

# Adhesivos acuosos para el etiquetado de botellas RETORNABLES de PET

2020 TECNICOM

- Adhesivos acuosos para el etiquetado de envases retornables de PET con etiquetas de papel.
- Etiquetas de papel con parámetros de calidad definidos.
- Influencia del adhesivo y de las etiquetas de papel en el proceso de lavado.



# Contenidos

## Parte 1

Adhesivos acuosos para el etiquetado de envases retornables de PET con etiquetas de papel

### 1.1 Especificaciones técnicas de Adhesivos en dispersión acuosa para el etiquetado de botellas retornables de PET. Cuadro comparativo RP 55, RP 77 y AQ 60.

- Requisitos generales
- Requisitos de desempeño
- Características Técnicas

### 1.2 Reología.

- Adhesivos Newtonianos y tixotrópicos
- Brookfield Rheology School

### 1.3 Adherencia

- Factores correlativos de adherencia: Físico, Mecánico y Químico - Energía superficial y Tensión superficial
- Físico: Fundamentación. Humectación / Wetting Tack
- Mecánico: Fundamentación.
- Energía Superficial / Tensión Superficial
- Técnicas de análisis

### 1.4 Control de dosificación.

- Aseguramiento del Índice de Calidad de Etiquetado (ICE)

### 1.5 Condensación. Entorno de la línea de embotellado

- Punto de rocío

### 1.6 Cámara Climática

### 1.7 Descripción de la técnica de ensayo

- Técnicas de análisis: Resistencia a la condensación de etiquetado en húmedo.

## Parte 2

Etiquetas de papel con parámetros de calidad definido

### 2.1 El papel soporte.

- Resistencia en Húmedo
- Resistencia del papel al NaOH

### 2.2 Tratamiento del anverso

- Estucado de una cara
- Características ópticas
- Sistemas de Impresión
- Metalizado y gofrado

### 2.3 Tratamiento del Reverso

- Valor de Cobb

### 2.4 Problemas asociados al reverso

- Reverso hidrófobo

### 2.5 Problemas asociados al anverso

- Penetración de soda cáustica
- Técnica de ensayo
- Críticas a la implementación de la Norma DIN 16524

## Parte 3

Influencia del adhesivo y de las etiquetas de papel en el proceso de lavado

### 3.1 Influencia de los insumos en el proceso de lavado.

#### 3.2 (A) Influencia de las Etiquetas.

- Penetración de NaOH
- Adaptación de la Norma ISO 12.632:2015

#### 3.2 (B) Influencia del adhesivo.

- Cohesión / Shear / Cross linked
- Técnica de análisis Shear

### 3.3 Tiempo de desprendimiento - Steeping off.

- Descripción



# Parte 1

Adhesivos acuosos para el etiquetado de envases retornables de PET con etiquetas de papel.

## 1.1 Especificaciones técnicas de adhesivos en dispersión acuosa para el etiquetado de botellas retornables de PET. Cuadro comparativo RP 55, RP 77 y AQ 60.

COLTEC AQ 60	COLTEC RP 77	COLTEC RP 55
<b>Requisitos generales</b>	<b>Requisitos generales</b>	<b>Requisitos generales</b>
<b>Tipo:</b> Adhesivo en dispersión acuosa.	<b>Tipo:</b> Adhesivo sintético en dispersión acuosa.	<b>Tipo:</b> Adhesivo sintético en dispersión acuosa.
<b>Uso:</b> Para el etiquetado de botellas de PET retornables en condiciones extremas de condensación.	<b>Uso:</b> Para el etiquetado de botellas de PET retornables en condiciones de condensación.	<b>Uso:</b> Para el etiquetado de botellas de PET retornables sin condensación.
<b>Regulaciones:</b> Formulado con materias primas que están incluidas en las listas positivas de la FDA y el Código Alimentario Argentino (Mercosur) para el uso en Envases y Equipamientos Alimentarios en Contacto con Alimentos (Código Alimentario Argentino Capítulo IV, FDA 21 CFR 175.105).	<b>Regulaciones:</b> Formulado con materias primas que están incluidas en las listas positivas de la FDA y el Código Alimentario Argentino (Mercosur) para el uso en Envases y Equipamientos Alimentarios en Contacto con Alimentos (Código Alimentario Argentino Capítulo IV, FDA 21 CFR 175.105).	<b>Regulaciones:</b> Formulado con materias primas que están incluidas en las listas positivas de la FDA y el Código Alimentario Argentino (Mercosur) para el uso en Envases y Equipamientos Alimentarios en Contacto con Alimentos (Código Alimentario Argentino Capítulo IV, FDA 21 CFR 175.105).
<b>Análisis microbiológico hongos y levaduras</b> Método de recuento en placa. Resultado < 1UFC/g	<b>Análisis microbiológico hongos y levaduras</b> Método de recuento en placa. Resultado < 1UFC/g.	<b>Análisis microbiológico hongos y levaduras</b> Método de recuento en placa. Resultado < 1UFC/g.
<b>Dosificación:</b> 23-27 g/m <sup>2</sup>	<b>Dosificación:</b> 20-25g/m <sup>2</sup>	<b>Dosificación:</b> 16-20 g/m <sup>2</sup>
<b>Temperatura de uso</b> 25°C - 32°C	<b>Temperatura de uso</b> 25°C - 32°C	<b>Temperatura de uso</b> 25°C - 32°C
<b>Limpieza:</b> Se remueve con una solución jabonosa en agua caliente.	<b>Limpieza:</b> Se remueve con una solución jabonosa en agua caliente.	<b>Limpieza:</b> Se remueve con una solución jabonosa en agua caliente.

## COLTEC AQ 60

### Requisitos de desempeño

**Resistencia a la condensación:**  
Excelente

**Punto de Rocío:**  
> 17°C

**Tiempo de desprendimiento:**  
< 7 minutos

**Humectación:**  
Alta

### Características Técnicas

**Viscosidad:**  
60.000 ± 30.000  
cps @ 25°C. Brookfield  
Spindle # 6 @ 10RPM

**Adhesivo tixotrópico:**  
IT: 1.10-1.20

**pH:** 8.5 - 9.5

**Densidad:** 1.0-1.2 g/cm<sup>3</sup>

**Sólidos:** Mín. 45 %

**Color:** Blanco

**Vida útil :** Seis meses

## COLTEC RP 77

### Requisitos de desempeño

**Resistencia a la condensación:**  
Alta

**Punto de Rocío:**  
< 17 °C

**Tiempo de desprendimiento:**  
< 7 minutos

**Humectación:**  
Excelente

### Características Técnicas

**Viscosidad:**  
60.000 ± 30.000  
cps @ 25°C. Brookfield  
Spindle # 6 @ 10RPM

**Adhesivo Newtoniano:**  
IT: 1.00-1.05

**pH:** 7.9 - 8.5

**Densidad:** 1.0-1.2 g/cm<sup>3</sup>

**Sólidos:** Mín. 50 %

**Color:** Blanco

**Vida útil :** Ocho meses

## COLTEC RP 55

### Requisitos de desempeño

**Resistencia a la condensación:**  
Baja

**Punto de Rocío:**  
< 7 °C

**Tiempo de desprendimiento:**  
< 7 minutos

**Humectación:**  
Excelente

### Características Técnicas

**Viscosidad:**  
60.000 ± 30.000  
cps @ 25°C. Brookfield  
Spindle # 6 @ 10RPM

**Adhesivo Newtoniano:**  
IT: 1.00-1.05

**pH::** 7.9 - 8.5

**Densidad:** 1.0-1.2 g/cm<sup>3</sup>

**Sólidos:** Mín. 45 %

**Color:** Transparente

**Vida útil :** Doce meses

## 1.2 Reología

### Adhesivos Newtonianos

**La reología es la ciencia del flujo que estudia la deformación de un cuerpo sometido a esfuerzos externos. Existen dos tipos diferentes de comportamientos reológicos bien marcados.**

#### **a) Newtonianos:**

Proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación.

#### **b) No Newtonianos:**

No hay proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación.

En el primero la viscosidad es constante independientemente del esfuerzo de corte al cual se somete el fluido y en el segundo la viscosidad depende del esfuerzo de corte aplicado.

Si por ejemplo se triplica el esfuerzo cortante, la velocidad de deformación se va a triplicar también. Esto es debido a que el término viscosidad es constante para este tipo de fluidos y no depende del esfuerzo cortante aplicado.

Los adhesivos en dispersión acuosa, son tixotrópicos, es decir, no hay proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación.

Para que un adhesivo de estas características tome las propiedades de flujo correctas (viscosidad constante) se hace necesario recircular el mismo, en la máquina etiquetadora, por un periodo no inferior a los 15 minutos antes de su uso.

### Brookfield Rheology School

#### *A Simple Viscometer Profiling Method*

Define al IT de la siguiente manera:

*Here is a simple rheological profiling technique you can implement immediately using the results from a Brookfield or similar viscometer to help you profile your products flowbehaviour and compare it to those of your competitors.*

*Take two readings with your viscometer: say one at 5rpm and another at 10 rpm. Now divide the viscosity at the lower speed by the viscosity at the higher speed. The result is a Viscosity Ratio.*

• **Viscosity Ratio = Visc at Lower Speed / Visc at Higher Speed**

• *VR > 1 means shear thinning (pseudoplastic)*

• *VR = 1 means Newtonian*

• *VR < 1 means shear thickening (dilatant)*

• *Coltec AQ 60: Adhesivo en dispersión acuosa VR > 1. Tixotrópico*

• *Coltec RP 77 / RP 55: Adhesivos sintéticos acuosos VR = 1*

*Newtonianos: proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación.*

## 1.3 Adherencia

### Factores correlativos de adherencia

La adhesión de un adhesivo en base acuosa sobre botellas de PET y etiquetas de papel depende de tres factores correlativos o de sucesión inmediata:

#### 1° Físico

Humectación del sustrato por parte del adhesivo. Adhesivos blandos. Cohesión equilibrada.

#### 2° Mecánico

Rugosidad y acabado superficial, la adhesión se debe a un anclaje del polímero (adhesivo) en los poros y rugosidades superficiales del sustrato, cualquier tipo de material si es observado a nivel microscópico dispone de una superficie compuesta por valles y crestas, esta topografía superficial permite al adhesivo penetrar y rellenar los valles produciéndose zonas de anclajes entre el adhesivo y el sustrato.

#### 3° Químico

Naturaleza y afinidad que existe entre el sustrato y el adhesivo

Este proceso es favorecido por:

#### 1° Físico:

- Adhesivos blandos. Falla cohesiva
- Temperatura de aplicación > a 20°C (disminuye la cohesión).
- Sólidos > 50% y polares (> adherencia sobre superficies mojadas).

#### 2° Mecánico:

- Alta energía superficial de la etiqueta > 38 dinas/cm.
- Baja tensión superficial del adhesivo
- Pre - lavado con solución de NaOH a las botellas nuevas.
- Condensación en el envase
- Etiquetas de bajo valor de Cobb (aprox. 11 g/m<sup>2</sup>)

#### Valor COBB

Determina la masa de agua absorbida por la etiqueta en un tiempo específico por metro cuadrado con una profundidad de 1 cm de agua.

### 1° FÍSICO

Humectación del adhesivo a los sustratos.  
Adhesivos blandos. Cohesión equilibrada.  
Wetting tack



### 2° MECÁNICO

Rugosidad y acabado superficial, la adhesión se debe al anclaje del polímero (adhesivo) en los poros y rugosidades superficiales del sustrato.  
Tensión y energía superficial.



### 3° QUÍMICO

Naturaleza y afinidad que existe entre el sustrato y el adhesivo.

## Físico: Fundamentación. Humectación / Wetting Tack

### Humectación/Wetting Tack

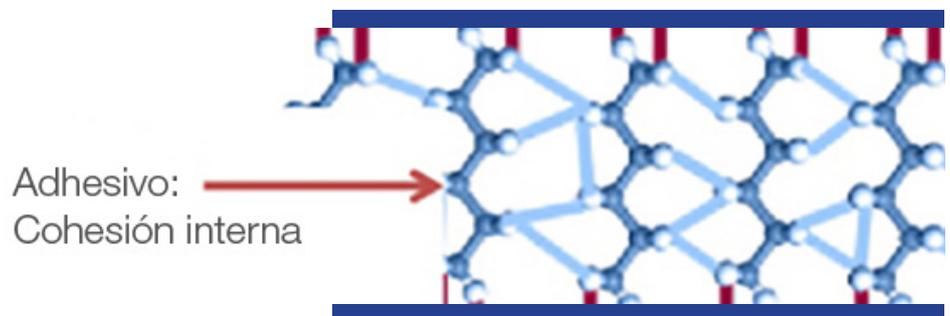
Pegajosidad o tack. Se refiere a que el producto presenta mojabilidad o mordiente al tacto y una cierta cohesión.

En general podemos decir que los adhesivos blandos tienen una baja cohesión, mientras que en los adhesivos duros la cohesión es más elevada.

Los adhesivos más blandos (cohesión baja) humedecen el sustrato rápidamente y tienen una elevada adhesión inicial.

Equilibrio entre cohesión y tack.

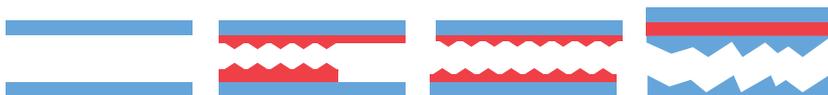
**A < cohesión > tack = humectación (mojado)**  
**Todos los materiales, ya sean líquidos o sólidos,**



La cohesión es “la acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas de un mismo cuerpo”. De modo que la cohesión hace referencia a la integridad estructural de un material, a la fuerza interna del adhesivo.

Cohesión: Interacciones atractivas entre las moléculas de adhesivo. Fuerza interna del adhesivo.

Incluye las fuerzas intermoleculares de atracción (fuerzas de Van der Waals) y el enlace entre las moléculas del polímero en sí.



### Tack y cohesión son interdependientes:

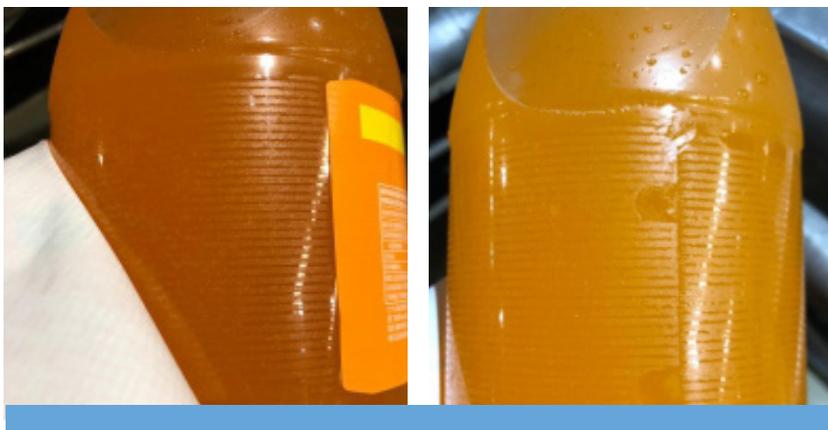
Si el tack es alto, la cohesión es baja, es decir, los adhesivos son blandos. En la figura precedente se observan diferentes formas de ruptura de la unión: la primera de ellas se conoce como fallo adhesivo y **no es deseable**. La tercera corresponde al fallo cohesivo y es la forma de ruptura necesaria, ya que permite el mojado de los dos sustratos, en este caso la botella de PET y la etiqueta.

**Una cohesión baja deja residuos de adhesivo tanto en la etiqueta como el material aplicado.**

La resistencia de una unión adhesiva se evalúa realizando un ensayo de rotura de la unión. El fallo debe ocurrir según

- **Fallo por cohesión:** cuando se produce la ruptura del adhesivo.

La inspección en la superficie de la fractura, **durante el proceso de etiquetado**, indica cuál es el modo de falla predominante. **La falta de adhesivo sobre regiones grandes de la superficie** demuestra que el fallo es adhesivo. La presencia de adhesivo sobre ambas superficies demuestra que la falla es cohesiva, es decir, presencia de adhesivo tanto en la etiqueta como en la botella



## Mecánico: Fundamentación. Energía Superficial / Tensión Superficial

### Energía superficial y tensión superficial

La adhesión es la suma de las fuerzas físicas y mecánicas de atracción y adsorción.

La máxima adhesión se consigue cuando el adhesivo está en contacto íntimo con las zonas a unir. Este es el motivo por el que el adhesivo debe penetrar totalmente en la rugosidad superficial y mojar toda la superficie.

La resistencia de la fuerza adhesiva depende del grado de mojado (contacto intermolecular) y de la capacidad adhesiva de la superficie. Para una determinada tensión superficial del adhesivo, el mojado depende de la energía superficial del sustrato.

La tensión superficial regula la intimidad del contacto que puede lograrse con un adhesivo sobre una superficie sólida.

Todas las superficies tienen un cierto grado de textura microscópica que debe recubrirse para lograr una buena adherencia.

La energía superficial de los sólidos también puede expresarse como “tensión superficial crítica”, esto es, la tensión superficial que se requiere en el líquido para que moje al sólido.

Un buen pegado presupone una humectación suficiente de las superficies de material sintético con el pegamento acuoso. Esta condición se da especialmente cuando la energía superficial sigma es aprox. 38 dinas/cm, cuando se lleva a cabo la medida según la norma ASTM D2578-67 .

Para medir la energía superficial de una etiqueta se emplean **tintas con una tensión superficial definida**.

La energía superficial del material se determina mediante una simple raya con el rotulador, que contiene tinta con una tensión superficial definida.

En el momento en que la tinta toma contacto con la superficie a medir, el comportamiento de la misma determina si la superficie presenta tensión superficial mayor o menor que la tinta de prueba del rotulador escogido para la prueba.

Cuanto mayor sea el valor de energía superficial de un material, tanto mejor será la adherencia. Muchas veces un valor de aprox. **38 dinas/cm** se considera como un valor límite global. En el caso de la energía superficial sea inferior a este valor, hay que contar con una mala adherencia.



En el caso de las etiquetas, se considera que papeles con valores cercanos o por encima de **70 dinas/cm** serán humectados fácilmente por los adhesivos usuales de etiquetado, mientras que las etiquetas con valores más bajos (reverso hidrófugo) necesitarán adhesivos especiales de baja tensión superficial. Un material de tensión de superficie 73 dinas será muy hidrófilo (fácil de pegar). Por el contrario, un material de energía superficial de **30 dinas será hidrófobo**, es decir, difícil de imprimir o pegar.

## Técnicas de análisis

### Energía superficial de la botella de PET y la tensión superficial del adhesivo

Todos los materiales, ya sean líquidos o sólidos, tienen fuerzas superficiales; a estas fuerzas se les llama “tensión superficial” en los líquidos y “energía superficial” en los sólidos.

El polietileno, el PET, son sustratos de difícil adherencia debido a que sus energías superficiales críticas son menores que las de la mayor parte de los adhesivos.

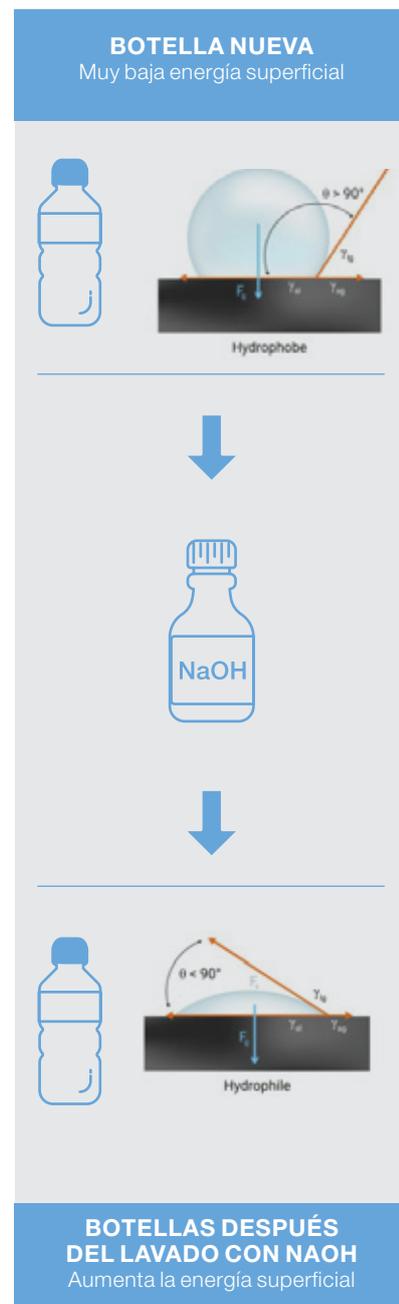
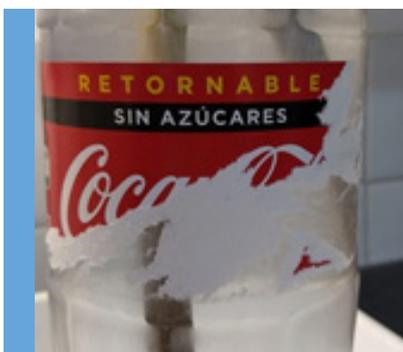
Materiales como los plásticos generalmente están formados por moléculas no polares de alto peso molecular, y en su superficie cuentan con niveles de energía libre muy bajos.

Muchos plásticos por ejemplo presentan energías superficiales bajas y requieren por lo tanto un pretratamiento químico o físico para permitir una adherencia suficiente.

Factores que ayudan a aumentar la energía superficial de las botellas de PET:

#### Lavado de botellas nuevas:

A medida que las botellas retornan, para su posterior llenado, son sometidas previamente a un proceso de lavado con solución cáustica que favorece el aumento de su energía superficial, mejorando en consecuencia el pegado. En el caso de botellas nuevas es aconsejable el pre lavado para mejorar la adherencia.



## Técnica de ensayo

### Humectación. Código 130-10

#### 1. Objetivo

Observar el grado de mojado y penetración de adhesivo sobre el reverso de la etiqueta.

#### 2. Fundamento

Se define como humectación al grado de mojado y penetración de adhesivo sobre el reverso de la etiqueta.

#### 3. Equipos y materiales

- Placa de vidrio
- Extendedor 0,03mm
- Adhesivo en estudio (20-25oC)
- Botellas
- Etiquetas

**Nota:** las etiquetas deben cumplir con penetración de soda cáustica < 60 seg., tener valor de Cobb entre 11 y 15 g/m<sup>2</sup> y energía superficial mayor a 60 dinas/cm.

#### 4. Desarrollo

- Colocar el adhesivo en el extendedor y realizar un extendido en la superficie de vidrio.
- Colocar la etiqueta sobre el adhesivo con una ligera presión y luego retirar la etiqueta de la placa con velocidad.
- Observar la humectación en la etiqueta (tack).
- Repetir el procedimiento, pero una vez retirada la etiqueta pegarla inmediatamente en una botella y retirarla nuevamente.
- Observar la pegajosidad sobre la botella.

#### Referencias:

- 1. Buena humectación y transferencia (tack en la etiqueta y en la botella).
- 2. Buena humectación con mojado de la botella, pero sin tack sobre la misma.
- 3. Buena humectación, pero sin mojado de la botella.
- 4. No humecta y no moja la botella

#### 5. Expresión de Resultados

Se indicará, para cada etiqueta con cada adhesivo en estudio, el nivel de humectación: 1-4

## Técnica de ensayo

### Determinación de Energía Superficial

#### 1. Objetivo

Determinar la Energía Superficial de Etiquetas.

#### 2. Fundamento

La energía superficial se define como la suma de todas las fuerzas intermoleculares que se encuentran en la superficie de un material. La tensión superficial es un parámetro que permite evaluar hasta qué punto ciertos líquidos pueden humedecer una superficie. Cuando el sustrato (etiqueta) dispone de una alta energía superficial (tendencia para atraer), y el adhesivo dispone de una baja tensión superficial (poca resistencia a deformarse para aumentar su superficie) es cuando se produce un buen mojado del adhesivo sobre el sustrato. Para medir la energía superficial de una etiqueta se emplean tintas con una tensión superficial definida.

#### 3. Equipos y materiales

- Etiquetas
- Marcadores con tintas entre 40-60 Dinan/cm

#### 4. Desarrollo

- Rayar las etiquetas con los marcadores comenzando por el de 60 Dinan/cm e inmediatamente observar si se produce mojado del papel o si se forman pequeñas gotas.
- Si se observan gotas, probar con el marcador de número inmediatamente inferior y repetir este procedimiento hasta ver que la tinta moja el papel.

#### 5. Expresión de Resultados

Se informa el valor de la tinta de mayor tensión superficial (en dinas/cm) capaz de mojar la superficie.



## 1.4 Control de dosificación

### Aseguramiento del Índice de Calidad de Etiquetado (ICE)

**Dosificación recomendada**  
**25 g/m<sup>2</sup>** (para superficies húmedas)

#### Aplicación:

#### Proceso de envasado Etiquetado Beneficios tangibles

- **Calidad:** Mejora la eficiencia en la línea de producción.
- **Costos:** Reducción del consumo.

Así como en medicina se obtienen y utilizan imágenes como técnicas diagnósticas para analizar y determinar cualquier situación, el empleo de imágenes representativas de las condiciones del etiquetado, constituye también, una herramienta simple y eficaz.

El control de dosificación de adhesivo, con la utilización de enfoques tecnológicos modernos, como es el empleo de equipos para la captura de imágenes y videos durante el proceso de etiquetado, difieren profundamente de los empleados hasta ahora.

A modo de ejemplo, se adjuntan imágenes del proceso de etiquetado en donde se analizan y determinan situaciones, a partir de la observación de las mismas.

Especificaciones técnicas de los adhesivos para el etiquetado de botellas de PET, con parámetros de calidad definidos:

- **Baja tensión superficial < 50 dinas /cm**
- **Adhesivos Blandos**
- **Cohesión equilibrada**
- **Fallo cohesivo durante el etiquetado**
- **Baja viscosidad**
- **Sólidos > 50%**



Hasta ahora se han utilizado métodos tradicionales para medir la dosificación y por correlación, controlar la calidad de presentación del envase (calidad de etiquetado).

Sin embargo, no siempre se logran los objetivos buscados por ser difícil su implementación desde un punto de vista operativo.

A modo de ejemplo, las figuras muestran el control efectivo de la dosificación de adhesivo a través de la visualización de las líneas claras y definidas provocadas por el adhesivo. La presencia de adhesivo en los dos sustratos, así como el dibujo preciso de las paletas en la botella y en la etiqueta, muestran un perfecto proceso de humectación, de Wetting tack, gracias a la baja tensión superficial del adhesivo y a la ruptura de la unión por falla cohesiva cuando el adhesivo está húmedo. Estos dos requisitos son fundamentales en el proceso de etiquetado.

Otros sistemas tradicionales de medición de consumo de adhesivos y de control de calidad del etiquetado son:

- **Medición manual con Peines hexagonales para película húmeda tipo: Elcometer.**

- **Medición manual con ruedas de películas húmedas de revestimiento continuo.**

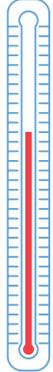
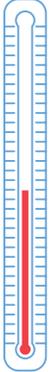
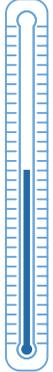


## 1.5 Condensación entorno a la línea de etiquetado



El proceso de condensación es un cambio de fase de una sustancia del estado gaseoso (vapor) al estado líquido. Este cambio de fase genera una cierta cantidad de energía llamada “calor latente”. Dicho proceso es muy común durante el embotellado de envases fríos. En el aire caliente, las moléculas de agua están muy separadas entre sí. Hay una temperatura crítica, llamada punto de rocío, que es cuando estas gotas de agua son forzadas a juntarse.

## ELECCIÓN DEL TIPO DE ADHESIVO EN FUNCIÓN DE LA CONDENSACIÓN

Adhesivos	AQ 60			RP 77			RP 55		
Humedad									
Superficie de la botella	ALTA (humedad presente)			MEDIA (poca humedad presente)			BAJA (sin humedad presente)		
									
	TEMPERATURA	% RH	PTO. DE ROCÍO	TEMPERATURA	% RH	PTO. DE ROCÍO	TEMPERATURA	% RH	PTO. DE ROCÍO
	35	65	27	25	55	15	18	50	7
									
	<p>El <b>punto de rocío</b> es la temperatura a la cual el aire comienza a condensar, es decir, inicia un cambio de estado, pasando de ser un gas para transformarse en un líquido. En el momento en que el aire entra en contacto con la superficie del envase, cuya temperatura está por debajo de la temperatura de rocío, se produce la condensación.</p> <p>En la <b>primer figura</b> se ejemplifica la relación entre la temperatura ambiente (35°C) y una humedad relativa ambiente (65%). El Punto de rocío para estas condiciones es de 27°C, es decir, si la temperatura del envase está por debajo de la indicada (27°C), comienza a condensar. <b>Cuanto menor</b> sea la temperatura de la botella mayor será la condensación.</p>								

## A modo de ejemplo / Cálculo de la Temperatura del punto de rocío / Temperatura de envasado 8°C.

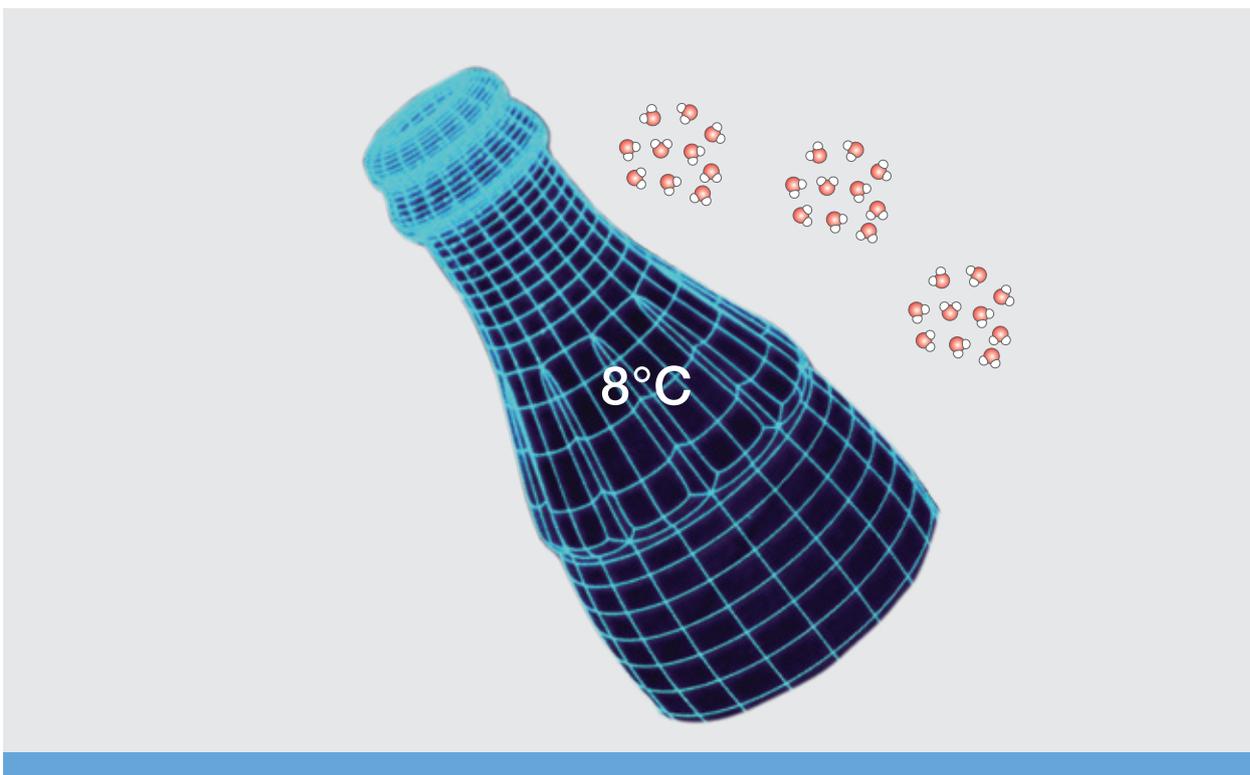
### Calculadora

Introducir la temperatura y humedad relativa a la cual se encuentra el aire y el programa devolverá el punto de rocío:

Temperatura	<input type="text" value="18"/>	°C
Humedad relativa	<input type="text" value="50"/>	%
Temperatura de Rocío	<input type="text" value="7,4"/>	

$$Pr = \sqrt{\frac{H}{100} \cdot (110 + T)} - 110$$

- PR= Punto de rocío
- T= Temperatura en grados Celsius
- H= Humedad relativa (expresada en tanto por ciento)



Para estas condiciones climáticas, si la temperatura del envase es aprox. de 8°C no hay condensación.

## El punto de rocío puede calcularse directamente con los datos de temperatura y humedad relativa existentes en un momento dado

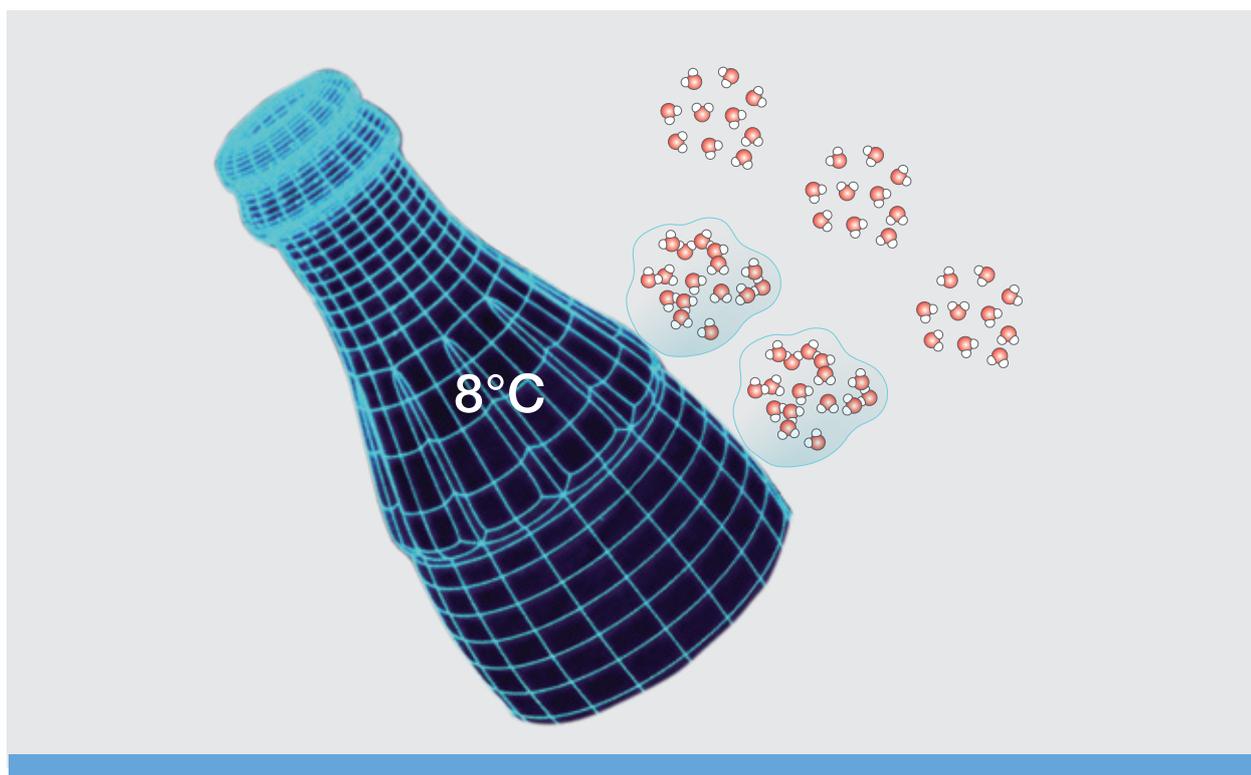
### Calculadora

Introducir la temperatura y humedad relativa a la cual se encuentra el aire y el programa devolverá el punto de rocío:

Temperatura	<input type="text" value="25"/>	°C
Humedad relativa	<input type="text" value="60"/>	%
Temperatura de Rocío	<input type="text" value="23"/>	

$$Pr = \sqrt{\frac{H}{100} \cdot (110 + T) - 110}$$

- PR= Punto de rocío
- T= Temperatura en grados Celsius
- H= Humedad relativa (expresada en tanto por ciento)



Para estas condiciones climáticas, si la temperatura del envase es aprox. de 8°C hay condensación. Cuánto mayor sea la diferencia entre el punto de rocío y la temperatura del envase mayor será la condensación.

## 1.6 Cámara Climática



**Las Cámaras climáticas son equipos diseñados para simular condiciones controladas de temperatura y humedad relativa en su interior.**

**El objetivo es llevar a cabo estudios o ensayos para verificar el comportamiento de los adhesivos expuestos a situaciones extremas de condensación.**

Para el test de condensación, se ajusta directamente la temperatura y la humedad relativa dentro de la cámara, a través de un software conectado al equipo.

## CÁMARA CLIMÁTICA TINYSTAB

Registro Gráfico - Equipo S/N T5-30E24

### Gráfico de temperatura entre fechas

Selecciona las fechas de inicio y fin

Fecha inicio

Fecha fin

### Cámara TintStab s/n 30E24

Registro de temperatura y % HR



La relación entre estos dos factores (la temperatura y la humedad relativa) determina la temperatura de rocío. Este es el punto (Dew Point) en el cual el aire, en contacto con una superficie de menor temperatura (envase frío), comienza a condensar, iniciando un cambio de estado pasando de ser un gas para transformarse en un líquido.

## 1.7 Descripción de la técnica de ensayo

El equipo se programa ajustando la temperatura y la humedad relativa dentro de la cámara climática, hasta llegar a un equilibrio para lograr un punto de rocío (Dew Point) determinado.

Para el cálculo del Dew Point se pueden utilizar tablas o aplicaciones que relacionan la humedad relativa y la temperatura ambiente.

Una vez controlado el Dew Point, en el equipo de ensayo, se conecta el sistema de recirculación de agua para mantener la superficie del envase a

8°C . Se recircula el agua del baño termostático, a través de la botella, con el objetivo de mantener la temperatura en forma constante sobre el envase. La condensación se produce al enfriarse el aire húmedo por debajo de la temperatura de rocío. Cuando el aire húmedo entra en contacto con la superficie fría de la botella a 8°C provoca el descenso de la temperatura del aire por debajo del Dew Point ocasionando la aparición de la condensación. Estas condiciones se mantienen, dentro del equipo, durante 1 hora.

	°F °C		°F °C		
Temperature =	22,2 °C	▼ ▲	Temperature =	30,0 °C	▼ ▲
Rel. Humidity =	73,0 %	▼ ▲	Rel. Humidity =	75,0 %	▼ ▲
Dew Point =	17,2 °C	▼ ▲	Dew Point =	25,1 °C	▼ ▲

Se etiqueta la botella fría y condensada utilizando el adhesivo en estudio. Para ello se utiliza un extendedor y se aplican aproximadamente 25g/m<sup>2</sup> del adhesivo en la etiqueta.

Para mantener constante la condensación, se hace recircular agua por la botella etiquetada durante cuatro horas a una temperatura de 8 °C.

Pasado el tiempo indicado, se detiene la recirculación, se deja secar la botella por 24 hs y luego se observa el porcentaje de desgarro de fibra.

DESGARRO DE FIBRA VALORACIÓN	
DESGARRO DE FIBRA	VALORACIÓN
90 %	Excelente
75 – 90 %	Alta
60 – 75 %	Media

Para saber las condiciones en la línea de embotellado, simplemente se puede recurrir a aplicaciones como SWW Weather.

A modo de ejemplo, para una temperatura ambiente de 9°C y una Humedad relativa de 76%, la temperatura de rocío o Dew Point es de 5°C.



En esas condiciones no habrá condensación para superficies con una temperatura de 8°C.

## Técnicas de análisis de resistencia a la condensación RP 77 y AQ 60

### Técnicas de análisis Coltec RP 77

#### Resistencia a la condensación, CWR T.A N° 124-19.1

##### 1. Objetivo

Observar la resistencia del adhesivo a la Condensación

##### 2. Fundamento

Se define como resistencia a la condensación al porcentaje de desgarro de fibra observado sobre la botella luego de etiquetar en húmedo y exponer la botella a la condensación durante 4 horas.

##### 3. Equipos y materiales

- Extendedor • Placa de vidrio • Etiquetas (Cobb 11-15 g/m<sup>2</sup>, energía superficial entre 60-75 dinas/cm) • Botellas • Adhesivo en estudio.
- Hielo • Mangueras para recirculación • Baño y cabezal termostático (5°C)
- Bomba de recirculación • Cámara climática, (punto de rocío 15°C).

##### 4. Desarrollo

- Conectar el sistema de recirculación de agua a la cámara climática
- Colocar la botella en la cámara climática programada para mantener el punto de rocío de 15°C.
- Recircular el agua del baño termostático a través de la botella.
- Enfriar el agua del baño con hielo para mantener una temperatura de 5 °C. Dejar condensar la botella durante 1 hora.
- Etiquetar la botella fría y condensada utilizando el adhesivo en estudio. Para ello utilizar un extendedor y aplicar aproximadamente 25g/m<sup>2</sup> del adhesivo en la etiqueta.
- Mantener la botella así etiquetada por 4 horas haciendo recircular agua por la botella a una temperatura de 5 °C para mantener la condensación constante.
- Pasado el tiempo se detiene la recirculación y se deja secar la botella por 24 hs.
- Observar el % de desgarro de fibra

Imagen de ensayo de Laboratorio

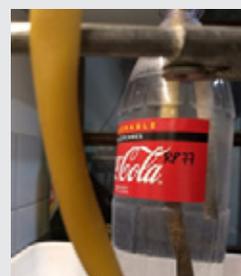


Imagen de producción



#### DESGARRO DE FIBRA VALORACIÓN

DESGARRO DE FIBRA	VALORACIÓN
> 90 %	Excelente
> 75 – 90 %	Alta
< 60 – 75 %	Media

## Técnicas de análisis Coltec AQ 60

### Resistencia a la condensación, CWR T.A. N° 124- 19.2

#### 1. Objetivo

Observar la resistencia del adhesivo a la Condensación.

#### 2. Fundamento

Se define como resistencia a la condensación al porcentaje de desgarro de fibra observado sobre la botella luego de etiquetar en húmedo y exponer la botella a la condensación durante 4 horas.

#### 3. Equipos y materiales

• Extendedor • Placa de vidrio • Etiquetas ( Cobb 11-15 g/m<sup>2</sup>, energía superficial entre 60-75 dinas/cm) • Botellas • Adhesivo en estudio • Hielo • Mangueras para recirculación • Baño y cabezal termostático (5°C) • Bomba de recirculación • Cámara climática, (punto de rocío 20°C).

#### 4. Desarrollo

- Conectar el sistema de recirculación de agua a la cámara climática.
- Colocar la botella en la cámara climática programada para mantener el punto de rocío de 20°C.
- Recircular el agua del baño termostático a través de la botella.
- Enfriar el agua del baño con hielo para mantener una temperatura de 5 °C. Dejar condensar la botella durante 1 hora.
- Etiquetar la botella fría y condensada utilizando el adhesivo en estudio. Para ello utilizar un extendedor y aplicar aproximadamente 25g/m<sup>2</sup> del adhesivo en la etiqueta.
- Observar el % de desgarro de fibra.
- Mantener la botella así etiquetada por 4 horas haciendo recircular agua por la botella a una temperatura de 5 °C para mantener la condensación constante.
- Observar el % de desgarro de fibra

Imagen de ensayo de Laboratorio



Imagen de producción



#### DESGARRO DE FIBRA VALORACIÓN

DESGARRO DE FIBRA	VALORACIÓN
> 90 %	Excelente
> 75 – 90 %	Alta
< 60 – 75 %	Media



# Parte 2

Etiquetas de papel  
con parámetros de  
calidad definidos

## 2.1 El papel soporte

### Resistencia en Húmedo

En la fabricación del papel soporte se agregan agentes para el encolado, resinas como colofonia, que contribuyen a la resistencia en seco o en húmedo, almidones, cargas minerales, ayudas para la retención, colorantes, u otros materiales similares que se introducen a la pasta para así crear en ella propiedades especiales.

El empleo de ciertas resinas termoestables, en particular las aminoplastas, la urea-formaldehído (UF) y la melamina-formaldehído (MF), mejoran en forma notable la resistencia del papel cuando se humedece, al unir las fibras de celulosa.

Los papeles soporte generalmente sin pasta de madera deben poseer una alta resistencia para soportar la tracción durante el proceso de etiquetado.

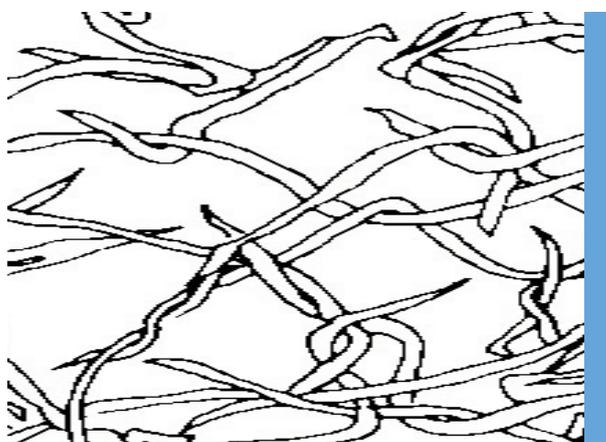
Las fibras celulósicas son hidrofílicas y por ello se humedecen e hinchan fácilmente con el agua.

Un **papel con resistencia en húmedo** muestra una resistencia extraordinaria a la ruptura o la desintegración cuando se le satura con agua.

La principal característica en la limpieza de las botellas dentro de un sistema de botellas retornables es **la resistencia del papel a la lejía**. La etiqueta no deberá desintegrarse durante el baño de soda cáustica sino que deberá desprenderse de la botella pero permanecer entera y prolongar así la vida útil de la solución cáustica.

Durante la fabricación de papel, las características del papel de etiquetas son ajustadas. Para un buen comportamiento en máquina de papeles para etiquetas son críticos los valores de resistencia a la tracción en húmedo y en seco.

Si se utilizan las etiquetas en botellas de vidrio retornables, se requiere adicionalmente que el papel base tenga resistencia contra el deshilachado en la lavadora de botellas.



Es esencial para la reutilización de etiquetas, que las mismas sean resistentes al álcali, que sean permeables al álcali y que las tintas de impresión no pierdan adherencia en el baño de soda.



## Resistencia del papel al NaOH

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE ETIQUETAS CON PARÁMETROS DE CALIDAD DEFINIDOS							
CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	UNIDADES	VALORES			TOL.	MÉTODO	
Gramaje	g/m <sup>2</sup>	70	75	80	± 4	DIN EN ISO 536	
Espesor	µm	58	63	68	± 5%	DIN EN ISO 534	
Brillo	%	57	57	57	± 5	ISO 8254-1 (75°)	
Blancura	%	92	92	92	± 2	ISO 2470-2	
Rugosidad	Anverso	µm	< 1.1	< 1.1	< 1.1	—	ISO 8791-4
	Reverso	µm	> 2	> 2	> 2	—	ISO 8791-4
Cobb reverso	g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)	
Opacidad	%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471	
Opacidad en húmedo	%	72	75	77	—	ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua	
Tracción en seco (MD)	N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2	
Tracción en húmedo (MD)	N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781	
Tiempo de desprendimiento en NaOH	seg	< 160	< 160	< 160		DIN 16524-6	
Tiempo de penetración de NaOH	seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6	
Fijación de la tinta en NaOH	min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7	
Resistencia frente a NaOH		1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)	
Flotación	seg	> 20	> 20	> 20		T.A.302/00	
Planeidad	mm	< 3	< 3	< 3		T.A.300/00	

## 2.2 Tratamiento del anverso

### Estucado de una cara

El estuco del anverso básicamente está compuesto por pigmentos tales como caolín y creta así como aglutinantes para mejorar su capacidad de impresión.

Otros aditivos sirven para definir ciertas características tales como la blancura. En general, se aceptan los beneficios derivados de las cargas, y la adición de algunos de éstos, tales como caolín, carbonato de calcio y el dióxido de titanio.

Las cargas son muy deseables en papeles para impresión, ya que mejoran sus propiedades de impresión.

Para eliminar en lo posible una contaminación de la sosa cáustica de agentes extraños y lograr así un uso prolongado de la lejía es necesario una buena fijación de la tinta de impresión. Para ello son decisivos la composición del estuco y la solidez de la tinta.

Se cuenta con un gran número de cargas a disposición del químico papelerero, que van desde los caolines baratos y de bajo grado hasta los pigmentos costosos de dióxido de titanio.

Con la operación de estucado se consiguen, principalmente, una serie de ventajas con respecto a un papel no estucado, como las siguientes:

- Mayor nitidez en las imágenes impresas
- Papel más opaco
- Consumo más reducido de tintas

#### Estucado de una cara:

Constituye una especialidad dentro de los estucados de doble capa. Suele tener siempre acabado brillante, aunque también existe el acabado gofrado.

Este tipo de papel siempre lleva un tratamiento dorsal para evitar el abarquillado, que es un problema muy complicado que aparece en el momento de la impresión.

#### Papel no estucado



#### Papel estucado



Las principales cargas o rellenos en uso son: caolín, carbonato de calcio, dióxido de titanio, sulfuro de cinc, sulfato de calcio, sílice diatomácea.

Es necesario tener en cuenta que el papel presenta una suficiente opacidad en estado húmedo. Las características ópticas tales como:

- Blancura
- Lisura
- Brillo

Son determinantes para la calidad de impresión: La blancura y el brillo son importantes para la brillantez de la reproducción de los colores. La lisura determina la exactitud de la reproducción.

Existen un gran número de tests que evalúan las propiedades ópticas así como la adherencia de colores.

## Características ópticas

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE ETIQUETAS CON PARÁMETROS DE CALIDAD DEFINIDOS							
CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	UNIDADES	VALORES			TOL.	MÉTODO	
Gramaje	g/m <sup>2</sup>	70	75			DIN EN ISO 536	
Espesor	µm	58	63			DIN EN ISO 534	
Brillo	%	57	57			ISO 8254-1 (75°)	
Blancura	%	92	92			ISO 2470-2	
Rugosidad	Anverso	µm	< 1.1	< 1.1	< 1.1	—	ISO 8791-4
	Reverso	µm	> 2	> 2	> 2	—	ISO 8791-4
Cobb reverso	g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)	
Opacidad	%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471	
Opacidad en húmedo	%	72	75	77	—	ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua	
Tracción en seco (MD)	N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2	
Tracción en húmedo (MD)	N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781	
Tiempo de desprendimiento en NaOH	seg	< 160	< 160	< 160		DIN 16524-6	
Tiempo de penetración de NaOH	seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6	
Fijación de la tinta en NaOH	min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7	
Resistencia frente a NaOH	—	1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)	
Flotación	seg	> 20	> 20	> 20		T.A.302/00	
Planeidad	mm	< 3	< 3	< 3		T.A.300/00	

## Sistemas de Impresión

Los papeles de etiquetas se suministran ya sea como rollos o en hojas para procesamiento adicional en las plantas de impresión. Los tres métodos de impresión más comunes son:

- Huecograbado.
- Impresión offset.
- Impresión flexográfica.

### Huecograbado

En la impresión por huecograbado, las partes de impresión están empotradas en el cilindro de impresión.

El cilindro giratorio, cromado, se sumerge en la tinta y no está recubierto en los puntos libres de impresión, de modo que sólo la tinta se transfiere directamente desde las copas al papel. El volumen de las copas individuales es decisivo para la aplicación de tinta en el papel. Después de la impresión, la banda de papel se hace pasar a través de una unidad de calentamiento en la que los disolventes a base de alcohol contenidos en la tinta de impresión se evaporan. El huecograbado está destinado (por la presión del rodillo, la alta vida útil de los cilindros de impresión, en combinación con los altos costos de producción de los cilindros) especialmente para tiradas de etiquetas medianas y grandes.

### Offset

Las piezas de impresión y de no impresión están en un nivel. La placa de impresión es una placa de metal o plástico que ha sido pretratada mediante métodos fotoquímicos de tal manera que las partes no imprimibles son hidrófilas y repelen la tinta, mientras que las partes de impresión son

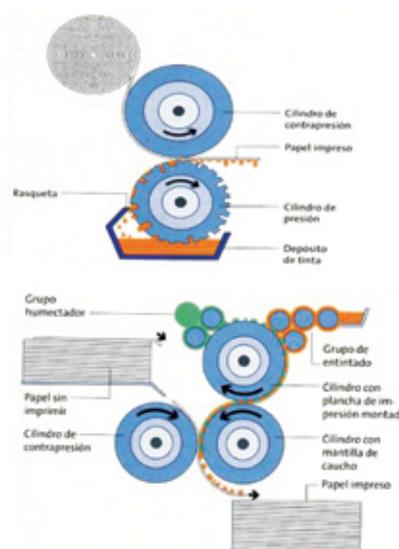
hidrófobas y atraen la tinta de impresión que contiene grasa. La tinta espesamente viscosa se transfiere a la placa de impresión previamente humedecida a través de los rodillos de aplicación de tinta.

La impresión offset es un proceso de impresión indirecto porque la forma de impresión transfiere primero la imagen impresa a un cilindro de goma antes de imprimir el papel.

Las tintas offset se secan oxidativamente con la ayuda de un polvo antimaculante, que mantiene las hojas de papel a una distancia y permite el contacto con el oxígeno.

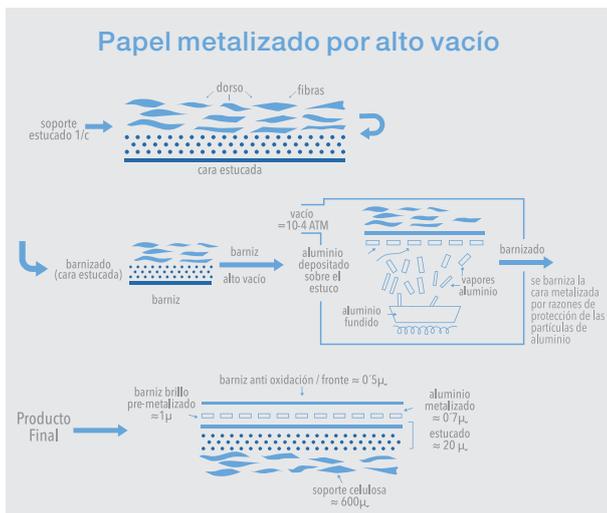
En comparación con la impresión por huecograbado, la impresión offset es un proceso de impresión más económico debido a la menor vida útil de la plancha de impresión combinada con menores costes de producción para tiradas de impresión pequeñas y medianas.

### Imágenes de Impresión en Huecograbado y en Offset respectivamente

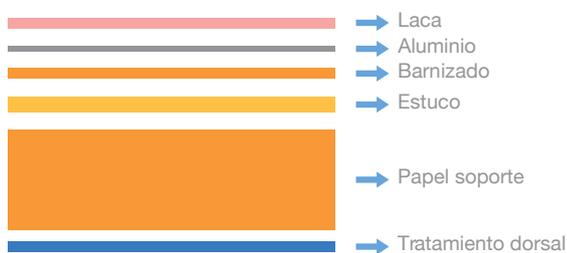


## Metalización y Gofrado

Los papeles para etiquetas metalizadas se parecen a hojas de metal y ofrecen a los diseñadores posibilidades de diseño adicionales. Etiquetas metalizadas son producidas principalmente por metalización al vacío, en el cual se aplica una capa de metal de espesor de 0,3 micras a 0,4 micras. Esto conduce a un aumento de peso de aproximadamente 0,4 g/m<sup>2</sup>.



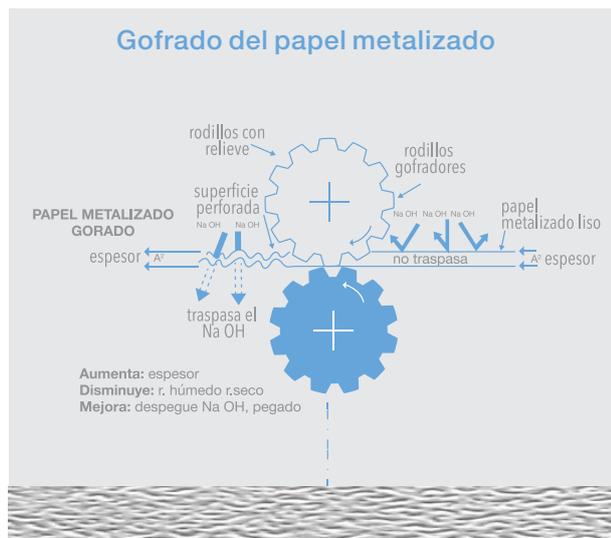
Los papeles base metalizados constituyen una categoría especial muy importante. Papeles para etiquetas metalizados son empleados hoy en día sobre todo en la decoración de cervezas premium



### ESTRUCTURA DEL PAPEL METALIZADO

La elaboración de estos papeles se realiza sobre todo con el proceso de metalizado al vacío, mediante el cual una capa de metal ultradelgada es aplicada sobre un sustrato para lograr el efecto de una superficie metálica. (Handbook. Kronen 2002:105)

Para aumentar la flexibilidad de las etiquetas, sobre todo cuando tienen alto contenido de barniz, etiquetas metalizadas y aquellas que presentan alta rigidez, son sometidas a un proceso de gofrado. Esto consiste en hacer un relieve continuo, de fondo, sin registro, en un papel para darle una textura no lisa. El proceso de gofrado puede realizarse sobre cualquier tipo de papel, cartulina, antes o después de la impresión y sobre cualquier tipo de acabado superficial (laca, barniz).



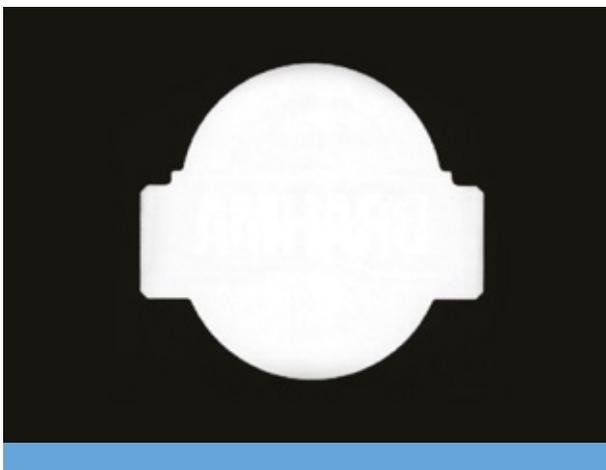
El gofrado se lleva a cabo haciendo pasar el material entre dos rodillos gofradores engravados mecánicamente que presionan la lámina de material para conseguir en relieve el dibujo deseado.



## 2.3 Tratamiento del reverso

### Valor de Cobb

Una vez estucado e impreso el papel para etiqueta, presenta nuevos parámetros que son necesarios considerar.



No solo son importantes ahora las **propiedades ópticas y de resistencia del papel soporte**, sino que también, luego de la impresión, factores como fijación de la tinta, absorción de agua (el valor de Cobb), la suavidad y la rugosidad del dorso de la etiqueta son decisivos para la separación, la transferencia de la etiqueta, la humectación del adhesivo y una aplicación lisa en botellas mojadas. Estos factores constituyen aspectos de relevancia en el proceso de etiquetado. En los papeles para etiquetas se tiene, debido al estucado de una sola cara, generalmente una distorsión de la hoja que tiende a curvarse en la cara estucada.

El tratamiento del reverso tiene sobre todo la finalidad de garantizar una buena planeidad bajo las más diversas condiciones climáticas.

El valor de Cobb es una medida de la capacidad de absorción de agua de la etiqueta.

La cantidad de agua del adhesivo de etiquetado y de la superficie de la botella se absorbe a través de la porción de fibra y se libera de nuevo con el secado del adhesivo con un retraso de tiempo.

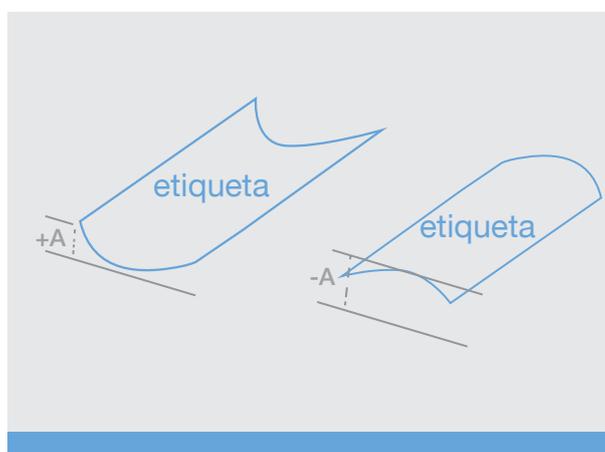
El gramaje del papel base y el valor Cobb del dorso retrasan la elongación de las fibras.

El papel estucado en una cara siempre lleva un tratamiento dorsal para evitar el efecto de flotación (tendencia al enrollamiento) y falta de planeidad, que es un problema muy complicado que aparece en el momento de la impresión.

Un papel de etiquetas adecuado no debe presentar, después de ser humedecido, un curvado que podría afectar a su procesamiento.

Los collarines son un claro ejemplo en donde se observa con mayor frecuencia este obstáculo de procesamiento. Esto se ve claramente cuando las etiquetas encoladas tienden a ondularse antes de ser pegadas sobre el envase (técnica asociada: flotación).

El tratamiento del reverso tiene como principal objetivo garantizar que las etiquetas estucadas en una cara no presenten los inconvenientes de flotación y de planeidad mencionados.



## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE ETIQUETAS CON PARÁMETROS DE CALIDAD DEFINIDOS

CARACTERÍSTICA DE CALIDAD		UNIDADES	VALORES			TOL.	MÉTODO
Gramaje		g/m <sup>2</sup>	70	75			DIN EN ISO 536
Espesor		μm	58	63			DIN EN ISO 534
Brillo		%	57	57			ISO 8254-1 (75°)
Blancura		%	92	92			ISO 2470-2
Rugosidad	Anverso	μm	< 1.1	< 1.1	< 1.1	—	ISO 8791-4
	Reverso	μm	> 2	> 2	> 2	—	ISO 8791-4
Cobb reverso		g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)
Opacidad		%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471
Opacidad en húmedo		%	72	75	77	—	ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua
Tracción en seco (MD)		N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2
Tracción en húmedo (MD)		N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781
Tiempo de desprendimiento en NaOH		seg	< 160	< 160	< 160		DIN 16524-6
Tiempo de penetración de NaOH		seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6
Fijación de la tinta en NaOH		min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7
Resistencia frente a NaOH		—	1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)
Flotación		seg	> 20	> 20	> 20		T.A.302/00
Planeidad		mm	< 3	< 3	< 3		T.A.300/00

## 2.4 Problemas asociados al reverso

Krones destaca, en la Guía técnica y práctica sobre la decoración exitosa de productos “El Mundo de la Etiqueta”, las perturbaciones durante el etiquetado con adhesivo frío.

En el mismo indica: La etiqueta no acepta adhesivo y da como causa posible el reverso hidrófugo, transferencia o traspaso de la tinta y/o de laca,



## Reverso hidrófobo

Como consecuencia de este reverso hidrófugo disminuye la energía superficial del papel y se hace necesario el uso de adhesivos con muy baja tensión superficial para poder humectar el papel.

El adhesivo sintético utilizado en el proceso de etiquetado debe contemplar, en su diseño, esta particularidad .

En otras palabras, el adhesivo tiene que presentar baja tensión superficial para que pueda mojar, humectar y penetrar fácilmente en los poros de la etiqueta, para evitar posibles perturbaciones.

En términos de Krones: si la etiqueta no acepta el adhesivo por reverso hidrófugo, la consecuencia inmediata es el aumento significativo de la dosificación de pegamento, lo cuál implica un tack de etiquetado (fijación a la botella en el proceso de etiquetado) muy superior a los 10 segundos (movimiento de la etiqueta en el rozamiento de las botellas).

Con el uso de un adhesivo adecuado se logra la fijación deseada incluso con etiquetas con baja energía superficial, esto es, 38 dyn/cm.



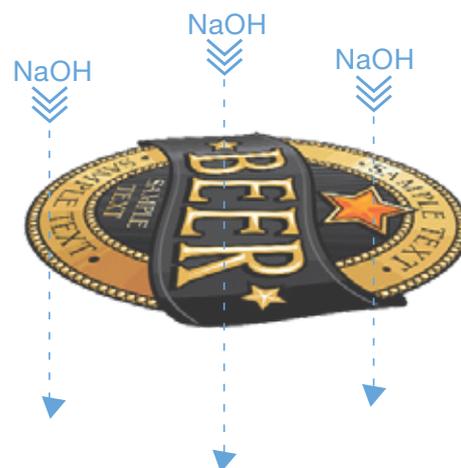
## 2.5 Problemas anverso

### Penetración de soda cáustica

Para asegurar el correcto lavado de la etiqueta en la lavadora, es necesario que la solución de soda cáustica utilizada traspase la etiqueta para entrar en contacto con el adhesivo y, al disolverlo, libere la etiqueta de la botella. Este traspaso debe ser lo suficientemente rápido para que la etiqueta se desprenda en las condiciones y tiempo de lavado de las botellas.

Por los distintos procesos de impresión, por el metalizado, así como por el uso de diferentes tintas y barnices, es muy común observar problemas de penetración del NaOH por el anverso de la etiqueta y como consecuencia de esto la solución cáustica no toma contacto con el adhesivo.

El método de análisis utilizado, para observar el tiempo de penetración de soda cáustica, se realiza con un indicador ácido-base aplicado en el reverso de la etiqueta. Se realiza el análisis en un baño de soda cáustica bajo los parámetros de ensayo.



## Penetración de soda cáustica de la etiqueta. Técnica de ensayo

### 1. Objetivo

Medir el tiempo que tarda la soda cáustica en penetrar a través de una etiqueta.

### 2. Fundamento

En la lavadora es necesario que la solución de soda cáustica utilizada traspase la etiqueta para entrar en contacto con el adhesivo y, al disolverlo, libere la etiqueta de la botella. Este traspaso debe ser lo suficientemente rápido para que la etiqueta se desprenda en las condiciones y tiempo de lavado de las botellas.

La penetración de soda cáustica se observa mediante un indicador ácido base aplicado en el reverso de la etiqueta al colocarla en un baño de soda cáustica a temperatura ambiente.

### 3. Equipos y materiales

- Recipiente para solución de soda cáustica (NaOH) al 1,5 %.
- Etiquetas
- Cronómetro.
- Termómetro

### 4. Reactivos

- Solución de soda cáustica al 1,5 %
- Timolftaleína (sólida)

### 5. Desarrollo

- Llenar 2/3 del recipiente con soda cáustica al 1,5 % y llevar a temperatura de 20-25°C.
- Espolvorear el dorso de la etiqueta a analizar con timolftaleína.
- Colocar la etiqueta con la cara impresa hacia la solución de NaOH y poner en marcha el cronómetro.
- Parar el mismo cuando haya traspasado aproximadamente el 90% de la etiqueta.
- Realizar el ensayo en, por lo menos, cinco etiquetas (ya que el gofrado suele ser irregular y se pueden ver diferencias entre etiquetas de una misma partida).

### 6. Expresión de resultados

- Expresar los minutos que tarda la etiqueta en ser traspasada.
- Anotar posibles puntos conflictivos, en los que el traspaso sea más dificultoso, a pesar de su pequeña superficie, pues se pueden comportar como “clavos” que sujetan la etiqueta en la lavadora.

### 7. Referencias

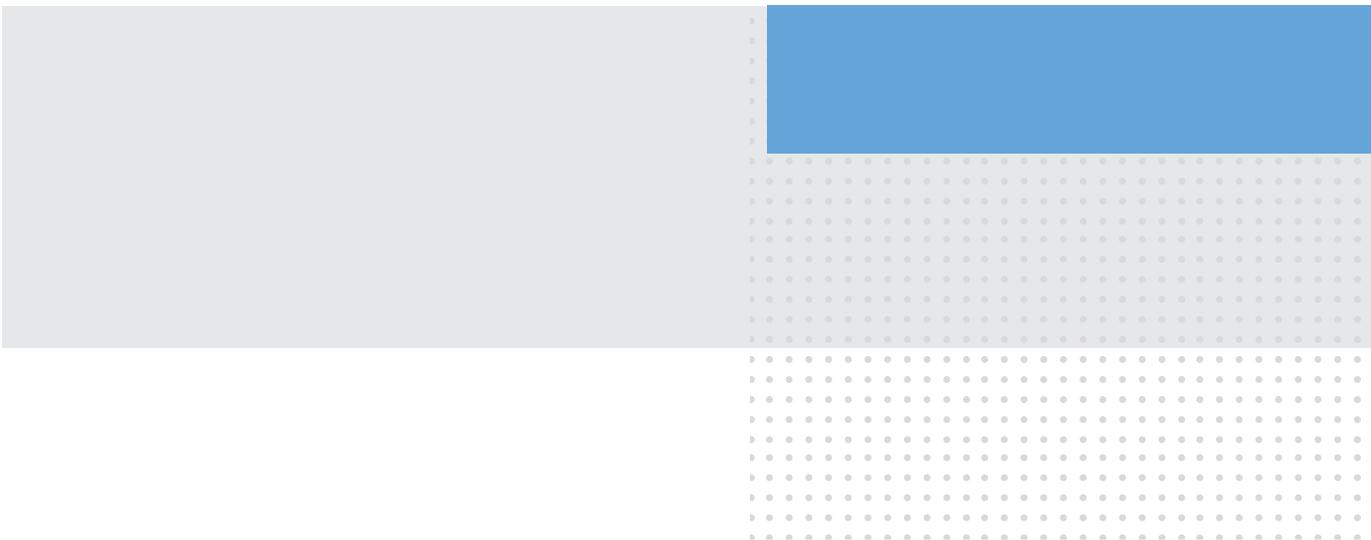
- Un traspaso < 60 segundos no provoca problemas en la lavadora



## Críticas a la implementación de la Norma DIN 16524

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE ETIQUETAS CON PARÁMETROS DE CALIDAD DEFINIDOS

CARACTERÍSTICA DE CALIDAD		UNIDADES	VALORES			TOL.	MÉTODO
Gramaje		g/m <sup>2</sup>	70	75			DIN EN ISO 536
Espesor		µm	58	63			DIN EN ISO 534
Brillo		%	57	57			ISO 8254-1 (75°)
Blancura		%	92	92			ISO 2470-2
Rugosidad	Anverso	µm	< 1.1	< 1.1	< 1.1	—	ISO 8791-4
	Reverso	µm	> 2	> 2	> 2	—	ISO 8791-4
Cobb reverso		g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)
Opacidad		%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471
Opacidad en húmedo		%	72	75	77	—	ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua
Tracción en seco (MD)		N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2
Tracción en húmedo (MD)		N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781
Tiempo de desprendimiento en NaOH		seg	< 160	< 160	< 160		DIN 16524-6
Tiempo de penetración de NaOH		seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6
Fijación de la tinta en NaOH		min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7
Resistencia frente a NaOH		—	1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)
Flotación		seg	> 20	> 20	> 20		T.A.302/00
Planeidad		mm	< 3	< 3	< 3		T.A.300/00





# Parte 3

Influencia del adhesivo  
y de las etiquetas de papel  
en el proceso de lavado

### 3.1 Influencia de los insumos en el proceso de lavado



**En el etiquetado de envases retornables de PET, se deben considerar aspectos y características fundamentales de los adhesivos y de las etiquetas, para asegurar que éstas puedan ser fácilmente removidas en proceso de lavado.**

- Penetración de soda cáustica en las etiquetas (Norma ISO 12.632:2015).
- Tiempo de desprendimiento de la etiqueta:  
Valor de Steeping-off del conjunto adhesivo-etiqueta.

## INFLUENCIA DE LOS INSUMOS EN EL PROCESO DE LAVADO

INSUMO	OBSERVACIONES	CONSIDERACIONES	TÉCNICA DE ANÁLISIS
<b>Etiquetas</b>	<p>Por los distintos procesos de impresión, por el metalizado, así como por el uso de diferentes tintas y barnices, es muy común observar problemas de penetración del NaOH por el anverso de la etiqueta y como consecuencia de esto la solución cáustica no toma contacto con el adhesivo.</p>	<p>Traspaso de soda cáustica</p>	<p>Norma ISO 12.632:2015 (reemplaza a la DIN 16.524)</p>
<b>Adhesivo</b>	<p>El shear es una medida de la fuerza de cohesión interna del adhesivo. El shear del adhesivo es una indicación de la suavidad o dureza de un adhesivo. Un adhesivo de shear bajo (suave) tiene una mayor tendencia al flujo (lo que resulta en una mayor adhesión inicial) y posee una mayor probabilidad de que el adhesivo se separe bajo tensión (en la lavadora, tensión de lavado).</p> <p>Los adhesivos entrecruzados en forma equilibrada, para aumentar la IWR (resistencia al agua hielo) y la CWR (resistencia a la condensación), son más propensos a mantener un nivel más constante de removilidad en etiquetas para envases retornables</p>	<p>Cohesión Shear Cross-linked</p>	<p>Tiempo de desprendimiento Steeping off.</p>

## 3.2 (A) Influencia de las etiquetas de papel en el proceso de lavado

### Penetración de NaOH

Mientras que las botellas de vidrio suelen normalmente lavarse a 80 °C, las botellas de PET se deben lavar a temperaturas más bajas, alrededor de 60 °C debido a la temperatura de transición vítrea del PET. A temperaturas mayores a las indicadas, el PET puede deformarse y encogerse.

El poder de limpieza de una solución de lavadora 60 °C, es sólo un cuarto respecto a 80 °C.

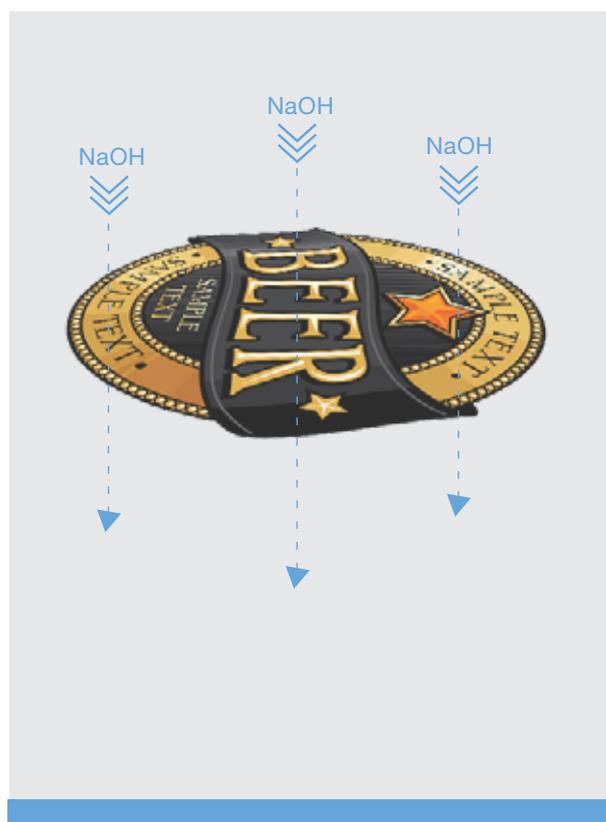
Soluciones altamente cáusticas también pueden causar lo que se conoce en la industria como “stresscracking” en el PET, tienden a atacar y degradar el PET luego de repetidos ciclos de lavado.

El primer aspecto importante a considerar, cuando se etiquetan botellas retornables, es el traspaso de soda cáustica a través de las etiquetas impresas y el control del tiempo de desprendimiento de las mismas.

Por los distintos procesos de impresión, por el metalizado, así como por el uso de diferentes tintas y barnices, es muy común observar problemas de penetración del NaOH por el anverso de la etiqueta y como consecuencia de esto la solución cáustica no toma contacto con el adhesivo.

El método de análisis utilizado, para observar el tiempo de penetración de soda cáustica, se realiza con un indicador ácido-base aplicado en el reverso de la etiqueta. Se realiza el análisis en un baño de soda cáustica bajo los siguientes parámetros de ensayo:

- **Temperatura de ensayo:** ambiente
- **Concentración de NaOH:** 1,5 %



La norma DIN 16524-6 (en desuso) y norma ISO 12632:2015 son las técnicas de análisis más empleadas cuando se desea asegurar que las etiquetas puedan ser fácilmente removidas en el proceso de lavado.

## Adaptación de la Norma ISO 12.632:2015



### Penetración de NaOH - T.A. 135-14

Llenar 2/3 del recipiente con soda cáustica al 1,5 % y hacer el ensayo a temperatura ambiente. Espolvorear el reverso de la etiqueta con Timolfaleína y retirar el exceso.

Colocar la etiqueta con la cara impresa hacia la solución de NaOH y poner en marcha el cronómetro. Parar el mismo cuando haya traspasado aproximadamente el 90% de la etiqueta.

Realizar el ensayo en, por lo menos, cinco etiquetas (ya que el gofrado suele ser irregular y se pueden ver diferencias entre e etiquetas de una misma partida).

### Expresión de resultados

Se informa el tiempo, en segundos, que tarda la etiqueta en ser traspasada.

La presencia de posibles puntos conflictivos, en los que el traspaso es más dificultoso, a pesar de su pequeña superficie, pues se pueden comportar como “clavos” que sujetan la etiqueta en la lavadora:

- **Tiempo de Referencia:** < 60 segundos

## 3.2 (B) Influencia de los adhesivos en el proceso de lavado

### Cohesión

Según la norma DIN 8593-8, el término adhesivo se define como un material no metálico, que puede unirse por adhesión superficial (adhesión) y resistencia interna (cohesión), sin que la estructura de los cuerpos cambie significativamente. Los adhesivos para el etiquetado de botellas en la industria de bebidas son sistemas de materiales complejos, los cuales deben desempeñarse en un entorno altamente tecnológico. Para un buen funcionamiento de estos adhesivos, además de una alta calidad del producto, es importante que cumplan con los diferentes requisitos de la operación de embotellado.

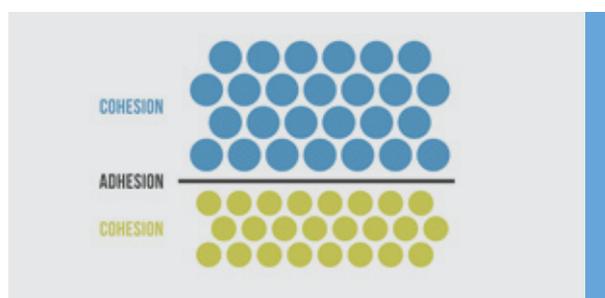
#### Adhesión

Si las moléculas adhesivas interactúan con la superficie del vidrio húmedo, se llaman adherencia, adhesión o fuerza de unión. En él se describe la cohesión mecánica que se desarrolla entre dos fases condensadas en contacto. La adhesión se compone de la adhesión mecánica y la adhesión específica. La adhesión mecánica en el caso de adhesivos de etiquetado se basa en la formación de un micro-dentado formado por la unión del adhesivo curado en las microscópicamente pequeñas depresiones de la superficie de PET. Se complementa con la adhesión específica causada por la unión intermolecular y química. El carácter dipolar de las moléculas, de acuerdo con la teoría de la polarización de DeBruyne (1935), y la formación de una capa doble eléctrica, según la teoría electrostática de Derjagin (1950), son por lo tanto decisivas para la fuerza de la unión.

#### Cohesión

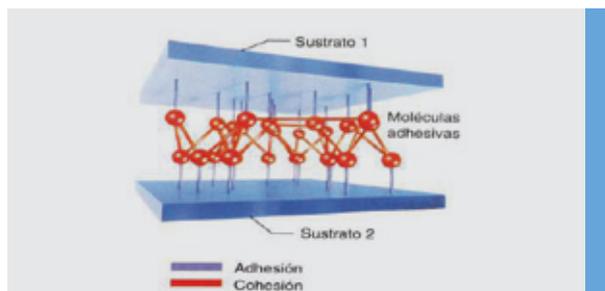
En el caso de adhesivos, la cohesión, también denominada fuerza cohesiva, denota las fuerzas que dan lugar a la cohesión interna del adhesivo. Resultados de cohesión de la encapsulación mecánica de las moléculas de cadena larga y los enlaces químicos dentro de las moléculas. Sin

embargo contribuyen la atracción de las moléculas vecinas, y las fuerzas intermoleculares. Estos incluyen enlaces iónicos, de van der Waals y enlaces de hidrógeno.



#### Adherencia inicial y curado de los adhesivos de etiquetado

Una pronunciada adherencia inicial sobre superficies húmedas y frías es de crucial importancia para el etiquetado de las botellas. Después de la fijación inicial de la etiqueta por la adhesión inicial, el adhesivo tiene que endurecer para establecer un vínculo duradero. Tan pronto el adhesivo se seca, las fuerzas de cohesión aumentan como resultado del aumento en la proximidad de las macromoléculas y el incremento en los enlaces químicos. Las distancias reducidas entre moléculas adyacentes conducen a fuerzas intermoleculares mejoradas. Estos procesos en conjunto dan lugar a la fijación permanente de la etiqueta en la superficie de vidrio de la botella.



## Shear

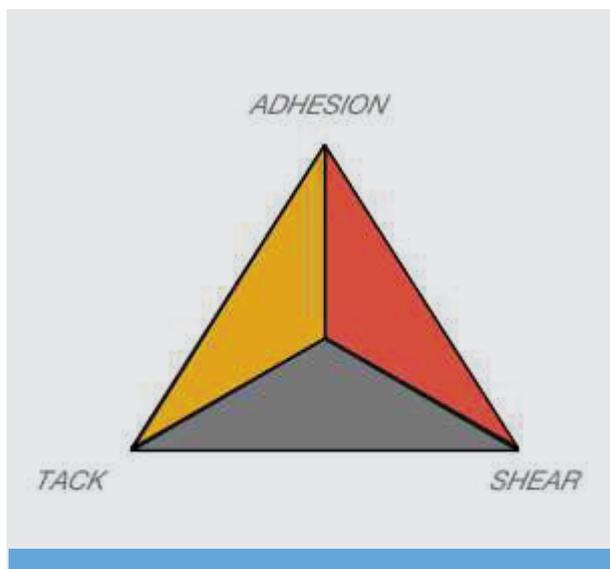
### Resistencia a la cizalla (shear):

Es una medida de la fuerza de cohesión interna del adhesivo. El **shear** del adhesivo es una indicación de la suavidad o dureza de un adhesivo.

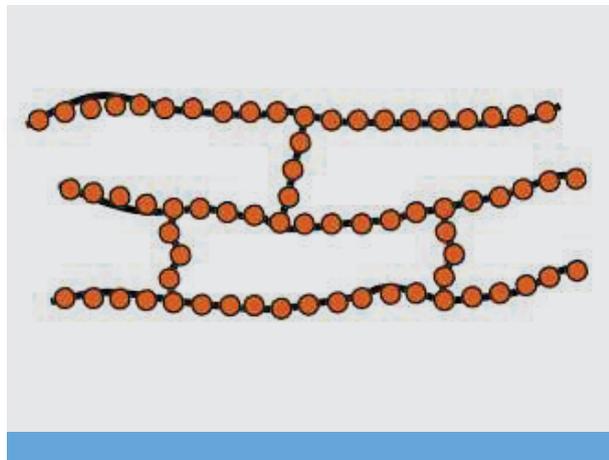
Un adhesivo de shear bajo (suave) tiene una mayor tendencia al flujo (lo que resulta en una mayor adhesión inicial) y posee una mayor probabilidad de que el adhesivo se separe bajo tensión (en la lavadora, tensión de lavado)

Un adhesivo de shear alto (firme) tiene una menor probabilidad de separarse bajo tensión debido a su elevada fuerza de cohesión interna, y tendrá una menor probabilidad de fluir (posiblemente menor adhesión inicial y humectación).

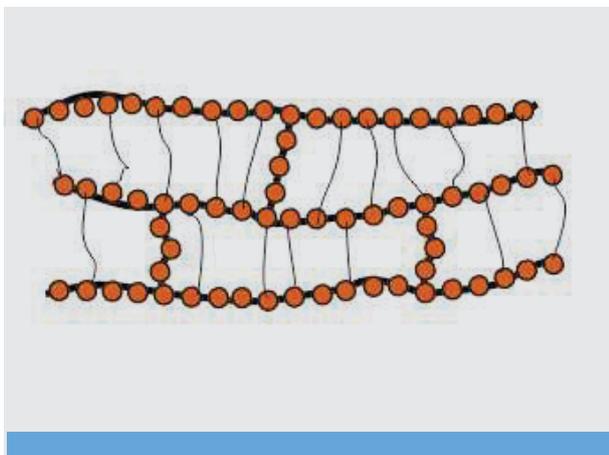
Los adhesivos sintéticos entrecruzados en **forma equilibrada**, para aumentar la IWR (resistencia al agua hielo) y la CWR (resistencia a la condensación), son más propensos a mantener un nivel más constante de remoción en etiquetas para envases retornables.



Entrecruzamiento en forma equilibrada, para lograr IWR y CWR. Entrecruzamientos de cadenas moderados.



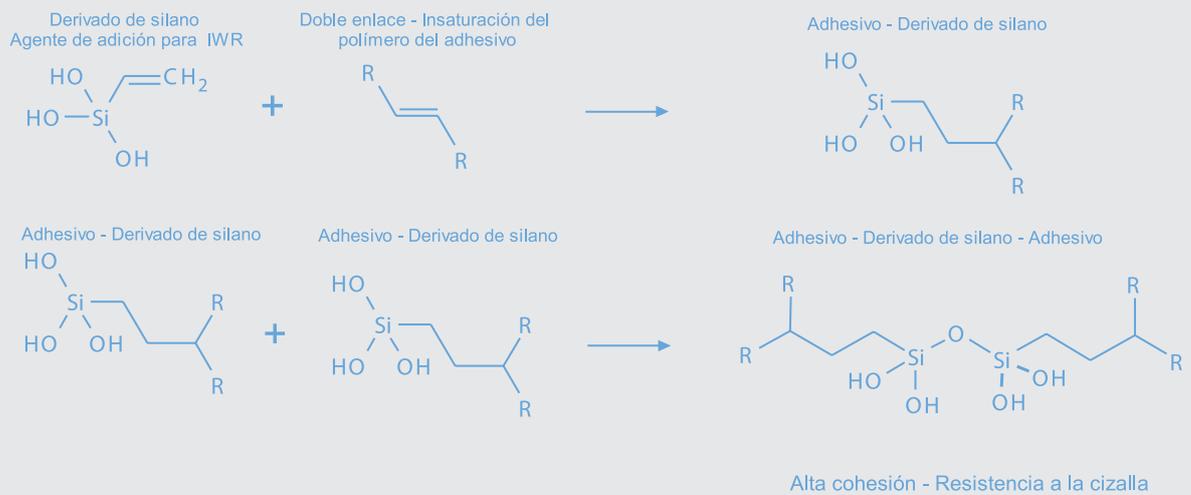
Entrecruzamiento en forma "NO" equilibrada, ejemplo con derivados de silanos. Un adhesivo de shear alto (firme) tiene una menor probabilidad de separarse bajo tensión debido a su elevada fuerza de cohesión interna, y tendrá una menor probabilidad de fluir (posiblemente menor adhesión inicial y humectación).



## Cross-linked

Ejemplos de diseños de adhesivos con dificultades de remoción en el proceso de lavado:

- **Adhesivos de alta cohesión con shear alto (firme), resistencia a la cizalla:** tiene una menor probabilidad de separarse bajo tensión de lavado debido a su elevada fuerza de cohesión interna.



## Técnica de análisis: Resistencia a la cizalla (shear)

### 1. Objetivo

Determinar el grado de cizalla (shear) de adhesivos para etiquetado de botellas de vidrio.

### 2. Fundamento

El grado de levantamiento de película sobre una placa de vidrio está directamente relacionado con la cohesión del adhesivo.

### 3. Equipos y materiales

- Extendedor (0.03mm)
- Placa de vidrio
- Etiquetas (Cobb 11-15 g/m<sup>2</sup>)
- Adhesivos

### 4. Desarrollo

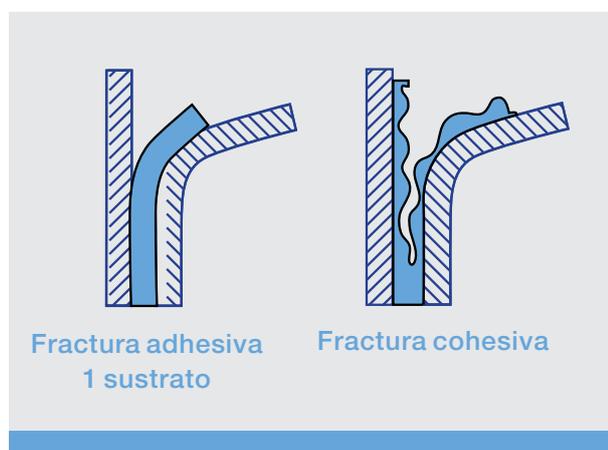
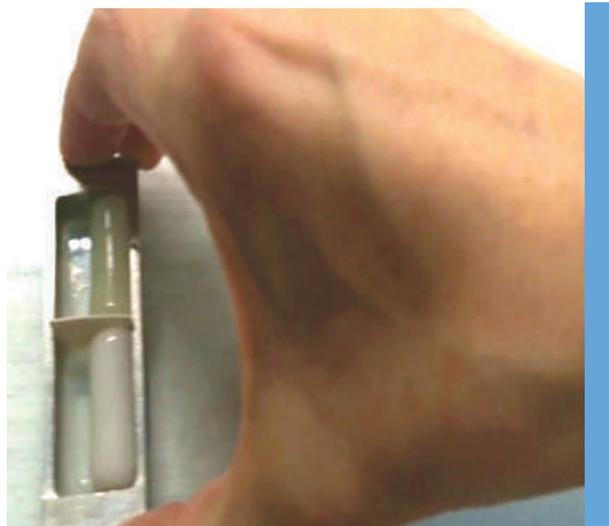
- Colocar el adhesivo en un extendedor sobre una placa de vidrio.
- Realizar un extendido de adhesivo de un espesor de 0,03 2 mm. (correspondiente a una aplicación de 16-20 g/m<sup>2</sup>)
- Colocar la etiqueta sobre la placa de vidrio para que absorba el adhesivo.
- Retirar la etiqueta de la placa con velocidad.
- Observar si hay levantamiento de película sobre la placa de vidrio (zonas sin adhesivo).

### 5. Expresión de Resultados:

- Levanta
- No levanta

### 6. Observaciones:

El levantamiento de película es indicativo de exceso de cohesión. Esto afecta la adherencia sobre la botella y conduce a un incremento en la dosificación del adhesivo con las complicaciones que esto ocasiona. Adhesivos muy cohesivos pueden llegar a ocasionar inconvenientes en la remoción de etiquetas durante el lavado de botellas.



## 3.3 Tiempo de desprendimiento

### Steeping off ( Conjunto Adhesivo-Etiquetas)

Se define como Steeping off al tiempo necesario para desprender una etiqueta, de una botella etiquetada con un período de curado mayor a 15 días, en una solución de soda cáustica al 2,8 % a

58 °C. Tiempos superiores a los siete minutos pueden dificultar la remoción de la etiqueta.

El valor está dado por el tiempo que demora la etiqueta en desprenderse de la botella bajo las condiciones mencionadas.

El tiempo necesario para desprender la etiqueta, a través de esta técnica, da una medida de la facilidad o dificultad de la remoción de la etiqueta en el proceso de lavado.

Esta técnica es solo aplicable cuando la etiqueta utilizada cumple con los valores según Normas

**DIN 16524-6 o ISO 12.632:2015 o su adaptación, es decir, penetración de NaOH < 60 segundos.**

REPET Wash Parameters	
For this attribute...	Meet condition 1
Temperature	58 +/- 2°C
Caustic Concentration	2,3 +/- 0,2%
Minimum soak time	7 minutes
Recommended soak time range	7 to 10 minutes
Maximum soak time	20 minutes
Washer additive	Approved for use with REPET Bottles

## Steeping off



### Descripción:

Se colocan no menos de 10 botellas etiquetadas en un recipiente con solución de Soda cáustica (NaOH) al 2,8% a  $60 \pm 2^\circ\text{C}$  (concentración de soda cáustica y temperatura correspondiente a los parámetros utilizados para el lavado de botellas retornables de PET). Inmediatamente se acciona el cronómetro.

A cada minuto se giran las botellas  $180^\circ$ , una vez en cada sentido. Se registrar el tiempo en el que se despegó la etiqueta.

El valor está dado por el tiempo que demora la etiqueta en despegarse de la botella bajo las condiciones mencionadas.

### Valor de referencia: < 7 minutos

Es importante destacar que para poder realizar esta técnica es necesario esperar no menos de 15 días como período de secado de las botellas etiquetadas.

Todos los adhesivos para botellas retornables elaborados por Tecnicom han sido desarrollados con materias primas solubles en medio alcalino, lo cual garantiza la total remoción en medio cáustico.

