

2.9. LA IMPRESIÓN MONOCROMA Y POLÍCROMA

2.9.1. TIPOS DE IMPRESIÓN MONOCROMA: TINTAS PLANAS Y SEMITONOS

Una tinta plana en serigrafía es prácticamente la consecuencia normal de la misma. En distintos momentos de este trabajo se comenta la importancia de las tintas planas en la técnica de la serigrafía. La tinta, al pasar por una pantalla de serigrafía, produce una tinta plana, pasa siempre la misma cantidad de tinta y del mismo color, por lo que se produce una tinta igual de intensa en todas las partes de la impresión y una superficie perfectamente regular. Esto es una tinta plana.

Prácticamente todas las serigrafías que acompañan este trabajo están realizadas por medio de tintas planas.

2.9.1.1. Características de la impresión de semitonos

2.9.1.1.1. Originales de tono continuo

La expresión *originales de tono continuo* abarca todas las ilustraciones realizadas en tonalidades negras o grises de densidad variable, pasando desde el blanco hasta el negro. Pueden presentarse bajo aspecto de copias fotográficas, dibujos a lápiz, etc. Al realizar estos originales, pensando en su posterior impresión, hay que tener en cuenta los efectos modificantes del proceso de reproducción. En términos generales, los procesos de reproducción de imprenta disminuyen la diferencia tonal entre los tonos más claros y suavizan los tonos de las sombras. Cada proceso tiene una capacidad de densidad máxima. Esto se indica como el valor de reflectancia después de medir los tonos más claros y más oscuros con el densitómetro. Los originales de tono con densidades superiores a la densidad máxima reproducible, darán una impresión de tonos negros reducidos a grises, o con las altas luces y las sombras menos destacadas.

Los buenos originales de tono tienen muchas áreas de tonos medios. Gran parte de la imagen debe presentar grises suaves y delicados, dejando los tonos negros y oscuros para los detalles principales y de gran efecto. Un buen uso de las luces aisladas y claros da luz y sensación de amplitud a la ilustración. La gradación debe ser suave pero evidente. Si el original no tiene estas cualidades, deberán conseguirse con un retoque; pueden alcanzarse grandes mejoras y alteraciones utilizando las técnicas manuales de retoque y aerógrafo. El retocador suele seguir las siguientes normas para adaptar un original de tono:

- 1) Leer las instrucciones y enmascarar, aerografiar, etc. el fondo según convenga. Este tratamiento permite destacar el tema principal de la imagen.
- 2) Estudiar la gradación; si es necesario, enmascarar los tonos correctos y serigrafiar las áreas incorrectas hasta conseguir la densidad total deseada.
- 3) Evaluar el grado de detalle en la zona de oscuros; mejorar, si es necesario, retocando el dibujo con un tono más oscuro, diluyendo tinta negra.
- 4) Acentuar las zonas más blancas por medio de tinta blanca pura para las luces aisladas o ligeramente diluida para los espacios claros.

2.9.1.1.2. El principio de la reproducción de semitonos

2.9.1.1.2.1. Por qué es necesario tramar una forma. Impresiones monocromas

Examinemos un caso sencillo, por ejemplo la obtención de impresos a partir de una fotografía en blanco y negro. El original está compuesto de una extensa gama de grises que varían del blanco casi absoluto al negro intenso. Los tonos varían gradualmente y se mezclan uno con otro.

Como hemos visto, la forma de imprimir no puede transmitir al papel tinta con tonos que varíen de una zona a otra. Por esto, el efecto visual de los tonos variables del original debe reproducirse en el impreso de otro modo. El sistema que permite imprimir un original con tonos variables, consiste en fotografiarlo a través de una trama. La trama es una pantalla a modo de retícula, formada por dos series de líneas rectas muy próximas y equidistantes que se cortan en ángulo recto. Las líneas son opacas mientras que los cuadrados que forman son transparentes –o viceversa–. La trama divide los tonos variables del original en numerosísimos puntitos de centros equidistantes, pero con dimensiones o diámetros variables en proporción a la intensidad de luz reflejada –o transmitida– por las distintas zonas del original.

Una forma, obtenida de un original tramado, transmite al soporte pequeños puntitos o áreas elementales de tinta, que tienen el mismo grosor y, por lo tanto, el mismo tono. Sin embargo, lo que nosotros vemos es la suma de la luz reflejada por los puntos y por las zonas blancas adyacentes. Donde los puntos son pequeños, las zonas blancas son relativamente grandes y los tonos aparecen claros. Donde los puntos son grandes, las zonas blancas son relativamente pequeñas y los tonos aparecen oscuros.

Esta escala muestra una gama de porcentajes de puntos que generalmente va desde el 3 % hasta el 97 %, en incrementos del 5 % o el 10 %.

La reproducción de medios tonos a través del apantallado o tramado, se realiza normalmente mediante la cámara de reproducción, popularmente llamada *repro*. También puede hacerse mediante ordenador previa digitalización de la imagen, o a través del escáner electrónico de selección de color, que, obviamente, permite realizar trabajos a partir de originales en blanco y negro.

Las tramas son tanto más finas, cuanto mayor es el número de líneas de la pantalla por unidad de longitud (o cm); y son más anchas, cuanto menor es el número de líneas por cm.

Si se usan tramas finas, los puntos del impreso están tan próximos entre sí que un observador colocado a la distancia normal de observación no advierte ninguna discontinuidad. Por el contrario, si se usan tramas anchas, el ojo puede percibir la estructura discontinua de la imagen y la reproducción gráfica resulta menos perfecta.

2.9.1.1.3. La retícula en serigrafía

En la actualidad, son contados los talleres serigráficos que en un momento cualquiera no hayan tenido que enfrentarse con la impresión o estampación con retícula. En numerosas empresas, esta técnica ha entrado a formar parte del trabajo de cada día, o ha llegado incluso a ser una actividad rutinaria. No obstante, subsisten aún muchas incógnitas por despejar, y de vez en cuando, pueden presentarse problemas de difícil solución, o que sólo la casualidad permite resolver. ¿Cuál será el motivo? La respuesta es muy sencilla: el serígrafo ha sido incorporado inopinadamente a este sector de la impresión o estampación, sin haber tenido la posibilidad de conocer a fondo las nociones fundamentales de la técnica de reproducción de retículas.

En las medianas o pequeñas empresas serigráficas, se dispone eventualmente de una cámara para el fotograbado de pluma, pero en la mayor parte de los casos, este instrumento no servirá para la separación de color. La preparación queda reservada, aún hoy en día, al especialista en reproducción fotográfica; en efecto, el reprotécnico posee los conocimientos necesarios y una larga experiencia en este sector especial.

No hay que olvidar que existe una notable diferencia entre una separación de color o la diapositiva para la impresión offset y la reproducción serigráfica. El serígrafo tendrá que estar en condiciones de proporcionar al taller fotomecánico datos concretos respecto a la angulación de los diversos colores, al porcentaje de superficie cubierta y las transiciones luz-sombra, tipo de retícula, número de puntos, etc.

En las páginas siguientes, hallará una serie de explicaciones sucintas que contribuirán, sin duda, a dilucidar algunos de los problemas que atañen a la impresión o estampación con retículas. La problemática de la retícula en serigrafía es demasiado amplia y completa, como para poder estudiar a fondo el tema que nos ocupa. ¡Téngase en cuenta que al aprendizaje de un fotomecánico requiere cuatro años!

2.9.1.1.3.1. Clases de retículas

2.9.1.1.3.1.1. Retículas de grano arena

Las retículas de grano son adecuadas para trabajos de un solo color; gracias a su estructura irregular no se produce efecto muaré.

En la estampación textil, se conoce este tipo de retícula desde hace muchos años, bajo el término *Diracop*.

2.9.1.1.3.1.2. Retículas de líneas

Las retículas de líneas encuentran frecuentemente aplicación en la reproducción de ilustraciones técnicas a una sola tinta.

2.9.1.1.3.1.3. Retículas de círculos

También las retículas circulares se adaptan a la impresión monocroma; tienen la propiedad de aumentar la tensión del observador sobre ciertas partes del dibujo; precisamente aquellas en las que se ha situado el centro de las tramillas concéntricas.

2.9.1.1.3.1.4. Retículas de puntos circulares y cuadradas

La retícula normal de puntos, con su simetría tetragonal, proporciona un fondo de puntos cuya forma aparece a la vista como aproximadamente cuadrada con valores de la superficie cubierta alrededor de 50 %. Otros valores superiores o inferiores producen puntos de aspecto más redondeado.

2.9.1.1.3.1.5. Retículas de punto elíptico

Esta clase de retícula produce a la vista una sensación como de puntos ligeramente elípticos, cuya sucesión –para retículas con más de 50 % de superficie cubierta– recuerda las perlas ensartadas en el hilo de collar. Con su utilización, se alcanzan más delicadas transiciones luz-sombra que con la forma cuadrada; estas transiciones, con retículas más cerradas que 50 %, tienen la dirección de las dos diagonales. Se usan para retratos, representación de porcelanas y efectos artísticos importantes.

2.9.1.2. Valores de tonalidad de los puntos de retícula

2.9.1.2.1. Valor de tonalidad

Entendemos por *valor de tonalidad* la proporción de tamaño de la superficie de un punto por retícula impreso, y la superficie posible en caso de recubrimiento del 100 %.

Mientras que en el offset el recubrimiento puede ir del 95 % hasta el 5 %, la serigrafía generalmente se ha de conformar con una gama de valores de tonalidad desde aproximadamente 85 % a 15 %.

Para un punto que imprima perfectamente a la luz de aproximadamente 15 %, la tinta de impresión debe mantenerse relativamente fluida para mantener abierto el punto en el tamiz. Esto, a su vez, da lugar a dificultades en el fondo:

allí, el punto de 85 % tiende a emborronarse si la tinta es demasiado fluida. En cambio, si para el fondo la tinta se ha elegido algo más viscosa, entonces el punto agudo se seca demasiado rápido en el tamiz.

Cuanto más fina sea la trama, tanto mayores son las dificultades que aparecen en serigrafía. Así, se manifiestan también los límites actuales de la serigrafía de tramas si se quiere efectuar a escala comercial. La serigrafía no trata de sustituir al procedimiento offset, si no de complementarlo.

Para tramas finas, por ejemplo de 40 puntos por cm., se desea una graduación más plana que el offset; en cambio, para tramas bastas se trabaja en serigrafía más bien con la misma graduación que en offset. Sin embargo, resulta problemático tratar de conseguir por una parte una impresión de alta calidad, con trama muy fina, y al mismo tiempo imponer al especialista en reprografía unos límites demasiado estrechos en la graduación.

Es discutible si no se lograría un mejor resultado, si la finura de trama se adaptase a las posibilidades de la serigrafía y se eligiese un volumen de valores de tonalidad algo más amplio, aunque no sea tan amplio como el offset.

Una presentación del original ideal debe cumplir:

- 1) El tono más oscuro, generalmente un negro, debe ser inmediatamente detectable sobre los demás tonos oscuros. Teóricamente, el tono más oscuro debe dar una lectura de densidad por reflexión de modo que la densidad máxima pueda ser impresa por el procedimiento en cuestión; por ejemplo, tipografía: 1.6; huecograbado: 1.8; offset: 1.4; serigrafía: 2.0. Estas densidades corresponden a la capa de película de tinta sobre el papel de buena calidad.
- 2) Las áreas blancas deben ser acentuadas para que se destaquen de los tonos claros más próximos; suelen compararse con la reflectancia

total de una plancha de óxido de magnesio, y teóricamente registran 0.05 de densidad óptica. El siguiente tono de claro debe ser, por lo menos, 0.1 más elevado que la máxima luz.

- 3) Los tonos intermedios entre las altas luces y las sombras deben ser pasos diferenciados en número no superior a nueve, de modo que, incluyendo las altas luces y las sombras, la impresión contenga nueve desplazamientos tonales. Cada paso debe representar aproximadamente un aumento de densidad reflejada de 0.25.
- 4) Los originales de tono deben ser siempre mayores que la reproducción –como una vez y media–; si se trata de reproducir varios a la vez, es conveniente que tengan el mismo tamaño.

En la impresión de medios tonos (incluyendo el proceso a cuatro colores) hay dos factores fundamentales que se deben tener muy en cuenta. La reproducción completa del punto más fino y la reproducción exacta de los puntos, todo a lo largo de la gama tonal (desde las zonas claras hasta las zonas oscuras).

Para conseguirlo, se tendrá en cuenta que el original ha de ser de una calidad reproducible (es decir, puntos duros, opacos a la luz); es necesario considerar el tamaño del punto imprimible más fino de la película lith, y luego elegir el método para obtener la mejor pantalla posible.

Para mayor claridad, esto se expresa mediante el porcentaje de las diferentes tonalidades de un original impreso (o del positivo/negativo correspondiente). Por lo tanto, para la reproducción de una imagen fotográfica con vistas al proceso de serigrafía, el positivo de medios tonos puede tener una gama de puntos que va desde el 0 % –totalmente claro o transparente– hasta el 100 % –totalmente oscuro–. Al hablar del contraste de la imagen, esa gama recibe el nombre de *gama de densidades*. Para facilitar el control de calidad durante la impresión, cabe la posibilidad de utilizar una *escala de grises*.

El ojo medio adecuado, juzgará la calidad de la impresión de medios tonos –ya sea en blanco y negro o en color– por su contraste global y por la suavidad del paso de los oscuros a los claros. Por lo tanto, la experiencia dictará la gana de densidades correcta para cada trabajo.

2.9.1.3. Recomendaciones prácticas

Para poder dar una recomendación concreta para un trabajo de impresión determinado, en lo que se refiere al grado de finura de la trama, se deberán tener en cuenta los siguientes factores:

a) **Las dimensiones de la impresión y la distancia normal de contemplación:**

Directrices como ejemplo

Formato	Distancia de contemplación	Puntos de trama por cm	Finura del tejido en hilos por cm
Inferior a DIN A4	0.5 m.	36-48	NYTAL 180S-200S ESTAL MONO 150T-180T
DIN A4	aprox. 0.5 m.	24-36	ESTAL MONO 140T-180T
DIN A3	1-0.5 m.	18-24	ESTAL MONO 120T-150T
DIN A2	3-1 m.	15-20	ESTAL MONO 120HD-140T
DIN A1	5-2 m.	12-18	ESTAL MONO 110HD-140T
DIN A0	10-3 m.	12-15	ESTAL MONO 90T-110HD
Superior a DIN A0	20-3 m.	42	ESTAL MONO 77T-110HD
Tejido ideal para tramas finas			ESTAL MONO 165M GOLDORANGE

b) **Constitución del material que se va a imprimir:** adaptación de la finura de trama a la estructura superficial del material a imprimir.

c) **Efecto de impresión deseado:** los colores vivos o intensos exigen una trama relativamente más gruesa que los tonos pastel. Cuanto más gruesa sea la trama, tanto más rica en contrastes puede resultar la impresión. Cuanto más fina o suave haya de ser la imagen, la trama se deberá elegir tanto más fina.

Desde el punto de vista comercial, se recomienda a un taller de serigrafía que se limite a tres finuras de tramas distintas, con el fin de ir adquiriendo experiencia en ellas.

La serigrafía artística puede ir más lejos en la finura de trama que la serigrafía puramente comercial, como por ejemplo para fines publicitarios.

2.9.1.3.1. Anclaje de la plantilla sobre el tejido

Los detalles más pequeños deben tener la oportunidad de adherirse sobre el tejido. Son especialmente críticas las partes de tinta que tengan el máximo grado de recubrimiento, es decir, donde es necesario anclar sobre el tejido los puntos más pequeños de la emulsión (los puntos más pequeños no deben estar adheridos sobre un solo hilo, o incluso caer a través del hueco de la malla).

En rigor sería necesario medir con el microscopio el diámetro de los orificios de punto de trama más pequeños de la diapositiva, para elegir una gasa que tenga la finura correcta.

En el ejemplo anterior, el tejido es cuatro veces más fino que el número de retícula. Como puede verse, esta finura no es suficiente para un recubrimiento de 94 %, que, por cierto, apenas se utiliza en serigrafía. Escasamente es suficiente para un recubrimiento del 87 %.

La proporción de una superficie impresa de puntos de trama respecto al recubrimiento 100 %, se denomina también *valor de tonalidad*.

2.9.1.3.2. Puntos de trama pequeños

En el caso de recubrimiento porcentual escaso, la pasta de tinta debe penetrar a través del orificio puntual más pequeño, sin que lo impidan los hilos del tejido o el grueso de la plantilla, con relación al orificio puntual. También en este aspecto es más favorable en un tejido relativamente fino que en otro con hilos gruesos. Además, un recubrimiento del 13 ó 15 % constituye el límite inferior.

2.9.1.3.3. Extensión de la tinta en profundidad

La serigrafía es un procedimiento de impresión o penetración, y no un procedimiento por transferencia como el offset. El tejido portador de la plantilla de serigrafía da lugar a una aplicación de tinta más gruesa que la placa del offset. Ésta es precisamente la característica y fuerza de la serigrafía, la aplicación de la tinta densa y eficaz.

En cambio, en la impresión de tramas y retículas, es necesario mantener la aplicación de tinta relativamente fina, porque cuanto más fina es la trama y mayor el grado de recubrimiento, tanto más difícil es impedir que las tintas se extiendan completamente en las zonas de imagen, casi cubiertas, en los fondos.

Cuanto más fino y delgado sea el tejido, tanto menor es la aplicación de tinta, y tanto más adecuado resulta por ello ese tejido para tramas finas.

2.9.1.3.4. Viscosidad de tinta

Puede verse que es preciso ir a un compromiso al graduar la viscosidad de la tinta, con el fin de evitar por una parte que en los fondos se corra la tinta, y por

otra, permitir que se impriman los puntos pequeños en las partes claras de la imagen.

Conviene recordar que la impresión o estampación de retícula es comparable con la impresión por *raport* (registro perfecto) y, por consiguiente, requiere marcos de metal estables. Ésta es una de las condiciones previas que es indispensable cumplir.

2.9.1.4. La exposición en la preparación de pantallas

En serigrafía, es imprescindible una preparación cuidadosa de las plantillas, para conseguir una reproducción correcta de los detalles, en especial en lo referente a la reproducción de retículas de smitonos. Debe prestarse suma atención a la exposición. Los rayos inferiores dan lugar a deformaciones de los puntos, y por lo tanto a desplazamientos en los valores de tonalidad.

2.9.1.4.1. Radiación inferior

Las causas principales son:

- luz superficial en vez de luz puntual
- distancia demasiado pequeña entre luz y bastidor de copiado (marco de vacío)
- mal contacto entre diapositiva y película o tejido
- diapositiva gris
- exceso de exposición.

2.9.1.4.2. Tejidos de color

En la preparación de pantallas directas y directas-indirectas, se puede atajar el exceso de exposición y la radiación inferior mediante la utilización de un tejido de color, por ejemplo *Estal Mono* y *Nital Goldorange* (Naranja-Oro).

Estos tejidos exigen una exposición más larga y más intensa que los tejidos blancos. Pero gracias a esto, también resulta mayor el margen de exposición. Es aconsejable determinar por medio de un ensayo con exposición escalonada, el tiempo de exposición óptimo para cada combinación de fuente de luz y emulsión fotográfica.

Los mejores tejidos teñidos no constituyen un remedio universal para una instalación deficiente o un trabajo deficiente de copiado.

2.9.1.4.3. Dosificación de la luz

La exposición óptima se consigue de forma más racional utilizando un aparato dosificador de luz, que se fija al bastidor de copiado. Si falta este aparato, por lo menos no se debe andar cambiando constantemente la distancia de exposición, para evitar al personal complicaciones matemáticas innecesarias. (53)

2.9.1.5. Incidencia del muaré en la impresión de semitonos

Con frecuencia, se produce el muaré en casos en que se podría haber evitado mediante la correcta elección de la pantalla o el correcto procesamiento de la misma.

En todas las formas de impresión de medios tonos, el perfil superficial de la pantalla es de la mayor importancia para la reproducción de imágenes con precisión. Si la superficie de la pantalla no es totalmente plana, no se puede conseguir el contacto íntimo entre el soporte y la cara inferior de la pantalla, y la tinta fluirá más allá de los límites del borde de la pantalla. En el caso de la

⁵³ Las informaciones que aparecen en los apartados sobre: La retícula en serigrafía, clases de retículas, finura de la retícula y del tejido y valores de tonalidad de los puntos de la retícula, han sido elaborados a partir del trabajo de SCHWEIZ, S. (1987), "Reticula en serigrafía", *En Serigrafía*, 2: 5-9.



impresión de medios tonos, ello dará lugar a que un punto pierda su forma y tamaño original, lo que afectará en algún grado al contraste de la imagen impresa, y acarreará, además, una gran posibilidad de aparición del muaré. En los sistemas de película indirecta y directa (capilar), la forma de los puntos se mantiene generalmente bajo control, pues la hoja de soporte de poliéster hace que la superficie de la pantalla siga siendo plana y uniforme. En los sistemas de emulsión directa, es necesario seleccionar en primer lugar el tipo correcto de emulsión; las hay que no son adecuadas para la impresión de tolerancia estrecha. Una vez seleccionado el tipo de emulsión correcto, se debe prestar especial atención, al aplicarla al cuadro como revestimiento. Se puede obtener un perfil de la pantalla óptimo usando una técnica de *multirevestimiento* con secados intermedios.

NOTA: Al hacer impresiones de medios tonos a partir de una pantalla indirecta, no hay que olvidar que la película de la pantalla ha de ser expuesta a través de la hoja de soporte transparente, y que se producirá una ganancia y pérdida de puntos en las zonas oscuras y claras respectivamente. El empleo de una fuente *multipunto* amplifica el problema. Por lo tanto, la mejor solución para mantener bajo control el cambio de puntos, consiste en utilizar una buena fuente puntual y el tiempo de exposición correcto.

2.9.1.5.1. Óptima tensión del tensado del tejido

Las conocidas prescripciones, referentes al tensado del tejido, merecen particular atención en la impresión o estampación con retículas. Conviene sin duda recordar, una vez más, los principios fundamentales:

- (1) **Tejido muy tenso e igualado.** Un dispositivo de tensado con accionamiento neumático asegura un mejor cumplimiento de las elevadas exigencias requeridas, y permite obtener un tensado absolutamente uniforme de los cuatro tamices necesarios para dibujos de cuatro colores. (Control de la presión por medio de un manómetro).

- (2) **Tensado rectilíneo de los hilos.** Es sabido que esta exigencia sólo se puede cumplir parcialmente. Las pantallas presentan, en general, ángulos irregulares; este inconveniente sólo puede evitarse empleando un bastidor o marco de formato capaz de asegurar una distancia mínima de 15 cm. entre la arista exterior del dibujo y la arista interior del marco. La distancia en el sentido de impresión es dada por el mecanismo de accionamiento de la rasqueta. Si la reproducción de retícula se realiza sobre una pantalla demasiado pequeña, una parte del dibujo puede situarse en la parte no homogénea de la pantalla, de hilos no rectilíneos. Esta falta de uniformidad puede causar un efecto parcial de muaré. Utilizando un marco más grande, los bordes de la copia reposan sobre la parte central de la pantalla perfectamente tensa, donde no se produce el efecto de muaré.

2.9.1.5.2. Influencia del tipo de tinta en la reproducción de los puntos

En la impresión con un tipo de tinta de secado por radiación ultravioleta, es posible imprimir el punto de medio tono más fino, siempre y cuando la malla no plantee ningún problema. Esto es así porque la tinta no se seca en la pantalla, y por ello reproduce el punto en su forma integral. Al imprimir con tinta UV, se debe tener mucho cuidado de no inundar la pantalla, porque ello produciría el secado de los puntos en las zonas oscuras y acarrearía la consiguiente pérdida de detalle. Las tintas de base disolvente, por el contrario, suelen secarse en el cuadro durante la pasada de impresión, debido a la rápida evaporación del disolvente. Aunque algunas tintas ofrecen mayor estabilidad del cuadro que otras, este problema alterará la forma del punto en la imagen impresa (especialmente en las zonas claras).

2.9.1.6. Ángulos correctos para la impresión de medios tonos

Una vez tenidos en cuenta la densidad del tejido, el perfil de la pantalla y el tipo de pantalla correctos, hay un cuarto elemento que ayuda también a evitar el muaré; el ángulo correcto de la línea de puntos con respecto a la dirección de los hilos del tejido. Hay, como mínimo, dos ángulos que no son favorables para la reproducción de medios tonos: el ángulo de 90°, pues la cadena de puntos corre en paralelo a los hilos, y el de 45°, pues la forma de los puntos es muy similar a la abertura de la malla.

En el caso de la impresión de medios tonos de un solo color, se recomienda elegir ángulos de 15 a 35° con respecto a la dirección de los hilos.

2.9.1.6.1. Ángulos recomendados para la impresión de dibujos de líneas finas

La colocación correcta de las líneas con respecto al hilo, ha de ser tal que sea visible una composición en ángulo clara, de forma que las líneas atraviesen varios hilos de tejido. En la práctica, se ha comprobado que las mejores posiciones son las comprendidas entre 15 y 22°; en trabajos muy críticos, se recomienda evitar que la raqueta, los hilos y el dibujo sean paralelos. Incluso si el dibujo está puesto en ángulo en el tejido, es aconsejable modificar ligeramente el ángulo lateral de la raqueta en la prensa de impresión, con objeto de subsanar cualquier posible problema de distribución de la tinta durante la impresión.

2.9.1.7. La estructura del tejido

Otra ayuda contra los problemas del muaré y de la definición de la imagen impresa, la proporciona la estructura del tejido. Hasta hace muy poco tiempo, todos los tejidos por encima de 110 (280) eran ligamentos sarga (un hilo por encima de dos). Hoy en día, los avances de la tecnología del tisaje han permitido tejer hasta 150 (390) hilos en ligamento tafetán (un hilo por encima de otro).

Teniendo en cuenta que en el proceso de serigrafía la tinta tiene que fluir tanto horizontalmente como verticalmente a fin de llegar al borde de la pantalla, es importante conseguir que no haya ninguna barrera, formada por la superficie de la malla, que pueda obstruir el paso de la tinta.

Si se observa el área de contacto superficial de un ligamento sarga durante la impresión, se puede ver que es mayor que el del ligamento tafetán, que sólo hace contacto en las crestas de los cruces de los hilos.

Esta situación es incluso más favorable en el caso de la impresión de líneas finas. De todas formas, las ventajas de este efecto están más acentuadas cuando se usan películas de pantallas fotográficas, este último sistema ofrece mejores propiedades de salto que las aberturas de malla.

La reproducción óptima de la imagen se deriva del cumplimiento de las siguientes condiciones:

- 1) La impresión sólo puede ser tan buena como el original, o peor.
- 2) El tejido elegido debe tener el número suficiente de hilos para soportar los detalles más finos.
- 3) En las condiciones prevalentes, es imperativo que el perfil superficial sea totalmente uniforme, a fin de que haga un contacto íntimo con la superficie del material a imprimir.
- 4) Se debe usar el tipo correcto de fuente de luz (fuente puntual y/o salida espectral correcta); y cuando se utilicen los métodos directos y

de películas directas se debe usar un tejido de color, a fin de reducir la dispersión de la luz durante la exposición de la pantalla. ⁽⁵⁴⁾

2.9.1.8. La elección correcta del tejido y su densidad

En la mayoría de los casos, la impresión de tolerancia estrecha está claramente asociada con la estabilidad dimensional. Por lo tanto, la elección del tejido más apropiado queda reducida a la gama de tejidos de poliéster monofilamento, porque es la menos afectada por las condiciones climáticas y por la amplia gama de densidades de tejido disponible y sus mejores propiedades de paso de la tinta.

Para decidir cuál es la densidad de tejido correcta, es preciso tener en cuenta varios parámetros de igual importancia:

- el sistema de tinta
- el material a imprimir
- el diseño original o imagen que hay que reproducir.

2.9.1.9. Compatibilidad de la densidad del tejido con el original a reproducir

La búsqueda de la densidad de tejido correcta, constituye un ejercicio de sentido común; consiste en tender la película litográfica en la superficie del cuadro y, con la ayuda de un microscopio (30x), comprobar que hay suficientes hilos para soportar el detalle más fino. Al hacer esta estimación, se debe tener en cuenta que la línea del positivo original representa a la abertura de la pantalla, y si ésta corresponde a un hilo del mismo tamaño, no será posible el paso de la tinta. En la actualidad, la densidad del tejido más fina tiene un diámetro de hilo de 31

⁵⁴ PEYSKENS, A. (1991), *The technical fundamentals of Screen Making*, Editorial Saati, Como, Italia.

micras con abertura de la malla de 17 micras –en el caso de las mallas semicalandradas– y 23 micras –caso de tejidos no calandrados.

También es necesaria una relación entre la trama y la abertura de la malla. La lineatura del tejido tiene que ser inferior a la lineatura de la trama del fotolito. La angulación de la trama debe estar en relación con la angulación del tejido. La lineatura de la trama son las líneas que dicha trama tiene por pulgada o por cm. La lineatura de la tela son los hilos que dicha tela tiene por cm.

Para obtener los mejores resultados, es recomendable que la anchura de la línea imprimible más delgada, para una densidad del tejido concreta, sea igual a la suma de la abertura de la malla, el diámetro del hilo y al margen del 5 al 7 %, en previsión del ligero hinchamiento de las hebras durante la fabricación de los tejidos.

La línea más delgada que se puede imprimir sin problemas con este tejido no debe medir menos de 58 micras de anchura. Si por razones técnicas, es necesario que el tejido sea más basto –como en algunas aplicaciones de producción de placas de circuito impreso– cabe la posibilidad de poner el tejido en ángulo o poner la película litográfica en ángulo con relación al tejido.

2.9.1.10. La influencia del diámetro del hilo

Una vez elegida la densidad de hilo correcta, falta por tomar una decisión final, que es el diámetro del hilo.

Los fabricantes de tejidos ofrecen por lo menos dos diámetros de hilo posibles para cada una de las densidades de tejido más usadas.

Para tomar la decisión correcta, es preciso tener en cuenta dos consideraciones:

- la resistencia física del tejido

- la reproducción del original.

Está claro que el tejido de una densidad dada, con un diámetro de hilo grueso, es más fuerte que el mismo tejido con un hilo más delgado. Para tiradas de impresión grandes, se necesita la impresión en soporte con bordes agudos, la impresión con tintas mecánicamente agresivas; y la impresión con tintas que necesitan productos químicos fuertes para su limpieza, justifican el uso de un diámetro del hilo mayor.

Por el contrario, allá donde el porcentaje del área abierta sea importante para conseguir una buena reproducción de la imagen, se debe optar por un tejido de menor diámetro. Para una densidad de malla dada, cuanto mayor es el diámetro del hilo, más grueso será el tejido, pero el área abierta será menor.

La elección del tejido ha de estar en función del tema a imprimir.

Según la capa de color que se pretende, la malla y la capa de emulsión han de ser más o menos gruesas.

2.9.2. LA IMPRESIÓN POLÍCROMA: TINTAS PLANAS Y SEMITONOS

Los originales empleados para impresiones polícromas pueden ser diversos: fotografías, diapositivas, originales, etc. Se caracterizan generalmente por variaciones continuas, tanto de tono como de color. Las variaciones de tono se consiguen del modo descrito para la impresión monocroma, es decir, con un procedimiento tramado ⁽⁵⁵⁾.

⁵⁵ Los apartados sobre la impresión tramada han sido elaborados a partir de textos de CAPETTI, F., (1975), *Técnicas de impresión*, Ed. Don Bosco, Barcelona, pág. 87.

2.9.2.1. El color

Según la forma de trabajar de una máquina de imprimir, se puede transmitir al soporte tinta de un determinado color y de una determinada tonalidad o tono.

Si el original es monocromo, o sea, todo del mismo color –del griego *μονοσ* = uno; *χρωμα, ιος* = color– de una sola forma y de una sola pasada por la máquina puede obtenerse el soporte –papel– un impreso que reproduce el original.

Si el original es policromo, es decir, compuesto por muchos colores –del griego *πολυς-πολλη-πολος* = mucho; *χρωμα, ιος* = color– se necesitan más formas y más pasadas del soporte por la máquina para obtener el impreso.

Un mismo color puede tener en el original tonos siempre iguales, o también tonos diferentes con modulaciones graduales o continuas. Para una mayor comprensión, hacemos las siguientes consideraciones sobre el color y el tono:

Color y tono: Las impresiones cromáticas que recibe el ojo de las distintas zonas del original, dependen de la clase y de la intensidad de las radiaciones luminosas reflejadas –si es opaco– o transmitidas –si es transparente–.

La luz solar –o blanca– es policromática, pues está compuesta de múltiples radiaciones, de tipo ondulatorio y naturaleza electromagnética, caracterizadas por distintas longitudes de onda. Globalmente, la luz solar aparece blanca, pero dividida en las radiaciones que la componen, da lugar a los colores del arco iris.

El color se determina por la clase de radiaciones reflejadas o transmitidas.

El tono se determina por la intensidad de las radiaciones reflejadas o transmitidas.

Un cuerpo aparece coloreado en cuanto refleja, o transmite, las radiaciones de longitud de onda que corresponden a un determinado color, mientras absorbe radiaciones de longitud de onda distinta.

Un cuerpo aparece coloreado más o menos intensamente, según la intensidad de las radiaciones reflejadas o transmitidas. Esta intensidad define lo que, en lenguaje gráfico, se llama tono.

La gama de colores es tan amplia como la longitud de onda de las radiaciones visibles, llamadas precisamente luminosas. Sin embargo, hay tres colores pigmentarios básicos denominados así por su propiedad de dar origen, al combinarse en distintas proporciones, a todos los demás colores.

Son el amarillo, el rojo y el azul, o, mejor, las clases de amarillo, rojo y azul, que en el lenguaje gráfico se indican como amarillo, magenta y cyan respectivamente.

Cada uno de estos tres colores primarios, es complementario de los otros dos, porque añadido a ellos –como suma de radiaciones, o como suele decirse, por síntesis aditiva– da la luz blanca.

Cuando un cuerpo absorbe todas las radiaciones luminosas, aparece como negro. También el negro, como los demás colores, puede obtenerse como una suma de absorciones –o como suele decirse, por síntesis sustractiva– de una mezcla de amarillo, magenta y cyan; pero para simplificar los procesos de impresión, se usa como cuarto color básico. Por lo tanto, de ordinario, se pueden obtener impresos que reproduzcan un original policromo preparando cuatro formas, una para cada una de los cuatro colores básicos y efectuando cuatro pasadas del soporte por la máquina de

imprimir, empleando para cada forma tinta del color correspondiente. Estos impresos se denominan cuatricomías.

Las variaciones de tono de un determinado color se deben, esencialmente, al espesor de la capa coloreada afectada por la luz incidente y por la reflexión del soporte sobre el que se aplica la capa coloreada; todas las radiaciones de distinto color son absorbidas, mientras que de las radiaciones del mismo color, unas son reflejadas inmediatamente, y otras que atraviesan primero la capa coloreada, son reflejadas después por la superficie del soporte, y, volviendo a atravesar la capa coloreada, impresionan finalmente el ojo sumándose a las reflejadas inmediatamente.

Los tonos serán más claros si la capa coloreada es más delgada y la superficie del soporte es más reflectante. Los tonos serán más oscuros en los casos opuestos.

2.9.2.2. El bitono tricomía y cuatricomía. La selección de color

El objetivo es conseguir dos películas de semitonos a partir del mismo original, para así lograr, en la impresión, una gama tonal mayor que la que se consigue con un sólo fotolito; para que la gama tonal sea mayor, las películas son completamente distintas en sus valores tonales: en una, conseguimos los tonos medios y gama de grises; en la segunda, buscamos las luces altas y bajas.

El *bitono de color* es la impresión con dos colores.

La *tricomía* es la impresión obtenida en tres colores.

La *cuatricomía* es la impresión obtenida con los tres colores básicos (Cyan, Magenta, Amarillo) más el negro; una vez ordenados y superpuestos, permiten la reproducción a todo color.

Los efectos cromáticos se obtienen preparando tantas formas como colores básicos existen (amarillo, cyan, magenta, negro), dado que todos los demás colores son combinación en proporciones adecuadas de los mismos.

Las formas de los cuatro colores básicos se obtienen seleccionando del original el contenido de amarillo, magenta, cyan y negro, e impresionando por separado cuatro películas. La separación de los colores se realiza fotografiando el original a través de filtros convenientemente coloreados, para eliminar los demás colores del original y aislar el color que se desea obtener en la película.

Para separar el amarillo, por ejemplo, se usa un filtro violeta –color complementario del amarillo– que, al ser una combinación de los colores pigmento magenta y cyan, deja pasar estos colores y bloquea la luz amarilla. Por lo tanto, en la película negativa, las zonas que corresponden al amarillo no quedan impresionadas, mientras que en el positivo, éstas mismas aparecerán negras y por ello impresas. Del mismo modo, para el magenta se usará un filtro verde –color complementario del magenta– siendo el verde una combinación de los colores pigmento amarillo y azul. Para el azul, se empleará un filtro anaranjado –combinación de los colores pigmento magenta y amarillo–. Para fotografiar el negro, se usa un filtro especial capaz de eliminar el amarillo, el rojo y el azul.

El tramado puede efectuarse en una sola operación con la máquina fotográfica usada para la separación de colores, o también en dos operaciones sucesivas; en este caso, los negativos de tono variable se traman sucesivamente.

2.9.2.2.1. Angulación de las tramas

La reprotécnica evita el efecto muaré entre las filas de la trama de las distintas selecciones de color mediante ángulos adecuados; para el color dominante en una determinada imagen, se sitúan las filas de trama en un ángulo de 45° respecto al eje de la imagen en los procedimientos de impresión clásica a causa del efecto óptico óptimo. Los demás tonos de color se van situando formando nuevos ángulos de 30°, y el cuarto color, que suele ser el amarillo, con

15°. El muaré que se forma mediante estos ángulos de 15° apenas es visible, si no se trata de un color muy aparente.

El amarillo también podría estar situado sobre el eje 0°, quedando entonces entre magenta y cyan (en lugar de entre magenta y negro), formando un ángulo de 15° con cada uno.

Es importante que los colores intensos como el negro, cyan y magenta se mantengan siempre separados entre sí a un ángulo de 30°.

Si dominan los colores amarillo y magenta –por ejemplo para retratos y tonos de piel– se recomienda separar estos dos 45° entre sí.

Ejemplo:	Amarillo	0°
	Cyan	15°
	Magenta	45°
	Negro	75°

En cambio, si dominan los tonos de color verde, entonces los que deben separarse entre sí 45° son el amarillo y el cyan.

Ejemplo:	Amarillo	0°
	Negro	15°
	Cyan	45°
	Magenta	75°

2.9.2.2.2. Plantillas serigráficas para impresión multicolor

En serigrafía puede formarse un efecto muaré adicional por un ángulo inadecuado entre las líneas de la trama de una determinada selección de color y el tejido de serigrafía. Este efecto se manifiesta más en impresiones monocolor, mientras que en la impresión multicolor suele quedar recubierto. También se

manifiesta con más intensidad, cuando es mayor el porcentaje de recubrimiento en la selección de color.

Puede evitarse en su totalidad o en parte por diversos procedimientos:

- 1) Mediante la clase de pantalla: una pantalla directa, anula el efecto de muaré, porque en este caso es menos destacada la influencia del tejido.
- 2) Mediante la finura del tejido:
 - a) Cuanto más fino sea el tejido en relación con la finura de trama, tanto menos visible será el efecto muaré.
 - b) Estando tensado el tejido, éste no debe tener por casualidad un número entero o medio exacto más fino que la trama; más vale 4.2 veces más fino que 4.0 ó 4.5 veces. Por este motivo no es aconsejable elegir, por ejemplo, un tejido de 100 para una trama de 24, porque en estado tensado podría tener 96 hilos, siendo entonces exactamente cuatro veces más fino. Cada cuarto hilo se cruzaría de la misma manera con un punto de trama, con lo cual se incrementaría el peligro de formación de muaré.
- 3) Mediante la posición angular:
 - a) la posición angular del tejido sobre el bastidor de serigrafía: un número de grados ideal, universal, queda entre 4 y 9; si las filas de trama de las selecciones de color se orientan de acuerdo con los ejes de imagen vertical y horizontal en la forma indicada en los ejemplos anteriores.

La posición angular del tejido formado por ejemplo 7°, presenta, además, la gran ventaja de que al producirse una tirada con bandas, se sabe inmediatamente con seguridad, si la causa está

en el tejido o en una rasqueta mal afilada. (Se recomienda recortar primero el tejido mediante una plantilla de cartón que tenga el ángulo deseado, y colocar entonces en el aparato tensor). Al servicio de tensado se le puede pedir que efectúe un tensado formando un ángulo determinado.

Un servicio de tensado bien equipado, también está en condiciones de tensar el tejido con los hilos rectos, lo cual es muy importante para evitar el muaré.

b) La posición angular del eje de la imagen, y el ángulo que desde ahí resulta para el tejido a imprimir sobre la mesa de impresión, no son posibles en una instalación automática.

c) Queda todavía el ángulo de la trama de todo el juego de selección de color con relación al eje de la imagen. (En consecuencia, no es suficiente que las selecciones de color formen ángulos correctos entre sí).

4) Mediante la clase de tramas:

a) Las tramas de círculos solamente son adecuadas para impresión monocolor, de acuerdo con la técnica actual. Con esta clase de trama, existe poco riesgo de muaré. Para una trama de línea se da una posición angular al tejido.

b) La trama como punto elíptico –trama de collar de perlas– puede reducir, a veces, el efecto muaré; pero no es éste el motivo por el cual se elige, si no para atenuar los saltos de valor de tonalidad.

2.9.2.3. Recomendaciones diversas

- 1) Para una impresión de cuatro colores, deben utilizarse cuatro bastidores mecánicos robustos y de iguales dimensiones. Todos los bastidores se recubren con el mismo tejido, por ejemplo, para una trama de collar de perlas de 22 puntos por cm.; para tramas finas, un tejido nuevo; para copia directa, Naranja-Oro.

Colocación tensa con hilos rectos: si fuere posible, los hilos han de formar un ángulo de 7° respecto al bastidor de impresión.

Los cuatro bastidores estarán con idéntica tensión del tejido.

- 2) Una rasqueta de impresión perfectamente afilada influye en la calidad de la impresión. La dureza de la rasqueta debe ser aproximadamente 70° shore. El ángulo de la rasqueta de impresión debe ajustarse a 75° . Si la rasqueta se lleva demasiado plana, tiende a emborronar; pero una rasqueta demasiado pendiente aumenta el riesgo de distorsión del tejido.
- 3) La rasqueta previa no debe ajustarse demasiado baja. Al retroceder debe quedar sólo una película de tinta delgada. Si la rasqueta previa está ajustada demasiado baja, llena la plantilla con demasiada tinta; como consecuencia, la impresión resulta emborronada.
- 4) Las tramas se imprimen con tinta ajustada lo más corta posible.
- 5) Los primeros intentos de presión de trama deben hacerse con trama basta.
- 6) Los tejidos más finos exigen una pigmentación de color relativamente intensa.

2.9.2.4. Sensitometría y densitometría

El fin de la fotorreproducción gráfica, es producir, por métodos fotográficos, una copia impresa que sea una reproducción fiel del original, en la medida que permiten los materiales empleados. Una reproducción perfecta puede definirse como aquélla que contiene tonos y colores con la misma relación proporcional que en el original.

Dejando aparte las limitaciones del proceso fotográfico y de los principales procedimientos de impresión, el éxito inicial de cualquier proceso de reproducción, se basa enteramente en reproducir las imágenes fotográficas exactas de sus tonos y valores cromáticos, al exponer y revelar la imagen. Las condiciones específicas que determinen esta relación entre exposición y ennegrecimiento de la imagen, constituyen el objeto de la sensitometría. La importancia de conocer el alcance de la sensitometría está en que la acción de la luz puede ser medida, y por lo tanto puede predecirse su efecto.

La mejor manera de apreciar la relación mutua entre exposición y ennegrecimiento de la imagen, es tomar una tira de película de tono continuo –una emulsión negativa normal– y someterla a una serie de exposiciones crecientes con una fuente de luz de intensidad constante. Esto puede hacerse doblando el tiempo de exposición cada vez, por ejemplo, 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32 segundos, etc. Después de revelarla adecuadamente, la tira de película aparecerá como una escala de tonalidades fotográficas. ⁽⁵⁶⁾

Una imagen fotográfica, y cualquier posterior modificación de su intervalo tonal, sólo puede ser apreciada de un modo coherente si sabemos los valores de la

⁵⁶ BURDEN, J. W. (1987), *La fotorreproducción en las Artes Gráficas*. Ediciones Don Bosco, Barcelona. pág. 153.

densidad para cada caso. Este conocimiento nos permite trazar curvas tonales, decidir opacidades efectivas y predecir tiempos de exposición y revelado.

Después de exponer y revelar, la cantidad de plata depositada en la capa de emulsión se mide con un densitómetro, instrumento óptico especialmente diseñado para medir opacidades de imágenes fotográficas y obtener respuestas en forma de valores de densidad, es decir, los logaritmos de las opacidades en cuestión.

Nos encontramos con el problema de hallar la densidad de un área determinada de la imagen fotográfica. La manera más fácil de resolverla es por comparación visual con otra imagen de densidad conocida. Para esto, es necesario situar un área junto a la otra. Esto se consigue por medio del cubo de Lummer–Brodhum, formado por dos prismas de cristal; uno de ellos tiene un pequeño círculo plateado en el centro de su cara más larga. Este círculo plateado refleja la imagen de densidad conocida.

Si situamos en una posición determinada una escala de densidades conocidas y la vamos desplazando, encontramos la densidad del área de imagen desconocida. Un simple densitómetro visual basado en este principio tendría el esquema.

Esto se puede sustituir por una célula fotoeléctrica que origine una corriente eléctrica proporcional a la intensidad de luz recibida. Esta corriente, en general amplificada, puede servir para accionar un amperímetro marcado en densidades. ⁽⁵⁷⁾

⁵⁷ BURDEN, J. W. (1987), *Op. cit.*, pp. 175-180.

2.10. EXPERIENCIAS EN LA IMPRESIÓN SERIGRÁFICA

2.10.1. CÓMO IMPRIMIR MEDIAS TINTAS SIN TRAMAS

En relación con un artículo ⁽⁵⁸⁾, aparecido en la revista serigráfica del cual es autor un investigador en el campo de la serigrafía (MICHEL CAZA, 1987), me parece interesante para intentar aclarar un poco más la intención de mi tesis. Este proceso, como se ve, es muy complejo, y prácticamente es imposible de llevar a cabo por nadie que no sea su autor. El objetivo de este método es imprimir sin saltos de color –o mejor dicho, sin saltos de intensidad de color– todas las imágenes que se quieran reproducir.

La serigrafía artística es un lenguaje en sí mismo, y como tal, tiene limitaciones y características propias. Con el término *limitaciones*, me refiero a que cada técnica tiene sus características; el aguafuerte, la litografía, la xilografía, la serigrafía, tienen unas características determinadas, y no sustituibles unas por otras. Cada una de estas técnicas *se expresa*, o mejor dicho, *facilita* la expresión de una forma determinada del hacer de cada creador.

Falsear las técnicas, intentando encontrar en ellas formas de expresión que no son las adecuadas, es no tener conciencia clara de lo que es el arte ni las técnicas pictóricas. La reproducción de un objeto en serigrafía, como en cualquier otra técnica de impresión, no tiene porqué tener forzosamente ninguna relación con el arte. Como también se relaciona, con frecuencia, la referencia realista de un cuadro con el arte, cuando tampoco tiene que ser así.

⁵⁸ La lectura del artículo puede verse en el Anexo 2.1

Por lo tanto, la serigrafía en tono continuo, con todas sus complicaciones, no es un elemento fundamental en serigrafía, salvo que la serigrafía esté concebida para ser reproducida de esta forma.

Hay que conocer la técnica serigráfica para saber exactamente qué se puede hacer y qué no se puede hacer en serigrafía; sólo de esta forma se podrá utilizar correctamente.

La serigrafía no es la técnica ideal para reproducir una imagen realista como puede reproducir el offset –técnica que en la actualidad también se utiliza en la expresión artística–, sin embargo, para determinadas formas de expresión es la técnica ideal.

2.10.2. EL MÉTODO DE IMPRESIÓN TRAMADA EN RELIEVE EN LA SERIGRAFÍA

En relación con este apartado, utilizamos textos de Hans D. Voss, quien nos muestra, una vez más, las múltiples posibilidades en la impresión serigráfica, aportando un método para imprimir serigrafía en relieve. ⁽⁵⁹⁾

⁵⁹ El artículo aquí comentado aparece detallado en el Anexo 2.2

2.12. TINTAS SERIGRÁFICAS

El color es uno de los elementos fundamentales en la serigrafía, de ahí que las tintas tengan gran interés. Su elección es muy importante, cada día es más amplia la gama de tintas que se pueden utilizar en serigrafía. Es conveniente conocer lo más posible las tintas que existen en el mercado y sus diversas calidades, no sólo color, si no también opacidad, transparencia, brillantez, etc., para poder aplicar en cada caso la tinta más adecuada.

Un estudio de HANSGEORG KOCH ⁽⁶²⁾ –aunque no está dedicado fundamentalmente a las tintas para la serigrafía artística, si no al estudio de las tintas para las artes gráficas y para la industria– resulta interesante, puesto que también es útil para la serigrafía artística, y, como ya hemos visto, los soportes para la impresión de la serigrafía artística no se limitan al papel, si no que también se utilizan otros soportes: plásticos, madera, tela, etc., por lo que creemos que es interesante conocer estas características.

Los disolventes, como los retardantes, deben tenerse muy en cuenta, puesto que también tienen mucha importancia en relación a las tintas.

En serigrafía éste es un terreno muy complejo: actualmente nos encontramos ante el dilema entre dos grandes posibilidades *sistemas de disolventes* y *sistemas UV* (de polimerización ultravioleta). En los sistemas de disolventes, que aún siguen siendo los más utilizados, existen más de 10 grupos químicos diferentes de tintas, con variantes mates o brillantes. Estas tintas secan primero por evaporación de los disolventes contenidos en ellas, luego por las reacciones de polimerización o de oxidación, ya sea en parrilla simplemente o por paso de las hojas a través de secadores forzados por el aire impulsado caliente, y

⁶² KOCH, H. (1987), "Tinta y calidad", *En Serigrafía*, 2: 11.

en otros casos por infrarrojos. En los sistemas UV, las tintas contienen *fotoiniciadores*, que, por el paso bajo una lámpara UV de mucha intensidad, generan una reacción de polimerización instantáneamente en la mesa –oligómeros– de la tinta que no contiene disolventes. Las ventajas de esta nueva técnica 1976 son innegables por su calidad y seguridad en el trabajo, aprovechamiento del espacio, consumo energético, condiciones sanitarias y ambientales.

En cualquier caso, las tintas serigráficas pueden ser mates o brillantes, opacas o transparentes y, las técnicas sofisticadas de superposición de tintas transparentes, permiten imprimir unas 511 tonalidades con solamente colores impresos.

2.12.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS TINTAS SERIGRÁFICAS

Las tintas utilizadas en serigrafía han evolucionado desde las pinturas empleadas en un principio, antes de que los fabricantes de tinta entrasen en ese campo. Se pueden emplear pinturas o tintas no serigráficas, pero no tiene mucho sentido, salvo que se pretenda un efecto muy concreto, porque entre la amplia gama de productos fabricados especialmente para este proceso de impresión, se encuentran prácticamente todos los tipos y calidades que puedan desearse.

Una tinta serigráfica tiene que cumplir tres condiciones:

- que el pigmento sea suficientemente fino para pasar a través de la malla
- que la tinta no se evapore tan rápidamente y se seque en la pantalla mientras se imprima
- que se adapte a la rasqueta y al estarcido para dar un estampado de buena calidad.

Existen infinidad de tintas para la serigrafía; para la artística se usan fundamentalmente las tintas mates y brillantes, tintas más finas y que permiten más espesor de color, tintas opacas y transparentes.

La gran novedad en la actualidad son las tintas a base de agua. Además de ser baratas, aportan una serie de novedades y ventajas. La más característica es que se puedan disolver con agua y que todos los utensilios, pantallas, rasquetas, espátulas, etc., se pueden lavar con agua. Desde mi punto de vista, es una aportación tan importante como en su día la pintura acrílica a efectos de limpieza de utensilios –y no sólo eso, si no también en relación con el manejo y utilización del material, que permite una movilidad de la materia, una rapidez en el trabajo, un secado rápido, etc.– que no habían permitido hasta su aparición las técnicas anteriores, sobre todo el óleo.

2.12.1.1. Consideraciones generales sobre tintas

Las tintas son el elemento primordial en serigrafía. La tinta es importante a la vez; porque, visualmente, una vez seca, da al impreso realizado en serigrafía su particular aspecto con todas las cualidades de nuestro procedimiento, (mate o brillante, sólida a la luz y a la intemperie, adherente a toda clase de soportes,...); y porque la tinta, y sobre todo su secado, es asimismo la fuente de los mayores problemas que se plantean a la serigrafía.

Recordemos que en esta parte seguimos en la óptica papel–cartón, sobre todo en la serigrafía que denominamos *arte gráfica*. Esto significa que en este capítulo no se hablará de las tintas para materiales plásticos, celulósicos, vinílicos, acrílicos y otras que, a priori, no queremos tocar. Pero lo que antes era cierto –hace ahora más de dos décadas, cuando escribí el primer esbozo de esta obra, en una época en que las tintas para papel eran aún relativamente neutras, de base sintética no mordiente, diluibles sobre todo con *White Spirit*– actualmente lo es cada vez menos. Las tintas, al menos en la parte que constituye el vehículo soporte del pigmento, la base, se han hecho cada vez químicamente más complejas con la introducción de varios materiales plásticos (como los estiroles) en las bases gliceroftálicas; así como diluyentes mordientes, como el butilglicol o el ciclohexanol. Así, se acaba por no poder delimitar muy bien cuáles son tintas para papel o para materiales plásticos.

El problema se ha complicado aún más desde la aparición de los nuevos *sistemas*, en donde los disolventes se han reemplazado total o parcialmente por agua, o incluso han desaparecido, como en el caso de los sistemas UV. Éstos, aunque necesitan un sistema de polimerización especial —el reactor UV— y ligeras modificaciones de la tecnología serigráfica de base, están adquiriendo cada vez más importancia en nuestra técnica de impresión.

La elección de una tinta es, pues, primordial, y debe hacerse naturalmente en función del destino y de la clase de impreso, su aspecto, etc.; aunque evidentemente se debe elegir en función del tejido, tipo de clisado o cobertura en la superficie, cobertura en opacidad, soporte elegido,..., o viceversa.

En el mercado mundial de la serigrafía existen decenas de marcas de tintas diferentes. Casi todas ellas fabrican y comercializan clases de tintas químicamente diferentes, destinadas a usos y efectos distintos; no es nuestra intención especificar qué determinada marca es mejor, y, de todos modos, ninguna marca suministra tintas perfectas para todos los campos de aplicación. Corresponde al serígrafo hacer su elección en función de los problemas anteriormente enunciados y las cuestiones de costos o servicios prestados (rapidez de entrega, colores matizados, estudio de problemas específicos, consejos técnicos).

Trataremos de recordar las características generales de los grandes grupos químicos de tintas, y el lector experimentado hará la *prueba de fuego*, aunque en algunos casos las explicaciones dadas no coincidan totalmente con las fichas técnicas (actualmente, al fin bastante bien detalladas) de los fabricantes. Pero antes, vamos a tratar de definir la física y la química general de las tintas y disolventes destinados a la serigrafía.

Los dos factores que en realidad le interesan al serígrafo en lo que concierne a las tintas, son esencialmente el resultado final sobre el impreso —problema más bien químico— y el comportamiento de la tinta en el transcurso de

la impresión –problema que, sobre todo, tiene relación con la física de los fluidos–.

Hablemos primero de física, lo que nos interesa es la reología de las tintas. La *reología* es la física de la viscosidad, de la plasticidad, de la expansión y elasticidad de la materia. Estas propiedades a menudo son consecuencia de otras:

- 1) La viscosidad, consiste en el desplazamiento irreversible de moléculas unas con relación a a otras; pero es también la resistencia a la expansión, que es inversamente proporcional a la denominada viscosidad, cuando el fluido está sometido a una fuerza (la de la gravedad, sobre la tinta en la pantalla y en la rasqueta).
- 2) La plasticidad, comparable en imprenta a la consistencia, es un elemento que para nosotros tiene una apreciación muy subjetiva: la resistencia de la tinta a las manipulaciones. Decimos que una tinta es fluida, espesa, compacta, líquida, que es como mantequilla, que flota, etc.
- 3) La expansión, variable según la viscosidad está muy ligada al tixotropismo, del que hablaremos a propósito de las tintas para la impresión tramada: cada partícula está rodeada de un cortejo de moléculas de la fase continua llamada *capa de solvatación*, y, en algunos casos, de una atmósfera iónica. Esta capa transmite a distancia, punto por punto, las acciones mecánicas. En reposo, en acción atractiva, la construcción molecular se denomina *castillo de naipes*, la dispersión es comparable a un gel, dicha estructura se destruye con la agitación, que produce una progresiva fluidificación.
- 4) La elasticidad sólo nos interesa en lo que se refiere al producto *acabado*, la tinta seca. Ésta, consiste en una modificación suave,

reversible, pero no uniforme, de distancias interatómicas; las tintas para calcomanías, o para soporte plástico, por ejemplo, deben presentar una cierta elasticidad una vez secas.

Desgraciadamente, en lo que respecta a los elementos antes citados, aparte de lo que cada uno puede aprender por su natural instinto, y las indicaciones de los fabricantes, sólo la experiencia y los sucesivos intentos proporcionan la información necesaria.

Los otros factores importantes, químicos o físicos, que tratan del nivel del poder recubridor en superficie de la tinta, del espesor de la capa, de la sujeción al soporte, de la resistencia a la luz y a la intemperie, del secado en la malla de la pantalla, de los disolventes, su papel y su secado en el soporte, los vamos a examinar más a fondo en otra cuestión.

Aunque el poder cubriente y espesor de la capa depositada, dependen en gran parte de las clases de tinta y de sus especificaciones básicas (dadas por los fabricantes), dependen también de muchos factores de los que hemos hablado o hablaremos: tejidos, clisado, rasqueta, tiraje, soporte, etc.

La sujeción al soporte depende de la clase de soporte. Respecto al papel y al cartón no hay que fiarse, por ejemplo, de algunos papeles couchés o plastificados, sobre los que algunas clases de tinta se adhieren mal, en estos casos son necesarios los ensayos.

La resistencia a la luz o a la intemperie es uno de los factores que priman a la serigrafía en comparación con otros procedimientos. No se debe desaprovechar esta ventaja de tener en cuenta la resistencia a la luz en las tintas que se utilizan. Hay casos límites en los que todo el mundo sabe —o debería saber— que la resistencia a la luz es muy débil; las tintas fluorescentes, por ejemplo, que sacan la luminiscencia de los UV que las *alimentan* al mismo tiempo, no resistirán más que unas semanas a la luz del día.

Pero todas las tintas presentan en algunos pigmentos debilidades que es bueno conocer. Los fabricantes, en principio, indican este grado de resistencia: el 5 % de UV contenido en la luz solar es el principio responsable de la degradación de los impresos que le son expuestos. El aire húmedo, sobre todo el salino, las distintas poluciones atmosféricas, hacen que algunos colores se pasen, otros pierdan su esplendor, otros se pudran, se descascarillen, se craquelen, se oxiden. Los propios soportes se degradan, los metales se oxidan, el papel amarillea, algunos plásticos modifican su estructura molecular, lo que puede representar, a posteriori, una mala sujeción de la tinta.

Gracias a los tests y mediciones en el laboratorio se ha dispuesto una escala de medidas internacional, llamada *escala Blue Wool* (lana azul), porque se basa en la resistencia de lanas teñidas con diferentes azules más o menos sensibles a los rayos ultravioleta contenidos en la luz solar. La gradación abarca desde 8 –resistencia máxima, decoloración nula– a 1 –ninguna resistencia, decoloración rápida total–. Una tinta fluorescente, por ejemplo, tendrá la notación 3 –moderada– o la 2 –débil–. Todos los fabricantes más preocupados actualmente, ponen en valor numérico la resistencia de sus tintas según esta escala.

En este sentido, a pesar de todo, no hay que fiarse de fenómenos bastante imprevisibles que ocurren a veces con ciertas mezclas de tonos. Por ejemplo, introducir blanco en un color puede hacerle perder uno o dos puntos, o incluso también su combinación con el soporte puede jugar químicamente: un papel alisado (cartel) es ácido, un papel couché es alcalino a causa de los caloides que contiene.

Igualmente, la tendencia al *sangrado* de algunos pigmentos (un color destiñe respecto a su vecino), debe ser indicada por el fabricante.

El secado en la pantalla es quizá un falso problema, en el sentido de que actualmente se considera superado.

La utilización de tejidos sintéticos en vez de seda, el ritmo alto entre tiraje y tiraje total o semiautomático, la introducción de agentes tixotrópicos en las tintas, los aerosoles para destapar las pantallas, y, sobre todo, las minuciosas dosis de diluyentes retardadores hacen que esta antigua *bestia negra* de los serígrafos pueda ser relegada, junto con la seda y los films de papel de recorte al museo de la serigrafía.

2.12.2. DIFERENTES TIPOS DE TINTAS PARA SERIGRAFÍA

2.12.2.1. Tintas mates y satinadas

Son, ante todo, para papel y cartón. Existen en el mercado cantidad de marcas y características, por supuesto, lo importante a señalar son las características para conocer en cada momento qué tinta es la más adecuada para cada trabajo; las tintas serigráficas están fabricadas fundamentalmente para la industria y la publicidad, por lo que el campo de la serigrafía artística, dentro de este panorama, se reduce considerablemente.

La elección de la tinta es primordial para el resultado final de la serigrafía. Para ello, es importante realizar las pruebas necesarias para que no surjan nuevas sorpresas inevitables si no se estudia seriamente el comportamiento de la tinta.

2.12.2.2. Tintas sintéticas mates en relieve

2.12.2.2.1. Características

Apariencia mate y fuerte relieve.

Poder recubridor en superficie relativamente restringido.

Excelente poder cubridor bajo el aspecto de opacidad; se puede imprimir un color claro sobre otro oscuro.

Resistencia bastante débil al frotamiento.

Resistencia bastante débil al plegado y al corte.

Muy buena solidez a la luz.

2.12.2.2.2. Secado

Se secan por combinación de evaporación mas oxidación, o evaporación solamente.

En las mallas de la pantalla es necesario, en ocasiones, añadir un secante.

Si la tirada debe ser interrumpida más de un cuarto de hora debe limpiarse la pantalla.

El diluyente general es el aguarrás –derivado graso del petróleo– aunque en cada caso se recomienda el diluyente específico de la marca.

Se puede utilizar cualquier tipo de malla para la impresión.

Se puede utilizar con cualquier clisé de recorte o con reporte fotodirecto o indirecto.

2.12.2.3. Las tintas anticelulósicas mates

Tienden a sustituir cada vez más a las tintas mates tradicionales.

2.12.2.3.1. Características

Aspecto mate, poco relieve.

Tienen menos poder cubriente que las tintas mate.

Resistencia bastante débil al frotamiento.

Buena resistencia al plegado y al corte.

Buena resistencia a la luz.

En la pantalla, normalmente no necesitan retardante.

Secan en unos 30 minutos.

Se disuelven con aguarrás.

Se puede emplear todo tipo de clisado.

Se pueden emplear con todas las mallas.

La limpieza se realiza con aguarrás.

2.12.2.4. Tintas satinadas de secado ultra-rápido

Estas tintas han sido desarrolladas recientemente en función de las necesidades de mecanización y del secado rápido exigido para el buen rendimiento de las máquinas.

2.12.2.5. Tintas celulósicas mates y satinadas

Estas tintas, concebidas para papel y cartón, en algunos casos pueden utilizarse sobre celulosa.

Tienen algunos inconvenientes:

- Olor muy fuerte que no puede soportar todo el mundo.
- No se pueden utilizar con todas las pantallas.
- Una segunda capa impresa sobre una subcapa implica una fusión parcial de ésta; si se quiere evitar una mezcla de los tonos, se debe imprimir sin contacto.

2.12.2.5.1. Características

Aspecto –según las marcas– de mate, pasando por satinado, a brillante.

El relieve también varía de débil a nulo.

Poder cubridor muy variable, también según las marcas.

Muy buena resistencia al frotamiento.

Buena resistencia al plegado y corte.

Buena resistencia a la luz.

Secado por evaporación.

No se seca la pantalla, lo que la hace ideal para trabajos de gran finura y tramados.

Sobre papel seca en media hora.

Debe diluirse con el disolvente de la casa.

2.12.2.6. Tintas fluorescentes

Bajo esta denominación, se agrupan generalmente tres tipos de tintas:

Las tintas fluorescentes.

Las tintas fluorescentes de luz negra.

Las tintas fluorescentes de día.

Sólo en raros casos se utilizan en serigrafía artística, pues su fijación a la luz es muy efímera; por ello, no insistimos más en su análisis.

2.12.2.7. Tintas para reproducción tramada

Según los casos, se trata de tinta destinada a la impresión de monocromía –un color– o de tri- y tetracomía. Estas tintas poco tienen que ver, salvo excepciones, con la serigrafía artística, por lo que no amplío el estudio de sus características.

2.12.2.8. Tintas brillantes

2.12.2.8.1. Las tintas gliceroftálicas

2.12.2.8.1.1. Características

Aspecto muy brillante, fuerte relieve; este permite, por otra parte, imitar en algunos casos y para texturas muy finas, la impresión llamada *grabado en dulce*.

Cubren bastante bien.

Gran resistencia a la frotación.

Resistencia al plegado y al corte.

Excelente solidez a la luz en las buenas marcas.

Lento secado en pantalla.

Lento secado sobre el soporte.

El diluyente es el aguarrás o el aconsejado por la casa.

Los tejidos a emplear son los mismos que en el caso de tintas mate.

Se pueden utilizar todos los clisés.

La limpieza se puede realizar con aguarrás y disolventes especiales de cada marca.

2.12.2.9. Las tintas celulósicas brillantes

En conjunto, difieren poco de sus "hermanas" mates vistos anteriormente. Digamos primeramente que no tienen el brillo de los gliceroftálicos, y que, por otro lado, su fijación es más imperfecta.

2.12.2.10. Las tintas UV (de secado por ultravioletas)

Estas tintas y barnices, muy utilizadas ya en el terreno particular de los circuitos impresos, como barniz de protección, laca de soldadura y tintas para el mercado (así como en el envasado, hablando de estas tintas), tienen la particularidad de que sólo se pueden secar en presencia de una fuente de rayos ultravioleta. Por lo tanto, no se pueden usar más que con un secador especial denominado *reactor UV*. Estos aparatos, son cada vez más usados en serigrafía gráfica.

El principio de su secado no se parece a ninguno de los que anteriormente hemos visto, al tratarse de un fenómeno de polimerización, ésta no está causada o estimulada por el oxígeno del aire ni por el aporte de calor; se trata de un fenómeno de fotopolimerización, que se parece un poco al que sucede con el endurecimiento de las emulsiones y los films de clisado bajo la acción de los UV.

Estas complejas tintas, a menudo se componen de un prepolímero, de uno o varios monómeros (normalmente acrílicos), de pigmentos y de un fotocatalizador.

Bajo la acción de los UV, particularmente las radiaciones situadas entre 190 y 240 nanómetros, el fotocatalizador estalla y forma radicales libres muy inestables, moléculas que conservan un electrón –no saturadas– que se combinan inmediatamente con los monómeros y prepolímeros para formar *polímeros secos* estables. La reacción así iniciada, se propaga en cadena con gran rapidez.

Estas tintas y barnices no contienen ningún solvente, lo que representa en serigrafía mucho interés, y tienen, por lo tanto, las ventajas siguientes:

- 1) Ningún secado de las mallas de la pantalla (puesto que no hay disolventes susceptibles de evaporarse) lo que posibilita, entre otras cosas, tirar impresiones tramadas de extremada finura (tramas 150 ó 175) sin problemas.

- 2) En este último caso, la calidad del punto de trama queda impecable, no se desparrama.
- 3) La penetración en el soporte es muy escasa, lo que permite una perfecta calidad de imagen, incluso en soportes porosos de mala calidad.
- 4) La solidez a la luz es notable.
- 5) El secado es casi instantáneo: 1/10 a 5/10 de segundo.
- 6) A pesar del calentamiento parasitario causado por la fuente de UV, hay pocos riesgos de distorsión del soporte.
- 7) Ningún fenómeno de *sobrefusión*, la tinta se seca toda de una vez
- 8) Estas tintas y barnices, muy duros, resisten muy bien las manipulaciones.

La cobertura en superficie puede ser muy alta utilizando tejidos muy finos, dos o tres veces más finos que con las tintas clásicas; en efecto, cuando en serigrafía se deposita una capa de tinta de 20 micras, tras la evaporación del 60 % de los disolventes y diluyentes que contienen, quedan apenas más de 8 micras; por lo tanto, es obligatorio usar un tejido de 90 a 120 hilos por cm. Cuando se depositan 8 micras de tinta con un tejido de 180 ó 200 hilos por cm., quedan 8 en el papel después del secado (en offset, 2 micras). La superficie cubierta es, pues, tres o cuatro veces más alta, lo que rentabiliza el empleo de estas tintas a pesar de su precio más caro.

Por último, un buen barniz UV puede ser ultrabrillante, hasta el punto de reemplazar el pelliculado a menor coste, pues se pueden barnizar de este modo más de 4.000 hojas de 70 x 100 cm. en una hora.

Las pantallas se pueden quedar con tinta todo el tiempo que sea preciso mientras no estén expuestas a los rayos UV, en cualquier caso, pueden limpiarse fácilmente con acetato de etilo. ⁽⁶³⁾

2.12.2.11. Los oros y las platas

En serigrafía, se pueden obtener oros muy bonitos. Su brillantez depende exclusivamente del polvo de bronce que se mezclaba con el barniz. Cuanto más gruesas son las partículas del polvo, mayor es la brillantez. Las platas, por su parte, se elaboran con polvo de aluminio.

2.12.3. LOS COMPONENTES DE UNA TINTA EN SERIGRAFÍA

2.12.3.1. Resinas sintéticas o polímeros

Las resinas sintéticas o polímeros, están en su estado bruto en forma sólida, como polvo, granulado, cristales y similares. Se convierten en disolventes y de esta manera pueden ser impresos. Los disolventes representan un producto intermedio: *la solución de aglutinantes*.

Después de la evaporación de los disolventes, quedan las resinas, las cuales forman el verdadero film de la tinta. Su naturaleza química influye grandemente en la resistencia de la impresión.

Las resinas corrientes a base de disolventes, que se usan en nuestras tintas de serigrafía, no representan ningún peligro para los trabajadores ni para el medio ambiente; siempre y cuando se trabajen según las indicaciones y no se tenga ningún descuido por falta de atención.

⁶³ Este estudio sobre las tintas ha sido elaborado a partir de textos de CAZA, M. (1990), "Consideraciones generales sobre las tintas", *En Serigrafía*, 15: 46-51.

Otro caso es el de las tintas endurecidas UV. En ellas se utilizan resinas líquidas en etapas previas –los llamados prepolímeros y monómeros– que según su constitución química, al estar en contacto con la piel durante cierto período de tiempo pueden tener un efecto más o menos irritante.

2.12.3.2. Los pigmentos

Los pigmentos son los componentes que dan el color a la tinta de serigrafía. Están dispersos en el aglutinante y determinan la tonalidad de la tinta. Una serie de pigmentos, sobre todo en los campos amarillo y rojo, contienen metales pesados –como por ejemplo cromato de plomo– que deben ser clasificados como perjudiciales para la salud, en el caso de que sea inhalado polvo de pigmento o se ingiera tinta.

2.12.3.3. Ingredientes de relleno

Los ingredientes de relleno –como pasta extendedora, espesantes, ceras y similares– se utilizan para mejorar las características de la tinta de serigrafía. Con esto se maneja, por ejemplo, la viscosidad, el poder cubriente, el grado de brillantez, así como la calidad y homogeneidad óptica de la superficie. Se trata, normalmente, de sustancias no volátiles que no suelen acarrear peligro.

Los componentes hasta ahora detallados se convierten, después del proceso de fabricación, en la tinta de la serigrafía acabada.

2.12.3.4. Auxiliares y aditivos

Se les añade a la tinta. Destacan el diluyente y el retardante, que también son solventes orgánicos, generalmente mezclas de diferentes componentes; deben ser clasificados igual que los disolventes de la tinta.

Los endurecedores que se usan en la tinta pueden variar, teóricamente, entre completamente inofensivos, perjudiciales para la salud o venenosos, según su composición química.

2.12.3.5. Función de los disolventes

-Disolución de las resinas sólidas. La elección de los disolventes es lo más importante para conseguir una disolución impecable de las resinas.

- La puesta a punto de la propiedad de secado y viscosidad de la tinta. Se efectúa igualmente a través de los disolventes. Sobre la velocidad de evaporación manejamos, por un lado, el tiempo de secado de la impresión, y por otro, la abertura de malla. Las tintas se fabrican normalmente con una viscosidad relativamente alta; de esta manera, en el lugar de trabajo se pueden ajustar óptimamente a cualquier impresión por añadidura de más o menos disolvente.

2.12.4. TINTA Y CALIDAD

2.12.4.1. Los criterios de selección de la tinta

Ningún método de impresión es tan versátil, en lo que se refiere a los soportes de estampación y a las características de los colores, como la serigrafía. Esta versatilidad requiere una gama de tinta proporcionalmente extendida.

2.12.4.1.1. Lo que se exige de una tinta

El cliente, es decir, el cliente de un serígrafo, determina el mismo número de exigencias:

Selección de los soportes.

Selección de los efectos de la tinta (brillo o mate).

Conocer el destino final del producto (interior o exterior).

Esperar una cierta durabilidad.

Exigir una cierta resistencia ante las condiciones atmosféricas o los productos químicos.

Desear llevar a cabo la finalidad de los productos impresos (cortar, pegar, laminar, etc.)

Generalmente, el serígrafo exige las cualidades siguientes para una tinta:

- Ningún problema en la impresión.
- Poder secar y apilar fácilmente y sin problemas.
- Buena adhesión y resistencia a la frotación sobre todos los tipos de soportes, y resistencia ante las demás influencias químicas durante el proceso de impresión.
- Economía en el precio de la tinta, de la impresión en sí misma y en el secado.

Antes de elegir una tinta, es preciso definir todas las exigencias en lo que se refiere al proceso de manufacturación y a las exigencias del cliente final de cara el producto acabado. Ésta es la etapa número uno y más importante si se quieren evitar interrupciones en el procedimiento o quejas por parte de los clientes.

2.12.5. INFORMACIÓN TÉCNICA RELATIVA A LOS TIPOS DE TINTA QUE SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO

A fin de efectuar la selección correcta, el serígrafo necesita una documentación, detallada y fácilmente accesible, relativa a todos los tipos de tintas que se encuentran en el mercado. Por regla general, existen dos tipos de fuentes: la propia experiencia de la firma (gracias a sus trabajos anteriores) y la información mantenida por los fabricantes de tintas.

La propia experiencia de la firma constituye una ayuda muy importante para los pedidos repetidos, así como para los nuevos, porque estas informaciones fueron obtenidas bajo las condiciones específicas de la firma. Sin embargo, es importante que dichas informaciones no queden sólo en la memoria de los trabajos de la firma, si no también fácilmente accesibles al archivo. Si se piden materiales nuevos o exigencias nuevas, puede utilizarse la información procurada por las fábricas de tinta, índices y folletos de informaciones técnicas que representan la ayuda más preciada –como, por ejemplo, su adhesión sobre ciertos soportes, el brillo, la opacidad, la resistencia ante varias influencias y otras características que dependen de la composición de la tinta–.

También suele indicarse la manera según la cual la tinta reacciona durante el proceso de impresión, por ejemplo, al secado; aunque esta información depende en gran parte del tipo de máquina y de las condiciones específicas de cada firma. Los aditivos ejercen una influencia muy grande en lo que se refiere al comportamiento de la tinta para ser impresa y al resultado final. Ésta es la razón por la cual los fabricantes de tinta siempre incluyen detalles relativos a los aditivos agregados en sus tintas. Más adelante desarrollaremos este punto.

2.12.5.1. La selección correcta del tipo de tinta

Generalmente, la selección se efectúa considerando los criterios esenciales en el orden siguiente:

- Soporte de impresión
- Brillo
- Necesidades al secar
- Necesidades específicas a la calidad.

A veces ocurre, que ciertas necesidades pasan a ser más importantes que otras, las cuales se vuelven entonces secundarias. Se ha tratado de facilitar la preselección del tipo de tinta dividiendo un disco de tonos de tinta. Tres de los

parámetros más importantes pueden ser seleccionados; en el borde superior, el grupo de materiales, de muy brillante, semimate y mate.

La ventana se divide en tres según el método de secado: oxidación, físico y reactivo. Gracias a este disco, puede verse inmediatamente qué tipo de tinta necesita. Detalles más precisos están desarrollados en la hoja técnica relativa al tipo de tinta seleccionada.

Examinemos las características:

2.12.5.1.1. Los materiales

Los soportes generalmente utilizados en serigrafía son el papel, el cartón, la gama extendida de materias plásticas –como los autoadhesivos, PVC duro y flexible, poliestirenos, policarbonato, poliolefina, poliamida y duroplásticos–, los metales, vidrios, cerámicas, soportes barnizados y textiles. Hemos dividido el disco de selección de tinta según cada categoría. Sin embargo, el serígrafo se encuentra a menudo frente al problema de no conocer las características del material sobre el cual tiene que imprimir, porque no recibió informaciones técnicas de su cliente. La dificultad para identificar los tipos de soportes se plantea principalmente en el caso de las materias plásticas.

En realidad, existen varios métodos de identificación; el más sencillo (así como el más seguro) de ellos es el *test de la llama*. Cada clase de soporte tiene unas características y un olor específico.

Por ejemplo, si una materia plástica:

- al ser directamente tocada por el fuego quema con una llama bordada de verde
- cuando ya no es tocada por el fuego deja de quemar
- huele como ácido hidroc্লórico

puede decirse con exactitud que se trata de PVC duro.

La casi totalidad de las materias plásticas pueden definirse gracias a los grupos existentes. Se puede, en consecuencia, elegir el tipo de tinta y procurarse los detalles que le conciernen en la hoja de informaciones técnicas. Por otra parte, los libros de referencia suelen incluir informaciones detalladas relativas a las materias plásticas.

2.12.5.1.2. Brillo

El brillo depende del tipo de tinta; pero si uno lo desea, puede variar en una cierta manera, si se le agrega un producto para hacerlo volver mate, o si se agrega barniz.

2.12.5.1.3. Secado

En las distintas empresas de serigrafía, las condiciones de secado son determinadas por las máquinas para secar y por el ambiente interior de la sala, y no especialmente por el tiempo de secado. Con la ayuda de aditivos adecuados, las características del secado propias de cada tinta pueden ser modificadas según los medios o condiciones de cada empresa.

Las tres características antes mencionadas han sido demostradas especialmente en los campos siguientes:

2.12.5.1.3.1. Tinta de secado físico

Si la resistencia química de la tinta no es exageradamente solicitada, las tintas que secan de manera física pueden ser utilizadas sobre materias difíciles, como los metales, *duroplásticos* o polielefinas. Hoy en día, existen varias tintas que son brillantes y presentan una alta resistencia ante el alcohol.

Las tintas modernas de secado físico se caracterizan por un secado muy rápido que exige poca energía.

2.12.5.1.3.2. Tintas de secado por reacción

Si se exige una resistencia mecánica y química mayor, se aconseja utilizar una tinta de dos componentes. Estas tintas se dedican principalmente a los duroplásticos. Las tintas de dos componentes secan tanto física como químicamente; pero su secado completo es obtenido sólo al cabo de algunos días. Este procedimiento no puede perderse de vista cuando se quieren realizar las pruebas de resistencia a la frotación y a los productos químicos. Las tintas de secado por UV pertenecen, igualmente, a este grupo.

2.12.5.1.3.3. Tintas que secan al ser sometidas a temperatura más elevada

También existen tintas que necesitan ser sometidas a temperaturas que alcanzan los 150 °C durante 15 minutos para secar completamente. Son utilizadas, principalmente, en el campo de los duroplásticos, los cristales y los metales.

2.12.5.2. La selección correcta de los aditivos

Como ya hemos dicho, los aditivos pueden tener una influencia tanto positiva como negativa sobre las tintas. Los aditivos consisten en diluyentes, reductores líquidos o en pasta, y disolventes que permiten al serígrafo adaptar su tinta según las necesidades propias. También existen aditivos que matizan la tinta o que cambian su viscosidad. Sin embargo, hay que tener cuidado de no agregar más aditivos de lo que se aconseja en la información técnica, porque demasiada pasta de matizar puede influir en la durabilidad química y mecánica de la tinta de una manera negativa. Puede decirse lo mismo en lo que se refiere a los productos diluyentes, que en cantidad excesiva pueden originar problemas de adhesión.

2.12.5.2.1. Reductores

Los reductores atenúan el secado de la tinta sobre la pantalla como en la máquina de secar. Generalmente, se trata de disolventes que se evaporan lentamente. Hay que tener mucha precaución, y utilizar siempre el disolvente recomendado por el fabricante de la tinta, a fin de garantizar la disolución absoluta de la resina. En caso de que se agregue sólo el reductor de la tinta, éste se evapora muy lentamente de la película de tinta; además, se corre el riesgo de que penetre o incida en el soporte y se retarde aún más el secado. Este fenómeno se conoce como *retención de disolventes*. Lo ideal sería que el producto no sobrepasara el 50 % de la totalidad de los adhesivos.

También existen en el mercado reductores que tienen las características de un disolvente y que, por lo tanto, pueden ser utilizados como si fueran diluyentes.

2.12.5.2.2. Reductores en pasta

Un exceso de diluyentes y reductores, puede plantear problemas de finura de líneas, especialmente en el caso de negativos de medio tono. Estos problemas pueden evitarse con la adición de *reductores en pasta*. Éstos, tienen la misma acción en lo que se refiere al secado, pero no alteran la viscosidad de la tinta. Con el fin de facilitar la selección de aditivos, y de evitar errores, se imprimen en el reverso de los discos los aditivos correspondientes a cada tipo de tinta. El texto de este disco aparece escrito en alemán, inglés y francés.

Además de los aditivos aquí mencionados, existe, claro está, una gama extendida de otros para usos específicos, que pueden mejorar la calidad de la impresión. Hay que mencionar los tratamientos preliminares y posteriores que deberían aplicarse en el caso de materiales como el polietileno y el polipropileno. Para llegar a una adhesión suficiente y a una resistencia a la frotación, es

necesaria una tensión de superficie de por lo menos 38 din./cm.; ésta será obtenida con una pasada bajo la llama. Un efecto similar puede ser obtenido tras la aplicación de un *primer* sobre polipropileno.

Soportes que presentan problemas son, por ejemplo, el poliacetilo y el poliximetileno, que necesitan un tratamiento específico posterior a la impresión. En caso de que se quisiera aumentar la adhesión sobre dichos materiales, la película de tinta puede ser pasada bajo un soplo de aire caliente a 350 °C durante 15 sg, directamente después de la impresión.

2.12.5.3. Cómo comprobar si la selección de tinta es correcta

Una vez seguidos los consejos dados, definidas las necesidades exactas, identificado el soporte, y elegidos la tinta y aditivos correctos, es necesario realizar una prueba de impresión.

Puede ocurrir que el trabajo repetitivo plantee problemas sin que se pueda explicar la razón. En principio, las condiciones son iguales; y, sin embargo, uno de los parámetros debe haber cambiado (a veces, no se puede ni determinar cuál). Ésta es la razón por la que es necesario efectuar una prueba antes de empezar la impresión, o por lo menos, controlar cuidadosamente las primeras copias.

Muy a menudo, los métodos de control más simples son suficientes, por ejemplo, controlar la adherencia y la resistencia a la frotación utilizando la uña, con papel adhesivo, etc. ⁽⁶⁴⁾

⁶⁴ Este estudio sobre tinta y calidad de tinta, ha sido elaborado a partir de textos de KOCH, H. (1987), *Op. cit.*, pp. 11-13

2.12.6. LOS DILUYENTES

Los diluyentes representan un problema muy complejo; tratarlo a fondo nos llevaría demasiado lejos. Sin embargo, se pueden decir unas palabras, recordando primero que existe una legislación estricta referente a su empleo. Por una parte, los derivados bencénicos se han prohibido a causa de los trastornos –como el *benzolismo*– que son susceptibles de padecer quienes los respiran. Por otra parte, su punto de inflamación debe situarse siempre por encima de los 21º.

En principio, el papel de los diluyentes es hacer aún más líquidas o más o menos volátiles las tintas, sin modificar la composición y la acción química inicial; dado que éstas contienen, desde su fabricación, algunos disolventes o diluyentes. Por ejemplo, al integrar diluyentes aromáticos relativamente universales –como el *Solv-Esso 100*, *Shell-Soll A*, que son para ciertas tintas plásticas (acrílicas, vinílicas,...)– con no solventes, se corre el riesgo a veces de fenómenos de retención del disolvente o el diluyente en las cadenas moleculares de la tinta, que se traducen, en la práctica, en una tinta aparentemente seca que se vuelve pegajosa al cabo de algún tiempo.

Otro punto muy importante, porque es el que más nos interesa, es la velocidad de evaporación de los disolventes y diluyentes. En efecto, teniendo siempre en cuenta el sistema de clisado –y recordando, en este sentido, que prácticamente sólo el *White Spirit* y el aceite de lino no atacan los films de recorte celulósicos– ahora se puede variar hasta el infinito la velocidad de secado, o su ausencia en las mallas de la pantalla, realizando *cócteles de diluyentes* más o menos retardadores del secado. Aunque cada fabricante venda sus recetas bajo denominaciones particulares, pueden citarse algunos diluyentes o disolventes clásicos con su *punto de evaporación*. En este caso, la base a la que se da, en la industria de pinturas y barnices, la cota 1 es el éter, el butilglicol tendrá el índice 160; lo que significa que, si el éter se evapora en un segundo, por ejemplo, el butilglicol lo hará en 160 segundos.

DILUYENTE	PUNTO DE EVAPORACIÓN
Acetona	2-00
Ciclohexanona	40-00
Solv-Esso 100	40-45
Etilglicol	43-00
White Spirit	45-50
Acetato de etilglicol	52-00
Butilglicol	160-00
Ciclohexanol	400-00
Alcohol benéfico	1800-00

Para terminar, un último comentario sobre este tema, para decir hasta qué punto hay que ser prudente con la utilización de algunos aditivos –como los antiburbuja y los correctores de tensiones– contienen siliconas que pueden, en determinados casos, presentar defectos de adherencia al soporte. En cuanto a los antiestáticos, a menudo son de base acuosa, añadiendo más del 2 % a una tinta pueden reblandecer los films indirectos o algunas emulsiones de clisado directo–indirecto.

Para un trabajo concreto, en general se tiene que hacer una primera opción: tinta mate o tinta brillante.

Esta elección, evidentemente, puede imponerla el cliente, o bien puede dirigir o aconsejar su elección en función del efecto buscado, de la utilización del impreso, de los plazos de entrega, del equipo de secado, del precio del coste, de la resistencia a la luz, etc.

Como estamos en el capítulo de las tintas mates, suponemos ya realizada la elección desde la óptica mate o brillante; estudiemos cuál habrá de elegirse entre los grupos siguientes:

- tinta sintética mate de relieve
- tintas etilcelulósicas mates, delgadas
- tintas satinadas de secado rápido (delgadas), del tipo *jet*
- tintas celulósicas mates o satinada

- tintas fluorescentes
- tintas para la reproducción tramada.

Un estudio muy particular de los efectos obtenidos jugando con la transparencia será objeto de un capítulo especial.

Vamos a estudiar los efectos y características de cada una de estas tintas, y precisamente comparando sus diversas características, se podrá hacer una selección en función de las exigencias de la clientela, del equipo que se disponga, del precio de coste, etc.

2.12.7. TINTAS, DISOLVENTES Y MEDIO AMBIENTE

El interés por el medio ambiente ha ido creciendo en los últimos años, especialmente en los estados más avanzados e industrializados de la Tierra. Si aparte de un alto grado de industrialización, se le añade la elevada densidad de población, resulta que la necesidad de protección de nuestro medio ambiente es más grande. En el campo de la serigrafía, nos hemos empezado a ocupar de la protección de los trabajadores y del medio ambiente.

Los fabricantes de tintas se han esforzado en evitar lo máximo posible disolventes agresivos en sus fórmulas. A pesar de todo, hemos comprobado que, estamos obligados a trabajar con disolventes volátiles, estos tienen que evaporarse y cargan más o menos a los trabajadores de la serigrafía, así como al medio ambiente. Además de estos disolventes, naturalmente, tenemos que mirar con detalle otros componentes de las tintas relacionados con posibles peligros para el medio ambiente.

2.12.8. LOS BARNICES DE SOBREIMPRESIÓN

Se utilizan con dos fines diferentes:

- Como capa de protección
- Para dar un acabado brillante.

Estos barnices, generalmente gliceroftálicos, tienen las mismas características que las tintas de la misma naturaleza.

Suelen tener el inconveniente, como casi todos los barnices, del amarilleo.

Se pueden pasar con la pantalla, con la barnizadora (*rolle-coat*) o con pistola.