

# Recomendaciones logísticas para el diseño e ingeniería de envases y embalajes





# **Recomendaciones logísticas** para el diseño e ingeniería de envases y embalajes



# **Recomendaciones logísticas para el diseño e ingeniería de envases y embalajes**

---

## **Autor: Manel Bertomeu - Camós**

Manel Bertomeu-Camós es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona y posee 38 años de experiencia en el mundo del Packaging Engineering:

- Ingeniero de procesos y acondicionamiento durante 7 años en Danone SA.
- Del 1983 a 2004 Jefe del Departamento de Packaging Engineering en Henkel Ibérica y Henkel KGaA, siendo Project Leader en numerosos proyectos internacionales.
- Del 2005 al 2012 ha sido Director General de Bobst Group en la Península Ibérica.
- En el mundo académico ha sido director del Master de Packaging Engineering en el IQS desde el 2001 hasta 2012.

Actualmente es el director académico del Master en Packaging Engineering (organizado por la Universidad Politécnica de Cataluña y el Packaging Cluster), y Consultor de Empresas Industriales, compaginando esta actividad con la de Coordinador General del BIP (Barcelona Institute of Packaging), del cual ha sido uno de los impulsores.

Publicado en 2016  
© Ecoembes



Ecoembes  
Paseo de la Castellana 83-85 planta 11  
Tel. 91 567 24 03  
[www.ecoembes.com](http://www.ecoembes.com)

Diseño: Aluminio Diseño Gráfico

## Índice

<b>1</b>	<b>Resumen Ejecutivo</b>	Página 6
<b>2</b>	<b>La cadena logística</b>	Página 7
	2.1. Operación de almacenaje. Factores y riesgos	
	2.2. Operación de transporte. Tipos y riesgos	
<b>3</b>	<b>Cálculo de la resistencia mínima a la compresión vertical de un embalaje secundario (Top Load Resistance)</b>	Página 17
<b>4</b>	<b>La eficiencia logística: El envase modular</b>	Página 21
<b>5</b>	<b>Las relaciones con el comercio: Unidad de Carga Eficiente</b>	Página 25
<b>6</b>	<b>Pautas y criterios de calidad en la cadena logística</b>	Página 31
<b>7</b>	<b>Casos prácticos.</b>	Página 36
	7.1. Caso práctico 1	
	7.2. Caso práctico 2	
<b>8</b>	<b>Anexos. Los test de almacenaje y transporte</b>	Página 41
	8.1. Test de almacenaje	
	8.2. Test de transporte	
	8.3. Evaluación de los tests	
<b>9</b>	<b>Bibliografía</b>	Página 44
<b>10</b>	<b>Glosario</b>	Página 45

# 1

## Resumen Ejecutivo

Con este manual Ecoembes pretende ofrecer ayuda y orientación para superar los retos con que se encuentran todas aquellas empresas que ponen en el mercado productos envasados, así como todos los agentes involucrados en su distribución y almacenamiento, contemplando toda la cadena de valor de dichos productos.

Este documento recopila una serie de recomendaciones de fácil aplicación, que permiten dimensionar adecuadamente los envases y embalajes de acuerdo al proceso de almacenamiento y distribución al que vayan a ser sometidos. De este modo, se reducirán mermas, se ahorrará material y se minimizarán impactos sobre el medio ambiente.

Existe una gran interrelación entre el diseño y la tipología del packaging con la eficiencia en la arquitectura de la carga. De ella depende, en gran medida, la calidad del producto en destino y el nivel de deterioro o daños que puedan sufrir los envases, con el riesgo asociado de comprometer la imagen de marca, posibles afectaciones en la seguridad de las operaciones logísticas y, por supuesto, el impacto en los costes, tales como penalizaciones, devoluciones y reposición de la mercancía.

También se tratan temas relativos a factores, solicitudes y riesgos que actúan sobre los envases durante los procesos de distribución física del producto. Es en dichos procesos donde se producen la mayor parte de esfuer-

zos sobre los envases, que condicionan los criterios dimensionales y de resistencia en su diseño formal. Estos factores y riesgos son fundamentalmente climáticos (ambientes extremos), condiciones de la carga (en columna, cruzada, etc.) y tipo de transporte (carretera, marítimo, ferrocarril, etc.).

La colaboración de todos los agentes interesados (fabricantes, operadores logísticos y distribuidores) debe llevar a contemplar inventarios de alta rotación, cantidades precisas de existencias, ciclos de tiempo más cortos, mayor calidad en la respuesta de servicio y mayor eficiencia medioambiental.

Estas recomendaciones son fruto de años de experiencia en el diseño de envases y embalajes, así como de una selección de información y datos proporcionados por entidades como AECOC (Asociación Española de Codificación Comercial), de manera que consideran la cadena de distribución física como un elemento más del proceso del producto, que debe adaptarse a las nuevas exigencias de los mercados.

# 2

## La cadena logística

Por cadena logística entendemos todas las operaciones que se realizan en la cadena de valor de un producto, desde el suministro del material necesario para su producción hasta la distribución física del producto acabado hacia el consumidor final. La necesidad de red logística está asociada a dar un servicio eficaz al cliente, dando como resultado un aumento de valor: mayor flexibilidad, precios reducidos y menores tiempos de entrega.

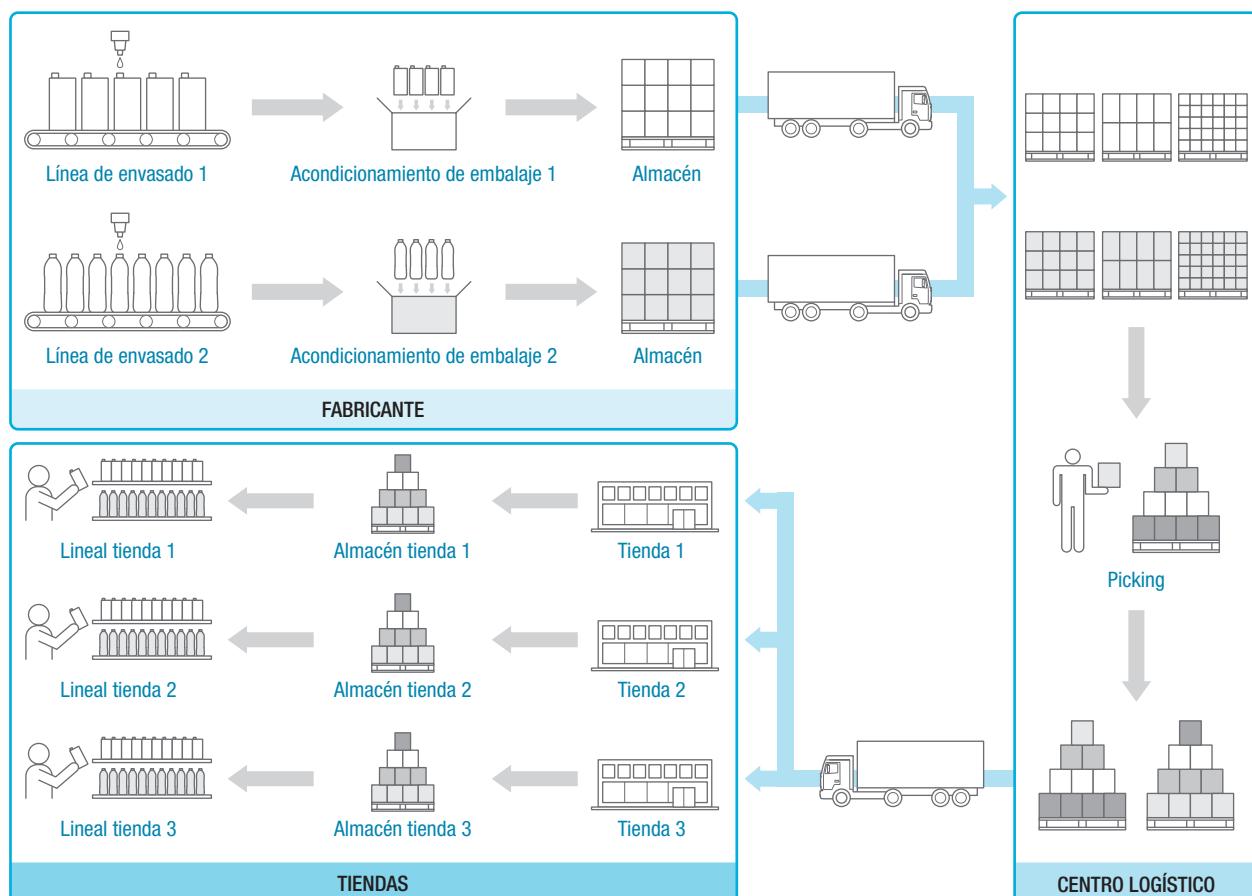
Cabe destacar que la rápida evolución de las tecnologías ha provocado un incremento de las expectativas en el servicio logístico. Internet, los procedimientos de operación a tiempo y el continuo reaprovisionamiento de los inventarios, han contribuido a que los clientes esperen gran rapidez en el procesamiento de sus requerimientos y en

la entrega de sus pedidos, así como que exista un alto grado de disponibilidad de los productos.

En este estudio nos centraremos en la distribución física del producto, abarcando el almacenaje y el transporte, desde los almacenes del fabricante hasta el punto de entrega al cliente.

Antes de empezar con lo que representa la cadena en sí, daremos un breve repaso a los conceptos de almacenaje y transporte, operaciones que están comprendidas por las actividades de expedición y distribución de los productos terminados a los distintos mercados, constituyendo un nexo entre las funciones de producción y comercialización.

**Ilustración 1. Cadena logística**



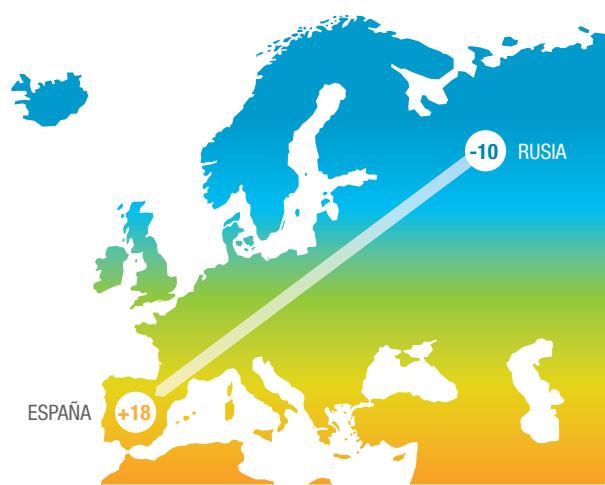
## 2.1 Operación de Almacenaje. Factores y riesgos

Si fuéramos capaces de conocer con exactitud la demanda real de un producto, posiblemente no sería necesario efectuar la operación de almacenaje. El proceso fluiría directamente desde producción al punto de consumo.

En los últimos años y con las técnicas del “just in time” se ha podido ajustar al mínimo el tiempo de almacenaje. Este ajuste se ha podido efectuar dependiendo de la estacionalidad de los productos. Por ejemplo, en el caso de industria conservera, en donde están obligados a producir y almacenar durante la época de la cosecha, los stocks de producto acabado son elevados, debido a que entre la producción y la venta suelen pasar algunos meses. Otros casos, en donde existe una descompensación entre la oferta y la demanda, puede ser interesante la compra de algunos productos, fabricarlos y almacenarlos para paliar el efecto del aumento de costes.

En el caso de productos de demanda constante como alimentación, productos de limpieza e higiene, por citar algunos, el ajuste del tiempo mínimo de almacenaje o stocks se ha podido realizar con mayor precisión. Aunque también la demanda de este tipo de productos tiene una cierta estacionalidad. La disminución de la demanda en ciertos períodos se compensa con acciones promocionales. Ajustar el stock mínimo para este tipo de acciones es más complicado, la única manera posible es planificando y diseñando las acciones espe-

**Ilustración 2. Diferencias de temperatura media en Europa**



ciales con cada cliente. Para trabajar directamente con el cliente los pedidos deben de tener un determinado tamaño, ya que el producto fluye directamente de producción hasta las plataformas de los clientes.

El almacenaje es una parte más del proceso que sufre el producto hasta llegar al cliente final. Es una de las fases del proceso definida como tranquila, debido posiblemente a que es una etapa mayoritariamente estática. Pero aunque “tranquila”, no está exenta de los riesgos inherentes a cualquier proceso industrial.

Su duración es muchas veces imprevisible y está sometida a muchos esfuerzos, amplificados por diversidad de factores entre los cuales destacamos los factores climáticos y las condiciones de apilado.

### Riesgos durante el almacenaje

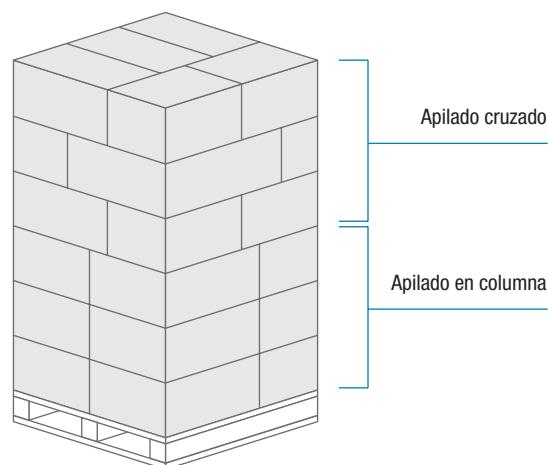
#### ■ Factores climáticos

Lluvia, intemperie y humedad pueden provocar debilitamientos en los embalajes secundarios, sobre todo si son de cartón. Los cambios de temperatura pueden provocar efectos diferenciados, tanto si se trata del producto en sí, como del embalaje primario o secundario.

#### ■ Condiciones de apilado

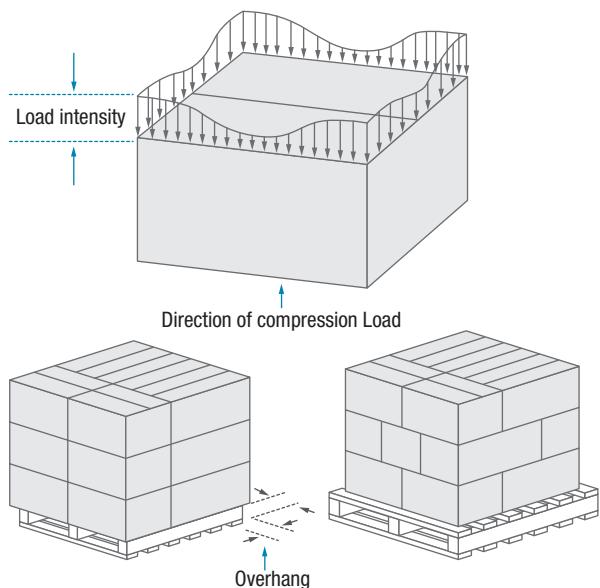
Las deformaciones que pueda sufrir el embalaje son función del tipo de apilamiento: si el apilamiento se realiza en columna o cruzado, si la base de descanso de la carga es plana o tiene saltos, etc.

**Ilustración 3. Carga cruzada.**



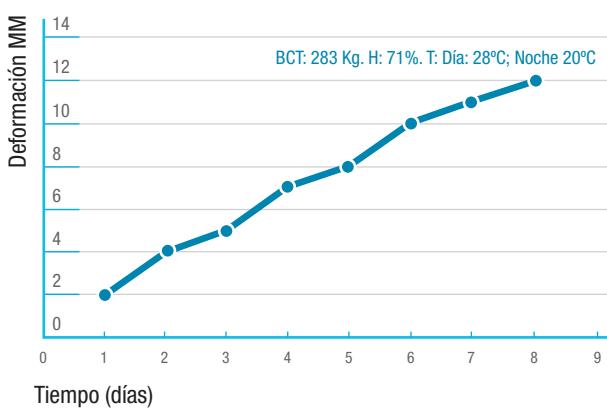
Por ejemplo, en disposiciones de carga cruzada y cuando se trata de una caja americana B-1, la contribución del embalaje secundario a la resistencia total de conjunto disminuye entre un 30 o 40%. En caso que la carga sobresalga del perímetro del palé (overhang), la pérdida de resistencia se sitúa entre un 25 y 30%.

**Ilustración 4. Pérdida de resistencia por condiciones de paletizado.** Fuente: George G.Maltenfort. "Corrugated Shipping Containers, An engineering approach"



En la siguiente representación gráfica se puede observar la relación que existe entre la deformación vertical de una caja de embalaje, situada en el nivel inferior de una carga sobreapilada, que contiene envases semirrígidos de plástico con respecto al tiempo, en unas condiciones de humedad del 71%; temperatura (día) de 28°C y una temperatura (noche) de 20°C:

**Ilustración 5. Gráfica de fatiga deformación vs. tiempo.**

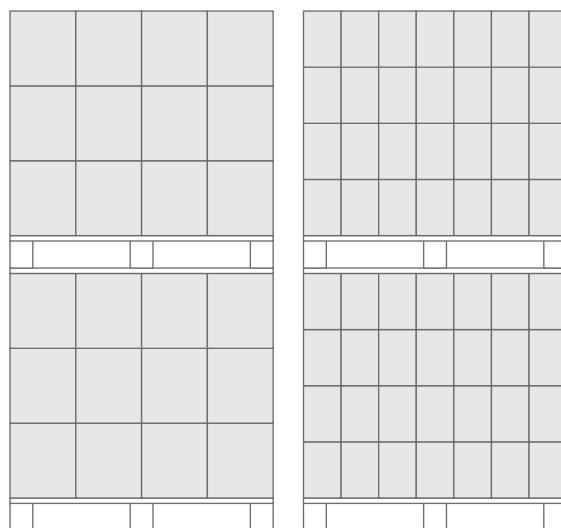


## Sobreapilamiento de carga

Aunque se indiquen claramente en el embalaje secundario las recomendaciones de apilado del tipo "no apilar a más de...", en la práctica y en ciertos casos, como por ejemplo el de saturación de almacenes en épocas estacionales, la realidad es que en ocasiones no hay más remedio que sobreapilar, y si la estación del año es verano el efecto que pueden causar sobre los pisos inferiores puede ser bastante dramático, desde deformaciones en el embalaje secundario hasta roturas y derrames en el primario.

Hoy en día, los almacenes modernos suelen estar dotados de estanterías para aprovechar al máximo el volumen en altura. La disposición en estanterías evita, en cierta medida, la posibilidad de sobreapilado.

**Ilustración 6. Palés apilados en más de una estiba**



En resumen, todas las deformaciones aparecen generalmente al cabo del tiempo y debido a la fatiga de los materiales. Por esto es tan importante el estudio de esta fase y el control de las solicitudes mecánicas que actúan sobre los embalajes mediante el test de almacenaje (ver anexo 8.1).

## Identificación de recomendaciones de carga

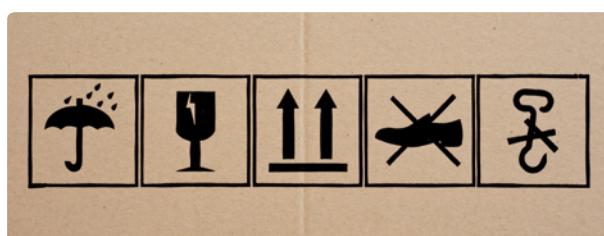
Otro aspecto importantísimo en el proceso de almacenaje es el etiquetado o rotulación para la identificación y recomendaciones de la carga. Éstas deberían incluir:

- Identificación clara del producto y de la marca.
- Número de unidades de envase primario que contiene la unidad de carga.
- Recomendaciones de apilado.
- Otras recomendaciones debido a las características del producto: temperatura, fragilidad, etc.
- Rotulación según reglamentación del país de destino si se trata de un producto catalogado como peligroso.
- Domicilio social del fabricante o representante comercial.
- Codificación EAN (Asociación Europea para la Numeración de los Artículos). Este apartado lo trataremos en el capítulo de relaciones con el comercio, siguiendo las recomendaciones AECOC.

## 2.2 Operaciones de transporte

El transporte es una de las operaciones de la cadena logística de mayor importancia, pues constituye un pilar fundamental en el traslado de mercancías, debido especialmente a la globalización de los mercados.

**Ilustración 7. Rotulaciones.**



**Ilustración 8a. Transporte terrestre por carretera.**



La operativa tiene su complejidad, ya que no es fácil la solución a problemas planteados por el transporte. Intervienen factores como la distancia, escalas, combinación de medios, meteorología, estado de las rutas y otros múltiples riesgos.

La protección que ofrece el envase y embalaje tiene que ser función de los medios y condiciones del transporte elegidos. Durante el transporte es donde se producen las solicitudes más variadas y de más intensidad sobre el embalaje. De hecho, el envase y el embalaje deben estar dimensionados en función de la distribución física que tendrá el producto.

### 2.2.1. Tipos de Transporte

Podemos clasificar en tres tipos los medios de transporte más comúnmente utilizados:

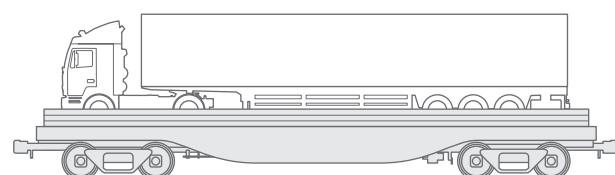
- **Transporte terrestre.**  
**(por carretera y ferrocarril).**
- **Transporte marítimo.**
- **Transporte aéreo.**

#### Transporte terrestre por carretera

Es el medio de transporte más versátil, debido a que posibilita la utilización directa de los camiones de puerta a puerta, así como el transporte mixto por ferrocarril o marítimo. Este transporte mixto carretera - ferrocarril se está utilizando cada vez más, de hecho hay países que para efectuar ciertos recorridos obligan a cargar el camión en trenes plataforma para minimizar el efecto de la contaminación por gases de escape.

La otra combinación mixta, ferry - camión, es empleada en la mayoría de casos por razones de costes y de distancia. La restricción más importante que presenta este medio es la limitación de la carga.

**Ilustración 8b. Transporte terrestre mixto carretera - ferrocarril.**



## Transporte terrestre por ferrocarril

Es el sistema que mejor combina la relación rapidez y economía.

Hoy en día los trenes de mercancías modernos pueden alcanzar velocidades similares a las de los trenes de pasajeros. Su capacidad de carga por desplazamiento es aproximadamente 50 veces superior a la de carretera, aunque dependiendo de la orografía puede reducirse a 20 veces.

Estados Unidos, un país en el que debido a las enormes distancias a cubrir este medio de transporte está muy optimizado, la longitud total de un tren de mercancías puede llegar a los 3 km, con 180 vagones de carga e incluso algunos de ellos superpuestos. Nuevas infraestructuras europeas permiten la circulación de trenes de hasta 1.500 m de longitud y 70 vagones (sin superposición), si bien la inmensa mayoría tienen longitudes de hasta 750 m y 35 vagones. En España, a excepción del tren que cubre el trayecto Madrid-Valladolid (de 750 m), los trenes tienen una longitud máxima de 450 m y 18 vagones, por lo que puede concluirse que aún queda mucho por hacer para optimizar este medio de transporte a nivel peninsular.

El servicio que están ofreciendo las compañías ferroviarias en combinación con servicios de transporte por carretera es bastante eficiente, aunque aún falta desarrollarlo a una escala mayor. Este tipo de transporte

combinado se vislumbra como el transporte del futuro debido a diversos factores:

- Desde el punto de vista de la sostenibilidad, reduce de manera significativa las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- En su vertiente económica, la aplicación de futuros impuestos ecológicos sobre los combustibles fósiles hará que el transporte por carretera en desplazamientos superiores a los 600 - 800 Km. sea inviable como único medio de transporte por costes demasiado elevados.
- Desde el punto de vista de la seguridad vial ayudará a reducir el número de víctimas en carretera pues, como demuestran algunos estudios, en un porcentaje significativo de los accidentes mortales hay involucrado algún camión.

## Transporte Marítimo

Es el medio de transporte más antiguo para efectuar viajes largos e intercontinentales, por ser la forma más barata de transporte para grandes distancias y grandes volúmenes.

Actualmente los buques se construyen casi por especialidad en función del tipo producto a transportar: desde petroleros, buques portacontenedores, buques de carga en general, etc; todos ellos con gran capacidad de carga. Por ello, este medio de transporte es ideal para cargas pesadas y no perecederas, destacando además por ser la forma más barata de transporte para grandes distancias y grandes volúmenes.

**Ilustración 9. Transporte terrestre por ferrocarril**



La introducción en los años 60 de los contenedores para el transporte marítimo supuso un gran avance en cuanto a la racionalización de las cargas, reducción del número de manipulaciones (ya que la carga realizada desde el lugar de producción u otro origen no se toca hasta su destino final), disminución de las roturas y la reducción del material de embalaje (debido básicamente a la disminución de la altura de estiba).

Todo ello ha supuesto un abaratamiento importantísimo en los costes, haciéndolo muy interesante para determinados tipos de trayecto en comparación con el terrestre, situándose la frontera a partir de los 3.000 Km. En transportes por el Mediterráneo, por ejemplo, es extremadamente rentable desde puertos occidentales hasta los más orientales.

Un punto aún no resuelto en el transporte con contenedores es la estandarización de las dimensiones. Los contenedores más comunes tienen longitudes exteriores de 20 pies (6 metros) o 40 pies (12 metros) y anchos de 2,44 m (Palet Wide) o 2,35 m (American Wide). Este último “ancho americano” no permite un buen encaje del palé europeo estándar de 800x1200 mm, provocando ineficiencias en el ámbito de estabilidad de la carga y utilización del espacio, con el consiguiente encarecimiento del flete y aumento de la necesidad de resistencia mecánica de los embalajes.

Seguidamente se muestra una tabla con las medidas interiores de los contenedores más utilizados para el transporte de mercancía agrupada, ya sea paletizada o no paletizada:

**Tabla 1. Dimensiones internas de los contenedores.**

Dimensiones interiores (mm)	Estándar Americano		Palet-wide	
	40 pies	20 pies	40 pies	20 pies
<b>Longitud</b>	12025	5898	12100	5898
<b>Anchura</b>	2352	2352	2442	2442
<b>Altura</b>	2393	2393	2383	2668
<b>Capacidad (m<sup>3</sup>)</b>	67,7	33,2	70,4	38,4

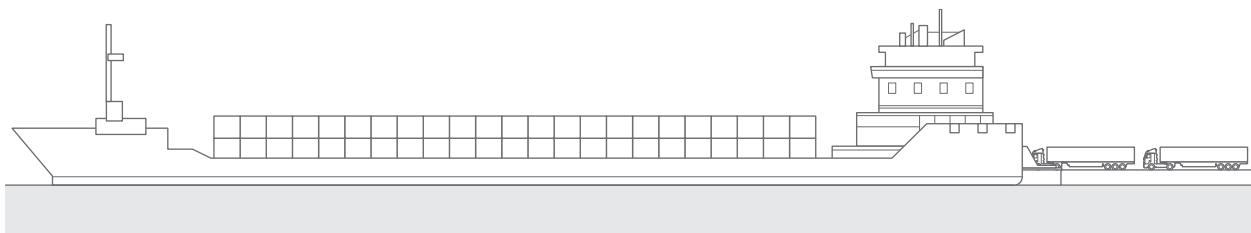
Cabe destacar, como ya se ha comentado, que la mercancía paletizada en europalet sólo es compatible con el contenedor palet-wide.

También existe el transporte mixto marítimo, donde los operadores ofrecen la posibilidad de rutas marítimas regulares que permiten cargar trailers completos o bien solo remolques, ahorrando así el espacio de la cabeza tractora.

**Ilustración 10a. Terminal de contenedores de Hutchinson (puerto de Barcelona).**



**Ilustración 10b. Transporte mixto terrestre- marítimo.**



## Transporte Aéreo

Es el medio de transporte que está experimentando más crecimiento en los últimos años, con una simplificación considerable de la documentación para exportaciones, unificando tarifas y condiciones. Es especialmente adecuado para mercancías de envío urgente, alto valor y perecederas.

Su gran ventaja es la rapidez y su principal desventaja los altos precios, haciéndolo rentable sólo para mercancías muy especiales y de alto valor añadido.

Su incidencia sobre el tipo de embalaje es muy importante, ya que estos deben ser ligeros y con ciertas limitaciones en las medidas. Además, algunos productos

como los inflamables no se pueden transportar y los catalogados como mercancías peligrosas están sujetos a reglamentaciones muy estrictas.

**Ilustración 11. Transporte aéreo.**



## Ventajas y desventajas de los tres tipos de transporte

**Tabla 2. Ventajas y desventajas entre los diferentes medios de transporte de mercancías.**

			
Camión	Ferrocarril	Barco	Avión
Coste Medio	Coste Medio-Bajo	Coste Bajo	Coste Alto
Tiempo de entrega corto, aunque la saturación de la carreteras y autopistas es cada vez mayor	Tiempo de entrega medio. No hay riesgo de congestión	Tiempo de entrega largo	Tiempo de entrega muy corto. (imprescindible para envíos internacionales urgentes)
Cantidad de producto a desplazar limitado	Permite el tráfico de contenedores	Soporta mayor movimiento de mercancías	Variedad de opciones para embalaje y transporte de la carga.
Media siniestralidad	Baja siniestralidad	Baja siniestralidad	Mínima siniestralidad
Costos de embalajes bajos	Costos de embalajes medio-altos	Costos de embalajes más altos	Costos de embalajes medios
Único transporte que ofrece servicio puerta a puerta.	Pocas restricciones de peso y/o volúmenes de carga	Medio de transporte más utilizado a nivel internacional	Restricciones altas, de carga y seguridad

## 2.2.2 Riesgos en el Transporte

Las diversas vías y medios de transporte tienen características y requerimientos diferentes que reflejan ventajas y desventajas, de acuerdo a la situación particular de la operación, y que van desde sus costos hasta sus capacidades. Pero para la toma de decisiones del tipo de transporte a utilizar intervienen, además, otras variables relacionadas con las necesidades identificadas y las posibilidades concretas y accesibles. Se pueden mencionar:

- **Las necesidades:** la urgencia de la entrega, el tipo y características de los suministros que se van a transportar, la cantidad, el tamaño y destino de la carga, distancias a recorrer, etc.
- **Las posibilidades:** transporte disponible, costos y recursos disponibles, condiciones de acceso al destino (estado de la ruta, condiciones del tiempo, etc).

No siempre se tendrán los recursos necesarios para pagar el transporte ideal o, dicho de otra manera, el transporte ideal no siempre estará disponible, o bien las condiciones de acceso a la zona no permitirán el uso de un determinado tipo de transporte aunque se cuente con él. Es por ello que el reto consiste no solamente en determinar las necesidades, sino también las posibilidades reales y las alternativas.

Como riesgos que pueden acaecer en el transporte consideraremos los físicos o mecánicos y los provocados por la climatología. Dentro de los mecánicos analizaremos los siguientes:

### Caídas de material

Teniendo en cuenta todo el proceso de manipulación que sufre un producto desde su elaboración hasta su venta, el riesgo de que se produzca una caída es bas-

tante grande. Se considera que un producto puede tener 10 manipulaciones si su distribución es a través de lo que hoy se llama la “cadena corta”, es decir, desde el fabricante hasta la plataforma del cliente, generalmente una gran superficie (Hipermercados), y unas 15 si se distribuye por la “cadena larga”, desde el fabricante hasta el mayorista y de éste hasta los detallistas.

Con la introducción de los palés y la automatización de los procesos de manutención de las mercancías, el riesgo de caída ha disminuido considerablemente.

Fijar la altura de resistencia de una mercancía para los productos de gran consumo y farmacia no es fácil. Generalmente para los embalajes secundarios que utilizamos en nuestra logística, que no suelen sobreponer los 20Kg para facilitar su manipulación ergonómica por parte del operario, fijamos la altura de caída a unos 60cm, que es más o menos la altura de las manos de un operario al suelo.

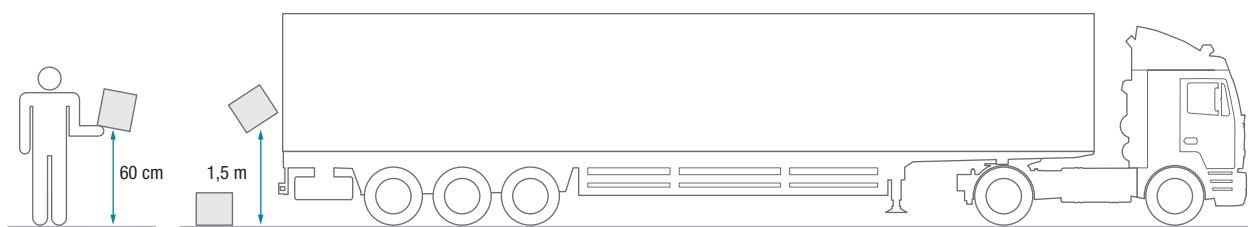
Algunos autores consideran que una altura adecuada sería la de la altura libre de las plataformas de los camiones, situada en 150cm. Actualmente este riesgo ha disminuido mucho debido a la paletización y al alto grado de automatización en la manutención.

En artículos de gran consumo, dimensionar el embalaje secundario para absorber el riesgo de caída lo encarecería de una manera desproporcionada. Sin embargo, es un factor que se tiene muy en cuenta en el diseño de embalajes para productos frágiles (artículos de electrónica, menaje, etc)

### Choques

Distinguiremos dos tipos de choque: el que se produce en los circuitos internos de manutención de la mercancía y los choques producidos durante el transporte.

Ilustración 12. Riesgo de caída de mercancía.



## ■ Choques en circuitos de manutención

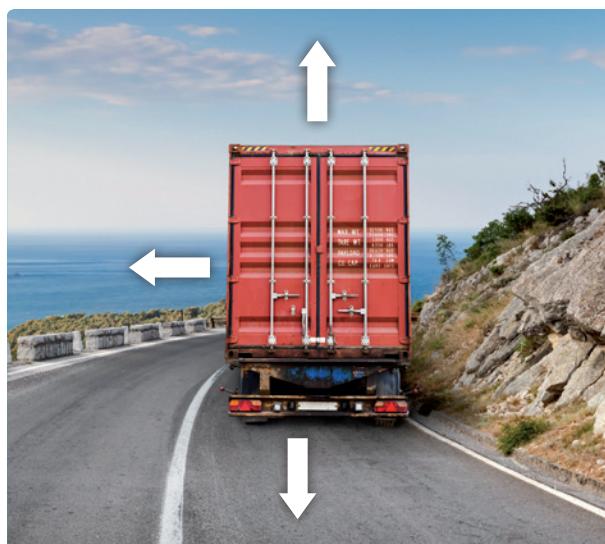
Estos choques suelen producirse durante el trayecto por las líneas de manutención en las propias instalaciones fabriles, por ejemplo, en los cambios de dirección o durante las acumulaciones antes del inicio de formación del manto en el paletizado. Los embalajes secundarios de artículos de gran consumo no necesitan un dimensionado particular para el choque. Para envases primarios muy frágiles, como envases de vidrio sin estuche, se podrá disponer de celdillas separadoras.

## ■ Choques durante el transporte.

El tipo de choques al que se verán sometidos los embalajes dependen del medio de transporte empleado. Por ejemplo, en el caso del transporte ferroviario, se producen choques inevitables entre vagones durante las arrancadas y paradas del convoy, así como en los acoplamientos de vagones. Estos choques amortiguados producen aceleraciones y desaceleraciones más amplificadas que las producidas, por ejemplo, en el transporte por carretera.

Sin embargo, los “saltos” de carga son más habituales en el transporte por carretera. Aquí, la fuerza que se produce sobre los niveles inferiores es consecuencia de la masa de la columna de carga y de la aceleración de caída, debido sobre todo a las irregularidades de las carreteras. Estas solicitudes son más intensas en las partes traseras de los vehículos.

**Ilustración 13. Riesgo en las curvas por carretera.**



Estas diferencias, y otras, se ven reflejada en las tablas del coeficiente dinámico, de las que se hablará en el apartado 3.

## Fuerzas dinámicas

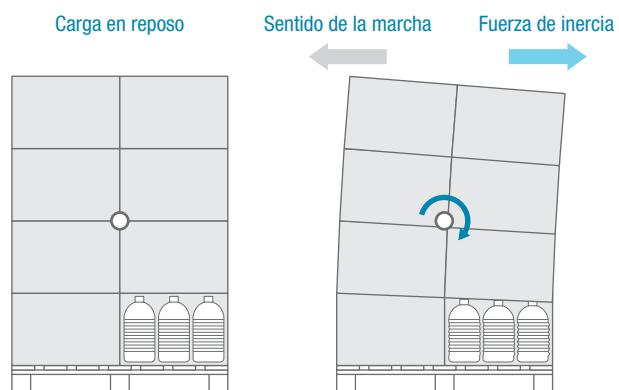
En las curvas de carretera, sobre todo las de radio corto, y en función de la velocidad del vehículo y del diseño del peralte de la misma, la fuerza centrífuga puede provocar también graves deformaciones en el embalaje, desplazamiento de la carga y, en casos extremos, incluso el vuelco del camión.

Además, se producen fuerzas de inercia provocadas por situaciones de aceleraciones y desaceleraciones, tanto en transportes por carretera como ferroviarios. Son especialmente críticas en los trayectos urbanos, pendientes elevadas, situaciones de emergencia (frenazos), arrancadas de convoyes ferroviarios, etc.

Estas fuerzas dinámicas, tal y como se muestra en la ilustración 14, generan esfuerzos importantes sobre todo en los niveles inferiores de la carga, pudiéndose producir graves deformaciones y fallos de resistencia, comprometiendo la estabilidad de la carga y la calidad del producto (ver anexo 8.2 Test de transporte).

Estudiar y conocer estas fuerzas dinámicas es especialmente crítico en embalajes secundarios contributivos (aquellos que “contribuyen” a la resistencia del conjunto envase primario – envase secundario) o en envases flexibles donde solo trabaja el embalaje secundario. El estudio de portabilidad (quién (es) y cómo trabaja (n)) es esencial para el planteamiento de los cálculos de resistencia.

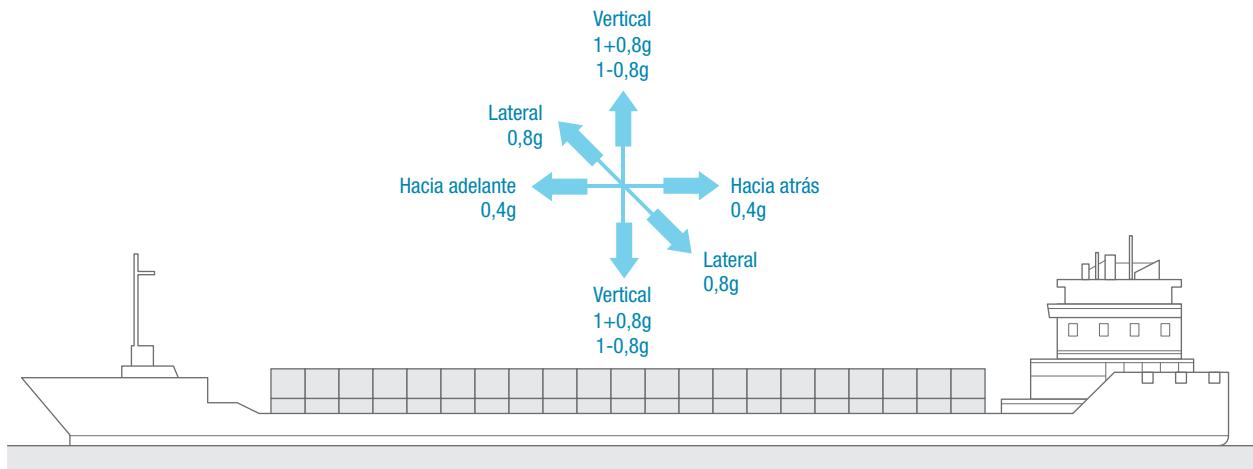
**Ilustración 14. Acción de las fuerzas de inercia y momento de vuelco.**



Durante las travesías por mar también se producen fuerzas dinámicas importantes, que tienen que soportar los embalajes, originadas por las fuertes inclinaciones de la carga, con ángulos que pueden alcanzar los 25° llegando incluso a 40° en situaciones de muy mala mar.

Los esfuerzos que tiene que soportar el embalaje son superiores a otros medios sobre todo en zonas de proa y popa. En las tablas del apartado 2 queda reflejada esta diferencia en el valor del factor dinámico K.

**Ilustración 15. Acción de las fuerzas dinámicas.**



# 3

## Cálculo de la resistencia mínima a la compresión vertical de un embalaje secundario (Top Load Resistance)

Para el cálculo de la resistencia a la compresión vertical de un embalaje secundario tendremos en cuenta los factores explicados en el primer capítulo de este documento, concretamente:

- Fuerza estática.
- Disposición de los embalajes en la carga: en columna, cruzados, con huecos, etc.
- Fuerzas dinámicas: Expresadas por el factor dinámico K. Producidas por las fuerzas de inercia debidas a aceleraciones y desaceleraciones de los medios de transporte.
- Pandeo lateral: Factor de corrección por la altura del embalaje secundario.
- Momento de vuelco: Factor de corrección por la altura del palé (o carga).
- Factor climático.

La fórmula que proponemos a continuación es una fórmula empírica y simplificada a partir de varios algoritmos, correspondientes a los resultados de múltiples ensayos de resistencia de envases primarios y embalajes secundarios, así como a ensayos de almacenamiento y transporte. Los algoritmos de cálculo y simulación se desarrollaron en proyectos finales del Máster en Packaging Engineering, dirigidos por el profesor Manel Bertomeu-Camós, autor de este documento.

Es una fórmula que se ha mostrado muy eficiente y que ayudará a realizar el **cálculo de la compresión vertical mínima CR min, (Top Load Resistance) de embalajes secundarios en cargas paletizadas**, equivalente al BCT para cajas de cartón ondulado. El valor estará referido a la resistencia del embalaje secundario del nivel de carga más desfavorable situada generalmente en los pisos inferiores.

$$\mathbf{CR.min = GW \cdot (n-1) \cdot GDF \cdot CF}$$

Donde,

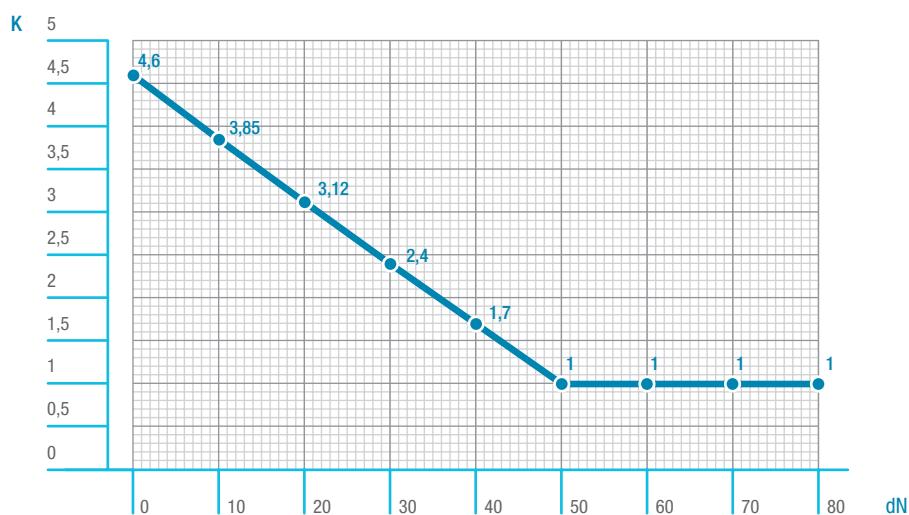
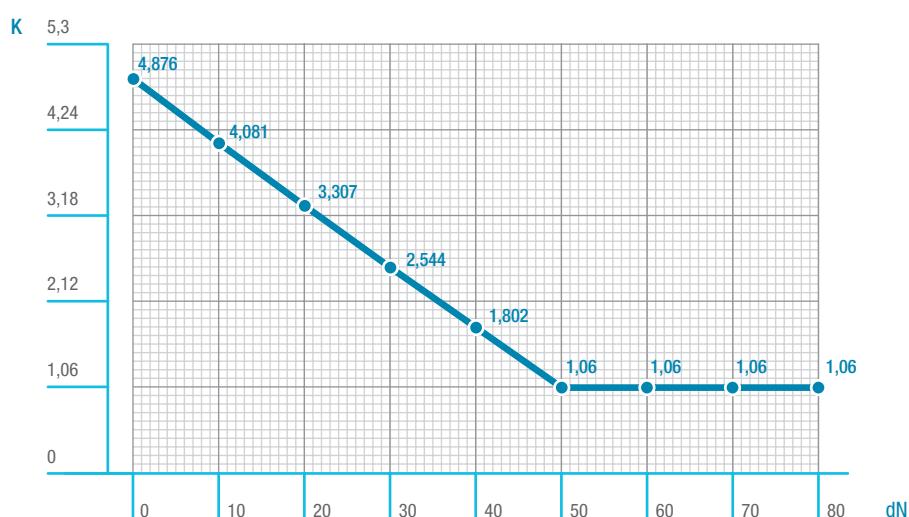
- **CRmin = Resistencia mínima a la compresión vertical en DecaNewtons (dN)** que, suponiendo un error del 2% no relevante, equivale a Kg de carga vertical. Su valor es equivalente al BCT de cajas de cartón ondulado.
- **GW**: Peso bruto del embalaje secundario.
- **n**: nº de niveles de carga.
- **GDF**: Coeficiente Global Dinámico =  $K \cdot Fh \cdot Fp \cdot Fhp$ 
  - **K**: Factor o coeficiente dinámico.
  - **Fh**: Factor de pandeo (por altura del embalaje).
  - **Fp**: Factor por posición de la carga paletizada y condiciones de apilado.
  - **Fhp**: Factor de momento de vuelco (por altura total del palé o de la estiba).
- **CF**: Factor Climático. Aplicado en ambientes muy húmedos y cálidos.

A continuación, se explican y se muestran cada una de las representaciones gráficas con las que poder obtener los valores necesarios de los factores que intervienen en estas fórmulas, para poder realizar el cálculo de la resistencia a la compresión mínima requerida del embalaje secundario:

- **Factor dinámico K** para los tres tipos de transporte más usuales, en función del grado de contribución a la resistencia vertical del envase primario correspondiente.

Entradas de las tablas:

- **Eje de Ordenadas**: Valores del Factor Dinámico K.
- **Eje de Abscisas**: Valores de la resistencia a la compresión vertical (Top Load) en Decanewtons (dN) del envase primario

**Factor dinámico K por carretera**

**Factor dinámico K por ferrocarril**

**Factor dinámico K por barco**


Como se muestra en las gráficas, para valores superiores a 50 dN se considera que el envase primario es autoportante, es decir, que no requiere de un embalaje secundario que aporte la resistencia. En este caso tendrá un valor K=1 para transporte

por carretera, K=1,06 para transporte por ferrocarril y aéreo y K=1,1 para transporte marítimo, ya que, como se ha comentado en el capítulo anterior, es el tipo de transporte que exige una mayor resistencia a los envases.

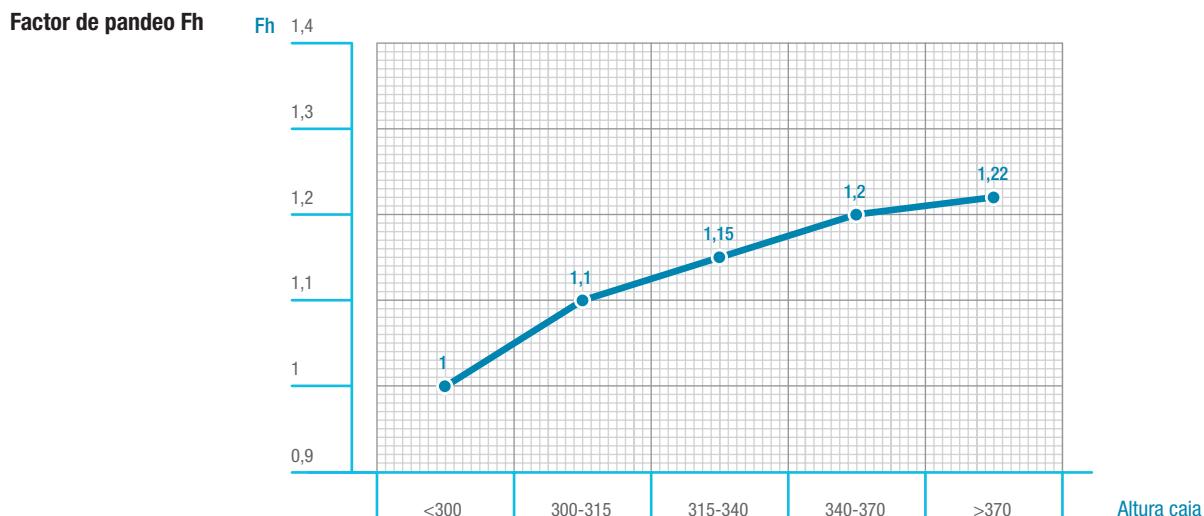
Los envases correspondientes a la familia de flexibles (productos acondicionados en bolsas con cámara de aire, loncheados, troceados, etc.) o muy frágiles (artículos de lujo, juguetes, menaje y ferretería, etc.) nunca se considerarán contributivos, es decir, en estos casos el embalaje secundario es el que aporta toda la resistencia, por lo que el valor de cálculo será K=5.

### ● Factor de pandeo $F_h$

(por altura del embalaje secundario):

Entradas tabla:

- **Eje ordenadas:** Valores  $F_h$
- **Eje abscisas:** Altura del embalaje secundario en mm.

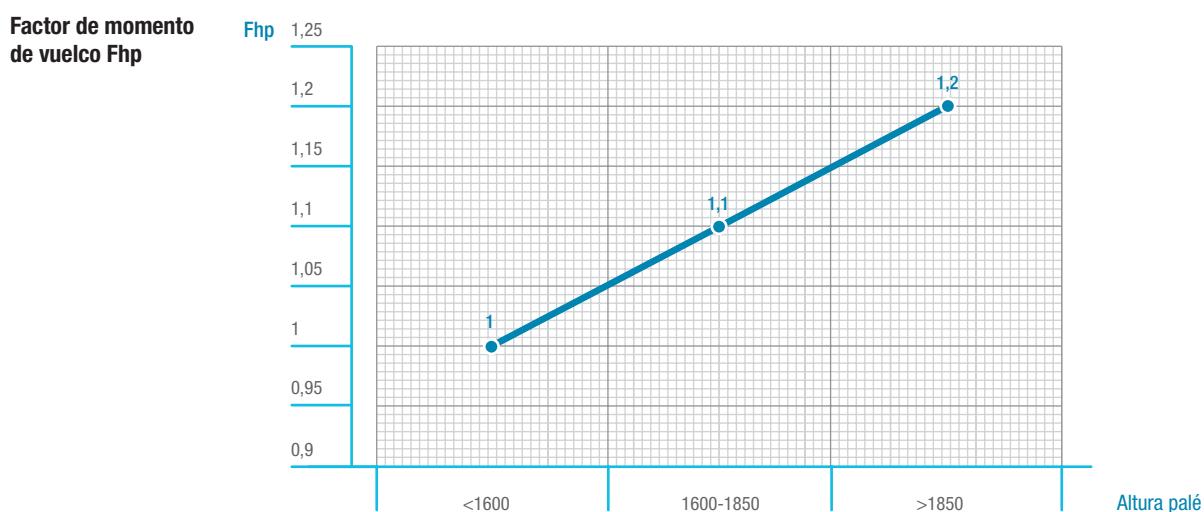


### ● Factor de Momento de Vuelco $F_{hp}$

(por altura total de la carga paletizada):

Entradas tabla:

- **Eje ordenadas:** Valores  $F_{hp}$
- **Eje abscisas:** Altura total de la carga paletizada en mm.



● **Factor de posición de la carga paletizada F<sub>p</sub>:**

La posición del embalaje secundario en el mosaico de la carga paletizada afecta de una manera importante a su resistencia a la compresión vertical. Los dos primeros factores hacen referencia a la posición de un mosaico no cruzado respecto al sentido de la marcha del medio de transporte. El tercer factor combina los dos anteriores en mosaicos cruzados o que sobresalen a las medidas del palé (overhang) (Ver valores de F<sub>p</sub> bajo estas líneas).

■ **Factor Climático (FC):** Se tendrá en cuenta en situaciones climáticas extremas, por ejemplo, exportaciones a países tropicales con altos niveles de humedad o bien países con temperaturas medias (nocturnas y diurnas) superiores a 35°C, o la combinación de ambos.

El factor climático afectará de maneras muy diferentes teniendo en cuenta el material de fabricación de los embalajes, tanto primarios como secundarios. Por ejemplo, la humedad, dependiendo de los niveles, afecta de una manera importante a los embalajes de cartón compacto y ondulado.

La temperatura, situada en los niveles medios expresados anteriormente, afectará fundamentalmente a los embalajes plásticos, tanto primarios como secundarios, disminuyendo su resistencia.

Como regla general la recomendación sería la siguiente:

- Distribución física Europa Septentrional: FC= 1
- Distribución física Europa Meridional Periodo Junio-Septiembre: FC=1,05. Resto del año FC=1
- Distribución física en países con clima tropical o temperaturas extremas recomendamos consultar a instituciones especializadas y/o asociaciones de fabricantes.

Ya conocida la fórmula empírica para el cálculo de la compresión vertical mínima de embalajes secundarios en cargas paletizadas, y sabiendo como obtener los valores de cada uno de los factores, en el capítulo 7 se desarrollan dos casos prácticos, con el objetivo de terminar de fijar estos conceptos.

Hay que tener en cuenta que es una formula empírica y, como tal, aproximada y sujeta a las muchas particularidades que presentan cada una de las tipologías de envases y embalajes y productos a acondicionar. Insistimos en validar los valores que se obtengan de CRmin con los ensayos de almacenamiento y transporte correspondientes.

**Factor de posición**

MARCHA <b>F<sub>p</sub> = 1,0</b>	MARCHA <b>F<sub>p</sub> = 1,22</b>	<b>CRUZADA O SOBREDIMENSIONADA</b> <b>F<sub>p</sub> = 1,3</b>
<p>Sentido de la Marcha</p> <p>Longitud</p> <p>Anchura</p>	<p>Sentido de la Marcha</p> <p>Anchura</p> <p>Longitud</p>	<p>Disposición de cajas cruzada Sobredimensionado de la carga respecto a la superficie del palet (overhang)</p>

# 4

## La eficiencia logística: El envase modular

Todos los proyectos de mejora de las eficiencias en las unidades de manipulación representan un ahorro significativo de los costes totales en los que incurren las compañías de productos de gran consumo.

Los costes logísticos representan aproximadamente el 12% de los costes totales de estas compañías. Estos costes logísticos se dividen en:

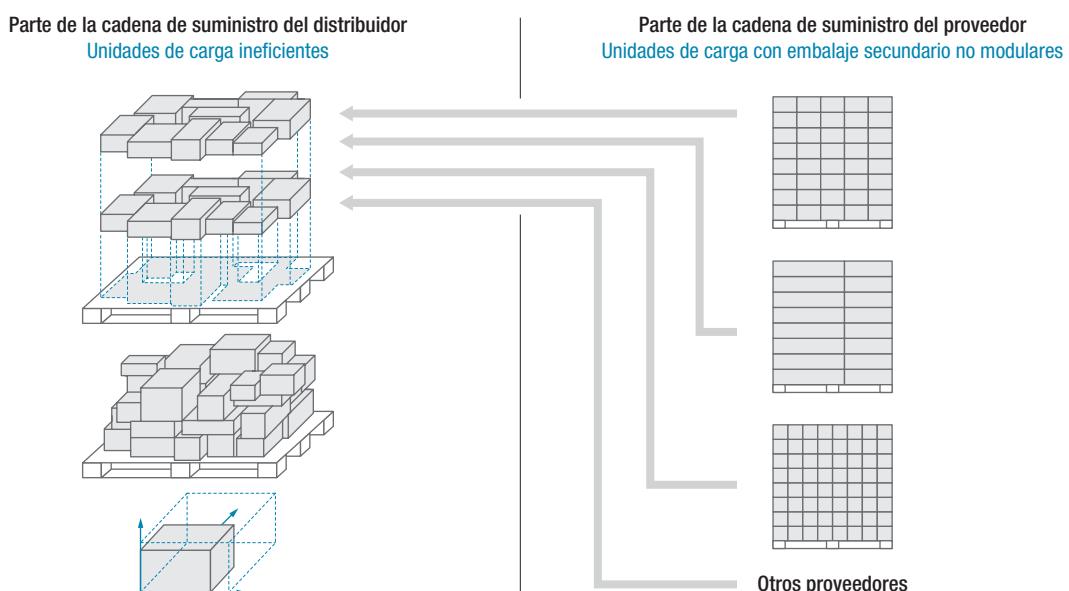
- **Almacenaje y Manipulación.**
- **Mantenimiento de Stocks.**
- **Transporte troncal y capilar.**
- **Reexpedición.**
- **Trastienda y Reposición.**

Todas estas operaciones y fases en el proceso de distribución física pueden sufrir grandes ineficiencias si no se ejerce un control o freno a la proliferación de medidas en los embalajes secundarios.

Tal y como se observa en la ilustración 16, la ineficiencia logística está directamente relacionada con el desperdicio de espacios en las fases de transporte, almacenamiento y exposición en tienda. Esta ineficiencia logística tiene, entre otras, las siguientes consecuencias:

- Reduce la resistencia estructural de la carga. Ajustar al máximo la carga al espacio disponible permite diseñar envases y embalajes más ligeros, con el consiguiente ahorro de materia prima.
- Aumenta el número de viajes necesarios para llevar la misma cantidad de producto a los clientes finales, lo que agrava los impactos sobre el medio ambiente y aumenta innecesariamente los costes de transporte.
- Aumenta el riesgo de accidentes debido a la falta de estabilidad, lo que repercute en una baja productividad en la preparación de pedidos y un aumento de las roturas de producto acabado.
- Reduce la ergonomía, ya que dificulta la automatización de procesos y se hace necesario aplicar un mayor esfuerzo de manipulación.
- Reduce la eficiencia en la ocupación de los lineales en el punto de venta.

**Ilustración 16. Ejemplo de ineficiencia logística. Fuente AECOC.**



Por todo ello, el grado de mejora en la eficiencia y aprovechamiento para la carga paletizada aumenta, de media, un 10%. Este aumento es aún mayor con el uso de los denominados “Roll containers”, herramientas que mejoran el grado de eficiencia y aprovechamiento del espacio en el transporte de mercancías hasta un 15%.

El **Embalaje Modular** consiste en el uso de tamaños de embalaje secundario cuyas dimensiones externas se corresponden al tamaño básico modular de 600x400mm o con un número derivado de múltiplos comprendidos entre 100x150mm y 400x600mm, prefiriéndose que se apliquen los tamaños que se presentan a continuación, por permitir mosaicos de paletitación más fácilmente configurables:

**Tabla 3. Medidas modulares.**

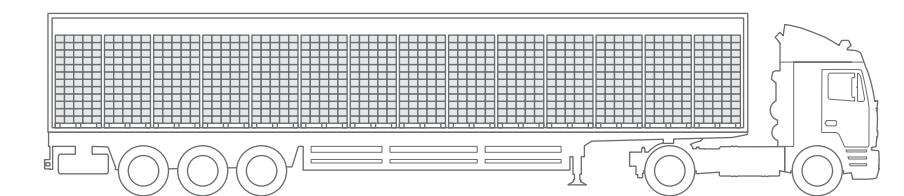
	600 x 400	
1200 x 800	800 x 600	400 x 300
400 x 200*	300 x 200	300 x 100*

\* Medidas modulares adecuadas a los lineales.

Este sistema modular nace en Alemania, concretamente en los años 60 y en el sector del comercio detallista de ropa masculina. La presentación de los estantes de las tiendas reservados a las camisas era muy irregular, debido a las diferentes medidas de las cajas de embalaje, más de treinta, con lo que además de la mala presentación, su gestión se hacía muy engorrosa.

En una encuesta realizada en 1992, la mitad de los fabricantes afirmaban que en los nuevos productos, o nuevas versiones de productos existentes, se ajustaban a las dimensiones modulares. Es interesante destacar que un 90% de los encuestados tenían la voluntad de utilizar envases modulares si hubiese acuerdo general en el sector detallista.

**Ilustración 17. Aprovechamiento del espacio.**



Hoy por hoy, la extensión de las medidas modulares no está totalmente completada debido a infinidad de factores, desde los económicos (necesidad de grandes inversiones en las líneas de acondicionamiento) hasta la prevalencia de criterios de marketing.

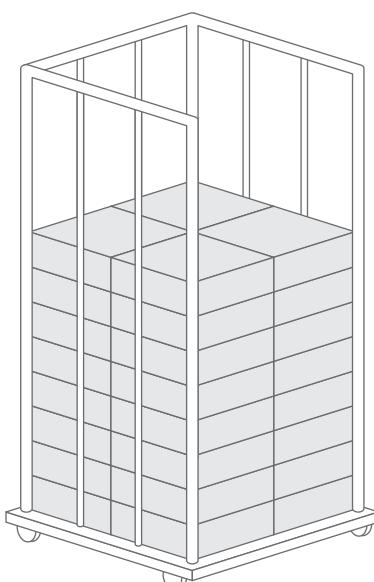
Podemos decir que en los países centro europeos las medidas modulares alcanzan un nivel de uso del 50-60%, mientras que en España nos situamos entre un 30 y un 40%.

El concepto modular fue propuesto como estándar no obligatorio por la ISO 3394. Para valorar la efectividad del sistema modular, tomaremos como referencia el informe de las Comunidades Europeas y los informes CIES, publicados en 1991.

Este estudio demuestra que con el nivel de implementación del embalaje modular en Holanda se ha conseguido el siguiente aumento de productividad:

- 25%, en el ámbito de preparación de pedidos cuando se emplea palé.
- 11%, en el ámbito de preparación cuando se emplea roll container.

**Ilustración 18. Roll container.**



La siguiente tabla muestra los tamaños modulares de la Norma ISO 3394 para embalaje secundario:

**Tabla 4. Tamaños modulares de la Norma ISO 3394.**

<b>TAMAÑOS MODULARES NORMA ISO 3394</b>			
<b>MÚLTIPLOS</b>			
1200 x 800 - 4 módulos			
800 x 600 - 2 módulos			
<b>MÓDULO PATRÓN 600 X 400</b>			
<b>SUBMÚLTIPLOS</b>			
600 x 400	600 x 200	600 x 133	600 x 100
300 x 400	300 x 200	300 x 133	300 x 100
200 x 400	200 x 200	200 x 133	200 x 100
150 x 400	150 x 200	150 x 133	150 x 100
120 x 400	120 x 200	120 x 133	120 x 100

El aumento de la calidad en los sistemas logísticos también ha sido importante, ya que los sistemas modulares están íntimamente relacionados con el paletizado, dado que el uso de dimensiones de envases y embalajes múltiplos o submúltiplos del módulo 600\*400mm permite aprovechar las limitaciones de superficie de los palés estándares más empleados, como es el caso de EUR (800\*1200mm). Estas medidas modulares contribuyen a la obtención de altos grados de estabilización de las cargas y a una mayor eficiencia en el punto de venta, ya que la mayor parte de los lineales de la gran distribución adoptan medidas modulares.

Las oportunidades que presentan el mercado único europeo y la liberalización paulatina del comercio mundial, donde se puede comprar con mayor variedad y comparar calidades, también requieren una estandarización de las presentaciones mucho mayor y válidas para todos los países.

A lo largo de todo el proceso de adecuación en el ámbito europeo a las medidas modulares del embalaje secundario, en muchos casos se ha tenido que adecuar previamente el primario, permitiendo así alcanzar mejoras significativas con relación a la saturación de los palés y, por tanto, a la optimización y mejora de los costes en la distribución y almacenaje.

Los módulos ISO más usuales en el envase primario son:

- 71 x 56, 95 x 48, 95 x 56, 95 x 64, 95 x 71, 127 x 59,
- 127 x 71,
- 127 x 95, 144 x 95, 190 x 95, 190 x 129.

La tolerancia admitida a estas medidas es un ± 3%.

Estas dimensiones modulares, con ciertos números de unidades primarias por embalaje secundario, conducen a dimensiones finales modulares del secundario, siempre divisibles de 600 x 400mm, que es nuestra unidad de partida y que garantiza un aprovechamiento máximo del palé.

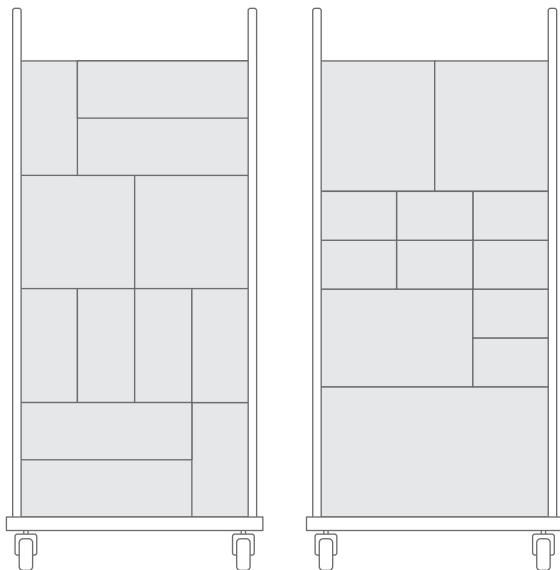
La contribución de los embalajes modulares a la automatización de los centros de distribución es fundamental. En los almacenes automáticos se generan muchas inercias al alcanzar los transpalés velocidades de desplazamiento considerables. Los embalajes modulares, como ya hemos mencionado, generan unidades de carga paletizadas muy compactas y estables, mientras que las mercancías que están mal agrupadas sobre el palé tienen riesgos de moverse y de volcar, con los pertinentes riesgos físicos y aumento de las mermas de producto.

Por todo lo expuesto, y a pesar de que en los primeros años de implantación se presentaron algunas resistencias a la implantación del envase modular, principalmente argumentadas por suponer un freno a la creatividad, a fecha de hoy se ha demostrado que la modularidad no representa freno alguno al diseño y sí numerosas ventajas de eficiencia logística:

### Ventajas para las empresas de distribución

- Las unidades de carga paletizadas y roll containers son más completas en el transporte a tiendas y con menos movimientos.
- La productividad se incrementa en los centros de distribución, ya que los preparadores de pedidos adaptan mejor la mercancía y más rápidamente.
- La automatización de la distribución es más fácil y financieramente más accesible.

Ilustración 19. Importancia de las cargas modulares



## Ventajas para los fabricantes

- Completa ocupación del palé y de camiones reduciéndose los desplazamientos y viajes.
- La mejor adaptación de la carga permite que se emplee material de envase y embalaje más ligero.
- La posibilidad de utilizar un embalaje estándar para toda Europa, con la consiguiente economía de escala.
- La robotización de los centros de distribución es posible debido a una menor complejidad en el número de embalajes y a su facilidad de reconocimiento de los scanner, ya que la simetría de las caras facilita esta labor.
- Los 11 tamaños de submúltiplos (de 100 x 150mm a 400 x 600mm) no limitan el desarrollo de formatos nuevos y comercializables.
- La combinatoria entre los módulos ISO correspondiente al envase primario da juego suficiente a los diseñadores para el diseño de envases racionales y a la vez, formalmente atractivos y acordes con las tendencias de cada momento.

# 5

## Las relaciones con el comercio: Unidad de Carga Eficiente *Síntesis de las recomendaciones RAL de AECOC*

La cadena de distribución física, como un elemento más del proceso del producto, debe adaptarse a las nuevas exigencias de los mercados.

La cooperación de todos los elementos interesados (fabricantes, operadores logísticos y distribuidores) debe llevar a colaboraciones que contemplen inventarios de alta rotación, cantidades precisas de existencias, ciclos de tiempo más cortos, mayor calidad en la respuesta de servicio y eficiencia medioambiental. En este nuevo contexto, la unidad de carga juega un papel básico como elemento que puede generar importantes reducciones de coste (debido sobre todo a optimizaciones en los almacenes, tanto del fabricante como del cliente), menos espacios ocupados en las tiendas y en los transportes.

Las unidades de carga deben cumplir como objetivo el colocar el producto de una manera eficiente, en el lugar asignado y con la cantidad óptima; o lo que es lo mismo, el proceso de la unidad de carga desde el proveedor hasta el detallista debe realizarse con las operaciones mínimas, utilizando también un mínimo de recursos.

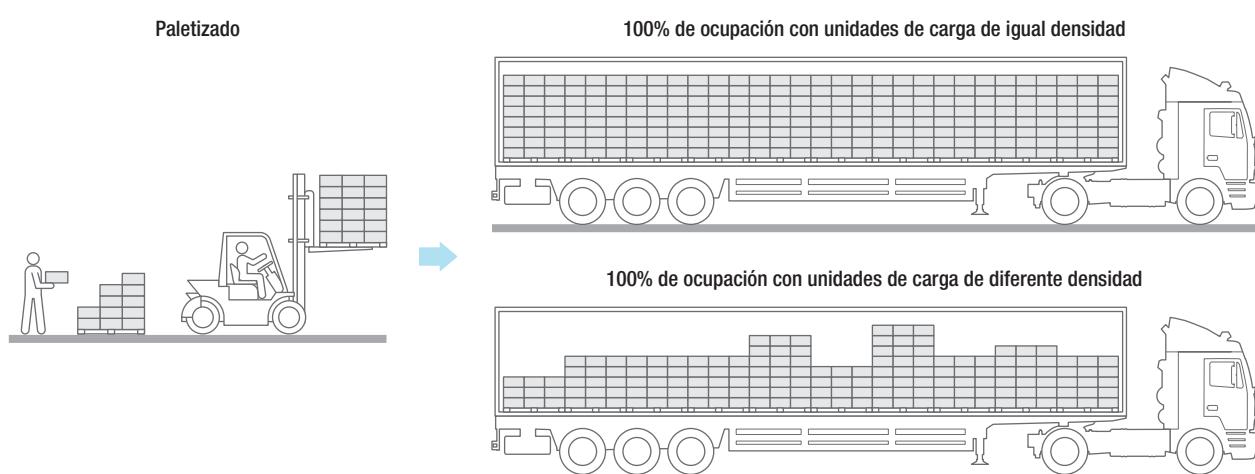
Para optimizar las operaciones será preciso identificarlas conjuntamente con todas las partes que intervienen en la cadena logística y, como ya se ha mencionado, limitar la proliferación de tamaños de las unidades de carga.

Según las recomendaciones de AECOC para logística, “*La unidad de carga eficiente (UCE) está constituida por una agrupación de productos que sirve para facilitar el transporte, el almacenaje y la manipulación de las unidades de consumo*”. El embalaje de la unidad de consumo puede ser un embalaje secundario de cartón o caja reutilizable que agrupa y empaqueta a unidades de consumo, o bien un palé o un “roll container” que agrupa embalajes secundarios.

“*La unidad de carga es eficiente cuando su configuración optimiza el transporte y la manipulación en cada uno de los procesos respectivos de Proveedor y Distribuidor*”.

Bajo estas líneas, se muestran ejemplos de utilización de la unidad de carga, extracto de los RAL de AECOC:

**Ilustración 20. Ejemplos de ocupación con Unidades de Carga (RAL AECOC).**



A veces pueden existir factores inherentes al proceso, como métodos de manipulación, de transporte, etc. que requieran deshacer las unidades iniciales de carga en otras configuraciones; en tales circunstancias se realizará de manera que el impacto de costes sea el mínimo posible.

Pasaremos, siempre siguiendo las RAL, a enumerar algunos parámetros de referencia vinculados a la unidad de carga:

### Parámetros de transporte

- La ocupación de superficie de las unidades de carga en el transporte son 33 bases de palé 800 x 1200mm y un volumen de ocupación de 33 unidades de carga.
- La altura útil máxima de la unidad de carga en transporte se fija en 2.30m. Y como norma general se aceptan los siguientes rangos: 1.15m, 1.45m, y 2m (incluyendo siempre la altura del palé). La medida de medio palé en altura no sobrepasará los 1.15m.
- El peso total de la carga se establece en 24.500 Kg para 33 bases de europalet sin incluir el peso del palé y 22.500 Kg para transportes frigoríficos o de temperatura controlada. La tolerancia de carga se fija según la tara del vehículo.
- El peso bruto de la unidad de carga paletizada se fija en 742Kg (sin incluir el peso del palé). El límite máximo es de 1.000 Kg.

El contar con las alturas de palé anteriormente mencionadas permitirá:

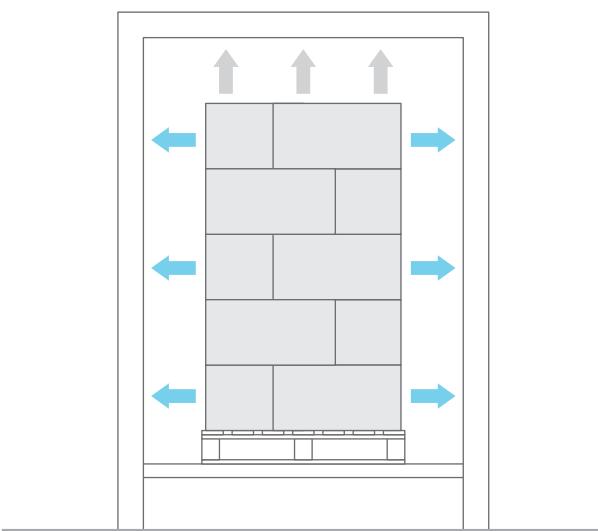
- Un mejor diseño de los centros de distribución.
- Vehículos de carga más apropiados para la distribución de los productos.
- La eliminación del cambio de altura paletizada al no tener que calcular cada vez que altura del palé es necesario comprar por cada producto.
- Beneficios potenciales en el diseño de nuevos productos, cada vez más adecuados a la logística de la cadena de abastecimiento global.

### Otros parámetros y requisitos para el almacenaje y transporte

Las cargas destinadas al transporte y almacén deben cumplir los siguientes requisitos:

- La mercancía no debe sobresalir de la base del palé, con tendencia a ocupar el 100% de la base. A niveles prácticos, para asegurar que no sobresalgan recomendamos prever en el cálculo dimensional del embalaje secundario una tolerancia de 10mm por lado de palé, es decir, tomar como base de cálculo 1190 x 790mm., siempre en función de las tolerancias de los paletizadores automáticos en el momento de la entrega de un nivel de carga y de los propios palés.
- La configuración de la carga debe ofrecer accesibilidad por dos o cuatro lados.
- La carga se debe identificar con claridad y de una manera legible. Deberá ir acompañada de la etiqueta EAN de la unidad de envío.
- La carga paletizada debe incluir los medios de protección del producto.
- El control del gálibo deberá tenerse en cuenta para las cargas con destino a almacenes automáticos. La tolerancia en el desplome se acepta en 25mm por lado.

**Ilustración 21. Ejemplo de control de gálibo.**



## La Identificación y Codificación de los envases y unidades de carga.

La codificación es la manera actual de identificación de un producto. La masificación de los productos ha exigido elevar el nivel de precisión en la gestión de los mismos.

La aparición, en los años 70, de la codificación automática en USA y Canadá que proporcionaba la oportunidad de la lectura directa en la identificación del producto, se fue haciendo extensiva a niveles de gestión industrial, sobre pasando todas las previsiones de crecimiento. De hecho, este crecimiento en la implantación de los códigos ha sido lo que ha permitido, en parte, el desarrollo de toda la logística moderna.

Estos sistemas de lectura directa están basados técnicamente en la lectura óptica. El sistema de recogida de datos funciona a través de un lector y un receptor. El lector óptico capta la información a través de la alternancia de las barras claras y oscuras, que son detectadas por el paso de un haz luminoso. Las claras (espacios) reflejan parcialmente la luz y las oscuras la absorben. Posteriormente son enviadas, en forma de señales, a un receptor que a su vez las decodifica proporcionando toda la información deseada.

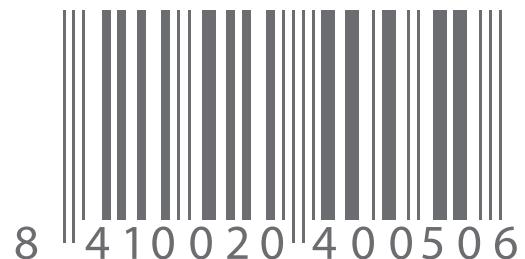
Los códigos EAN son los que nos ataúnen en este estudio, ya que son los utilizados en la gran distribución. En el sector farmacéutico se utiliza el código CIP (código interno farmacéutico).

En cada país funciona un organismo que gestiona y aplica las especificaciones y acuerdos puestos en práctica en el sistema internacional. En España este organismo es AECOC y a nivel europeo es EAN.

La Distribución comercial ha elegido el EAN 13 y para distribuciones pequeñas funciona el EAN 8.

Los códigos EAN 13, que son los más extendidos, están constituidos por 30 líneas o barras y 29 espacios de ancho variable y 13 dígitos que permiten la identificación visual del artículo, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

Ilustración 22. Código EAN.



La información almacenada está constituida en los siguientes bloques:

- **País:** Determinado por los 3 caracteres iniciales.
- **Empresa:** Los 4 o 5 dígitos siguientes.
- **Producto:** Son 5 dígitos que asignan la marca y el formato.
- **Control:** Es el último dígito que se obtiene mediante el cálculo de una fórmula matemática para la verificación del código.

Con la codificación de barras se puede permitir la codificación en 1.000 países a 10.000 empresas y cada una de ellas a 100.000 productos.

Como muy bien define *Philippe Devismes* el EAN es como “*la huella digital de un artículo*”.

A partir del EAN, o de las lecturas automáticas, se han abierto toda una serie de posibilidades en la gestión de la “Supply Chain” o cadena de suministro:

### ■ Para la empresa fabricante.

Además de la simplificación de la gestión de los stocks de producto acabado, posibilita una gestión de compra más ágil y precisa de materiales de packaging y de materias primas necesarias para la fabricación, permitiendo una automatización en la ejecución de los pedidos a los proveedores. También permite registrar la información necesaria en los puntos de lectura en la línea de manutención del producto ya envasado y acondicionado, tanto a nivel de envase secundario como terciario, es decir, el producto totalmente terminado y puesto en los almacenes reguladores.

De esta manera, se puede conocer la cantidad de material de envase y embalaje utilizada en la fabricación de un determinado lote, descontándose automáticamente de las existencias. Esto, indudablemente, ha supuesto un importante paso adelante en la simplificación de toda la función administrativa de los departamentos de compras y suministros. Prácticamente significa poder trabajar "on line" con el proveedor, ya que puede recibir toda la información de las necesidades a fabricar para el próximo suministro por Internet.

### ■ Para la empresa de distribución.

Permite gestionar el inventario en tiempo real, tanto de ventas como de stocks. Como en el caso anterior, se puede automatizar casi todo el flujo de información con el fabricante o suministrador del producto acabado, permitiendo el suministro y reposición de los productos. El sistema EDI (Electronic Data Interchange) es el software de gestión que permite esta posibilidad. También favorece la agilidad en la gestión de caja, sobre todo en los supermercados.

### ■ Requerimientos técnicos.

En general la impresión del código no es fácil, con lo que se suele asignar la elaboración de clichés a una empresa especializada, que determinará los soportes necesarios para el proceso de impresión, en el que se tienen que guardar ciertas precauciones:

- En Offset siempre es preferible imprimir las barras paralelamente al sentido de la impresión.

**Tabla 5. Factores de corrección.**

Factores de Ampliación		EAN 13		EAN 8	
		Anchura	Altura	Anchura	Altura
Offset Huecograbado	1	38mm	26mm	27mm	22mm
	1 truncado	38mm	22mm	27mm	19mm
	0.9	34mm	24mm	25mm	20mm
Flexografía	1.4	53mm	38mm		
	con cuadro técnico	55mm	40mm		
	1.2	48mm	34mm	No recomendados	
	con cuadro técnico	50mm	35mm		

- En Flexografía es obligatorio en sentido a la impresión.
- En Serigrafía es obligatorio perpendicular a la espatula.
- En Huecograbado también es obligatorio barras perpendiculares a la impresión.

A veces, por motivos de falta de espacio o limitaciones de los propios sistemas de impresión, hay que corregir/trucar las medidas estándares. A más trucados, mayor dificultad de lectura.

Existen diseños de código que permiten aplicar factores de corrección, tal como muestra la Tabla 5.

La posición del código se sitúa generalmente en el dorso de los envases, en su parte inferior derecha o en la cara lateral. En el caso de superficies curvas habrá que tener en cuenta el desarrollo al que corresponde el radio de la curva.

Otro punto crítico de los códigos es el caso de los lotes, sean promocionales o no. Como lo que prima es la unidad de venta o de consumo, si vendemos por ejemplo un lote de dos unidades, los códigos individuales deberán estar tapados u ocultos, de manera que el lector no los detecte. La identificación del lote estará determinada por un solo código EAN exclusivo. De este modo, en caso de que se desmonte el lote cada unidad separada podrá ser identificada correctamente.

Otros factores a tener en cuenta son:

- Al ser la lectura del contraste y reflexión de la luz, los colores juegan un papel fundamental, recomendándose como más indicadas las siguientes combinaciones:

#### > Barras

- Negro: Siempre es el preferible.
- Azul: Con alto contenido de cyan.
- Verde: Con poco contenido de amarillo.
- Marrón: Preferiblemente oscuro.

#### > Espacios.

- Siempre que se pueda, utilizar el blanco.
- En envase flexible, y para evitar distorsiones de forma, el código se alejará de las zonas de termosellado.
- En contenedores tipo "tubo" se intentará situar en la zona de la base, que es donde se presenta la superficie más plana.
- En los blísteres combinados, cartón/plástico, se situará preferentemente en la parte de cartón.

## El punto de venta

Es precisamente donde se vende y donde se tienen que transmitir todas las sensaciones al consumidor para provocar la acción de compra. Por tanto, tendremos que cumplir y ceñirnos a los requerimientos establecidos por el comercio en lo que respecta al punto de venta detallista.

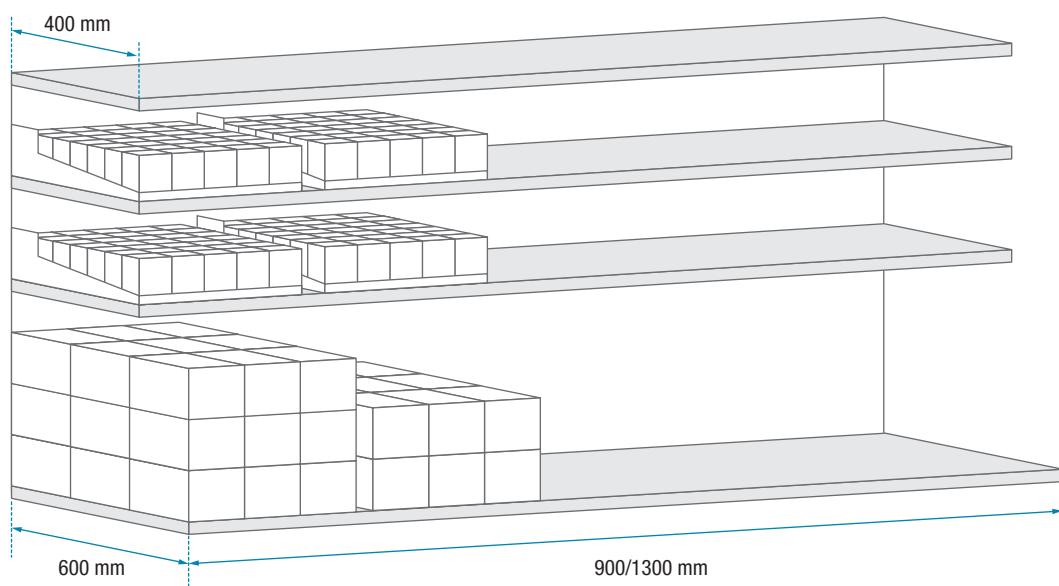
También es donde el packaging se tiene que medir con el encargado de la gestión de los lineales o estanterías, "los reponedores". De esta relación dependerá que el producto tenga un trato u otro, es decir, que resulte favorecido en las operaciones que se realizan en el punto de venta. No nos engañemos, hay productos que resultan más atrayentes que otros, debido precisamente al diseño del packaging, tanto si se trata del envase primario como del embalaje secundario.

El "reponedor" es el penúltimo evaluador del diseño y de la calidad. Él sabe cómo y en qué condiciones llega el packaging al último punto de la cadena logística. Dicho esto, obviamente el último evaluador y el más determinante es, por supuesto, el consumidor, pero siempre es muy aconsejable establecer los mecanismos necesarios para asegurarse de recibir feedback de los reponedores del lineal.

Tanto el embalaje primario como el secundario deberán adaptarse a los espacios estándares de las estanterías y góndolas de los puntos de venta detallista, tanto supermercados como hipermercados.

La profundidad estándar de los lineales es de 400mm y 600mm. Para los estantes que contienen productos de perfumería se acepta un mínimo de profundidad de 300mm. La anchura estándar de un módulo de estantería es de 900 y 1300mm. Lo que permite la colocación de palés de 800 x 1200mm, tal y como se muestra en la siguiente figura:

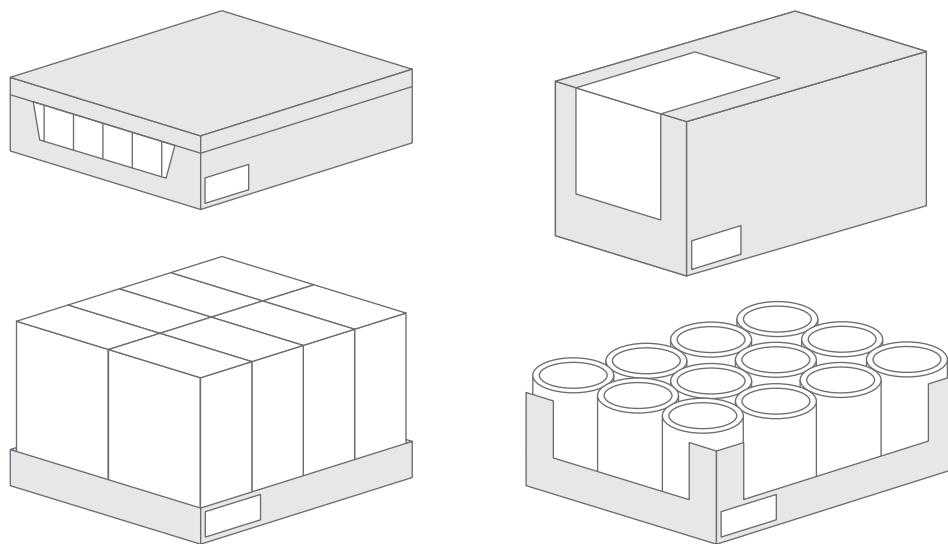
**Ilustración 23. Medidas estándares en los puntos de venta detallista.**



Los siguientes puntos, contenidos en las Recomendaciones Logísticas de AECOC, nos muestran hasta qué nivel es importante la adaptación de los embalajes a los espacios disponibles en los puntos de venta:

- Los roll-containers con productos listos para la venta simplifican el tiempo de colocación del producto final.
- La presencia directa de los embalajes secundarios tipo bandejas o cajas display, también llamados “Self ready packaging”, facilita y a la vez minimiza el tiempo de reposición del producto. En la siguiente imagen se muestran algunos ejemplos.
- Las dimensiones de los embalajes, tanto primarios como secundarios, deben adaptarse al sistema modular de las estanterías, evitando pérdidas considerables de espacio.

Ilustración 24. Bandejas/cajas display o “Self-ready Packaging”.



# 6

## Pautas y criterios de calidad en la cadena logística

Ha ocurrido que la calidad y sus criterios de aplicación han sido tenidos en cuenta al final de la línea de envasado y acondicionamiento del producto. Nos hemos olvidado de lo que ocurre a partir de que el producto se paletiza, se almacena, se transporta y llega a su punto de destino. En definitiva nos hemos olvidado de la mitad del proceso del producto.

Aunque lo anterior suene un poco exagerado, la realidad es que la calidad en la cadena logística, y sus implicaciones, no ha sido tratada en general con la importancia e influencia que tiene en la calidad total del producto. Si bien es verdad que en los últimos años el panorama está cambiando a favor de una mayor profesionalización y, sobre todo, de su integración como un elemento más en el proceso del producto. La contribución de AECOC y de las empresas colaboradoras, tanto proveedores como distribuidores, ha sido importantísima al respecto.

En los apartados anteriores hemos descrito aquellos conceptos y fases que intervienen en la cadena logística, donde el envase y el embalaje cumplen una función determinada de resistencia, de protección, de transporte, de identificación y codificación y finalmente de display. En el presente apartado trataremos de los requerimientos y exigencias de la distribución comercial sobre las dimensiones y funcionalidad de los envases y embalajes.

Un correcto dimensionado e interpretación de dichas funciones por parte del ingeniero de packaging puede

hacer que un producto llegue o no al consumidor final en óptimas condiciones de calidad.

### El envase primario debe ser:

- **Hermético.** No debe producirse derrame de producto ni migraciones de este a través de las paredes al exterior del envase. Esto, a parte de una influencia negativa en su presentación, puede provocar accidentes en el punto de venta (resbalones, salpicaduras, etc).
- **Resistente.** No solamente a la carga vertical que ha soportado durante las fases de almacenamiento y transporte, sino también a la caída, por ejemplo, desde una estantería.
- **Manejable.** Debe poder ser transportado sin ninguna dificultad adicional. En su diseño se procurará integrar asa o algún rebaje ergonómico que faciliten estas operaciones con seguridad.
- **Estable.** Su diseño a nivel dimensional procurará que se mantenga estable en las estanterías y durante su posterior utilización. Su relación base/altura será la óptima para mantener un buen equilibrio de uso. El “facing” no debe condicionar esta propiedad. Un envase inestable o poco estable provoca un rechazo inmediato por parte del consumidor, a parte del riesgo de caídas y derrames de producto.
- **Modular.** Fácilmente adecuables a las medidas de los lineales. Ya hemos tratado ampliamente las ventajas de la modularidad.

**Ilustración 25: Envases primarios**

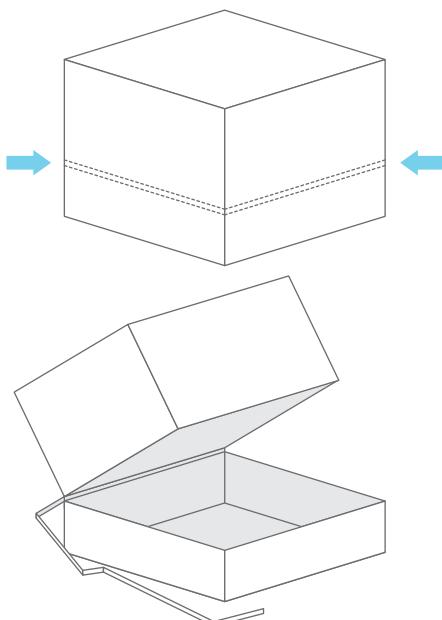


- **Sostenible con el medio ambiente.** Utilizando la cantidad necesaria de material de envase y teniendo, siempre sea posible con el resto de prestaciones, a minimizarlo. Además debe facilitar, en la medida de lo posible, los procesos de recogida, selección y reciclado del residuo de envase una vez ha sido consumido el producto que contenía.
- **Identificable.** Las instrucciones de uso serán claras y visibles. Así como las indicaciones legales si se trata de un producto de riesgo, peligroso, irritante, etc. El código EAN se ubicará siguiendo al máximo las instrucciones del organismo competente, AE-COC en el caso de España.

### El envase secundario debe ser:

- **Adecuado:** El número de unidades de venta estará en consonancia con las prácticas del comercio en el sector y con tendencia a asegurar la rotación idónea, en función de su penetración y del rendimiento de los lineales. En la mayoría de países europeos, por medidas de seguridad laboral, el peso máximo por unidad secundaria se ha fijado en 15 Kg.
- **Resistente:** Debe resistir las solicitudes debidas a su manejo y transporte hasta el lineal.
- **Fácil de abrir:** Al margen del tipo de apertura, sea cinta adhesiva, "rip a tape", cortes o marcas pretriqueladas, debe proporcionar facilidad y seguridad en la función de apertura. Son demasiado frecuentes los accidentes provocados al intentar abrir em-

**Ilustración 26. Rip a tape.**



balajes utilizando utensilios o herramientas no apropiadas.

- **Sostenible con el medio ambiente:** Su diseño facilitará las operaciones para su posterior reciclado eficiente; sobre todo serán fácilmente plegables para minimizar su ocupación, y en caso de embalajes compuestos estos serán fácilmente separables.
- **Identificable y codificable:** La identificación, codificación y descripción del producto deben ser visibles y estar situadas en caras adyacentes.

La codificación recomendada por AECOC en el embalaje secundario es utilizar la que proporcione una información más completa (por ejemplo, si es estándar o unidad promocional, número de unidades etc.). Los códigos más usuales son el DUN y el 128.

### El envase terciario debe ser:

- **Estable:** Las cargas deben ser estables. La estabilidad estará proporcionada por un correcto diseño de palé. Los diseños modulares, como ya se ha comentado, proporcionan intrínsecamente una correcta estabilidad. El paletizado modular dispone generalmente la carga en columna, cuya tendencia es abrirse durante el recorrido desde el paletizador hasta la estación de enfajado (colocación del film estirable), o durante la manipulación de descarga en el punto de venta. Debido a ello y dependiendo de la altura total de la carga, colocaremos planchas separadoras, generalmente de cartón compacto o cartón ondulado, para mantener estabilizada la carga. El número de planchas separadoras (interlayers) dependerá de los siguientes criterios:

**Ilustración 27. Identificación y codificación de cajas.**



En el caso de que tengamos embalajes secundarios de dimensiones básicas inferiores a 120 x 100 mm, se situará una plancha entre cada uno de los pisos del palé. La limitación de altura del palé se situará en 1.150 mm, la cual nos permite el sobrepaletizado en el transporte. Para dimensiones básicas comprendidas entre 200x300mm y 300x400mm, que ofrecen mayor estabilidad, se podrán intercalar las planchas alternativamente entre los pisos del palé.

El film estirable contribuye sin duda a mantener una buena estabilidad y al mismo tiempo protección de la carga contra la humedad, las inclemencias meteorológicas y la suciedad, sobre todo el polvo.

Del film estirable se ha abusado mucho y ha solucionado (de forma enmascarada) muchos problemas de inefficiencias de cargas. Cualquier problema de falta de estabilidad de las cargas se solucionaba con el film.

Uno de los problemas más frecuentes producidos por una mala aplicación del film es la excesiva tensión, provocada por un exceso de preestiro o por demasiadas vueltas. Este exceso de tensión provoca deformaciones en las esquinas del embalaje secundario (sobre todo si es de cartón ondulado), con la consiguiente pérdida de resistencia y riesgo de derrumbe de la carga. Las capacidades de preestiraje de los films actuales están entre el 200% y 300%.

Hoy en día existen los films monoorientados, con unas características mecánicas totalmente diferentes a los clásicos biorientados. Estos films no se pueden preestirar. Su capacidad de elongación (estiraje) está en el

sentido transversal con valores entre el 8% y 10 %. El resultado es que prácticamente no deforma el packaging secundario y tiene un gran poder de adaptabilidad sobre la carga, ejerciendo una excelente sujeción de la carga y evitando los desplazamientos de ésta durante el transporte. En la Ilustración 28 se pueden observar las diferencias entre la curva de deformación-fuerza de un film monoorientado y un biorientado. El monoorientado no tiene periodo plástico, lo que le concede este gran poder de sujeción.

Otra ventaja adicional del monoorientado es el menor consumo de plástico, aproximadamente la mitad, ya que estamos hablando de espesores de 7 micras contra 20 micras de los biorientados, lo que también reduce la cantidad de residuo a gestionar por el cliente final, con la correspondiente reducción de impactos ambientales.

Una manera de proteger las esquinas del embalaje secundario es mediante cantoneras en forma de ángulo a lo largo de toda la altura. Los inconvenientes son la colocación (que resta ciclo al paletizador) y el coste, tanto económico como de extra de generación de residuos.

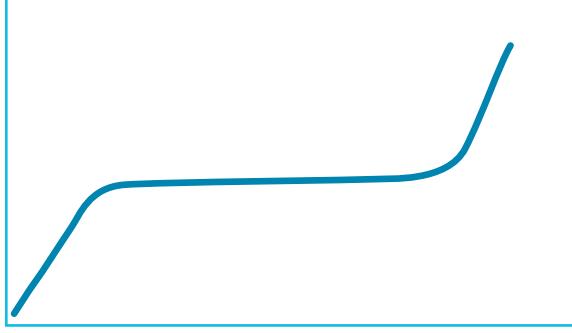
Si nuestro paletizado es modular y el packaging ofrece unos buenos niveles de resistencia, nuestra recomendación es no abusar del film estirable (ya que la carga es suficientemente estable), y prever planchas separadoras entre pisos, según la altura del palé. Es importante y recomendable disponer de una plancha entre el palé y el primer nivel de carga, ya que distribuimos la presión y evitamos deformaciones puntuales debidas al contacto entre el travesaño del palé y el embalaje

**Ilustración 28. Periodo plástico del film biorientado y del film monoorientado.**

biorientado

f

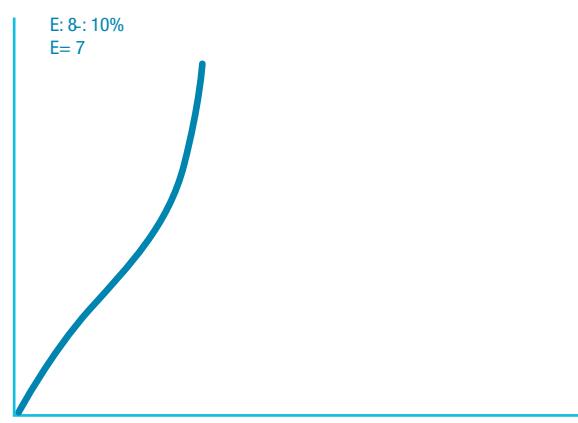
E: 200 : 300%  
e= 20



monoorientado

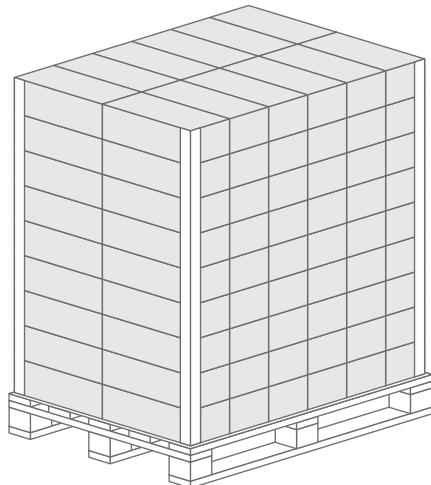
f

E: 8 : 10%  
E= 7



secundario. La plancha cuanto más resistente mejor, por ejemplo, las que parten de cartón ondulado, canal B, dan unos niveles suficientes de resistencia.

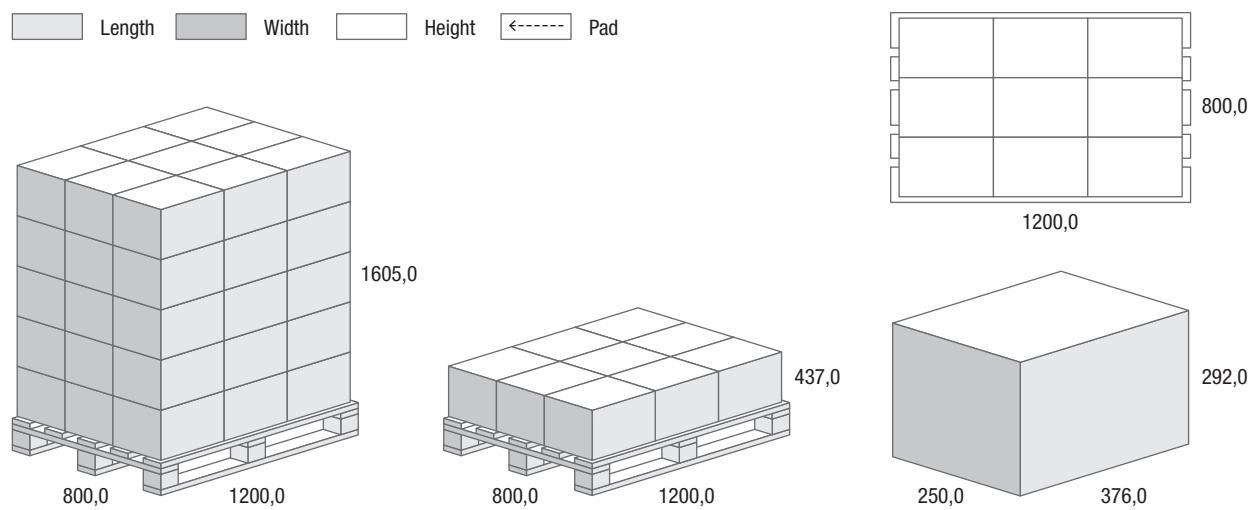
**Ilustración 29. Palé cargado de forma óptima.**



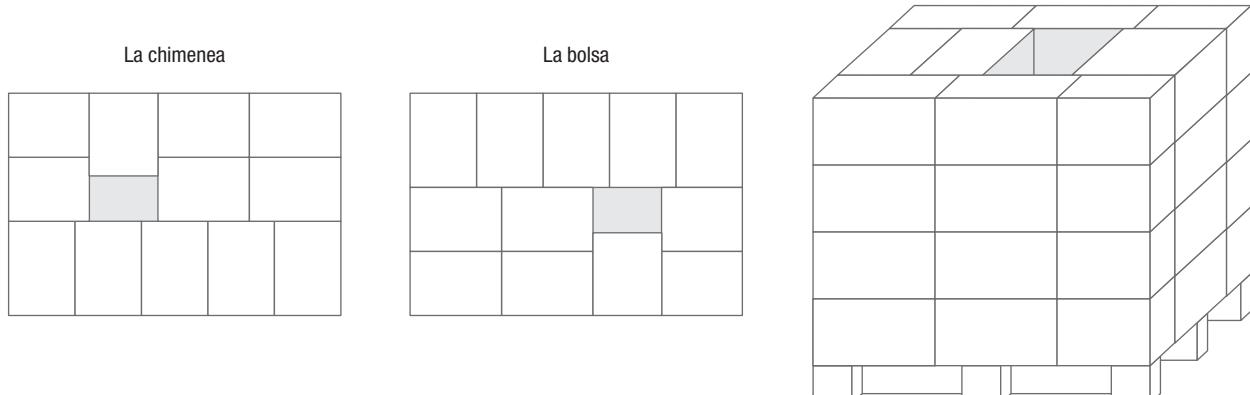
Esta misma estabilidad debe proporcionar una correcta verticalidad de la carga. Esta propiedad es importantísima cuando se trata, sobre todo, de procesos de almacenaje automáticos que exigen niveles superiores de tolerancia entre carga y celda. En estos procesos el máximo desplome admitido es de 25mm.

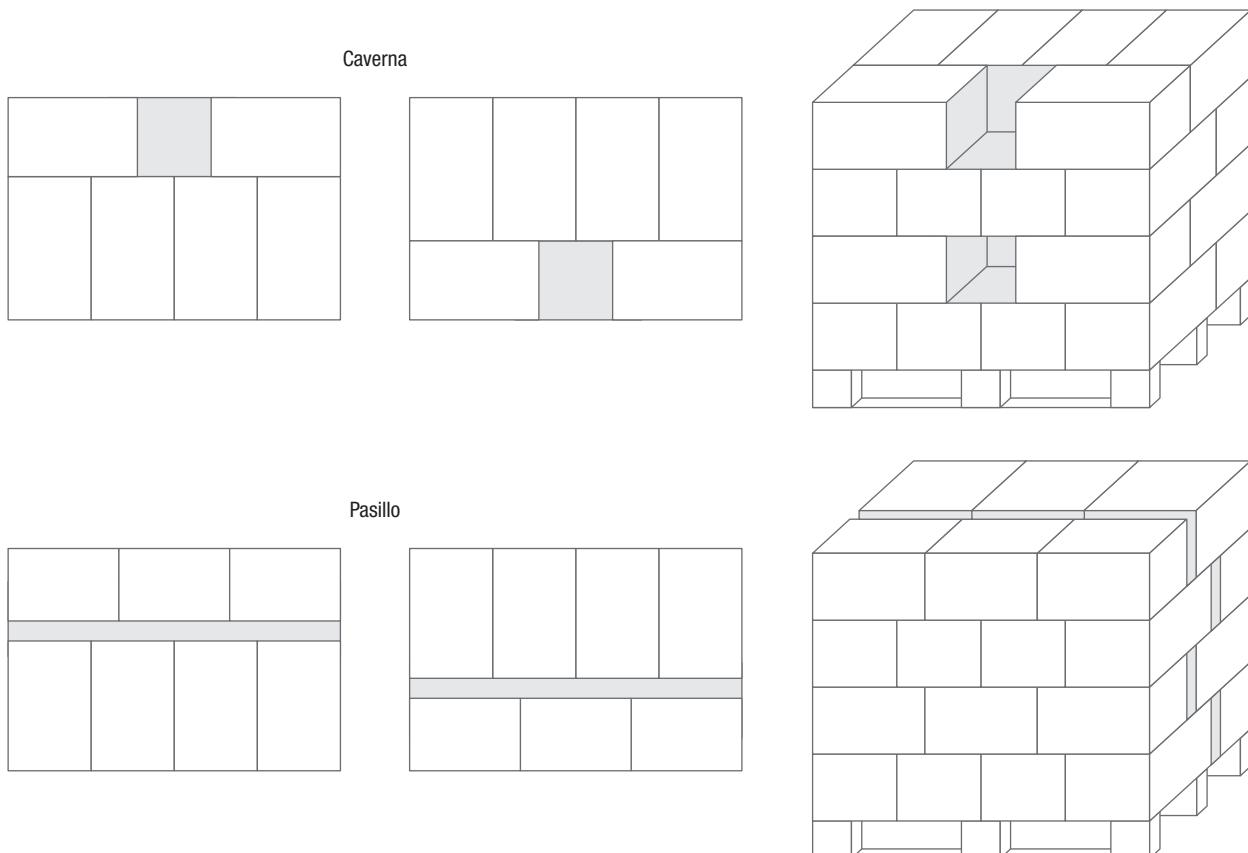
- **Compacto en la carga:** Hay veces que el mosaico (o “lay-out” de carga) resultante presenta defectos de forma que se traducen en huecos generados en los cruces y encajes en la formación del mosaico, tal como se muestra en las Ilustraciones 31 y 32.

**Ilustración 30. Esquema paletizado compacto.**



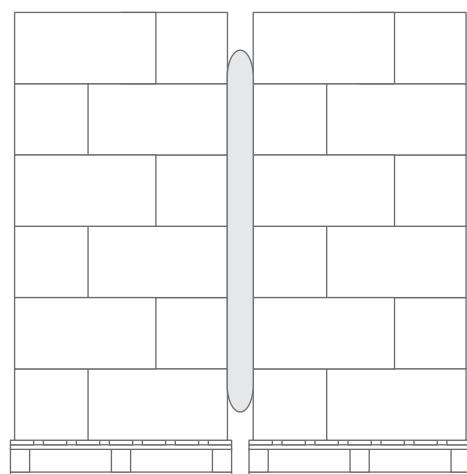
**Ilustración 31. Hueco chimenea y bolsa.**



**Ilustración 32. Hueco caverna y pasillo.**

Con este tipo de paletizados debemos guardar ciertas precauciones, debido a la inefficiencia del mosaico. Por ejemplo, estaremos obligados a sobredimensionar el embalaje secundario con un factor de corrección, no excedernos en la altura del palé (procurar no sobrepasar los 170 cm), disponer de planchas separadoras (antideslizantes según el caso), y montar la carga en el camión o contenedor de manera que el sentido de la marcha sea favorable a la estabilidad de la carga.

En estos casos una buena práctica (sobre todo para viajes largos por carretera o marítimos) es instalar “airbags” o colchones inflables entre los huecos que dejan los palés una vez ubicados, con el objetivo de estabilizar la carga.

**Ilustración 33. Compactación de la carga. Airbags.**

# 7

## Casos prácticos

### 7.1. Caso práctico 1

Una empresa química del sector de droguería situada en Alicante, desea extender su negocio hasta los mercados centroeuropeos, haciendo llegar sus productos a un centro de distribución en Munich.

Para poder especificar correctamente las características del embalaje secundario, necesario para realizar el trayecto Alicante-Munich con garantía de que la carga llega en perfectas condiciones, se desea conocer qué resistencia a la compresión deberá resistir este embalaje.

En función del valor necesario, se decidirá qué tipo de embalaje secundario es el óptimo para garantizar una calidad correcta del producto en destino. El medio de transporte elegido es por carretera, debido a su rapidez, sus costes competitivos y la ventaja que ofrece el puerta a puerta.

#### Premisas y briefing:

Producto	Limpador multiusos envasado en botellas de 750ml de PET.
Envase primario	Botella de PET con una resistencia a la compresión de 15dN.
Embalaje secundario	Caja de cartón ondulado.
Mercancía paletizada	Europalet 800x1200.
Peso bruto del embalaje secundario (lleno)	12,6 Kg. Cajas de 15 unidades.
Altura total exterior del embalaje secundario	245 mm.
Número de capas (niveles) de la carga	8 (4+4) alturas. Sobrepaletizado de la carga.
Altura total de la carga	2248 (1124+1124) mm.
Condiciones de apilado de la carga	En columna y mosaico no cruzado y en sentido de marcha.
Tipo de transporte	Terrestre por carretera.
Condiciones climáticas	La mitad del trayecto transcurre por Europa meridional.

En base a las premisas de cálculo del presente caso, desarrollaremos la fórmula para el cálculo de la resistencia mínima a la compresión vertical, siguiendo los planteamientos expuestos en el capítulo 3 de estas Recomendaciones Logísticas.

Fórmula de cálculo de la resistencia mínima a la compresión:

$$\text{CR min} = (\text{Gw} \times (n-1)) \times \text{GDF} \times \text{CF}$$

- **CR min:** Resistencia mínima a la compresión del embalaje
- **Gw:** Peso bruto del embalaje secundario
- **n:** Número de capas (niveles) de la carga (palé)
- **GDF:** Coeficiente Global Dinámico
- **CF:** Coeficiente Climático

$$GDF = K \times Fh \times Fp \times Fhp$$

- **K:** Factor dinámico por tipo de transporte
- **Fh:** Coeficiente corrector de pandeo por altura del embalaje secundario
- **Fp:** Coeficiente corrector por posición o condiciones de apilado de la carga.
- **Fhp:** Factor de momento de vuelco (por altura total del palé o estiba)

## Desarrollo del caso

<b>K= 3,48</b>	Valor de K correspondiente a un primario con resistencia contributiva 15dN	Gráficas Pág.18
<b>Fh = 1</b>	Valor correspondiente a un embalaje secundario de altura total < 300mm	Gráfica Pág.19
<b>Fp = 1</b>	Valor correspondiente a un mosaico no cruzado y orientado en sentido de marcha	Tabla Pág.20
<b>Fhp=1,2</b>	Valor correspondiente a una altura total de la carga > 1850 mm	Gráfica Pág.19
<b>CF= 1,05</b>	Valor correspondiente a Factor Climático en Europa Meridional	Pág.20

Aplicaremos los valores obtenidos a la fórmula:

<b>Gw</b>	12,6	
<b>n-1</b>	7	
<b>K</b>	3,48	
<b>Fh</b>	1	
<b>Fp</b>	1	
<b>Fhp</b>	1,2	
<b>CF</b>	1,05	
<b>CRmin</b>	<b>386,7</b>	<b>Resistencia mínima requerida a la compresión vertical en dN</b>

## Recomendaciones y conclusiones del caso

- El resultado obtenido del valor de la resistencia mínima a la compresión vertical es de 386,7 dN.
- Este valor será el que tengamos que trasladar a nuestros proveedores de cartón ondulado, por ser el tipo de embalaje secundario más apropiado a las condiciones de transporte en este tipo de distribución física, y así garantizar una correcta calidad del producto en el destino.
- Recordamos la necesidad de validar estos resultados con las correspondientes pruebas de transporte y almacenamiento.

## 7.2. Caso práctico 2

Una compañía de bebidas situada en el área metropolitana de Barcelona tiene un cliente en Grecia. Dicho cliente ha confirmado unas previsiones de ventas de 4.000 t/año. Debido a la importancia de los costes logísticos, la empresa ha iniciado un estudio para conseguir el coste logístico óptimo, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Tipos de transporte.
- Características del embalaje secundario.

### Premisas y briefing:

Envase primario	Envase secundario	Envase Terciario
Dimensiones isomodulares: 95x48mm	Tipo: Caja B1 de cartón ondulado con dimensiones isomodulares.	Tipo: Euro Palet (800x1200mm)
Contenido nominal: 500ml	Unidades por caja: >12	Peso máximo bruto: 742kg
Peso neto: 510gr		Altura máxima bruta: 1800mm
Peso bruto: 544gr		Eficiencia del mosaico (en superficie): >85%
Resistencia a la compresión: 15dN		
Pocas restricciones de peso y/o volúmenes de carga		

Para agilizar los cálculos de posibles disposiciones de la carga en el palé, se ha empleado el software Cape Pack, que nos ayuda a definir el número de unidades más eficiente y que nos ofrece una mayor optimización logística. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de los cálculos logísticos.

Tabla 6. Tabla de resultados análisis Cape Pack.

Unidades/caja	14	16	20	21
Peso bruto Caja (Kg)	7,79	8,9	11,12	11,68
Altura caja (mm)	186	186	186	186
Peso bruto palé (Kg)	679	737	737	679
Altura palé (mm)	1447	1633	1633	1447
Posición carga	Contraria	Marcha	Marcha	Marcha
Nº pisos	7	8	8	7
Nº Cajas	88	80	64	56

■ **Cálculo de la resistencia del embalaje secundario:**

**Tabla 7. Cálculo de la resistencia del embalaje secundario.**

Unidades/caja	14	16	20	21
<b>GW (Kg)</b>	7,79	8,9	11,12	11,68
<b>n-1</b>	6	7	7	6
<b>CF</b>	1	1	1	1
<b>Resistencia del envase primario (dN)</b>	15	15	15	15
<b>K Carretera</b>	3,50	3,50	3,50	3,50
<b>K Barco</b>	3,83	3,83	3,83	3,83
<b>Fh</b>	1	1	1	1
<b>Fp</b>	1,22	1	1	1
<b>Fhp</b>	1	1,1	1,1	1
<b>GDF carretera</b>	4,27	3,85	3,85	3,50
<b>GDF Barco</b>	4,67	4,21	4,21	3,83
<b>CR carretera</b>	199,58	239,86	299,68	245,28
<b>CR Barco</b>	218	262,56	327,90	268,4

De estos resultados se deduce que los embalajes de Barco deben tener mayor resistencia a la compresión (BCT); éste es el valor que habría que especificar al proveedor del embalaje. Este hecho nos obliga a dimensionar para el barco, ya que el caso de transporte mixto sería el más desfavorable.

■ **Cálculo de los costes del embalaje secundario en función de las unidades por caja:**

**Tabla 8. Cálculo costes embalaje secundario.**

Unidades/caja	14	16	20	21
<b>CR min (dN) Carretera</b>	199,58	239,86	299,68	245,28
Coste de la caja (€/1000 unidades)	270	318	391	326
Repercusión/kilo (€/1000 Kg)	34	35,73	35,16	27,91
<b>CR min (dN) Barco</b>	218	262,56	327,9	268,40
Coste de la caja (€/1000 unidades)	324	386	450	392
Repercusión/kilo (€/1000 Kg)	41,5	43	42	33

■ **Cálculo de los costes de transporte: 33 palés por camión a Atenas y 30 palés por barco Barcelona – El Pireo + 30 palés por camión El Pireo – Atenas.**

**Tabla 9. Costes de transporte facilitados por el operador logístico.**

	Coste/Palé EUR	Coste/Camión EUR	Coste/Contenedor Marítimo EUR
<b>Carretera</b>	96	3168 (33 palés)	
<b>Mixto</b>			
Barco	54		1620 (30 palés)
Carretera	4,2	126	

■ **Cálculo de los costes de transporte.**

**Tabla 10. Cálculo costes de transporte.**

Unidades/caja	14	16	20	21
Terrestre (€/1000 kg)	141	130	130	141
Mixto (€/1000 kg)	82	76	76	82

■ **Cálculo de los costes totales teniendo en cuenta el transporte más la repercusión del embalaje secundario:**

**Tabla 11. Cálculo costes totales.**

Unidades/caja	14	16	20	21
Terrestre (€/1000 kg)	$141+34=175$	$130+35,73=165,73$	$130+35,16=165,16$	$141+27,91=165,91$
Mixto (€/1000 kg)	$82+41,5=123,5$	$76+43=119$	$76+42=118$	$82+33=115$

**Recomendaciones y conclusiones del caso:**

Del caso se extrae lo siguiente:

- Tanto por carretera como por barco, el embalaje secundario que requerirá más resistencia es el compuesto por 20 unidades por caja.
- Tanto por carretera como por barco, el costo del embalaje secundario más elevado (en función de las unidades por caja), es el del caso de 20 unidades por caja y el más económico es el del caso de 14 unidades por caja (porque requiere una menor resistencia).
- Tal y como se observa en la tabla 9 de costes de transporte, el transporte marítimo mixto es el que sale más rentable económicamente.

Con todos estos resultados se puede concluir lo siguiente:

- Aunque los requerimientos del embalaje para transporte marítimo son mucho más exigentes, nunca llegan a superar la diferencia en los costes del transporte.
- Por tanto, la recomendación final sería el embalaje secundario en cajas de cartón ondulado de 21 unidades/caja y el medio de transporte el mixto marítimo-terrestre (Barcelona –El Pireo por mar y El Pireo - Atenas en camión). La desventaja de este medio de transporte es el tiempo de suministro a favor del terrestre, pero puede quedar compensado con una buena planificación de la demanda.

# 8

## Anexos. Los test de almacenaje y transporte

Estos tests tratan de evaluar la resistencia de los envases y embalajes a los fenómenos descritos anteriormente.

La secuencia que se propone en la realización de los dos test es ejecutar primero el test de transporte y después el de almacenaje. La razón de esta secuencia, aparentemente invertida, es que en cualquier tipo de test siempre tenemos que buscar la situación más desfavorable. El embalaje iniciará el test de almacenamiento después de haber sufrido los esfuerzos propios del transporte. De hecho, en una situación real la mayoría de productos después de ser transportados sufren almacenamientos que, en algunos casos, pueden ser prolongados. Actualmente es menos frecuente la situación inversa, es decir, sufrir primero almacenamientos prolongados y después transporte.

Los planteamientos modernos de logística juegan con períodos relativamente cortos de almacenamiento inmediatamente después de la producción. Estos períodos no superan generalmente las tres o cuatro semanas para productos de rotación corta. Estos nuevos planteamientos han permitido dimensionar envases y embalajes más ligeros, suponiendo ahorros de costes considerables y ventajas para el medio ambiente. Capítulo aparte merecen los productos estacionales envasados en conserva donde, como ya hemos visto, pueden estar almacenados dos o tres meses.

Como se ha dicho anteriormente, se recomienda no validar un nuevo diseño de envase y/o embalaje sin haberlo sometido previamente a estos test.

### 8.1 Test de almacenaje

El objetivo de este test es conocer el comportamiento de un embalaje, sobre todo su resistencia, durante los procesos de almacenaje. El aspecto más interesante es que nos permite conocer la resistencia a la fatiga del embalaje. El concepto de fatiga es un término que se olvida con frecuencia. La fatiga define la acción de las fuerzas, en nuestro caso las verticales, en función del tiempo, lo que se traduce en una pérdida de resistencia del embalaje.

Este test se realizará teniendo en cuenta las condiciones específicas que soportará el producto hasta que llega al cliente final. En el planteamiento del mismo es recomendable tener en cuenta situaciones de sobreapilamiento ya que, como se ha comentado antes, las necesidades de mercado en ocasiones obligan a sobreapilar y siempre hay que seguir la premisa de dimensionar los ensayos para las condiciones más desfavorables que se prevean.

Para este test tendremos en cuenta:

- El tiempo medio de almacenaje.
- Cambios de temperatura diurna/nocturna, entre estaciones, temperaturas máximas y mínimas.
- Condiciones de humedad.
- Diseño del mosaico o lay-out del paletizado.
- Carga sobre los pisos inferiores. Aplicar coeficientes correctores teniendo en cuenta la posibilidad de sobrepaletización, según prácticas del sector y entornos a los que pertenece el producto.

Hoy en día los almacenes modernos suelen estar dotados de estanterías para aprovechar al máximo el volumen en altura. La disposición en estanterías evita, en cierta medida, la posibilidad del sobrepaletizado.

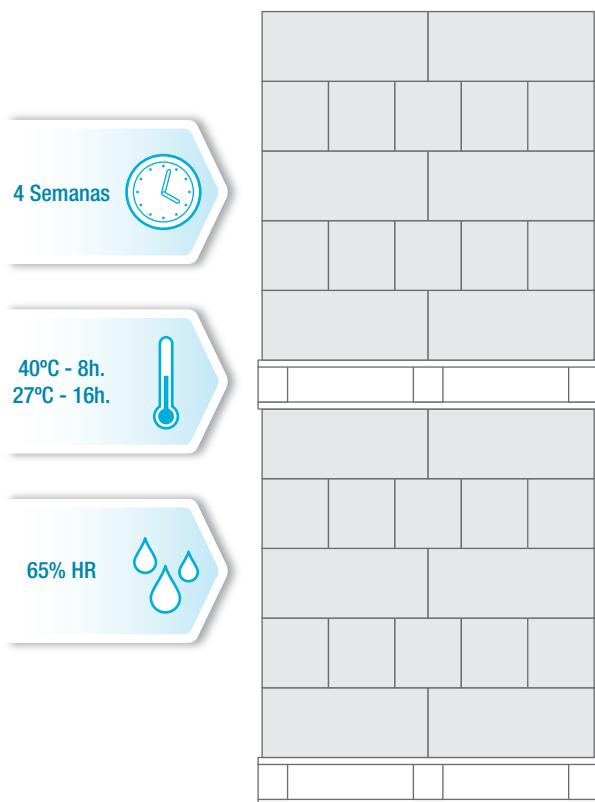
Un ejemplo para productos del entorno de gran consumo, sin cadena de frío, podría ser:

- Duración: 4 semanas.
- Ciclo de temperaturas: 8 horas a 40 °C, y 16 horas a 27 °C. Ciclo aproximado a un día de verano en un país del sur de Europa.
- Humedad: 65 % HR
- Condiciones de carga: la real que soportará el embalaje durante su distribución física sobre el piso inferior de la carga aplicando un coeficiente de sobrecarga de 1,5.
- Número de muestras: 4 palés.

Si el test de almacenaje se realiza durante épocas no coincidentes con el periodo estival, con las condiciones de temperatura expuestas anteriormente, se tendrá que realizar en una cámara climática con control cíclico de temperaturas.

Para el test de almacenaje también podemos recurrir a los test marcados por la Norma ASTM 642.

**Ilustración 34. Test de almacenamiento.**



## 8.2 Test de transporte

Del mismo modo que comentábamos la necesidad de realizar un test de almacenaje para validar un nuevo envase, también se hace imprescindible evaluar los requerimientos relativos a la logística y distribución. Para plantear el test de transporte tendremos en cuenta los siguientes factores:

- Tipo o medio de transporte. Carretera, ferrocarril, barco o avión.
- Transporte por un solo medio o combinado (multi modal).
- Condiciones climáticas durante los recorridos.
- Distancia y duración de los trayectos.

Para la realización de este test nos podemos valer de dos sistemáticas; la utilización de medios reales o recurriendo a un simulador. Siempre que se pueda es preferible recurrir a los medios reales. Habrá casos en los que tendremos que recurrir a test simulados, como transportes combinados y a larga distancia.

Las muestras recomendadas para que el test sea significativo serán:

- Si realizamos un test real por carretera, lo ideal es completar la mitad trasera del camión con los palés para el test, es decir, 15 palés. Si esto se considera excesivo por no disponer de muestras suficientes, el mínimo imprescindible sería 4 palés situados en la parte trasera del camión. Insistimos en este punto ya que es en la parte trasera donde se producen más saltos de la mercancía y el efecto de la fuerza centrífuga durante las curvas es mayor. Como ya se ha dicho, lo aconsejable es dimensionar estas pruebas para el escenario más exigente.

Distancias a considerar:

- Medios reales por carreteras. Dadas las nuevas condiciones marcadas por la internacionalización de los mercados, consideraremos que por carretera debemos abarcar destinos situados en la Unión Europea. Considerar una distancia de 2.000 Km para realización del test es una aproximación bastante correcta. En este tipo de test reales se deben diversificar los recorridos, alternando distintas rutas con diferentes trazados,

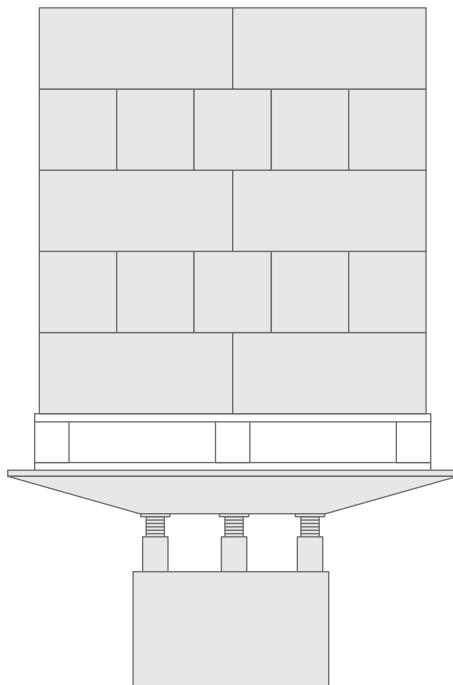
para poder considerar todos los riesgos, como curvas y frenazos. Un planteamiento bastante real es: 40 % autopista o autovía, 40% carretera y 20 % circuitos urbanos.

- En caso de que nuestros clientes estén concentrados y las rutas sean muy homogéneas, la recomendación es adaptar estos test a envíos reales, pudiendo incluso contar con la colaboración de nuestros clientes en las validaciones de calidad.

Si optamos por validar conforme a norma, pueden considerarse los ciclos marcados por la norma internacional ASTM D 999. Además, existen en España varios centros especializados en la realización de este tipo de ensayos, ya sean simulados o reales. Algunos de estos centros son:

- APPLUS. Laboratori General d'Assaigs i Investigacions. Recinto UAB, Cerdanyola del Vallès.
- AIDIMA. Instituto Tecnológico del Mueble, Madera, Embalajes y Afines. Paterna, Valencia.
- ITENE. Instituto Tecnológico del Embalaje, el Transporte y la Logística. Paterna, Valencia

**Ilustración 35. Ensayo simulación de transporte.**



## 8.3. Evaluación de los test

El objetivo final de estos test es detectar fallos en el diseño estructural del packaging, y evitar que se produzcan desperfectos en los envases que puedan afectar a la seguridad en la cadena logística produciendo fallos de calidad en el envase primario, que es el que llegará al consumidor final.

Los defectos más destacables que valoraremos con los test de almacenaje y transporte son:

- Deformaciones del envase primario que puedan afectar al uso normal de los envases. Estas deformaciones pueden afectar entre otros parámetros a la estabilidad, tanto en su manipulación por el comercio como por el consumidor final.
- Deformaciones que afecten a la estética y presentación del producto se valoraran de acuerdo con los rankings de calidad propios de la compañía. Como norma general, podemos considerar como diseño no válido aquel que tras los test manifieste defectos que hagan que el producto no sea apto para la venta.
- Deformaciones de los envases secundarios que puedan afectar a la seguridad del personal en las manipulaciones, por desplazamientos y desplomes de carga.
- Inestabilidad de la carga durante la fase de transporte. Observar que no se hayan producido desplazamientos importantes ni, por supuesto, vuelcos o desmoronamientos parciales o totales de la carga.

# 9

## Bibliografía

**Ander Erraste.** *Logística de Almacenaje.* Edición 2011. Ediciones Pirámide. Grupo Anaya

**Marc Levinson.** *How to shipping containers.* Edition 2006. Princeton University Press

**Reza Farahani.** *Logistics Operations and Management.* Edition 2011. Elsevier Editions.

**C.P Consultores/AECOC.** *Manual de Logística para la Distribución Comercial.*

**AECOC.** *Recomendaciones para la Logística*

**George G.Maltenfort.** *Corrugated Shipping Containers: An Engineering Approach.* Jelman Publishing.

# 10

## Glosario

- **Estiba.** Es un término que se utiliza para definir la altura de una unidad de carga. A veces se utiliza con el mismo significado que apilar. Por ejemplo, un palé que se remonta sobre otro también se denomina “doble estiba”.
- **Caja americana B1.** Caja de embalaje de cartón ondulado de cuatro caras que se cierra mediante solapas tanto en la tapa como en el fondo.
- **Fatiga de los materiales.** Término que determina la resistencia de un material, función de la carga aplicada y del tiempo de aplicación de la misma.
- **Solicitudes.** Equivale a las tensiones que se producen por la aplicación de un sistema de fuerzas sobre un objeto.
- **Compresión vertical.** Presión en sentido vertical que se produce como consecuencia de la aplicación de una fuerza vertical sobre un objeto.
- **Mosaico de paletización.** Distribución y organización, vista en planta, de cargas unitarias sobre una superficie plana, generalmente un palé.
- **Roll container.** Dispositivo móvil con ruedas y con el contenedor tipo gavia, para transportar las cargas unitarias de la plataforma de distribución mayorista a la tienda detallista.
- **Envase modular.** Envase o embalaje con dimensiones máximas exteriores que cumplen con las recomendaciones de la norma ISO 3394. Estas dimensiones son múltiplos de 600x400.
- **Estandarización.** En términos de packaging se utiliza para hacer referencia a aquellos envases y embalajes que tienen algún atributo esencial común, como dimensiones máximas, volumen, superficie, etc. También se utiliza como sinónimo de reducción de complejidad, referido a que distintos productos utilizan un mismo envase o formato.
- **Fuerzas dinámicas.** Fuerzas que se producen cuando una carga entra en movimiento y son consecuencia de las aceleraciones que se generan.
- **Unidad de Carga eficiente.** Según las recomendaciones de AECOC para logística, “la unidad de carga eficiente (UCE) está constituida por una agrupación de productos que sirve para facilitar el transporte, el almacenaje y la manipulación de las unidades de consumo”
- **Offset.** Sistema de impresión (o reproducción) que consistente en la aplicación de una tinta viscosa sobre una plancha, normalmente de Aluminio, que transfiere, a través de un cilindro de caucho o silicona, los textos e imágenes a un soporte que generalmente es papel o cartón compacto. Es un sistema similar a la Litografía.
- **Flexografía.** Sistema de impresión que, mediante la aplicación de tinta sobre una plancha polimérica que contiene los caracteres en relieve, transfiere el grabado directamente a un soporte que puede ser papel, film plástico o cartón compacto y ondulado.



## Otros títulos de la colección

El envase  
como elemento  
de marketing



IED | ecoembes

El proyecto de  
desarrollo de  
packaging



LEITAT | ecoembes

Los costes y el retorno  
de la inversión en los  
proyectos de Packaging



DEF.- | ecoembes

La correcta  
especificación  
de los envases



ainia | AIMPLAS | ecoembes

Diagnosis ambiental  
y ecoetiquetas



INIA | ecoembes

Introducción a  
Lean Manufacturing



ecoembes

Guía de ecodiseño  
de envases y  
embalajes



ihobe | ecoembes

Envases de plástico  
Diseña para reciclar

Versión traducida al español por Ecoembes

Una guía imprescindible para todos aquellos  
involucrados en el desarrollo, diseño, marketing  
y especificación de envases y embalajes.



RECOUP | ecoembes



## Recomendaciones logísticas para el diseño e ingeniería de envases y embalajes



Impreso en papel reciclado