

## **POROSIDAD**

El papel es un material altamente poroso, como se puede ver por su peso específico bajo, comparado con el de la celulosa, su principal componente. El peso específico del papel, de 0.5 a 0.8 g/cm<sup>3</sup>, es bastante menor que el de la celulosa, de 1.5. La porosidad real se puede definir como la relación entre el volumen del espacio ocupado por aire en un papel y su volumen total.

El contenido de aire, en papeles comunes suele ser del 50% y puede llegar hasta un 70%. Este aire se encuentra en el papel, en tres formas:

1. Poros reales que son aberturas que atraviesan la hoja.
2. Poros superficiales que sólo están conectados con una de sus superficies.
3. Huecos que contienen aire en el interior de la hoja.

Existen estudios en los que se ha determinado que el volumen de poros reales en un papel común es solamente de un 1.6% del total del volumen de aire que contiene, correspondiendo el resto a los poros superficiales que no atraviesan la hoja y a huecos en su interior.

La porosidad es una propiedad muy importante, sin embargo, se le considera muy pocas veces y sólo con fines de investigación. La propiedad que sí se acostumbra determinar es la permeabilidad al aire, que a pesar de no ser una medida de la porosidad, está relacionada con ella.

La permeabilidad al aire se define como la capacidad del papel para permitir que un flujo de aire, bajo una presión controlada, lo atraviese. Es una propiedad relacionada con la estructura del papel, que a su vez depende del número, tamaño y distribución de los poros en la hoja de papel. Conviene tener presente que la permeabilidad al aire no es una medida de la porosidad y no existe una relación constante entre ellas, lo que significa que dos papeles con la misma porosidad, pueden tener diferentes valores de permeabilidad al aire, cuando uno de ellos contiene muchos poros pequeños y el otro menos poros pero grandes. Entre las operaciones que influyen especialmente se encuentran: refinación, encolado, prensado y calandrado. Es evidente que al ser recubierto un papel, se reducirá considerablemente su porosidad, debido a que el recubrimiento de la superficie tapa los poros y también a que sufre de una compresión alta.

Siguiendo la costumbre establecida entre los papeleros, llamaremos porosidad a la permeabilidad al aire, de la cual vamos a tratar a continuación. La importancia de la porosidad del papel se puede considerar desde tres puntos de vista:

a) Correlación con otras propiedades del papel:

- densidad
- resistencia
- apariencia

b) Comportamiento durante la conversión:

- impresión
- saturación
- recubrimiento

c) Requerimientos del uso final:

- bolsas y sacos (poroso)
- absorbente (poroso)
- papel filtro (porosidad controlada)
- antigrasa (poco poroso)
- aislante (muy poco poroso)
- cigarrillo (porosidad controlada)
- sanitario y facial (muy poroso)

La porosidad es importante en papeles para escritura e impresión, debido a que influye en la absorción de las tintas, la compresibilidad y la dureza del papel. Además, un exceso de porosidad puede ocasionar problemas en la alimentación del papel a las máquinas, al fallar las ventosas de succión; en papeles base para recubrir, en los que afecta en la absorción del adhesivo; en papel para sacos de llenado automático para evitar que se revienten al ser llenados; en papel para etiquetas que serán manejadas por medio de succión, en las que si es excesiva la porosidad, la máquina tomará más de una etiqueta a la vez; en diversos tipos de papeles filtro, en los que depende del uso para el que están destinados; en papel cigarrillo, para regular la velocidad de quemado.

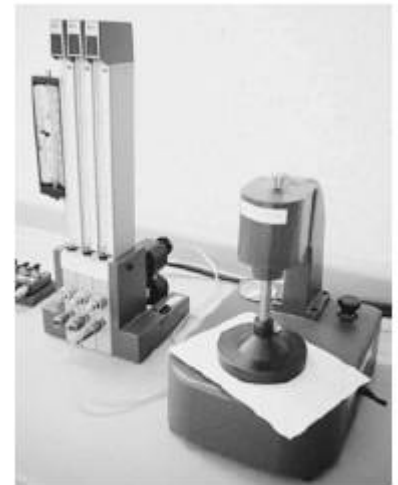
A pesar de ser una propiedad importante, la porosidad puede variar dentro de un rango bastante amplio sin ocasionar problemas durante la impresión. Cuando se trata de papel cubierto, es importante que la porosidad sea baja, pues de lo contrario se pueden producir ampollas superficiales cuando se imprime en rollo y se seca con calor, debido a que el vapor de agua que se genera en su interior no puede salir a través de la capa de recubrimiento sin dañarla.

## Determinación

Un sistema para medir la porosidad, se basa en la determinación del tiempo en que un volumen de aire dado atraviesa el papel al ser forzado a pasar con una presión controlada a través de un área determinada; para esta prueba se aplica el método TAPPI T460 om-88, se utiliza el Probador Gurley-Hill S-PS y es adecuado para papeles que permiten el paso de 100 cm<sup>3</sup> de aire en un tiempo comprendido entre 5 y 1800 segundos, bajo las condiciones del aparato, por ejemplo papeles sin recubrimiento entre 40 y 180 grs. Los resultados se dan en segundos por 100 cm<sup>3</sup> de aire.

Otro sistema se basa en la medida del flujo de aire que atraviesa el papel cuando es forzado a pasar por una superficie determinada con una presión controlada. Para esta medición se aplica el método TAPPI T547 pm- 88 en el que se emplea el aparato Sheffield. Los resultados se dan en unidades Sheffield. También se basa en este método el aparato Bendtsen, en el que se aplica el método estándar de SCAN P60:87. Se reporta en ml/min.

Es necesario ser muy cuidadosos al comparar resultados de aparatos como Gurley-Hill con los de Sheffield (Figura 6) o Bendtsen, ya que el primero mide el tiempo, en cambio los otros dos miden el flujo del aire. Esto hace que los valores altos en el Gurley- Hill, correspondan a papeles menos porosos (más cerrados). Sin embargo, en Sheffield o Bendtsen, los valores altos corresponden a un papel más poroso, más abierto. Los valores obtenidos en distinto equipo, no pueden compararse entre sí, ya que no son equivalentes.



**Figura 1. Aparato de Sheffield.**

En caso de querer determinar la porosidad real del papel, que es la relación entre el volumen de aire y el volumen total del papel, se puede efectuar colocando una cantidad determinada de xileno en una probeta graduada (por ejemplo 80ml). Por otro lado se corta en pedazos pequeños un volumen determinado de papel (VT), el cual se obtendrá multiplicando el área por su espesor.

Al xilenio que se encuentra en la probeta se le agregan los pedazos de papel y se observará en la probeta que el nivel de xileno aumentará (Vs), con lo que se puede saber el espacio ocupado por el aire (Va) y por el material sólido del papel (Vt - Va).

Volumen total del papel  
 $V_t = \text{Superficie} \times \text{Espesor}$

Volumen de materias sólidas  
 $V_s = \text{Líquido desplazado en la probeta}$

Volumen de aire  $V_a = V_t - V_s$

Volumen de material sólido del papel  
 $V_m = V_t - V_a$

Siendo la porosidad la relación entre el volumen de aire y el volumen total del papel:

## Porosidad

$$P = \frac{V_a}{V_t} \times 100 = \frac{V_t - V_s}{V_t} \times 100 = \frac{(1 - V_s)}{V_t} \times 100$$

En el laboratorio se determinó la porosidad real de un papel bond de 65g/m<sup>2</sup> y de un papel couché de 90g/m<sup>2</sup>. Los resultados fueron los siguientes:

## Papel Bond

Area: 51612 mm<sup>2</sup>

Espesor: 4.05 puntos = 0.10287 mm

Vt: 51612mm<sup>2</sup> x .10287mm =5309.4087mm<sup>3</sup>

Vs: 3ml = 3000mm<sup>3</sup>

P:  $(1 - \frac{3000.00\text{mm}^3}{5309.40\text{mm}^3}) \times 100 = 43.49\%$

## Papel Couché

Area: 51612 mm<sup>2</sup>

Espesor: 3.016 puntos = 0.0767 mm

Vt: 51612mm<sup>2</sup>x 0.0767mm=

3953.8708 mm<sup>3</sup>

Vs: 3ml = 3000mm<sup>3</sup>

P:  $(1 - \frac{3000.00\text{mm}^3}{3953.87\text{mm}^3}) \times 100 = 24.12\%$