

Consideraciones estructurales de elementos de muebles

Parte I: Cajones

Por: Jaime Ortiz Gutiérrez
Ingeniero de Montes, de AITIM

Bajo este título se pretende dar una visión general de aquellos parámetros que condicionen el diseño de los distintos elementos del mueble, desde el punto de vista estructural, el cual debe ser compatible con los materiales utilizados en su fabricación.

1. Definiciones y terminología

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua, define al cajón como una caja prismática, abierta por una de sus paredes y encastrada en el mueble, el cual puede ser sacado a voluntad bien por deslizamiento, bien por rotación en un plano horizontal o vertical.

Un cajón consta básicamente de las siguientes partes, tal como se representan en la figura 1.

La unión cajón mueble se realiza mediante los siguientes dispositivos:

Guía:

Es la pieza que, fijada al paramento interior del mueble, sirve de apoyo del cajón.

Corredera:

Es la pieza que, fijada a lo largo de los lados del cajón, se apoya o engarza sobre la guía y facilita la maniobrabilidad del mismo.

Desde el punto de vista estructural, los elementos que componen un cajón están sometidos a una serie de esfuerzos o cargas, que incidirán de distinta manera sobre cada elemento en cuestión y cuyo comportamiento se analizará en lo sucesivo.

2. Fondo

Es el elemento portante, propiamente dicho, y su rigidez debe ser tal que sea capaz de soportar la carga del cajón sin deteriorarse y sin dificultar la maniobrabilidad del mismo.

Entre los diferentes tipos de fondos mayormente utilizados en la actualidad en muebles de cocina, se destacarán los siguientes:

- Fondo de tablero de fibras duro.
- Fondo de materiales plásticos inyectados.

Para estudiar el comportamiento mecánico del fondo, se procedió al ensayo siguiente:

Con el cajón dispuesto tal como se representa en la figura 2, se colocó un reloj comparador, en el punto de intersección de las dos diagonales del fondo. En intervalos de 2 minutos se cargó el cajón con cargas de 500 gramos, cada una, uniformemente repartidas sobre el fondo, midiéndose las flexiones que se producían en el punto medio del mismo, para cada estado de carga, obteniéndose los resultados de la tabla 1.

La flexión teórica de una placa rectangular, apoyada en sus cuatro lados, se puede expresar mediante la fórmula:

$$F = \frac{5 P}{32 E_e e} \frac{a^4 b^4}{(a^2 + b^2)} \quad (1)$$

siendo

F = flexión en mm.

P = carga uniformemente repartida en Kg/mm².

a y b = ancho y largo de la placa en mm.

e = espesor en mm.

E = módulo de elasticidad en Kg/mm².

A partir de la fórmula (1) y considerando los resultados experimentales dados en la tabla (1) se ha representado para cada cajón, la curva de deformaciones teóricas dadas por la fórmula (1) para distintos módulos de elasticidad del material.

De la observación de los gráficos anteriores se pueden hacer las siguientes consideraciones.

Las flexiones de los fondos de los cajones A y B, constituidos por tablero de fibras duro, responden a módulos de elasticidad comprendidos entre 450 y 550 kg/mm², valores normales para este tipo de material.

El fondo del cajón C, también constituido por tablero de fibras duro, responde a un módulo de elasticidad comprendido entre 1.300 y 1.500 kg/mm², valores por otra parte muy elevados, con lo cual conviene analizar más detenidamente la flexión del fondo de este cajón:

Los módulos de elasticidad de los tableros de fibras varían entre 300 y 550 kg/mm². Para el cajón C (figura 3) se ha obtenido un módulo de elasticidad entre 1.300 y 1.500 kg/mm², valores totalmente ilógicos para este material, con lo cual,

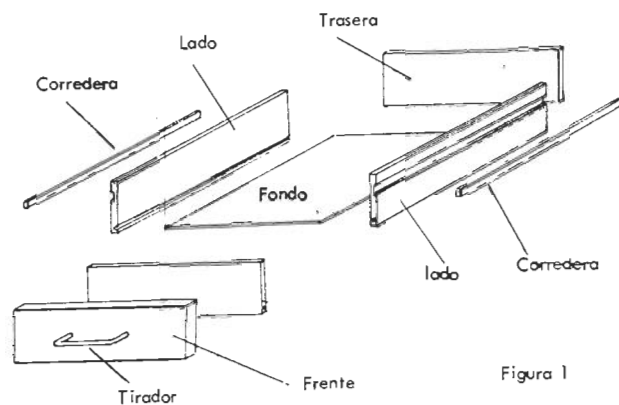


Figura 1

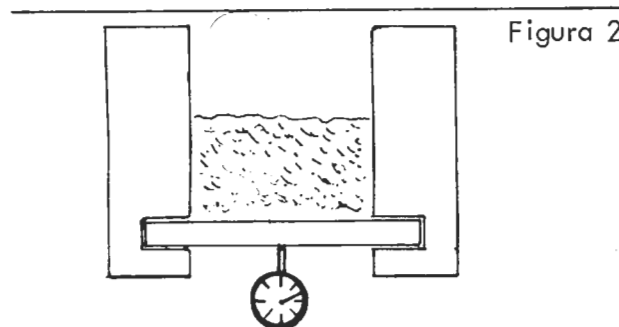


Figura 2

TABLA Nº. 1 - FLEXIONES DEL PUNTO MEDIO DEL FONDO EN FUNCION DE LA CARGA APLICADA

CAJON A FONDO = TFD Espesor = 3,2 mm.	CAJON B FONDO = TFD Espesor = 3,2 mm.	CAJON C FONDO = TFD Espesor = 3,2 mm.	CAJON D FONDO = P I Espesor = 2,5 mm.	CAJON E FONDO = P I Espesor = 2,5 mm.	CAJON F FONDO = P I Espesor = 2,5 mm.
Dimensiones interiores. L = 484 mm. A = 384 mm.	Dimensiones interiores L = 366 mm. A = 296 mm.	Dimensiones interiores L = 394 mm. A = 359 mm.	Dimensiones interiores L = 388 mm. A = 305 mm.	Dimensiones interiores. L = 388 mm. A = 305 mm.	Dimensiones interiores. L = 388 mm. A = 305 mm.
500	0,23 (mm)	0,14	0,30	0,30	0,43
1000	0,45	0,26	0,60	0,58	1,06
1500	0,63	0,41	0,84	0,75	1,38
2000	0,87	0,55	1,21	0,83	1,88
2500	1,15	0,68	1,58	1,15	2,26
3000	1,40	0,80	2,09	1,54	2,59
3500	1,69	0,96	2,56	1,83	2,97
4000	1,85	1,05	2,69	2,42	3,36
4500	2,00	1,18	3,73	3,16	3,51
5000	2,11	1,30	4,32	3,48	4,76
5500	2,24	1,42	4,95	3,76	4,94
6000	2,40	1,51	5,22	4,07	5,13
6500	2,53	1,62	5,54	4,40	5,36
7000	2,71	1,71	6,16	4,77	5,50
7500	2,87	1,80	6,44	4,83	5,70

TFD = TABLERO DE FIBRAS DURO

P I = MATERIAL PLASTICO INYECTADO

L = LONGITUD

A = ANCHURA

el comportamiento a flexión, del fondo de este cajón **C** obedece a causas ajenas a las propias características mecánicas del material. La fórmula utilizada se refiere a placas apoyadas en sus cuatro costados, condición que se cumplirá en mayor o menor grado, en función de la profundidad p y altura h de la ranura sobre la cual se apoya el fondo. (Fig. 4).

Como el objeto de este trabajo no es comprobar el grado de bondad de la fórmula utilizada sino

los efectos que las condiciones particulares de apoyo del fondo producen en la flexión del mismo, y teniendo en cuenta que, para una viga apoyada en sus dos extremos sometida a una carga uniformemente repartida, las flechas son del orden de cinco veces superiores a las originadas en esta misma viga sometida al mismo estado de cargas, pero empotrada en sus extremos.

De lo anterior se deduce que las dimensiones de p y h de la ranura deban tender, en función del espesor del fondo, a las condiciones de un empotramiento perfecto siempre que sean compatibles con un montaje fácil del cajón.

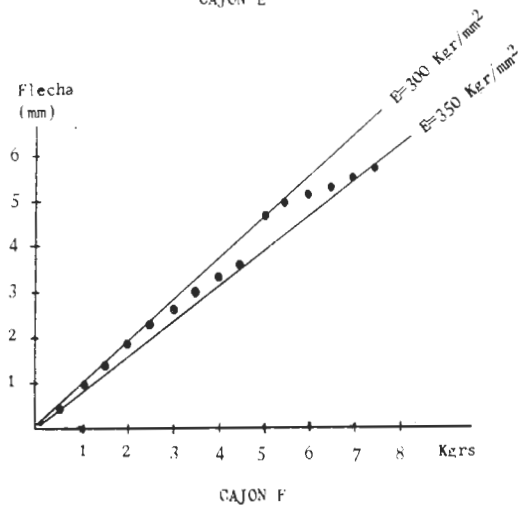
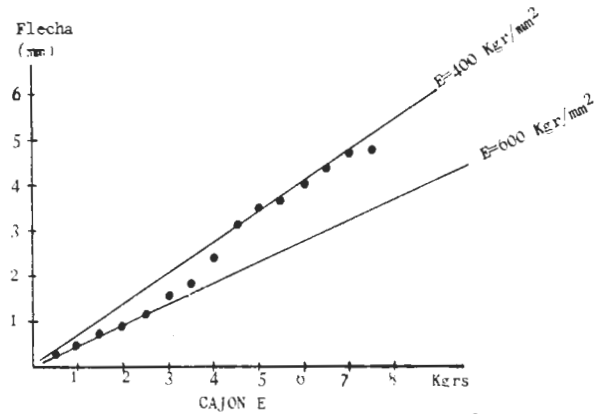
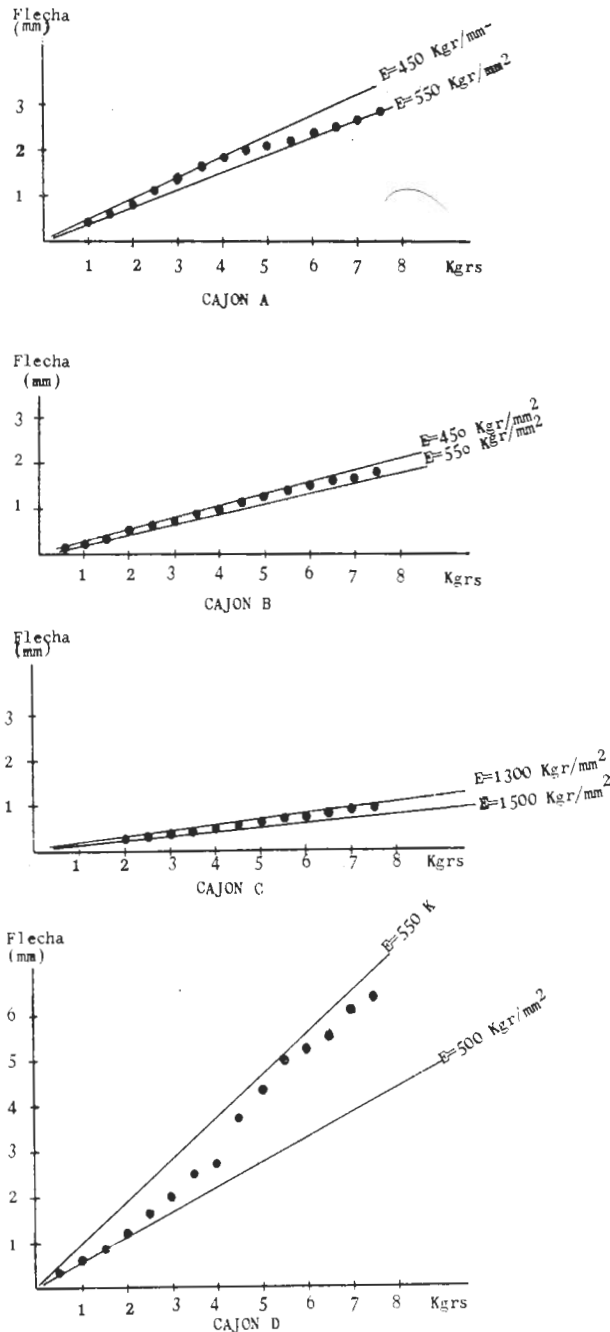
Si e es el espesor del fondo, se recomienda para h y p los valores de:

$$h = e + 0,5 \text{ mm.}$$

$$p = 3 e \text{ mm.}$$

Volviendo a los gráficos de la figura 3 se observa que el módulo de elasticidad del fondo del cajón **C** es el orden de 3 veces superior al de los cajones **A** y **B**, hecho que no se puede constatar por desconocerse la procedencia del tablero, pero

Figura 3



que no hay tampoco razones lógicas que justifiquen tan grandes diferencias, con lo cual este comportamiento del cajón C se justifica por las dimensiones de p y h expresadas en la tabla II.

Acercándose las condiciones de apoyo del fondo del cajón C a las de un comportamiento perfecto, lo que motiva que para el mismo estado de carga y mismo módulo de elasticidad, las flexiones sean entre 1/3 y 1/2 inferiores a los de los cajones A y B, cuyos fondos pueden girar con mayor libertad en los apoyos, dados los mayores valores de h y menores valores de p.

Por otra parte y con el fin de no debilitar demasiado el lado del cajón, las profundidades de las ranuras no deben sobrepasar los 2/3 del grosor del lado del cajón. (Fig. 5).

Los cajones D, E, F, son de plástico inyectado e idénticos los tres, como lo que parece lógico pensar que correspondan al mismo fabricante y serie.

Aunque se les ha aplicado las mismas hipótesis de cálculo que a los de fondo de tableros de fibra, en realidad el fondo no está apoyado en la ranura sino que forma un único cuerpo con los lados y trasera. Su comportamiento elástico tiene dos zonas bien diferenciadas que corresponden al escalón de carga de 4 kg aproximadamente, con lo cual las deformaciones-cargas pierden la

TABLA II

	CAJON A	CAJON B	CAJON C
e	3,2	3,2	3,2
p	6,3	7,0	9,0
h	4,3	4,0	4,0

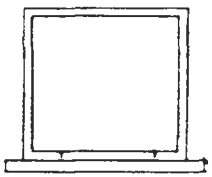
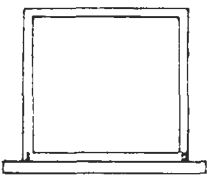
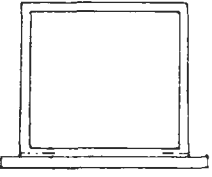
linealidad debido a pequeños asentamientos que sufren las zonas indicadas en la figura 3.

Por otra parte, tal como queda reflejado en la tabla I, para el mismo estado de cargas, las deformaciones que se producen son mayores en este tipo de cajones que en los de fondo de tableros de fibras.

Evolución de las deformaciones del fondo, con el tiempo

Para el estudio de esta característica se tomarán dos cajones; uno de fondo de tablero de fibras y el otro de plástico inyectado, cargándose con una

TABLA III

SERIE	CARACTERISTICAS DE LA UNION FRENTE-CAJON	VALOR MEDIO DE LOS 4 ENSAYOS Kgrs.	OBSERVACIONES
I	 <p>Unión fija mediante 2 tirafondos de 25 mm. de longitud y 4 mm. de diámetro.</p>	105	El desprendimiento del frente se produce por el arranque de los tirafondos. El tipo de material del frente tiene gran influencia (madera maciza, tablero aglomerado, etc.).
II	 <p>Unión fija mediante 4 falsas espigas de 28 mm. de longitud y 6 mm. de diámetro.</p>	170	Influye considerablemente la cantidad y tipo de cola empleado en la unión falsa espiga-frente.
III	 <p>Unión desmontable mediante dos escuadras que encastran en sendos espárragos de sección semicircular.</p>	120	El desprendimiento del frente se produce por el arranque de los tirafondos que unen las escuadras al frente del cajón.

carga uniformemente repartida de 5 kg, midiéndose las deformaciones en distintos tiempos y cuyas curvas deformaciones tiempo se representan en la figura 6.

De las curvas obtenidas, se observa que en el cajón de plástico inyectado, para el mismo estado de carga, las deformaciones son mayores que en el cajón de fondo de tablero de fibras, si bien éstas se estabilizan a las 30 horas, mientras que en el otro cajón, las deformaciones son de menor cuantía, aunque su estabilización no se realiza tan pronto como en el caso anterior.

Comportamiento del frente del cajón

Los frentes de los cajones deben proporcionar la suficiente resistencia a tracción para no ser separados del cuerpo del mismo en aquellas actuaciones en que el cajón se quede enganchado por cualquier causa.

La unión frente-cajón puede ser fija, ya sea mediante tirafondos o falsas espigas, o desmontable. Las uniones desmontables son típicas de los cajones de plástico inyectado quedando las uniones fijas para el cajón tradicional.

Para determinar la resistencia al arranque del

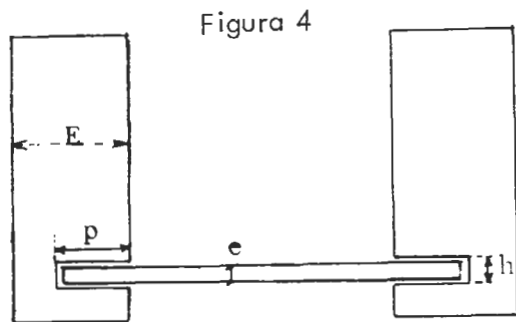


Figura 4

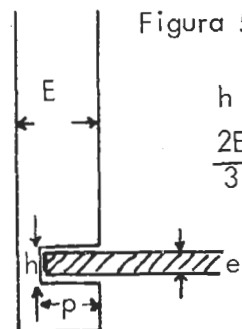


Figura 5

$$h = e + 0,5 \text{ mm.}$$

$$\frac{2E}{3} \geq p \geq 3e$$

Relación entre el grosor del lado espesor del fondo y dimensiones de la ranura.

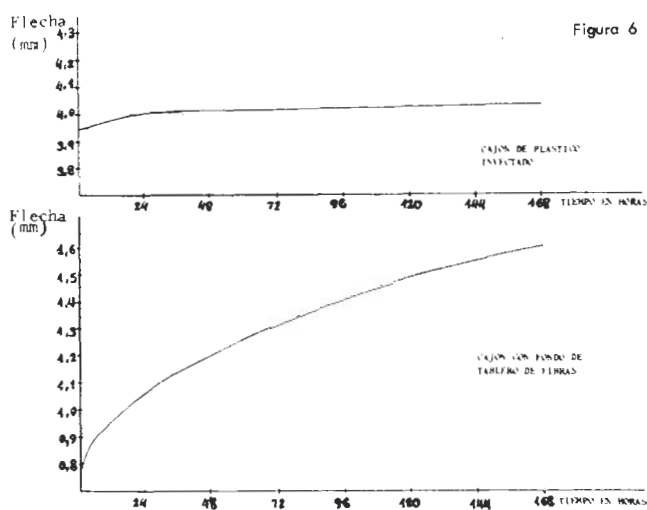


Figura 6

frente del cajón se realizó el siguiente ensayo: Se fijó el cajón en los puntos A y B y ejerció una fuerza F perpendicular al frente del cajón, a través de un cojinete C hasta arrancarlo. (Fig. 7).

Los resultados de los ensayos para cada serie de 4 cajones se resumen en la tabla III.

Los resultados obtenidos para cada serie son suficientes para soportar los esfuerzos que el frente tolere en sus condiciones de uso. En los cajones de la serie II, si el encolado de las falsas espigas no es suficiente, el frente del cajón se desprende del resto del mismo con esfuerzos superiores a 15 kg., esfuerzos que por otra parte son fácilmente reproducibles en el uso normal de cajones de muebles de cocina, cuando éstos se cierran con virulencia y los utensilios contenidos en ellos, tales como cubiertos y útiles de cocina, golpean contra el frente, por la parte interior del cajón.

Comportamiento de la trasera del cajón

Desde el punto de vista estructural, la trasera propiamente dicha de los cajones no origina mayores complicaciones con los materiales que se utilizan comúnmente. Ahora bien, el sistema de ensamble entre la trasera y los lados del cajón es un factor de gran influencia en el deterioro del cajón, como unidad estructural.

Los sistemas más corrientes de ensamblaje son de tres tipos:

- Por medio de tirafondos.
- Por medio de falsas espigas.
- Sistema folding.

La unión trasera-lados, por medio de tirafondos, no ofrece mayores complicaciones, siempre que el material que componen dichos elementos

proporcione una resistencia al arranque del tornillo superior a 15 kg. y que el diámetro del tornillo no supere 1/3 del grosor de la trasera.

En el caso de ser una unión por falsas espigas, los diámetros de las mismas deben ser como máximo 1/3 del grosor de la trasera y proporcionan una unión resistente, aún sin estar encolados, ya que los esfuerzos a las que están sometidas son perpendiculares a la propia espiga.

En el caso de cajones unidos por el sistema folding, es decir, los lados y trasera provienen de una misma pieza, a la cual se le practican dos entalladuras triangulares y, posteriormente, por doblado se forma el cajón (Fig. 8). Las entalladuras deben ser lo suficientemente calibradas para no deteriorar el recubrimiento plástico decorativo.

Los ingletes que forman la trasera con los lados, deben reforzarse con falsas espigas o codos de plástico o metal, puesto que si no el ensamblaje no es lo suficientemente resistente para soportar los esfuerzos a los que está sometido la trasera, en virtud de golpes que los utensilios contenidos en el cajón, provocan contra ésta, cuando el cajón se abre con virulencia.

Si el ensamblaje entre la trasera y el lado se afloja, el fondo del cajón deja de apoyarse en el lado de la trasera, con lo cual las deformaciones de este último se acentúan, corriéndose el riesgo de salirse totalmente de las ranuras donde va ubicado.

Figura 7

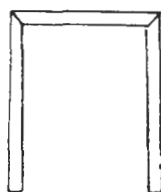
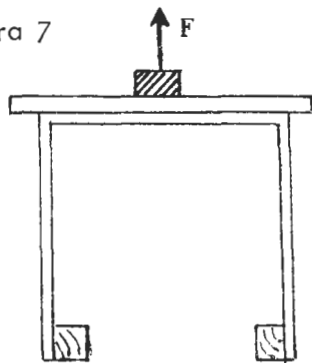


Figura 8

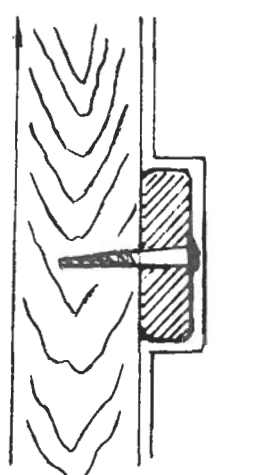


Figura 9

Comportamiento del conjunto guía-corredera

El conjunto «guía-corredera», constituyen los elementos esenciales del cajón, ya que facilitan la maniobrabilidad del mismo.

Dada la gran gama de guías y correderas que se pueden encontrar en el mercado, no es objeto de este trabajo analizar el comportamiento de determinados prototipos, sino que solamente se enumerarán aquellos factores que deben tenerse en cuenta en la elección y colocación de un tipo u otro.

1. Las dimensiones del cajón y, por extensión, la máxima carga que puede soportar éste, condicionan la elección de tipo u otro.
- 2.º El sistema de deslizamiento entre la guía y la corredera, debe resistir como mínimo 40.000 aperturas y cierres del cajón sin que se produzcan rozamientos ni desgastes excesivos.
- 3.º La fijación de las guías a la carcasa del mueble tiene que ser meticulosa para evitar que el cajón sufra tensiones suplementarias procedentes de una falta de paralelismo entre ambas guías del cajón.
- 4.º El número de puntos de sujeción de la guía a la carcasa debe ser, como mínimo, de tres, para evitar posibles deformaciones de la guía, las cuales hacen que se enganche el cajón.

Para finalizar, se debe resaltar que, en determinados prototipos de cajones, la corredera es simplemente una canal que se practica en los lados del cajón tal como se representa en la figura 9.

Este sistema no proporciona buenos resultados, ya que el papel decorativo que recubre la cara exterior del lado del cajón se rompe con gran facilidad, por el rozamiento que se origina entre éste y la guía, causando un efecto antiestético.

Los esfuerzos de apertura y cierre que hay que realizar son del orden de 2 a 2,5 veces superiores para las mismas dimensiones de cajón que cuando se utilizan sistemas guía-corredera de patín, guiado paralelo, bolas, etc. Por otra parte, a

medida que aumenta el número de aperturas y cierres, las holguras laterales que se producen en la corredera son mayores, en virtud del arranque del material, atrancándose el cajón con suma facilidad.