre las hojas de vinilo antes de su aplicación.

Mediante los programas adecuados se pueden hacer montajes de varios colores. Las hojas peladas de diferentes colores se pueden transferir sobre un papel de transferencia común, o varios papeles de transferencia se pueden transferir en registro exacto sobre el soporte final.

Una aplicación especial es el **Photocut** que permite cortar imágenes de medio tono en el vinilo. El Photocut usa una trama lineal de grosor variable que se acaba en un extremo en una tira común, lo que facilita el pelado de la hoja. El resultado final se parece a una autotipia hecha con una trama lineal. Se pueden hacer efectos muy atractivos con este sistema.

## *Rotulación Laser*

En este sistema se quema selectivamente la superficie superior de una hoja de dos capas, con lo cual el color de la segunda capa queda visible.

## *Láminas de trama lenticular*

Se pueden obtener efectos muy interesantes con las láminas de trama lenticular. Se trata de hojas de plástico cuya superficie consiste de un conjunto de prismas alienados. Según el ángulo visual cada prisma nos deja ver una zona determinada del papel que forma la base.

Dos imágenes se cortan en tiras, cuya anchura corresponde a la mitad de la anchura de los prismas. Luego las tiritas se montan de tal forma que corresponden alternativamente a una imagen o a la otra. Sobre el papel impreso de esta manera se aplica la lámina lenticular, de manera que según el ángulo de visión se vea una imagen u otra.

Con este sistema se pueden imprimir imágenes en estéreo o se pueden hacer imágenes cambiantes que nos dejan ver una imagen u otra, según el ángulo de visión. Con este sistema algunos años atrás en Europa se imprimieron tablas de conversión de los nuevos Euros y de las viejas monedas.

# Las nuevas técnicas

## La fotografía digital

El procedimiento fotográfico más usado en el curso del tiempo sin duda alguna es el sistema al gelatinobromuro de plata. En el curso del siglo XX también se elaboraron materiales cada vez más sensibles a base de fotopolímeros, cuyas aplicaciones quedaban restringidas a la elaboración de clichés (*BASF Nyloprint* y *Nyloflex*) y a las planchas para offset.

En los años 1980 con la aparición de la primera **cámara digital** se inició una revolución lenta, pero imparable, que acabaría por destronar a la fotografía basada en reacciones químicas.

Los procedimientos electrofotográficos y electromecánicos tradicionales, como los derivados de la xerografía o de la iconografía de *Zworykin*, nunca habían proporcionado una calidad de imagen fotográfica satisfactoria.

En las cámaras digitales la película sensible está substituida por una placa sensorial electrónica, el chip **CCD**<sup>1</sup>, el cual es esencialmente un conjunto de células fotosensibles dispuestas como en un tablero de ajedrez. Durante la exposición cada una de las células registra la luz incidente en ella. A continuación las células individuales facilitan la información recabada al vecino situado a su izquierda, hasta que la totalidad de la información llegue en forma analógica a las células de la primera columna. Ahora un **convertidor analógico-digital** convierte los valores medidos en valores digitales y los guarda. Estos datos ahora se pueden guardar en un fichero, que a su vez puede copiarse sobre un medio informático (disquete o similar) y se puede manipular en un ordenador. Los chips CCD usuales actualmente se mueven entre 3 y 6 Megapixels. Probablemente en un futuro no muy lejano la definición todavía aumentará.

Hay diferentes tipos de ficheros para almacenar las imágenes, los cuales no satisfacen los mismos criterios de calidad. Una importante

---

<sup>1</sup> Charge Coupled Device.

característica de los ficheros de imagen es la **profundidad de color**, que determina el número de los colores distinguibles. La profundidad de color se mide en **bits**<sup>1</sup>. Cuando la profundidad de color es de 1 bit, sólo se pueden representar 2 tonalidades, normalmente blanco o negro. Los ficheros de un bit de profundidad se prestan para la representación de fotos quemadas o de línea. Es muy importante la profundidad de color de 24 bits, que recibe el nombre de **True Color**. En este sistema los componentes de Rojo, Verde y Azul pueden tomar 256 valores cada uno, lo que da un conjunto de más de 16 millones de colores, muchos más de los que el ojo humano puede distinguir. A pesar de esto, algún programa informático trabaja con profundidades de color superiores.

Los ficheros TIFF actualmente en uso graban una profundidad de color de 24 bits y usan una compresión sin pérdida<sup>2</sup>. Diferentes modalidades de color, como por ejemplo **RGB** o **CMYK** se pueden guardar como ficheros **TIFF**.

El formato BMP utilizado por Windows graba toda la información de las imágenes pixel por pixel, sin compresión. El resultado es un fichero enorme que suele convenir guardar en otro formato más manejable.

Otros formatos son por ejemplo **GIF**<sup>3</sup> o el **JPEG** que se usan preferentemente en el campo del diseño de páginas web. El **JPEG**<sup>4</sup> está basado en una compresión con pérdidas y es uno de los formatos preferidos para enviar imágenes por Internet. La compresión intenta suprimir sobretodo aquellas propiedades de las imágenes que no son discernibles para el ojo humano.

Las imágenes GIF se limitan a una profundidad de color de 8 bits, lo que limita a 256 los colores que pueden estar representados. El formato permite representar transparencia, lo que es muy interesante en la confección de páginas web. La compresión de las imágenes GIF no genera pérdidas si el original se limita a los 256 colores del sistema.

La mayoría de las cámaras digitales contienen una pequeña disquete que graba los datos sobre un pequeño disquete. Los diferentes fabricantes usan sistemas diferentes para almacenar los datos. Los formatos siguientes son muy comunes: *Compact Flash (Canon, Nikon, Fujifilm)*, *Smart Media (Fujifilm)*, *Memory Stick (Sony)*, *Multimedia Card*, *SD Card (Canon)*, *XD Picture Card (Olympus, Fujifilm)*.

---

<sup>1</sup> El bit es la unidad mínima de información empleada en informática, sólo acepta dos valores, que se pueden designar como verdadero y falso, si o no, rojo o verde, etc.

<sup>2</sup> Se habla de compresión sin pérdida, si los datos originales se pueden reconstruir íntegramente. Esto es el caso de los datos comprimidos con el programa PKZIP. Pero no es el caso del material sonoro comprimido en formato MP3.

<sup>3</sup> GIF = Graphic Interchange Format.

<sup>4</sup> JPEG = Joint Photographic Experts Groups.

Fuera del ya clásico captador **CCD** en el mercado también se pueden encontrar cámaras digitales con el sistema **CMOS**<sup>1</sup>. Este sistema sobre todo se emplea en cámaras de gama baja. Los sensores CMOS tienen la ventaja de gastar menos energía eléctrica, de manera que las pilas duran más tiempo, pero de momento son menos sensibles a la luz y no dan la misma calidad que las células CCD. Pero últimamente la técnica ha progresado mucho y se están fabricando células CMOS que no tienen nada que envidiar a las otras.

Para reproducciones en color se usan diferentes sistemas. En las cámaras sencillas las columnas del sensor están recubiertas alternativamente por un filtro verde, rojo y azul. Hay sistemas más refinados que utilizan lo que se llama la distribución de Bayer: aquí el sensor se distribuye en cuadrados de 4 celdillas cada uno. A dos celdillas situadas diagonalmente les corresponde un filtro verde, a las otras dos un filtro rojo y azul. Un algoritmo aproxima los colores teniendo en cuenta los valores correspondientes a los píxeles vecinos de cada celdilla.

Algunas cámaras proyectan la luz incidente sobre 3 sensores mediante espejos semi-transparentes.

Para retratar motivos estáticos existen las llamadas cámaras **three-shot**, en las cuales las imágenes correspondientes a los tres filtros de color se exponen sucesivamente. Estas cámaras sólo se encuentran en los estudios de fotografía industrial.

También en la fotografía digital se presentan efectos fotográficos, los cuales no tienen nada que ver con los que se producen en la fotografía clásica al gelatinobromuro de plata. Por ejemplo las fluctuaciones de la luz pueden tener efectos indeseables. Un efecto conocido, que se puede abolir hasta cierto punto mediante algoritmos complicados es el **blooming**: La sobreexposición de una zona repercute sobre las zonas vecinas.

## La preimpresión digital

La manufactura industrial de bienes de consumo permite reproducir un número cualquiera de objetos idénticos desde un prototipo. El trabajo en cadena introducido por *Ford* al principio del siglo XX ha contribuido mucho en racionalizar y abaratar este proceso. Ahora la producción controlada por ordenador vuelve hacer posible la adaptación individual<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> CMOS = Complementary Metal Oxide Semiconductor.

<sup>2</sup> Hace unos años un fabricante obtuvo un enorme éxito de ventas con unas muñecas que se diferenciaban sistemáticamente en al menos una característica.



de los productos a las necesidades de cada consumidor a un precio razonable. Y gracias a la impresión digital esta tendencia también ha entrado en el campo de la imprenta: actualmente es posible adaptar individualmente los impresos y se habla de **Print on Demand** y hasta de **Book on Demand**.

La gran revolución a la que ha sido sometida la imprenta en los últimos años se debe a diferentes circunstancias. Una parte de la evolución se debe al hecho de que las máquinas de oficina, gracias a la gran concurrencia entre los diferentes fabricantes, se han ido perfeccionando hasta tal punto que la calidad de los impresos se acerca cada día más a las exigencias de la imprenta tradicional. Las antiguas fotocopiadoras que trabajaban con papel especial y cuyas copias se conservaban mal, a partir de 1950 empezaron a sustituirse por copiadoras electrofotográficas que trabajaban con papel normal. La **electrofotografía** introducida por Xerox, también llamada **Xerografía**, funciona de la manera siguiente: Primero se carga positivamente la superficie de un cilindro. Luego la imagen se proyecta por zonas sobre el cilindro en rotación hasta que toda su superficie haya quedado expuesta. La luz tiene la propiedad de descargar estáticamente la superficie del cilindro cuando más puede influir sobre él. Las partes blancas ahora están descargadas, las negras todavía llevan su carga electrostática. Finalmente el cilindro pasa por una zona en la cual se halla un polvo negro cargado negativamente, el **tóner**, que queda adherido en las zonas cargadas positivamente del cilindro. El papel que se trata de imprimir se somete a una gran carga electrostática positiva antes de entrar en contacto con el cilindro. Esta atrae las partículas de polvo adheridas a la superficie del cilindro, de manera que el cilindro vuelve a estar limpio. Mediante calor, el tóner se funde sobre la superficie del papel, lo que garantiza una copia perdurable. Una luz intensa acaba de descargar la superficie del cilindro que está listo para ser cargado positivamente otra vez. Sólo los originales de línea dan resultados aceptables.

También la máquina de escribir tradicional se ha ido perfeccionando con el tiempo, hasta obtener una escritura comparable a un impreso de calidad. En la máquina de escribir tradicional el tipo golpea la cinta textil entintada. El papel recoge la tinta en los lugares que han sido sometidos a la presión del tipo. Los tipos tradicionales han sido sustituidos por cabezales esféricos, más adelante por ruedecitas intercambiables en forma de margaritas que permitían disponer de diferentes tipos de letra en una misma máquina. Ya era esta la idea de la antigua máquina de escribir de índice *AEG Mignon*, introducida en 1904, que reunía las letras del alfabeto en un molde cilíndrico intercambiable. Pero ya en 1893 el

fabricante americano *Blickensderfer* había introducido una máquina de escribir con un cilindro de escritura controlado por un teclado.

El sucesor de la máquina de escribir eléctrica era la máquina de escribir electrónica que podía recordar los textos que se habían tecleado. Las cintas de textil se sustituyeron por cintas de plástico que se usaban una sola vez. Aquí la transferencia del colorante se parece a la del estampado en caliente. Con la *Composer* de *IBM* se creó a finales de los años 1970 una máquina de escribir que se podía usar en vez de una fotocomposición en pequeñas imprentas. Esta máquina permitía memorizar una única línea que podía justificarse antes de transferirla sobre el papel.

El desarrollo y la miniaturización imparables de la electrónica y de la tecnología LASER eran imprescindibles para permitir los cambios de los últimos 30 años. Los primeros scanners gráficos eran máquinas extremadamente caras y delicadas que sólo podían ser manejadas por personal especializado. Para ser rentables tenían que trabajar casi sin parar. Las imprentas pequeñas no se podían permitir este tipo de inversión. Las máquinas fabricadas por diferentes empresas no solían ser compatibles entre sí, de manera que sólo los que disponían de todo el sistema podía sacar el óptimo provecho.

En los años 1980 ya era posible enviar desde la redacción toda la información electrónica necesaria para la impresión de un periódico por la línea telefónica a la imprentas, de manera que un periódico se podía imprimir simultáneamente en varias imprentas situadas en diferentes puntos de un país. Todavía 10 años antes, el envío por línea telefónica de la información de una cinta perforada que permitía duplicar el texto compuesto en una máquina *Linotype* o *Monotype* era un progreso con una connotación casi utópica. Y ahora las componedoras a base de plomo ya sólo se encuentran en museos.

Creo que la máquina que desencadenó la mayoría de los cambios de los últimos años es el **PC** comercializado por *IBM* en 1981. Ahora se podía adquirir por una suma razonable una máquina que ofrecía un puesto de trabajo independiente. A pesar de que las primeras máquinas basadas sobre el procesador 8088 de *Intel* sólo ofrecían una pequeña fracción de la potencia de las modernas máquinas actuales, ya se podía trabajar muy bien con ellas, lo que de otra parte permitía reservar los grandes ordenadores de entonces para trabajos más interesantes que la contabilidad y la correspondencia personales.

En 1984 apareció el primer ordenador **Macintosh** de *Apple* que fue un duro rival del PC durante muchos años y que ha sabido ganarse muchos adeptos, sobre todo en el campo de las aplicaciones gráficas. Ya que ambas máquinas siguen caminos paralelos, aunque sin ser compatibles entre ellos, aquí no se hablará especialmente del *Mac*, como lo llaman

muchos. Por cierto hay programas que emulan el *Mac* sobre le *PC* y viceversa, lo que evidentemente se come muchos recursos y frena notablemente la máquina.

El primer sistema operativo para el PC era el MS-DOS<sup>1</sup>. Luego se introdujo la plataforma **Windows** que estaba basada en el MS-DOS. Windows era uno de las primeras plataformas gráficas existentes, un GUT<sup>2</sup>, pero además era un sistema que permitía mover datos a través de un sistema de almacenaje provisional, llamado portapapeles, lo que permitía copiar datos de una aplicación a otra. Para poder usar esta facilidad los programas tienen que estar compilados con compiladores especialmente diseñados para Windows.

Con el Windows 95 por primera vez se creó un Windows que prescindía del MS-DOS tradicional y era un sistema operativo por si mismo que ya solo contenía el antiguo MS-DOS como accesorio. Y a partir de ahora el Windows aceptaba la ejecución simultánea de varios programas (Multi Tasking) y podía administrar sistemas de almacenaje mucho mayores que las versiones antiguas. El PC hoy es una especie de herramienta universal que se ha hecho imprescindible en la vida moderna.

Sin duda el periférico más popular del PC desde el principio ha sido la impresora que echó rápidamente la máquina de escribir<sup>3</sup> clásica de las oficinas. Los primeros modelos eran las impresoras de margaritas y las de agujas. Estos modelos han sido relevados<sup>4</sup> por las impresoras de chorro de tinta (Ink-Jet). Estas suelen tener una resolución de 300 **DPI** (Dots per Inch, puntos por pulgada). Las impresoras LASER han aumentado notablemente la calidad de los impresos.

Las impresoras LASER trabajan con el principio de la electrofotografía, con la particularidad que el cilindro impresor se insola mediante un sistema óptico LASER controlado electrónicamente. Actualmente la resolución de las impresoras LASER usuales en las oficinas se suele situar entre 600 y 1200 DPI.

En el curso del tiempo muchas funciones de aparatos especializados se han podido realizar con el PC, gracias a periféricos adecuados, a tarjetas electrónicas y a programas informáticos. Como ejemplo mencionaremos los programas de fax, que no sólo sustituyen una máquina de oficina, sino que incluso la mejoran, ofreciendo más posibilidades que esta. El que tiene este tipo de programa instalado en su

---

<sup>1</sup> Microsoft Disc Operating System.

<sup>2</sup> Graphical user Interface.

<sup>3</sup> Las antiguas máquinas de escribir todavía se usan excepcionalmente cuando se trata de escribir sobre soportes que no se pueden pasar por la impresora, como un trozo de cartulina o una tarjeta.

<sup>4</sup> Las impresoras de aguja todavía se usan cuando hay que escribir sobre papel copiativo.

PC y dispone de un scanner y de una impresora no sólo puede enviar y recibir faxes, también puede almacenar los faxes que no quiere perder en su disco duro. De paso dispone de un libro de direcciones para guardar los números de fax.

Por cierto, hasta hace poco los aparatos de fax tradicionales trabajaban con un papel especial llamado **termoactivo**, como también se ha ido utilizando en ciertas máquinas de calcular. El papel tiene la propiedad de ennegrecer bajo el efecto del calor. Un cabezal térmico que transforma los impulsos electrónicos en impulsiones térmicas se desliza por la superficie del papel y graba el dibujo. El sistema tiene dos desventajas: necesita un papel especial y los impresos se deterioran rápidamente.

Además de los scanners de oficina usuales como los que actualmente se pueden comprar a partir de 100 Euros, también se empezaron a construir scanners de alta gama para la preimpresión, caracterizados por una resolución mucho más alta. La resolución de los medios electrónicos se suele medir en **DPI** (*Dots Per Inch*) (puntos por pulgada). Si por ejemplo un scanner de oficina tiene una resolución de 300 o 600 DPI, para las exigencias de una oficina será más que suficiente. Pero para satisfacer las exigencias de un impresor se suelen usar scanners con resoluciones de hasta 4.000 DPI. El resultado del escaneado es un fichero informático que puede tener diferentes formatos. Los ficheros más famosos en este contexto son los ficheros TIFF<sup>2</sup>.

Para insolar los fotolitos a partir de datos binarios ya pronto salieron unidades de exposición en forma de periféricos del PC, las llamadas **filmadoras**. Las filmadoras suelen trabajar con óptica LASER y con resoluciones a partir de 4.000 DPI.

Los programas informáticos que permitieron ensamblar todos los elementos electrónicos para configurar las páginas impresas eran especialmente importantes. A mediados de los años 1980 la mayoría de las empresas de **DTP**<sup>3</sup> trabajaban con el programa *Pagemaker* de *Aldus*. El texto se introducía mediante un procesador de textos, las imágenes se obtenían mediante un scanner y luego se retocaban con un programa como el *Photoshop*. También la separación de colores y el tramado se efectuaban mediante el ordenador. Finalmente las páginas se ensamblaban con el *Pagemaker*. El **lenguaje de descripción de páginas PS** (Post Script) presentado por *Adobe* en 1984 permitía usar los mismos datos en diferentes filmadoras.

---

<sup>1</sup> No hay que confundir esta medida con la lineatura de las tramas autotípicas, ya que cada uno de los puntos de trama de una reproducción digital autotípica se compone de puntos elementales individuales, llamados **dots** o **subpixels**.

<sup>2</sup> Tagged Image File Format (formato de archivo de imágenes con etiqueta).

<sup>3</sup> DTP = Desk Top Publishing, publicación encima de la mesa.

También es de Adobe el formato de fichero **PDF**<sup>1</sup>, mediante el cual es posible visualizar los mismos datos en casi cualquier sistema de ordenador, usando el programa gratuito *Adobe Reader*<sup>2</sup>. Los ficheros PDF ahora también son imprescindibles en el campo de la impresión.

El programa de compaginación más importante actualmente es el que ha desalojado al *Pagemaker* y al *Ventura Publisher* de *Corel* de las imprentas. Últimamente el programa *InDesign* de *Adobe* está ganando la partida al *QuarkXPress*.

Los diferentes tipos de letras actualmente se usan mayoritariamente en forma de ficheros **TTF**<sup>3</sup>. Hay una gran diversidad de tipos TTF, muchos de ellos son gratuitos. Los de calidad pueden ser bastante costosos. Las fuentes TTF no son del tipo bitmap sino vectoriales, de manera que se pueden ampliar, reducir y deformar libremente.

Otro progreso de los últimos 20 años son los programas **OCR (Optical Character Recognition, reconocimiento óptico de caracteres)** que permiten interpretar letra por letra una página de texto impresa mediante un fichero escaneado. El texto obtenido por este procedimiento se puede editar y se pueden cambiar las fuentes, igual como un texto tecleado con *Word*. A los programas de OCR actuales todavía les cuesta entender ciertos tipos de letra, interpretar documentos mal impresos o manchados, pero se especula ya con la posibilidad de crear programas OCR que sepan leer hasta los manuscritos.

Para que la filmadora pueda interpretar las páginas que le suministramos mediante los ficheros PS, se necesita otro aparato electrónico, muchas veces incorporado en la misma filmadora, el **RIP (Raster Image Processor)**, cuya función es de calcular cuales de los puntos de la **matriz de la filmadora**<sup>4</sup> tienen que exponerse y cuales no. El RIP puede estar constituido por un periférico, puede estar incorporado a la filmadora o puede ser un programa informático, lo que permite actualizarlo de manera sencilla.

Debido a los altos precios de las filmadoras y de los scanners gráficos a finales de los años 1980 aparecieron empresas exclusivamente dedicadas a escanear y a filmar los fotolitos.

Pero las otras labores de la preimpresión se podían ejecutar con una inversión relativamente modesta, y el resultado fue que hacía 1990 en todas las grandes ciudades aparecieron un gran número de empresas de DTP. Ahora gran parte de estas empresas han vuelto a desaparecer, ya

---

<sup>1</sup> PDF = Portable Document Format o Public Distribution File.

<sup>2</sup> Antes llamado 'Acrobat Reader'.

<sup>3</sup> TTF = True Type Font.

<sup>4</sup> El conjunto de los puntos que la filmadora tiene a su disposición para insolar o no. Cada uno de estos puntos será blanco o negro en el fotolito final. Se podría decir que la matriz de la filmadora corresponde al bitmap de todo el fotolito.



que la mayoría de los impresores se han visto obligados a instalar su propia sección de DTP.

Una de las víctimas de esta tendencia es la clásica cámara de reproducción, que ya sólo se halla excepcionalmente en las empresas gráficas. El scanner y la cámara digital se han hecho cargo de sus funciones. Por cierto, la parte fotosensible de un scanner es muy parecida a los sensores CCD de una cámara digital.

## *CtP, Computer to Plate*

Con el montaje electrónico se hizo posible por primera vez obtener todo el montaje correspondiente al antiguo astralón directamente en un solo fotolito expuesto en una filmadora, de manera que se eliminaba completamente el montaje manual. Esta tecnología a veces se llama CtFilm, Computer to film. Ahora ya sólo representaba un pequeño paso eliminar también el fotolito y exponer directamente la plancha a base de los datos obtenidos por el RIP en una filmadora especial. Esta técnica que se ha extendido enormemente en los últimos años se llama **Computer to Plate**, lo que vamos a abreviar aquí con las siglas **CtP**. Las filmadoras CtP trabajan con luz LASER o con un LASER infrarrojo.

## *DPI (Dots per Inch) y PPI (Pixels per Inch)*

Es muy importante distinguir entre los pixels de una imagen digital y los puntos (dots) de una impresora o filmadora. También hay que distinguir los puntos de una trama autotípica de los puntos producidos por una filmadora.

Si por ejemplo tenemos una fotografía digital de 200 por 300 pixels, nuestra imagen se compone de 60.000 rectángulos, los pixels. Cada pixel corresponde a una posición dentro de esta red de 200 por 300 y contiene la información cromática de la zona que ocupa. En imágenes monocromáticas los pixels solo contienen la intensidad tonal. La resolución de las imágenes digitales se mide en PPI, pixels por pulgada.

Nos acordamos que la resolución de las clásicas tramas autotípicas se llama lineatura y corresponde a líneas por pulgada o puntos por pulgada, LPI. Este valor no debe confundirse con la resolución en PPI de las imágenes digitales.

Recordemos que las clásicas impresoras de Laser o de Ink Jet no pueden imprimir densidades de tinta variables. Así los valores tonales



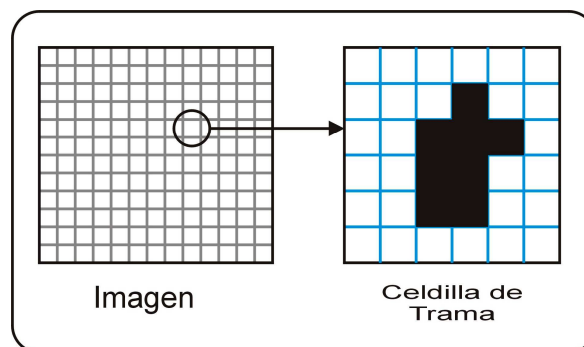
tienen que ser simulados con superficies de varios puntos imprimibles, las celdillas de trama.

Si la impresora pudiera imprimir densidades variables de tinta, podríamos imprimir imágenes para las cuales los pixels corresponderían a los puntos de impresión.



Imagen de 40 por 26 pixels

La resolución de una impresora o una filmadora depende del máximo número de puntos que se pueden imprimir en una línea. Este valor se mide en DPI, Dots per Inch. A partir de este valor cada máquina tiene una malla virtual de cuadrados, el recorder grid, que pueden ser ennegrecidos o no. El conjunto de estos diminutos cuadrados forma el bitmap del impreso o del fotolito, de la misma manera que los tipos no vectoriales están caracterizados por su bitmap. Para imprimir una imagen esta finísima malla se subdivide en celdillas cuadradas que corresponden a los puntos de trama.



En el caso de las filmadoras para la imprenta generalmente las celdillas contienen puntos de trama autotípicos que ellos mismos están formados por los diminutos puntos de filmadora.

Las impresoras de oficina no suelen usar tramas autotípicas sino una distribución de puntos que imita los valores tonales del original. Por ejemplo con celdillas de 5 por 5 se pueden obtener un máximo de 26 valores tonales (5 por 5 más 1). Para obtener una imagen aceptable hay que disponer como mínimo de celdillas de 16 por 16, lo que nos daría 257 valores tonales.

A pesar de los pocos valores tonales posibles, el número de configuraciones de puntos diferentes que se pueden obtener en un celdilla es mucho más importante. Así en nuestra celdilla de 5 por 5 se pueden obtener más de 30 millones de configuraciones (2 a la potencia 25). Y la forma de las celdillas también influye sobre el aspecto final del impreso.

Por esta razón la posición de cada punto dentro de la celdilla se calcula según alguno de los muchos algoritmos que se han ido desarrollando para este fin. Son famosos los algoritmos de Bayer y el de Floyd-Steinberg. Este sistema de tramar los impresos se llama dithering. Hay una bonita definición de esta técnica: *Se llaman dithering las técnicas que se usan para reproducir los colores de una imagen mediante una impresora que contiene menos colores que las que contiene la imagen.*

Mediante el siguiente ejemplo veremos claramente que la resolución de las impresoras tiene que ser mucho más alta que la de la imagen digital que queremos imprimir. Pongamos el ejemplo de una filmadora con una resolución de 3.000 DPI. Queremos usar una trama autotípica con una lineatura de 150 LPI, correspondiendo a unas 60 líneas por cm. Los puntos de trama estarán contenidos en celdillas cuadradas con un lado de  $\frac{3000}{150} = 20$  puntos. Este cuadrado se compone de 20 por 20 = 400 cuadrados unitarios que permiten reproducir un máximo de 401 niveles tonales.

## La impresión digital

Un sistema de impresión se llama digital cuando la forma de la impresión se guarda en un fichero informático.

En el campo de la impresión digital en los últimos 20 años se han probado diferentes caminos. Todavía es difícil pronosticar cuales de estos sistemas se van a imponer y cuales pronto van a pasar a la historia. La descripción corta que sigue no pretende ser completa y sólo pretende indicar las bases de los diferentes sistemas de impresión digital.

## *Computer to Print (CtPrint)*

La forma más pura de impresión digital, el **Computer to Print** (CtPrint) se caracteriza por la posibilidad de cambiar la forma de impresión en cada ejemplar. A cada ciclo la forma se filma de nuevo a base de los cálculos efectuados por el RIP.

Estos sistemas son especialmente apropiados para las tiradas cortas o para hacer impresos que tienen que adaptarse individualmente. El CtPrint es el sistema ideal para el 'Print on demand' y el 'Book on demand'.

El nombre de prensa en estos casos ya sólo se conserva por motivos históricos, ya que en la mayoría de estas máquinas ya no se utiliza la presión. Se habla en estos casos de *non-impact printing*.

En el Computer to Print se suele tratar de impresoras LASER o Ink-Jet de oficina mejoradas. Pero veremos que últimamente también hay máquinas offset del tipo CtPrint que cada vez ganan más importancia.

## *Impresoras de chorro de tinta, Ink-Jet*

Las minúsculas gotas de tinta producidas en una impresora de chorro de tinta pueden ser expulsadas de las pequeñas válvulas de tres diferentes modos: por medios electrostáticos, mecánicos (piezo-eléctricos) o térmicos. En el último caso se habla de **Bubble Jet**.

Los principales sistemas de Ink-Jet sobre todo se pueden dividir en dos grupos.

En los sistemas que pertenecen al primer grupo (**Continuous Ink Jet**) se van proyectando continuamente gotas de las válvulas. La trayectoria se desvía electrostáticamente de tal forma que las gotas expulsadas a cortos intervalos de tiempo impacten en el sitio adecuado de la superficie del papel. Las gotas sobrantes se proyectan en un recipiente de recogida que redistribuye la tinta al depósito.

Una de las primeras impresoras Ink-Jet que vi trabajar en el *Graphispag* de Barcelona, imprimía las etiquetas de paquetes que abandonaban una balanza automática mediante una cinta transportadora y las indicaciones de precio de venta y de peso se adaptaban automáticamente a cada objeto etiquetado.

Mientras se han creado impresoras mejoradas que se pueden usar en el campo de la impresión digital.

El segundo grupo dentro del Ink-Jet se compone de las máquinas de cuyas válvulas sólo se expulsan gotitas cuando estas son realmente necesitadas. Se habla de **Drop on Demand**.

Las impresoras de chorro de tinta tienen sus limitaciones sobre todo en su baja resolución. Y los trabajos de calidad tienen altas exigencias en la calidad del papel, ya que la tinta no debe ser absorbida por las fibras. Aumentando demasiado la velocidad de impresión las gotas que impactan sobre el papel se rompen y salpican, perjudicando la calidad del impreso.

La impresión de chorro de tinta tiene otras aplicaciones: unas impresoras con cabezales móviles permiten transferir imágenes fotográficas sobre casi cualquier superficie como por ejemplo la carrocería de un coche.

## *Impresoras de chorro de cera*

En la gama alta se usan impresoras de chorro de tinta cuya tinta se suministra en forma de bastones de cera sólidos que se funden mediante calor a medida que se utilizan. Las gotas proyectadas encima del papel se solidifican inmediatamente así que no les da tiempo de quedar absorbidas por el papel, lo que evita tener que imprimir sobre papel especial. Los puntos producidos se caracterizan por una excelente homogeneidad y los impresos dan colores brillantes e inalterables de bajo coste. Los cuatro cabezales de color pueden trabajar simultáneamente. Este sistema es rápido si descontamos el precalentamiento de un cuarto de hora necesario antes de poder imprimir.

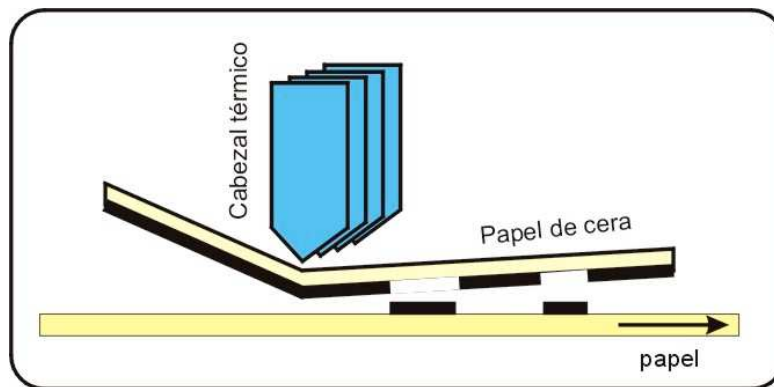
## *Impresoras LASER*

Las impresoras electrofotográficas de la industria gráfica son esencialmente modelos mejorados de impresoras LASER como las que se usan en las oficinas. La mayoría trabaja con tóner en forma de polvo. Pero algunos sistemas trabajan con tóner líquido.

## *Impresión por transmisión térmica de cera*

El sistema de **transmisión térmica de cera** (thermal wax transfer) trabaja con un papel de pigmento recubierto de una delgada capa de cera que se hace pasar conjuntamente con el papel que se trata de imprimir por debajo de un cabezal formado por elementos térmicos, cuya temperatura

está controlada electrónicamente. La cera se pega al papel cuando el elemento correspondiente tiene la temperatura suficiente.



La transmisión térmica de cera

Con este sistema se pueden obtener reproducciones de color con puntos nítidos y resolución media.

Las impresoras de color pueden contener cuatro rollos de papel de transferencia en los colores cian, magenta, amarillo y negro o un solo rollo con zonas alternativas correspondientes a cada uno de los colores. Este último sistema parece imponerse en la práctica. Cada impreso tiene que pasar cuatro veces por la prensa, cambiando el papel de transferencia cada vez. El sistema es caro, ya que el papel portador de la tinta sólo sirve una vez, lo que hace que el coste de los impresos es independiente de la cantidad de colorante implicada, y que hay que imprimir sobre papel especial.

## *Impresión térmica de sublimación de pigmentos*

El sistema conocido por **impresión térmica de sublimación de pigmentos** (dye sublimation<sup>1</sup>) funciona de una manera parecida a la impresión por transmisión térmica de cera. Pero la capa del papel de pigmento no está hecha de cera sino de un colorante que se evapora<sup>2</sup> bajo la influencia del calor.

<sup>1</sup> No confundir con el sistema Dye-Transfer de Kodak.

<sup>2</sup> Cuando un sólido pasa directamente al estado gaseoso bajo la influencia del calor, sin atravesar la fase líquida, se habla de sublimación.

El colorante sublimado queda absorbido por la superficie del papel especial sobre el que se imprime. Igual que en el caso de la transmisión térmica de cera, la tinta se suministra en un rollo con bandas alternativas de color. El impreso está sujeto sobre un cilindro y da 3 ó 4 vueltas correspondientes a los 3 ó 4 colores. Aquí tampoco se puede recuperar el papel de pigmento.

Este sistema tiene una gran ventaja sobre la impresión por transmisión térmica de cera, ya que los elementos caloríficos del cabezal de impresión pueden adoptar 256 temperaturas escalonadas diferentes, así que se pueden obtener 256 tonalidades.

Últimamente han salido al mercado una serie de pequeñas impresoras de sublimación que se pueden conectar directamente a las cámaras digitales y que dan una calidad sorprendente. Creo que dentro de poco van a desbancar definitivamente los sistemas de fotografía instantánea.

## *La magnetografía*

La **magnetografía** es el primer sistema de impresión sin impacto (Non-impact Printing Process). Este sistema fue desarrollado por la empresa informática francesa *Bull* en los años 1980. En 1985 se comercializó la primera prensa, la MP6090 con la que se podían imprimir hasta 90 páginas por minuto (PPM).

Sobre el cilindro se crea una imagen latente en forma de campo magnético, un poco como si se grabaran datos sobre un disquete de 3 1/2". Para imantar la superficie del cilindro se usan unos cabezales magnéticos hechos de minúsculos electroimanes que son lo bastante pequeños para obtener una resolución de 480 DPI.

El tóner contiene minúsculas partículas de hierro, similares a las utilizadas en el emulsionado de una cinta de audio o de vídeo. Estas partículas son atraídas por las zonas polarizadas del cilindro de impresión. La transferencia sobre el papel se puede efectuar como en el caso de la electrofotografía o sencillamente por presión (entonces ya no es un sistema de impresión sin impacto).

Al final de la tirada el cilindro se limpia del tóner residual, se desmagnetiza (un poco cómo en los viejos magnetófonos antes de la grabación) y se vuelve magnetizar para la próxima tirada.

Ya que la imantación del cilindro (de la forma de impresión latente) se mantiene durante la tirada, no hay que volver imantar al cilindro durante la tirada, como ocurre en otros sistemas de impresión digital.

El sistema tiene unas cuantas ventajas decisivas y una gran desventaja: se pueden imprimir hasta 800 páginas de tamaño A-4 por minuto, el



sistema no tiene desgaste, pero hasta ahora no hay pigmentos viables en los colores cyan, amarillo y magenta, de manera que no se presta a la impresión en color.

En este momento creo que el único fabricante de prensas magnetográficas es la empresa *Nipson*.

## *La ionografía*

El principio de la **ionografía** es muy parecido al de la magnetografía. Aquí un cabezal de escritura iónico transfiere partículas cargadas eléctricamente (iones) sobre la superficie de un cilindro recubierto de un dieléctrico (un aislante que se deja cargar eléctricamente) y crea una forma latente electrostática. Luego los iones atraen las partículas del tóner, que finalmente se transfiere sobre el papel, como en la xerografía.

## *La elcografía*

La **elcografía** es un invento del canadiense *Adrien Castegnier*, quién fundó la empresa *Elcorsy* en 1981. El sistema está basado en la electrocoagulación de la tinta. El sistema trabaja de la manera siguiente:

Primero el cilindro metálico se recubre de una delgada capa de aceite. Luego se aplica una delgada capa de colorante mediante aerosol. Una serie de agujas finísimas actúan de cátodos. Según la intensidad de la corriente se pueden obtener 256 tamaños de puntos. Después de esta electrocoagulación el aceite sobrante se quita mediante una rasqueta y se reintroduce en el depósito. Finalmente el colorante restante se transfiere sobre el papel por presión.

Después el cilindro se limpia con agua y jabón. Luego el proceso puede ser repetido. Es posible cambiar parte o la totalidad de los datos entre un impreso y el siguiente.

De momento la máxima resolución que se puede obtener con elcografía es de 400 DPI, mientras con el offset convencional se pueden superar los 3000 DPI. Con la prensa *ELCO 400* comercializada en 2000 se pueden imprimir 2 m por segundo.

## *CtPress, Computer to Press*

Aquí la prensa offset tradicional se combina con la impresión digital. La filmación de la plancha se efectúa directamente en la prensa mediante

grabación LASER sobre planchas offset especiales. En las prensas que pertenecen a este grupo, normalmente se pueden imprimir también las planchas obtenidas por el sistema 'Computer to Plate' (CtP), por lo que se les suele llamar 'prensas híbridas'. Esto ya no es el caso en los sistemas que prescinden de la plancha y efectúan la filmación directamente sobre el cilindro de la máquina. Para aquellas máquinas que se presentarán en el próximo apartado se suele usar la expresión 'Computer to Cylinder' (CtC). En las máquinas del tipo CtPress normalmente se trabaja con unas planchas sin agua (*Waterless Offset*), de manera que se puede prescindir de la unidad de mojado. El offset sin agua trabaja con planchas cuyas zonas blancas repelen la grasa.

El sistema de CtPress más famoso es sin duda el sistema **DI** (Direct Imaging) de la empresa *Presstek*, que se usa entre otros en las prensas de las series *Quickmaster* y *Speedmaster* de la fábrica *Heidelberger Druckmaschinen AG*. La prensa se equipa con una plancha offset especial, normalmente con una plancha *Pearl-Dry* de *Presstek*. La capa de las delgadas planchas flexibles se erosiona selectivamente mediante un diodo LASER térmico, así que después de este tipo de filmación sólo hay que eliminar el polvo.

Los diodos LASER de la empresa *Presstek* originan una radiación con una longitud de onda de 830 nm. Los cabezales de filmación están formados por grupos de 12 ó 16 diodos. Durante la filmación el cabezal se mueve lateralmente (en paralelo al eje del cilindro) mientras que el cilindro describe una rotación por pasos. En menos de 5 minutos la plancha está a punto de imprimir. Este sistema es rentable a partir de tiradas de 200 ejemplares.

Las planchas *Pearl-Dry* son planchas sin agua, que no necesitan unidad de mojado. Muchos impresores todavía tienen un prejuicio para el offset sin mojado. Para estas personas la empresa *Marks-3zet* ha creado las planchas *Anthem* que pueden ser combinadas con el clásico offset con mojado y con el sistema DI. La plancha *Anthem* está recubierta de una capa cerámica y de otra de carbono. Esta última se erosiona parcialmente durante la filmación para dar paso a la capa de cerámica que es hidrófila. Una vez realizada la filmación la plancha sólo tiene que lavarse con agua para estar a punto de imprimir. Las planchas *Anthem* son sensibles a las radiaciones entre 800 y 1200 nm, así que se pueden emplear en la mayoría de los sistemas de CtPlate. Igual como las planchas *Pearl-Dry* se pueden manejar bajo iluminación normal.

Con el sistema DI por primera vez se ha creado un sistema offset que transcurre toda la cadena gráfica digitalmente, desde la fase de la preimpresión hasta la impresión. Esto ahora se llama **Digital Workflow**.

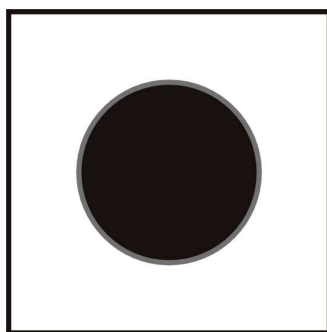
## *CtC, Impresión Computer to Cylinder*

Gracias a las prensas CtC por primera vez la cadena gráfica propia de la impresión offset se ha digitalizado hasta el último eslabón. En estas prensas ya no hay plancha, la imagen se aplica directamente sobre la superficie del cilindro. Es posible variar los impresos después de cada ejemplar, y cada vez el RIP recalcula la distribución de los spots impresores.

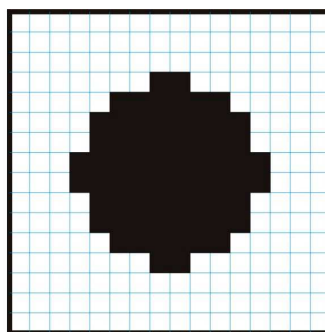
Las prensas *DICOWeb* de *MAN Roland* trabajan con el sistema **Squarespot** de *CreoScitex*. El cilindro de la prensa se emulsiona con un fotopolímero que tiene la propiedad de intercambiar su receptividad por la tinta y por el agua bajo el efecto de las radiaciones que le aporta un sistema óptico LASER. Se habla de un polímero intercambiable o termo invertible (*switchable polymer*). Una vez que la capa de polímero se ha secado, se la polariza mediante un rayo LASER con una longitud de onda de 830 nm. A partir de este momento se puede iniciar la tirada.

Una vez efectuada la tirada, el cilindro de impresión se limpia automáticamente, se vuelve a emulsionar y se le graban los datos del próximo trabajo. La mantilla también se limpia automáticamente. Al cabo de unos 15 minutos la prensa está lista para iniciar la nueva tirada.

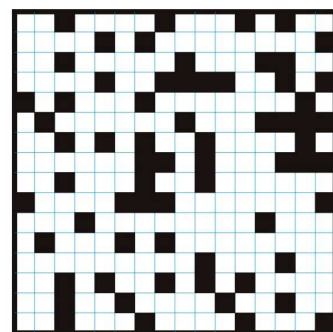
Las prensas *DICOWeb* de *MAN Roland* pueden tirar hasta 20.000 copias por hora. El emulsionado del cilindro aguanta unos 30.000 ejemplares. Luego se vuelve a emulsionar y a grabar automáticamente. Se obtiene una definición de 3.200 DPI. Las prensas de esta categoría se fabrican en monocolor o con hasta 6 cuerpos de impresión.



**Punto  
autotípico  
fotográfico**



**Punto  
autotípico  
de filmadora**



**Punto  
estocástico**

# Características de las diferentes técnicas

Este capítulo pretende ofrecer un resumen de las técnicas más importantes y de sus características particulares. Y también quiere ofrecer una herramienta para ayudar a identificar la técnica utilizada en la elaboración de cualquier impreso. No es siempre fácil identificar la técnica empleada y a veces es casi imposible.

Los impresos más importantes se pueden ordenar según ciertas peculiaridades. La clasificación más importante es la que divide las técnicas en tipografía, calcografía, planografía y permeografía. La fotografía se puede considerar una clase aparte o se la puede añadir a la clase de la planografía, ya que trabaja sin relieve de impresión. Lo mismo se puede decir de los sistemas de impresión electrostáticos o electrofotográficos, como la xerografía. Pero este capítulo se dedicará esencialmente a los sistemas tradicionales.

Las técnicas clásicas también se puede subdividir en las que usan tinta y las que no.

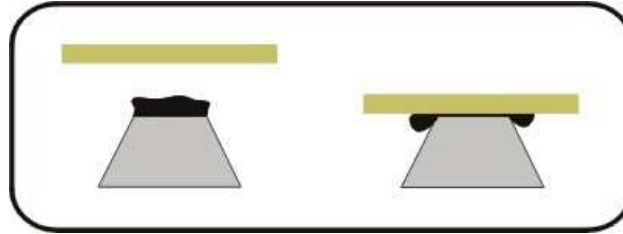
Suele ser problemática la división entre técnicas manuales e industriales.

Otro problema de clasificación está formado por la existencia de técnicas mixtas que no se pueden atribuir claramente a una u otra de las clases. Este es el caso de la tipolitografía, un sistema litográfico con un relieve. La tabla 'Comparación de los procedimientos' intenta establecer cierto orden entre las principales técnicas descritas en este libro.

Generalmente los sistemas tipográficos se pueden identificar fácilmente mediante la huella dejada por la presión de la forma sobre el papel. El color está situado en las profundidades del papel, contrariamente a lo que pasa en la calcografía. Si se ha usado papel granulado o estructurado, el grano suele estar alisado en las zonas impresas. Los elementos aislados suelen hundirse más que los otros.

Otra característica típica de los procedimientos tipográficos, sobre todo perceptible cuando se imprime sobre papel liso o papel couché, son los márgenes de tinta escupida que limitan las zonas impresas de las otras

por una línea oscura que veces envuelve una línea más clara. En las autotipias tipográficas a veces se puede observar que los puntos mínimos de las sombras son más negras que su entorno, cuando en realidad tendrían que estar libres de tinta.



Formación de los márgenes de tinta

La formación de estos márgenes de tinta esquematizada en nuestra figura se debe a lo siguiente: la tinta cerrada entre el elemento de impresión y el papel huye de su apresamiento y se acumula en forma de duna en el margen exterior del elemento impresor. La incidencia y la intensidad de este fenómeno dependen de muchos factores, como de la cantidad y del tipo de tinta, la dureza de la forma, la estructura del papel o la temperatura ambiental, entre otros factores. Estos márgenes que a primera vista se podrían considerar como un fallo de calidad inherente a la tipografía, en realidad es una de las propiedades calificativas de la tipografía, ya que confieren a las líneas impresas un aspecto visual de nitidez que difícilmente se puede igualar con otras técnicas.

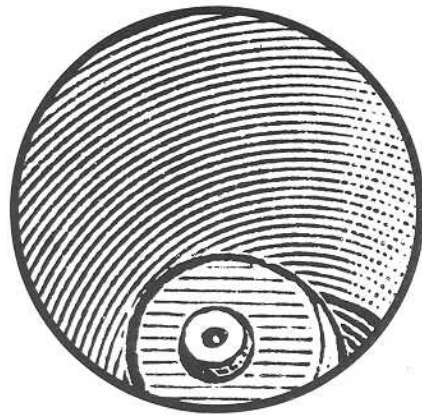
Dichos márgenes son particularmente destacados cuando se imprime a partir de una forma blanda, como por ejemplo de una plancha fotopolímera o de una plancha de linóleo. En algunos impresos tipográficos se pueden observar unos márgenes de tinta que no tienen nada que ver con el efecto descrito y que se deben a la flexibilidad de los rodillos entintadores.

En la xilografía a fibra a veces se pueden apreciar las betas de la madera. Muchos artistas explotan este efecto. La xilografía en facsímile muchas veces se distingue difícilmente de un dibujo a la pluma grabado sobre una plancha de cinc (cincotipia manual) o de una transferencia fotomecánica o litográfica de un dibujo a la pluma sobre una plancha de cinc. Las finísimas líneas blancas que a veces se pueden apreciar en los cruces de líneas negras en un impreso nítido pueden ayudar a distinguir estas técnicas (muestra I A). Si se ha confeccionado un galvano, o todavía peor, un estereotipo a partir de la tabla original, estos detalles tienden a desaparecer.





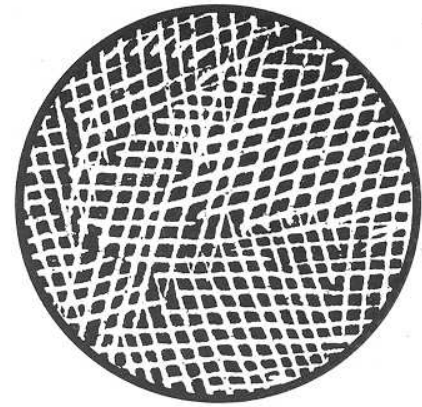
A



B



C



D

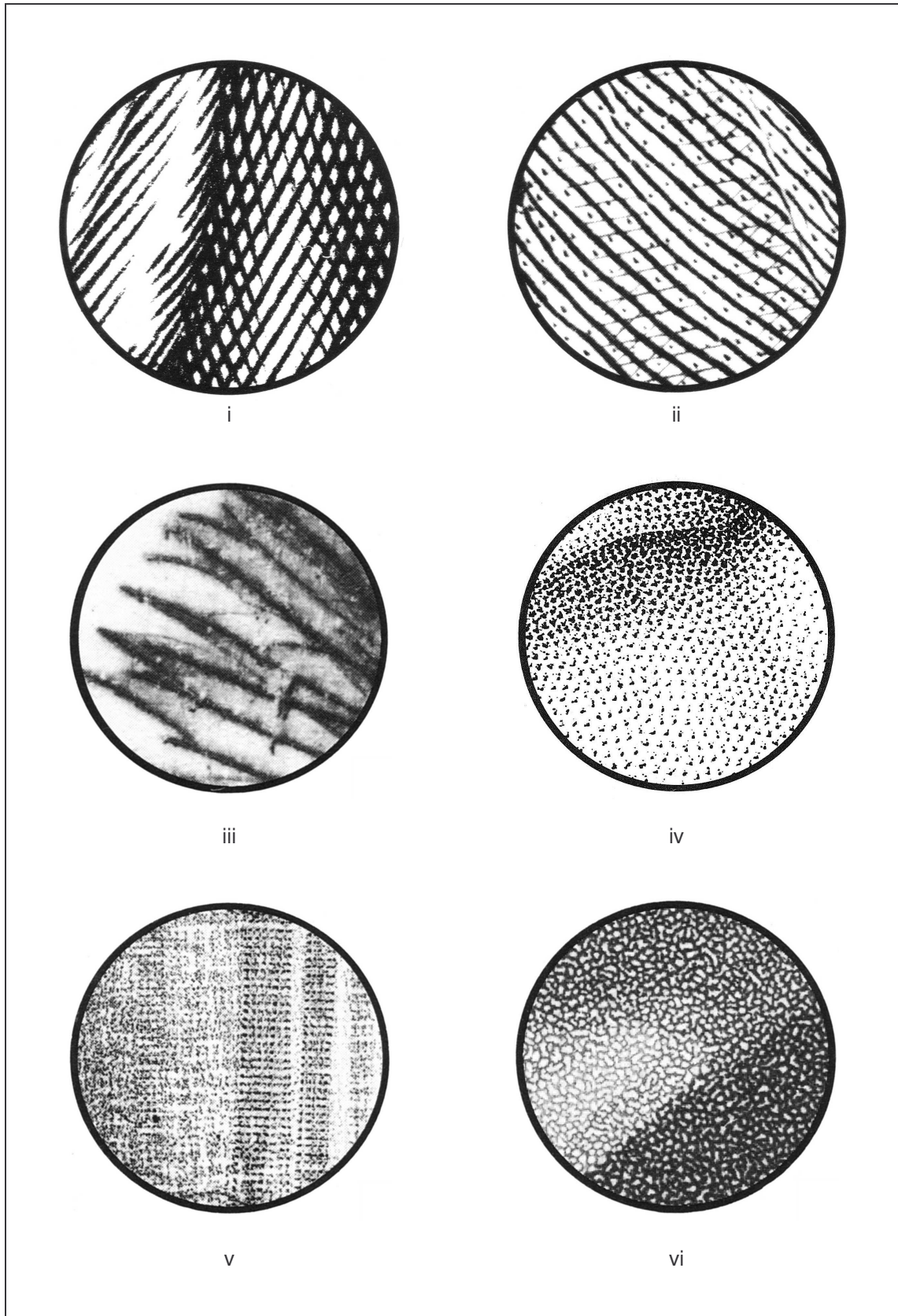


E

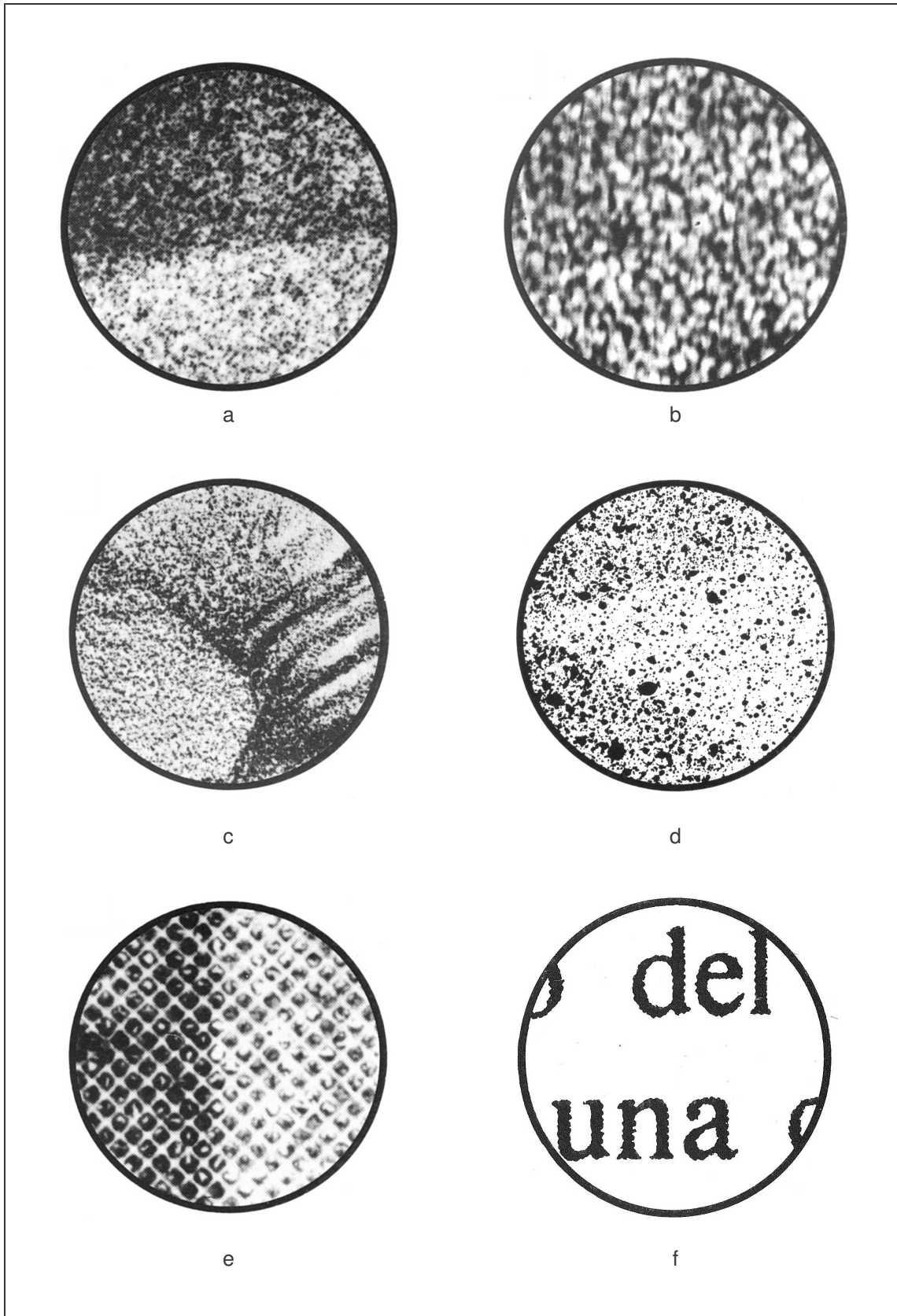


F



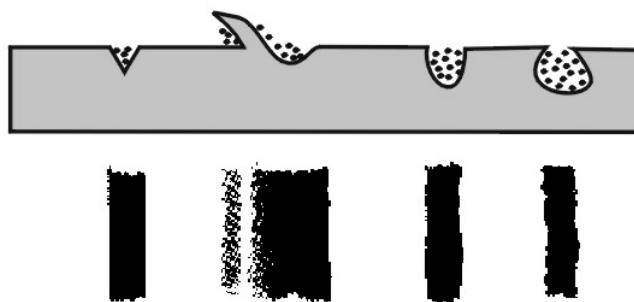


Muestras II



Muestras III

Las xilografías tonales ejecutadas con el buril sobre un taco a contrafibra son fáciles de identificar. La ilustración 'Muestras I' reproduce unas cuantas estructuras típicas de la xilografía sobre madera a contrafibra. Hay que tener en cuenta que para la talla de dibujos técnicos de difícil ejecución se empleaban unas máquinas grabadoras especiales que trabajaban como una especie de pantógrafos y con las que las partes delicadas, como la que está representada de forma ampliada en la muestra I B, se podían tallar con precisión. Desgraciadamente el uso de este tipo de máquinas no siempre se limitaba a las ilustraciones técnicas, sino que se abusó de este recurso para la ilustración de libros, como por ejemplo para los cielos, lo que no contribuía poco a la mala fama que tenía la xilografía tonal en ciertos círculos y que según creo, no se merecía.



Líneas de la calcografía manual

En la primera época de la autotipia era usual retocar las planchas de cincotipia con las herramientas propias de la calcografía manual, sobre todo con el buril, alguna vez también con la ruleta. En algunos fotolitos muy cuidados hasta principios de los años 1980 se pueden observar todavía retoques manuales.

En las xilografías a contrafibra de grandes dimensiones a veces se puede observar una subdivisión de la plancha por unas delgadísimas líneas blancas. Esto se debe a que a veces la talla de una xilografía urgente se distribuía sobre varios grabadores de un mismo taller para ganar tiempo. Al final un grabador especializado en esta labor unía los diferentes bloques con cola y acababa de tallar las zonas marginales que sus colegas habían dejado, hasta obtener una plancha equilibrada. La profundidad del hendido depende de la profundidad del surco y con ella también de la cantidad de tinta depositada en cada sitio. La figura 'Líneas de la calcografía manual' esquematiza los diferentes trazos que podemos encontrar. De izquierda a derecha tenemos el buril, la punta seca, el



aguafuerte grabado con percloruro de hierro y el aguafuerte grabado con ácido nítrico.

El buril deja un surco muy nítido en la plancha que siempre se acaba en punta. Gracias a la sección triangular del buril la anchura del trazo es proporcional a su profundidad y a la cantidad de tinta transferida<sup>1</sup>. Las líneas formadas por la **échope**, un buril con sección redonda, forma la excepción, ya que según como se gira su eje, las líneas producidas son más anchas o más estrechas. Cómo inventor de la échope, algunas fuentes citan a *Callot*.

El punzón de la técnica a la punta seca, que no elimina el material de la superficie de la plancha, pero lo desplaza, un poco como cuando labramos un campo, produce unas líneas de aspecto algo indefinido y acompañadas de una sombra. Esta sombra tiende a desaparecer cuando se imprimen grandes tiradas de un grabado. La barba que acompaña al trazo y crea esta sombra a veces deja una ligera huella en el papel de la impresión que es contraria a la huella normal de la calcografía. Mediante el *retroussage* se pueden evocar efectos similares a los de la punta seca en cualquier grabado calcográfico de líneas.

La tercera técnica lineal de la calcografía manual es el aguafuerte de líneas, basado sobre el mordido de la plancha con ácidos, normalmente ácido nítrico o percloruro de hierro. Este último no se puede usar cuando se trabaja con planchas de cinc. El ácido nítrico trabaja más de prisa, pero sus efectos son más difíciles de controlar y sus líneas son menos regulares, lo que muchos artistas aprecian. El percloruro trabaja más lentamente, pero tiene la ventaja que las paredes de los surcos son más rectos y se imprimen con una nitidez que hace pensar en los surcos del buril.



Crevé

Un fallo muy común del aguafuerte es la **calva**, llamada en francés **crevé**, que provoca hundimientos anchos en cuyos centros la tinta se vuelve a eliminar cuando se limpia la superficie de la plancha, de manera que en las zonas oscuras del grabado aparecen zonas grises no deseadas. El origen de este defecto es el mordido por los ácidos de las paredes laterales de los surcos. La figura 'Crevé' esquematiza la causa de esta

<sup>1</sup> Hablando estrictamente es el cuadrado de la anchura que es proporcional a la cantidad de tinta.

laca del grabado al aguafuerte. En la parte de la izquierda se representa el efecto deseado, en la parte derecha, el efecto que realmente se ha obtenido.

El clásico aguafuerte al aguainta se caracteriza por un número de tonos grises escalonados que hacen pensar en una separación de tonos fotográfica. Cuando el artista interviene interfiere en el proceso del mordido mediante un pincel o similar, este efecto se pierde parcialmente o del todo. Cuando el grano es fino, ya no se puede apreciar el hundimiento del papel, lo que sobretodo es cierto en el caso del rotograbado, donde se trabaja con profundidades muy pequeñas. El grano del heliograbado suele ser tan pequeño, que ya no se puede distinguir el grano, debido a la absorción parcial de la tinta por el papel.

En la manera negra o mezzo tinto de la calcografía manual los tonos ya no están escalonados sino continuos. Es difícil establecer reglas para distinguir la manera negra del aguainta, ya que ambas técnicas pueden estar basadas sobre el mismo tipo de grano, como el de resinas.

Los aguafuertes al barniz blando se suelen reconocer por la estructura del papel o del material textil que ha servido para desprender parcialmente al barniz de la plancha: se forma una superposición de esta estructura con la del papel impreso.

A veces el heliograbado, la versión fotomecánica del grabado al aguainta, se usa para reproducir o falsificar calcografías manuales, como pueden ser puntas secas. En este caso concreto el grano de los márgenes de las líneas puede contribuir a detectar la falsificación. El heliograbado no permite obtener líneas tan negras y a la vez tan limitadas como la calcografía manual. Las reproducciones de las líneas presentan una estructura dentada. Pero hay que tener en cuenta que las planchas del heliograbado pocas veces se imprimen en estado puro; normalmente primero se las retoca con las herramientas propias de la calcografía manual.

El rotograbado o huecograbado industrial se distingue de los otros procedimientos por las características siguientes. Cuando no se trata del procedimiento autotípico, la imagen está hecha de puntos de trama con diferentes densidades de tinta. La superficie de los puntos de trama es constante en el caso del rotograbado tradicional y variable en el rotograbado semi-autotípico. Para obtener impresos de calidad, alguna vez también e usa una trama de grano u otro tipo de trama.

En la impresión desde las formas de huecograbado grabadas electromecánicamente, como en el caso de las grabadas por el *Helioklischograph* de la empresa *Hell*, la forma del punto varía en los diferentes colores cyan, magenta, amarillo y negro. Las letras impresas en huecograbado suelen mostrar márgenes ligeramente dentados, debido a la trama propia

del huecograbado. Otra característica que muchas veces permite identificar al huecograbado, es el fallo siguiente: unas pequeñas suciedades mezcladas con la tinta de impresión, como unos granitos de arena, pueden provocar rayadas en la superficie del cilindro en la dirección del papel, que se van imprimiendo en forma de delgadas líneas paralelas.

La litografía original impresa a partir de una piedra en una prensa manual, muchas veces muestra un alisado de la estructura del papel en las zonas que han sido sometidas a presión. Las estampas obtenidas por impresión indirecta (offset) nunca muestran este alisado, ya que la mantilla de goma se adapta a la estructura del papel.

La serigrafía se reconoce por la capa de tinta espesa y cubriente que se deja transferir sobre casi todo tipo de materiales. A veces la estructura de la malla se puede detectar en la capa de tinta. La serigrafía suele dejar líneas con estructura de sierra que hacen pensar en el huecograbado.

Con un poco de práctica es fácil reconocer la fototipia por su grano característico que se puede ver fácilmente con un cuenta hilos, sobretodo en las luces y los tonos medios. Esta estructura se ha reproducido en la figura 'Muestras III, b'. Con excepción de algunos procedimientos industriales poco practicados, la fototipia no tiene ninguna estructura autotípica y se emplea sobre todo para reproducciones de medio tono de alta calidad, en una o varias tintas. Las placas fototípicas no se pueden retocar.

La figura 'Muestras II' representa diferentes estructuras ampliadas de la calcografía manual. i) y ii) son extractos de grabados al buril, iii) corresponde a una punta seca, iv) a un grabado puntillado. v) es la estructura típica de la ruleta y vi) es la estructura del aguatinta.

La figura 'Muestras III' representa las estructuras siguientes: a) Grano de la fotografía (al gelatinobromuro de plata). b) Grano de la fototipia. c) Grano de una litografía al lápiz. d) Estructura del estarcido. e) Estructura de una imagen impresa con rotograbado tradicional. f) Texto impreso con rotograbado tradicional.

La monotipia se puede distinguir de una pintura sobre papel gracias a los efectos que se producen al mezclar los colorantes, que pueden tener propiedades físicas y químicas bien diferentes, como notables diferencias de viscosidad.

El aspecto de la tinta también puede ayudar a identificar una técnica. Las tintas empleadas en litografía y tipografía suelen tener un brillo característico que no tienen las tintas calcográficas. En esta última técnica, pero, podemos observar unos espesores variables de tinta inexistentes en las técnicas tipográficas y litográficas, si exceptuamos los márgenes de tinta accidentales pero favorables que se pueden producir



alrededor de los elementos impresores de los moldes tipográficos por el escupido de la tinta. De todas formas hay que advertir aquí que algunos artistas dan una variación de espesor de la tinta controlada por zonas a sus xilografías mediante pequeñas variaciones de nivel de la tabla, de manera que en las zonas más altas cogen más tinta en el momento de entintarlas. También se pueden obtener variaciones controladas cuando la tabla o la piedra se entintan 'à la poupée', manualmente por zonas. Entonces a veces se habla de entintado a la manera de una monotipia.

Como ya dijimos más arriba, alguna técnica, como por ejemplo la autotipia, ya se usaba puntualmente antes de la fecha 'oficial' de su invención; por esto la determinación de edad de una estampa según su técnica es relativa.

En la determinación de la edad de una estampa pueden intervenir consideraciones sobre la calidad del papel, sobre la imagen representada y su estilo, anotaciones en el anverso de la hoja, sellos de bibliotecas, subastas o coleccionistas. A veces incluso el olor de la tinta, el sonido que emite el papel si se le golpea con un dedo u otros indicios nos pueden ayudar en la clasificación de una estampa, sin necesidad de recorrer a sistemas científicos como los rayos X, la fotografía infrarroja, etc. Una gran ayuda es la firma, como veremos en el siguiente capítulo.

Las fotografías antiguas a la plata se pueden identificar fácilmente por el reflejo metálico en su superficie. Las ferrotipias se pueden atraer con un imán, ya que su base es una delgada hojalata.

Desde la introducción del dithering y de la trama estocástica se ha vuelto difícil distinguir por ejemplo una litografía original de una reproducción, ya que la mayoría de los papeles absorben la tinta o la disipan.

En los procedimientos con más de un color, podemos distinguir globalmente los siguientes casos:

- a) La estampación se ha efectuado desde una única forma.
- b) La estampación se ha efectuado desde más de una forma.

En el caso a) hay las posibilidades siguientes:

- La estampa se ha obtenido por una única pasada por la prensa. Esto es el caso cuando se entinta à la Poupée o se realiza el Roll-Up.

- La forma ha pasado varias veces por la prensa y se ha modificado la forma después de cada tirada. Es el caso de la impresión en camafeo.

En el caso b) todas las formas pueden haber sido elaboradas con la misma técnica (por ejemplo cromolitografía) o hay una combinación de diferentes técnicas, como por ejemplo una combinación de litografía y de heliogravado o una combinación de offset y de calcografía, como es usual en la impresión de los billetes de banco.



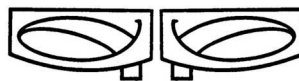


Muchas estampas han sido iluminadas a mano. En ciertos casos sólo alguno de los colores han sido aplicado a mano. Estos casos se detectan fácilmente si tenemos la suerte de disponer de dos ejemplares de la misma estampa.

La identificación de las diferentes técnicas usadas para la elaboración de un impreso de varias tintas a veces es dificultosa, sobre todo cuando se ha intentado imitar otra técnica artística como en el caso de la oleografía que se solía terminar con una impresión en seco para imitar la estructura de la tela y de las pinceladas.

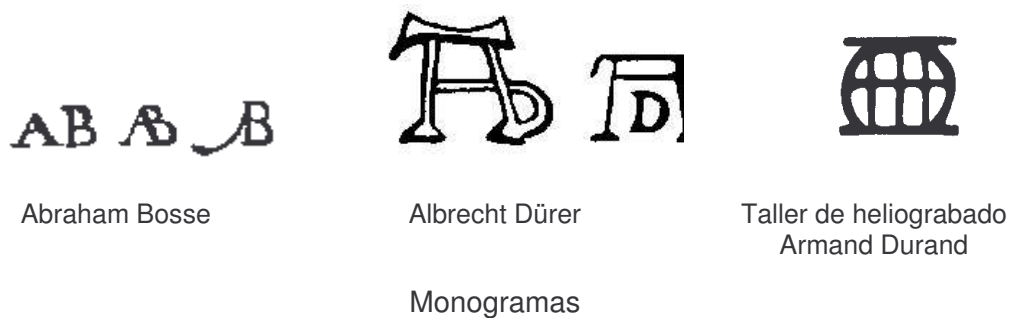
Las calcografías en color obtenidas mediante una o varias pasadas por la prensa se identifican mediante la estructura que ha dejado la plancha en el papel. En el caso de una única pasada por la prensa se obtiene la misma estructura como en el caso de un impreso monocromático. En los otros casos predomina la estructura de la última plancha tirada, ya que cada plancha rebaja la huella de su antecesora. Las pasadas reiteradas por la prensa a veces se pueden reconocer por pequeñas diferencias de registro.

En los procedimientos manuales a veces el registro se fija por dos agujas delgadas, de manera que estos impresos pueden presentar pequeños orificios de registro. Evidentemente la presencia de tales orificios no comprueba que realmente estamos delante de un impreso original.



# La firma de la obra gráfica

Antes del siglo XV los artistas no solían firmar sus obras gráficas. Gradualmente los grabadores empezaron a marcar sus planchas con un monograma, o como lo hizo *Rembrandt*, a grabar su firma en ellas. La ilustración 'Monogramas' muestra a unos de los más importantes monogramas de artistas. El último monograma reproducido no corresponde a un artista, sino a un taller de heliograbado francés de finales del siglo XIX, *Armand-Durand*. Algunos grabadores usaban diferentes monogramas en el curso del tiempo. El efecto contrario también se puede observar y tiene que ser tenido en cuenta en la identificación de un grabado antiguo: diferentes grabadores usaban monogramas muy similares, a veces casi idénticos.



El primer elemento de la ilustración 'Firmas' representa la firma grabada en un aguafuerte de *Rembrandt*.

Antes del siglo XIX las tiradas calcográficas se veían muy limitadas por el desgaste de las planchas. Con el acerado de las planchas, los sistemas galvanoplásticos y la litografía con sus posibilidades de transferencia, el siglo XIX concedió a los impresores la posibilidad de efectuar tiradas casi ilimitadas, lo que obligó a los artistas a limitar el número de tirada de sus obras. Empezó a ser usual la destrucción de las planchas originales después de la tirada, para impedir que más adelante se imprimieran más ejemplares. Esta destrucción se puede efectuar según la técnica empleada rascando la plancha o agujereándola en los casos de la

calcografía o de la tipografía, y sencillamente limpiando la forma en los casos de la litografía y de la serigrafía. Algunos grabadores prefieren grabar una señal o una palabra en un sitio bien visible de la forma, como por ejemplo "anulado", ya que siempre duele destruir una plancha elaborada con mucho trabajo y que representa de alguna manera una obra de arte por sí misma.

Normalmente la firma y la numeración de una hoja gráfica se aplica con lápiz por debajo del bisel inferior. El tercer elemento de la ilustración 'Firmas' es un ejemplo de esta manera de firmar una hoja gráfica. La numeración tiene la forma de una fracción, cuyo numerador corresponde al número de serie de la hoja y cuyo denominador indica el número total de la edición. En nuestro ejemplo 41/50 significa que se ha hecho una tirada de 50 estampas y que nuestro ejemplar es el número 41. Para muchos coleccionistas una estampa es más valiosa cuando más bajo es su número de serie. Las primeras hojas impresas siempre tienen prioridad delante de las otras.

Los coleccionistas tienen una predilección para las **pruebas de estado**. Una prueba de estado es una prueba impresa por el grabador antes de terminar del todo su trabajo de grabación, para poder evaluar mejor el aspecto del grabado definitivo. *Rembrandt* solía hacer muchas pruebas de estado. Las pruebas de estado muchas veces se señalan como 'épreuve d'état' o similar y se suelen numerar con números romanos.

Cuando se tiran pruebas de estado antes de grabar la letra en la plancha, estas pruebas se señalan con la expresión francesa 'avant la lettre'. En este tipo de grabados a veces aparecen pequeños dibujos marginales que se borran con el rascador antes de la tirada definitiva. Estos dibujos conocidos como 'remarques' le sirven al grabador al aguafuerte para controlar el mordido de la plancha y tienen una finalidad parecida a las cuñas que se graban en los márgenes de los impresos fotomecánicos.

Una vez finalizada la plancha, los grabadores suelen tirar unas cuantas pruebas para determinar la presión correcta, la tinta adecuada o el papel que se va a usar. Estas pruebas de artista muchas veces se marcan con las siglas E. A. (épreuve d'artiste) o similar. La última prueba a veces se marca 'bon à tirer'. Estas pruebas de artista suelen ser muy valoradas por los coleccionistas.





Raffet del.

Ch. Colin sc.



41/50

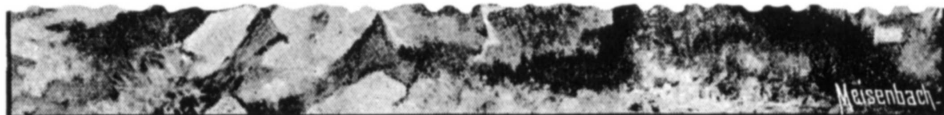
COR RDC  
SANTA MARIA DEL MAR



PHOTO-ENGRAVING Co., 67 Park Place, N. Y.



YVES & BARRET THO SC.



Maisenbach

Firmas

La elaboración de una estampa requiere la intervención de un dibujante, de un grabador y de un impresor, que no necesariamente tienen que ser la misma persona. Con el tiempo se establecieron una serie de normas para distinguir una estampa original (actualmente se firman y se numeran a mano con lápiz) de una reproducción. En las estampas de reproducción se pueden encontrar las expresiones siguientes, directamente granadas en la forma original, para dar a conocer el creador de la obra original que se ha reproducido:

in., inv., invenit	inventado
pinx., pinxit	pintado
del., delineavit	dibujado

Las expresiones siguientes se refieren al grabador:

sc., sculp., sculpit	esculpido
inc., incisit	tallado
fecit	hecho

A veces se menciona al impresor:

imp., impressit	impreso
-----------------	---------

El editor se puede dar a conocer mediante las expresiones:

excudit, excudebat, ex typis, ex formis

En algunos casos escasos se encuentra una hoja gráfica en la que se menciona que un alumno o un empleado ha realizado la forma bajo la supervisión de su profesor o empleador. Esto se expresa de la manera siguiente:

dir., direxit	dirigido
---------------	----------

El segundo elemento de la figura 'Firmas' representa un ejemplo de la firma de una estampa de reproducción. Esta firma nos dice que *Ch. Colin* es el grabador de este siderograbado, el cual reproduce un dibujo de *Raffet*.

La xilografía tonal que fue empleada en el siglo XIX para la reproducción de todo tipo de ilustraciones, a menudo llevaba hasta tres firmas diferentes: la del artista o artesano que había creado el dibujo original, la del grabador de la madera (o a veces de los diferentes grabadores que

habían intervenido en la creación de la misma forma), y finalmente la firma de la empresa xilográfica o de su jefe. Esta última firma muchas veces tiene la forma: X.A. nnn

Cuando la litografía original se firma en la piedra, esta firma aparece especular en los impresos. Lo mismo pasa con el Cliché-Verre. Si la firma impresa de una litografía aparece al derecho siempre despierta la sospecha de una inversión doble, como la que se da en la impresión offset (que puede ser manual), ya que los artistas no suelen firmar las formas de impresión al revés.

En la primera época también era usual la firma de las formas tipográficas fotomecánicas, muchas veces de la manera que era usual para las reproducciones manuales, a saber, en la forma: nnn SC.

La figura 'Firmas' nos muestra 3 ejemplos de firmas de reproducciones fotomecánicas de la segunda mitad del siglo XIX (los últimos 3 elementos de la figura).



Fust und Schöffer



Daniel Cortezo y C.ª, Barcelona

#### Marcas de impresor

Las autotipias tipográficas antiguamente se solían firmar sobre el bisel rebajado de la placa que servía para clavar al cliché sobre su zócalo. Esta signatura no quedaba impresa y sólo servía para recordar al impresor el nombre del grabador.

Casi desde el principio de la era del libro impreso los impresores se acostumbraban a señalar sus ediciones con una **marca de impresor**. Este hábito procedente de los prototipógrafos Fust y Schöffer no se ha extinguido del todo hasta hoy en día. Con el tiempo se crearon símbolos parecidos a la marca de impresor, como por ejemplo la marca de editor. La ilustración 'Marcas de impresor' representa dos de estas marcas. Los tamaños no son originales.

También el papel, el soporte más importante de la obra gráfica, a veces está firmado, sobre todo cuando se trata de papel fabricado a mano. Las filigranas, como se llaman las marcas del papel, se obtienen añadiendo alambres delgados en las mallas de la forma del papel. Las primeras filigranas se hicieron al final del siglo XIII en *Fabriano, Firenze y Olot*.

Se ha discutido mucho sobre qué hay que considerar una obra gráfica original. Se pueden distinguir diferentes grados de originalidad, desde el caso en el cual el artista confecciona él mismo la forma y también la imprime, hasta el caso en que se limita a firma unas estampas que han sido reproducidas por encargo a partir de su obra. Este último es el caso por ejemplo de unos heliograbados firmados por *Picasso*.

A continuación reproduciremos unas cuantas de las normas más importantes reconocidas internacionalmente.

- I) El artista puede determinar libremente la tirada de cada una de sus obras gráficas elaboradas con cualquier técnica.
- II) Para ser considerada obra original, en una estampa tiene que constar la tirada y el número del ejemplar, además de la firma del artista. El artista también puede mencionar el hecho de que él mismo ha intervenido como impresor.
- III) Una vez impresa toda la tirada es deseable que la forma original, la piedra o la plancha o similar, sea destruida o que se haga una mención en ella, de que se ha finalizado la tirada.
- IV) Estas normas se refieren a obras gráficas originales, impresos en los cuales el artista ha creado la forma original, como puede ser la tabla xilográfica o la plancha calcográfica. Las obras que no cumplen estas normas se considerarán reproducciones.
- V) No hay ninguna regulación para las reproducciones. No obstante es deseable que las reproducciones sean marcadas como tales para poderlas distinguir inequívocamente de las obras originales. Esta exigencia sobretodo es importante cuando la calidad de la reproducción es tan buena, que el artista avala la obra con su firma y reconoce el trabajo del impresor.

# Apéndice: Técnicas de copia en las oficinas

Varios de los trabajos corrientes de las oficinas están estrechamente relacionados con la imprenta. Así por ejemplo en las oficinas desde siempre se han hecho copias de documentos para tener constancia de las cartas enviadas o de cualquier documento que ha abandonado la oficina. Es corriente la necesidad de hacer una serie de copias cuando se quiere distribuir una circular, invitaciones, esquelos o similar.

Últimamente las oficinas también imprimen sus sobres, sus cartas y sus tarjetas de visita, trabajos que antaño eran del dominio exclusivo de la imprenta. Esto se debe a la mejora cualitativa que han experimentado las máquinas de oficina en los últimos años. En este corto apéndice vamos a esbozar brevemente el desarrollo de las máquinas de oficina en los últimos dos siglos. Todos los sistemas descritos a continuación han existido en múltiples variedades y una descripción completa de todas estas variedades podría ser el objeto de un libro entero. El conocimiento a fondo de las técnicas de copia de oficina puede ser muy útil para los historiadores, ya que puede permitir situar cronológicamente los antiguos documentos copiados. Pero aquí sólo vamos a presentar brevemente los principios más usados en las oficinas antiguas.

## *La prensa para copiar cartas*

Una de las herramientas más emblemáticas en este contexto es la antigua prensa de copiar cartas que hoy en día sólo sirve de adorno o para prensa auxiliar de encuadernación. Este sistema de copiar cartas se remonta hasta 1780 aproximadamente cuando *James Watt* inventó su principio. Pero el sistema que se fue perfeccionando gradualmente no tuvo mucho éxito hasta la segunda mitad del siglo XIX.

Las cartas se solían copiar en un libro especial. Cuando menos tiempo pasaba entre la redacción de la carta y la confección de la copia, mejor solía salir la copia.

Las hojas de los libros para copiar cartas eran de un papel especial. Supongamos que se tratara de copiar 10 páginas. Antes de la primera hoja y después de la última se intercalaba una hoja de un papel impermeable, generalmente encerado. Luego se humedecían las páginas del libro que recibirían las copias de las cartas. Esto se podía hacer mediante un cepillo o un aparato mojadador especial. La humedad excesiva se podía reducir mediante papeles secantes. Era muy importante mantener la humedad entre determinados límites. Los dos papeles parafinados que se habían intercalado antes del humedecido evitaban que se mojaran las copias de las cartas hechas anteriormente o las páginas que no iban a ser usadas de momento.

Las cartas tenían que ser escritas con una tinta especial y no se debía usar papel secante sobre ellas. La calidad de la tinta mejoró mucho con el invento de las anilinas en 1856. A partir de 1870 aparecieron en el mercado unos lápices copiativos especiales cuyas minas estaban compuestas de grafito, de arcilla y de un colorante de anilinas.

Las cartas se insertaban entre las páginas del libro de copias y se intercalaban papeles parafinados entre carta y carta. Finalmente el libro se sometía a la presión de la prensa durante dos o tres minutos. El tiempo de prensado dependía del tiempo transcurrido desde la escritura de la carta: para copiar una carta recién escrita bastaban pocos segundos de presión. En la prensa parte de la tinta se difuminaba desde la carta al papel de copia. Luego se sustituían las cartas por papeles secantes y se dejaban secar las páginas del libro.

Si la tinta había penetrado suficientemente en el papel de copia, se podía leer el texto desde el lado opuesto a la carta, de manera que la escritura aparecía al derecho.

La prensa de copiar cartas permitía obtener una copia de un documento de una calidad que entonces se consideraba suficiente para las exigencias de una oficina. Evidentemente hoy en día una copia de este tipo se consideraría absolutamente inaceptable.

Pero muchas veces se necesitaban varias copias del mismo documento. Ya no era posible hacer una segunda copia viable con el procedimiento arriba descrito, ya que no quedaba tinta suficiente ni en el original, ni en la copia. Así se buscaban sistemas alternativos a la prensa de copiar cartas para poder hacer un número suficiente de copias. Todos estos sistemas son derivados de las técnicas descritas anteriormente en este libro, pero adaptados a las necesidades de la oficina.



## La Cianotipia

Aproximadamente en 1842 Herschel inventó un sistema fotográfico barato para reproducir originales de línea. Inmediatamente antes de su uso, se mezclan una solución acuosa de citrato de hierro con una solución de ferricianuro de potasio. Se moja el papel sobre el que queremos hacer la copia con esta solución. Bajo los efectos de la luz las dos sustancias reaccionan formando una sustancia insoluble al agua, de color cyan que dio el nombre al procedimiento. Después de un enjuagado final que elimina las sustancias solubles del papel y sólo respecta el colorante formado, la copia se seca.



Cianotipia artística

En los últimos años varios fotógrafos han adaptado el viejo sistema a la fotografía artística. Nuestra ilustración 'Cianotipia artística' reproduce una fotografía de *Karl Jochen Schulte* que tuvo la amabilidad de autorizar esta reproducción. Esta fotografía ha sido hecha con una **cámara sin objetivo**<sup>1</sup> (con un agujerito en vez del objetivo).

---

<sup>1</sup> Pin Hole Camera.

## *La Hectografía*

La hectografía es un sistema de copias de oficina del siglo XIX que todavía se practicaba en los años 1970. Era un sistema de bajo coste que permitía obtener 50 o más copias de un escrito o de un dibujo.

La base o cliché de este sistema es un pliego de goma recubierta por una capa compuesta de gelatina, de glicerina y de agua. Sus inventores, *Kwaiser* y *Husak* obtuvieron la primera patente en 1879.

El original se escribe sobre papel mediante una tinta compuesta de anilinas, de agua y de alcohol. En una prensa se efectúa la transferencia de esta tinta sobre el cliché, apretando las dos hojas durante unos minutos. Ahora se pueden obtener transferencias sucesivas de esta tinta sobre hojas de papel húmedo, prensando el cliché contra el papel, hasta que se agote la tinta. Según el sistema se podían obtener más de cien copias aceptables (de aquí viene el nombre del procedimiento).

## *El duplicador de alcohol*

Este sistema introducido en los años 1920 se parece bastante al hectógrafo. Se escribía el original sobre una hoja de papel unido a otro papel especial recubierto de una capa de colorante pastoso. Por la presión de la escritura la capa de colorante de la segunda hoja se pegaba al dorso de la hoja frontal y se obtenía una imagen invertida de la escritura, igual como si escribimos sobre un papel que reposa sobre una hoja de papel de carbón invertida.

Una vez escrito el documento, el papel frontal se fijaba sobre el cilindro de la máquina copiadora con el reverso hacía fuera. Un rodillo mojaba esta matriz con disolvente, generalmente alcohol, a cada vuelta y al presionarse la matriz sobre una hoja de papel corriente una parte de la tinta quedaba adherida sobre el papel. Se podían hacer copias hasta la consunción de la tinta de la matriz.

## *La litografía en las oficinas*

A partir de 1880 aparecen diferentes sistemas litográficos manuales en las oficinas que permiten obtener un gran número de copias a partir de un escrito hecho con tinta grasa especial mediante transferencia litográfica.

## Sistemas serigráficos

Los sistemas derivados de la serigrafía son los que han tenido más éxito en el ámbito de la oficina antes de la aparición de la fotocopiadora. El primer sistema que tuvo éxito comercial es el Papirógrafo que *Eugenio de Zuccato* patentó en 1874 en London. En este primer sistema serigráfico de oficina, se partía de una hoja de papel impermeable en el que se escribía con una tinta corrosiva que la perforaba.

*Edison* tuvo una idea mejor en 1875 e inventó un lápiz eléctrico que hizo perforaciones periódicas en la matriz serigráfica mediante un pequeño motor eléctrico. Así no se desprendían las zonas circunscritas y tampoco se inundaban de tinta las zonas circundadas. El lápiz eléctrico de Edison hacía unas 120 perforaciones por segundo. Se trataba de un pequeño motor eléctrico que impulsaba una aguja arriba y abajo, un poco como una máquina de coser. Así el dibujo de línea fue sustituido por una trama de agujeritos. En 1881 *David Gestetner* patentó un lápiz mecánico, el "Cyclostyle" que producía las perforaciones prescindiendo del motor eléctrico de Edison; y la calidad de los impresos producidos era superior. Más tarde el "Cyclostyle" fue sustituido por el "Neo-Cyclostyle".

Para imprimir las copias un rodillo de filtro entintado pasaba por encima de la matriz, haciendo pasar la tinta a través de las perforaciones sobre el papel situado debajo de la matriz.

En 1877 *Zuccato* introdujo el "Trypograph" que volvió obsoleto el lápiz eléctrico de Edison. Un papel impermeable se colocaba encima de una base formada de puntos finos como agujas. Las finas puntas de la base atravesaban al papel impermeable cuando se ejercía presión sobre él con el lápiz. El resultado era una forma serigráfica que se podía imprimir en una prensa adecuada.

Las prensas que se construyeron a partir de 1890 se llamaban "Stencil-Duplicators" y tenían cierto parecido con las actuales prensas de serigrafía plana.

En 1885 *Gestetner* patentó una técnica que se basaba en un papel japonés de bambú recubierto de cera. La escritura se aplicaba con un lápiz especial que eliminaba la capa de cera. Finalmente el papel grabado se podía usar como una forma serigráfica que permitía obtener entre 1.000 y 2.000 copias. Hacia 1890 *Gestetner* creó un soporte adecuado para hacer formas de impresión con las máquinas de escribir.

A mediados de los años 1880 *Albert Blake Dick* adquirió todas las patentes de los sistemas de copia de Edison y comercializó un sistema integral para copias bajo el nombre de "*Mimeograph*". Los utensilios se presentaban en una caja de madera que contenía un marco serigráfico provisto de una bisagra, un rodillo para entintar, papel encerado para las

matrices, un lápiz especial y una placa recubierta de puntas, un poco como una raspa, además de otros accesorios.

Los originales se escribían con un lápiz de acero sobre el papel encebado que descansaba sobre la regla rasposa. La posición de la regla se iba ajustando al sitio donde se escribe en cada momento. Una vez escrito el documento, la matriz se fijaba en el marco serigráfico. Las copias se colocaban en la parte inferior del marco y se cerraba la bisagra. La tinta líquida se aplicaba con un rodillo de felpa, ejerciendo presión, de manera que la tinta penetraba a través de los agujeritos que había dejado la regla rasposa. Así se podían obtener un número considerable de copias a partir de una sola matriz.



Edison Rotary Mimeograph N° 75

El Mimeograph se vendía en diferentes versiones hasta los años 1930.

Hacia 1890 se introdujo un sistema para poder preparar las matrices mimeográficas con una máquina de escribir. Se sustituía la tradicional cinta de tela por un tejido que contenía elementos perforantes.

Hacia 1900 varios fabricantes ofrecieron prensas automáticas, como la "*Automatic Cyclostyle*" de *Gestetner*. La empresa *Neostyle* creó la primera prensa rotativa en 1898, y pronto esta prensa se ofrecía en una versión con motor eléctrico.

En 1900 *A.B. Dick* comercializó la prensa "*Edison Rotary Mimeograph*" con la que se podían obtener hasta 2.000 copias por hora.



Sobre las bases descritas arriba en el curso del siglo XX se iban desarrollando un sinnúmero de procedimientos de copia.

Las fotocopias de la primera época estaban basadas sobre la fotografía al gelatinobromuro de plata. Las grandes copias de planos primero se hicieron mediante cianotipia, y a partir de los años 1950 mediante emulsiones diazo.

A partir de los años 1960, durante varias décadas se hicieron fotocopias sobre papel térmico. Luego la electrofotografía o xerografía sustituyó al papel térmico.

¿Cómo funciona una impresora de papel térmico? Un cabezal térmico consiste de una hilera de resistencias eléctricas cuya temperatura se controla en cada momento por un circuito electrónico. Las temperaturas pueden llegar hasta los 300 ó 400 grados durante tiempos del orden de milésimas de segundo. El cabezal presiona al papel térmico y recorre su superficie a una velocidad constante que suele ser de varios cm por segundo hasta medio metro, aproximadamente. Los papeles térmicos contienen una capa con una mezcla de tres o más productos químicos que se funden bajo el efecto del calor y dan lugar a una reacción química que produce un colorante.

Hoy el papel térmico se usa sobre todo para máquinas de fax y para etiquetas de código de barras. Los impresos con papel térmico no suelen tener una buena conservación. Sobre todo bajo los efectos de la luz solar, suelen desaparecer en cuestión de semanas o meses.

El **papel de carbón para oficinas** (que no hay que confundir con el papel de carbón o de pigmento descrito en el capítulo sobre la fotografía) es una hoja delgada con una capa de colorante que se adhiere a un papel que se halla en contacto con él cuando se aplica presión, como es el caso cuando se escribe sobre el papel, a mano o a máquina.

Aproximadamente en 1806 el papel de carbón fue inventado independientemente por dos personas. Uno era el inglés Ralph Wedgwood, el otro el italiano *Pellegrino Turri* que había inventado un prototipo de la máquina de escribir que funcionaba a base de papel de carbón en vez de la clásica cinta.

Durante unos 100 años el papel de carbón era imprescindible para obtener copias de los documentos mecanografiados. Pero hoy empieza a desaparecer gradualmente de los estantes de las papelerías. La moderna tecnología le ha otorgado un pequeño homenaje: en los programas de correo electrónico se ofrece la posibilidad de enviar un *Carbon Copy* y un *Blind Carbón Copy*.

A partir de 1954 apareció en el mercado un tipo de papel cuyo tratamiento químico permitía obtener copias por presión sin necesidad de intercalar un papel de carbón, el papel autocopiativo. Hoy se usa mucho para formularios, a pesar de sus posibles efectos negativos para la salud. Si partimos de un formulario de 2 hojas (original y copia), el reverso del



original contiene una sustancia química en microcápsulas, mientras que el anverso de la copia contiene una capa de otro producto químico. Cuando al escribir sobre el original las microcápsulas sometidas a la presión se rompen, los dos productos químicos que entran en contacto reaccionan y se forma un colorante.

Hay una tinta de offset transparente especial para recubrir las zonas del reverso del original que se quieren proteger contra la copia.

## *Risografía (Risography)*

Actualmente uno de los procedimientos de copias más sorprendentes dentro del ámbito de la oficina es la Risografía, un sistema de la casa japonesa *Riso* de los años 1990 que combina el principio del mimeógrafo con los adelantos de la impresión digital. De momento la calidad de los impresos es la de una buena fotocopiadora, pero el fabricante va mejorando su invento y con el tiempo se podría convertir en una alternativa más en el campo de la impresión digital.

El funcionamiento de este procedimiento es el siguiente: La forma serigráfica hecha de un papel especial plastificado se aplica con la capa plastificada hacia fuera sobre un cilindro permeable hueco que contiene el colorante. Un cabezal térmico quema diminutos agujeros a través esta matriz de papel, según las órdenes recibidas por el ordenador de la máquina. Los datos se pueden introducir mediante un fichero informático o directamente con un original que la máquina escanea. Una vez agujereada la matriz el cilindro empieza a rotar y la tinta líquida penetra primero por la superficie permeable del cilindro y luego por los agujeros de la matriz, para finalmente quedar aspirada por las fibras de la capa textil del papel. Luego la tinta se deposita sobre el papel de impresión por contacto.

La Risografía es especialmente adecuada para tiradas cortas o medianas de entre 20 y 5.000 copias aproximadamente. Las copias salen muy baratas y actualmente se puede obtener una resolución de 600 DPI. Se pueden imprimir hasta 8.000 ejemplares por hora.

De momento no se ofrecen prensas de varios colores, pero hay una gran diversidad de tintas de color. Es posible hacer impresos en color mediante varias pasadas por la máquina. No sé hasta qué punto el registro es perfecto. De momento la Risografía no da resultados satisfactorios en la reproducción de originales de tono continuo.



# Apéndice: El papel

Es muy difícil dar fechas precisas para la protohistoria del papel, ya que gran parte de la literatura especializada en este campo se contradice. Así que no hay que tomarse al pie de la letra las indicaciones que acompañan el siguiente breve resumen, a pesar de que coinciden con las fechas indicadas por la mayoría de los autores, mientras que algunos discrepan de ellas. De todas formas nos orientarán aproximadamente. No es la idea de este ensayo tratar el tema del papel en profundidad, de manera que aquí nos limitaremos a los aspectos esenciales de este importante material.

Antes del invento del papel se usaban diferentes medios para recolectar las ideas humanas. El pariente más próximo de nuestro papel seguramente era el **papiro**, conocido por los egipcios desde aproximadamente 2.600 años a.C. Este material consiste en varias capas cruzadas y encoladas de láminas procedentes del tallo de la planta de este mismo nombre. Otro soporte importantísimo para la escritura era el pergamino, una piel de animal preparada especialmente y que todavía hoy se usa en contadas ocasiones. Los habitantes de la antigua Babilonia grababan sus pensamientos en tablas de arcilla que luego se endurecían mediante cocción o exposición prolongada a los rayos solares. Otro sustituto curioso del todavía desconocido papel era el ábaco que en Japón todavía no ha sido substituido del todo por la calculadora electrónica. Los romanos calculaban con piedrecitas, los *calculi*, de cuyo nombre se deriva la palabra actual 'cálculo'. Los antiguos peruanos usaban los Quipos, cordeles de colores con complicados nudos, mediante los cuales se podían comunicar fechas históricas, sucesos y números. Hoy ha vuelto la tendencia de substituir el papel en la vida cotidiana por otros medios y materiales. Estoy pensando en la bolsita de plástico que ha derrocado casi del todo la bolsa de papel clásica, en la grabación de datos sobre medios digitales y también a la substitución parcial de la novela en forma de libro por grabaciones de Vídeo y DVD. Las tablas de logaritmo ya sólo se imprimen por motivos didácticos. Los papeles de identidad se van supliendo por tarjetas de plástico y las acciones en bolsa ya sólo suelen ser anotaciones digitales. Diferentes periódicos ofrecen ediciones en

forma de ficheros PDF. Espero que todo esto con el tiempo vaya a contribuir a frenar la deforestación de nuestro planeta.

La mayoría de las fuentes mencionan el año 105 d.C. como el de la fundación de la primera fábrica de papel en China bajo *Tsai-Lun*. La técnica de la fabricación del papel no varió mucho hasta el principio del siglo XIX y para algunos usos especiales, como la impresión de libros de bibliófilo o para imprimir calcografías especialmente cuidadas, todavía hoy se emplean papeles fabricados a mano. Una vieja leyenda pretende que en la ciudad de *Samarkanda*, anexionada por los Musulmanes en 712, en 751 un prisionero de guerra chino canjeó su libertad contra el secreto de la fabricación del papel. En el 794 se construyó la primera fábrica de papel en *Bagdad* y aproximadamente en 1150 se empezó a fabricar papel en la ciudad valenciana de *Xàtiva*, desde dónde se expandió paulatinamente a diferentes puntos de Europa. En el curso del siglo XIII se formaron grandes industrias en las regiones de *Firenze* y de *Olot*. En ambas regiones aparecieron las primeras filigranas alrededor de 1296. Y pronto aparecieron falsificaciones del famoso papel italiano en *Olot* y en Italia el famoso papel catalán se falsificó con las filigranas y todo.

La expansión de la tipografía en el siglo XV contribuyó a un gran auge de la industria papelera, ya que el papel era el soporte ideal para ser impreso y pronto el pergamino caro empezó a desaparecer casi totalmente.

Las diferentes fibras vegetales, normalmente en forma de trapos viejos, constituyen la materia prima más importante en la fabricación de papel tradicional. Los trapos hervidos y lavados primero se machacan en un molino movido por fuerza hidráulica hasta convertirse en una pasta homogénea. Hay que procurar separar las fibras sin cortarlas demasiado. A finales del siglo XV en muchos molinos esta tarea se aceleraba dejando podrir los trapos, no sin perjudicar el producto final. En el siglo XVII los holandeses inventaron una máquina trinchadora a base de cuchillos que aceleraba mucho el trabajo del molino. En el curso del siglo XVIII este invento se adoptó en toda Europa y relevó paulatinamente el sistema tradicional. La pasta espesa se disuelve con agua en una tina. El operario sumerge la forma (el tamiz) en la tina y remueve todo el líquido con esmero. La forma es una especie de colador hecho de una fina malla de latón fijada en un marco de madera. La estructura de los alambres de latón deja una estructura en el papel, las verjuras<sup>1</sup>, que pueden ayudar a identificar su fabricante.

Después de remover el líquido, el operario saca la forma en posición horizontal, de manera que la mayor parte del agua se puede filtrar a través

---

<sup>1</sup> Las verjuras verticales reciben el nombre de corondeles, las horizontales se llaman puntizones.

de las mallas del tamiz. Sobre el colador ya sólo hay una capa uniforme de pulpa. El operario golpea repetidamente al tamiz en diferentes direcciones, lo que facilita la salida del agua, pero sobretodo facilita un mayor entretrejo de las fibras, necesario para la futura consistencia de la hoja de papel. Ahora la capa de papel se deposita sobre un tejido de fieltro. Para esta operación se quita la parte superior del marco de la forma y se vuelca sobre el fieltro, un poco como un flan sobre su plato. Cuando se ha obtenido una pila suficientemente grande de capas alternativas de fieltro y de papel, esta se introduce en una prensa, para sacar el agua sobrante y para reforzar la fibra. Luego las hojas de papel se cuelgan individualmente para su secado. Las hojas secas se sumergen en una solución de cola, que puede ser de origen animal o vegetal, lo que cierra los poros, de manera que se pueda escribir sobre el papel con tinta. Finalmente se suele alisar la superficie del papel. Antes se fregaba manualmente, ahora se usa una calandria, una prensa consistente de dos rodillos de acero que ejercen una gran presión sobre el papel que pasa entre ellos.

A contraluz el papel hecho a mano nos deja ver las verjuras y las filigranas como unas líneas claras. Las verjuras frecuentemente permiten a los especialistas identificar el origen del papel. Las filigranas se obtienen mediante unos delgados hilos de latón tejidos entre las mallas de la forma y suelen simbolizar la marca del fabricante y en contadas ocasiones también el año de producción. En este contexto hay que recordar el hecho trivial que un grabado más reciente puede estar impreso sobre un papel más antiguo, pero nunca al revés.

Alrededor de 1757 en Inglaterra se inventó el papel **velin**, que debido a su fina estructura se presta especialmente al dibujo y a la acuarela, así como para la impresión de ilustraciones. Para la elaboración del velin se sustituía la malla de latón por un tejido textil. Así se puede afirmar que antes de 1757 todos los papeles mostraban la típica textura verjurada. De otra parte incluso actualmente a veces se imitan las verjuras en papel elaborado en máquinas de papel.

Ya pronto se buscó la posibilidad de mecanizar y de automatizar la fabricación del papel. Uno de los primeros intentos que dio fruto algunas fuentes citan a una máquina legendaria del siglo XVII, en la cual el papel se hubiera obtenido en una forma de gran tamaño de manera mecánica. Hasta hoy no se ha podido aclarar si esta máquina ha sido construida realmente o si se trata solamente de una idea que se ha deslizado en los

documentos históricos. Lo seguro es que la fabricación de papel por este sistema nunca ha tenido éxito.

En 1799 *Louis-Nicolas Robert* inventó una máquina que no sólo permitía la fabricación del papel hoja por hoja, sino en forma de una cinta de longitud ilimitada que se podía enrollar sobre una bobina. El esquema de la máquina de papel moderna no se distingue esencialmente del de esta primera máquina de *Robert*, que entró en funcionamiento a partir de 1803 en Inglaterra y a partir de 1818 en Alemania.

La pulpa fluye desde un depósito, en el que una hélice mantiene una buena homogeneidad, a través de una hendidura sobre una cinta transportadora permeable al agua que se mueve por encima de varios rodillos y atraviesa una zona sometida a vibraciones laterales constantes. Esta parte de la máquina se llama tela y corresponde analógicamente a la forma manual, la pulpa pierde gran parte del agua, las fibras se entrelazan y la capa delgada que penetra en la zona siguiente de la máquina, la zona de las prensas secadoras, el producto es comparable a la hoja que el fabricante artesano vuelca sobre la tela de fieltro. En la zona de las prensas el contenido de agua se rebaja a un 60 % y al mismo tiempo la estructura se refuerza.

En la próxima fase el papel se desliza bajo presión entre cilindros de acero calentados, lo que rebaja la proporción de agua a un 5 ó 10 %.

Si se quiere obtener *papel couché*, especialmente indicado para la impresión de tramas finas, ahora la superficie se sella mediante cola almidonada o similar y se somete a la alta presión de unas calandrias.

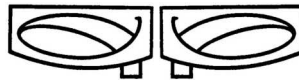
Finalmente el papel se envuelve sobre una bobina en la última fase de su fabricación.

Hasta el principio del siglo XIX el papel se fabricaba casi exclusivamente con trapos blancos. Luego se empezó a usar también trapos de color sometidos a un blanqueo químico, normalmente a base de cloro, lo que rebajaba la calidad y la conservación del producto. Más adelante se usó también paja blanqueada y otras fibras vegetales.

En 1843 el alemán *Friedrich Gottlob Keller* inventó un procedimiento que permitió obtener papel a base de madera. Primero había que desmenuzar la madera mecánicamente para ser mezclada con las fibras tradicionales de trapos. Con el tiempo también se usaba papel hecho enteramente con madera. Este último tenía la tendencia de volverse

amarillento y quebradizo rápidamente. El papel de la segunda mitad del siglo XIX debe su mala fama sobretodo al uso de pulpa de madera y del blanqueo de las fibras.

Se obtuvo una notable mejora substituyendo esta pulpa mecánica por la pulpa química, en la cual se separaba la celulosa pura de la madera. Alrededor de 1867 dos inventores, el alemán *A. Mitscherlich* y el norteamericano *B. C. Tilghman* crearon simultáneamente un procedimiento que permitía separar la celulosa pura químicamente. Cuando se habla de papel sin madera, uno no quiere decir que el papel se ha fabricado sin madera, sino que de la madera sólo se ha utilizado la celulosa pura.



# Fechas históricas

<i>Siglo V a.C.</i>	El físico chino Mo Ti describe la Camera Obscura.
<i>Aprox. 105 a.C.</i>	Se inventa el papel en China.
<i>Siglo III</i>	En Pergamón (Asia menor) se inventa el pergamino.
<i>A partir del siglo V</i>	Se imprimen xilografías en oriente.
<i>A partir del siglo VI</i>	El códice sustituye el rollo.
<i>A partir del siglo VII</i>	Los japoneses fabrican papel.
<i>Aprox. 775</i>	Se construye una fábrica de papel en Bagdad.
<i>Aprox. 1000</i>	Alhazen escribe su libro de óptica.
<i>Aprox. 1050</i>	Pi Sheng en China imprime con tipos móviles de cerámica.
<i>Aprox. 1050</i>	En oriente existen tipos de cobre.
<i>A partir de 1056</i>	Fabricación de papel en Xàtiva (Valencia, España).
<i>Siglo XII</i>	Introducción de la xilografía en occidente.
<i>A partir de 1296</i>	Primeras filigranas en Firenze (Italia) y en Olot (Girona, España).
<i>1338</i>	Primer molino de papel en Francia.
<i>Alrededor de 1390</i>	Tipos móviles en Corea.
<i>A partir de 1400</i>	La xilografía se populariza en occidente.
<i>A partir de 1400</i>	Introducción de la calcografía.
<i>1410-1420</i>	Primera edición de la Biblia Pauperum.
<i>Aprox. 1440</i>	Los inventos de Gutenberg.
<i>Aprox. 1450</i>	Finiguerra imprime calcografías.
<i>Aprox. 1450</i>	Época del grabado al puntillado.
<i>1457</i>	Fust y Schöffer imprimen iniciales a dos tintas.
<i>1483</i>	Primeros aguafuertes con plancha de cobre.
<i>Aprox. 1500</i>	Leonardo da Vinci describe la Camera Obscura, así como diferentes prensas.
<i>A partir de 1500</i>	Grabado a la punta seca.
<i>A partir de 1500</i>	Impresiones en camafeo o claroscuro.
<i>A partir de 1510</i>	Expansión del aguafuerte.
<i>Aprox. 1510</i>	Jost de Necker hace xilografías al camafeo.
<i>Aprox. 1510</i>	Lucas Cranach hace xilografías de varias tintas.
<i>A partir de 1550</i>	Las roscas de madera de las prensas tipográficas se substituyen por roscas metálicas.
<i>1559</i>	Porta construye una cámara con una lente biconvexa como objetivo.
<i>1600-1650</i>	Dietrich Meyer inventa el aguafuerte al barniz blando.



1617	Jacques Callot es el primer grabador que trabaja con más de un mordido.
1640	Siegen inventa la manera negra.
1645	Tratado de la calcografía de Abraham Bosse.
1646	Athanasius Kircher describe en su libro "Ars magna lucis et umbrae" la confección de papel marmolado.
<i>A partir de 1650</i>	Impresiones calcográficas de color entintadas à la Poupée.
<i>Aprox. 1710</i>	Jacques-Christophe Le Blond inventa la calcografía de color.
1718	Issac Newton publica su libro de óptica.
<i>a partir de 1720</i>	Papeles pintados.
1727	Johann Heinrich Schulze estudia substancias fotosensibles.
1729	William Ged inventa un sistema estereotípico.
<i>Alrededor de 1750</i>	Primeros grabados al puntillado.
<i>Alrededor de 1750</i>	Primeros grabados a la manera de lápiz.
1760-65	Le Prince inventa al aguatinta.
1760-65	Charpentier hace grabados al aguatinta.
1776	Barletti crea un sistema de logotipos.
1777	Scheele expone papeles fotosensibles a la luz solar.
<i>Aprox. 1780</i>	Bewick introduce la xilografía tonal.
<i>Aprox. 1780</i>	El físico Jacques Charles hace copias fotográficas, pero sin poder fijarlas.
1781	Introducción del papel chino en Francia.
1784	Thomas Bell inventa una prensa calcográfica rotativa para la impresión textil.
1787	Simon Schmid muerde placas de piedra con ácido para hacer formas tipográficas.
1795	Firmin Didot mejora la estereotipia y le da su nombre.
1798	Senefelder inventa la litografía, la autografía y la impresión anastática. La litografía es el primer sistema de impresión planográfica.
1799	Louis-Nicolas Robert inventa la primera máquina de papel en París.
<i>Entre 1800 y 1850</i>	Los rodillos relevan las bolas de entintar.
1801	Ritter descubre la luz ultravioleta y Herschel descubre las radiaciones infrarrojas.
1804	Primera transferencia autográfica sobre planchas de cinc.
1808	Primera máquina de componer de Church.
1808	Máquina de escribir y papel de carbón de Pellegrino Turri.
1810	Seebeck observa la tendencia del papel al cloruro de plata a aceptar el color de la luz a la cual está expuesto.
1818	Senefelder inventa el papel de piedra.
<i>A partir de 1820</i>	Grabado siderográfico.
1822	Segunda máquina de componer de Church.
1826	Niepce inventa la fotografía.
1826	Se construye la primera cámara fotográfica con fuelle.
1829	Genoux inventa la estereotipia.
1830	Algrafía, litografía con planchas de aluminio.
1832	Suckow estudia las propiedades del bicromato de potasio.
1837	Engelmann hace las primeras cromolitografías.

1839	Daguerrotipo.
1839	Daguerre publica su libro "Historique et description des procédés du Daguerreotype et du Diorama".
1839	Procedimiento fotográfico de Talbot.
1840	Cincotipia de Blasius Höfel en Viena.
1840	Mungo Ponton confecciona papel bicromatado.
1840	"Pianotype" de Adrien Delcambre y de James Hadden Young.
1840	Massicot inventa la guillotina o máquina de cortar papel.
<i>A partir de 1840</i>	Fabricación de galvanos.
<i>A partir de 1840</i>	Acerado de las planchas siderográficas.
1843	Alexander Bain patenta un telégrafo para imágenes, precursor del fax.
1847	Emulsión fotográfica con albúmina por Niepce de Saint-Victor.
1849	Christian Sörensen inventa la máquina de composición que llama "Tacheotype".
<i>A partir de 1850</i>	Se usan tintas de impresión translúcidas.
<i>A partir de 1851</i>	Fotografía al colodión húmedo.
1852	Talbot describe la gelatina bicromatada.
1852	Talbot efectúa los primeros experimentos en el campo de la autotipia, usando gasa negra como trama.
1854	Paul Pretsch inventa la fotogalvanografía, un sistema que permitía obtener planchas en relieve a partir de fotografías mediante galvanoplastia.
1855	Poitevin inventa la fototipia, el procedimiento al carbón, la oleotipia y la fotolitografía.
1856	Pantelégrafo de Caselli.
1856	Hamilton Smith de Ohio inventa la ferrotipia.
1857	I. Asser inventa la fotolitografía indirecta.
1857	Máquina de componer de Alden.
1858	Pouncy inventa el procedimiento a la goma.
<i>A partir de 1860</i>	Fundición mecánica de los tipos.
1861	Maxwell inventa la síntesis aditiva de los colores.
1864	Frederick Walton inventa el linóleum.
1864	Procedimiento al carbón indirecto por J. W. Swan.
1865	Marinoni construye las primeras prensas rotativas.
1865-67	Tessié du Motay y R. Maréchal mejoran la fototipia.
1867	Godchaux construye una prensa calcografica automática.
1868	Albert mejora la fototipia.
1868	Ducos hace la primera tricromía (sobreimpresión de 3 fotografías al pigmento).
1868	Cristophe Latham Sholes (1819), Glidden y Soule patentan la primera máquina de escribir comercial.
1869	Máquina de componer de Charles Kastenbein.
1869	Charles Cros y Louis Ducos du Hauron publican sus ideas sobre la fotografía del color.
<i>A partir de 1870</i>	Se introducen las primeras prensas minerva.
1871	R. L. Maddox inventa las placas al gelatinobromuro de plata.
1872	W. Paige construye su máquina de composición, una de las máquinas más complicadas y más caras construidas entonces.

1873	Vogel descubre los sensibilizadores fotográficos.
1874	Albertusa la fototipia para imprimir las primeras tricromías.
1974	Máquina de escribir de Remington.
1879	Heliograbado de Klič.
<i>A partir de 1880</i>	Fabricación en serie de las placas al gelatinobromuro de plata.
<i>A partir de 1880</i>	Introducción de la fotoxilografía.
1881	Hidrotipia de Charles Cros.
1882	Autotipia de Meisenbach
1884	Primer modelo de la Linotype de Othmar Mergenthaler.
<i>aprox. 1890</i>	Trama cruzada de Max y Louis Levy.
<i>aprox. 1890</i>	Primera máquina componedora Monotype de Tolbert Lanston.
<i>a partir de 1890</i>	Primeras tricromías autotípicas.
1891	Fotografía del color por interferencia de Lippmann.
1892	Máquina de fotocomposición de A.C. Ferguson.
1893	Fotografía del color por Joly.
1895	Röntgen descubre los rayos X.
1898	Primera máscara correctora fotográfica por Albert.
1899	Wilhelm Bempohl empieza a fabricar cámaras tricrómicas.
1901	A.A. Gurtner en Berna inventa su sistema de fotografía de dos colores.
1903	Los Hermanos Lumière inventan sus placas fotográficas para la fotografía del color (Plaques Autochromes).
1903	G. C. Beidler inventa una máquina para hacer fotocopias.
1904	J.H. Smith a Zurich fabrica placas fotográficas con 2 ó 3 capas despegables.
1904	Axel Halmström inventa una máquina para grabar clichés con ácidos.
1904	Rubel inventa la impresión offset.
1904	Telegrafía pictórica de Arthur Korn.
1904	Pinatipia de König y Homolka.
1905	Manly inventa la ozobromía.
1906	Fotocopiadora automática de René Graffin.
1907	Telegrafía pictórica de Edmond Bélin.
1907	Welborne Piper inventa la oleobromía.
1909	Oleobromía indirecta de Hewitt.
1910	La empresa francesa Photostat comercializa una fotocopiadora automática.
1915	Adolf Müller inventa una máquina de fotocomposición.
1919	Farmer mejora la ozobromía y el resultado es la carbrotipia.
1922	Máquina de composición Photolino.
1924	Albert inventa la fototipia con soporte de película.
1929	E.H. Land obtiene una patente para un filtro polarizador.
1929	Rudolph Hell construye el 'Hell-Schreiber', el antecesor inmediato del fax.
1930	Primeras prensas offset de 4 colores.
1935	Mannes y Godowsky desarrollan el sistema Kodachrome.
1935	Primera máquina de escribir eléctrica.
1938	Chester Floyd Carlson y el físico Otto Kornei inventan las bases de la electrofotografía.

1938	Chester Carlson inventa la electrofotografía.
<i>a partir de 1940</i>	Tramas de contacto.
1944	Carl Miller inventa la fotocopiadora con papel seco.
1946	Hayter hace las primeras impresiones con el sistema Roll-Up.
1946	Patente de Edwin Herbert Land del primer sistema de fotografía instantánea (en blanco y negro).
1946	John Tukey introduce el término 'bit' (Binary Digit).
1948	Se comercializan las primeras cámaras de fotografía instantánea Polaroid según la patente de E.H. Land.
1950	La empresa Haloid (más adelante Xerox) comercializa la primera copiadora electrofotográfica. El nombre Xerografía se deriva del griego 'xeros' (seco) y 'graphein' (escribir).
1950	Yoshiro Nakamats inventa el Floppy Disk (disquete flexible).
1955	3M Thermofax
1951	Películas de fotografía instantánea para radiografía.
1957	Primeras impresoras de agujas.
1957	Noël de Plasse inventa la sublimación de colorante.
1957	Fotografía instantánea en color de Land.
1959	Se comercializa la Xerox 914, la primera copiadora totalmente automática.
<i>Aprox. 1960</i>	Karl Scheuter describe la posibilidad de una trama FM.
1960	La empresa NCR fabrica el primer papel térmico.
<i>A partir de 1960</i>	La fotocopiadora se vuelve de uso corriente.
1961	Máquina de escribir de bola de IBM.
1961	Ahora Haloid se llama Xerox.
1963	Fotografía instantánea de color de Polaroid.
1968	RCA crea el primer sistema de CtP.
<i>Aprox. 1970</i>	Lasercomp de Monotype.
1971	Adrien Castegnier inventa la elcografía o Elcography.
1973	Primeras fotocopiadoras en color.
1978	2 alumnos de Scheuter prueban los primeros algoritmos para el tramado en FM.
1978	Polavision, películas cinematográficas de revelado instantáneo de Polaroid.
1979	Sistemas de CtP de Iacom y Mugiscan.
1980	Primeras impresoras LASER.
1981	IBM introduce el PC con el procesador 8088 de Intel.
1981	A. Castegnier funda la empresa Elcorsy.
<i>aprox. 1983</i>	La Mavica de Sony se comercializa como una de las primeras cámaras digitales.
1984	Primera versión de Post Script (PS) de Adobe.
1984	Apple introduce el Macintosh.
1984	Aldus Pagemaker para Macintosh.
1985	Aldus Pagemaker para IBM PC.
1988	Primeras impresoras LASER en color.
1989	Hope Computer comercializa un sistema CtP.
1990	Primera versión de Photoshop de Adobe.
1990	Xerox construye la primera prensa CtPrint, la Docutech 90.
<i>a partir de 1991</i>	Agfa introduce el tramado FM Cristal-Raster y Linotype-Hell el

- tramado FM Diamond Screening.
- 1991* Heidelberg comercializa la primer prensa digital (Heidelberg GTO DI). Esta prensa usa el Direct Imaging de Presstek.
- 1991* Primeros impresos en color con la Elcografía o Elcography.
- 1992* La empresa Daetwyler introduce la grabación con rayo LASER de los cilindros de huecogrado.
- 1995* En la DRUPA se presentan diferentes sistemas de CtP.
- 1995* Heidelberg presenta la nueva prensa digital Quickmaster en la DRUPA.
- 1998* La primera prensa elcográfica, la ELCO 200, se presenta en la IPEX en Birmingham.
- 2000* Se presenta la prensa elcográfica ELCO 400 en la DRUPA.
- 2000* MAN Roland introduce el DICOweb.

# Vocabulario

[Cs] Castellano, [Ct] Català, [D] Deutsch, [E] English, [F] Français, [It] Italiano

- A/D-Wandler, Analog-Digital-Wandler [D], convertidor análogo-digital.
- Aiguille de graveur [F], aguja de grabar (calcografía).
- Albertipia, fototipia.
- Albertypie [D], fototipia.
- Algrafía, litografía con planchas de aluminio.
- Algraphie [D], algrafía.
- Ambrotipia, fotografía subexpuesta sobre soporte transparente que se ve en positivo en luz lateral, delante de un fondo negro.
- Artist's proof [E], prueba de artista.
- Ätzmittel [D], ácido para el mordido.
- Ätznadel [D], aguja de grabar (calcografía).
- Ätzreserve [D], capa resistente al ácido.
- Ätzung [D], mordido.
- Ausgleichszurichtung [D], arreglo superior.
- Aussprengverfahren [D], procedimiento al azúcar.
- Aussprengverfahren [D], réservage.
- Autolitografía, autografía.
- Avant la lettre [F], prueba antes de grabar la letra.
- Balancí [Ct], graneador.
- Belichter [D], filmadora.
- Berceau [F], graneador.
- Bevel [E], bisel (de una plancha).
- Biffer [F], destruir una plancha artística para impedir que se hagan copias posteriores.
- Bit, Binary Digit [E], la mínima capacidad de memoria, sólo acepta 1 y 0.
- Bite, Biting [E], mordido (de una plancha).
- Bitmap [E], disposición de los pixels en la matriz que define un tipo o en la matriz de una filmadora.
- Black manner [E], manera negra.
- Blaupause [D], cianotipia.
- Bleischnitt [D], grabado sobre plomo.
- Blind Stamping, embossing, dry stamping [E], gofrado.
- Blindmaterial [D], blancos en tipografía.
- Blindprägung [D], gofrado.
- Blockbook [E], libro xilográfico.
- Blockbuch [D], libro xilográfico.
- Blooming [E], un defecto de la fotografía digital: la sobreexposición de un pixel puede 'contaminar' los pixels vecinos.
- Bromoil transfer print [E], oleobromía indirecta.
- Bromöldruck, oleobromía.
- Bromölumdruck, oleobromía indirecta o transferida.
- Brunissoir [F], bruñidor.
- Buchdruck [D], tipografía.
- Burí [Ct], buril.
- Burin [F], buril.
- Burnisher [E], bruñidor, pulidor.
- Byte, Capacidad de memoria de 256 (2 a la potencia 8).
- Calotype, una fotografía de Fox Talbot.



- Carbrotipia, ozobromía mejorada.  
 Carbrotypie [D][F], carbrotipia.  
 CCD, Charge-coupled device, el chip que toma el lugar de la película en las cámaras digitales.  
 Celdilla de trama, zona de RELs (o de spots) de una matriz de filmadora reservada para un punto de trama.  
 Chalkography [E], calcografía.  
 Chanfrein [F], bisel (de una plancha).  
 Chine appliqué [F], calcografía manual sobre papel chino superpuesto a un papel de soporte.  
 Cíbero, 12 puntos tipográficos.  
 Cincotipia, cincograbado, cliché tipográfico sobre cinc.  
 Clair-obscur [F], impresión en camafeo.  
 CMOS, Complementary Metal Oxid Semiconductor.  
 Collotype [E], fototipia.  
 Collotypie [F], fototipia.  
 Colografía, fototipia.  
 Colores básicos, colores fundamentales.  
 Colores complementarios, dos radiaciones se llaman complementarias, cuando reunidas reproducen la composición espectral de la luz blanca del día.  
 Colores fundamentales (o básicos) sustractivos = colores secundarios = colores complementarios de los fundamentales aditivos (o primarios), a saber cyan, magenta, amarillo.  
 Colores fundamentales (o básicos), colores primarios y secundarios, o colores fundamentales aditivos y sustractivos. Algunos autores incluyen el blanco y el negro.  
 Colores fundamentales aditivos = colores primarios, rojo, verde, azul.  
 Colores primarios, rojo, verde, azul. colores secundarios = colores complementarios de los fundamentales aditivos (o primarios), a saber cyan, magenta, amarillo.  
 Colotipia, fototipia.  
 Colour Coupler [E], acoplador de color.  
 Copper[-plate] engraving [E], calcografía (con plancha de cobre).  
 Copper-plate printing [E], calcografía.  
 Coupled Charged Device [E], CCD, Dispositivo de carga acoplado.  
 Coupleur [F], acoplador de color.  
 Crachis [F], salpicado de la tinta sobre la forma con una brocha, estarcido.  
 Cradle [E], graneador.  
 Craquelure [F], estructura del barniz agrietado.  
 Crayonmanier [D], manera al lápiz.  
 Crevé [F], calva (defecto en la calcografía).  
 CtC, Computer to Cylinder.  
 CtP, Computer to Plate.  
 CtPress, Computer to Press.  
 CtPrint, Computer to Print.  
 Cuvette [F], bisel (de una plancha).  
 Cylinder flat bed machine [E], prensa de cilindro, máquina plana.  
 Dab [E], tampón.  
 DCC, Dispositif à couplage de charge [F], CCD.  
 Dichteumfang [D], contraste, extensión tonal de un original.  
 Difuminado de Gauss, un algoritmo para destramar electrónicamente.  
 DOD, Drop On Demand.  
 Dotted manner [E], grabado al puntillado.  
 DPI [E], Dots Per Inch, puntos por pulgada.  
 Dragging [E], retroussage [F].  
 Dreikantschaber [D], raspador.  
 Dry point [E], punta seca.  
 Dryography, un sistema de offset de 3M que no necesita agua.  
 DTP, Desk Top Publishing, preparación de los impresos con el PC o con el MAC.

- Durchdruck [D], serigrafía, plantigrafía, permeografía.
- Durchschuss [D], blancos en tipografía.
- Dye sublimation [E], impresión térmica de sublimación de pigmento.
- Eau forte [F], aguafuerte, ácido para el mordido.
- Eau forte lithographique [F], aguafuerte litográfico.
- Ébarboir [F], raspador, buril raspador.
- Échoppe [F], punzón.
- Electrofotografía, electrografía, xerografía.
- Electrografía, xerografía.
- Electrotype [E] = galvano.
- Elektrophotographie [D], xerografía.
- Encrófilo, que atrae la tinta.
- Engraving [E], mordido.
- Épreuve [F], impreso, estampa, prueba.
- Épreuve d'artiste [F], prueba de artista.
- Épreuve d'état [F], prueba de estado.
- Especular, invertido como por un espejo.
- Estarcido [Cs], Crachis [F].
- Etch resisting layer [E], capa resistente al ácido.
- Etching [E], mordido.
- Etching ground [E], capa resistente al ácido.
- Etching needle [E], punta para grabar al aguafuerte; punta seca, punzón.
- Farbkuppler [D], acoplador de color.
- Farbstich [D], dominancia de color.
- Farbstrahldruck [D], impresión de chorro de tinta.
- Farbtiefe [D], profundidad de color.
- Ferrotipia, fotografía similar a una ambrotipia, pero sobre hierro ennegrecido.
- Filmadora, unidad LASER de alta definición para exponer películas lith o planchas offset.
- Film-Collotype, un sistema de fototipia indirecta.
- Filmlichtdruck [D], fototipia a base de película.
- Fitting [E], registro.
- Flachdruck [D], planografía.
- Flasheur [F], filmadora.
- Flat[-bed] printing [E], planografía.
- Foto quemada, fotografía que no contiene zonas grises, sino exclusivamente blanco y negro.
- Fotocolografía, fototipia.
- Fotogelatinografía, fototipia.
- Fotolito, tipón.
- Fotosatz [D], fotocomposición con matrices digitales.
- Foulage [F], la huella dejada en el papel por la forma en tipografía.
- Four-Colour Printing [E], cuatricromía.
- Gaufrage [F], gofrado.
- Gelatinografía, fototipia.
- Glasklischeedruck [D], cliché-verre.
- Grabado al punteado, grabado al puntillado.
- Grabstichel [D], buril.
- Grattoir [F], raspador, buril raspador.
- Graviernadel [D], punta para grabar al aguafuerte; también punta seca o punzón.
- Gravierstichel [D], buril.
- Gravure à l'eau-forte [F], grabado al aguafuerte.
- Gravure en creux [F], calcografía.
- Gravure en taille d'épargne [F], xilografía a fibra.
- Gravure sur acier [F], siderograbado, grabado sobre acero.
- Grundfarben [D], colores fundamentales o el conjunto de los primarios y los secundarios. Algunos autores incluyen el blanco y el negro.
- Gummidruck [D], procedimiento a la goma bicromatada.
- Hachure [F], rallado, sombreado.
- Halbton [D], medios tonos, tono continuo.
- Handpresse [D], prensa a brazo.
- Hatching [E], rallado, sombreado.
- Héliogravure (au grain de résine) [F], heliograbado.
- Heliogravüre [D], heliograbado.
- Holzchnitt [D], xilografía a fibra.

- Holzschnitt auf Längholz [D],  
xilografía a fibra.
- Holzschnitt auf Querholz [D],  
xilografía a contrafibra.
- Holzstich [D], xilografía a contrafibra.
- Imagesetter [E], filmadora.
- Imageuse [F], filmadora.
- Impression à plat [F], planografía.
- Impression au pochoir [F], serigrafía,  
plantigrafía, permeografía.
- Incunable, hoja impresa antes del siglo  
XVI.
- Ink Jet [E], chorro de tinta.
- Ink Jet Druck [D], impresión de chorro  
de tinta.
- Intaglio printing [E], calcografía.
- ISO, medida para la sensibilidad de los  
materiales fotográficos.
- Kaltnadel [D], punta seca, punzón.
- Kaltnadelradierung [D], grabado a la  
punta seca.
- Kissendruck [D], tampografía.
- Kochsalz-Aquatinta [D], aguatinta a la  
sal.
- Kohledruck [D], procedimiento al  
carbón.
- Kohlepapier [D], papel de pigmento.
- Kollogotypie [D], fototipia.
- Kreidelithographie [D], litografía a  
lápiz graso, litografía con tiza  
litográfica.
- Künstlerabdruck [D], prueba de artista.
- Kupferdruck [D], calcografía.
- Layout program [E], programa de  
compaginación.
- Lichtdruck [D], fototipia.
- Lichtsatz [D], fotocomposición con  
matrices digitales.
- Lift ground [E], procedimiento al  
azúcar.
- Linocut [E], grabado al linóleoum.
- Linograbado, grabado al linóleoum.
- Linolschnitt [D], grabado al linóleoum.
- Lithographische Aquatintamanier [D],  
aguatinta litográfico.
- Lithographische Asphaltshabmanier  
[D], manera negra litográfica.
- Lithographische Hochdruckmanier  
[D], tipolitografía.
- Lithographische Schwarzmanier [D],  
manera negra litográfica.
- Lithographische Tiefdruckmanier [D],  
grabado sobre piedra.
- Livre tabellaire [F], libro xilográfico.
- Livre xylographique [F], libro  
xilográfico.
- Mac, ordenador Macintosh de Apple,  
competencia del PC de IBM.
- Make ready [E], arreglar (en la  
impresión tipográfica).
- Manière au crayon [F], manera al  
lápiz.
- Manière criblée [F], grabado al  
puntillado.
- Manière noire [F], manera negra.
- Matriz de la filmadora, conjunto de  
todos los puntos que se pueden  
exponer.
- Mettre en train [F], arreglar (en la  
impresión tipográfica).
- Mezzotinto [It], manera negra.
- Mezzotinto Gravure [D], rotograbado.
- Mise en train [F], arreglo (en la  
impresión tipográfica).
- Modos de color, RGB y CMYK son  
modos de color.
- Molette [F], pequeño rodillo de acero  
para grabar, cortar o moldear.
- Molette [F], ruleta.
- Mordido, corrosión de la plancha por  
el ácido.
- Morsure [F], mordido.
- Needle [E], punta seca.
- Numérique [F], digital.
- Obere Zurichtung [D], arrego superior  
en tipografía.
- Öldruck [D], puede ser oleotipia u  
oleografía.
- Oléobromie [F], oleobromía.
- Oléographie [F], oleotipia.
- Oléotypie [F], oleotipia.
- Ölgemäldedruck [D], oleografía.
- Overlay [E], arrego superior en  
tipografía.
- PAO [F], Publication assistée par  
ordinateur [F], DTP.
- Papel pigmento, papel carbón.
- Perméographie [F], permeografía.

- Photochromatographie [F], fototipia.  
 Photocollographie [F], fototipia.  
 Photocollootypie [F], fototipia.  
 Photogélatinographie [F], fototipia.  
 Photoglyptie [F], woodburytipia.  
 Photogravure [E], heliograbado.  
 Photosatz [D], fotocomposición con matrices ópticas.  
 Pigmentdruck [D], procedimiento al carbón.  
 Pigmentpapier [D], papel de pigmento.  
 Pixel, Picture element [E], elemento de una imagen digital.  
 Plain Printing [E], planografía.  
 Plaque thermo-inversible [F], plancha termo invertible.  
 Platemark [E], huella del bisel de la plancha.  
 Platen press [E], minerva.  
 PMT, Photo-Multiplier Tube [E], convertidor de luz en señales eléctricas.  
 Pochoir [F], impresos a la plantilla o serigráficos.  
 Poinçon [F], molde de una plancha calcográfica.  
 Poinçon [F], punzón.  
 Pointe sèche [F], punta seca.  
 Polierstahl [D], bruñidor.  
 Polishing stick [E], bruñidor, pulidor.  
 Post Script, lenguaje de descripción de páginas de Adobe. Los archivos PS se interpretan en el RIP y se pasan a película en la filmadora.  
 Poupée [F], tampón para entintar las formas calcográficas manuales.  
 ppm [E], Page Per Minute, páginas por minuto.  
 Presse à bras [F], prensa a brazo.  
 Presse à platine [F], minerva.  
 Probedruck [D], prueba.  
 Procédé à la gomme (bichromatée) [F], procedimiento a la goma bicromarada.  
 Procédé au charbon [F], procedimiento al carbón.  
 Procédé au sucre [F], procedimiento al azúcar.  
 Procedimiento de Cuvelier, vliché-verre.  
 Procedimiento de Dutilleux, cliché-verre.  
 Procedimiento de Grandguillaume, cliché-verre.  
 Profundidad de color, número de bits usados para almacenar digitalmente las imágenes.  
 Proof [E], prueba.  
 PS, Post Script.  
 Punktiermanier [D], grabado al puntillado.  
 Punktierstich [D], grabado al puntillado.  
 Punto de trama, en el tramado electrónico se compone de varios RELs.  
 Punto tipográfico, unidad de aproximadamente 0,376 mm  
 Punzenstich [D], grabado al puntillado.  
 Racloir [F], raspador, buril raspador.  
 Radiernadel [D], punta para grabar al aguafuerte, punta seca.  
 Radierung [D], grabado al aguafuerte.  
 Rakeltiefdruck [D], rotograbado.  
 Raster [D], trama.  
 Rasterdruck [D], autotipia.  
 Rasterpunkt [D], punto de trama.  
 Recorder grid [E], matriz de la filmadora.  
 Register, Passer [D], registro.  
 Registre [F], registro.  
 Reglette [D], interlínea en tipografía.  
 REL, Raster element, celda de una matriz de filmación, corresponde a la superficie más pequeña que la filmadora puede grabar, Spot.  
 Relief Printing [E], tipografía.  
 Repérage [F], registro.  
 Réseau [F], trama, pantalla.  
 Réservage [F], procedimiento al azúcar.  
 Réserve, couche résistante à l'acide [F], capa resistente al ácido.  
 Retícula, trama.  
 Retroussage [F], un artificio del impresor calcográfico para obtener líneas más suaves.

- RIP, Raster Image Processor. La palabra 'Raster' (trama) aquí se refiere a la matriz Bit-Map entera que el RIP calcula a base de un fichero Post-Script. Los RIPs pueden ser de hardware o software.
- Rollrädchen [D], ruleta.
- Rosette [D], la imagen moiré que se forma imprimiendo una cuatricromía que tiene la angulación correcta de las tramas.
- Roulette [F], ruleta.
- Runzelkorn [D], el grano de la fototipia.
- Schaber [D], raspador, buril raspador.
- Schabkunst [D], manera negra.
- Schablone [D], plantilla.
- Schablonendruck [D], plantigrafía.
- Schattierung [D], la huella dejada en el papel por la forma en tipografía.
- Schliessapparat [D], cuña.
- Schliessrahmen [D], rama (de la prensa tipográfica).
- Schraffur [D], sombreado.
- Schrätkante, Facette [D], bisel (de una plancha).
- Schrottschnitt, Schrotschnitt [D], grabado al puntillado.
- Schwarze Manier [D], manera negra.
- Schwarzlinienholzschnitt [D], xilografía a fibra.
- Schwarzmanier [D], manera negra.
- Scraper [E], raspador.
- Screen [E], trama, pantalla.
- Screen Printing [E], serigrafía.
- Screen Process [E], serigrafía.
- Sérigraphie [F], serigrafía.
- Setzschiff [D], galera, galerín.
- Siderograbado, grabado sobre acero.
- Sidérogravure [F], siderograbado.
- Silberfarbbleichverfahren [D], revelado cromogéneo.
- Silkscreen Printing [E], serigrafía.
- Similigravure [F], autotipia.
- Soft Ground Etching (E), grabado al barniz blando.
- Spatter [E], estarcido, crachis.
- Spirit ground aquatinta [E], aguatinta al alcohol.
- Spot, la zona más pequeña de la matriz de la filmadora.
- Stahlstich [D], siderograbado.
- Stangenpresse [D], prensa a brazo.
- State Proof [E], prueba de estado.
- Steel engraving [E], siderograbado.
- Steel plating, steel facing [E], acerado de la plancha.
- Steg [D], imposición.
- Steindruck [D], litografía.
- Steingravur [D], grabado sobre piedra.
- Steinradierung [D], aguafuerte litográfico.
- Stencil [E], plantilla.
- Stencil Printing [E], serigrafía.
- Step Wedge [E], cuña de grises.
- Stipple Engraving [E], grabado al puntillado.
- Stone engraving [E], litografía.
- Strichaufnahme [D], fotografía de línea.
- Surface Printing [E], planografía.
- Switchable printing plate [E], plancha termoinvertible.
- Taille douce [F], calcografía.
- Tetracromía [Cs], cuatricromía.
- Thermal wax transfer [E], transmisión térmica de cera.
- Thermotransferdruck [D], transmisión térmica de cera.
- Three shot camera, cámara digital para motivos estáticos.
- Tiefdruck [D], calcografía.
- Tiegeldruckpresse [D], minerva.
- Tintenstrahldruck [D], impresión de chorro de tinta.
- Tintype [E], ferrotipia.
- Tipón, fotolito.
- Tipooffset, offset en seco.
- Ton continu [F], tono continuo, medio tono.
- Tonholzschnitt [D], xilografía a contrafibra.
- Tórculo [Cs], la prensa manual propia de la calcografía, Copper-Plate Printing Press [E], Kupferdruckpresse [D].

- Trame [F], trama.
- Trial Proof [E], prueba.
- Trockenoffset [D], tipoffset, offset en seco, tipografía indirecta.
- Typon [F], fotolit.
- Typooffset [E], offset en seco.
- Überbrückbare Dichte [D], densidad superable de un material fotográfico.
- Umbruchprogramm [D], programa de compaginación.
- Urfarben [D], colores primarios (rojo, verde, azul), colores básicos (o fundamentales) aditivos.
- Vélo [F], buril con multiples puntas.
- Vernis mou [F], barniz blando.
- Verstählen [D], acerar, acerado.
- Verstählung [D], acerado (de la plancha).
- Vierfarbendruck [D], cuatricromía.
- Viole [F], forma cilíndrica para la impresión de los sellos en calcografía.
- Wasserzeichen [D], filigrana.
- Watermark [E], filigrana.
- Weichgrund [D], barniz blando.
- Weichgrundradierung [D], aguafuerte al barniz blando.
- Weichgrundradierung. [D], grabado al barniz blando.
- Weingeist Aquatinta [D], aguatinta al alcohol.
- Weisslinienholzschnitt [D], xilografía a contrafibra.
- Wiegemesser [D], graneador.
- Wood cut [E], xilografía a fibra.
- Wood engraving [E], xilografía a contrafibra.
- Woodbury process [E], woodburytipia.
- Woodburydruck [D], woodburytipia.
- Woodburytype [E], woodburytipia.
- Xerografía, electrografía.
- Xylographie [F], xilografía.
- Xylographie à contrefibre [F], xilografía a contrafibra.
- Xylographie sur bois de fil [F], xilografía a fibra.
- Xylographie sur bois debout [F], xilografía a contrafibra.
- Zinkotypie [D], cincotipia, cincograbado, cliché tipográfico sobre cinc.
- Zuckerverfahren [D], procedimiento al azúcar, aguatinta al azúcar.
- Zurichten [D], arreglar (en la impresión tipográfica).
- Zustandsdruck [D], prueba de estado.
- Zweifarbendruck [D], bicromía.
- Zylinderpresse [D], prensa de cilindro, máquina plana.



# Bibliografía histórica

**Archer, Frederick Scott**, Manual of the Collodion Photographic Process, 1851

**Berget, A.**, La photographie des couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippman, Paris, 1901

**Bewick, Thomas**, Memoir of himself, London, 1887.

**Bosse, Abraham (1602-1676)**, Traicté des manieres de graver en taille douce svr l'airin. Par le moyen des eaux fortes, & des vernix durs & mols. Ensemble de la façon d'en imprimer les planches & d'en construire la presse, et autres choses concernans lesdits arts, Paris, 1645.

**Brunet y Bellet, Josep**, L'Escriptura, lo Gravat, l'Imprempta, lo Llibre, Barcelona, 1898.

**Cros, Charles**, Solution générale du problème de la photographie des couleurs, 1869.

**Daguerre, Jacques**, Historique et description des procédés du daguerréotype et du diorama, 1839.

**Demachy, Robert**, Le procédé à la gomme bichromatée ou photo-aquatinte, 1896.

**Ducos du Hauron, Louis**, Les couleurs en photographie, Paris, 1869.

**Engelmann, Godefroi**, Manuel du dessinateur lithographe, 1822.

Rapport sur la chromolithographie, nouveau procédé produisant des lithographies coloriées. Mulhouse, 1837.

Traité théorique et pratique de la lithographie, Mulhouse, 1840.

**Fortier, G.**, La photolithographie, son origine, ses procédés, ses applications, Paris, 1876.

**Gautier d'Agoty, Jacob**, Lettre concernant le nouvel art d'imprimer les tableaux avec quatre couleurs, 1749.

**Gautier de Montdorge, Antoine**, L'art d'imprimer les tableaux en trois couleurs (Par G. de M., d'après les écrits, les opérations et les instructions verbales de Jacques Christophe Le Blon), Paris, 1756.

[Es gibt eine Faksimileausgabe des Originalwerkes: Minkoft Reprint, Genève, 1973]

**Hayter, Stanley William**, About Prints, London, 1962.

New Ways of Gravure, New York, 1949.

**Helmholtz, Hermann**, Handbuch der physiologischen Optik, 1867.

**Hullmandel, C.**, Art of Drawing on Stone, London, 1824.

**Jenkins, H.**, Photo Engraving, Chicago, 1896.

**König, E.**, Die Farben-Photographie, Berlin, 1904.

**Le Blond, J. C.**, L'harmonie du colorit dans la peinture réduite à des principes infaillibles, London, 1722 (Français/English).

**Lerebours**, Excursions daguerriennes, , vues et monuments les plus remarquables du globe (Photographien, im manuellen Aquatinta-Verfahren wiedergegeben), Paris, Rittner et Goupil, 1841.

**Limmer, F.**, Das Ausbleichverfahren, Halle a/S, 1901.

**Macfarlane, Anderson**, Photo Mechanical Process and Guide to Color Work, New York, 1896.

**Papillon, Jean Michel**, Histoire de la gravure en bois et des graveurs fameux, tant anciens que modernes qui l'ont pratiqué, Paris, 1776.

Traité de la gravure en bois, Paris, 1766.

**Philipon, M. Ch.**, Paris et ses environs reproduits par le daguerréotype (Manuelle Lithographien nach Photographien), Paris, 1840.

**Poitevin, Alphonse**, Traité de l'impression photographique sans sels d'argent, Paris, 1862.

**Senefelder, Aloys**, Vollständiges Lehrbuch der Steindruckerei, München/Wien, 1818.

**Singer, Hans W**, Handbuch für Kupferstichsammler, Technische Erklärungen, Ratschläge für das Sammeln und Aufbewahren von

Hans W. Singer. Mit 11 Originalgraphiken, 3. Auflage, Verlag von Karl W. Hiersemann, Leipzig 1923.

**Talbot, Fox**, Sun Pictures of Scotland, 1845.

The Pencil of Nature, 1844.

**Vasari**<sup>1</sup>, Le Vite dei più eccellenti Pittori, Scultori e Architecti, 1550.

**Vidal**<sup>2</sup>, Léon, La Photographie des couleurs, 1897.

Traité pratique de photographie au charbon, 1869.

Traité pratique de phototypie, 1879.

**Waldow, Alexander**, Illustrierte Encyklopädie der graphischen Künste und der verwandten Zweige, Leipzig, 1884. Nachdruck München, 1993.

---

<sup>1</sup> Giorgio Vasari (1512-1574).

<sup>2</sup> (1833-1906).

# Literatura

**Albert, August, Technischer Führer durch die Reproduktionsverfahren und deren Bezeichnungen**, Halle a.S., 1908.

**Eroles, Emili, Diccionario histórico del libro**, ISBN 84-7304-062-7, Editorial Millà, Barcelona, 1981.

**Gascoigne, Bamber, How to Identify Prints**, ISBN 0-500-23454-x, Thames and Hudson, Reprinted 1998

**Institut für grafische Technik, Leipzig, Lexikon der graphischen Technik**, ISBN 3-7940-4078-3, Verlag Dokumentation, München, 1977.

**Martín, E., Tapiz, L., Diccionario Enciclopédico de las Artes e Industrias Gráficas**, Ediciones Don Bosco, Barcelona, 1981.

**Müller, Wolfgang, Polygraphie, Fachwörterbuch**, Englisch, Deutsch, Französisch, Russisch, Spanisch, Polnisch, Ungarisch, Slowakisch, ISBN 3-87150-141-7, Deutscher Fachverlag, Frankfurt.

# Índice alfabético

3M, 116

acidular una piedra litográfica, 108

Acrobat Reader. Ver Adobe Reader

Adobe, 202, 250

Adobe Reader, 203

Adolphe Fargier, 37

AEG Mignon, máquina de escribir,  
199

aguatinta, 247

aguatinta litográfico, 110

Albert, 249, 262

Albert, Eugen (1856-?), 124

Albert, Joseph (1825-1886)., 248

Albert, Joseph A. (1825-1886), 36, 122

Albuminotipia, 33

Alden, Thimoty (también Timotheus)  
(1819-1862), 248

Aldus, 202

Algoritmos de Bayer, Floyd y  
Steinbeck, 71

algrafía, 105

Alhazén, Ibn al-Haytham (965-1039,  
aprox.), 13

Altdorfer, Albrecht (1480-1538), 184

amarillo, 159

ambrotipia, 22

ampliación mediante transferencia  
litográfica, 114

Anaca, 16

Anthem, planchas de Marks-3zet, 212

Apple Computer, 200, 250

Aquatinta, 260

Aragó, François (1786-1853), 19

Archer, Frederick Scott (1813-1857),  
20

Armand-Durand, 227

arreglo, 87

Asser, Eduard Isaac (1809-1894), 114,  
248

Astralón, 117

autotipia, 47, 249

autotipia, sistema discreto, 49

avant la lettre, 135, 228

azul, 155

Bain, Alexander (1810-1877), 248

Barclay, Robert, 107

Barletti de Saint-Paul, François (?-  
1809), 83, 247

barniz blando, vernis mou, 139

barniz de corrección, 139

Bartolozzi, Francesco (1728-1813),  
136

base de una potencia, 23

BASF, Badische Anilin- und  
Sodafabrik, 101, 196

bastones del ojo, 155

Baud, Maurice (1866-1915), 93

Bauer, Andreas Friedrich (1783-1860),  
78

Bayard, Hippolyte (1801-1887), 20

Bélin, Edmont (1876-1963), 152, 249

Bell, Thomas, 247

Bennett, Charles Harper (1840-1927),  
22

berceau. Ver graneador

Berchtholds, M., 48

Bermpohl, Wilhelm, 249

Bewick, Thomas (1753-1828), 92, 247

Biblia Pauperum, 73

bicromía, 183

bit, 197

bitmap, 86

bitono, 183

blancos, 80

- Blanquart-Evrard, Louis Désiré (1802-1872), 33  
 Blasius Höfel (1792-1863), 248  
 Blickensderfer, máquina de escribir, 200  
 Blond, Jacques-Christophe Le (1667-1741), 247  
 blooming, 198  
 'Bois Protat', 73  
 bon à tirer, 228  
 Book on Demand, 199  
 Bosse, Abraham (1602-1676), 247  
 Breilkopf, Gottlob Immanuel (1719-1794), 82  
 Brévière, Louis Henri (1797-1869), 19, 146  
 bruñidor, 137  
 Bubble Jet, 207  
 bump, 54, 57  
 Burgkmair, Hans (1473-1531), 182  
 buril, 92  
 cajetines, 79  
 calcografía, 11  
 Calotype, procedimiento fotográfico de Talbot, 20  
 calva, 220  
 Callot, Jacques (1592-1635), 140, 220, 247  
 camafeo, 181  
 camañeu. Ver camafeo  
 cámara de estudio, 14  
 cámara de reproducción, 15  
 cámara digital, 196  
 cámara fotomecánica, 15  
 cámara reflex de un objetivo, 15  
 cámaras three-shot, 198  
 Camera Obscura, 13  
 carborundo, 137  
 carbrotípia, 41  
 Carlson, Chester, 250  
 Carlson, Chester Floyd (1906-1968), 249  
 Carpi, Ugo da (1450-1523), 182  
 Caselli, Giovanni (1815-1891), 152, 248  
 Castaldi, Panfilo (1398-1490), 74  
 Castegnier, Adrien, 211, 250  
 CCD, 196  
 cícero, 89  
 Cilchrome, 169  
 cincografía, 105  
 claroscuro. Ver camafeo  
 Claude Mellan (1598-1688), 135  
 Cliché-Verre, 34  
 CMOS, 198  
 CMYK, 197  
 colores básicos. Ver colores fundamentales  
 colores complementarios, 157  
 colores fundamentales, 157  
 colores fundamentales aditivos, 157  
 colores fundamentales sustractivos, 157  
 colores primarios, 157  
 colores secundarios, 157  
 componedor, 79  
 Composer de IBM, 200  
 conos del ojo, 155  
 Continuous Ink Jet, 207  
 contraste, 26  
 convertidor analógico-digital, 196  
 Copia a la sal, 33  
 Copy-Dot-Scanner, 71  
 Corel, 203  
 Corot, Camille (1796-1875), 34  
 Coster, Lorenz (1370-1439/40), 74  
 crachis, 47, 109. Ver estarcido  
 cran, 79  
 Cranach, Lucas (1472-1553), 182, 246  
 craquelé, 143  
 crevé. Ver calva  
 Cros, Charles (1842-1888), 9, 44, 162, 248, 249, 259  
 CRT, Cathodic Ray Tube, 87  
 CtFilm, Computer to Film, 204  
 CtP, 250  
 CtP, Computer to Plate, 204  
 CtPrint, Computer to Print, 207, 250  
 cuadratín, 79  
 cuatricromía, 165  
 curva característica de ennegrecimiento, 27  
 Cuvelier, Adalbert (1827-1871), 34  
 cyan, 159  
 Cyclostyle de Gestetner, 237



- Charles, Jacques (1746-1823), 247  
 Charpentier, François-Philippe (1734-1817), 247  
 chine appliquée, 131  
 Church, William, 83, 247
- Daetwyler, 154  
 Daguerre, Louis Jacques Mandé (1789-1851), 18, 146  
 daguerrotipo, 19  
 Daubigny, Charles-François (1817-1878), 34  
 Daumier, Honoré (1808-1879), 109  
 Davy, Humphrey (1778-1829), 17  
 Day, Benjamin, 56  
 Delcambre, Adrien, 83, 248  
 Demachy, Robert (1859-1938), 39  
 Demarteau, Gilles (1722-1776), 136  
 densidad superable, 26  
 Derriey, Jules, 148  
 desacidular una piedra litográfica, 108  
 Deshaies, Arthur (\*1920), 93  
 destrucción de colorantes, 169  
 DI, Direct Imaging de Presstek, 212, 251  
 diafragma de la cámara, 30  
 Dick, Albert Blake (1856-1934), 237  
 Didier, Léon, 44  
 Didot, Firmin (1764-1846), 89, 247  
 Digital Workflow, 212  
 distancia focal, 30  
 Doré, Gustave (1832-1883), 93  
 dot, 202  
 DPI, Dots per Inch, 201  
 driografía de 3M, 116  
 Drop on Demand, 207  
 DTP, Desk Top Publishing, 202  
 Ducos du Hauron, Louis (1837-1920), 39, 162, 164, 248  
 dúplex, 183  
 Dürer, Albert (1471-1528), 93  
 Dutilleux, Constant (1807-1865), 34  
 dye sublimation. Ver sublimación de pigmentos  
 Dye-Transfer, 44
- échope, 220  
 Edison, Thomas Alva (1847-1931), 9, 237
- efecto de Clayden, 32  
 efecto de Eberhard, 31  
 efecto de Herschel, 32  
 efecto de Sabattier, 32  
 efecto de Schwarzschild, 32  
 efecto de Weinland, 32  
 efectos fotográficos, 31  
 Egloffstein, 48  
 elcografía, 211, 250  
 Elcography. Ver elcografía  
 Elcorsy, 250  
 electrofotografía, 199, 249  
 Engelmann, Godefroi (1788-1839), 185  
 entintar à la poupée, 185  
 épreuve d'artiste, 228  
 épreuve d'état. Ver prueba de estado  
 eritrosina, 23  
 Ernst Leitz Wetzlar GmbH, 15  
 escala de Scheiner, 26  
 especular, invertido como por un espejo, 85  
 estampado en caliente, 193  
 estarcido, 47, 222  
 estéreo. Ver estereotipia  
 estereotipia, 96  
 exponente de una potencia, 23  
 exposición flash, 29  
 extensión tonal, 26
- Farmer, Ernest Howard (1860-1955), 41, 249  
 Ferguson, A.C., 85  
 ferrotipia, 22  
 filmadora, 202  
 Film-Collotype, 124  
 filtro, 157  
 Finiguerra, Tomasso (1426-1464), 129, 246  
 Firmin Gillot (1820-1872), 99  
 Fischer, Rudolf (1881-1957), 169  
 Fizeau, Armand Hippolyte Louis (1797-1869), 19, 146  
 flash, 54, 57  
 flocking, 194  
 Ford, Henry (1863-1947), 198  
 forma, 8, 10  
 foto de línea, 65  
 foto quemada. Ver foto de línea

- fotocomposición, 85  
 fotogalvanografía, 146  
 fotografía de medios tonos, 19  
 fotografía de tono continuo. Ver  
     fotografía de medios tonos  
 fotolito, 36, 115  
 Fotosetter de Intertype, 86  
 fototipia, 222  
 fototipo, 115. Ver fotolito  
 fotoxilografía, 92  
 François, Jean-Charles (1717-1769),  
     136  
 Fry, John Doyle, 107  
 Fry, Peter W. (?-1860), 20  
 fuente, 87  
 Fust, Johann (1400-1466), 76, 181,  
     231, 246  
  
 Gainsborough, Thomas (1727-1788),  
     144, 145  
 galerín, 80  
 gálvano. Ver galvanotipia  
 galvanotipia, 96  
 gama, 28  
 Gasparcolor, 169  
 Gautier d'Agoty, Jacob (1710-1785),  
     185  
 Gautier de Montdorge, Antoine (1701-  
     1768), 185  
 GCR, Grey Component Replacement,  
     178  
 Ged, William, 247  
 Genoux, Claude, 97, 247  
 Gestetner, David (1854-1939), 237  
 GIF, 197  
 Gillotage, 99  
 Gillotipia. Ver Gillotage  
 Godchaux, 248  
 Godowsky, Leopold (1870-1938), 169  
 Godowsky, Leopold (1900-1983), 169,  
     249  
 González, Sergio (\*1927), 189  
 grabación electromecánica, 152  
 grabado, 7  
 grabado en madera. Ver xilografía  
 grabado puntillado, 136  
 grabado sobre madera. Ver xilografía a  
     contrafibra  
 grabado sobre piedra, 108  
  
 grabado sobre plomo, 93  
 gradación, 28  
 gradiente, 28  
 grados ASA de sensibilidad, 27  
 grados DIN de sensibilidad, 27  
 grados GOST de sensibilidad, 27  
 grados Scheiner, 26  
 Graffin, René, 249  
 Grandguillaume, Léandre (1807-1865),  
     34  
 graneador, 137  
 Grassmann, Hermann Günther (1809-  
     1877), 157, 160  
 Grien, Baldung (1485-1545), 182  
 Gurtner, Adolf Alfred (1869-1948),  
     168, 249  
 Gutenberg, Johannes (1400-1468), 74  
  
 Haas, Wilhelm (1741-?), 82  
 Hajdu, Étienne (1907-1996), 145  
 Halmström, Axel, 249  
 Haloid. Ver Xerox  
 Harunobu, Suzuki (1718-1770), 185  
 Hayter, Stanley William (1901-1988),  
     186, 250, 260  
 hectografía, 236  
 Heidelberger Druckmaschinen AG, 77,  
     251  
 heliograbado, 19, 146, 221  
 Helioklischograph de Hell, 152, 153  
 Helmholtz, Hermann von (1821-1894),  
     155  
 Hell, 152  
 Hell, Dr. Rudolph (1901-2002), 249  
 Hercules Seghers (1590-1638, aprox.),  
     144  
 Herschel, William (1738-1822), 17,  
     32, 235, 247  
 Hewitt, C. H., 43, 249  
 Homberg, Wilhelm (1652-1715), 17  
 Homolka, Benno (1860-1925), 169,  
     249  
 Hullmandel, Charles Joseph (1789-  
     1850), 109  
 Husak, 236  
 Husnik (1837-1916), 122  
 Hybridscreening, 71  
  
 Iacom, 250

- IBM, International Business Machines, 200, 250  
 impresión electrostática. Ver impresión electrofotográfica  
 impresión litográfica indirecta. Ver offset  
 InDesign, 203  
 infrarrojo, 13, 17  
 Ink-Jet, 207  
 Intel, 200, 250  
 interferencias. Ver moiré  
 ionografía, 211  
 Ives, Frederic Eugenes (1856-1937), 51, 164
- Jacquard, Joseph Marie (1752-1834), 85  
 Jaffé, Max (1845-1939), 48  
 Joly, John (1857-1933), 165, 249  
 JPEG, 197  
 justificar, 79, 86
- Kastenbein, Charles, 248  
 Keller, Friedrich Gottlob, 244  
 Kircher, Athanasius (1601-1680), 247  
 Klič, Karel (1841-1926), 146, 147, 249  
 Klimsch, 16  
 Koberger, Anton (1440-1513), 76  
 Kodachrome, 249  
 Kodak, 44  
 Koenig und Bauer, constructores de prensas, 78  
 Koenig, Friedrich Gottlob (1774-1833), 78  
 König, Ernst (1869-1924), 44, 249  
 Korn, Dr. Arthur (1870-1945), 249  
 Kornei, Otto, 249  
 Kwaisser, 236
- Land, Edwin Herbert (1909-1991), 174, 249, 250  
 Lanston, Tolbert (1844-1913), 84, 249  
 lápiz eléctrico de Edison, 237  
 Laserstar de Daetwyler, 154  
 Le Blond, Jacques-Christophe (1667-1741), 185  
 Le Gray, Gustave (1820-1882), 20  
 Le Prince, Jean-Baptiste (1733-1781), 140
- Leblond, Jacques-Christophe (1667-1741), 137  
 Leica, 15  
 lenguaje de descripción de páginas, 202  
 Lerebours, N. P. (1807-1873), 20  
 letterset. Ver offset en seco  
 Levy, Louis Edward (1846-1919), 249  
 Levy, Max (1857-1926), 249  
 Levy, Max und Louis, 51  
 line, película de tipo, 48  
 línea, fotografía de, 47  
 lineatura, 64  
 linóleo, 93  
 Linotype, 84  
 Lippmann, Gabriel (1845-1921), 161, 249  
 lith, película de tipo, 48  
 lithotint. Ver litotinta  
 litografía original, 222  
 litografía plana, 108  
 lito-offset. Ver offset. Ver offset  
 litotinta, 109  
 logaritmo, 23, 24  
 Lumière, Auguste (1862-1954), Louis (1864-1948), 166, 249  
 luz actínica, 19  
 luz inactínica, 23
- Mac. Ver Macintosh de Apple  
 Macintosh, 200, 250  
 mácula, región de máxima nitidez de la retina, 156  
 Maddox, Richard Leach (1816-1902), 22, 248  
 magenta, 159  
 magnetografía, 210  
 manera al lápiz, 136  
 manera negra litográfica, 110  
 Manly, Thomas (?-1932), 41, 249  
 Mannes, Leopold (1899-1964), 169, 249  
 mantilla de goma, 106  
 máquina plana. Ver prensa cilíndrica  
 marca de editor, 231  
 marca de impresor, 231  
 marcador, 77  
 Maréchal, C. R., 122, 248

- Marinoni, Hippolyte (1823-1904), 148, 248
- Marks-3zet, 212
- Massicot (también Massiquot), Guillaume (1797-1870), 248
- Masson, André (1896-1987), 189
- matriz de la filmadora, 203
- mattoir, 136
- Maxwell, James Clerk (1831-1879), 155, 162, 248
- medio tono, fotografía de, 47
- Meisenbach, Georg (1841-1912), 9, 48, 249
- Ménard, Louis (1822-1901), 21
- Mentel, Johann (1410-1478), 74
- Mergenthaler, Othmar (1854-1899), 84, 249
- metalografía, 105
- Meyer, Dietrich (1572-1658), 144, 246
- mezcla aditiva de los colores, 157
- mezcla combinada de los colores, 168
- mezcla óptica de los colores, 166
- mezcla sustractiva de los colores, 157
- Microsoft, 5
- Miller, Carl, 250
- Millet, Jean-François (1814-1875), 34
- Mimeograph, 237
- minerva, 76
- Mitscherlich, Alexander, 245
- Mo Ti, 13, 246
- moiré, 64
- molde de impresión. Ver forma
- Monckhoven, Désiré Charles Emanuel van (1834-1882), 22
- Monotype, 84
- Mugiscan, 250
- Müller, Adolf, 85, 249
- Munch, Edward (1863-1944), 90, 191
- Newton, Isaac (1642-1727), 155, 247
- niel, 129
- niello. Ver niel
- Nièpce de Saint-Victor, Claude Félix Abel (1805-1870), 20, 33, 248
- Niepce, Nicéphore (1765-1833), 18, 105, 247
- Nipson, 211
- Nüchel, Otto (1888-1956), 93
- Nyloflex, 103, 196
- Nyloprint, 101, 196
- OCR, Optical Character Recognition, 203
- offset, 107
- offset en seco, 102
- ortocromático, 23
- ozobromía, 41
- Page, James W., 248
- Pagemaker, 202
- páginas por minuto, 210
- pancromático, 23
- paniconografía. Ver Gillotage
- papel carbón, 37
- papel couché, 244
- papel de carbón para oficinas, 239
- papel de piedra, 105
- papel de transferencia, 37
- papel termoactivo, 202
- papel velin, 243
- papiro, 241
- Papirógrafo, 237
- PAWO, 58
- PC, Personal Computer (de IBM), 5
- PDF, Portable Document Format, 203
- Pearl-Dry, planchas de Presstek, 212
- PC, 200
- Petrucchi, Ottaviano dei (1466-1539), 82
- Photocut, 195
- Photoshop, programa de retoque fotográfico, 202, 250
- Pi Sheng, 74
- Pianotype, 83
- pica, 81
- Picasso, Pablo (1881-1973), 232
- Pilgrimm. Ver Wechtlin, Johann Ulrich
- pinacianol, 23
- pinatipia, 44
- Piper, C. Welborne (1866-1919), 43, 249
- Piranesi, Giambattista (1720-1778), 139
- planchas fotopolímeras, 101
- planografía, 11
- plantigrafía, 11
- Plaques Autochromes, 166

- Plaques Autochromes de los Hermanos Lumière, 249
- plotter, 152
- Poitevin, Alphonse Louis (1819-1882), 36, 114, 122, 248
- Polaroid, 250
- Ponton, Mungo (1801-1880), 36, 248
- Porta, Giovanni Battista della (1538-1615), 246
- potencia, 23
- Pouncy, John (1820-1894), 39, 248
- poupée, 185
- Poupée, 247
- PPM. Ver páginas por minuto
- prensa cilíndrica, 77
- prensa de brazo, 76
- prensa para copiar cartas, 233
- prensa rotativa, 78
- prensas híbridas, 212
- Presstek, 212, 251
- Pretsch, Paul (1808-1873), 146, 248
- Print on Demand, 199
- procedimiento a la goma, 39
- procedimiento al carbón, 36
- procedimiento al colodión húmedo, 20
- procedimiento de Cuvelier, 34
- procedimiento de Dutilleux, 34
- procedimiento de Grandguillaume, 34
- proceso Ben-Day, 56
- profundidad de campo, 30
- profundidad de color, 197
- prueba de estado, 228
- PS, Post Script de Adobe, 202, 250
- punto de densidad continua, 56
- punto tipográfico, 81
- puntos blandos (trama), 55
- Quickmaster de Heidelberg, 212
- rascador, 137
- Reddy, Krishna (\*1925), 189
- registro, 16, 34
- remarques, 228
- Rembrandt (1606-1669), 227, 228
- Remington, Philo (1816-1889), 249
- retramar, 64
- retroussage, 130, 220
- revelado cromolítico. Ver destrucción de colorantes
- revestimiento, 87
- RGB, 197
- RIP, Raster Image Processor, 203
- Ritter, Johann Wilhelm (1776-1810), 17, 247
- Robert, Louis-Nicolas (1761-1828), 244, 247
- rojo, 155
- Roll-Up de Hayter, 188, 250
- Röntgen, Wilhelm Conrad (1845-1923), 249
- Rops, Félicien (1833-1898), 145
- Rubel, Ira Washington, 107, 249
- ruleta, 136
- Russel, Charles (1820-1997), 21
- scanner, 15, 152
- Scheele, Carl Wilhelm (1742-1786), 17, 247
- Scheimpflug, Theodor (1865-1911), 15
- Scheiner, Julius (1858-1913), 26
- Scheuter, Karl, 70, 250
- Schmid, Simon, 104, 247
- Schöffner, Peter (1425-1502), 76, 181, 231, 246
- Schulte, Karl Jochen, 13, 235
- Schulze, Heinrich (1687-1744), 17, 247
- Schürch, Bernhard S., 182
- Seebeck, Thomas Johann (1770-1831), 247
- Senefelder, Aloys (1771-1834), 104, 105, 247, 260
- sensibilidad de un material fotográfico, 26
- sensibilización cromática, 22
- sensitometría, 23
- separación de los colores, 162
- separación tonal, 40
- serigrafía, 11, 222
- siderograbado, 133
- Siegen, Ludwig von (1609-1656), 110, 136, 247
- Siegrist, 169
- signatura, 79
- Sinar, 15
- Smith, John Henry (?-1917), 169, 249
- solarización, 32

- Sörensen, Christian (1818-1861), 83, 248
- Speedmaster de Heidelberger, 212
- sublimación de pigmentos, 209
- subpixels. Ver dot
- Suckow, Gustav (1803-1867), 247
- Swan, Joseph Wilson (1828-1914), 248
- taco perdido. Ver técnica a la tabla perdida
- Talbot, Fox (1800-1877), 20, 36, 146, 248
- técnica a la tabla perdida, 182
- Technicolor, 44
- teoría de la semi-sombra, 52
- Tessié du Motay, Cyprien (1819-1880), 122, 248
- tetracromía. Ver cuatricromía
- thermal wax transfer. Ver transmisión térmica de cera
- TIFF, 197
- Tilghman, B. C., 245
- tímpano, 76
- tipoffset. Ver offset en seco
- tipografía, 10
- tipografía indirecta. Ver offset en seco
- tipolitografía, 108
- tipón, 115. Ver fotolito
- tipos, 79
- tone, película de tipo, 47
- tóner, 199
- tono continuo, fotografía de, 47
- Toulouse-Lautrec, Henri de (1864-1901), 109
- trama, 46
- trama AM, 70
- trama azul, 55
- trama de contacto, 56
- trama de cristal, 51
- trama FM, 70, 250
- trama negra, 48
- tramada, fotografía, 47
- transferencia litográfica, 113
- transmisión térmica de cera, 208
- true color, 197
- Tsai-Lun, 242
- Tschörner, 152
- TTF, True Type Font, 203
- Tukey, John W. (1915-2000), 250
- Turner, William (1775-1851), 145
- Turri, Pellegrino, 239
- UCR, Under Color Removal, 178
- ultravioleta, 13, 17
- Ventura Publisher, 203
- Verde, 155
- Vinci, Leonardo da (1452-1519), 13, 246
- Vogel, Hermann Wilhelm (1834-1898), 23, 249
- Vuechtlin. Ver Wechtlin, Johann Ulrich
- Wachelin. Ver Wechtlin, Johann Ulrich
- Walton, Frederick, 248
- Watt, James (1736-1819), 233
- Wechtlin, Johann Ulrich, 181
- Wedgwood, Thomas (1771-1805), 17
- Windows, 201
- Woodbury, Walter Bentley (1834-1885), 45
- Xerografía. Ver electrofotografía
- Xerox, 250
- xilografía, 73, 89
- xilografía a contrafibra, 89
- xilografía a fibra, 89
- xilografía de líneas blancas. Ver xilografía a contrafibra
- xilografía de líneas negras. Ver xilografía a fibra
- xilografía japonesa, 95
- xilografía tonal. Ver xilografía a contrafibra
- Young, James Hadden, 83, 248
- Young, Thomas (1773-1829), 155
- Zuccato, Eugenio de, 237
- Zworykin, Vladimir Kosma (1889-1982), 196



## Agradecimientos

Agradezco la colaboración de las personas siguientes:

Bibliothèque Nationale, Paris  
Enric Carrer, Olot  
Comercial Nuevo Extremo, S.A. (Cámara ANACA)  
Andreas Döring  
Austin Donnelly, Austin\_Donnelly@yahoo.co.uk  
Ernst Leitz Wetzlar GmbH  
Dr. Ing. Rudolf Hell, Kiel  
Hiersemann-Verlag, Stuttgart  
Höhere Graphische Bundes- Lehr- und Versuchsanstalt, Wien  
Klimsch und C°, Frankfurt a.M.  
Koenig und Bauer, Würzburg  
Mergenthaler Linotype GmbH, Eschborn  
Joan Lloret, Olot  
Josep M<sup>a</sup> Melció ("Mel"), Olot  
Office du Tourisme de Genève (Fig. 20)  
Miquel Plana, Olot  
PrePRESS Solutions, Inc., Billerica, MA 01821  
Reprolit, Figueres  
Jacqueline Saurer, Bern  
Karl Jochen Schulte  
Gerhard S. Schürch, Bern  
Maribel Serra  
Rosa Serra, Olot  
Sinar AG, Schaffhausen  
Urban Trösch, Bern  
Wifag Maschinenbau, Bern