

## 46. La lineatura fotográfica, geometría del punto, y ángulo de inclinación. Relación con los sistemas de impresión y los soportes empleados.

### Introducción

La calidad de una imagen impresa depende en gran medida de la correcta reproducción de los tonos y detalles a través de la trama, un proceso en el que la **lineatura fotográfica, la geometría del punto y el ángulo de inclinación** desempeñan un papel fundamental. En los sistemas de impresión en cuatricromía, la imagen se descompone en puntos de diferente tamaño y disposición que, al ser visualizados a cierta distancia, crean la ilusión de tonalidades continuas. La adecuada configuración de estos parámetros permite una correcta interpretación del color, un equilibrio en la distribución de la tinta y una mejor adaptación a los distintos soportes empleados.

La **lineatura fotográfica** hace referencia a la cantidad de líneas de trama por pulgada (**lpi**), influyendo en la resolución y nitidez del impreso. La **geometría del punto** determina la forma de los puntos de trama, pudiendo ser redondos, elípticos o cuadrados, cada uno con características específicas que afectan la reproducción del color y la estabilidad en la impresión. Por otro lado, el **ángulo de inclinación** de cada color en cuatricromía evita la aparición de patrones de interferencia o **moiré**, garantizando una reproducción fiel y homogénea de la imagen.

Cada sistema de impresión y cada tipo de soporte presentan particularidades que condicionan la selección de estos parámetros. En impresión **offset**, por ejemplo, se utilizan lineaturas más finas para garantizar una mejor reproducción del detalle, mientras que en **flexografía** y **hucograbado** se requieren tramas más gruesas debido a la porosidad del sustrato y a las características del proceso de impresión. La correcta combinación de la lineatura, la forma del punto y el ángulo de inclinación es clave para lograr impresos de alta calidad, minimizando problemas como la ganancia de punto, el empastamiento o la pérdida de detalle en altas luces y sombras.

En este contexto, la **LOMLOE** y la **Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional** refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad. La formación en el control de la trama de impresión y su relación con los distintos sistemas y soportes permite optimizar el proceso productivo, mejorar la calidad del producto final y reducir desperdicios en la industria gráfica.

A lo largo del desarrollo de este tema, se abordarán en profundidad los conceptos de **lineatura fotográfica, geometría del punto y ángulo de inclinación**, analizando su impacto en los diferentes sistemas de impresión y en la selección del soporte más adecuado. Su correcta

configuración es un factor determinante para garantizar una impresión precisa y fiel a la imagen original.

## La lineatura fotográfica, geometría del punto y ángulo de inclinación

En la impresión de imágenes en cuatricromía y en otros procesos de reproducción gráfica, la correcta configuración de la trama es esencial para garantizar la calidad del impreso. La forma en que los puntos de tinta se organizan sobre el sustrato afecta directamente la reproducción del color, el nivel de detalle y la estabilidad visual de la imagen. Tres elementos fundamentales en este proceso son **la lineatura fotográfica, la geometría del punto y el ángulo de inclinación**, cuya combinación permite optimizar la fidelidad de la imagen impresa y evitar defectos visuales como el moiré o la ganancia de punto excesiva.

### 1. La lineatura fotográfica

La **lineatura fotográfica** es la cantidad de líneas de puntos de trama contenidas en una pulgada lineal y se expresa en **líneas por pulgada (lpi, lines per inch)**. Es un parámetro fundamental que determina la resolución y la nitidez del impreso, estableciendo el grado de detalle que puede reproducirse en un determinado sistema de impresión.

#### 1.1. Importancia de la lineatura en la calidad de impresión

Cuanto mayor sea la lineatura, más fino será el entramado de puntos, lo que permite obtener una mayor definición en la imagen. Sin embargo, esto también supone un mayor reto en la impresión, ya que una lineatura muy alta requiere un control preciso de la carga de tinta y del soporte utilizado.

A continuación, se presentan algunos valores de referencia según la aplicación:

Tipo de impresión	Lineatura recomendada (lpi)
Periódicos (impresión en papel no estucado)	85-100 lpi
Revistas y folletos de calidad media	133-150 lpi
Impresión offset de alta calidad	175-200 lpi
Impresión en packaging (flexografía)	100-150 lpi
Impresión de seguridad y etiquetas de alta definición	250-300 lpi

Un aumento de la lineatura permite una mayor fidelidad en la reproducción de imágenes, pero también incrementa el riesgo de problemas como la **ganancia de punto**, donde los puntos de tinta crecen más de lo previsto durante la impresión, afectando el contraste y la nitidez del impreso.

## 1.2. Relación entre lineatura y resolución de imagen

Para garantizar una impresión óptima, la resolución de la imagen digital debe estar correctamente ajustada a la lineatura de impresión. Se recomienda una relación de **1,5 a 2 veces la lineatura** para evitar la aparición de artefactos visuales.

Por ejemplo, si una imagen se imprimirá a **150 lpi**, la resolución óptima de la imagen digital debería estar entre **225 y 300 ppp (píxeles por pulgada)**.

## 2. Geometría del punto

La **geometría del punto** se refiere a la forma que adoptan los puntos de trama en la impresión. La selección de una u otra geometría afecta la estabilidad de la imagen, la suavidad de los degradados y la resistencia a defectos visuales como el moiré o la ganancia de punto.

### 2.1. Tipos de geometría del punto

Existen diferentes formas de punto, cada una con características específicas:

- **Punto redondo:**
  - Es el más utilizado en impresión offset y flexografía.
  - Proporciona una buena estabilidad en tonos medios, pero puede perder detalle en altas luces y sombras.
  - Reduce la posibilidad de moiré en imágenes de cuatricromía.
- **Punto elíptico:**
  - Mejora la reproducción en tonos intermedios y facilita las transiciones suaves en degradados.
  - Es más propenso a la ganancia de punto si no se ajusta correctamente.
- **Punto cuadrado:**
  - Aporta mayor contraste y detalle en áreas de sombra.
  - Se utiliza en impresiones de alto impacto visual, como cartelería y publicaciones de lujo.
- **Punto estocástico (FM - Frecuencia Modulada):**
  - No sigue una distribución lineal, sino que los puntos varían en tamaño y ubicación de manera aleatoria.
  - Reduce el riesgo de moiré y mejora la reproducción de detalles finos.

- Se emplea en impresión digital y en impresiones de seguridad.

La elección de la geometría del punto depende del sistema de impresión, del tipo de imagen y del efecto visual deseado.

### 3. Ángulo de inclinación de la trama

El **ángulo de inclinación de la trama** es el grado de inclinación con el que se disponen los puntos de cada color en la cuatricromía (CMYK). Su función principal es evitar la aparición de **patrones de moiré**, un efecto visual no deseado que se genera cuando las tramas de distintos colores interactúan de manera incorrecta.

#### 3.1. Ángulos recomendados en impresión en cuatricromía

Para minimizar el moiré, se utilizan diferentes ángulos de inclinación para cada color:

Color	Ángulo estándar de inclinación
Cian (C)	15°
Magenta (M)	75°
Amarillo (Y)	0° o 90°
Negro (K)	45°

El ángulo de 45° para el negro se selecciona porque este color es el que define los detalles finos en la imagen. El amarillo, al ser el color más claro, puede ubicarse a 0° o 90° sin generar interferencias visuales notables.

#### 3.2. Moiré y cómo evitarlo

El **moiré** ocurre cuando los ángulos de trama no están correctamente ajustados o cuando se superponen texturas y patrones en el sustrato o en la imagen original. Para evitarlo:

- Se utilizan los **ángulos estándar de inclinación** recomendados.
- En tramas estocásticas (FM), al distribuirse los puntos de manera aleatoria, se minimiza este efecto.
- En impresiones con textiles o papeles con textura, se puede ajustar manualmente la inclinación de la trama para evitar interferencias visuales.

## Hacia una reproducción precisa y eficiente en la impresión

La combinación de la **lineatura fotográfica**, la **geometría del punto** y el **ángulo de inclinación** determina la calidad de la imagen impresa y su fidelidad con respecto al archivo digital original. Cada sistema de impresión y cada tipo de soporte requieren ajustes específicos en estos parámetros para garantizar una impresión nítida, sin artefactos visuales y con una reproducción cromática precisa.

En el siguiente epígrafe se abordará la **relación de estos parámetros con los distintos sistemas de impresión y los soportes empleados**, destacando la importancia de su correcta configuración para maximizar la calidad del impreso en función de la tecnología utilizada y las características del material sobre el que se imprime.

## Relación con los sistemas de impresión y los soportes empleados

La correcta configuración de la **lineatura fotográfica**, la **geometría del punto** y el **ángulo de inclinación** es fundamental para obtener impresiones de alta calidad en los distintos sistemas de impresión. Cada tecnología de impresión presenta requerimientos específicos en cuanto a la resolución, el tipo de trama y la disposición de los puntos de tinta, dependiendo del tipo de soporte utilizado. Factores como la absorción de tinta, la textura del material y la capacidad de reproducción del detalle influyen en la elección de estos parámetros, garantizando una impresión estable, sin artefactos visuales y con una reproducción cromática fiel.

### 1. Relación con los sistemas de impresión

Cada sistema de impresión tiene sus propias particularidades en cuanto a la forma en que la tinta se transfiere al sustrato. La correcta elección de la lineatura, la geometría del punto y el ángulo de inclinación permite optimizar la calidad del impreso y minimizar defectos como la ganancia de punto, el empastamiento o el moiré.

#### 1.1. Impresión offset

- Es el sistema donde más se trabaja con lineaturas altas, ya que permite reproducir imágenes con gran nivel de detalle.
- Se utilizan valores de **150-200 lpi** en impresos comerciales y hasta **300 lpi** en impresiones de alta calidad.
- La geometría del punto más empleada es la **redonda o elíptica**, ya que facilita transiciones suaves y minimiza problemas de ganancia de punto.
- La inclinación estándar de los colores en cuatricromía es la más efectiva para evitar moiré.

## 1.2. Impresión flexográfica

- La flexografía se emplea en soportes porosos como cartón, plásticos y envases flexibles, donde las características del material limitan la resolución alcanzable.
- La lineatura suele oscilar entre **100 y 150 lpi**, aunque en aplicaciones de alta calidad puede llegar a **175 lpi** con anilox de mayor lineatura.
- Se emplea mayormente el **punto elíptico o cuadrado**, que permite mayor estabilidad en sustratos flexibles y evita deformaciones en la impresión.
- Debido a la naturaleza de la flexografía, se pueden realizar ajustes en la inclinación de los colores para minimizar defectos visuales.

## 1.3. Impresión en huecogrado

- En huecogrado, la trama se genera mediante celdas grabadas en el cilindro, lo que implica una diferencia respecto a los sistemas de impresión convencionales.
- La lineatura de las celdas varía entre **100 y 200 lpi**, dependiendo del tipo de imagen y del sustrato utilizado.
- Se utilizan puntos de forma cuadrada o hexagonal para mejorar la distribución de la tinta y evitar la ganancia de punto.
- En la impresión de embalajes flexibles, la inclinación de la trama se adapta para minimizar la interferencia con la textura del material.

## 1.4. Impresión digital

- La impresión digital no requiere el uso de tramas convencionales, ya que la generación del color se realiza por variación del tamaño de las gotas de tinta.
- En tecnologías como **inkjet y láser**, se utilizan tramas estocásticas (**FM - Frecuencia Modulada**) para evitar la formación de patrones regulares.
- No es necesario establecer ángulos de inclinación fijos, ya que el posicionamiento de los puntos es aleatorio y reduce la posibilidad de moiré.

## 1.5. Serigrafía

- La serigrafía permite imprimir sobre una gran variedad de sustratos, pero debido a la naturaleza del proceso, la resolución es inferior a la de otros sistemas de impresión.
- Se emplean tramas gruesas, con una lineatura que oscila entre **45 y 85 lpi**, dependiendo de la calidad requerida.
- La forma del punto suele ser **redonda o elíptica**, garantizando una buena transferencia de tinta sin afectar la estabilidad de la imagen.
- Se ajusta el ángulo de inclinación para evitar problemas de superposición en diseños con varias tintas.

## 2. Influencia de los soportes en la configuración de la trama

El tipo de soporte sobre el que se imprime influye en la selección de la lineatura, la geometría del punto y la inclinación de la trama. Las características del material, como su textura, porosidad y capacidad de absorción de tinta, determinan la configuración más adecuada para optimizar la reproducción de la imagen.

### 2.1. Papel y cartón

- En papeles estucados y de alta calidad, se pueden emplear **tramas finas (150-300 lpi)** sin riesgo de empastamiento.
- En papeles no estucados, se utilizan **tramas más gruesas (85-133 lpi)** para evitar que la tinta se disperse en exceso.
- En cartón y materiales porosos, la geometría del punto elíptico o cuadrado permite una mejor retención de la tinta sin afectar la definición.

### 2.2. Materiales plásticos y flexibles

- En impresión sobre plásticos, films metalizados y materiales no absorbentes, se utilizan **lineaturas intermedias (100-150 lpi)** para lograr un equilibrio entre definición y estabilidad de la tinta.
- Se emplean tintas con secado rápido o curado UV, lo que requiere ajustes en la geometría del punto para mejorar la transferencia y evitar repintes.

### 2.3. Textiles y superficies especiales

- En serigrafía textil, las lineaturas son bajas (**45-65 lpi**) para garantizar la correcta adhesión de la tinta sin pérdida de intensidad de color.
- En impresión sobre superficies rugosas o texturizadas (vidrio, madera, cerámica), se prefieren tramas gruesas para evitar la acumulación irregular de tinta.

## 3. Ajustes en la trama para optimizar la impresión

Para garantizar una impresión de calidad, es necesario realizar ajustes específicos en función del sistema de impresión y del soporte utilizado. Algunas estrategias incluyen:

- **Compensación de la ganancia de punto:** En flexografía y huecograbado, se aplican curvas de corrección para contrarrestar el crecimiento del punto de tinta en sustratos absorbentes.
- **Uso de tramas híbridas:** En impresión offset de alta calidad, se combinan tramas AM (trama convencional) y FM (trama estocástica) para mejorar la reproducción de detalles finos sin aumentar la lineatura.
- **Corrección del ángulo de inclinación:** En soportes con texturas visibles, como textiles o papeles gofrados, se pueden modificar ligeramente los ángulos de los colores para evitar la interferencia con la superficie del material.

## Hacia una impresión más precisa y eficiente

La correcta configuración de la **lineatura fotográfica, la geometría del punto y el ángulo de inclinación** es esencial para obtener impresiones de alta calidad adaptadas a cada sistema de impresión y tipo de soporte. La combinación adecuada de estos parámetros permite maximizar la fidelidad del color, mejorar la definición de la imagen y evitar defectos visuales, optimizando la eficiencia del proceso productivo.

La evolución de las tecnologías de impresión, junto con el desarrollo de nuevas técnicas de tramado híbrido y estocástico, continúa ofreciendo soluciones más precisas y versátiles para la industria gráfica, garantizando una reproducción óptima de imágenes en una amplia variedad de aplicaciones y materiales.

## Conclusión

La correcta configuración de la **lineatura fotográfica, la geometría del punto y el ángulo de inclinación** es un aspecto esencial en la calidad de la impresión, ya que influye directamente en la reproducción del detalle, la estabilidad del color y la nitidez del impreso final. Cada uno de estos parámetros debe ajustarse de manera precisa en función del sistema de impresión utilizado y del tipo de soporte sobre el que se imprimirá, garantizando así la fidelidad de la imagen y la eficiencia del proceso productivo.

La **lineatura fotográfica** determina la resolución del impreso y varía según el nivel de detalle requerido y la capacidad del sistema de impresión. Mientras que en **offset** se pueden emplear tramas finas de hasta **300 lpi**, en procesos como la **flexografía y el huecograbado**, donde los sustratos tienen mayor porosidad o textura, se utilizan tramas más gruesas para evitar la dispersión de la tinta y mejorar la estabilidad del color.

Por su parte, la **geometría del punto** tiene un impacto significativo en la reproducción de las tonalidades y en la resistencia a problemas como la ganancia de punto o la falta de uniformidad en los degradados. La selección entre puntos **redondos, elípticos, cuadrados o estocásticos** debe realizarse en función del tipo de impresión y del material utilizado, asegurando una correcta transferencia de tinta y un equilibrio en los valores tonales de la imagen.

El **ángulo de inclinación de la trama** es otro factor clave para evitar efectos visuales no deseados, como el **moiré**, un fenómeno que se genera cuando las tramas de distintos colores interactúan de manera inadecuada. La disposición estándar de los colores en cuatricromía (Cian a **15°**, Magenta a **75°**, Negro a **45°** y Amarillo a **0° o 90°**) ha sido diseñada para minimizar estas interferencias y optimizar la percepción del color en el impreso final.

Desde la perspectiva de la **Formación Profesional**, la **LOMLOE** y la **Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional** destacan la importancia de dotar a los futuros profesionales de conocimientos técnicos sobre la configuración de la trama en los distintos sistemas de impresión. La capacidad de ajustar estos parámetros correctamente es

clave para optimizar la producción, reducir desperdicios y garantizar la calidad del producto impreso.

En definitiva, el control de la lineatura, la geometría del punto y el ángulo de inclinación es un factor determinante para lograr impresiones de alta precisión y fidelidad cromática. La evolución de las tecnologías de tramado y la digitalización de los procesos de preimpresión continúan ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar la calidad y la eficiencia en la industria gráfica, adaptándose a las exigencias del mercado y a los estándares de calidad más elevados.

## Bibliografía

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020.

Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional

Busquets Morales, C. (2023). *Diseño desde Marte: Manual de diseño de producto digital* (T. Pérez Contreras, Ilustr.; Á. Olmos Mata, Red. técn.). Jardín de Monos.

García, J., & Rodríguez, J. J. (2017). *Materiales de producción en artes gráficas*. Editorial Aral, S. L.

Grabowski, B., & Flick, B. (2020). *El grabado y la impresión: Guía completa de técnicas, materiales y procesos* (C. Melús García & D. Diéguez, Trads.). Blume.

López López, A. M. (2019). *Diseño gráfico digital*. Anaya Multimedia.

Pentawards, & Wiedemann, J. (Eds.). (2022). *The Package Design Book* (Ed. ilustr.). TASCHEN.

Santarsiero, H. M. (2013). *Producción editorial: Arte, preimpresión e impresión. Técnicas para la producción de diarios, revistas y libros. Nuevos medios digitales para el envío de información*. Editorial Académica Española.