

13 17 29

# Evaluación de la Calidad en Pulpa, Papel y Cartón

## El Concepto de Calidad Total



Instituto Nacional  
de Tecnología Industrial  
Extensión y Desarrollo  
División Bibliotecaria

19 DIC 2005

Teófilo Escoto García



Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías

División de Ingenierías

Departamento de Madera Celulosa y Papel

Ing. Karl Augustin Grellmann

La presentación y disposición en conjunto de

**Evaluación de la calidad en pulpa, papel y cartón**

Son propiedad del autor.

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del autor.

D.R. © Septiembre 2004 Universidad de Guadalajara

Departamento de Madera Celulosa y papel

Ing. Karl Augustin Grellmann

Km. 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales

Las Agujas Zapopan, Jal.

A.P. 52-93 C.P. 45020

Tel: 36820110 Fax: 36820643

C.E tescoto@dmcyp.cucei.udg.mx

**ISBN: 970-764-055-3**

Impreso en México / Printed and made in Mexico.

Revisores del documento: Dr. José Turrado Saucedo y Dr. Juan Ramos Quirarte Profesores Investigadores del Departamento de Madera Celulosa y Papel de la U. de G.



- ▶ Rector General de la Universidad de Guadalajara.  
Lic. José Trinidad Padilla López
- ▶ Rector del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías CUCEI.  
Dr. Victor González Alvarez
- ▶ Coordinador Académico del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías CUCEI.  
Dr. Humberto Gutiérrez Pulido
- ▶ Jefe del Departamento de Madera Celulosa y Papel (DMCyP) – CUCEI.  
Dr. Ezequiel Delgado Fornué
- ▶ Jefe del Laboratorio de refinación y formación de hojas del DMCyP - CUCEI  
Mtro. Teófilo Escoto García

**1. CONCEPTO DE CALIDAD TRADICIONAL Y CALIDAD TOTAL.**

1.1 El Concepto de Calidad Tradicional .....	15
1.1.1 Especificación de la Calidad Tradicional .....	15
1.1.2 Fases del Control de Calidad Tradicional .....	17
1.2 El Concepto de Calidad Total (CCT) .....	19
1.2.1 Fundamentación de la Filosofía CCT .....	20
1.2.1.1 Trilogía de Juran para Mejorar la Calidad .....	22
1.2.1.2 Los 14 Puntos de Deming para Mejorar la Calidad .....	25
1.2.1.3 El Fundamento de Taguchi para Mejorar la Calidad .....	30
1.2.2 El Cliente en el Concepto de Calidad Total .....	33

**2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS EVALUACIONES DE CALIDAD EN PAPELES EMBALAJES Y CARTONES**

2.1 Factores que Influyen en las Pruebas y Ensayos .....	35
2.1.1 Defectos Habituales en la Apreciación .....	35
2.1.1.1 Índice de Calidad Interno .....	36
2.1.1.2 Índice de Calidad Externo .....	36
2.1.1.3 Valor Efectivo, Nominal y Tolerancia .....	37
2.1.1.4 Tipos de Mediciones Directas e Indirectas .....	38
2.2 Humedad Relativa y Temperatura .....	40
2.2.1 Condiciones Estándar de Humedad Relativa y Temperatura .....	40
2.2.2 Contenido de Humedad en el Papel .....	42
2.2.2.1 Agua Coloidal (Adsorción) .....	42
2.2.2.2 Agua Capilar (Absorción) .....	43
2.2.2.3 Agua de Imbibición (Saturación) .....	43

2.2.3	Influencia de Humedad Relativa en Propiedades del Papel .....	46
2.2.4	Humedad Requerida en el Papel .....	48
2.3	El Gramaje y las Muestras de Prueba .....	50
2.3.1	Influencia del Gramaje en la Resistencia del Papel .....	50
2.3.2	Influencia de la Longitud y Número de Probetas .....	54
2.4	Cálculo, Expresión e Interpretación de los Resultados .....	57
2.4.1	Fórmulas y Unidades de Expresión en Ensayos a Papeles .....	58
2.4.1.1	Característica de Resistencia a la Tensión .....	58
2.4.1.2	Característica de Resistencia a la Explosión .....	61
2.4.1.3	Característica de Resistencia al Rasgado .....	62
2.4.1.4	Característica de Resistencia al Doblez .....	63
2.4.2	Fórmulas y Unidades de Expresión en Ensayos a Cartones .....	64
2.4.2.1	Pruebas o Ensayos Funcionales en el Cartón .....	64
2.4.2.2	Pruebas o Ensayos Estructurales en el Cartón .....	65
<b>3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN PULPA</b>		
3.1	Desintegración del Material Fibroso .....	67
3.1.1	Métodos de Desintegración para Pulpas Químicas y Mecánicas .....	68
3.1.2	Detalles del Equipo Desintegrador .....	71
3.1.3	Efecto del Tiempo de Remojo y del Número de Revoluciones en la Desintegración .....	73
3.2	Clasificación de la Pulpa en Fracciones Fibrosas .....	80
3.2.1	Método Bauer McNett para la Clasificación de Fibras .....	81
3.3	Refinación de la Pulpa en Equipos Estándar .....	82
3.3.1	Equipos Comunes para Efectuar Curvas de Refinación .....	84
3.3.1.1	Procedimiento de Refinación en la Pila Valley .....	86
3.3.1.2	Procedimiento de Refinación para el Molino PFI .....	89
3.3.1.3	Procedimiento de Refinación en el Molino Jokro .....	92
3.3.1.4	Diferencias entre la Pila Valley y el molino Jokro .....	95
3.3.2	Control y Medición del Tratamiento de Refinación .....	98
3.3.2.1	Diferencias entre los Métodos de Medición del Grado de Refinación .....	99

3.3.2.2 Procedimiento del Método Canadian Standard Frenes .....	100
3.3.2.3 Procedimiento del Método Schopper Riegler .....	106
3.3.2.4 Fundamentación del Método de Refinación .....	109
3.4 Formación de Hojas Estándar .....	111
3.4.1 Procedimiento del Formador de Hojas Americano .....	111
3.4.2 Procedimiento del Formador de Hojas Europeo .....	114
3.4.3 Diferencias Básicas en las Hojas Estándar Formadas en diferente Equipo .....	116
3.5 Ensayos Físico mecánicos en las Hojas de Papel estándar .....	120

#### **4. EVALUACION DE LA CALIDAD EN PAPELES, EMBALAJES Y CARTONES**

4.1 Características de Calidad Requeridas en los Papeles, Embalajes y Cartones .....	125
4.1.1 Características de la Calidad en los Papeles de Escritura e Impresión .....	128
4.1.2 Características de Calidad en los Papeles de Envoltura y Embalaje .....	134
4.1.3 Características de Calidad del Cartón Ondulado y de sus Componentes .....	138
4.2 Estructura Micro fibrilar de la Hoja de Papel .....	146
4.2.1 Fenómenos de Debilitamiento y Ruptura en el Papel .....	148
4.3 Fundamentación de los Métodos y Técnicas Usadas en el Control de Calidad en Papeles .....	150
4.3.1 Característica de Resistencia a la Tensión .....	151
4.3.1.1 Métodos y Equipos para las Pruebas de Tensión .....	155
4.3.2 Característica de Resistencia a la Explosión .....	159
4.3.2.1 Método y Equipo para la Prueba de Explosión .....	162
4.3.3 Característica de Resistencia al Rasgado .....	164
4.3.3.1 Método y Equipo para la Prueba de Rasgado .....	167
4.3.4 Característica de Resistencia al Doblez .....	169
4.3.4.1 Método y Equipo para la Prueba de Doblez .....	171
4.3.5 Características Físicas, Superficiales y Ópticas en Papeles y Cartones .....	173

4.3.5.1	Peso, Base y Humedad .....	173
4.3.5.2	Espesor, Densidad y Volumen Específico .....	176
4.3.5.3	Porosidad, Lisura y Rugosidad .....	178
4.3.5.4	Prueba de Cobb .....	183
4.3.5.5	Blancura y Opacidad .....	185
4.4	Fundamentación de los Métodos y Técnicas en el Control de Calidad en Sacos y Cartones .....	188
4.4.1	Definición del Saco de Papel y del Cartón Ondulado .....	189
4.4.2	Efecto de la Compresión y Falla de la Caja de Cartón .....	191
4.4.3	Métodos de Compresión del Cartón Ondulado y de la Caja de Cartón .....	193
4.4.4	Métodos de Compresión de los Componentes del Cartón Ondulado .....	198

## **5. APLICACION DEL CONTROL DE CALIDAD TOTAL**

5.1	Especificación y Estandarización del Control de Calidad en la Industria Papelera .....	205
5.2	Estrategias del Control de Calidad Total .....	207
5.2.1	Ejemplos de Aplicación de la Filosofía de Calidad Total .....	209
5.2.2	Significado de la Productividad en la Calidad Total .....	214
5.3	La Estadística y el Control Estadístico para Mejorar la Calidad .....	219
5.3.1	Herramientas Estadísticas Básicas .....	221
5.3.1.1	Estadísticos Básicos .....	222
5.3.1.2	Métodos para la Acumulación de Datos .....	226
5.3.1.3	Cartas o Gráficos de Control de Shewhart .....	233
5.3.1.4	Métodos de Muestreo .....	241
5.3.2	Aplicación de las HEB en Procesos Papeleros .....	244
5.3.2.1	Evaluación de la Calidad en Forma Convencional .....	245
5.3.2.2	Evaluación Estadística de la Calidad con HEB .....	247
	Bibliografía .....	259