

OPACIDAD Y TRANSPARENCIA

La hemos visto que cuando la luz incide en un objeto, es reflejada, transmitida o absorbida. A los rayos paralelos que son reflejados o transmitidos se les llama reflejados o transmitidos especularmente. La luz que es dispersada antes de ser reflejada o transmitida, se dice que es reflejada o transmitida difusamente. La parte de luz que se refleja especularmente determina el brillo de una hoja de papel, mientras que la parte que se refleja difusamente se utiliza para determinar el color y la blancura. Finalmente, la parte de la luz que se transmite determina la opacidad y la transparencia.

La opacidad se determina por el total de la luz transmitida y la transparencia por la cantidad de luz que es transmitida especularmente, sin haber sido dispersada. Cuando la luz se dispersa y se transmite difusamente, se dice que el objeto es translúcido; casi todos los papeles son translúcidos, es decir, permiten el paso de cierta cantidad de luz, pero únicamente de luz que fue dispersada.

Transparencia del papel

Cuando un papel no dispersa la luz que pasa a través de él, es transparente y se tiene una clara visión de cualquier objeto que se encuentre bajo el papel, sin importar la distancia a la que se localice. Por otra parte, si el papel tiene alguna tendencia a dispersar la luz, la transparencia variará de acuerdo con la distancia que exista entre el objeto y el papel. Una medida real de la transparencia, es la relación entre la transmitancia paralela o especular y la transmitancia total de la luz. La transmitancia es la proporción de la luz incidente que es transmitida por una superficie translúcida.

Opacidad del papel

Un papel opaco es aquel que impide el paso de la luz a través de él, como ejemplos de papel opaco tenemos el papel negro con que se envuelven las películas fotográficas y la mayoría de los cartones. Sin embargo, se aplica el término de papel opaco con libertad a muchos papeles, por ejemplo, el papel opaco para libros, que tiene una opacidad del 90%, y el papel opaco para envoltura de pan que tiene una opacidad baja del 60%. La opacidad es una propiedad importante en los papeles para impresión y escritura, por lo que generalmente forma parte de sus especificaciones.

Factores que afectan la opacidad

Son aquéllos que influyen en la dispersión de la luz que incide en la superficie de dicho papel y normalmente son parte en su fabricación. A continuación se mencionan los más importantes:

- **El tipo de fibras de celulosa.** Las fibras influyen sobre todo por su diámetro y los finos que contienen. Los finos son pequeños fragmentos de fibras que quedan atrapados en la hoja.
- **La refinación.** Al refinar se aumenta, por una parte, el área total de las fibras en que la luz será dispersada, por lo que se puede esperar que la opacidad aumente. Pero, por otra parte, también se incrementa el área de uniones entre fibras, lo que a su vez aumenta el área de contacto óptico entre ellas, lo que tiende a reducir la opacidad. Como se ve, la refinación tiene dos efectos contrarios, aunque en la mayoría de los casos influye más la reducción de la dispersión debida al aumento de uniones entre fibras, razón por la que normalmente la refinación reduce la opacidad.
- **El prensado de la hoja húmeda.** El prensado aumenta el número de uniones entre fibras, razón por la que como en el caso de la refinación, disminuye la opacidad.
- **Los colorantes y las cargas.** Ambos elementos son factores importantes para la opacidad debido a que absorben y dispersan la luz, generando que ésta aumente. El efecto de los colorantes y el de las cargas se suman.
- **El peso base del papel.** A mayor peso hay mayor cantidad de material y, consecuentemente, más espesor, lo que ocasiona que aumente la dispersión de la luz en la hoja, lo anterior se traduce en una mayor opacidad.

Métodos para medir la opacidad

La opacidad se determina por la cantidad de luz transmitida por el papel. Si toda la luz se transmite y nada se refleja o absorbe, la opacidad será cero. Si nada de la luz se transmite y toda se refleja o absorbe, la opacidad será de 100%.

A pesar de que la opacidad se puede medir por la cantidad de luz transmitida, generalmente se determina como una relación de contraste. La opacidad es la relación de la reflectancia difusa de una hoja sencilla de papel, respaldada por un cuerpo negro, con la reflectancia del mismo punto de la hoja de papel, respaldada por un cuerpo blanco.

Podría parecer incorrecto medir la opacidad por medio de la medida de la reflectancia, si la opacidad está determinada por la luz transmitida. Sin embargo, la relación de contraste es una medida indirecta de la transmisión de luz. Cuando la luz que ha sido transmitida a través de una hoja de papel se encuentra con un cuerpo blanco, se refleja de regreso a la hoja y una parte sale como luz reflejada adicional, pero si esa luz transmitida se encuentra con un cuerpo negro, será absorbida y no habrá ninguna adición a la luz reflejada.

La diferencia entre la medida de estas dos reflectancias, depende de la cantidad de luz transmitida a través de la hoja. Cualquier instrumento que se pueda utilizar para medir la reflectancia del papel, se puede usar para medir esta relación de contraste. Los valores que se obtengan dependerán de las características de la fuente de luz en el espectro, la geometría de iluminación y observación, así como de la reflectancia en el espectro del cuerpo de respaldo de la muestra. Estas características deben estar especificadas en cualquier aparato que se utilice para determinar la opacidad. La mayoría de los medidores de opacidad están fabricados de acuerdo con las especificaciones dadas en el método de prueba TAPPI T 425. Hay dos formas de medir la opacidad, una se llama Opacidad TAPPI (*TAPPI Opacity*) y la otra se llama Opacidad de Impresión (*Printing Opacity*). La diferencia entre las dos está en el cuerpo blanco de respaldo de la hoja de papel que se emplea para la determinación.

Opacidad TAPPI

En lo que se refiere a cuerpos de respaldo para medir la opacidad, el ideal sería un blanco con reflectancia del 100%, y un negro con absorbencia total de luz. Una cavidad negra con superficie opaca tendrá una reflectancia menor del 0.5% y se podrá utilizar como cuerpo negro, pero, por otro lado, como ya vimos, no existe un material que sea blanco total.

Existen algunos materiales que se acercan al 100% de reflectancia, pero no se mantienen en su valor si no se protegen de la contaminación generada por las impurezas del aire. Este problema se ha solucionado utilizando un estándar que da un valor de reflectancia del 89%. La opacidad TAPPI es la relación de la reflectancia de una hoja respaldada por la cavidad negra, y la reflectancia del mismo punto de la hoja respaldada por el estándar blanco de 89% de reflectancia. Se puede expresar por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Opacidad TAPPI} = R_o/R_{89}$$

Donde: R = Reflectancia

Opacidad de Impresión

El método de opacidad TAPPI se utilizó durante un largo periodo de tiempo, pero hoy en día, aunque se sigue aplicando la opacidad TAPPI, se prefiere otro método en el que se utiliza una pila de papel en vez del cuerpo blanco.

La opacidad de impresión es la relación entre la reflectancia de una hoja de papel respaldada por una cavidad negra y la reflectancia de una pila gruesa del mismo papel, que no permite el paso de la luz. Esta relación se expresa con la fórmula:

Opacidad de Impresión: R_0/R_∞

Donde: R= Reflectancia

Se llama opacidad de impresión porque mide la propiedad que se conoce como transparencia.

Medida de la Opacidad por Transmitancia

Como acabamos de ver, la medida de la opacidad por la luz reflejada, se utiliza más que la que se obtiene por la luz transmitida. La razón es que la primera es más apropiada para papeles de escritura o impresión, pero en el caso de papeles para empaque, utilizados para proteger su contenido del deterioro por la luz, es mejor medir la opacidad tomando como referencia la transmisión de la luz. Para medir la opacidad por transmitancia, se coloca la muestra de papel entre una fuente de luz estándar y una celda fotoeléctrica, y se compara la cantidad de luz que mide la fotocelda cuando está la hoja de papel, contra la que se detecta al quitarla.