

junio 1980

**estudio sobre la
optimización del uso de
materiales de embalaje**

ing. quím. f. stotz

ing. quím. r. montañez

monografías tecnológicas

serie embalaje

2



Laboratorio Tecnológico del Uruguay

ESTUDIO SOBRE OPTIMIZACION DEL USO DE MATERIALES DE EMBALAJE

RESUMEN:

Este estudio introduce diversas técnicas relacionadas con la utilización de materiales en embalajes de transporte.

Con el uso de las mismas se simplifica la elección de la alternativa que mejores propiedades posea para una aplicación dada.

Para las plataformas de carga recomendadas por la Organización Internacional de Estandarización, (ISO), no se encontraron antecedentes de estudios similares.

En este trabajo se confeccionaron diagramas específicos útiles para ser usados con dichas plataformas.

1. OBJETIVO

Se describen técnicas y métodos para racionalizar la elección de embalajes de transporte.

Se consideran los siguientes aspectos:

- adaptación del embalaje de transporte al envase de consumo que contiene.
- consumo de materiales.
- adaptación de los embalajes a las plataformas de carga. ("pallets").
- resistencia mecánica.

2. INTRODUCCION

Dado lo extensamente usados que son los embalajes de transporte y su incidencia económica, se justifican las acciones tendientes a su mejor utilización.

En el presente estudio se parte de la hipótesis de dimensiones fijas del envase para el consumo.

Esto obedece al hecho de que se deben adaptar al tipo de producto y a consideraciones de mercado. No obstante las técnicas que se detallan pueden aportar información útil en la etapa de diseño, para evaluar las distintas alternativas.

3. DISCUSION

3.0. RESTRICCIONES

Las dimensiones, disposición y forma de los embalajes de transporte tienen ciertas limitaciones dadas por los factores que se enumeran:

- los equipos de cerrado de cajas trabajan con ciertos rangos de dimensiones
- el número de unidades que contiene el embalaje puede estar fijado por requisitos de comercialización
- el envase para el consumo a veces no puede apoyarse en alguna de sus caras, esto elimina parte de las disposiciones posibles
- inestabilidad originada por ciertas relaciones de dimensiones
- con ciertos productos se requieren espacios libres para ventilación
- las plataformas de carga y equipo de manejo de materiales.

4.0 BUSQUEDA DE LAS POSIBLES FORMAS Y DIMENSIONES DE EMBALAJES DE TRANSPORTE

Un número dado de envases de consumo se puede disponer de varias formas, resultando en distintas dimensiones del embalaje destinado a contenerlos.

La descomposición en factores del número de envases da origen a los distintos arreglos mientras que la distribución en el espacio determina las configuraciones.

Ejemplo (1)

Número de envases = 12

4.1 ARREGLOS

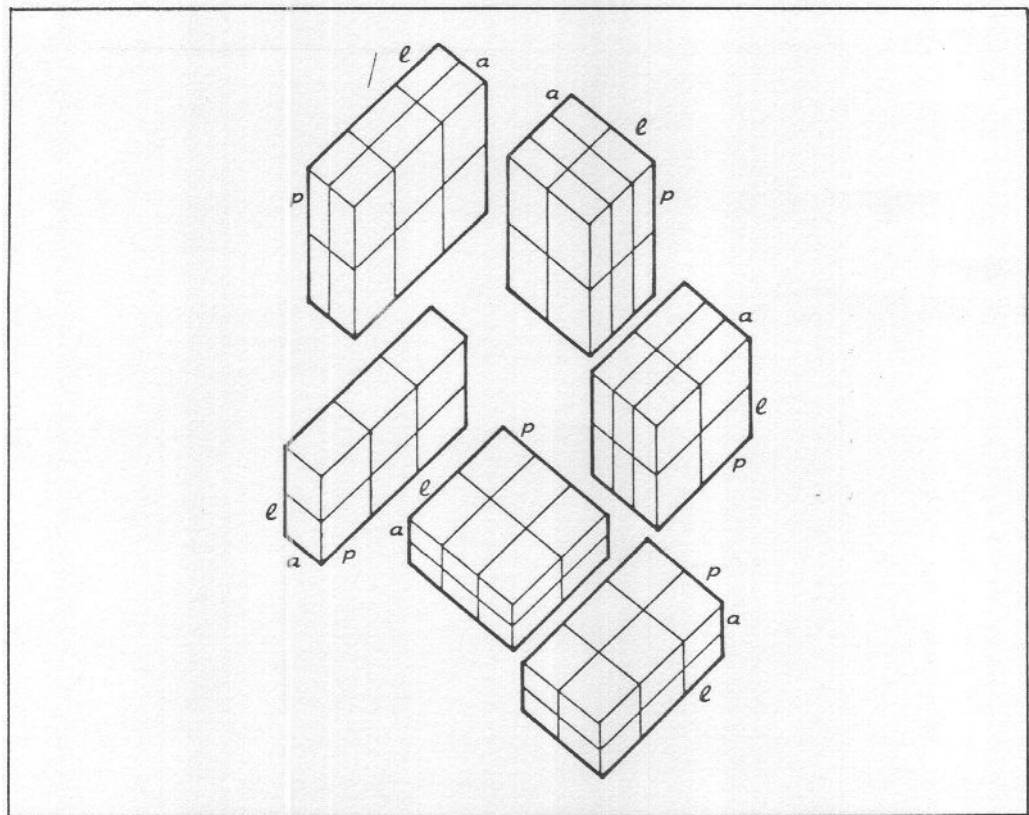
Nº de envases en el largo del embalaje	12	6	6	4	4	3	3	2	2	1
idem en el ancho	1	2	1	3	1	2	1	2	1	1
idem en la profundidad	1	1	2	1	3	2	4	3	6	12

Número total de arreglos = 10

4.2 CONFIGURACIONES

Están determinadas por la posibilidad de apoyar el envase en su base, lado o cara respectivamente.

Como ejemplo se describen las configuraciones del arreglo para el embalaje de transporte, con tres envases en el largo, dos en el ancho y dos en la profundidad.



CUADRO N° 1

Arreglos posibles hasta un total de 50 envases por embalaje de transporte

N° de envases en el embalaje de transporte	Arreglos			
4	4 x 1 x 1	2 x 1 x 2	2 x 2 x 1	1 x 1 x 4
5	5 x 1 x 1	1 x 1 x 5		
6	6 x 1 x 1 1 x 1 x 6	3 x 2 x 1	3 x 1 x 2	2 x 1 x 3
7	7 x 1 x 1	1 x 1 x 7		
8	8 x 1 x 1 2 x 1 x 4	4 x 2 x 1 1 x 1 x 8	4 x 1 x 2	2 x 2 x 2
9	9 x 1 x 1	3 x 3 x 1	3 x 1 x 3	1 x 1 x 9
10	10 x 1 x 1 1 x 1 x 10	5 x 2 x 1	5 x 1 x 2	2 x 1 x 5
11	11 x 1 x 1	1 x 1 x 11		
12	12 x 1 x 1 4 x 1 x 3 2 x 1 x 6	6 x 2 x 1 3 x 2 x 2 1 x 1 x 12	6 x 1 x 2 3 x 1 x 4	4 x 3 x 1 2 x 2 x 3
13	13 x 1 x 1	1 x 1 x 13		
14	14 x 1 x 1 1 x 1 x 14	7 x 2 x 1	7 x 1 x 2	2 x 1 x 7

Código: el primer, segundo y tercer número indican los envases para el consumo que se disponen según el largo, ancho y profundidad respectivamente del embalaje de transporte.

Nota: el N°. de envases en el largo tiene que ser mayor o igual que en el ancho.

15	15 x 1 x 1 1 x 1 x 15	5 x 3 x 1	5 x 1 x 3	3 x 1 x 5
16	16 x 1 x 1 4 x 2 x 2 1 x 1 x 16	8 x 2 x 1 4 x 1 x 4	8 x 1 x 2 2 x 2 x 4	4 x 4 x 1 2 x 1 x 8
17	17 x 1 x 1	1 x 1 x 17		
18	18 x 1 x 1 6 x 1 x 3 2 x 1 x 9	9 x 2 x 1 3 x 3 x 2 1 x 1 x 18	9 x 1 x 2 3 x 2 x 3	6 x 3 x 1 3 x 1 x 6
19	19 x 1 x 1	1 x 1 x 19		
20	20 x 1 x 1 5 x 2 x 2 2 x 1 x 10	10 x 2 x 1 5 x 1 x 4 1 x 1 x 20	10 x 1 x 2 4 x 1 x 5	5 x 4 x 1 2 x 2 x 5
21	21 x 1 x 1 1 x 1 x 21	7 x 3 x 1	7 x 1 x 3	3 x 1 x 7
22	22 x 1 x 1 1 x 1 x 22	11 x 2 x 1	11 x 1 x 2	2 x 1 x 11
23	23 x 1 x 1	1 x 1 x 23		
24	24 x 1 x 1 8 x 1 x 3 4 x 3 x 2 3 x 1 x 8	12 x 2 x 1 6 x 4 x 1 4 x 2 x 3 2 x 2 x 6	12 x 1 x 2 6 x 2 x 2 4 x 1 x 6 2 x 1 x 12	8 x 3 x 1 6 x 1 x 4 3 x 2 x 4 1 x 1 x 24
25	25 x 1 x 1	5 x 5 x 1	5 x 1 x 5	1 x 1 x 25
26	26 x 1 x 1 1 x 1 x 26	13 x 2 x 1	13 x 1 x 2	2 x 1 x 13
27	27 x 1 x 1 3 x 1 x 9	9 x 3 x 1 1 x 1 x 27	9 x 1 x 3	3 x 3 x 3

28	28 x 1 x 1 7 x 2 x 2 2 x 1 x 14	14 x 2 x 1 7 x 1 x 4 1 x 1 x 28	14 x 1 x 2 4 x 1 x 7	7 x 4 x 1 2 x 2 x 7
29	29 x 1 x 1	1 x 1 x 29		
30	30 x 1 x 1 10 x 1 x 3 5 x 2 x 3 2 x 1 x 15	15 x 2 x 1 6 x 5 x 1 5 x 1 x 6 1 x 1 x 30	15 x 1 x 2 6 x 1 x 5 3 x 2 x 5	10 x 3 x 1 5 x 3 x 2 3 x 1 x 10
31	31 x 1 x 1	1 x 1 x 31		
32	32 x 1 x 1 8 x 2 x 2 4 x 1 x 8	16 x 2 x 1 8 x 1 x 4 2 x 2 x 8	16 x 1 x 2 4 x 4 x 2 2 x 1 x 16	8 x 4 x 1 4 x 2 x 4 1 x 1 x 32
33	33 x 1 x 1 1 x 1 x 33	11 x 3 x 1	11 x 1 x 3	3 x 1 x 11
34	34 x 1 x 1 1 x 1 x 34	17 x 2 x 1	17 x 1 x 2	2 x 1 x 17
35	35 x 1 x 1 1 x 1 x 35	7 x 5 x 1	7 x 1 x 5	5 x 1 x 7
36	36 x 1 x 1 12 x 1 x 3 6 x 6 x 1 4 x 3 x 3 3 x 1 x 12	18 x 2 x 1 9 x 4 x 1 6 x 3 x 2 4 x 1 x 9 2 x 2 x 9	18 x 1 x 2 9 x 2 x 2 6 x 2 x 3 3 x 3 x 4 2 x 1 x 18	12 x 3 x 1 9 x 1 x 4 6 x 1 x 6 3 x 2 x 6 1 x 1 x 36
37	37 x 1 x 1	1 x 1 x 37		
38	38 x 1 x 1 1 x 1 x 38	19 x 2 x 1	19 x 1 x 2	2 x 1 x 19
39	39 x 1 x 1 1 x 1 x 39	13 x 3 x 1	13 x 1 x 3	3 x 1 x 13

40	40 x 1 x 1 10 x 2 x 2 5 x 4 x 2 4 x 1 x 10	20 x 2 x 1 10 x 1 x 4 5 x 2 x 4 2 x 2 x 10	20 x 1 x 2 8 x 5 x 1 5 x 1 x 8 2 x 1 x 20	10 x 4 x 1 8 x 1 x 5 4 x 2 x 5 1 x 1 x 40
41	41 x 1 x 1	1 x 1 x 41		
42	42 x 1 x 1 14 x 1 x 3 7 x 1 x 6 2 x 1 x 21	21 x 2 x 1 7 x 6 x 1 6 x 1 x 7 1 x 1 x 42	21 x 1 x 2 7 x 3 x 2 3 x 2 x 7	14 x 3 x 1 7 x 2 x 3 3 x 1 x 14
43	43 x 1 x 1	1 x 1 x 43		
44	44 x 1 x 1 11 x 2 x 2 2 x 1 x 22	22 x 2 x 1 11 x 1 x 4 1 x 1 x 44	22 x 1 x 2 4 x 1 x 11	11 x 4 x 1 2 x 2 x 11
45	45 x 1 x 1 9 x 1 x 5 3 x 1 x 15	15 x 3 x 1 5 x 3 x 3 1 x 1 x 45	15 x 1 x 3 5 x 1 x 9	9 x 5 x 1 3 x 3 x 5
46	46 x 1 x 1 1 x 1 x 46	23 x 2 x 1	23 x 1 x 2	2 x 1 x 23
47	47 x 1 x 1	1 x 1 x 47		
48	48 x 1 x 1 16 x 1 x 3 8 x 6 x 1 6 x 4 x 2 4 x 3 x 4 3 x 1 x 16	24 x 2 x 1 12 x 4 x 1 8 x 3 x 2 6 x 2 x 4 4 x 2 x 6 2 x 2 x 12	24 x 1 x 2 12 x 2 x 2 8 x 2 x 3 6 x 1 x 8 4 x 1 x 12 2 x 1 x 24	16 x 3 x 1 12 x 1 x 4 8 x 1 x 6 4 x 4 x 3 3 x 2 x 8 1 x 1 x 48
49	49 x 1 x 1	7 x 7 x 1	7 x 1 x 7	1 x 1 x 49
50	50 x 1 x 1 10 x 1 x 5 2 x 1 x 25	25 x 2 x 1 5 x 5 x 2 1 x 1 x 50	25 x 1 x 2 5 x 2 x 5	10 x 5 x 1 5 x 1 x 10

4.3 CONSIDERACIONES

No todas las disposiciones presentadas son factibles, dado que deben cumplir las restricciones que fueron descritas en el numeral 3.

A efectos de ordenamiento es aconsejable la construcción de una tabla vinculando las dimensiones del envase de consumo con las del embalaje para contenerlos.

En el encabezamiento de las columnas 1, 2 y 3 se indican las dimensiones externas del envase de consumo, con previsiones por abultado. Abajo se colocan los múltiplos de dichas dimensiones. En las tres columnas encabezadas L, A y P se marcan aquellos múltiplos que cumplan con las restricciones establecidas en 3.0.

CUADRO Nº 2

Formato Básico de Dimensiones de Múltiplos de Envases de Consumo

Envase para consumo	LARGO			ANCHO			PROFUNDIDAD			
	Largo	Ancho	Profundidad	Largo	Ancho	Profundidad	Largo	Ancho	Profundidad	
Dimensiones externas Previsión por abultado Espacio requerido para un envase	$l = \text{-----}$ $al_a = \text{-----}$ $l_1 = \text{-----}$			$a = \text{-----}$ $ab_a = \text{-----}$ $a_1 = \text{-----}$			$p = \text{-----}$ $ap_p = \text{-----}$ $p_1 = \text{-----}$			
Espacio requerido para números crecientes de envases	$2l_1 = \text{-----}$ $3l_1 = \text{-----}$ $4l_1 = \text{-----}$ $nl_1 = \text{-----}$			$2a_1 = \text{-----}$ $3a_1 = \text{-----}$ $4a_1 = \text{-----}$ $na_1 = \text{-----}$			$2p_1 = \text{-----}$ $3p_1 = \text{-----}$ $4p_1 = \text{-----}$ $np_1 = \text{-----}$			

Con las limitaciones de dimensiones visualizadas en la tabla anterior se determinan cuáles disposiciones (ver 4.0 a 4.2) son posibles.

Para las que cumplan con los requisitos se obtienen las medidas internas del embalaje (a menudo hay que dejar un espacio libre para cargar). Considerando el grosor del material utilizado y el tipo de caja se calculan las dimensiones exteriores de la misma.

5.0 CONSUMO DE MATERIALES PARA EL EMBALAJE DE TRANSPORTE

Es una función de las dimensiones y del diseño de la caja.

Así por ejemplo para una caja tipo standard, o según el código internacional (3), tipo 0201, el área se puede determinar aproximadamente por la fórmula:

$$[2(L + A) + D_1](P + A + D_2) + J.P.$$

Siendo:

L = largo de la caja (interior)

A = ancho de la caja (interior)

P = profundidad de la caja (interior)

D₁ = Previsión para doblado de las aristas verticales

D₂ = Idem de las aristas horizontales

J = Ancho de la junta de fabricante

El cálculo del área de las cajas alternativas se ve muy simplificado usando un calculador programable.

6. FORMA DE DISPONER LOS EMBALAJES DE TRANSPORTE EN LAS PLATAFORMAS DE CARGA

El aprovechamiento de la superficie de las plataformas (pallets) es función de:

— dimensiones de la caja paralelas al plano de la plataforma.

— disposición de las cajas.

→ dimensiones útiles de la plataforma.

Se han construido diagramas indicando las disposiciones típicas y el porcentaje de aprovechamiento del área de la plataforma como función del largo y ancho del embalaje. Se tuvieron en cuenta en lo anterior las tres plataformas de la recomendación ISO R198, (4) con tamaños nominales:

800 x 1200 mm
1000 x 1200 mm
800 x 1000 mm

Las figuras (1, 2 y 3) se construyeron gráficamente las zonas de existencia de cada disposición de cajas (figuras 4, 5, 6, 7 y 8) y luego eligiendo la más eficiente en cada lugar del plano.

Para su uso se entra con el largo y ancho exteriores del embalaje (ordenada y abscisa respectivamente) y se determina un punto dentro de una zona en la cual se puede leer la disposición de cajas de las que aparecen en los diagramas 4 al 8, que mejor aprovecha el espacio.

La zona negra corresponde a un aprovechamiento mayor al 95 o/o.

La zona rayada vertical a uno entre 90 o/o y 95 o/o.

La zona rayada horizontal a uno entre 80 o/o y 90 o/o.

La zona sin rayar a uno entre 70 o/o y 80 o/o.

Por último la zona punteada indica un aprovechamiento inferior al 70 o/o.

7. RESISTENCIA MECANICA DE LAS CAJAS

Este es un aspecto importante en la evaluación de las cajas consideradas como alternativas.

Se puede tener una aproximación al problema construyendo modelos de las cajas que mejores perspectivas tengan. Luego se efectúan sobre los embalajes llenos una serie de ensayos en el laboratorio (acondicionamiento, vibraciones, impactos, compresión, etc.) intentando reproducir los esfuerzos que posiblemente se presentarán en el ciclo de distribución real. Sigue una eva-

luación comparativa de las distintas opciones por el estado final del embalaje y por la extensión en que protege al producto.

Otra posibilidad por ejemplo en caso de usar cajas de cartón corrugado y en que el interés se centra fundamentalmente en la resistencia a la compresión, es hacer uso de fórmulas de estimación.

Para los materiales europeos y norteamericanos aparecen en la bibliografía varias fórmulas, entre ellas:

—Nordman & Toroi (5)

$$C'_{TB} = 1,64 S'_c 0,57. e 0,87 (L' + A') 0,47$$

—G. Maltenfort (6)

$$C_{TB} = 5,87 10^{-3} S_c . \sqrt{2(L + A).e}$$

Siendo:

C_{TB} = Resistencia a la compresión tope base (kN)

C'_{TB} = idem (Lbf)

S_c = Compresión en columna corta (kN/m)

S'_c = Compresión en columna corta (Lbf/in)

L = Largo (mm)

L' = idem (cm)

A = Ancho (mm)

A' = idem (cm)

e = espesor (mm)

Es de hacer notar que las fórmulas anteriores permiten estimar la resistencia tal como se determina en un aparato de compresión de cajas.

Los distintos patrones de estiba, tiempo bajo carga, y contenido de humedad del cartón influyen en la resistencia práctica del embalaje en servicio. (7)

8. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

En resumen se ha presentado un método sistemático para indagar todas las posibles variaciones de disponer envases para su distribución.

Se determina para cada alternativa el consumo de cartón, aprovechamiento de las plataformas de carga y resistencia mecánica.

Estos argumentos permiten efectuar una elección más racional de los embalajes.

9.0 EJEMPLO PRACTICO

Datos

Dimensiones externas del envase para consumo: largo = $l = 120$ mm
ancho = $a = 58$ mm, profundidad = $p = 80$ mm.

Previsión por abultado del envase = 2 mm (sólo en el ancho)

Nº. de envases en el embalaje de transporte = 36.

Tipo de embalaje de transporte: standard.

(Código Internacional 0201).

Onda tipo C (grosor del cartón 4 mm).

Ancho de la junta de fábrica = 35 mm.

Previsión para cargar los envases en la caja = 3 mm, (solo en el largo y ancho).

Restricciones impuestas por la cerradora de cajas

Largo permitido: 200 a 610 mm

Ancho permitido: 150 a 550 mm

Profundidad: 150 a 610 mm

RESTRICCIÓN ADICIONAL

El envase no puede apoyarse en su cara (es decir que el ancho quede en la dirección de la profundidad del embalaje).

Plataforma de carga - 1000 x 1200 (mm).

CUADRO N° 3

EJEMPLO DE FORMATO BASICO DE DIMENSIONES

9.1 Cálculos.

Envases para consumo	L A R G O			A N C H O			P R O F U N D I D A D							
	L	A	P	L	A	P		L	A	P				
Dimensiones	I = 120			a = 58							p = 80			
Previsión por abultado	0			2							0			
Espacio para un envase	I ₁ = 120			a ₁ = 60							P ₁ = 80			
Espaciado requerido para números crecientes de envases	I ₁ = 120			a ₁ = 60							P ₁ = 80			
	2I ₁ = 240	X	X	2a ₁ = 120							2P ₁ = 160		X	X
	3I ₁ = 360	X	X	3a ₁ = 180					X		3P ₁ = 240	X	X	X
	4I ₁ = 480	X	X	4a ₁ = 240				X	X		4P ₁ = 320	X	X	X
	5I ₁ = 600	X		5a ₁ = 300				X	X		5P ₁ = 400	X	X	X
	6I ₁ = 720			6a ₁ = 360				X	X		6P ₁ = 480	X	X	X
				7a ₁ = 420				X	X		7P ₁ = 560	X		X
			8a ₁ = 480				X	X		8P ₁ = 640				
			9a ₁ = 540				X	X						
			10a ₁ = 600				X	X						
			11a ₁ = 660											(+)

(+) las disposiciones de esta columna no están permitidas por estar el ancho del envase en la dirección de la profundidad del embalaje.

X: disposiciones que cumplen las restricciones impuestas.

Según el cuadro el número de largos está limitado entre 2 y 5, de anchos entre 3 y 10 y de profundidades entre 2 y 7. Por tanto se deben desechar los arreglos en los que aparezcan menos de 2 o más de 10 envases.

Arreglos posibles de 36 envases

36 x 1 x 1	18 x 2 x 1	18 x 1 x 2	12 x 3 x 1
12 x 1 x 3	9 x 4 x 1	9 x 2 x 2	9 x 1 x 4
6 x 6 x 1	6 x 3 x 2	6 x 2 x 3	6 x 1 x 6
4 x 3 x 3	4 x 1 x 9	3 x 3 x 4	3 x 2 x 6
3 x 1 x 12	2 x 2 x 9	2 x 1 x 18	1 x 1 x 36

Nota

Se tachan los arreglos en que aparecen el 1 o números mayores de 10.

CUADRO N° 4
DISPOSICIONES POSIBLES

N°	Confi- guración	Tamaño calculado (mm)	Previsiones (mm) carga cartón	Dimensio- nes Exte- riores (mm)	Area de cartón (m ²)	o/o de área encima del mínimo	o/o de uso de plata forma de 1000 x 1200 (mm)	Dispo- sición de las cajas
1	L	540	3	551	0,671	14,3	70 o/o	6 acd
	A	240	3	251				
	P	160	0	176				
2	L	540	3	551	0,607	3,4	80-90	11 ab
	A	160	3	171				
	P	240	0	256				
3	L	360	3	371	0,621	5,8	80-90	11 cd
	A	240	3	251				
	P	240	0	256				
4	L	360	3	371	0,797	35,8	<70 o/o	6 bef
	A	360	3	371				
	P	160	0	176				
5	L	480	3	491	0,600	2,2	90-95	12 afg
	A	180	3	191				
	P	240	0	256				

6	L	6 a	360						
	A	2 l	240						
	P	3 p	240						
7	L	6 a	360	3	8	371			
	A	2 p	160	3	8	171	0,589	0,3	80-90
	P	3 l	360	0	16	376			16 b
8	L	4 l	480						
	A	3 a	180						
	P	3 p	240						
9	L	4 a	240						
	A	3 l	360						
	P	3 p	240						
10	L	4 a	240	3	8	251			
	A	3 p	240	3	8	251	0,625	6,5	12 h
	P	3 l	360	0	16	376			-70
11	L	4 p	320	3	8	331			
	A	3 a	180	3	8	191	0,588	0,2	18 bd
	P	3 l	360	0	16	376			95
12	L	3 l	360	3	8	371			
	A	3 a	180	3	8	191	0,587	0	80-90
	P	4 p	320	0	16	336			15 ac

13	L	3 a	180	3	8	251	0,607	3,4	70-80	18 bcdeg
	A	3 p	240							
	P	4 l	480							
14	L	3 a	180	3	8	191	0,607	3,4	70-80	18 bcdeg
	A	3 l	360							
	P	4 p	320							
15	L	3 p	240	3	8	496	0,607	3,4	70-80	18 bcdeg
	A	3 a	180							
	P	4 l	480							

Código - L, A y P = Largo ancho y profundidad del embalaje de transporte.

l, a y p = Largo ancho y profundidad del envase de consumo.

ne, na y np = No de largos, anchos y profundidades de envases de consumo.

Observaciones: - Se desecharon las configuraciones en que el ancho del envase (a) aparece según la profundidad del embalaje (P) por ser una orientación no permitida del envase de consumo.

- Se descartaron las configuraciones que no cumplen con: $2 \leq nl \leq 5$

$3 \leq na \leq 10$

$2 \leq np \leq 7$

- Los arreglos Nos. 6, 8, 9, 13 y 14 no se tomaron en cuenta por ser repeticiones.

9.2 EVALUACION

Desde el punto de vista del consumo de cartón se aprecia que los arreglos Nos. 7, 11 y 12 son los más favorecidos.

Respecto al porcentaje de uso de las plataformas de carga los preferidos son los arreglos Nos. 2, 3, 5, 7, 11, 12.

Lo anterior permite elegir las alternativas 7, 11 y 12 como modelos sobre los cuales investigar la resistencia mecánica.

CUADRO N° 5

Comparación de los EMBALAJES ALTERNATIVOS

Alternativa	Dimensiones exteriores			Area de cartón (m ²)	o/o de uso de plataforma mas de 1000 x 1200 mm	Disposición de las cajas
	largo (mm)	ancho (mm)	profundidad (mm)			
7	371	171	376	0,589	80-90	16b
11	331	191	376	0,588	95	18bd
12	371	191	336	0,587	80-90	15ac

La alternativa 11 presenta cierta ventaja respecto a la utilización del espacio, mientras que en el consumo de materiales las opciones son prácticamente equivalentes.






Queda así ejemplificado el uso de las técnicas expuestas en la determinación sistemática de las mejores alternativas para el embalaje de envases de consumo.

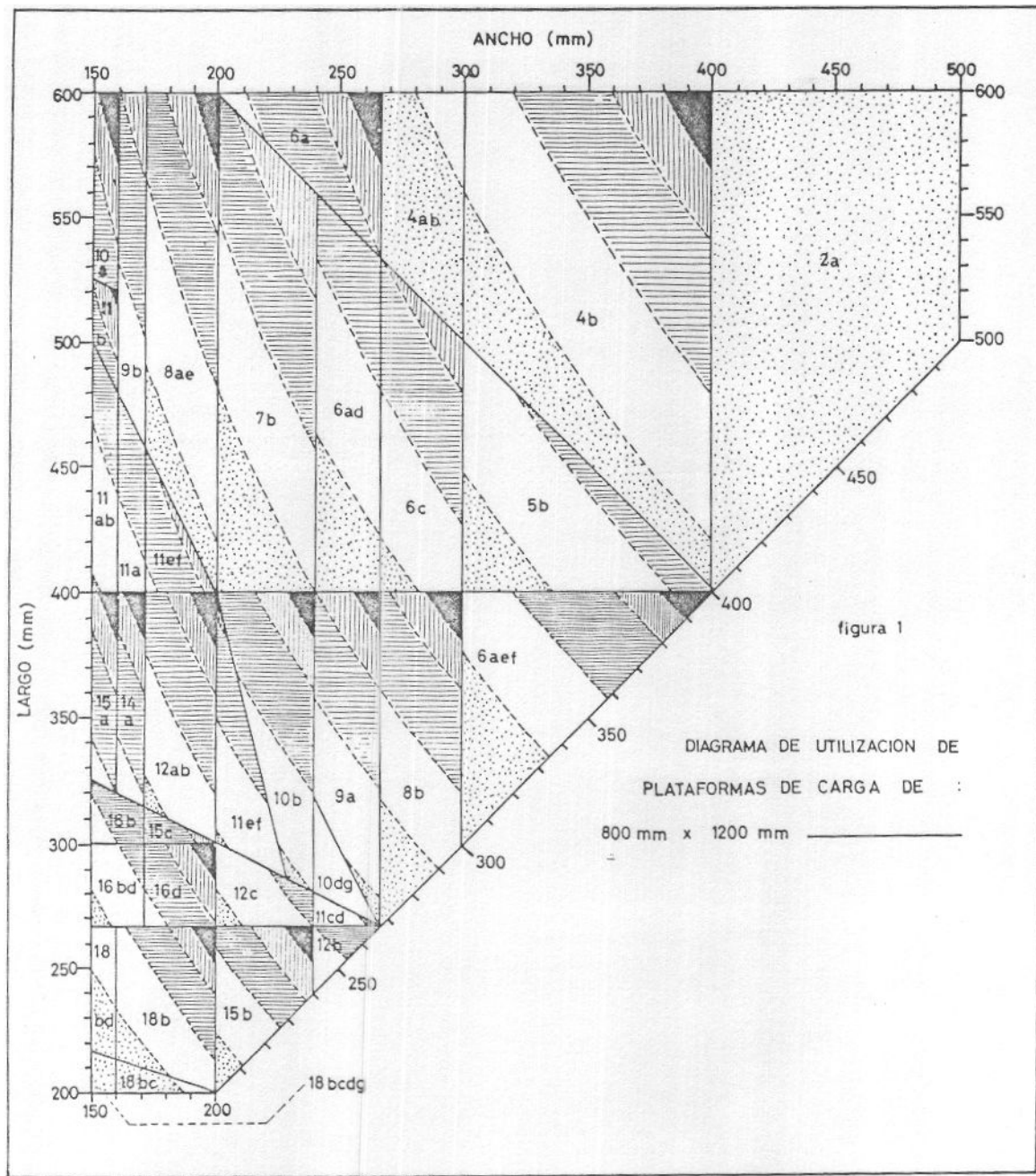
REFERENCIAS

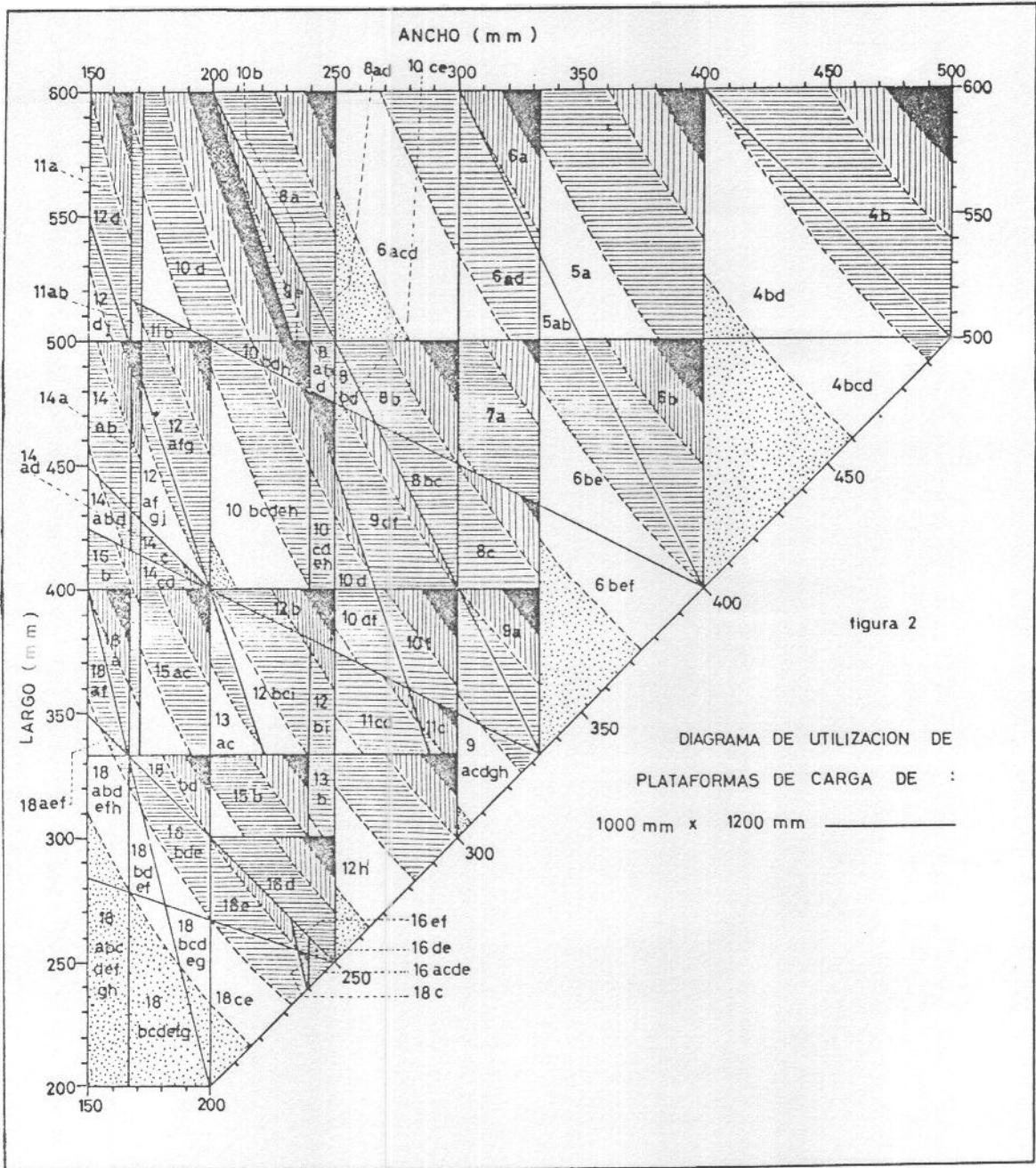
- 1) "A systems approach to packaging design"
P. Wright, 1976.
- 2) "Optimization in transport packaging"
M.A. van Eijk, 1979.
- 3) Fibre Box Handbook
Fibre Box Association, 1976.
- 4) "Double-deck flat pallets for through transit of goods"
ISO R 198.
- 5) "Packaging Evaluation"
F.A. Paine, 1974.
- 6) G. Maltenfort
Paperboard Packaging 63 (11) 96 (1978)
- 7) LATU
Monografías tecnológicas. Serie embalaje 1.

FORMA DE UTILIZACION DE LOS
DIAGRAMAS 1 2 Y 3 :

Con los datos del largo y del ancho del embalaje de transporte se determina un punto dentro del diagrama. Este habrá caído sobre una zona en la que aparece el código de alguna(s) disposición(es) de las que se muestran en los diagramas 4 5 6 7 y 8.

	95 a 100% de aprovechamiento	
	90 a 95%	"
	80 a 90%	"
	70 a 80%	"
	menos de 70%	"





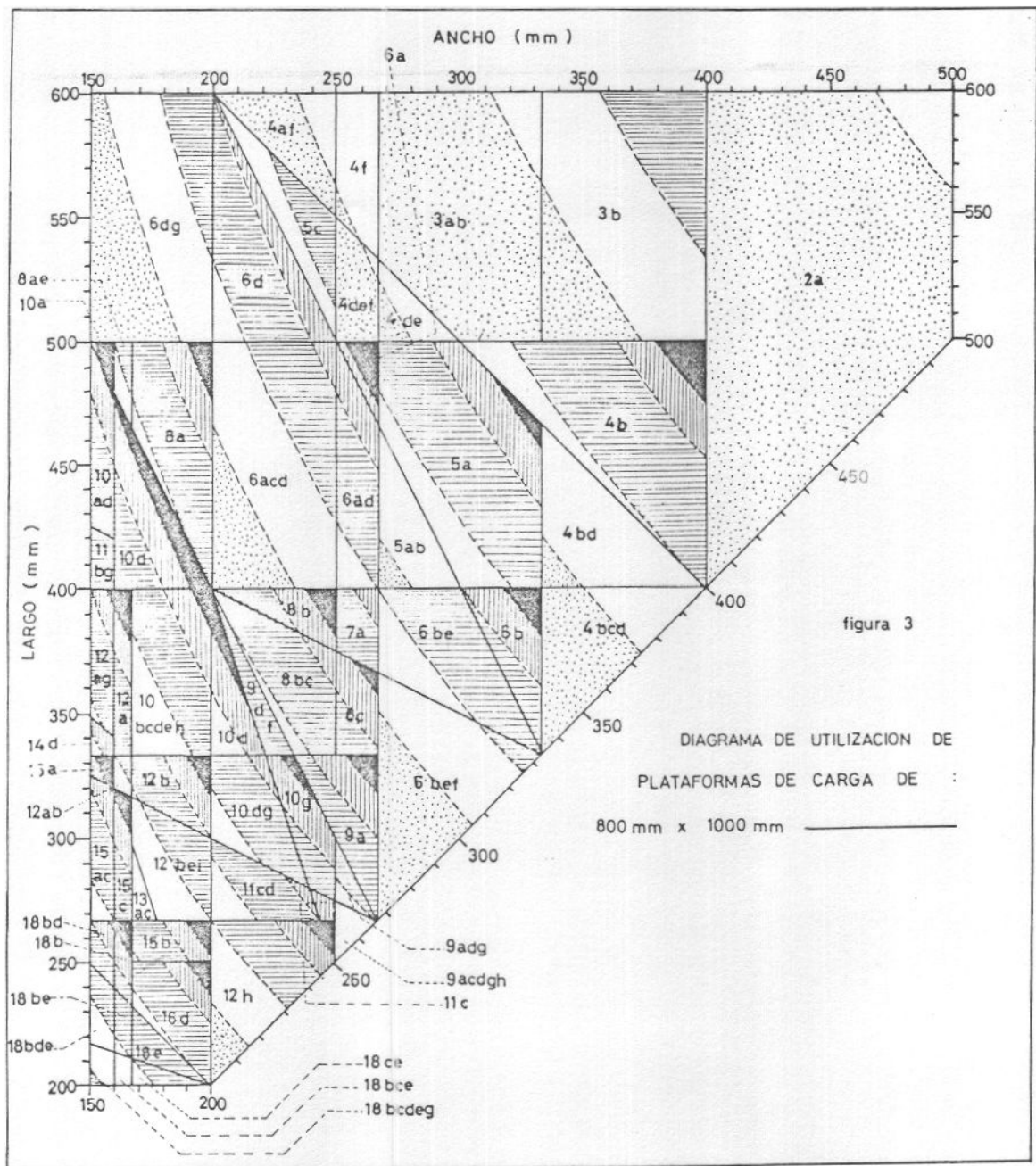


figura 4

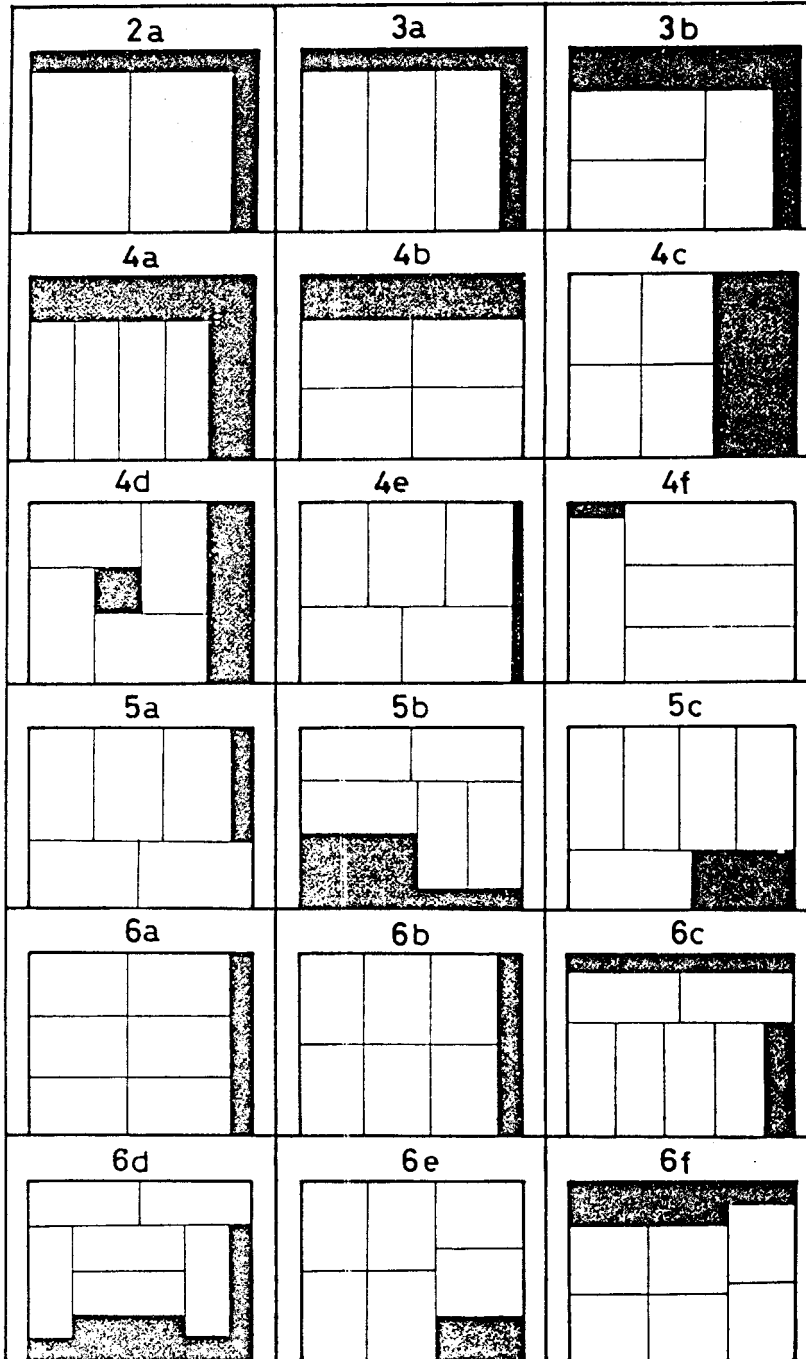


figura 5

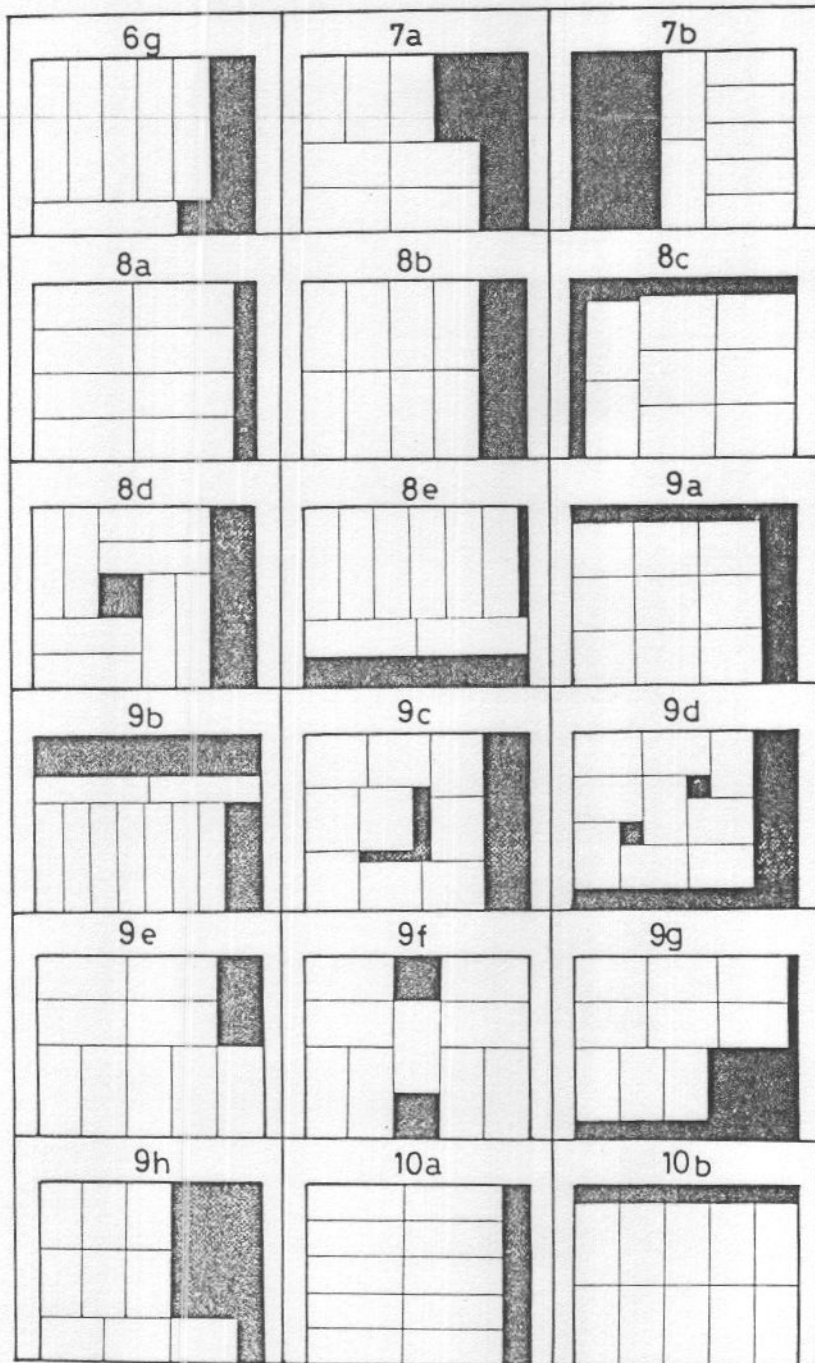


figura 6

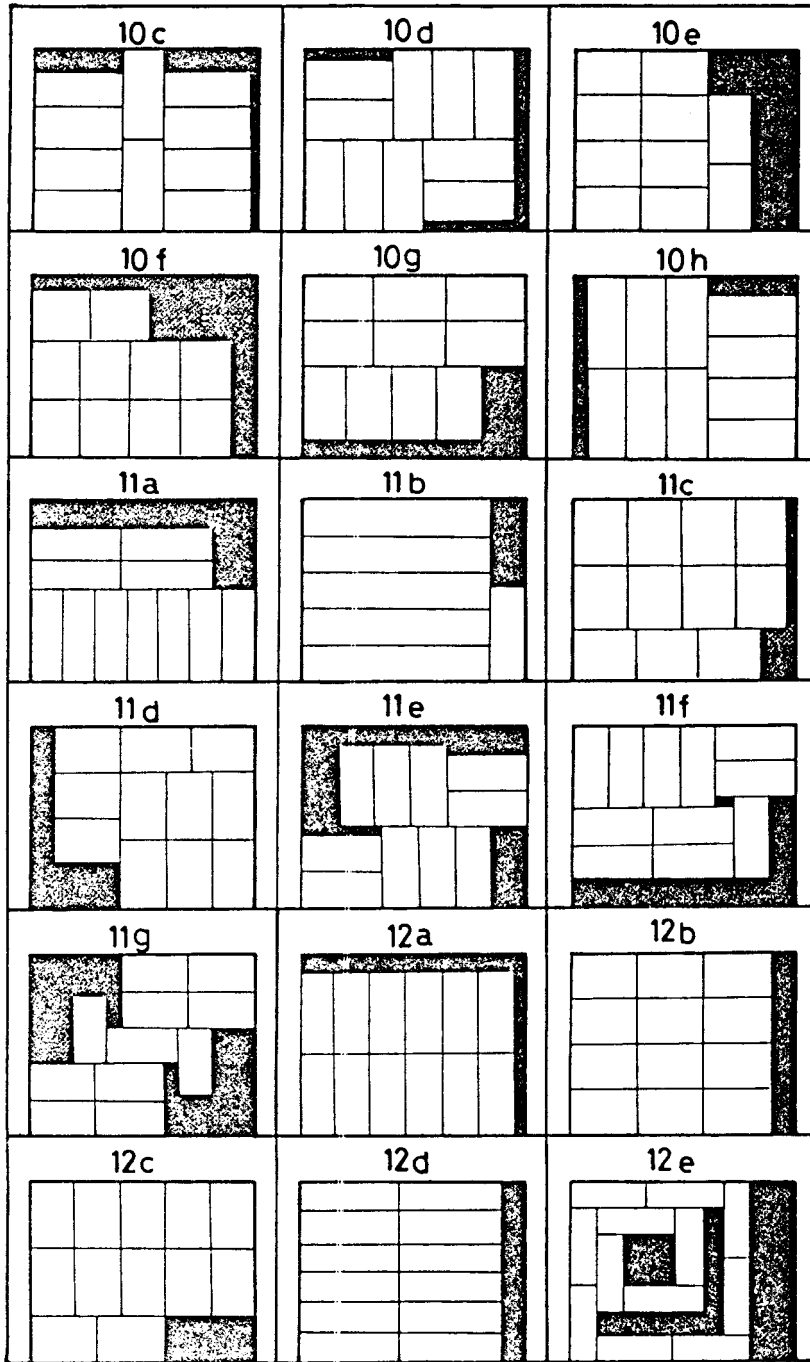


figura 7

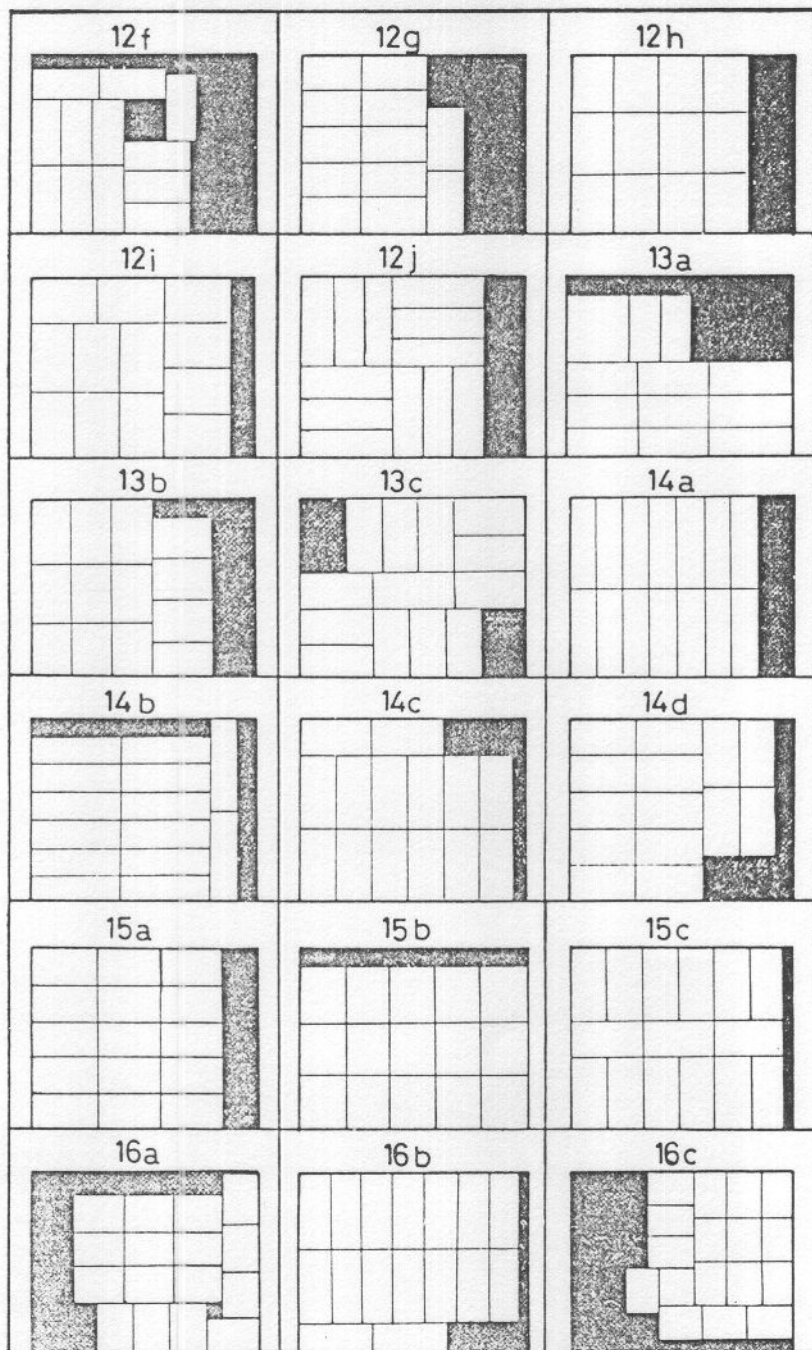
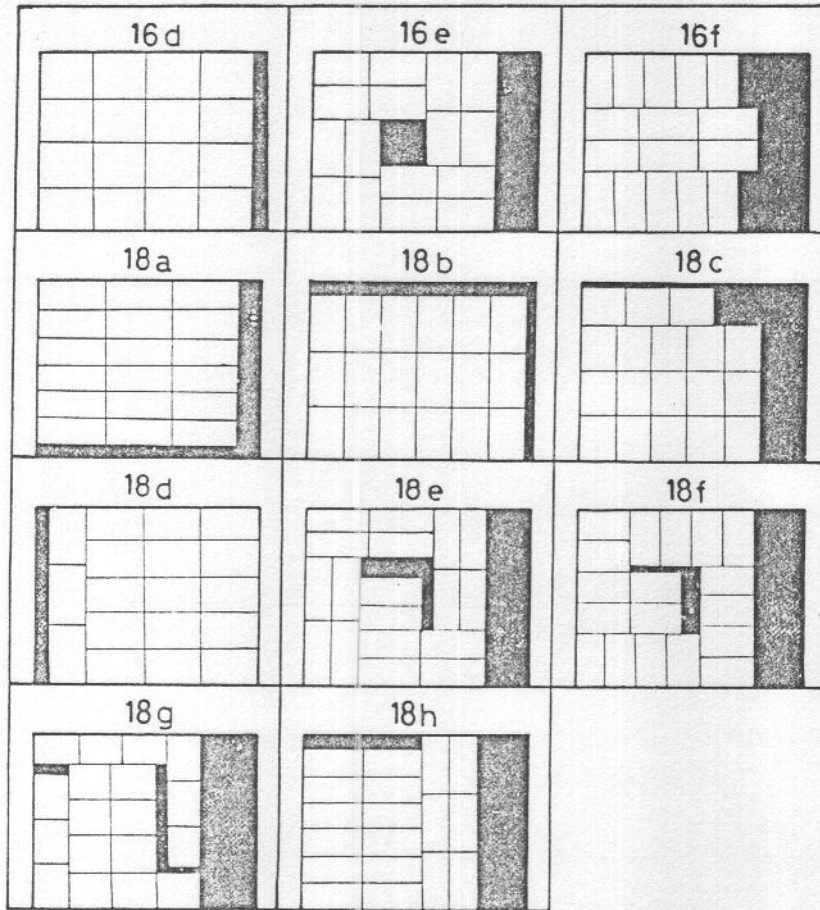


figura 8



MONOGRAFIAS PUBLICADAS
Serie embalaje

- 1 — Estudio sobre factores que influyen en la resistencia a la compresión de cajas de cartón corrugado. F. Stotz, R. Montañez. Noviembre 1979.