

Ministerio de Industria y Energía

noviembre 1979

**Estudio sobre factores que
influyen en la resistencia
a la compresión de cajas de
cartón corrugado**

Ing. quím. F. Stotz

Ing. quím. R. Montañez

Monografías tecnológicas

Serie embalaje

1



Laboratorio Tecnológico del Uruguay

RESUMEN

Este estudio presenta los principales factores que afectan la resistencia a la compresión de cajas de cartón corrugado destinadas a contener productos frágiles. En estos casos, la resistencia a la compresión debe ser aportada totalmente por el envase, razón por la cual los resultados presentados corresponden a cajas vacías.

Se incluyen datos experimentales del LATU y también los extraídos de diversas fuentes bibliográficas.

Las cifras que se presentan son de carácter general, pero sirven para demostrar la incidencia de estos factores.

ABSTRACT

This study presents the main factors acting on the compression strength of corrugated boxes used to contain fragile products.

In these cases the compression strength is totally due to the package. For that reason the results correspond to empty boxes.

Experimental data from LATU is included together with different sources values.

The given values are only rough, but they are useful to show how the compression strength is influenced.

RESUME

Cet étude présente les principaux facteurs qui agissent sur la résistance à la compression des caisses de carton ondulé utilisées pour contenir des produits fragiles. Dans ces cas, la résistance à la compression doit être fournie entièrement par l'emballage. Pour cette raison les essais ont été faits sur des caisses vides.

On inclut des résultats expérimentaux obtenus au LATU, aussi bien que des data pris des plusieurs sources bibliographiques.

Les résultats sont donnés à titre indicatif, mais ils montrent l'incidence de ces facteurs.

ESTUDIO SOBRE FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CAJAS DE CARTON CORRUGADO

1. OBJETIVO

Uno de los requisitos funcionales más importantes para el embalaje de los productos que no soportan presiones es la resistencia a la compresión. El objetivo de este trabajo es analizar los distintos factores que inciden en la resistencia a los esfuerzos de compresión en estiba de cajas de cartón corrugado vacías. Se dan además datos de naturaleza aproximada a efectos de ejemplificar la incidencia que las condiciones a las cuales son sometidos los embalajes pueden tener en su resistencia.

Los principales efectos que se consideran son:

- Contenido de humedad del cartón.
- Tiempo de estibado.
- Distintos patrones de estiba.

2. INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CARTON

El cartón corrugado es un material higroscópico. Su contenido de humedad de equilibrio varía con la humedad relativa del ambiente. Ambas se vinculan por la isoterma de absorción del material. A título de ejemplo se transcribe una tabla (1) para cartón corrugado doble faz.

Humedad relativa ambiente %	40	50	60	70	80	90
Contenido de humedad de equilibrio del cartón %	7.0	8.1	9.3	11.1	13.8	20

Los aditivos y recubrimientos protectores retardan la absorción de humedad, protegiendo contra la exposición en condiciones de alta humedad.

Según K. Kellicut (2) del Laboratorio de Productos Forestales de U.S.A., las cajas construidas de materiales de distinta composición se comportan de esencialmente la misma forma ante incrementos específicos del contenido de humedad. La tendencia media encontrada se reproduce en la tabla que sigue:

Contenido de Humedad del Cartón %	Resistencia a la compresión Base 100 para humedad cartón 6 %
6	100
8	88
10	77
12	66
14	57
16	50
18	43
20	37

3. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ESTIBADO

El cartón corrugado al igual que muchos otros materiales exhibe el fenómeno de "creep", esto es una deflexión continuada cuando se le somete a una carga constante.

Diversos trabajos tratan sobre la materia y los resultados se resumen en la tabla que sigue:

Autores	Estructura	% de Resistencia inicial a	
		100 días	10 días
K. Kellicut (3)	Cajas con ondas A y B	63	54
R. C. Moody, K. E. Skidmore (4)	Cajas onda tipo A	68	59
G. W. Greenway (5)	Estibas de tres cajas	64	55

Se aprecia que cuando los embalajes se someten al 55 a 60 % de la resistencia inicial a la compresión demoran aproximadamente 100 días en colapsar.

Las cifras presentadas tienen carácter de orientación requiriéndose para casos específicos las determinaciones de laboratorio correspondientes.

4. INFLUENCIA DE LOS DISTINTOS PATRONES DE ESTIBA

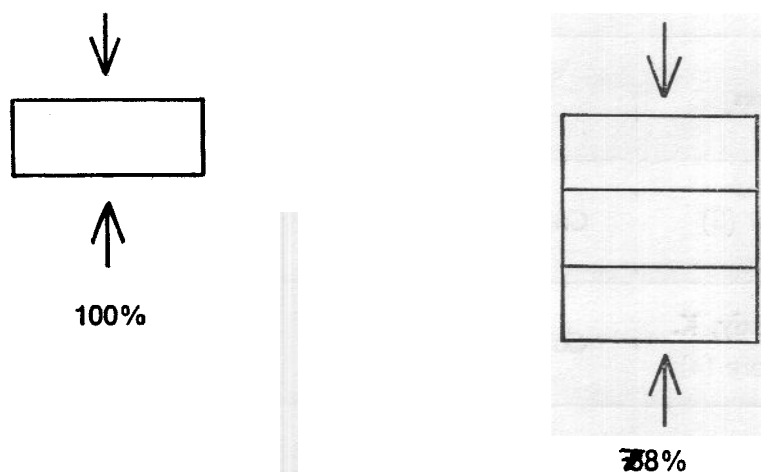
Las diferentes formas de apilado tienen considerable efecto en la resistencia a la compresión del conjunto. Según varios investigadores las aristas verticales de la caja contribuyen a aproximadamente el 66 % de la resistencia a la compresión. El desalineado de la columna de cajas o el estibado trabado transfieren parte de la carga desde las aristas verticales a los paneles. Asimismo, el que los embalajes sobresalgan de los pallets concentra la carga en las dos aristas y 3 paneles restantes.

Lo anterior redundaría en un uso no eficiente de la resistencia de la estructura.

Sigue resumen de las experiencias realizadas en dos tipos de cajas a efectos orientativos.

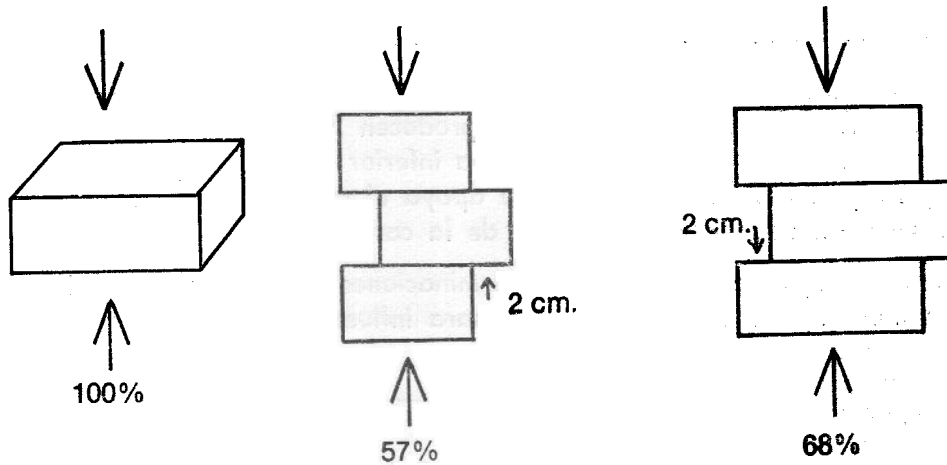
4.1. RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESTIBA

En una estiba alineada paralela la resistencia a la compresión se redujo aproximadamente 22 % respecto a la de una caja sola ensayada en un aparato de compresión



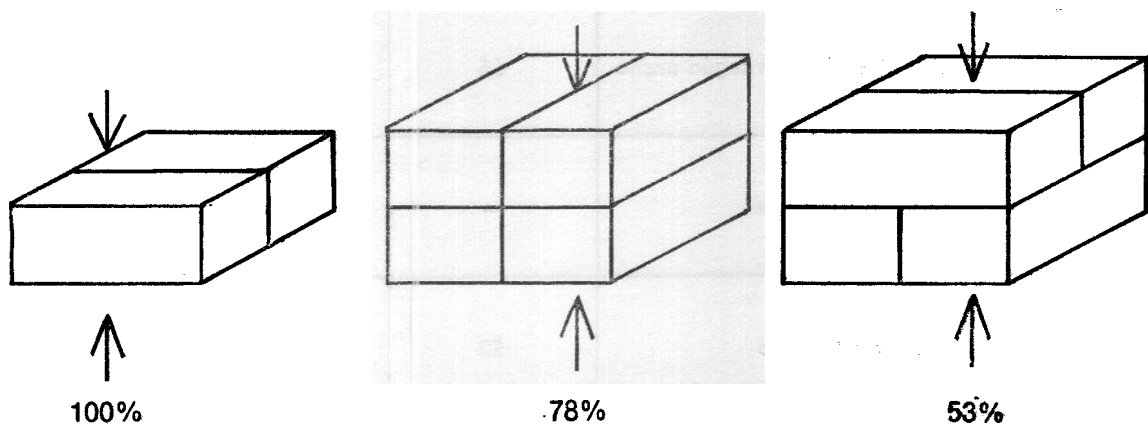
4.2. EFECTO DEL DESALINEADO EN ESTIBAS PARALELAS

Desalineados de 2 cm según el ancho y el largo resultaron en reducciones medias de 43 y 32 % respectivamente respecto a la resistencia de una caja aislada.



4.3. ESTIBADO PARALELO VS ESTIBADO TRABADO

Se obtuvieron reducciones medias de 22 % y 47 % respectivamente respecto a cajas aisladas.



Sin embargo el estibado paralelo puede ser adversamente afectado por el desalineado (ver 4.2) en mayor grado que la disposición trabada.

4.4. CAJAS SOBRESALIENDO DE LOS PALLETS

Determinaciones efectuadas en cajas sobresaliendo 2 cm de la base de madera según el largo resultaron en disminución de resistencia de aproximadamente 28 %.

4.5. EFECTOS DE PALLETS SUPERPUESTOS

Cuando se estiban cargas palletizadas directamente unas sobre otras es importante determinar dónde se producen los mayores esfuerzos. A menudo la zona crítica no es la capa inferior del primer pallet sino la capa superior del mismo, donde se apoya el segundo pallet, resultando en una concentración considerable de la carga.

4.6. Comparación entre las determinaciones efectuadas en el LATU y valores típicos de la bibliografía para influencia de los distintos tipos de estiba.

Propiedad	Valores relativos Resistencia caja aislada = 100		
	U. I. levans (6)	TNO (8)	LATU
4.1. Estiba alineada paralela	85 a 94	87	78
4.2. Desalineado 2 cm según ancho	65	62	57
4.3. Idem según largo	—	74	68
4.4. Estibado trabado	50	49	53
4.5. Caja sobresaliendo 2 cm del pallet según el largo	74	—	72

CONCLUSIONES

En los puntos 2 y 3 se presentaron datos orientativos sobre los efectos del contenido de humedad del cartón y del tiempo de estibado, en la resistencia a la compresión de cajas de cartón corrugado. Si bien las condiciones en estos casos pueden no ser fácilmente modificables o estar decididamente fijas, si son aspectos importantes a considerar en la etapa de diseño.

En el punto 4 los resultados sobre los efectos de las distintas formas de estiba en el buen uso de la resistencia de la estructura interesan fundamentalmente porque son aspectos sobre los que se puede tener cierta posibilidad de modificación.

Respecto al estibado trabado que según 4.3. reduce considerablemente la resistencia, es de mencionar su mejor estabilidad y ser menos afectado por el no alineado de las cajas que el estibado paralelo. Posible alternativa puede ser el uso de cajas alineadas con estabilidad mejorada por el uso de adhesivos o envolturas plásticas encogibles o estirables. Otra opción es el usar estibas con capas en paralelo (con mayor resistencia a la compresión) y capas trabadas para mejorar la estabilidad, en forma alternada. Se desea dejar expresa constancia del carácter de estimación de los datos presentados. Los casos particulares que requieren mayor precisión deben ir precedidos de los ensayos de laboratorio correspondientes.

REFERENCIAS

- (1) Verpakking 24 (1971).
- (2) K. Q. Kellicut, Paperboard Packaging (4) 107, (1960).
- (3) K. Q. Kellicut, Paperboard Packaging (9) 70, (1960).
- (4) R. C. Moody, K. E. Skidmore — Package Engineering 11 (8) (1966).
- (5) G. W. Greenway — Tappi 53 (10) (1970).
- (6) U. I. levans — Tappi 58 (8) (1975).
- (7) G. Maltenfort — Paperboard Packaging 63 (11) 96 (1978).
- (8) Datos sobre embalajes de transporte TNO (Holanda).