



# Ecodiseño en el envasado de alimentos

## UNIDAD 9: Envases de papel y cartón

Gabriel Laslu, Dipl. Eng. (IDT1), [gabriel.laslu@gmail.com](mailto:gabriel.laslu@gmail.com)

Gabriel Mustatea, Ph. D. [gabi.mustatea@bioresurse.ro](mailto:gabi.mustatea@bioresurse.ro)

## Contenidos unidad 9, Ecodesign for food packaging

### *Contenidos*

9.1 Definición, clasificación, uso

9.2 Diseño ecológico para la recuperación y el reciclaje de papel y cartón

9.3 Tecnologías para el embalaje de papel y cartón

## Después de estudiar esta unidad, el alumno podrá:

### *Después de estudiar esta unidad, el alumno podrá:*

- Objetivo 1: conocer los principales tipos de papel y cartón utilizados en el envasado de alimentos;
- Objetivo 2: conocer la importancia y las posibilidades del reciclaje y reutilización de residuos de papel y cartón;
- Objetivo 3: conocer las bases de las tecnologías de obtención de envases de papel y cartón;
- Objetivo 4: utilizar los conocimientos de diseño de envases de papel y cartón en ecodiseño.

## 9.1 Definición, clasificación, uso

El papel y el cartón son materiales en forma de lámina de fibras de celulosa entretrejidas. Estos materiales se pueden imprimir. Tienen propiedades físicas que les permiten producir embalajes rígidos o flexibles si se cortan, trituran, doblan, dando distintas formas, pegando, etc.

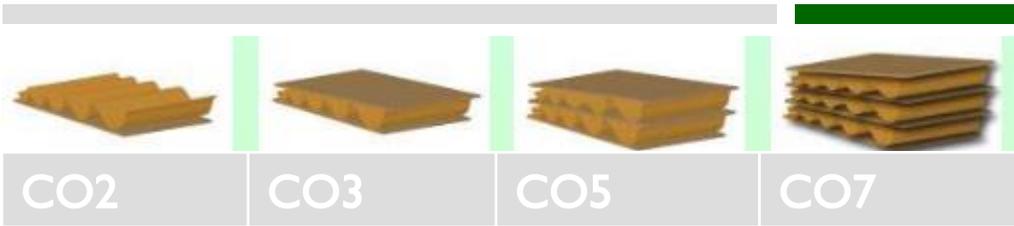
Aunque los materiales de fabricación de papel más populares son la pulpa de especies de madera blanda, especialmente coníferas, debido a la existencia de fibras de celulosa en la estructura de muchas plantas, desde hierbas hasta árboles, se pueden usar muchas otras fibras, como las de algodón, cáñamo o plantas de arroz.

La cantidad de fibra se expresa como la masa de fibras por unidad de área (gramos por metro cuadrado, g / m<sup>2</sup>), grosor (micras, 1 μm = 0,001 mm), puntos (1 punto = 0,001 pulgadas) y apariencia (color) y acabado de la superficie

El papel por encima de 200 g / m<sup>2</sup> lo define la ISO como cartón.

### ***Tipos de papel utilizados en el envasado:***

- papel sin tratar para envases inferiores no elásticos;
- papel que contiene fibras sintéticas;
- papel tratado químicamente para embalaje (papel encerado, lacado) recubierto con aluminio, celofán, polietileno.



**Fig.1 Tipos de cartón corrugado**

<http://www.tsocm.pub.ro/educatie/cepa/Ambalaje%20-%20CEPA%20-%20Curs%202.pdf>

El papel y el cartón pueden adquirir propiedades de barrera y otras funcionalidades, como soldadura en caliente para el envasado de líquidos, mediante recubrimiento y laminación con plásticos como polietileno (PE), polipropileno (PP), tereftalato de polietileno (PET o PETE) y etileno vinilo alcohol (EVOH) y papel de aluminio, cera y otros tratamientos.

Ejemplos de envases a base de papel y cartón: bolsas de papel, empaques de papel, ej. té y bolsas de café, sobres, bolsas, fundas de papel, bolsas de azúcar y harina, bolsas de papel, cajas laminadas, cajas plegables de cartón y rígidas, embalajes de cartón corrugado, recipientes de tubos y de papel, envases de líquidos, contenedores, etiquetas, cintas de sellado, materiales de amortiguación, tapas de sellado (membrana, sellado) y diafragmas.



Tuburi din hârtie

<http://www.tinkoff.ro/>



Ambalaje din hârtie <http://www.greif.com>



**Fig.2 Materiales utilizados de papel y cartón** <http://benecopackaging.com/products/>

## ***Tipos de cartón utilizados en el envasado:***

- cartón laminado con cera, LDPE o compuestos añadidos en la composición que aportan mejores propiedades barrera;
- dúplex de cartón (normal) para embalajes impresos por offset (material celulósico con cara gris y cara blanca. Buena capacidad de procesamiento. Después del corte por láser, el borde permanece carbonizado, marrón oscuro);
- triplex de cartón para embalaje de transporte, presenta alta resistencia al estallido;
- papel corrugado, con alta resistencia mecánica y buena elasticidad, protección mecánica utilizada especialmente para el embalaje secundario y terciario.

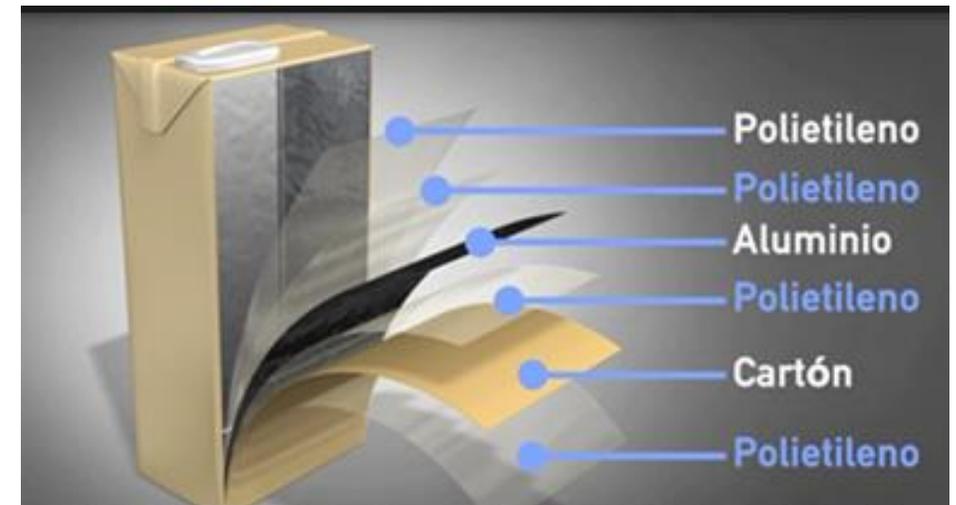
***Las funciones de las capas que componen el material de embalaje a partir del cual se fabrican las cartulinas comunes son las siguientes:***

- la capa exterior de polietileno (LDPE) protege la impresión (capa de tinta) y permite que las solapas del paquete se suelden;
- papel blanqueado es el soporte para la impresión;
- papel sin blanquear (de estraza o kraft), proporciona la rigidez mecánica necesaria para el embalaje;
- la capa interior de polietileno proporciona propiedades de barrera hacia los líquidos y permite la fabricación del paquete al unir los bordes mediante uniones térmicas.

### **Cartón aséptico**

Se han resaltado los siguientes aspectos positivos para los envases fabricados con materiales complejos a base de cartón con papel de aluminio incrustado en la estructura:

- los productos envasados asépticamente se pueden almacenar a temperatura ambiente sin afectar las características de calidad y sin perder peso;
- la concentración de oxígeno en las cartulinas asépticas permanece casi sin cambios, aproximadamente 1 ppm, mientras que en las cartulinas ordinarias el producto se satura con oxígeno después de unos días (8-9 ppm);
- el aroma de los productos se conserva mucho mejor cuando se envasan en cartones asépticos en lugar de envasarse en cartones normales ya que estos últimos son más permeables al gas



Fuente: Tetra Pak

## 9.2 Diseño ecológico para la recuperación y el reciclaje de papel y cartón

El ecodiseño de envases de cartón se presentó en la sección 5.3 de la Unidad 5. Aunque el se refiere al diseño ecológico de la logística del embalaje, los procedimientos y programas del diseño también se utilizan para el embalaje de papel y cartón primario.

La DECLARACIÓN EUROPEA SOBRE EL RECICLAJE DE PAPEL 2016-2020 abarca todos los productos de papel y cartón y en ella participan los 28 Estados miembros de la UE más Suiza y Noruega.

Entre los objetivos y metas de la Declaración se encuentra que:

- Para el año 2020, debería prohibirse el almacenamiento de papel reciclable en vertederos.
- Debe implementarse a jerarquía de residuos, incluida la energía procedente de residuos y energía renovable,
- Con respecto a la recolección de residuos se descubrió que para el proceso de reciclaje de papel los residuos mezclados son menos eficientes en calidad y costo del proceso completo que cuando el papel se recoge por separado, lo que provoca el riesgo de una menor recuperación.
- La Comisión Europea debe tomar medidas contra los países donde no se realiza la recogida selectiva de residuos.

Con respecto al diseño ecológico, es conveniente excluir materiales que se sabe que son cancerígenos, mutagénicos o tóxicos para la reproducción, así como adhesivos y tintas peligrosas según [www.paperforrecycling.eu/publications](http://www.paperforrecycling.eu/publications).

También en la prevención de residuos: Considere reducir la cantidad de desechos, incluso reduciendo la masa del producto, reutilizando el envase o ampliando su vida útil, reduciendo el impacto ambiental de los desechos generados, reduciendo las sustancias nocivas y peligrosas en los materiales y productos.

El cartón puede contener una cantidad muy pequeña de plomo. Esto se debe a que a menudo se imprime con tinta con plomo y debido a la contaminación acumulada en el ambiente. El plomo en el envase o sus componentes no debe exceder el 0.01% de la masa del paquete.

---

La EPA estima que producir un producto con papel reciclado requiere solo el 60% de la energía necesaria para crear el mismo producto a partir de la pulpa de la madera fresca, y los informes de consumo de energía muestran que reciclar una tonelada de papel puede ahorrar 10- 17 árboles que ayudan a salvar la selva tropical. El reciclaje de papel también requiere aproximadamente la mitad del agua que se usa normalmente para procesar papel de madera virgen. Otros autores estimaron que el papel y el cartón se reciclan unas 10 veces, y que el agua residual tendría una carga contaminante 3-4 veces menor.

La mayoría de los escenarios incluidos en los estudios de ACV analizados indican que el reciclaje de papel usado tiene un impacto ambiental menor en comparación con el almacenamiento alternativo en vertederos o incineración. El resultado es muy claro en la comparación entre el reciclaje y el almacenamiento, y menos pronunciado, pero claro en la comparación del reciclaje versus la incineración.

Sin embargo, la recuperación del 100% no es posible debido a que algunas de las características de calidad del uso de la celulosa de madera no se pueden recuperar y también, dado que después de múltiples procesos de reciclado, las fibras se deterioran y ya no se pueden reciclar.

Por lo tanto, existe una necesidad continua de fibras vírgenes. La energía es otro recurso importante que se consume en la producción de papel. Por lo tanto, se recomienda usar la biomasa resultante del proceso de fabricación de celulosa para obtener la energía necesaria para producirla.

## 9.3 Tecnologías para el embalaje de papel y cartón

### Procesado de fibras

Las células vegetales están compuestas de fibras de celulosa conectadas. Durante el proceso de extracción de la celulosa, estas fibras microscópicas se separan entre sí, y cuando la cadena polimolecular se rompió química o mecánicamente, las superficies "libres" entran en contacto entre sí creando puentes hidrogenados que proporcionan la dureza, la resistencia y la elasticidad del futuro material.

El proceso químico utilizado en la actualidad a gran escala es un complejo de tratamiento químico llamado Proceso Kraft. El objetivo del tratamiento químico es la eliminación de la estructura de lignina (de la pulpa sometida al proceso), que es el aglutinante orgánico que mantiene las fibras juntas, mediante el uso de una mezcla que lo disuelve. Después de la eliminación, las fibras restantes se pueden utilizar para producir un papel marrón sin terminar que se utiliza para hacer bolsas de papel o cajas de cartón. La materia prima así obtenida se puede utilizar además mediante una intensa purificación de la lignina restante, lo que conduce a la producción de pulpa de alta calidad, para papel blanco para escritura e impresión. Una ventaja de este proceso es el uso integral de la lignina liberada del proceso como combustible para la calefacción y la electricidad necesaria para el proceso.

El proceso de fabricación con sulfato o azufre es el proceso más utilizado en todo el mundo debido a las propiedades superiores de resistencia a la celulosa y puede aplicarse a todas las especies de madera.

Los principales aspectos ambientales de interés en la producción de pulpa de sulfato son los efluentes de las aguas residuales, las emisiones al aire que incluyen gases malolientes y el consumo de energía.

## **El proceso mecánico**

Existen dos procesos mecánicos que son importantes para la fabricación de pasta: pulpa termomecánica (pulpa termomecánica - TMP) y pulpa de madera (pulpa de madera molida - GW). En el proceso del TMP, la madera se astilla y luego se alimenta a la refinería con vapor calentado, donde las virutas se comprimen y se transforman en fibras entre dos discos de acero. En el proceso de fresado de madera, los troncos descortezados se introducen en las máquinas rectificadoras y se presionan sobre piedras giratorias para convertirlas en fibras. La pulverización mecánica no elimina la lignina, por lo que el rendimiento es muy alto, > 95%, sin embargo, hace que el papel así producido se vuelva amarillo y se vuelva frágil con el tiempo. El proceso mecánico produce fibras más bien cortas, produciendo papel de baja calidad. Aunque se necesitan grandes cantidades de electricidad para producir pulpa mecánica, cuesta menos que la celulosa producida químicamente.

### **Las características de la pulpa:**

#### **Pulpa mecánica de madera:**

- alta eficiencia del uso de la madera;
- la presencia de lignina hace que las fibras sean duras y rígidas;
- el grado limitado de consolidación de las fibras en la pulpa produce un papel con gran volumen (baja densidad), rigidez en flexión y estabilidad dimensional;
- una lámina hecha exclusivamente de pulpa mecánica es relativamente débil (como resistencia), pero relativamente rígida.

## **Pulpa Química:**

- Mantiene la longitud de la fibra;
- Desarrolla un alto grado de consolidación: alta densidad;
- Fibra flexible y suave, por lo tanto resistente a la flexión, al grabado y se puede sellar;
- Alto blanqueamiento, brillante, con alta estabilidad;
- Alta pureza, buen olor y protección contra infecciones.

## **Celulosa permeada**

El proceso de reciclado de papel puede usar la pulpa producida química o mecánicamente; al mezclarlo con agua y actuar mecánicamente, los enlaces de hidrógeno en el papel pueden romperse y las fibras pueden separarse nuevamente. La mayoría del papel reciclado contiene una proporción de fibras vírgenes para mejorar la calidad. En general, la pulpa de la madera permeada es de la misma calidad o más baja que el componente del papel recogido de la que se obtuvo.

## **Obteniendo papel de pulpa**

Si la pulpa se compra en fardos o paquetes, primero se dispersa en agua en un dispositivo de molienda hidráulico también conocido como "holendru" (hidrapulper).

Toda la pulpa se trata para prepararla para usarla en la máquina de papel o cartón.

Los aditivos, como el alumbre o las resinas sintéticas, se utilizan para mejorar la resistencia al agua de la fibra. Para que el producto sea más impermeable, se pueden agregar resinas resistentes a la humedad. Se pueden utilizar también agentes fluorescentes para blanqueamiento (agentes blanqueadores fluorescentes-FWA).

## **Formando hojas de papel**

La fibra en suspensión de agua, aproximadamente el 2% de fibra y el 98% de agua, se forma en una capa uniforme. Esta operación se realiza para obtener el papel en forma de una tira continua.

La obtención del papel real se realiza en máquinas con tamiz largo, tamiz cilíndrico o con tamices combinados y se hace de la siguiente forma:

- I. verter la pasta de papel en un tamiz sin fin con la ayuda de dispositivos especiales, sacudiendo continuamente la rejilla;
- II. la eliminación parcial de agua de la pulpa de papel, por medio de absorción especial, sacudiendo la rejilla continuamente;

III. formando la banda de papel, con la punción de los materiales contenidos en el papel a medida que se pierde el agua;

IV. deshidratación de la banda de papel mediante prensado y calentamiento;

V. alisado, corte y posiblemente bobinado del papel en el rollo.

La máquina de papel es en realidad un gran dispositivo de deshidratación. Actualmente, el diseño más utilizado es el proceso de conformación Fourdrinier, en el cual la lámina se forma sobre un tejido horizontal continuo sobre el cual se inyecta la suspensión de fibra en el tanque.

### **Revestimientos**

Los recubrimientos pigmentados de blanco se aplican en uno o ambos lados de varios tipos de papel y cartón.

Los recubrimientos incluyen pigmentos minerales, tales como caolín, carbonato de calcio y aglutinantes sintéticos (adhesivos) dispersos en agua. Se pueden aplicar una, dos o tres capas de recubrimiento. Los revestimientos se secan por calor radiante y pasando la lámina sobre los rodillos de secado calentando con vapor. Se pueden pulir según la apariencia, el color, el alisado, el brillo y las propiedades de impresión requeridas.

### **Formando el cartón**

La tecnología de fabricación de cartón es similar a la fabricación de papel. Las fibras para cartón son las mismas que para el papel, con la excepción del uso de pasta de madera mecánica y semicelulosa. Los materiales de relleno, encolado y coloreado utilizados para las cartulinas son los que se utilizan para la fabricación de papel. Se aplican las mismas tecnologías y se utilizan máquinas similares a máquinas de fabricación de papel o máquinas cilíndricas.

Mucavaua, un producto de papelería que pesa entre 500 y 750 g / m<sup>2</sup>, es idéntico al cartón. El acabado de cartón es similar al acabado de papel.

## Laminación

El papel de aluminio aplicado en uno o ambos lados, proporciona una barrera para la humedad, el aroma, el gas común (como el oxígeno) y la luz ultravioleta.

Papel impermeable laminado sobre cartón: buena resistencia a la grasa, resistencia a la temperatura hasta 180 ° C para el envasado de la cocción / recalentamiento.

Papel brillante laminado sobre cartón: resistencia a la grasa para productos con contenido moderado de grasa, como galletas o aplicaciones de horneado en cajas.

## Extrusión y laminación con material plástico

**Polietileno (PE)** - barrera aislante contra la humedad. El polietileno de baja densidad (LDPE) es ampliamente utilizado en la extrusión de plásticos para el recubrimiento y la laminación de papel y cartón.

**Polipropileno (PP)** - aislamiento térmico, barrera contra la humedad y la grasa. Puede soportar altas temperaturas de hasta 140 ° C y se utiliza para el envasado de alimentos que deben recalentarse en hornos hasta esta temperatura.

**Tereftalato de polietileno (PET)** - aislamiento térmico, barrera contra la humedad y la grasa. Puede soportar temperaturas de hasta 200 ° C en el horno. Cubra solo en el lado de no impresión.

**Polimetilpenteno (PMP):** barrera contra la humedad y la grasa, y no puede soldarse térmicamente. Por lo tanto, se utiliza como hojas planas, bandejas profundas y bandejas con esquinas mecánicamente fijadas. Cubra solo en el lado de no impresión.

- **Alcohol vinílico de etileno (EVOH) y poliamida (PA)** - barrera aislante térmica, grasas, oxígeno y luz. EVOH es sensible a la humedad y debe colocarse entre el material hidrofóbico, como PE. Se puede utilizar como una capa alternativa no metálica de papel de aluminio.
- **Resina ionomérica (Surlyn®R)**, una poliolefina con alta resistencia a las grasas, incluidos los aceites esenciales de los cítricos, y a la humedad con muy buenas propiedades de sellante, se utiliza como una capa de unión en el papel de aluminio cuando se aplica PE en la lámina .
- **Las capas de extrusión** de bioplásticos ahora están disponibles como una alternativa al PE. Este material a base de almidón es duradero y cumple con EN13432 para compostabilidad.

### **Impresión y teñido**

- Se utilizan todos los principales procesos de impresión: grabado, flexografía, impresión, proyección y litografía. El papel y el cartón también se pueden imprimir a través del proceso digital.

### **Formación del 3D**

- Actualmente, hay dos tipos de procesos de conformado para cartón para uso comercial: estampado (presionando la bandeja, formando por presión) para la producción de bandejas y placas, así como el tipo Multivac® (la formación de aire con vacío por termoformación) el proceso de producción de bandejas de sellado para quesos cortados en rodajas.

E

C

S

I

G

N



Eco-design for food packaging, Unit 9

Thank you!