

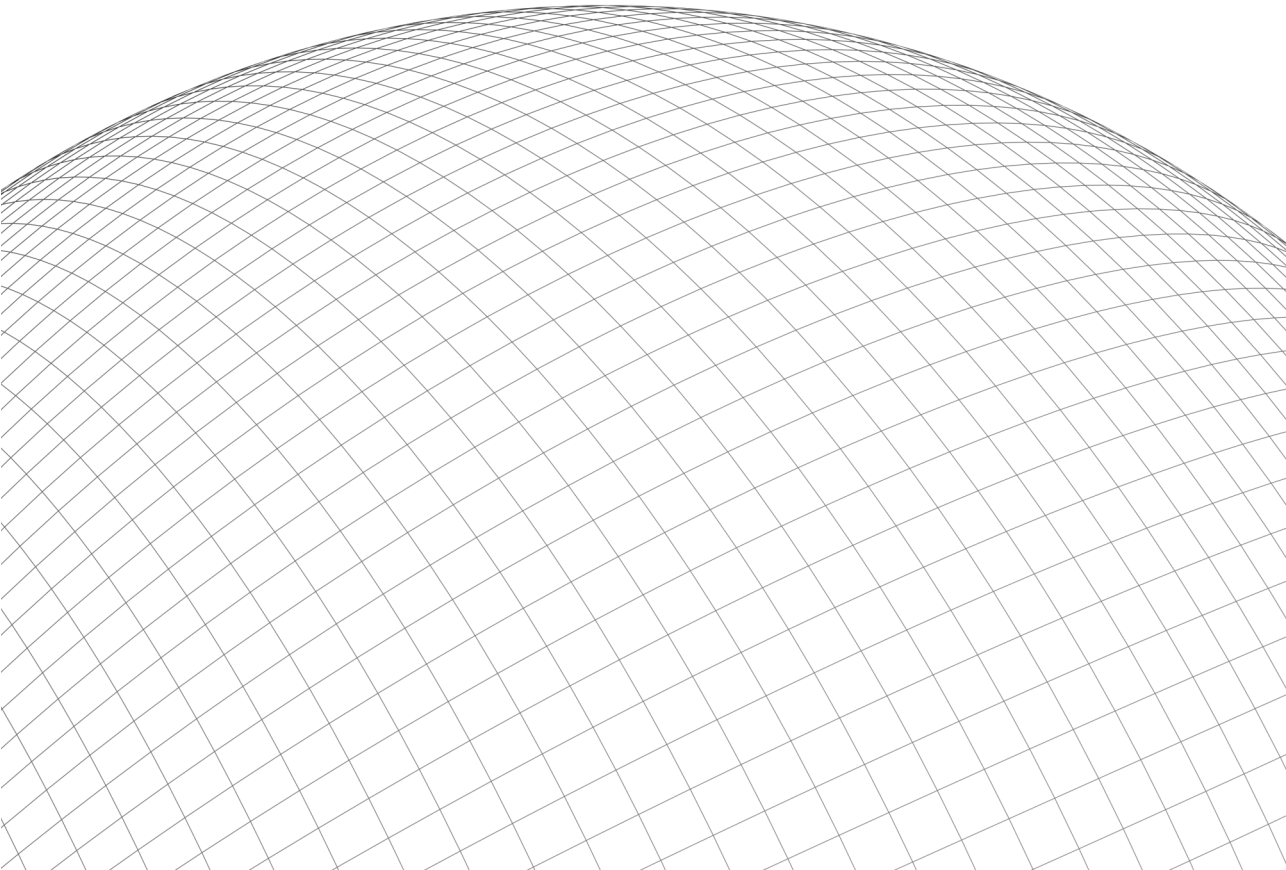
# La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística




2ª edición

Arturo Monfort  
Noemí Monterde  
Rafael Sapiña  
Ana María Martín  
David Calduch  
Paula Vieira

*La Terminal Portuaria de Contenedores  
como sistema nodal en la cadena logística*



- Autores:** Arturo Monfort Mulinas  
Noemí Monterde Higuero  
Rafael Sapiña García  
Ana María Martín Soberón  
David Calduch Verduch  
Paula Vieira Gonçalves de Souza
- Colaboradores:** M<sup>a</sup> Carmen Jiménez Zaragoza  
Luisa Escamilla Navarro  
Sonia Iborra Gómez  
Jesús García-Luján López  
Rafael Angulo Vedriel
- Colección:** Biblioteca Técnica de la Fundación VALENCIAPORT
- Serie:** Planificación y Gestión Portuaria
- Edita:** © Fundación VALENCIAPORT  
Nuevo Edificio Autoridad Portuaria de Valencia  
Avda. del Muelle del Turia, s/n – 46024 Valencia  
[www.fundacion.valenciaport.com](http://www.fundacion.valenciaport.com)  
ISBN: 978-84-940351-0-4  
Depósito Legal: V-2036-2012
- Imprime:** La Imprenta Comunicación Gráfica
- Maquetación:**  Caligrama
- Diseño de portada:** M<sup>a</sup> Carmen Jiménez Zaragoza
- Patrocinan:** Cátedra Juan Arizo Serrulla, TCV Stevedoring Company y  
MSC Terminal Valencia.
- Fotografías FV:** David Calduch Verduch  
Ana María Martín Soberón  
Paula Vieira Gonçalves de Souza  
Noemí Monterde Higuero  
M<sup>a</sup> Carmen Jiménez Zaragoza  
Rafael Sapiña García  
José Andrés Giménez Maldonado
- Figuras FV:** M<sup>a</sup> Carmen Jiménez Zaragoza  
Noemí Monterde Higuero  
Ana María Martín Soberón  
Paula Vieira Gonçalves de Souza  
David Calduch Verduch





# Índice

Índice de tablas	8
Índice de figuras	10
Índice de gráficos	15
Lista de siglas y abreviaturas del documento	16
Agradecimientos	23
1 Introducción	27
2 Breve apunte histórico sobre comercio internacional y transporte marítimo	31
3 La TPC como sistema, subsistemas y su relación con otros eslabones de la cadena logística	55
3.1 La Terminal como Sistema. Subsistemas	55
3.2 La TPC en la cadena logística	58
3.3 El Operador Logístico	61
4 Caracterización de los flujos físicos y de información externos a la TPC	69
4.1 La Comunidad Portuaria y el Clúster	69
4.2 El Flujo Físico de la cadena logística del contenedor	72
4.3 Documentos de la cadena logística del contenedor	80
4.3.1 Documentación asociada al acuerdo de compraventa internacional	84
4.3.2 Documentación asociada a la contratación y gestión del transporte de mercancías	88
4.3.3 Documentación asociada a los controles de las Administraciones	90
4.4 Flujo temporal de los procesos documentales	94
4.5 Flujo documental asociado al transporte físico del contenedor en la cadena logística hasta la TPC	97
4.5.1 Flujo documental externo a la TPC en el proceso de Exportación	97
4.5.2 Flujo documental externo a la TPC en el proceso de Importación	111

4.5.3	Flujo documental externo a la TPC en el proceso de Transbordo	119
4.5.4	Flujo documental externo a la TPC en los procesos de Exportación, Importación y Transbordo de Mercancías Peligrosas	121
4.6	Flujo documental en la interfaz de la cadena logística con la TPC	123
4.6.1	Flujo documental asociado a la puerta marítima de la terminal	123
4.6.2	Flujo documental asociado a la puerta terrestre de la terminal	127
<b>5</b>	<b>Caracterización de los flujos físicos y de información internos a la TPC</b>	<b>131</b>
5.1	Flujo físico del contenedor dentro de la terminal	131
5.2	Flujo documental que acompaña al contenedor dentro de la terminal	134
<b>6</b>	<b>Tecnologías de la información y la comunicación</b>	<b>139</b>
6.1	Soportes de transmisión de datos	140
6.1.1	Introducción	140
6.1.2	Redes cableadas	140
6.1.3	Redes inalámbricas	141
6.2	Sistemas de comunicación interna	147
6.2.1	Sistemas de identificación	147
6.2.2	Sistemas de transmisión de audio	154
6.2.3	Sistemas de localización	157
6.3	Tecnologías de la Información	162
6.3.1	Sistema EDI	163
6.3.2	Ventanillas únicas	165
6.3.3	Sistemas de Información Comunitaria	166
6.3.4	Portal transaccional	167
6.3.5	<i>Terminal Operating System (TOS)</i>	173

<b>7</b>	<b>Clasificación y caracterización de equipamientos en TPCs</b>	<b>177</b>
7.1	Subsistema de carga y descarga	177
7.1.1	Introducción	177
7.1.2	Grúas de muelle	179
7.1.3	Grúas móviles	205
7.1.4	Grúas sobre buque	211
7.2	Subsistema de almacenamiento	216
7.2.1	Introducción	216
7.2.2	Equipos de patio	218
7.3	Subsistema de recepción y entrega	251
7.3.1	Introducción	251
7.3.2	Equipos de recepción y entrega	252
7.4	Subsistema de interconexión	257
7.4.1	Introducción	257
7.4.2	Equipos de transporte horizontal	259
7.4.3	<i>Decoupling</i>	278
<b>8</b>	<b>Tipologías de TPCs: Clasificación atendiendo al tráfico y al equipamiento</b>	<b>281</b>
8.1	Introducción	281
8.2	Clasificación atendiendo al tráfico	281
8.2.1	Clasificación en función del tamaño	281
8.2.2	Clasificación en función del origen o destino del tráfico marítimo	286
8.2.3	Clasificación en función de los clientes	292
8.3	Clasificación en función del equipamiento	293
<b>9</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>297</b>
	<b>Anexo 1: Glosario de agentes de la cadena logística del contenedor</b>	<b>309</b>
	<b>Anexo 2: Glosario de documentos relativos al comercio internacional</b>	<b>317</b>
	<b>Anexo 3: El contenedor</b>	<b>339</b>

## Índice de tablas

Tabla 1:	Algunos Convenios y Recomendaciones de la OIT sobre gente de mar	43
Tabla 2:	Asociaciones y Organizaciones marítimas	47
Tabla 3:	Inserción de la TPC en la cadena logística	60
Tabla 4:	Medios de pago en el comercio internacional	87
Tabla 5:	Documentos relacionados con las distintas administraciones	91
Tabla 6:	Documentos para el transporte de mercancías dentro de la Unión Europea	93
Tabla 7:	Bandas del espectro de radiofrecuencia	142
Tabla 8:	Comparación de los sistemas de transmisión de radiofrecuencia	143
Tabla 9:	Características técnicas de la banda estrecha	143
Tabla 10:	Características técnicas de la banda ancha	144
Tabla 11:	Tipos de red inalámbrica Wi-Fi	145
Tabla 12:	Frecuencias de transmisión de los sistemas RFID	152
Tabla 13:	Tipos de GPS	157
Tabla 14:	Descripción de los servicios del portal valenciaportpcs.net	170
Tabla 15:	Funciones del portal transaccional valenciaportpcs.net	172
Tabla 16:	Dimensiones básicas de grúas portacontenedores	184
Tabla 17:	Alcances mínimos de grúas según tamaños de buques	185
Tabla 18:	Carga de Servicio por rueda en condiciones normales de operación (CO) y en condiciones extremas (CE)	189
Tabla 19:	Velocidades máximas según alcance de grúas de 2008 y 2009	191
Tabla 20:	Capacidad de carga mínima según sistema de elevación	194
Tabla 21:	Espectros de carga normalizados para aparatos de elevación	196
Tabla 22:	Grupos de clasificación de la grúa completa	197
Tabla 23:	Ciclos de trabajo según categoría de servicio	197
Tabla 24:	Especificaciones técnicas de una grúa STS <i>twin 40'</i> con <i>double trolley</i>	202
Tabla 25:	Velocidades características de grúas móviles	209
Tabla 26:	Cargas y presiones sobre el suelo para grúa móvil o STS	210
Tabla 27:	Características de grúas sobre buque de Liebherr	215
Tabla 28:	Tipología de carretillas para manipulación de contenedores	224
Tabla 29:	Características de los <i>reachstacker</i> de Liebherr	231
Tabla 30:	Características técnicas de <i>straddle carriers</i> de Kalmar	235
Tabla 31:	Grúas pórtico entregadas 2005-2009	237

Tabla 32:	Dimensiones características de RTGs	240
Tabla 33:	Velocidades características de RTGs	240
Tabla 34:	Comparación entre RTGs y SCs	241
Tabla 35:	Comparación entre RMGs y RTGs	246
Tabla 36:	Características de las grúas RMG	247
Tabla 37:	Caracterización cualitativa de las TPCs en función del equipamiento de patio	250
Tabla 38:	Densidad superficial y capacidad estática de las TPCs según el tipo de equipo de almacenamiento	251
Tabla 39:	Equipo de interconexión para cada transporte horizontal según el tipo de equipamiento de patio	258
Tabla 40:	AGVs en las terminales de ECT	274
Tabla 41:	Especificaciones técnicas de los AGVs de Gottwald	277
Tabla 42:	<i>Decoupling</i> en el sistema de interconexión	278
Tabla 43:	Grandes puertos de contenedores del mundo	282
Tabla 44:	Grandes operadores de terminales del mundo	284
Tabla 45:	Mayores tráfico portuarios de transbordo	289
Tabla 46:	Puertos de transbordo	290
Tabla 47:	Evolución de la flota mundial de contenedores para el periodo de 2004-08	345
Tabla 48:	Dimensiones, capacidad y tara de contenedores	349
Tabla 49:	Tipos de contenedor según la forma de presentación de la mercancía	351
Tabla 50:	Tipos de contenedores	370

## Índice de figuras

Figura 1:	Subsistemas de una terminal de contenedores	57
Figura 2:	La cadena logística	58
Figura 3:	Evolución de los operadores logísticos	62
Figura 4:	Grup TCB, caso de integración horizontal y vertical	63
Figura 5:	Eurogate, caso de integración vertical	64
Figura 6:	HPH, ejemplo de integración horizontal	65
Figura 7:	Agentes y modos de transporte que confluyen en un puerto	70
Figura 8:	De la Comunidad Portuaria al Clúster	71
Figura 9:	Relaciones de la TPC con agentes de la comunidad portuaria	72
Figura 10:	Cadena logística del contenedor: Intermodalidad marítimo-terrestre	73
Figura 11:	Transbordo directo entre barcasas	75
Figura 12:	Tráfico de contenedores dentro de una terminal	76
Figura 13:	Operaciones terrestres de la cadena logística de contenedores FCL y LCL	78
Figura 14:	Operaciones marítimas de la cadena logística del contenedor	79
Figura 15:	Procesos asociados a la operación de transporte marítimo	81
Figura 16:	Flujos físicos relacionados con el transporte de contenedores	82
Figura 17:	Flujos físico y de información en una operación de compraventa internacional	83
Figura 18:	Incoterms 2010	86
Figura 19:	Interacción de los procesos documentales	95
Figura 20:	Flujo físico y de información del contenedor	96
Figura 21:	Flujo físico de exportación externo a la TPC	97
Figura 22:	Flujo de documentación asociado al transporte terrestre y entrada de las mercancías en puerto por carretera	101
Figura 23:	Flujo de documentación asociado al transporte terrestre y entrada de las mercancías en puerto por ferrocarril	102
Figura 24:	Flujo de documentación asociado al transporte marítimo	104
Figura 25:	Flujo de documentación asociado al Despacho Aduanero de exportación	105
Figura 26:	Flujo de documentación adicional para el caso de Circuito Rojo en el Despacho Aduanero de exportación	106
Figura 27:	Flujo de documentación asociado al Manifiesto de Carga	107
Figura 28:	Flujo de documentación asociado a la gestión de atraques y al despacho de buques	110

Figura 29:	Flujo físico de importación externo a la TPC	111
Figura 30:	Flujo de documentación asociado al transporte marítimo de importación	112
Figura 31:	Flujo de documentación asociado al Despacho Aduanero de importación	114
Figura 32:	Flujo de documentación asociado a la Declaración Sumaria de Descarga	115
Figura 33:	Flujo de documentación asociado al transporte terrestre y salida de las mercancías en puerto por carretera	117
Figura 34:	Flujo de documentación asociado al transporte terrestre y entrada de las mercancías en puerto por ferrocarril	118
Figura 35:	Flujo físico de transbordo	119
Figura 36:	Flujo de documentación asociado al transbordo	120
Figura 37:	Procedimiento documental adicional para mercancías peligrosas	122
Figura 38:	Flujo de documentación asociado a la Lista de Carga y Descarga	124
Figura 39:	Flujo de documentación asociado a las Instrucciones de Embarque y Bayplan	125
Figura 40:	Flujo de documentación asociado a la contratación de personal portuario	126
Figura 41:	Flujo de documentación asociado a la entrada de un contenedor por carretera	128
Figura 42:	Flujo de documentación asociado a la salida de un contenedor por carretera	129
Figura 43:	Flujo de documentación asociado a la recepción y entrega de un contenedor de ferrocarril	129
Figura 44:	Flujo físico de exportación interno a la terminal	132
Figura 45:	Flujo físico de importación interno a la terminal	133
Figura 46:	Flujo físico de transbordo interno a la terminal	134
Figura 47:	Equipos de radio portátiles y móviles	156
Figura 48:	Estructura de un Sistema de Información Comunitario	167
Figura 49:	Servicios del portal valenciaportpcs.net	169
Figura 50:	Funciones de un TOS	175
Figura 51:	Grúa móvil Liebherr	178
Figura 52:	Grúas sobre buque	179
Figura 53:	Grúas pórtico. Terminal TCV. Puerto de Valencia	180
Figura 54:	Grúa articulada	181
Figura 55:	Grúa retráctil ( <i>low profile</i> )	181
Figura 56:	Grúas <i>super-post panamax</i> . Terminal TCV. Puerto de Valencia	182
Figura 57:	Dimensiones máximas de los buques en tránsito por el Canal de Panamá	183
Figura 58:	Esquema de las dimensiones básicas de una grúa pórtico	185

Figura 59:	Pata interior de grúa portacontenedores	187
Figura 60:	Colapsos en grúas pórtico por causas meteorológicas. Puerto de Busan (Korea) 2002	188
Figura 61:	Movimientos en una grúa	190
Figura 62:	Movimientos del <i>spreader</i>	192
Figura 63:	Sistema <i>tandem</i> con 2 contenedores de 40'	193
Figura 64:	Sistema <i>tandem twin</i> con 4 contenedores de 20'	194
Figura 65:	Esquema de Grúa STS con <i>double trolley</i>	201
Figura 66:	Sistema <i>festoon</i> de una grúa de muelle	203
Figura 67:	Grúa móvil Liebherr adaptada para carriles	206
Figura 68:	Componentes de una grúa móvil	207
Figura 69:	Rango de utilización de grúas móviles para carga y descarga de contenedores	208
Figura 70:	Buque portacontenedores con grúas de buque	211
Figura 71:	Buque portacontenedores con grúas en posición central	212
Figura 72:	Buque portacontenedores con grúas en un costado	213
Figura 73:	Elementos de una grúa de buque	214
Figura 74:	Grúas sobre buque en una operación portuaria	216
Figura 75:	<i>Layout</i> genérico de una terminal de contenedores	217
Figura 76:	Configuraciones del área de almacenamiento según el equipo de patio	219
Figura 77:	Contenedores almacenados sobre plataformas	220
Figura 78:	Gateway South Terminal. Puerto de Los Ángeles	221
Figura 79:	Carretilla con enganche frontal	223
Figura 80:	Carretilla elevadora	223
Figura 81:	Carretilla para cont. vacíos <i>Spreader Double Box</i>	226
Figura 82:	Carretilla para cont. vacíos <i>Spreader Triple Box</i>	226
Figura 83:	Posición delantera de la cabina	227
Figura 84:	Posición de cabina alta y retrasada	227
Figura 85:	Cabina basculante para mejorar la visibilidad	228
Figura 86:	Terminal Polivalente. Puerto de Cartagena	229
Figura 87:	<i>Reachstacker</i> para contenedores llenos	230
Figura 88:	<i>Reachstacker</i> para contenedores vacíos	230
Figura 89:	<i>Reachstacker</i> banana	230
Figura 90:	Terminal Polivalente Castellón. Puerto de Castellón	232
Figura 91:	<i>Straddle carrier</i> en patio de terminal	233
Figura 92:	Terminal de <i>straddle carriers</i> . Puerto de Hamburgo	234

Figura 93:	<i>Straddle carrier</i> con <i>spreader twin-lift</i>	236
Figura 94:	OHBC en Pasir Panjan Terminal de PSA. Puerto de Singapur	238
Figura 95:	Estructura de RTG	239
Figura 96:	Patio de RTGs	239
Figura 97:	RTGs en MSC Terminal. Puerto de Valencia	242
Figura 98:	RMGs en Dortmund Terminal	243
Figura 99:	RMG en interconexión tren-camión	243
Figura 100:	RMGs automáticos. APM Terminals en Norfolk, Virginia	244
Figura 101:	RMGs en Hanjing Terminal. Puerto de Busan	245
Figura 102:	ASCs y AGVs en una terminal de ECT. Puerto de Rotterdam	248
Figura 103:	Recepción y entrega con ASCs en CTA, Hamburgo	248
Figura 104:	AGVs cargados y ASCs en una terminal de ECT. Puerto de Rotterdam	249
Figura 105:	<i>Straddle carrier</i> en recepción y entrega	253
Figura 106:	<i>Straddle carriers</i> operando sobre ferrocarril	254
Figura 107:	Recepción de camión con RTG	255
Figura 108:	<i>Sideloader</i> de Fantuzzi	256
Figura 109:	Cabeza tractora y plataforma Terberg. Terminal TCV. Puerto de Valencia	260
Figura 110:	Cabeza tractora de terminal 4X2 de Terberg	261
Figura 111:	Plataforma tipo <i>flat-bed</i>	264
Figura 112:	Plataforma tipo <i>skeletal</i>	264
Figura 113:	Plataforma tipo <i>skeletal</i> con guías	265
Figura 114:	Remolque tipo <i>skeletal</i>	266
Figura 115:	<i>Rolltrailer</i>	266
Figura 116:	Plataformas de apilado a doble altura	267
Figura 117:	Sistema Multi-Tráiler de Buiscar con cabeza tractora Terberg	268
Figura 118:	Cabezas tractoras y plataformas. Marvalsa. Puerto de Valencia	271
Figura 119:	AGVs en Euromax Terminal. Puerto de Rotterdam (ECT)	272
Figura 120:	AGVs. Euromax Terminal. Puerto de Rotterdam (ECT)	273
Figura 121:	AGVs. Terminal Altenwerder (CTA). Puerto de Hamburgo	275
Figura 122:	Operativa de la terminal Altenwerder (CTA). Puerto de Hamburgo	276
Figura 123:	AGVs. Terminal de ECT en Maasvlakte. Puerto de Rotterdam	276
Figura 124:	Tipología de relaciones entre tráfico transoceánicos y <i>feeders</i>	286
Figura 125:	Anillos de circulación circun-hemisférica	287
Figura 126:	Puertos más importantes de transbordo	291
Figura 127:	MSC Terminal Valencia	292
Figura 128:	Multi-Tráiler	294

Figura 129: Comunidad logístico-portuaria	309
Figura 130: Detalle de la estructura de un contenedor estándar	343
Figura 131: Uso de los contenedores	346
Figura 132: Contenedores cerrados de 20' y 40'	352
Figura 133: Comparativa de contenedor <i>high cube</i> (9' 6") y contenedor cerrado (8' 6")	353
Figura 134: Disposición de europalés en contenedores de distinto tamaño	354
Figura 135: Contenedor ventilado con aberturas en el raíl superior	355
Figura 136: Contenedor de 20' <i>open top</i>	356
Figura 137: Interior de un contenedor <i>open top</i>	356
Figura 138: Contenedor <i>open top</i> de media altura	357
Figura 139: Contenedor <i>open side</i> de 40'	358
Figura 140: Contenedor plataforma	359
Figura 141: Contenedor plataforma cargado	359
Figura 142: Contenedor <i>flat rack</i>	360
Figura 143: <i>Super Racks</i> con postes extendidos	361
Figura 144: Contenedores jaula	362
Figura 145: Contenedores jaula de media altura	362
Figura 146: Contenedores plegables	363
Figura 147: Contenedores refrigerados ( <i>reefers</i> )	364
Figura 148: Contenedores para el transporte de graneles sólidos	366
Figura 149: Contenedor cisterna	367
Figura 150: Contenedor con <i>flexi-tank</i>	369
Figura 151: Ejemplo de matrícula de contenedor	376
Figura 152: Ejemplo de código de tamaño y tipo de contenedor	376
Figura 153: Pesos máximos autorizados, tara y volumen	377
Figura 154: Placa CSC	378
Figura 155: Logotipos de varias sociedades de clasificación	379
Figura 156: Identificación del contenedor	379

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Evolución del peso de las grúas portacontenedores	186
Gráfico 2: Ciclo de grúa en operación de descarga de un contenedor	192
Gráfico 3: Entregas y pedidos de grúas en 2008 y 2009	195
Gráfico 4: Relación entre grupo de la grúa y vida útil	198
Gráfico 5: Flota global de contenedores	344
Gráfico 6: Evolución de la flota mundial de contenedores estándar (20',40' y 40'HC) y total	345
Gráfico 7: Evolución de la flota mundial de contenedores especiales	346
Gráfico 8: Precio de contenedores nuevos 2001-2008 (US\$)	373
Gráfico 9: Tasas de <i>leasing</i> (US\$/día) 2007-2008	374

## Lista de siglas y abreviaturas del documento

AC	(acompañando a una fecha) Antes de Cristo
ACC	<i>Adaptative Cruise Control</i> (Control Adaptativo de la velocidad de Crucero)
ADR	<i>European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road</i> (Acuerdo Europeo Relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera)
AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i> (Vehículo Guiado Automáticamente)
AP	Autoridad Portuaria
APIE	Agrupación Portuaria de Interés Económico
APL	American President Lines
APM	Arnold Peter Møller-Maersk Group Terminal
APV	Autoridad Portuaria de Valencia
ASC	<i>Automated Stacking Crane</i> (Grúa de Patio Automática)
ATA	<i>Temporary Admission</i> (Admisión Temporal)
ATM	Abra Terminales Marítimas S.A.
Auto ID	<i>Automatic Identification</i>
b	<i>Bit</i>
B	<i>Bite</i> (1 byte = 8 bits)
B/L	<i>Bill of Lading</i> (Conocimiento de Embarque)
BIMCO	<i>Baltic and International Maritime Council</i>
CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
CCI	Cámara de Comercio Internacional
CEN	<i>European Committee for Standardization</i>
CFR	<i>Cost and Freight</i> (Incoterm 2010)
CFS	<i>Container Freight Station</i>
CIF	<i>Cost, Insurance and Freight</i> (Incoterm 2010)
CIM	Contrato de Transporte Internacional de Mercancías por Ferrocarril
CIP	<i>Carriage and Insurance Paid</i> (Incoterm 2010)
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Protegidas)
CM	Capitanía Marítima

<b>CMA CGM</b>	Compagnie Maritime d'Affrètement, Compagnie Générale Maritime
<b>CNUDMI</b>	Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional
<b>COSCO</b>	China Ocean Shipping Company
<b>COTIF</b>	Convenio Internacional relativo a los Transportes Internacionales por Ferrocarril
<b>CPT</b>	<i>Carriage Paid To</i> (Incoterm 2010)
<b>CSC</b>	Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores
<b>CSCMP</b>	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
<b>DAP</b>	<i>Delivered at Place</i> (Incoterm 2010)
<b>DAT</b>	<i>Delivered at Terminal</i> (Incoterm 2010)
<b>DC</b>	(acompañando a una fecha) Después de Cristo
<b>DDE</b>	Delta Dedicated East
<b>DDP</b>	<i>Delivered Duty Paid</i> (Incoterm 2010)
<b>DDW</b>	Delta Dedicated West
<b>DGPS</b>	<i>Differential Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamiento Global Diferencial)
<b>DPW</b>	DP World
<b>DRMG</b>	<i>Double Rail Mounted Gantry crane</i> (Grúa pórtico doble montada sobre raíles)
<b>DUA</b>	Documento Único Administrativo
<b>DUE</b>	Documento Único de Escala
<b>ECT</b>	Europe Container Terminals
<b>EDI</b>	<i>Electronic Data Interchange</i> (Intercambio Electrónico de Datos)
<b>EDIFACT</b>	<i>Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport</i> (Intercambio Electrónico de Datos para la Administración, el Comercio y el Transporte)
<b>EEUU</b>	Estados Unidos
<b>EGNOS</b>	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i> (Sistema de Aumentación Basado en Satélites)
<b>EHF</b>	<i>Extra High Frequency</i> (Frecuencia Extra Alta)
<b>EXW</b>	<i>Ex Works</i> (Incoterm 2010)
<b>FAS</b>	<i>Free Alongside ship</i> (Incoterm 2010)
<b>FCA</b>	<i>Free Carrier</i> (Incoterm 2010)
<b>FCL</b>	<i>Full Container Load</i> (Contenedor de Carga Completa)
<b>FEM</b>	<i>European Federation of Materials Handling</i> (Federación Europea de Materiales de Manipulación)
<b>FIATA</b>	<i>Federation Internationale des Associations de Transitaires et Assimilées</i> (Federación Internacional de las Asociaciones de Transitarios)

<b>FMI</b>	Fondo Monetario Internacional
<b>FOB</b>	<i>Free on Board</i> (Incoterm 2010)
<b>FTP</b>	<i>File Transfer Protocol</i> (Protocolo de Transferencia de Datos)
<b>FV</b>	Fundación Valenciaport
<b>GATT</b>	<i>General Agreement on Tariffs and Trade</i> (Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio)
<b>GHz</b>	Gigahercio
<b>GLONASS</b>	<i>Global Navigation Satellite System</i> (Sistema Global de Navegación por Satélite)
<b>GPS</b>	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamiento Global)
<b>h</b>	Hora
<b>ha</b>	Hectárea
<b>HF</b>	<i>High Frequency</i> (Alta Frecuencia)
<b>HHLA</b>	Hamburguer Hafen und Logistik AG
<b>HPH</b>	Hutchison Port Holdings
<b>I+D+i</b>	Investigación, Desarrollo e Innovación
<b>ICS</b>	<i>International Chamber of Shipping</i> (Cámara Naviera Internacional)
<b>ICTSI</b>	International Container Terminal Service, Inc.
<b>IEEE</b>	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
<b>IFCM</b>	Instalación Fronteriza de Control de Mercancías
<b>IICL</b>	The Institute of International Container Lessors
<b>IMDG</b>	<i>International Maritime Dangerous Goods</i> (código Internacional de Mercancías Peligrosas Marítimas)
<b>IMO</b>	<i>International Maritime Organization</i> (Organización Marítima Internacional)
<b>Incoterms</b>	<i>International Commercial Terms</i> (Términos Comerciales Internacionales)
<b>in</b>	<i>Inch</i> (Pulgada)
<b>IP</b>	<i>Internet Protocol</i> (Protocolo de Internet)
<b>IRNSS</b>	<i>Indian Regional Navigational Satellite System</i> (Sistema de Navegación por Satélite Indio)
<b>ISF</b>	<i>International Shipping Federation</i> (Federación Naviera Internacional)
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional para la Estandarización)
<b>ISP98</b>	<i>International Stanby Practices</i> (Reglas y Usos Uniformes de las Cartas de Crédito)
<b>kbps</b>	Kilobits por segundo
<b>KGL</b>	Kuwait&Gulf Link Holding
<b>kHz</b>	Kilohercio
<b>km</b>	Kilómetro

<b>KPI</b>	<i>Key Performance Indicator</i> (Indicadores Clave de Rendimiento)
<b>kW</b>	Kilovatio
<b>l</b>	Litro
<b>LADAR</b>	<i>LAser Detection and RAnging o LAser + raDAR</i> (Detección y Registro mediante Laser)
<b>LAN</b>	<i>Local Area Network</i> (Red local de trabajo)
<b>LASER</b>	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i> (Amplificación de Luz por Emisión Estimulada por Radiación)
<b>LCL</b>	<i>Less than Container Load</i> (Contenedor de Carga Consolidada)
<b>LF</b>	<i>Low Frequency</i> (Baja Frecuencia)
<b>LIDAR</b>	<i>Llght Detection an RAnging</i> (Detección y Registro mediante Luz)
<b>m</b>	Metro
<b>MARPOL</b>	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARine POLLution, Convenio Internacional para prevenir la contaminación de los buques)
<b>Marvalsa</b>	Marítima Valenciana S.A.
<b>MASPORT</b>	Proyecto "Metodologías de Automatización y Simulación para la Evaluación y Mejora de la Capacidad, Rendimiento y Nivel de Servicio de Terminales Portuarias de Contenedores"
<b>Mbps</b>	Megabits por segundo
<b>MES</b>	Mitsui Engineering & Shipbuilding Co.
<b>MF</b>	<i>Medium Frequency</i> (Frecuencia Media)
<b>MHz</b>	Megahercio
<b>min</b>	Minuto
<b>mm</b>	Milímetro
<b>MMPP</b>	Mercancías Peligrosas
<b>m.o.</b>	Mano de obra
<b>MOL</b>	Mitsui OSK (Osaka Shosen Kaisha) Lines
<b>MOT</b>	<i>Machinery on Trolley</i> (Maquinaria en el Carro)
<b>MPR</b>	Ministerio de la Presidencia
<b>MSC</b>	Mediterranean Shipping Company S.A.
<b>MTS</b>	<i>MultiTrailer System</i> (Sistema Multi Plataforma)
<b>NAVSTAR-GPS</b>	<i>Navigation System Time and Ranging-Global Position System</i> (Sistema de Navegación de Tiempo y Registro)
<b>Nm</b>	Newton x metro
<b>NOL</b>	Neptune Orient Lines
<b>NYK Line</b>	Nippon Yusen Kaisha
<b>OCR</b>	<i>Optical Character Recognition</i> (Reconocimiento Óptico de Caracteres)

<b>OHBC</b>	<i>OverHead Bridge Crane</i> (Puente Grúa Sobre Pórtico de hormigón)
<b>OIT</b>	Organización Internacional del Trabajo ( <i>International Labour Organization, ILO</i> )
<b>OMC</b>	Organización Mundial del Comercio ( <i>World Trade Organization, WTO</i> )
<b>OMI</b>	Organización Marítima Internacional
<b>OOCL</b>	Orient Overseas Container Line
<b>OTF</b>	<i>On-The-Fly initialization</i>
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>OPCSA</b>	Operaciones Portuarias Canarias Sociedad Anónima
<b>PCS</b>	<i>Port Community System</i>
<b>PEMA</b>	<i>Port Equipment Manufacturers Association</i> (Asociación de Fabricantes de Equipos Portuarios)
<b>PIF</b>	Punto de Inspección Fronterizo o en Frontera
<b>PLC</b>	<i>Programmable Logic Controller</i> (Controlador Lógico Programable)
<b>PMR</b>	<i>Private Mobile Radio</i> (Radio Móvil Privada)
<b>PSA</b>	Port of Singapur Authority
<b>R/E</b>	Recepción/Entrega
<b>RF</b>	Radiofrecuencia
<b>RFID</b>	<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificación mediante Radiofrecuencia)
<b>RID</b>	Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (Reglamento relativo al Transporte Internacional por Ferrocarril de Mercancías Peligrosas)
<b>RMG</b>	<i>Rail Mounted Gantry crane</i> (Grúa pórtico montada sobre raíles)
<b>ro-ro</b>	<i>Roll on – roll off</i>
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>RS</b>	<i>Reachstacker</i>
<b>RTG</b>	<i>Rubber Tyred Gantry crane</i> (Grúa pórtico con neumáticos)
<b>RTK</b>	<i>Real-Time Kinematic</i> (Cinemática en Tiempo Real)
<b>RTT</b>	<i>Rope Towed Trolley</i> (Carro Tirado por Cable)
<b>RURC</b>	Reglas Uniformes Relativas a las Cobranzas
<b>RUUCD</b>	Reglas y Usos Uniformes Relativos a los Créditos Documentarios
<b>s</b>	Segundo
<b>S.A.</b>	Sociedad Anónima
<b>SAGEP</b>	Sociedad Anónima de Gestión de Estibadores Portuarios
<b>SC</b>	<i>Straddle Carrier</i>
<b>SEED</b>	Sociedad Estatal de Estiba y Desestiba

<b>SHF</b>	<i>Super High Frequency</i> (Frecuencia Súper Alta)
<b>SIC</b>	Sistema de Información Comunitaria
<b>SOC</b>	<i>Shipper owned container</i> (Contenedor Propiedad del Cargador)
<b>SOIVRE</b>	Servicio Oficial de Inspección, Vigilancia y Regulación de las Exportaciones
<b>SOLAS</b>	International Convention for the Safety Of Life At Sea (Convenio Internacional para la protección de la vida humana en el mar)
<b>SPG</b>	Sistema de Preferencias Generalizadas
<b>SSA</b>	Stevedoring Services of America (SSA Marine)
<b>STS/STSGC</b>	<i>Ship To Shore Gantry Crane</i> (Grúa de muelle)
<b>t</b>	Tonelada
<b>T+P</b>	Cabeza Tractora + Plataforma
<b>TB</b>	Terabyte
<b>TCV</b>	Terminal de Contenedores de Valencia (Stevedoring Company S.A.)
<b>TdS</b>	Terminales del Sudeste S.A. (Málaga)
<b>TEU</b>	<i>Twenty-foot Equivalent Unit</i>
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y la Comunicación
<b>TOS</b>	<i>Terminal Operating System</i> (Sistema operativo de la terminal, SOT)
<b>TPC</b>	Terminal Portuaria de Contenedores
<b>Tte.</b>	Transporte
<b>u.</b>	Unidad
<b>UHF</b>	<i>Ultra High Frequency</i> (Frecuencia Ultra Alta)
<b>UIT</b>	Unión Internacional de Telecomunicaciones
<b>ULCC</b>	<i>Ultra large container carrier</i> (Buque de Contenedores Ultra Grande)
<b>UNCITRAL</b>	<i>United Nations Commission for the Unification of International Trade Law</i> (Comisión de las Naciones Unidas para la Unificación del Derecho Mercantil Internacional)
<b>UNE</b>	Una Norma Española
<b>VAN</b>	<i>Value-added network</i> (Red de Valor Añadido)
<b>VHF</b>	<i>Very High Frequency</i> (Muy Alta Frecuencia)
<b>VLF</b>	<i>Very Low Frequency</i> (Muy Baja Frecuencia)
<b>W</b>	Vatio
<b>WAAS</b>	<i>Wide Area Augmentation System</i> (Sistema de Aumentación Basado en Satélites)
<b>Wi-Fi</b>	<i>Wireless Fidelity</i> (Fidelidad Inalámbrica)
<b>XML</b>	<i>Extensible Markup Language</i> (Lenguaje de Marcas Extensible)
<b>ZPMC</b>	Shanghai Zhenhua Port Machinery Company



## Agradecimientos

La presente monografía es el resultado del trabajo iniciado en el marco del proyecto MASPORT: Metodologías de automatización y simulación para la evaluación y mejora de la capacidad, rendimiento y nivel de servicio de terminales portuarias de contenedores, con financiación del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i) 2008-2011.

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Fomento y al Ministerio de Ciencia e Innovación la confianza que han tenido en el proyecto y en la agrupación encargada de desarrollarlo.

Asimismo los autores quieren agradecer a todos los miembros de la agrupación del Proyecto MASPORT su colaboración y dedicación: TCV Stevedoring Company, MSC Terminal Valencia, Universitat Politècnica de València y Open Kode S.L.

En tercer lugar se quiere hacer una especial mención de aquellas personas, empresas e instituciones que han cedido material gráfico para ilustrar el texto o han facilitado la obtención del mismo:

- BROSHUIS BV
- CARGOTEC IBERIA, S.A. (KALMAR)
- ECONO TRADING INTERNATIONAL, INC.
- EUROPE CONTAINER TERMINALS (ECT)
- FANTUZZI NOELL IBERIA S.L.U.
- FLEXITANK ESPAÑA, S.L.
- GOTTWALD PORT TECHNOLOGY GmbH (DEMAG MOBILE CRANES SPAIN, S.A.)
- HAMBURGER HAFEN UND LOGISTIK AG. CONTAINER TERMINAL ALTENWERDER (HHLA-CTA)
- HANJIN NEWPORT CO.
- HAPAG-LLOYD AG
- HOLLAND CONTAINER INNOVATIONS BV
- JEAN-PAUL RODRIGUE
- KONECRANES AUSIO S.L.U.
- LIEBHERR-WERK NENZING GMBH
- LIFTECH CONSULTANTS INC.
- MARÍTIMA VALENCIANA, S.A. (MARVALSA)
- MSC TERMINAL VALENCIA, S.A.
- SHANGHAI ZHENHUA HEAVY INDUSTRY CO., LTD (ZPMC)
- SUPER RACK
- SVETRUCK AB
- TCV STEVEDORING COMPANY, S.A.
- TERBERG BENSCHOP B.V.
- TRANS-BASE SOLER, S.L.

Y finalmente los autores quieren agradecer a la Cátedra Juan Arizo Serrulla y a las terminales TCV Stevedoring Company y MSC Terminal Valencia, su contribución a la publicación del texto.



*El cielo es azul, el mar es  
salado y la vida es incierta*

Amado Nervo,  
escritor mexicano



## Introducción

El objetivo de esta publicación es presentar un análisis de los flujos físicos, tanto de los equipos de transporte marítimo y terrestre como de los contenedores, y de los flujos de información que se producen en relación con una Terminal Portuaria de Contenedores (TPC) como elemento nodal de la cadena logística de contenedores.

Adicionalmente pretende establecer una base conceptual para futuros estudios dentro de esta línea de trabajo. Con este propósito se describen la inserción de la terminal en la cadena global de suministro, la terminal como sistema, los diferentes subsistemas que la integran y los equipamientos que pueden utilizarse.

A modo introductorio se desarrolla un breve repaso histórico para presentar algunas de las razones por las que los procesos documentales asociados al transporte en contenedor son amplios y prolijos, razones que hay que buscar en el mismo origen del comercio internacional y el transporte marítimo.

En segundo lugar y para acotar el marco conceptual, se plantea la inserción de la terminal en la cadena global de suministro, se define la terminal como sistema y se describen los diferentes subsistemas que la integran y los equipamientos que pueden encontrarse en ella.

A continuación, el cuarto capítulo se encarga de la descripción de los flujos físicos y de información externos a la TPC. Empieza con la clasificación y enumeración de toda la documentación que aparece asociada al transporte internacional de mercancías. Después se describen someramente los agentes que intervienen en esa operación de transporte. En un tercer apartado se analiza la cadena logística del contenedor. A partir de este momento, y desde la óptica de la TPC, se describen los flujos de información externos en los procesos de exportación, importación, transbordo y la casuística especial de las mercancías peligrosas, y el que hay en la interfaz de la TPC con la cadena logística.

Seguidamente, en el capítulo 5 se caracterizan los flujos físicos y de información internos de la TPC.

En el capítulo 6 se analizan las tecnologías de información y comunicación a disposición de las TPCs y que posibilitan los intercambios de información tanto internos como externos a la terminal portuaria. Además se estudia la implantación y uso de las mismas en las terminales portuarias.

El capítulo séptimo desarrolla una clasificación del equipamiento de las TPCs, tanto de grúas de muelle como de equipos de patio y de transporte horizontal, identificando y cuantificando para cada uno de ellos los parámetros o características principales.

Finalmente el texto propone una clasificación de las TPCs atendiendo a distintas perspectivas como la tipología de tráfico servido (importación-exportación /transbordo), los clientes o el equipamiento.

El documento incorpora una extensa Bibliografía en la que se presentan tanto las referencias bibliográficas citadas a lo largo del texto como otros documentos de apoyo utilizados en el estudio y tres anexos, uno sobre agentes de la cadena logística del contenedor, un segundo sobre documentos relativos al comercio internacional y el último sobre el contenedor.



*Navigare necesse est, vivere non  
necesse (navegar es necesario,  
vivir no lo es)*

Divisa de los navegantes griegos,  
y lema de la Liga Hanseática



## Breve apunte histórico sobre comercio internacional y transporte marítimo

Si bien este trabajo versa sobre la inserción de la terminal portuaria de contenedores en la cadena logística y el transporte del contenedor, es conveniente no olvidar que éste último es un recién llegado al escenario del transporte internacional, puesto que nació a finales de los años 50 del siglo XX como un elemento innovador, que buscaba una mayor eficiencia al facilitar la manipulación de la carga en los nodos intermodales y mayor seguridad para la mercancía transportada.

Así pues, una perspectiva histórica de la evolución del comercio mundial asociada al transporte marítimo (Aguilar, 1998), será de utilidad para introducir dos cuestiones importantes. La primera, que el flujo del contenedor depende del flujo de las mercancías que en él se transportan. Y la segunda, que la exposición más o menos descriptiva de la realidad actual de ese flujo puede parecer excesiva y artificiosamente compleja a aquellos que no tengan en cuenta que hay una historia de siglos de actividad comercial, usos y leyes (*path dependency*), además de documentos y procedimientos que no son exclusivos del transporte marítimo en contenedor (recuérdese que el Código de Comercio vigente en España es de 1855). Y todo ello anterior al uso intensivo y extendido de las tecnologías de la información, innovaciones éstas muy recientes: puede considerarse el uso habitual de ordenadores personales a partir de los años 80, internet desde los 90 (aunque con tecnología basada en desarrollos de la década anterior) y protocolos de intercambio de datos estandarizados desde 1986.

Con la excepción de grandes rutas continentales, como la de La Seda en Asia Central, el transporte marítimo ha dominado los grandes intercambios comerciales en el mundo desde la antigüedad.

## **Edad Antigua (orígenes hasta siglo V)**

En sus orígenes el transporte marítimo estuvo asociado al desplazamiento y a la pesca, posiblemente en la zona del Golfo Pérsico o del Mar Rojo. Como medios de propulsión se utilizaban la **vela** y el **remo**, y las embarcaciones eran muy rudimentarias: troncos vaciados, balsas y cueros hinchados. La función de facilitar el comercio apareció más tarde, y todavía después la función de defensa.

En el tercer milenio antes de Cristo, desde el extremo oriental del Mar Mediterráneo (Siria y Líbano), se extendió la **civilización fenicia**. Fue un pueblo de grandes comerciantes y navegantes que utilizaron la **navegación de cabotaje** (es decir, de cabo a cabo, sin perder de vista la costa) para alcanzar incluso las Islas Británicas de donde procedía el estaño, que empleaban en la fabricación de bronce. Además comerciaban con vidrio, aceite, vino, especias, tejidos (seda, lino, algodón, telas de hilo), oro, mirra, piedras preciosas, ámbar, marfil, perlas, etc.

Los buques que utilizaban eran pequeños, de 20 a 30 metros de eslora y entre 6 y 8 metros de manga, con calado de 1,5 metros y tripulaciones de unos 20 hombres. Como medios de propulsión utilizaban el **remo** y la **vela cuadra**.

Los fenicios constituyeron *de facto* un monopolio sobre las rutas marítimas y el comercio que abarcaba las costas conocidas. Tenían unos servicios de transporte marítimo con características de líneas regulares. Asimismo fueron los precursores del **préstamo a la gruesa** que después perfeccionaron y utilizaron griegos y romanos y que fue la forma de financiar y compartir riesgos, pérdidas y beneficios del transporte marítimo durante siglos.

Dicha figura consiste en que el prestamista entrega cierta cantidad de dinero a un naviero sobre bienes expuestos a riesgos marítimos, de modo que si el viaje acaba con éxito, el naviero le devuelve al prestamista el capital más una prima, mientras que si el buque naufraga o no llega a puerto, el naviero no le debe nada al prestamista. El préstamo a la gruesa constituye un precedente del seguro marítimo.

El préstamo a la gruesa se utilizó durante siglos. El más famoso es el que firmaron Cristóbal Colón y los Reyes Católicos en las Capitulaciones de Santa Fe, en 1492, donde se estipularon, entre otras cuestiones, las condiciones del reparto de beneficios que reportaría el viaje de Colón, y donde se reconocía que la financiación del mismo por parte de los Reyes Católicos se hacía mediante un préstamo (a la gruesa) de Luís de Santángel.

Recuérdese también “El Mercader de Venecia” de Shakespeare, de finales del siglo XVI, donde Antonio (el mercader del título) tiene todo su dinero invertido en sus barcos en el extranjero y cuando su amigo Bassiano le pide 3.000 ducados para enamorar a la bella Portia, Antonio recurre a Shylock, el judío prestamista, ofreciéndose como aval para Bassiano.

*Shylock (hablando de Antonio): “Lo tengo por solvente. Sin embargo sus recursos son hipotéticos; tiene un galeón con destino a Trípoli; otro en ruta para las Indias; he sabido además, en el Rialto, que tiene un tercero en Méjico y un cuarto camino de Inglaterra. Posee algunos más, esparcidos aquí y allá. Pero los barcos no están hechos más que de tablas; los marineros no son sino hombres; hay ratas de tierra y ratas de agua; ladrones de tierra y ladrones de agua; quiero decir, piratas. Además existe el peligro de las olas, de los vientos y de los arrecifes. No obstante el hombre es solvente. Tres mil ducados. Pienso que puedo aceptar su pagaré”. Acto I, Escena III*

*El Mercader de Venecia, W. Shakespeare, 1595?*

Después de los fenicios, otros pueblos de la Edad Antigua que fomentaron el comercio marítimo fueron los **egipcios**: Alejandría y Pharos eran los puertos más importantes; construyeron el faro de Alejandría, en el siglo III AC, como ayuda a la navegación; y utilizaban el transporte fluvial a lo largo del Nilo para el sostenimiento del imperio como ruta de abastecimiento y de comunicación. Las condiciones del Nilo eran muy favorables: los barcos lo remontaban a vela y descendían impulsados por la corriente.

Por su parte, los **romanos** construyeron un imperio que supuso la extensión de un único modelo político, legislativo, administrativo y social por todo el Mediterráneo y que alcanzó su máxima dimensión hacia el siglo II DC, con Trajano. Tras la República, las guerras púnicas, y la expansión de sus fronteras, llegó el periodo de *Pax Romana* y de control del **Mare Nostrum**. En ese momento dominaban gran parte de la Europa actual, incluyendo la parte meridional de la isla de Gran Bretaña, la totalidad de la cuenca medi-

terránea, incluyendo todo el norte de África, Palestina y Siria, parte del Atlántico Norte, al menos hasta Canarias, y prolongando su poder al noreste por Mesopotamia y Asiria hasta el Éufrates, Asia Menor y Armenia.

Los romanos fueron grandes ingenieros, construyeron **puertos** y organizaron una red de **calzadas** que aseguraban el abastecimiento de Roma desde todos los extremos del Imperio, y cuyo fin último era el desplazamiento de las tropas para el mantenimiento de las fronteras. Una de las más importantes fue la Vía Augusta, que aunque en su origen fue una calzada de carácter militar, se convirtió en una importante vía de relaciones comerciales, potenciada por su proximidad a puertos como los de Ampurias, Tarragona, Sagunto, Denia, Cartagena, Almería, Málaga, Algeciras y Cádiz, entre otros.

Existían dos grandes categorías de naves romanas: las **galeras**, barcos militares con tracción a remo (los galeotes eran esclavos o delincuentes condenados a remar) y dotados también con velas cuadradas; y las naves onerarias, dedicadas al comercio, con tracción a vela y pocos remos porque necesitaban el espacio de las bodegas para la carga. La mercancía se transportaba en ánforas, estibadas cuidadosamente, protegidas por paja y atadas entre ellas o a las tablas del buque. Los productos transportados eran frutas y verduras, salazones, aceites, especias, tejidos (seda, lana, pieles), minerales y metales preciosos (oro, plata, cobre, marfil, coral y piedras preciosas), otros metales como estaño, hierro y plomo, y materiales de construcción como el mármol.

En aquella época la información gráfica era vital y un gran secreto en manos de las familias de navieros. Había planos de puertos (**portulanos**), de travesías (**periplos** o cuadernos de navegación, que incluían una descripción minuciosa del litoral, fondeaderos, corrientes, dirección de los vientos y entrada a los puertos) y mapas marítimos.

## **Caída de Roma y Alta Edad Media (siglos V a XI)**

Tras la caída del Imperio Romano en el año 395, reapareció la piratería, aumentó la inseguridad y el cristianismo, entre otras causas, supusieron la práctica desaparición del comercio y del tráfico marítimo, que no volvió a alcanzar el nivel de los romanos hasta los siglos XII o XIII, en la Alta Edad Media.

Durante milenios la vela fue útil sólo con viento de popa, pero los navegantes árabes introdujeron en el siglo IX la **vela latina** (triangular), posiblemente mejorando la idea

de las velas que se usaban en el Índico, sucesoras de las velas egipcias. La vela triangular permitía utilizar vientos que soplasen en dirección diferente a la de popa. Su uso se extendió por el Mediterráneo en el siglo X. No obstante, la vela cuadrada sobrevivió hasta la desaparición de los barcos de vela comerciales, porque era más eficaz que la triangular en los viajes largos.

Al final del primer milenio, los árabes eran grandes expertos en **astronomía**.

En el siglo XI, las **ferias comerciales** y las **peregrinaciones**, así como la paz continuada y el aumento demográfico y de la riqueza reactivaron el comercio y el transporte de mercancías.

### **Baja Edad Media (siglos XII a XV)**

En la Baja Edad Media, a partir del siglo XII, se reconstruyeron las calzadas romanas y los puentes, sobre los que se establecía un peaje de paso, en ocasiones muy elevado, lo que favoreció a los tráficos fluviales y marítimos. Además, la aparición de la figura del **Consulado** en las ferias, como tribunal de resolución de controversias y desavenencias de carácter mercantil, supuso una garantía de que las relaciones comerciales se desarrollaban con normalidad. El **Consolat del Mar** de la ciudad de Valencia, instaurado en 1283, tenía como misión regular y legislar las actividades económicas y las relaciones marítimas. De esta época es la difusión del uso de la **brújula**, que trajo Marco Polo desde China. La utilización del compás permitió fijar un rumbo (dirección respecto al norte magnético) y navegar tanto fuera de la temporada de vientos favorables, como con cielos nublados que ocultan el sol y las estrellas. Al principio se desconocía el problema de la declinación magnética (ángulo entre el norte magnético y el norte geográfico), pero en cortas distancias el compás suponía una buena aproximación.

Los tipos de naves más comunes eran las galeras para el uso militar y la **coca** para el transporte de mercancías. Se trataba de un barco robusto, redondeado y de poca eslora, con 1 o 2 mástiles y velas cuadas, al que ya en el siglo XIII se le incorporó el **timón de codaste**.

En el siglo XIII hubo importantes avances mercantiles como la **acuñación de moneda** y aparición de la figura del “**banquero**” como persona cuyo nombre representa una garantía de pago. De este siglo son las primeras **sociedades mercantiles**, las primeras **universidades**, la **Hansa** y el **libro del Consolat del Mar**.

**La Hansa o liga hanseática** era una asociación de ciudades del centro y norte de Europa, propiciada por los mercaderes residentes en dichas ciudades, con el propósito de comerciar libremente entre ellas, y otros objetivos como la solidaridad mutua y la protección conjunta de los mercaderes.

Por su parte, el **libro del Consolat del Mar**, compilado a lo largo del siglo XIII y redactado en Valencia de forma definitiva en 1350, es la primera obra que recopilaba las leyes y costumbres marítimas y se convirtió en el primer tratado sobre derecho marítimo. Se tradujo al castellano, francés, italiano e inglés, y constituyó la base de muchas legislaciones mercantiles. Fue un código vigente en todo el Mediterráneo hasta finales del siglo XVII, y en España hasta el siglo XIX, cuando se promulgó el primer código de comercio. Incluía además las “**ordenaciones de los consellers**” de Barcelona sobre seguros, las primeras conocidas de este tema.

En el siglo XIV, se produce una recuperación general del comercio y se alcanzan niveles de tráfico marítimo similares a los del imperio romano, a pesar del retroceso económico y demográfico ocasionado por las guerras y la peste. Los avances mercantiles de esta época son el **giro**, que permitió “transportar” dinero en los barcos sin tener que llevarlo físicamente, y la **contabilidad mercantil**. Además se produjo un gran crecimiento de la construcción naval.

A finales de esta época se recupera el concepto de **esfericidad** de la tierra, idea mantenida a lo largo de la historia por filósofos y científicos, pero rechazada socialmente en algunos periodos.

## **Renacimiento y Siglo de Oro**

A finales de la Edad Media, en el siglo XV aparecen la **letra de cambio** y algo después el **endoso, protesto y recambio**; y las **taulas de canvis**, precedentes de los bancos públicos, protegidas por el estado, que supusieron una nueva fuente de financiación para las operaciones comerciales.

Las **letras de cambio** cumplían varias funciones: por una parte, de crédito; por otra, de transferencia de fondos; y finalmente, de cambio propiamente dicho. Su uso se generalizó rápidamente y se negociaban tanto en las ferias más importantes como en los centros de actividad económica y financiera.

Con el declive de la Hansa, el centro de gravedad económico se traslada desde el norte de Europa a la Península Ibérica. Es el **siglo de oro valenciano**, con dominio de la ciudad de Valencia en las transacciones comerciales del Mediterráneo. Además la ciudad tuvo una gran relevancia política y cultural. Los comerciantes se reunían en la **Lonja** de los Mercaderes, o Lonja de la Seda, debido a la importancia de este negocio para la ciudad. Desde su construcción, era la sede del Consolat del Mar, mesa de cambios y centro neurálgico de operaciones comerciales. Banqueros, cambistas, usureros y mercaderes se asentaron en la ciudad, desde donde controlaban el comercio agrotéxtil. Luís de Santángel fue un importante banquero de la época que trabajó para la Corona Aragonesa que, como ya se ha comentado, financió los viajes de Colón.

El siglo XVI es la **era de los descubrimientos** y de un nuevo cambio de centro de gravedad de las rutas comerciales desde el Mediterráneo hacia el Atlántico, con Sevilla como puerto clave en el que se funda en 1503 la **Casa de la Contratación**, institución creada para gestionar el monopolio del comercio con América, apoyada por el Consulado de Sevilla. Este agrupaba al gremio de comerciantes y cargadores a las Indias desde mediados del XVI y se convirtieron en los grandes beneficiarios de estos tráficos.

Poco a poco habían ido mejorando las técnicas de construcción naval y a finales del siglo XV había dos clases de barcos: la **carabela** portuguesa, como la máxima expresión de la técnica del tingladillo (los tabloneros del casco se disponen de modo que cada tabla se superpone ligeramente una sobre otra, empezando desde la quilla y hacia popa), todavía con velas cuadradas, aunque también llevaba velas latinas, lo que les permitía ajustar mejor la dirección al viento; y la **nao**, primer barco que se construye con métodos modernos, es decir, primero la estructura y después el forro. Este buque tenía varias cubiertas, y llevaba normalmente tres mástiles. La carabela es una embarcación de menor eslora que la nao, y mayor proporción entre eslora y manga, más ligera y con gran capacidad para ceñir, cualidades que la hacía especialmente apropiada para misiones de exploración. Fue muy utilizada por los portugueses y los españoles en la costa africana.

Para garantizar el monopolio y la seguridad del tráfico, se estableció una fórmula conocida como la **Carrera de las Indias**: los barcos navegaban obligatoriamente en convoy, con escolta militar y rutas fijas. A la larga, esta organización pesó en la agilidad del comercio, debido a la lentitud de la navegación y a la rigidez de las fechas; además encarecía el transporte, puesto que la defensa se sufragaba en parte por el comercio. Este sistema producía el desabastecimiento del mercado americano y favorecía el contrabando. Por el

contrario, el sistema inglés, de viajes aislados o barcos de 2 en 2, favoreció las relaciones comerciales privadas.

## La Ilustración y la Revolución (siglos XVII y XVIII)

A lo largo del siglo XVII se avanza hacia la **liberalización comercial** preconizada por los holandeses (*mare liberum*). En 1602 se constituye la **Compañía Holandesa de las Indias Orientales**, antecedente de las sociedades anónimas: los socios eran responsables mancomunadamente en cada negocio emprendido por la sociedad, pero sólo con el capital aportado a la Compañía, no con sus patrimonios privados.

Frente a la supremacía comercial holandesa, Cromwell en representación de la burguesía inglesa y para proteger a sus Compañías de Indias, promulgó en 1651 el “**Acta de Navegación**”, primera ley de la **política proteccionista** de Inglaterra (*mare clausum*), opuesta al librecambismo en perjuicio de los intereses comerciales de los Países Bajos, de los que Inglaterra había sido cliente hasta entonces.

La ingeniería naval sigue avanzando. Es la época del **galeón**. El porte de los buques aumenta hasta que queda limitado por la técnica y la calidad y escasez de la madera ya en el siglo XVIII: la construcción naval masiva produjo la sobreexplotación de los bosques en Europa, con un enorme impacto ambiental. Los astilleros del sur de Europa se abandonaron por la mala calidad de la madera disponible.

A finales del siglo XVII, en la **taberna de Edward Lloyd**, en la londinense *Tower Street* las apuestas dan origen al **seguro marítimo**. Se ve la necesidad de mejorar la información sobre los buques, los viajes, la mercancía, etc. para poder apostar mejor y ganar más dinero. Eso originó la **inspección de buques**.

Uno de los manuscritos que se reconocen como de los primeros **Conocimientos de Embarque** (*Bill of Lading*, B/L) data de 1675. Cuando las figuras de naviero, armador y propietarios de las mercancías coincidían en una sola persona, no era necesario disponer de documentos que justificaran la propiedad de las mercancías. En el momento en que se separan las figuras de comerciante y naviero, y aparecen los agentes representantes del cargador, surge el primer antecedente del conocimiento de embarque: el **cartulario del buque**, documento que registraba las mercancías embarcadas, y del que se hacían extrac-

tos para los cargadores (antecedente de títulos volantes). Así hasta el siglo XVII tenían únicamente carácter de recibo expedido por el naviero de la mercancía entregada por el cargador. A partir de esa fecha, se añade la función de prueba de la existencia de un contrato de transporte y empieza a haber formularios tipo. A finales del siglo XVII se añade la función de título valor, o sea la de documento que acredita la propiedad de la mercancía. Al principio los conocimientos no tenían excepciones de responsabilidad, pero a mediados del siglo XVIII las navieras empezaron a utilizar cláusulas de exoneraciones por peligros del mar, “Actos de Dios”, enemigos del Rey, incendio, piratas,... hasta un nivel tal que motivó el profundo descontento de cargadores y finalmente, con el desarrollo de las líneas regulares, la necesidad de normalizar la situación mediante acuerdos nacionales (Harter Act de 1893) e internacionales (Reglas de La Haya, La Haya-Visby y Hamburgo).

### **La Revolución Industrial (siglo XIX)**

En el siglo XVII se inventa la **máquina de vapor**, cuyas mejoras propiciaron la Revolución Industrial. Robert Fulton desarrolló el **primer barco de vapor comercial**, que navegó por primera vez en 1807 en aguas del río Hudson.

Se establecen **comunicaciones ferroviarias** en el interior de los países que multiplican las posibilidades de intercambios comerciales.

En una primera etapa del transporte marítimo, la mercancía era propiedad del comerciante-armador. En una segunda etapa, el armador estaba al servicio de productores o comerciantes, pero existía una reserva por pabellón: cada país imponía medidas proteccionistas para su flota y su comercio. Finalmente, en este siglo desaparecen los monopolios y el armador se convierte en un transportista internacional sujeto a normas de libre mercado quedando separadas las funciones de comerciante y naviero.

Como consecuencia del motor de vapor, los tiempos de viaje son más predecibles y controlables y aparecen las **primeras líneas regulares** de navegación tal y como se las conoce en la actualidad.

La sustitución de la madera primero por **hierro** y luego por **acero** como materiales de construcción naval favoreció el aumento del tamaño y de la capacidad de los buques, con ventajas como una construcción más sencilla, mayor capacidad de carga en buques de

acero sobre los de madera para el mismo tamaño (porque el material es más resistente y hacen falta menos mamparos interiores); los buques de acero pueden tener más y mayores escotillas que los de madera y por tanto la carga y descarga es más rápida y se puede transportar bajo cubierta mercancía de dimensiones superiores a las que permite un barco de madera; y finalmente el coste del seguro en buques de acero es menor que en los de madera porque tienen menos accidentes y averías.

Así mismo, la **hélice**, frente a las ruedas de paletas, es otro invento que contribuye a la evolución de la navegación, mejorando la hidrodinámica de los buques. Su uso se generalizó a partir de 1845.

Hasta el siglo XVIII, la **especialización de los buques** en función de las cargas a transportar, con excepciones como algunos barcos romanos, fue mínima coincidiendo en cada barco toda clase de mercancías, incluso pasajeros, aunque en las grandes rutas comerciales sí hubo cierta correspondencia entre el tipo de buque y la carga. El transporte masivo de esclavos en el siglo XVIII y la gran emigración europea desde las zonas rurales hacia América y Australia iniciada en el siglo XIX, promovieron la diferenciación del transporte de personas del transporte de mercancías, si bien la forma y condiciones de transporte de los esclavos se parecía más a la de mercancías que a la de seres humanos.

En 1886 se botó el buque alemán Glückauf, el primer buque destinado exclusivamente al transporte de petróleo crudo a granel.

En 1869 se inaugura el **Canal de Suez**, que supone la desaparición de la vela de la navegación comercial por dos motivos: en esa zona hay muy poco viento y además los buques atraviesan zonas con fácil aprovisionamiento de carbón.

Tras la tormenta del 25 de octubre de 1859, que duró hasta el 9 de noviembre en Inglaterra, y que dejó tras de sí 325 buques hundidos y 748 muertos, las compañías aseguradoras, que hasta ese momento se preocupaban de la seguridad de las mercancías y el buque, comenzaron a preocuparse también de la forma en que se construía el buque. En esta época proliferan las **compañías clasificadoras** de buques: empresas que hacían una revisión periódica de los mismos y les otorgaban un certificado sobre su buen estado. Aún así, el objetivo seguían siendo la carga y el buque, y no las vidas humanas a bordo. Morse inventa el **telégrafo** y a finales de siglo aparece el **telégrafo sin hilos**, y el **radiotelegrafista a bordo**, lo que permitían la comunicación entre el naviero y el capitán.

El casco de acero y el **uso de las grúas** como medios de apoyo a la carga y descarga favorecen la aparición del **transporte a granel**.

Otro importante adelanto técnico de este siglo fue la invención del **cronómetro**, elemento imprescindible para calcular la posición geográfica con la observación astral: para determinar la longitud, además de medir la altura (ángulo sobre el horizonte) es necesario fijar con precisión el instante de la observación. Esto permitió a los marinos conocer su posición y evitar que los barcos sufrieran desviaciones de sus rumbos tan grandes que incluso provocaban la muerte por inanición antes de haber alcanzado puerto.

En el siglo II AC, Hiparco de Rodas fijó un primer meridiano 0° pasando por Rodas, para referenciar el este y el oeste a los navegantes. Ptolomeo, en el siglo II DC fijó otro. En 1884 se fija el **meridiano 0°** en Greenwich, mediante una conferencia internacional, pues en ese momento había 11 meridianos 0° distintos, porque cada potencia marítima había fijado el suyo, generalmente en su capital. Se optó por este porque como consecuencia de la calidad y predominancia de los cartógrafos ingleses, la mayor parte de la flota comercial mundial usaba como meridiano 0° el de Greenwich.

En este siglo aparece la **náutica deportiva**, y pronto la primera regata estable, la que se conoce como **America's Cup**.

### Primera mitad del siglo XX

En 1904 se inaugura el **Canal de Panamá**. Fue una complejísima obra de ingeniería que supuso una mejora sustancial para la navegación, al ahorrar 13.000 kilómetros de viaje, con algunos tramos muy peligrosos, como el Cabo de Hornos, con fuertes vientos y oleaje y la presencia de icebergs.

El Canal de Panamá supone una limitación al tamaño de los buques (dimensiones y capacidad) y a la evolución de las navieras, que fue más evidente y más limitante con el paso del tiempo y el aumento del tamaño de los buques, fenómeno vinculado al crecimiento del comercio mundial.

Los primeros años del siglo XX fueron la época dorada de los **grandes transatlánticos**, que facilitaron las migraciones desde toda Europa (Italia, Irlanda, Norte de Europa) hacia Estados Unidos. Los buques fueron creciendo de tamaño entre 1910 y 1950 hasta

los 300 metros de eslora, más de 11 metros de calado y con capacidad para 2.500 a 3.000 pasajeros. Eran buques con propulsión a vapor muy rápidos, navegando a más de 20 nudos. Tardaban 7 días en hacer la travesía atlántica.

La **aviación** aceleró el final de este tráfico que resultaba muy caro para las navieras. A causa del gran tamaño de los buques, estos no se pudieron reconvertir para destinarlos a otros tráficos y se desguazaron en muy poco tiempo. Por su parte, los buques que se utilizaban para pasaje entre España y Sudamérica no eran tan grandes, y perduraron tras la Primera Guerra Mundial, la mayoría con actividad mixta entre pasaje y carga; finalmente se reconvirtieron en mercantes.

En 1912 zarpó el Sealandia, primer buque con **propulsión diesel**. En la primera mitad del siglo XX en Europa se acentuó el uso de la propulsión diesel, mientras que en Estados Unidos prevalecía la turbina de vapor.

Tras la primera Guerra Mundial aparecieron el **radiogoniómetro**, el **radiofaro** y la **aguja giroscópica**, importantes elementos de ayuda a la navegación.

El aumento del volumen de mercancías a transportar favoreció la especialización de los buques y el incremento de tamaño de los mismos para conseguir economías de escala. Así, aparecen buques especializados en los tres grupos clásicos de mercancías: graneles líquidos, graneles sólidos y mercancía general.

En 1905 se creó en Copenhague la **BIMCO**, la organización marítima privada más grande del mundo, que representa a armadores de más de 120 países que suponen alrededor del 65% de la capacidad de transporte mundial y a la que también pertenecen otros agentes relacionados con el negocio marítimo. Tiene el objetivo de autorregular el sector y proteger a sus miembros con asesoramiento e información de calidad, facilitar la armonización y estandarización de prácticas marítimas y comerciales y los contratos vinculados a las mismas, en un escenario sin organismos internacionales ágiles o capaces de hacerlo.

Unos años más tarde, en 1919, en París, los empresarios mundiales crearon la **Cámara de Comercio Internacional** (CCI), con el ánimo no sólo de doctrinar, especialmente en la compra-venta internacional, sino también de arbitrar.

En esta época nacen las **Reglas de La Haya** sobre los Conocimientos de Embarque (Convención Internacional de Bruselas de 1924) y más tarde las de **La Haya-Visby** (Convención Internacional de Bruselas de 1968) con una orientación protectora hacia el naviero.

En el marco de las negociaciones que pusieron fin a la Primera Guerra Mundial se fundó la **Organización Internacional del Trabajo** (OIT; International Labour Organization, ILO) en 1919 como parte del Tratado de Versalles. En 1946 la OIT se convirtió en la primera agencia especializada de la recién creada ONU. Desde su origen la OIT se encarga de la elaboración y supervisión de las Normas Internacionales del Trabajo. Tiene carácter tripartito, con representantes de gobiernos, empleadores y trabajadores. La OIT ha elaborado convenios y recomendaciones internacionales que afectan a la gente de mar en aspectos como los siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Algunos Convenios y Recomendaciones de la OIT sobre gente de mar

Año	Convenios y Recomendaciones
1920	C8, Condiciones sobre las indemnizaciones de desempleo (naufragio)
1920	C9, Convenio sobre la colocación de la gente de mar
1920	R9, Recomendación sobre los estatutos naciones de la gente de mar
1920	R10, Recomendación sobre el seguro de desempleo (gente de mar)
1926	C22, Convenio sobre el contrato de enrolamiento de la gente de mar
1926	C23, Convenio sobre la repatriación de la gente de mar
1926, 1996	R28 y R 185, Recomendación sobre la inspección de trabajo (gente de mar)
1927	R29, Recomendación sobre el seguro de enfermedad
1936	C56, Convenio sobre el seguro de enfermedad de la gente de mar
1936, 1946, 1949	C57, C76 y C93, Convenio sobre salarios, horas de trabajo a bordo y la dotación
1936, 1996	R48, Recomendación sobre las condiciones de estada de la gente de mar en los puertos
1946, 1987	C70 y C165, Convenio sobre la seguridad social de la gente de mar
1946	C71, Convenio sobre las pensiones de la gente de mar
1936, 1946, 1976	C54, C72 y C146, Convenio sobre las vacaciones anuales pagadas (gente de mar)

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

Año	Convenios y Recomendaciones
1958, 2003	C108 y C185, Convenio sobre los documentos de identidad de la gente de mar
1958	R 108, Recomendación sobre las condiciones sociales y de seguridad de la gente de mar
1970	C134, Convenio sobre la prevención de accidentes (gente de mar)
1970	R137, Recomendación sobre la formación profesional (gente de mar)
1970, 1987	R138 y R173, Recomendación sobre el bienestar de la gente de mar
1970	R139, Recomendación sobre el empleo de la gente de mar (evolución técnica)
1970	R142, Recomendación sobre la prevención de accidentes (gente de mar)
1976	C145, Convenio sobre la continuidad del empleo (gente de mar)
1976	R154, Recomendación sobre la continuidad del empleo (gente de mar)
1987	C163, Convenio sobre el bienestar de la gente de mar
1987	C164, Convenio sobre la protección de la salud y la asistencia médica (gente de mar)
1987	C166, Convenio sobre la repatriación de la gente de mar
1996	C178, Convenio sobre la inspección de trabajo (gente de mar)
1996	C179, Convenio sobre la contratación y la colocación de la gente de mar
1996	R186, Recomendación Convenio sobre la contratación y la colocación de la gente de mar

Fuente: Organización Internacional del Trabajo

## Segunda Mitad del Siglo XX

Por su parte, la Segunda Guerra Mundial supuso la introducción de grandes avances tecnológicos, aplicados en un principio al ámbito de la construcción naval y la navegación militar. Es el caso del **radar** y del **sonar** que en sus inicios sirvieron para detectar aviones y submarinos y que después se utilizaron como herramientas de posicionamiento. O el uso de la **soldadura** que respondía a la necesidad de reconvertir buques mercantes en militares y hacer reparaciones rápidas en los buques dañados. Asimismo se produjeron avances en meteorología marina, como en las técnicas de **predicción**

**de oleaje** que contribuyeron a la organización del desembarco de Normandía, o el **estudio de las corrientes de retorno**, para analizar si las lanchas de desembarco podían acercarse o no a la orilla.

El desembarco de Normandía supuso la consolidación de un nuevo tipo de transporte marítimo y con él, de una nueva tipología de terminal portuaria: el Roll-on Roll-off. En cierto modo podría decirse que Omaha Beach fue la primera gran terminal ro-ro, aunque el tráfico ro-ro nació en 1833 en Escocia para el transporte marítimo de vagones de ferrocarril cargados con mineral.

Tras la Segunda Guerra Mundial y en respuesta a un círculo de proteccionismo, devaluaciones competitivas y represalias comerciales, se creó en 1947 en La Habana el **GATT** (*General Agreement on Tariffs and Trade*, o Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio), que impulsó la reducción de aranceles entre los Estados miembros. Periódicamente fueron sucediéndose rondas de negociación sobre diversos sectores. En la Ronda de Uruguay (1986-1993) se acordó la creación de la **Organización Mundial del Comercio** (OMC; World Trade Organization, WTO, en inglés), fundada en 1995, con estructura funcional, más allá del carácter de acuerdo temporal del GATT, para ocuparse de las normas que rigen el comercio entre los países.

Así mismo, tras la Segunda Guerra Mundial, se creó la **Organización de las Naciones Unidas** (ONU), que hizo una propuesta de regulación del tráfico marítimo mediante las **Reglas de Hamburgo** de 1978, en contrapartida a las de La Haya-Visby, que refuerzan la posición del cargador frente al naviero, ratificadas por muy pocos países.

Tanto las Reglas de La Haya como las de La Haya-Visby, determinan que la responsabilidad del naviero respecto a la carga va entre puntos “bajo gancho” (con la mercancía cargada en la grúa y sobre la cubierta del buque) en puerto origen y puerto destino. Además se trata de una responsabilidad condicionada, no implícita: en caso de daños, el peso de la prueba recaería en el cargador.

Por su parte, en las Reglas de Hamburgo la responsabilidad del naviero va desde el puerto de origen hasta el puerto de destino y en caso de daños, es él el que debe demostrar que no es culpable de los mismos.

No hay que olvidar que estas reglas son aplicables no sólo a las mercancías, sino también a las personas en cruceros y a los pasajeros en tránsito, que pueden ver muy mermados sus derechos en caso de reclamación.

La ONU y la OMC se crearon para controlar las relaciones internacionales y comerciales respectivamente. También se creó el **Fondo Monetario Internacional (FMI)** en 1945 para regular las relaciones monetarias.

En 1958 se fundó la **Organización Marítima Internacional (OMI; International Maritime Organization, IMO en inglés)**, agencia especializada de la ONU que promueve la cooperación entre Estados y la industria marítima en temas como eficiencia de navegación, prevención y control de la contaminación marítima causada por buques y seguridad (*safety*) marítima. La OMI es responsable del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS, 1960) y del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques (MARPOL 73/78).

A partir de la segunda mitad del siglo XX, los cambios se suceden con rapidez, al mismo tiempo que aumenta y mejora la gobernanza. Los gobiernos y los organismos supranacionales regulan cada vez más el transporte multimodal en respuesta a la demanda de la industria, el comercio y la sociedad. Los párrafos anteriores son ejemplos de esto.

En cuestiones relativas al comercio internacional o temas transnacionales, como el medio ambiente o la seguridad (*safety* y *security*) es donde más importancia cobra la cooperación. Los organismos internacionales públicos y privados, las asociaciones interregionales, o incluso algunos países aprueban Convenios, Reglas, Recomendaciones, Normas, etc., con diferente grado de obligatoriedad de trasposición y cumplimiento para los países o miembros que los suscriben. La Tabla 2 recoge la mayor parte de las asociaciones y organizaciones marítimas existentes:

**Tabla 2. Asociaciones y Organizaciones marítimas**

American Institute of Maritime Underwriters
Association of Ship Brokers and Agents
Baltic and International Maritime Council (BIMCO)
Baltic Exchange
Comité Marítimo Internacional (CMI)
Hong Kong Shipowners' Association
Institute of Chartered Shipbrokers
Institute of International Container Lessors
Institute of Maritime Engineers
International Chamber of Shipping
International Maritime Organization (IMO)
International Ship Suppliers Association
Intercargo
Intertanko
International Oil Pollution Compensation Fund
Maritime Law Association of the U.S.
Norwegian Shipowners Association
Pacific Maritime Association
Propeller Club
Society of Maritime Arbitrators (N.Y.)
Society of Naval Architects and Marine Engineers
Tanker Owners Pollution Federation Ltd. (ITOPF)

Fuente: Sapiña (2006)

Como antecedentes del contenedor pueden citarse las iniciativas de los ferrocarriles británicos, a principios del siglo XX, estadounidenses, en los años 20, y holandeses, en los años treinta, que utilizaron unas cajas de tamaño estandarizado para el transporte de mercancías. Dichos intentos se desestimaron debido a los grandes costos de manipula-

ción. Igualmente hubo varias iniciativas de transporte integrado ferrocarril-buque, como el desarrollado por la Seatrain Line que transportaba vagones de ferrocarril en buques entre Nueva York y Cuba en 1929.

Durante la Segunda Guerra Mundial, el ejército de los Estados Unidos utilizaba un sistema de cajas estandarizadas para el transporte de provisiones y armamento. También pusieron en práctica la idea de transportar camiones en los buques.

Pero fue Malcom McLean (nacido en 1913), el que finalmente sentó las bases del **contenedor** actual al concebir un sistema que permitía el transporte intermodal sin ruptura de carga entre expedidor y destinatario.

McLean fundó en 1934 una empresa de transporte terrestre junto con sus hermanos, la McLean Trucking Co. de Carolina del Norte, que con el tiempo se convirtió en la segunda más grande del país, con 1.770 camiones y 32 terminales. El propio McLean conducía un camión en los orígenes de la compañía.

McLean desarrolló un plan para transportar sus camiones en buques desde Carolina del Norte hasta Nueva York, por la costa este de Estados Unidos, y evitar así por una parte los inconvenientes de cruzar varias fronteras estatales y por otra los sobrecostos económicos y de tiempo de descargar los camiones en el puerto de embarque y cargarlos en el de desembarque. Como al subir el camión completo al buque éste perdía mucha capacidad de carga, McLean modificó esa primera idea con el fin de embarcar solo la carga y no el chasis de los camiones.

Las leyes estadounidenses prohibían a una compañía de camiones tener una línea naviera, y por eso McLean vendió la empresa de transporte terrestre y compró la PanAtlantic Steamship Company con el fin de utilizar sus buques para transportar contenedores. Los siete buques de la naviera no dieron los resultados esperados, así que se vendieron y se adquirieron petroleros de la Segunda Guerra Mundial, que se modificaron colocándoles una sobrecubierta para transportar los contenedores.

El 26 de abril de 1956 zarpó del Puerto de Newark con destino al Puerto de Houston el Ideal-X, primer **buque portacontenedores**, con 58 contenedores de 35 pies.

Como grandes ventajas desde sus orígenes puede citarse que el contenedor reduce de modo considerable los costes de manipulación portuaria. Además disminuye ampliamente los tiempos de carga y descarga, mejora la productividad del buque y del puerto o la terminal, y reduce la exposición de la mercancía a averías, hurtos y pérdidas.

El contenedor no es más que un elemento de transporte para mover mercancías dentro de él, con la importante particularidad de que es reutilizable, y que eso obliga a que en ocasiones tiene que ser devuelto (posicionado) vacío, pasando en esas circunstancias a ser considerado como mercancía. Y esto se debe a que por su propia génesis los contenedores fueron parte de la oferta de las navieras, que vieron en él ventajas competitivas frente a la mercancía general (*break bulk*) convencional. Así, en su mayoría, las navieras asumieron el coste que supone el contenedor por su adquisición o su alquiler, y aún con, ambos los costes de su logística (almacenaje, mantenimiento, inspecciones, manipulación, transporte vacío, etc.).

Hay que señalar aquí el caso especial del SOC (*Shipper owned container*), en que el dueño de la mercancía, ya sea como cargador o como receptor, es responsable del contenedor. En este caso, lleno o vacío, el contenedor no es de la naviera y por tanto el transportista marítimo lo considera “mercancía”.

El bajo coste del transporte marítimo cambió la geografía económica mundial, facilitando la localización de factorías en puntos donde la mano de obra es más barata.

Hasta bien entrados los años 60, el desarrollo del transporte en contenedor fue lento. La normalización de tamaños, primero por la American Standards Association en 1960/61, y en 1965 por la ISO, y en 1967 la definición de las características de las cantoneras, supusieron un gran impulso a la contenedorización al ampliar las posibilidades del transporte intermodal. Esto afecta al transporte terrestre, las obras civiles, el diseño y construcción de terminales portuarias e interiores, los equipos de manipulación y a las medidas de *pallets*, de cajas e incluso de la propia mercancía.

En 1960 la Pan-Atlantic Steamship Corporation cambió su nombre por el de Sea-Land Service. McLean fue añadiendo buques y rutas a su negocio. En 1999 los servicios internacionales de la Sea-Land fueron adquiridos por Maersk, que pasó a llamarse Maersk Sealand.

Es necesario mencionar que el contenedor no es el único elemento de transporte ampliamente extendido. Cualquier sistema de unitización de la mercancía general permite la manipulación simultánea de carga, mejorando el rendimiento de la operación y la seguridad de la mercancía. Como técnicas de unitización pueden citarse los *pallets*, el preslingado (paquetes, *big bags*), el tráfico ro-ro y el contenedor.

El *pallet* es un elemento del que suele hacer uso la propia mercancía dentro del contenedor, y que tiene flujos distintos al del contenedor en gran parte de la cadena. En general, los *pallets* son propiedad del cargador o del receptor, no de la naviera, y en el caso del transporte marítimo, la mayoría de las veces, no se recuperan. En los casos de transporte terrestre donde sólo interviene el camión, sí suele haber intercambio de *pallets* vacíos por llenos.

En 1959 el Savannah fue el primer buque mercante con **propulsión nuclear**. Provocó cierto conflicto social y además las compañías de seguro se negaron a cubrir los efectos de los accidentes que pudiera ocasionar este tipo de buque. Por estas causas la propulsión nuclear para la navegación comercial fue desestimada.

Los dos cierres del Canal de Suez a la navegación, en 1956 (por la invasión de Egipto) y sobre todo el de 1967 (dentro de las hostilidades de la Guerra de los Seis Días entre Egipto e Israel), tuvieron grandes repercusiones económicas que desembocaron en la crisis del petróleo de 1973. Algunas consecuencias de la misma fueron que los ingleses empezaron a explotar las plataformas *offshore* del Mar del Norte para la extracción de petróleo; en Holanda se produjo un *boom* en el uso de la bicicleta; y los buques, especialmente los petroleros procedentes de Oriente Medio, que tenían que dar la vuelta a África doblando por el Cabo de Buena Esperanza, crecieron de tamaño para rentabilizar el rodeo que debían hacer con una mayor cantidad de petróleo transportado. Es la época de los **superpetroleros** (ULCC, *Ultra Large Crude Carrier*), de hasta 450 metros de eslora.

Con la reapertura del Canal de Suez en 1975, las navieras volvieron a utilizar esta ruta, más corta y económica, y centraron su interés en buques más pequeños, más ligeros y más rápidos.

A lo largo de su historia, el transporte marítimo de petróleo ha causado graves **desastres ecológicos**, como los de los petroleros Torrey Canyon, Exxon Valdez, Amoco

Cadiz, Erika, Prestige, Mar Egeo, o el Urquiola, con consecuencias como la revisión de la **normativa sobre construcción naval** (doble casco), la constitución de fondos de indemnización, el endurecimiento de las inspecciones de buques, y el incremento de la presión social para la mitigación de los daños ambientales, entre otros.

Con esta perspectiva histórica queda de manifiesto que el transporte marítimo ha llevado la iniciativa en la innovación y desarrollo de usos, costumbres, normas y acuerdos internacionales, no sólo en cuanto al transporte en sí, sino también en cuestiones más amplias del comercio internacional.

Es necesario recordar que en una operación de compraventa internacional se pueden distinguir tres tipos de flujo:

- Flujo Físico: el de la propia mercancía y sus elementos del transporte.
- Flujo Documental: tanto de carácter comercial entre las partes, como de tipo económico, legal o administrativo vinculado a controles y trámites de organismos públicos y privados, ya sean contractuales o no, de adhesión o negociables, etc. Conviene resaltar que, cada vez más, los flujos documentales se producen en soporte electrónico y menos en soporte físico papel.
- Flujo de Responsabilidades: referido a la propia transmisión de titularidad, posesión o depósito de la mercancía y de los elementos del transporte. En el texto, y en aras de la simplificación, se incluye éste dentro de las responsabilidades contractuales incurridas entre las diferentes partes a lo largo de los flujos físico y documental. Es importante mencionar aquí el principio de subsidiaridad, por el que se pueden tener responsabilidades “superpuestas”, de modo que aún manteniendo la responsabilidad ante cuerpos superiores, se entregue a su vez responsabilidad a terceros ante uno mismo. Es el caso de responsabilidad de un transportista de carretera o del operador de una terminal frente a la naviera que les entrega un contenedor, si bien ella misma sigue manteniendo la responsabilidad de ese contenedor frente al cargador. En la mayoría de los casos esas “cesiones de responsabilidad” se materializan mediante flujos documentales. Por último, mencionar que la más importante de las cesiones de responsabilidad es la de mayor nivel, entre vendedor y comprador. Esto lo evidencia el hecho de que el propio gobierno es la base del transporte marítimo y lo acentúa el que el transportista puede incurrir en faltas graves, incluso por el valor total de la mercancía, si rompe los flujos documentales y de responsabilidad. Como

ejemplo puede mencionarse el caso de que ante la solicitud de posicionado de la Aduana de cierta mercancía por parte del receptor, con independencia de la modalidad de compra-venta, el transportista y sus agentes no pueden aceptar la orden salvo que el destinatario acredite la recepción de la mercancía, es decir, que esté en posesión del Conocimiento de Embarque original.

Considerando lo anterior, se pueden asumir dos polos diferentes de decisión para los flujos del contenedor:

- *Shipper Owned Containers*: para el transportista sus flujos físicos son siempre flujos de mercancía. Pero en cambio, los flujos documentales y de responsabilidad suelen ser parte de las tareas de los diferentes agentes que intervienen en el transporte, incluidas las terminales.
- *Carriers owned*: Aquí existe una nueva dicotomía ya expresada en los párrafos anteriores:
  - Si el contenedor está lleno, sus flujos físicos son parte de los de la mercancía que contiene, pero los documentales y de responsabilidad se reparten entre los diferentes agentes.
  - Si el contenedor está vacío, los flujos físicos son parte de la logística del transportista del contenedor (naviera), así como la mayoría de los flujos documentales, pero no, en cambio, parte de los flujos de responsabilidad, debido a las cesiones a depots y terminales.

Fruto de lo anterior, se puede imaginar el comercio internacional como una capa de engranajes sobre la que se mueven los cascos de los buques. Cada engranaje representa las reglas, usos, costumbres y leyes de cada país o área, generadas por una evolución concreta del comercio y sus regulaciones, y por tanto diferentes entre sí, aunque todos ellos tienen la misma función: facilitar la cadena logística multimodal mundial.

Como se ha podido comprobar el contenedor es un recién llegado a la historia del transporte marítimo y, pese a que ha favorecido el enorme crecimiento del comercio mundial, en su desarrollo han influido la tradición, costumbres, normas, intereses creados, y vicios y virtudes del *shipping* (negocio del transporte marítimo). Incluso en la actualidad perdura la aplicación de algunos anacronismos o reglas ilógicas que, en cierto modo,

intentaban sostener en el tiempo los privilegios de determinados agentes (públicos y privados) involucrados en la cadena logístico-portuaria. Por eso hay que estudiar cada caso sin olvidar la perspectiva histórica particular del mismo.

Finalmente, mencionar que por el marco en el que se circunscribe esta obra, la parte más descriptiva y extensa tiene como referencia el modelo del Puerto de Valencia y su Clúster Portuario, y estos a su vez se encuentran dentro del marco legal y documental español.

*Forget logistics, you lose*

Lt. Gen. Fredrick Franks,  
7<sup>th</sup> Corps Commander,  
Desert Storm



## La TPC como sistema, subsistemas y su relación con otros eslabones de la cadena logística

### 3.1. La Terminal como Sistema. Subsistemas

Una terminal portuaria es un intercambiador modal que suele disponer de un área de almacenamiento en tierra para coordinar los diferentes ritmos de llegadas de los modos de transporte terrestre y marítimo (Monfort et al., 2001). Su misión es la de proporcionar los medios y la organización necesarios para que el intercambio de las cargas entre los modos terrestre y marítimo tenga lugar en las mejores condiciones de rapidez, eficiencia, seguridad, respeto al medio ambiente y economía.

Además, en las terminales de contenedores se observan unas características que les confieren la facultad de alcanzar mucho mayor grado de sistematización que en terminales de otros tipos de mercancías, tales como:

- La estandarización del elemento de transporte, el contenedor.
- La estandarización en la forma de manipulación de la mercancía.
- El altísimo nivel de intercambios que se realizan.
- La gran repercusión de la tecnología para la rentabilidad de la terminal.

Según Monfort et al. (2001), una terminal portuaria es un **sistema integrado**, con conexión física y de información con las redes de

transporte terrestres y marítimas. Para su análisis se considera que está compuesto por **cuatro subsistemas** (Figura 1):

- El **subsistema de carga y descarga de buques**, también llamado de línea de atraque, es el encargado de resolver la interfaz marítima, para lo que cuenta con el muelle como infraestructura específica, con un equipamiento especializado y adaptado tanto a la mercancía a manipular como a los buques que se van a operar y a los que se añaden las relaciones con los agentes implicados que son precisas en esta fase. En una terminal de contenedores el equipamiento principal para las operaciones de carga y descarga son las grúa de muelle.
- El **subsistema de almacenamiento de contenedores** es el que ocupa la mayor parte de la superficie de la terminal y su función es la de depósito temporal de los contenedores, permitiendo acompasar el ritmo y la capacidad de los distintos medios de transporte: los buques con pocas escalas pero con movimientos masivos de contenedores, los ferrocarriles también con pocos viajes al puerto, transportando volúmenes de contenedores importantes pero mucho menores, y finalmente los camiones con altísima frecuencia pero acarreado como mucho dos contenedores en cada viaje.

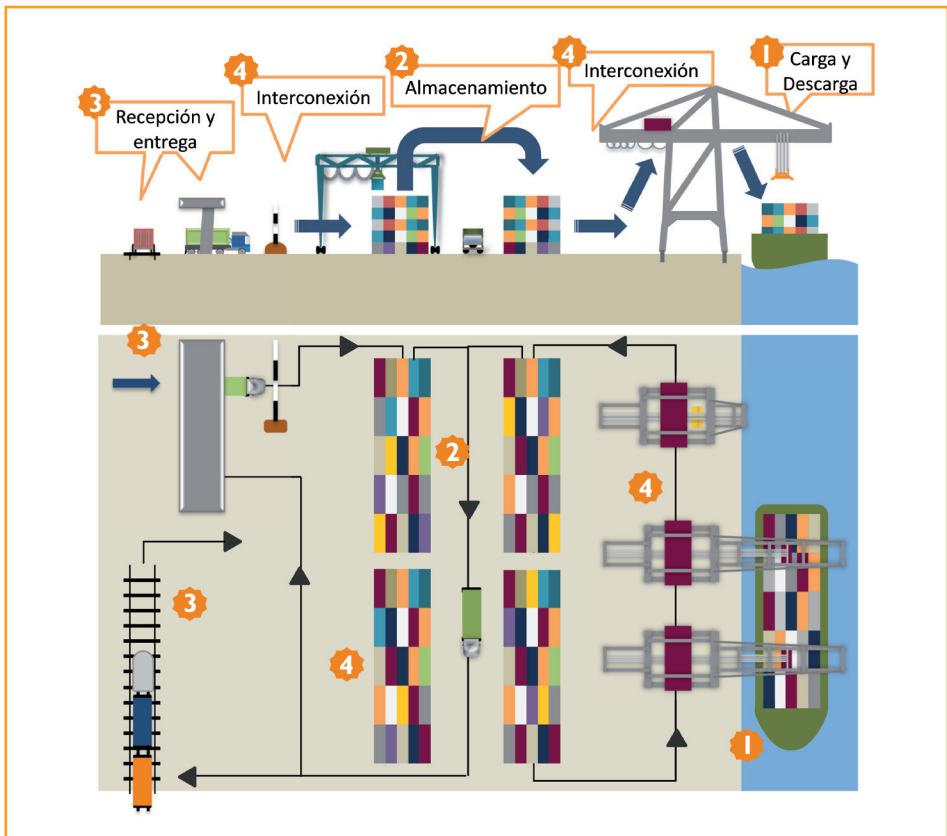
La disposición de este subsistema y su extensión dependen y son función tanto del volumen de tráfico como del equipamiento principal y de la lógica operacional (sentidos de circulación, alturas operativas, zonificaciones) que se empleen. Los equipos más utilizados son: chasis, carretillas, *reachstackers*, *straddle carriers*, RTGs y RMGs (ver descripción detallada en el apartado 7.2.2). De la combinación de estos factores resulta una configuración de patio, es decir, un número de pilas, la altura, anchura y longitud de las mismas, las dimensiones de los viales y pasillos internos, etc.

- El **subsistema de recepción y entrega terrestre** es el encargado de la transferencia de contenedores entre los medios de transporte terrestre externos, ya sean camiones o ferrocarril, y la terminal. En una TPC hay que distinguir la operación de acceso a la terminal de la propia actividad de recepción y entrega, que se realiza en las pilas o en las áreas definidas para ello, por ejemplo en la cabecera de los bloques, o en la zona del ferrocarril. El acceso a la terminal se caracteriza por el funcionamiento de las puertas terrestres para camión y ferrocarril, es decir el número de las mismas y su horario, la tecnología utilizada para facilitar la captación del alto volumen de información que se requiere y por el espacio disponible para organizar la operación. Por su parte, la recepción y entrega de contenedores depende de los equipos asignados a

esa operación en cuanto al tipo y número de los mismos, y del modo de gestionar el volumen de trabajo y la información que lleva asociada.

- El **subsistema de interconexión** en una TPC se encarga del transporte horizontal de los contenedores entre las diferentes zonas de la terminal (muelle, diferentes áreas del patio, etc.), conectando el resto de subsistemas, lo que engloba tanto el equipamiento elegido como las herramientas de transmisión de la información necesaria. En función del tipo de equipo de patio, se empleará una determinada maquinaria para cada uno de los movimientos internos a realizar (ver más detalles en el apartado 7.4.1).

Figura 1. Subsistemas de una terminal de contenedores

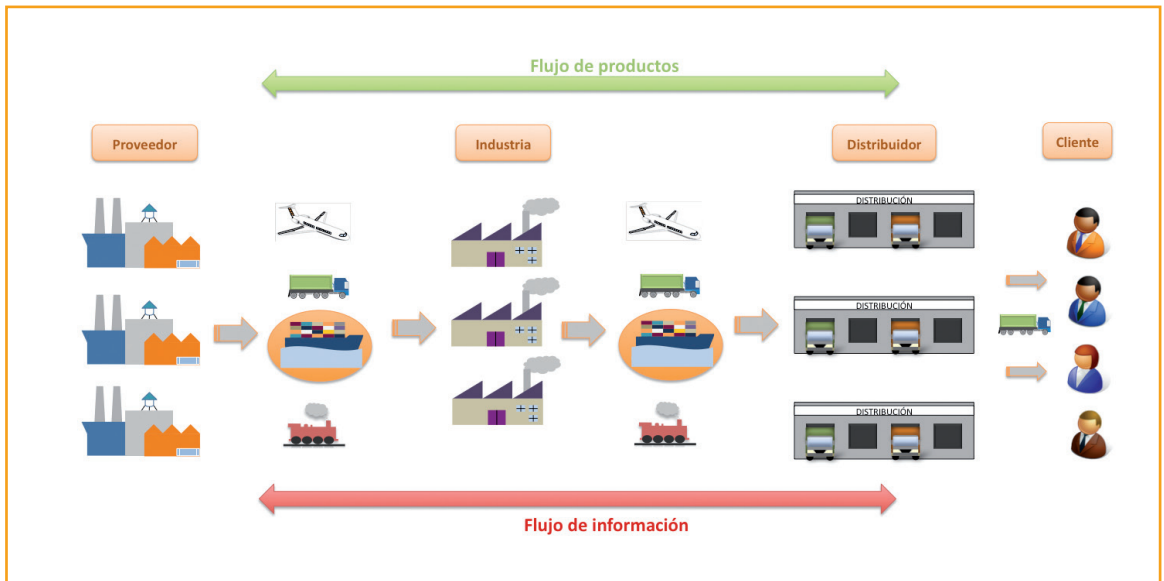


Fuente: Fundación Valenciaport

### 3.2. La TPC en la cadena logística

La Cadena de Suministro, según el *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2009) es la que eslabona a todas las empresas (proveedores de bienes y servicios y clientes), desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto terminado, incluyendo los procesos de elaboración del mismo. La logística es la parte del proceso de gestión de la cadena de suministro que se encarga de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenamiento y los flujos directo e inverso de los bienes y servicios, y toda la información relacionada con estos, entre el punto de origen y el punto de consumo de dichos bienes y servicios, con el propósito de satisfacer las expectativas del consumidor. En consecuencia, se define la Cadena Logística como la que, mediante la coordinación secuencial de recursos, organiza y cubre el transporte desde el proveedor hasta el cliente final. Para ello, el flujo de productos debe ir acompañado de un flujo de información que lo posibilita y controla, y que permite coordinar los distintos medios y nodos de transporte que participan en ella (ver Figura 2).

Figura 2. La cadena logística



Fuente: Fundación Valenciaport

En una concepción moderna de los puertos, y en concreto de las terminales portuarias, se entiende que éstos son nodos de las cadenas logísticas y de suministro que pasan por ellos y, por tanto, puntos en los que se desarrollan actividades logísticas. Los puertos intervienen al principio y al final de cada tramo de transporte marítimo que se produce a lo largo de dichas cadenas. A las cadenas cuyo transporte principal transcurre por vía marítima o fluvial se las denomina cadenas logístico-portuarias.

Según Mandryk (2009), de un total de 10.000 millones de toneladas correspondientes al volumen de intercambios comerciales en 2006, el 75% del total (medido en peso) se transportaron por modo marítimo y el 16% por modo terrestre. Considerando el valor de las mercancías, el 60% del total de las mercancías se transportó por modo marítimo, mientras que el 27% de las mercancías (en valor) se transportó por modo terrestre, fundamentalmente por carretera. Asimismo, tal y como se menciona en la exposición de motivos de la Ley 33/2010, “entre el 80% y el 85% de nuestras importaciones y aproximadamente el 50% de las exportaciones, medidas ambas en toneladas, pasan por los puertos”.

En cuanto al transporte en contenedor, la mercancía contenerizada representa casi la tercera parte del total de los intercambios comerciales medidos en valor. Por otra parte, el porcentaje de transporte marítimo respecto al total transportado es todavía mayor si se miden kilómetros recorridos o toneladas-kilómetro. Finalmente, en la página web de Marisec (2009), desarrollada por la Mesa Redonda de las asociaciones de transporte marítimo internacional (BIMCO, ICS/ISF, Intercargo e Intertanko), se afirma que la industria naviera internacional es responsable del transporte de alrededor del 90% del comercio mundial, cifra que aparece recurrentemente en muchos informes. Todas estas referencias, apuntan hacia el importante papel que juegan las terminales de contenedores en el transporte internacional de mercancías.

Respecto a la inserción de la terminal portuaria en la cadena logística, y de acuerdo con la empresa consultora CIMA E.I.R.L (2009), existen dos visiones contrapuestas de la actividad portuaria (Tabla 3). La primera parte de la consideración básica de la terminal como sistema cerrado. En este caso, el análisis está centrado en la operativa de transferencia de contenedores entre subsistemas. Generalmente se considera que el elemento determinante de la capacidad, en función del cual se definen y operan los demás, es la línea de atraque. Por ello, desde esta perspectiva, la inversión para resolver cuellos de botella y aumentar la capacidad se destina a mejorar la dotación de infraestructura, normalmente a aumentar la longitud de atraque y, en algunos casos, a incrementar la superficie de almacenamiento.

En cambio, en una visión sistémica de la terminal en la cadena logística del contenedor, se considera que la terminal es parte de un sistema mayor que incluye los eventos que ocurren antes y después de la transferencia entre los modos terrestre y marítimo. Desde este punto de vista, el objetivo es maximizar la eficiencia del conjunto de actividades (no sólo la portuaria) que posibilitan el transporte de la carga desde el origen hasta su destino. Así, las mejoras en la oferta se conseguirían a través de la aplicación de avances tecnológicos para aumentar los rendimientos y coordinar las distintas actividades de la cadena, es decir, optimizando cada eslabón de la cadena antes de invertir en infraestructura.

La visión sistémica de la cadena logística y de la inserción de la terminal en la misma está alineada con la gestión eficiente de recursos, tanto económicos como dotacionales, ya que permite coordinar el dimensionamiento de la oferta en toda la cadena evitando que existan cuellos de botellas en unas infraestructuras y sobrecapacidades en otras.

Tabla 3. Inserción de la TPC en la cadena logística

	<b>Visión básica de la TPC como sistema cerrado</b>	<b>Visión sistémica de la TPC en la cadena logística</b>
<b>Relación con la cadena logística</b>	La terminal es un sistema cerrado.	La terminal es parte de un sistema mayor.
<b>Objeto de estudio</b>	El análisis se centra en el área operacional (principalmente en la línea de atraque).	El objetivo es maximizar la eficiencia de un conjunto de actividades (no sólo la portuaria) desde origen a destino.
<b>Medidas de mejora de capacidad</b>	La inversión se destina a construcción de infraestructuras para resolver cuellos de botella y aumentar la capacidad.	Las mejoras de oferta se consiguen con la aplicación de avances tecnológicos para optimizar rendimientos y coordinar las actividades en toda la cadena, antes de invertir en infraestructura.
<b>Integración vertical y horizontal</b>	La terminal ofrece sus servicios sin coordinación con otros agentes de transporte.	El nivel de integración puede ser muy alto, desde coordinación con otros agentes mediante portales hasta pertenencia a un grupo empresarial que ofrece servicios complementarios como transporte terrestre.

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de CIMA E.I.R.L. (2009)

### 3.3. El Operador Logístico

Según la definición desarrollada por Lógica (2011), Organización Empresarial de Operadores Logísticos, un operador logístico es una empresa que, por encargo de su cliente, diseña los procesos de una o varias fases de su cadena de suministro (aprovisionamiento, transporte, almacenaje, distribución e incluso ciertas actividades de su proceso productivo), organiza, gestiona y controla dichas operaciones, utilizando para ello infraestructuras físicas, tecnología y sistemas de información propios o ajenos.

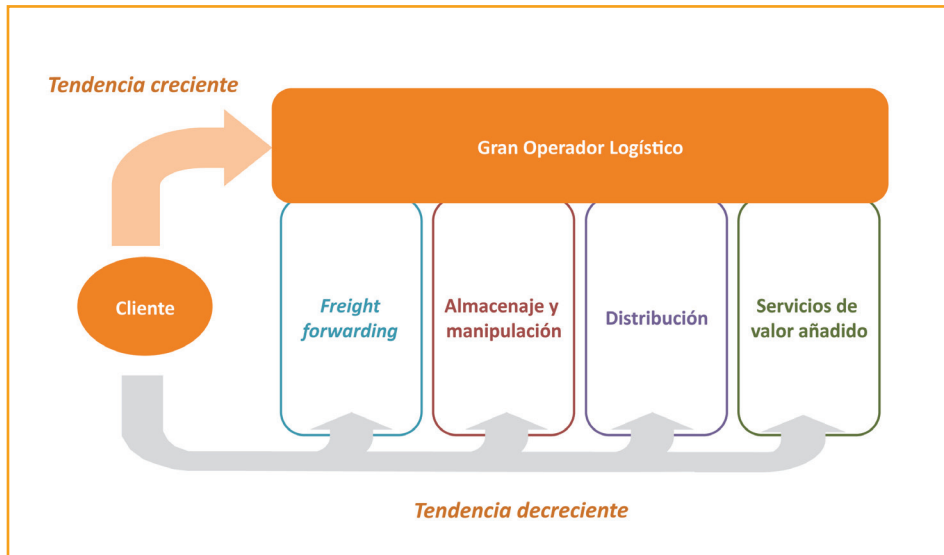
Por su parte, los operadores portuarios son empresas que en su actividad básica gestionan terminales portuarias con todo lo que ello conlleva en cuanto a recursos (infraestructura, medios mecánicos, personal), y relaciones comerciales tanto con los clientes como con las administraciones competentes, como por ejemplo Autoridades Portuarias.

Algunos de los actuales operadores globales iniciaron su actividad como operadores portuarios locales, desarrollando su actividad en un puerto, desde donde se expandieron geográficamente (integración horizontal, años 80). Otros han llegado al negocio desde otras ramas de actividad afines, como grandes empresas navieras (integración vertical), o no tan afines como empresas constructoras (años 90). Finalmente han aparecido grupos de inversión interesados por el negocio de las terminales portuarias como una actividad más de su cartera de inversiones.

Es decir, en las últimas décadas el sector de las terminales de contenedores ha experimentado procesos de integración horizontal y vertical que han afectado a la inserción de las mismas en redes de negocio y cadenas logísticas.

Así existe una tendencia hacia la integración vertical que relaciona los sectores logístico y de transporte, no sólo marítimo, y que incluye a la actividad portuaria, en la consolidación de todos los servicios en la figura de un gran operador logístico (ver Figura 3).

Figura 3. Evolución de los operadores logísticos



Fuente: APV (2001)

El objetivo de este operador es ofrecer al cargador un servicio integrado implementando la cadena global puerta a puerta. Esto implica contar con la organización y los medios necesarios para prestar todos los servicios logísticos en los países de origen y destino tanto en lo referido a medios tecnológicos como a infraestructuras y servicios de transporte (buques, camiones y trenes de mercancías). Siguiendo este modelo, algunas navieras se han involucrado en el negocio de las terminales de contenedores, mientras que por su parte, algunos operadores de terminales están desarrollando una estrategia de penetración en el *hinterland* mediante filiales de operadores terrestres, operadores ferroviarios o de servicios logísticos (ver ejemplos en Figura 4 y Figura 5).

Figura 4. Grup TCB, caso de integración horizontal y vertical

El Grup TCB es un operador español de terminales portuarias. Gestiona 10 terminales portuarias y como ampliación de su actividad ofrece servicios de transporte de mercancías contenerizadas por ferrocarril a través de sus filiales TCB Railway Transport y TCV Railway Transport en la Península Ibérica: gestiona tres terminales ferroviarias propias en el Muelle Sur de Barcelona, y dos más en sus terminales de Valencia y Gijón, y participa en la gestión de la sociedad tmZ Services S.L. que opera la terminal ferroviaria en Zaragoza. Adicionalmente ofrece servicios de ingeniería y consultoría marítima para carga contenerizada y general.



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Grup TCB (2010)

Figura 5. Eurogate, caso de integración vertical

EUROGATE es el mayor operador europeo de terminales portuarias de contenedores, con 9 terminales y 12,6 millones de TEUs manipulados en 2010. Además ofrece servicios logísticos directamente o a través de empresas subsidiarias, entre las que se encuentran:

- OCEANGATE Distribution se dedica a actividades *business-to-business* y *business-to-customer* para empresas de producción y comercializadoras, y de la logística en transacciones internacionales que tienen una componente portuaria muy importante.
- Container Freight Station Bremerhaven se encarga de la consolidación y desconsolidación de contenedores. Además es especialista en la manipulación de mercancías de alto valor como automóviles de lujo y mercancías pesadas.
- SWOP (Seaworthy Packing), empresa del grupo que se ocupa de la preparación de cualquier tipo de mercancía para su transporte marítimo. Tiene como clientes industrias eléctricas, siderometalúrgicas y de elementos y herramientas industriales.
- EUROGATE Intermodal: proveedora de servicios ferroviarios desde Bremerhaven y Hamburgo hacia el sur de Alemania y las conurbaciones del sudeste de Europa
- REMAIN: empresa dedicada a la reparación, limpieza, manipulación y almacenamiento de contenedores vacíos en los puertos de Bremen, Bremerhaven y Hamburgo. Además ofrece compra-venta de contenedores nuevos y usados.

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Eurogate (2011)

Además de esta integración vertical se observa una concentración horizontal en cuanto a que los operadores de terminales se han expandido geográficamente buscando nuevas oportunidades de negocio en otras ubicaciones, con acceso a más mercados y nuevas redes de distribución (ver Figura 6).

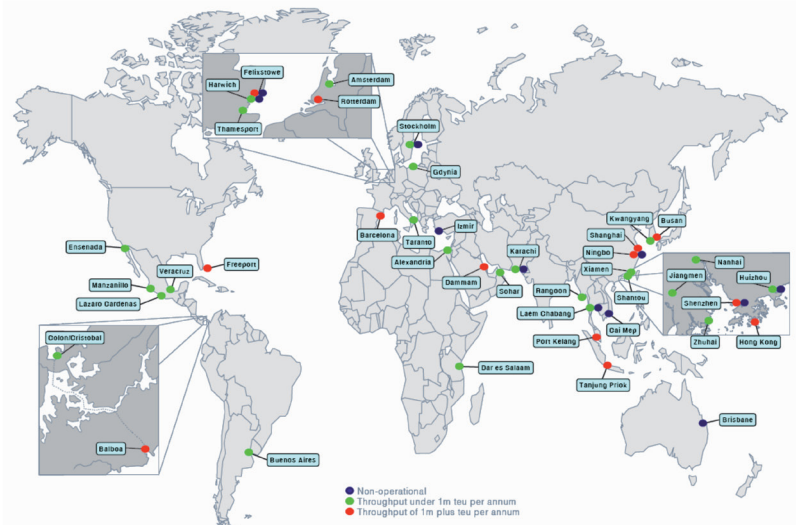
Finalmente, tanto en la actividad portuaria como en el transporte marítimo, se han venido sucediendo fusiones y adquisiciones empresariales de compañías, de modo que las empresas han crecido en tamaño, expandiendo así su actividad tanto geográficamente como hacia otros servicios relacionados con el transporte de contenedores.

Tal y como mencionan Rodrigue *et al.* (2010), los fenómenos de concentración y de integración persiguen el crecimiento de la empresa, de modo que esta alcance una cuota

Figura 6. HPH, ejemplo de integración horizontal

HUTCHISON PORT HOLDINGS (HPH) es uno de los mayores operadores de terminales de contenedores del mundo y un claro ejemplo de integración horizontal con una estrategia de crecimiento internacional a partir de su actividad inicial en Hong Kong. A fecha de octubre de 2010 opera 308 atraques en 51 puertos ubicados en 25 países del mundo.

La imagen reproduce los intereses internacionales del grupo en 2009:



Fuente: Drewry (2009)

Como extensión de su actividad a la cadena logística, aunque de ámbito local, el grupo tiene un puerto seco en Shenzhen (China) y una empresa de servicios logísticos con sede en Hong Kong, Port Services & Logistics dedicada a manipulación portuaria de contenedores, bases de contenedores vacíos, transporte terrestre, agencia consignataria, mano de obra portuaria y conexiones feeder marítimas y en el Pearl River Delta.

Además HPH es parte del grupo Hutchison Whampoa Limited con intereses en cinco áreas de negocio: puertos y servicios relacionados; hoteles y propiedades inmobiliarias; cadenas de tiendas; energía, infraestructuras y medios de comunicación; y telecomunicaciones.

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de HPH (2010) y Drewry (2009)

de mercado significativa, se produzcan economías de escala y mejore su posición negociadora frente a clientes y proveedores. De esta manera obtiene acceso a nuevos mercados y redes de distribución, a nuevas tecnologías y como ventaja adicional diversifica su actividad y por tanto el riesgo.

Así, los grandes operadores desempeñan una función que va más allá de la carga y descarga de buques. Estas empresas además de realizar el intercambio modal, ofrecen servicios de almacenamiento, transporte, grupaje, *tracking*, y otros servicios de valor añadido.

Desde la perspectiva de la internacionalización y la globalización, la empresa Drewry (2009) hace una clasificación de los operadores globales en tres categorías:

- **Estibadores globales:** empresas que en su origen se dedicaban a la manipulación portuaria como actividad principal, pero que se han expandido vertical y geográficamente, aunque su actividad básica continúa siendo operar terminales.

Ejemplos: Hutchison Ports, PSA International, DPWorld, Eurogate, SSA Marine, HHLA, Noatum Ports (antes Grupo Dragados), Grupo TCB, ICTSI, KGL.

- **Navieros globales:** empresas cuya actividad principal ha sido el transporte marítimo de contenedores, y que también han experimentado procesos de integración vertical y horizontal.

Ejemplos: Evergreen, Hanjin, K Line, MSC, OOCL, MOL, Yang Ming Line, Hyundai China Shipping.

- **Empresas “mixtas” globales:** empresas cuyo negocio original era el transporte marítimo de contenedores pero que operan terminales para sus propios buques (terminales dedicadas).

Ejemplos: APM Terminals, NYK Line (Ceres), COSCO (COSCO Pacific), CMA CGM (Terminal Link), APL/NOL (APL Terminals).

Por su parte, Rodrigue *et al.* (2009) proponen una clasificación alternativa para los operadores portuarios globales, que incluye tres categorías, dos primeras coincidentes con Drewry, estibadores globales y navieras globales, y una tercera categoría, los **grupos de**

**inversión**, cuyo interés es la diversificación de su cartera de negocios con empresas rentables que pueden ir desde bancos, aseguradoras, fondos de pensiones, propiedades inmobiliarias a cadenas hoteleras. En general actúan por gestión indirecta adquiriendo una participación en el negocio y dejando la gestión en manos del operador anterior. Como ejemplo puede citarse DP World, uno de los grandes operadores de terminales del mundo, que forma parte del grupo Dubai World, que posee, entre otras empresas, el astillero Drydocks World, la empresa Economic Zones World dedicada a la gestión de zonas libres, o Istithmar World, compañía de inversión con una cartera de negocios que incluye, entre otros, cadenas de grandes almacenes y tiendas de ropa, hoteles, servicios financieros, edificios comerciales e incluso el espectáculo Cirque du Soleil.

Otro ejemplo del interés por la actividad portuaria de consorcios financieros es la adquisición de Dragados SPL, del grupo ACS, por parte del fondo de infraestructuras JP Morgan en verano de 2010, operación que incluye las terminales de contenedores del grupo en España (ATM Bilbao, OPCSA en Las Palmas de Canarias, TdS en Málaga y Marvalsa en Valencia), así como terminales de otros tráficos y empresas de servicios portuarios y de logística. La empresa ha tomado el nombre de Noatum Ports.

*La calidad nunca es un accidente;  
siempre es el resultado de un  
esfuerzo de la inteligencia*

John Ruskin, escritor británico



## Caracterización de los flujos físicos y de información externos a la TPC

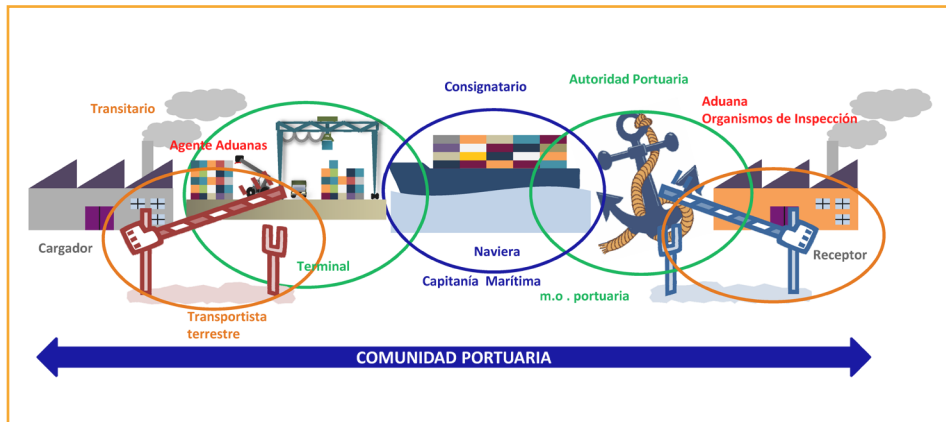
### 4.1. La Comunidad Portuaria y el Clúster

El transporte del contenedor por vía marítima y su paso por una terminal portuaria responde a la necesidad de transferir ciertas mercancías de forma económica entre dos puntos que distan entre sí.

Cualquier flujo de mercancías se materializa en una sucesión de tramos de transporte entre los nodos que conforman la infraestructura logística. En cada uno de estos tramos se utiliza un medio de transporte que puede ser o no, igual al del tramo anterior. Como modos de transporte se encuentran el transporte terrestre (carretera y ferrocarril), el marítimo y el aéreo, y como nodos pueden citarse los centros de producción, las plataformas logísticas y los centros de consumo. El transporte en contenedor es parte de este flujo global y la terminal portuaria es un nodo de la infraestructura en el que confluyen, además de los modos terrestre y marítimo, la actividad de varios agentes relacionados con el transporte (ver Figura 7).

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

Figura 7. Agentes y modos de transporte que confluyen en un puerto

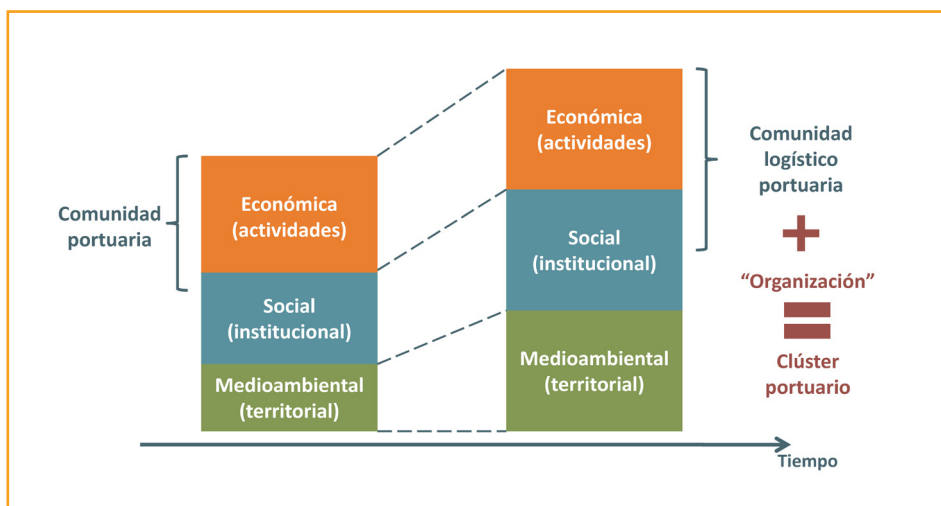


Fuente: Fundación Valenciaport

En este sentido, la Comunidad Portuaria es el conjunto de agentes que participan en las cadenas logísticas que atraviesan el puerto y que forman una comunidad heterogénea, con intereses diversos, pero todos ellos dedicados, directa o indirectamente, al negocio del transporte marítimo. Dentro de este conjunto, el papel básico de las terminales portuarias es precisamente el de llevar a cabo la conexión tierra-mar. Es así como la terminal portuaria se convierte en un elemento fundamental de las cadenas logístico-portuarias facilitando la intermodalidad.

Por otra parte, más allá del concepto de Comunidad Portuaria, y ligado al modelo portuario *landlord* avanzado, aparece el de Clúster Portuario, que de modo similar a los clústeres industriales, estaría formado por empresas que tienen una ubicación geográfica limitada al *hinterland* cercano al puerto, dedicadas a actividades logístico-portuarias, que se articulan con algún objetivo común enfocado a la mejora de la eficiencia y la eficacia como pueden ser la calidad de la cadena, la gestión ambiental, la formación, las simplificaciones administrativas, etc. (ver Figura 8).

Figura 8. De la Comunidad Portuaria al Clúster



Fuente: Monfort (2011)

El concepto de clúster debe incluir a la sociedad, a través de los distintos grupos de interés o *stakeholders*, como receptora de los impactos que genera la actividad logístico-portuaria. En general es la Autoridad Portuaria la que actúa como *Cluster Manager*, asumiendo el liderazgo del conjunto de procesos, costumbres, políticas y relaciones entre los agentes implicados en el nodo portuario de la cadena, aunque en algunos puertos este papel puede desempeñarlo otro agente o un conjunto de estos.

Considerando a la empresa estibadora (terminal) como objeto de análisis en relación con el clúster, la misma tiene trato con consignatarios de buques, cargadores y receptores, la Aduana, depósitos de contenedores vacíos (*depots*), otros centros logísticos, proveedores de mano de obra portuaria, la Autoridad Portuaria, y con las empresas de transporte por carretera, ferrocarril y navieras (Figura 9). A su vez, en paralelo, estos agentes intercambian información y documentación adicional relacionada con el transporte de la mercancía en contenedor. Otros actores con los que la terminal puede tener relación son los sindicatos de trabajadores, los cuerpos de seguridad, etc.

Figura 9. Relaciones de la TPC con agentes de la Comunidad Portuaria



Fuente: Fundación Valenciaport

## 4.2. El Flujo Físico de la cadena logística del contenedor

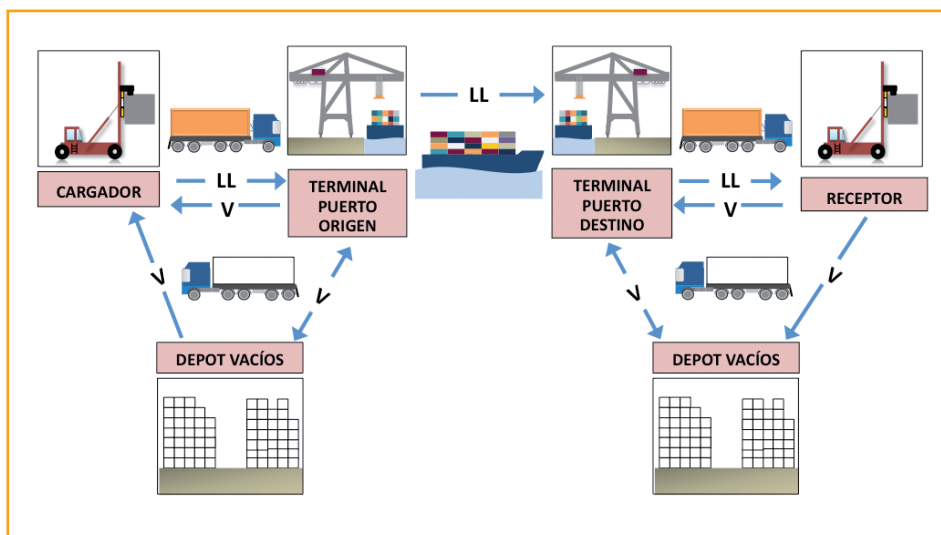
La Figura 10 es una representación simplificada de la cadena logística asociada al paso del contenedor por el puerto. Esta comienza con un tramo de transporte terrestre cuando el cargador recibe un contenedor vacío que proviene de una terminal portuaria o de un depósito de contenedores vacíos (*depot*). El contenedor se llena y se traslada a una terminal portuaria donde es embarcado. En el puerto de destino, se descarga y otro transportista terrestre lo traslada al almacén del receptor, que lo vacía. Una vez vaciado, el contenedor es trasladado de nuevo a un *depot* o a una terminal portuaria.

Este esquema describe el caso básico, con un único tramo terrestre en origen y en destino, y un solo tramo marítimo entre ambos, considerando contenedores completos en origen y destino (*Full Container Load, FCL*).

Se habla de contenedores completos (FCL) cuando toda la mercancía pertenece a un mismo cargador y tiene un único destinatario y por tanto, no es necesario consolidar el envío de varios cargadores ni se produce ruptura de carga. En el caso de que haya consolidación o desconsolidación de la carga se tratará de contenedores de grupaje o LCL (*Less than Container Load*).

En el caso de que el transitario se ocupe de consolidar la carga de varios de sus clientes en un contenedor, a efectos documentales éste es tratado como un FCL.

Figura 10. Cadena logística del contenedor: Intermodalidad marítimo-terrestre



Fuente: Fundación Valenciaport

No obstante, la cadena logística del contenedor puede complicarse por varios motivos, algunos de los cuales son los siguientes:

- a) Si el cargador no tiene bastante volumen de mercancía para llenar un contenedor, el camión recoge el contenedor vacío (del depósito de contenedores vacíos o de la terminal) y bien lo traslada a un centro de consolidación o grupaje de carga al que previamente han llevado la mercancía los cargadores, o bien va recorriendo los almacenes de varios cargadores para recoger la mercancía.
- b) De igual modo, la mercancía de un contenedor puede no tener un único receptor y una vez llega al puerto de destino es necesario que un camión traslade el contenedor a un centro de grupaje para vaciarlo. En este caso, como en el anterior, se trata de contenedores de grupaje (LCL).
- c) Puede ocurrir que la terminal tenga un almacén de consolidación (CFS) de modo que además de contenedores, reciba y entregue mercancía general.
- d) El transporte del contenedor lleno a la terminal de embarque puede no ser directo. Por ejemplo si el tramo principal del transporte terrestre se realiza en ferrocarril, un camión debe trasladar el contenedor lleno desde el punto de carga a un centro logístico con terminal ferroviaria, como un puerto seco. El ferrocarril puede llegar a la terminal portuaria o a otro puerto seco, en cuyo caso sería necesario un nuevo acarreo en camión hasta el puerto.
- e) Asimismo, el tramo de transporte marítimo también puede no ser único por motivos de organización de las rutas marítimas. Las navieras conciben su negocio de modo global, considerando todas las líneas, servicios, buques, y relaciones con otros navieros, y basan sus decisiones en criterios de eficiencia, rentabilidad económica y seguridad en su conjunto; por ello organizan sus tráficos según distintos patrones consistentes en combinaciones secuenciales de líneas de larga y corta distancia (ver 8.2.2). Así, un contenedor puede ser descargado en uno o varios puertos intermedios hasta llegar a su destino. En cada escala los contenedores se descargan en una terminal donde son almacenados temporalmente en patio, para ser embarcados en otro buque.

El RD Legislativo 2/2011 texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante define el TRANSBORDO de mercancías como “operación de transferencia directa de mercancías de un buque a otro, sin depositarse en los muelles y con presencia simultánea de ambos buques durante la operación” mientras que el TRÁNSITO MARÍTIMO es la “operación de transferencia de mercancías o elementos

de transporte en el modo marítimo en que éstas son descargadas de un buque al muelle, y posteriormente vuelven a ser cargadas en otro buque, o en el mismo en distinta escala, sin haber salido de la zona de servicio del puerto”. Sin embargo, la costumbre en casi todas las comunidades portuarias y la literatura tanto técnica como de divulgación, es llamar transbordo al tránsito marítimo. Siguiendo esa práctica, en este texto se hablará de tráfico o terminales de transbordo, aunque en realidad se refieran al concepto de tránsito marítimo.

- f) Una variante del tránsito marítimo ocurre cuando el contenedor se descarga de un buque para cargarlo en otro sin pasar por el patio de la terminal, aunque sí se descargan en el muelle. Para poder realizar esta operación es necesario que el buque en el que llega el contenedor la terminal y aquel en el que sale estén atracados simultáneamente y que todo el proceso documental esté listo.
- g) La operación real de transbordo es poco habitual y puede hacerse entre buques abarloados o entre buques amarrados a ambos lados de un pantalán. En este caso la grúa de muelle traslada el contenedor en un único movimiento directamente de un buque a otro (ver Figura 11).

Figura 11. Transbordo directo entre barcasas



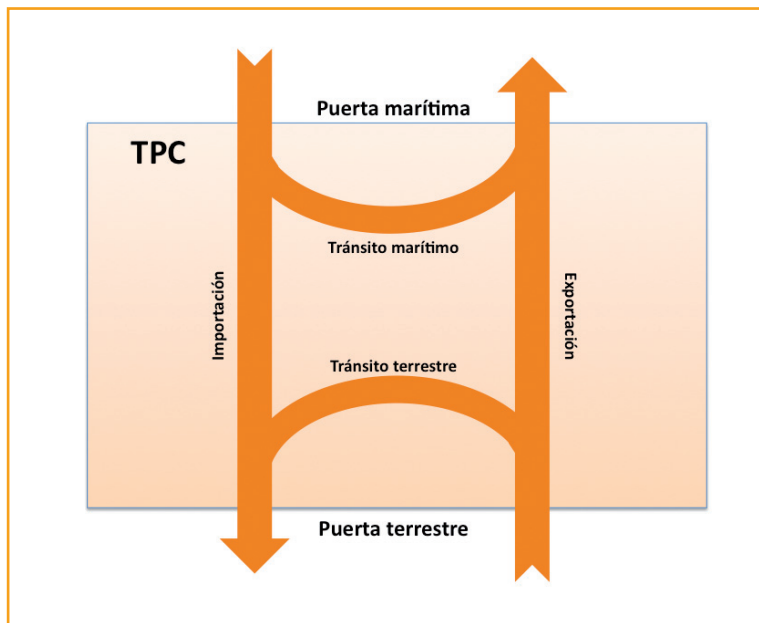
Fuente: Osprey Line, LLC

- h) De forma análoga al tránsito marítimo, en el que el contenedor entra y sale de la terminal por mar, existe un tránsito terrestre consistente en un flujo de contenedores

que entra y abandona la terminal portuaria por la puerta terrestre, ya sea en camión o ferrocarril, sin que vayan a ser cargados o descargados en ningún buque (Figura 12).

El tránsito terrestre, aunque puede llegar a ser relevante en ciertas terminales, sobre todo del norte de Europa, no es característico de las terminales portuarias de contenedores, sino más bien de las terminales ferroviarias de los denominados puertos secos. Por ello, en el presente documento, no se estudian los flujos físico ni documental asociados a este tráfico.

Figura 12. Tráfico de contenedores dentro de una terminal



Fuente: Fundación Valenciaport adaptada de Ligteringen (2007)

- i) Por otra parte, los desequilibrios entre las importaciones y las exportaciones o la necesidad de disponer de ciertos tipos de contenedores en uno de los sentidos de los flujos comerciales implican que en ocasiones se deban importar o exportar contenedores vacíos. Es el caso de los contenedores refrigerados para la exporta-

ción de fruta de regiones productoras, que no son necesarios para el transporte de las importaciones que recibe la zona y que por tanto deben regresar vacíos. En ese caso, cuando el contenedor ha sido vaciado en destino, se traslada a un depósito de contenedores vacíos o a una terminal portuaria para su almacenamiento temporal. A petición de la naviera, un camión traslada el contenedor vacío desde el depósito de contenedores a la terminal, donde se embarca. Si este se encontraba ya en la terminal, se embarca directamente. Cuando el contenedor vacío llega a destino se almacena en la terminal portuaria o se envía a un *depot*.

- j) Finalmente, dentro de un puerto también puede ser necesario trasladar un contenedor entre terminales, por ejemplo porque, tratándose de un contenedor de tránsito marítimo, el buque en el que llega y en el que sale no escalan en la misma terminal.

En la Figura 13 se esquematizan las **operaciones terrestres** de la cadena logística del contenedor desde la perspectiva de cada uno de los agentes implicados en el flujo físico:

- El **cargador** recibe el contenedor vacío (V) que viene de la TPC o desde un depósito de contenedores vacíos. Cuando lo llena (LL), el transportista terrestre lo traslada a una TPC.

En otros casos el cargador envía su carga a un centro de grupaje o consolidación o a la propia terminal portuaria donde se consolida un contenedor con mercancía de varios cargadores.

- Desde los **centros logísticos** se envían contenedores llenos y vacíos a las terminales portuarias, se reciben contenedores llenos y vacíos desde estas terminales; se envían y reciben contenedores vacíos de *depots*; se recibe mercancía de los cargadores y se envía mercancía desconsolidada a los receptores.

El concepto de centros logísticos engloba a puertos secos, centros de transporte, centros de distribución, centros de carga, ZALES, plataformas multimodales, e incluso, en un sentido amplio, a las terminales portuarias y los *depots*.

- Los **depots** envían contenedores vacíos a los cargadores y reciben contenedores vacíos de los receptores. Además envían y reciben contenedores vacíos desde las terminales portuarias y otros centros logísticos como otros *depots*.

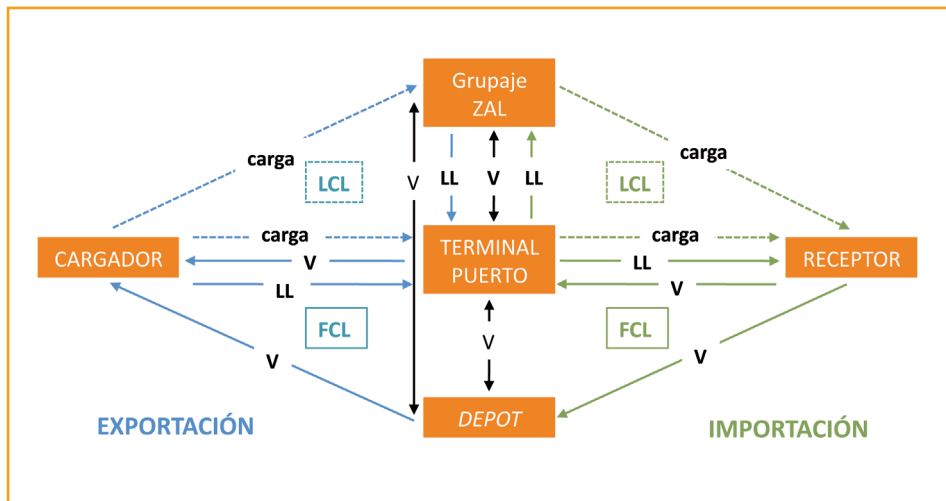
## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

- El **receptor** recibe contenedores llenos desde la terminal, o carga procedente de contenedores LCL previamente desconsolidados en un centro de grupaje o en la propia terminal, y envía contenedores vacíos a la terminal portuaria o al depósito de contenedores.
- La **terminal portuaria** envía contenedores llenos al receptor y a centros logísticos, y los recibe de los cargadores y de los centros logísticos; igualmente recibe contenedores vacíos de los receptores, de *depots* y de otros centros logísticos y los envía a cargadores, *depots* y centros logísticos.

Finalmente si la propia terminal cuenta con un centro de grupaje (CFS, *Container Freight Station*) puede recibir carga suelta para agruparla en un contenedor LCL, o desconsolidar contenedores LCL y enviar la mercancía a los receptores.

En ocasiones, por ser una costumbre ampliamente extendida, pueden aparecer los términos exportador e importador sustituyendo a cargador y receptor respectivamente, aunque es más correcto el uso de estos últimos.

Figura 13. Operaciones terrestres de la cadena logística de contenedores FCL y LCL

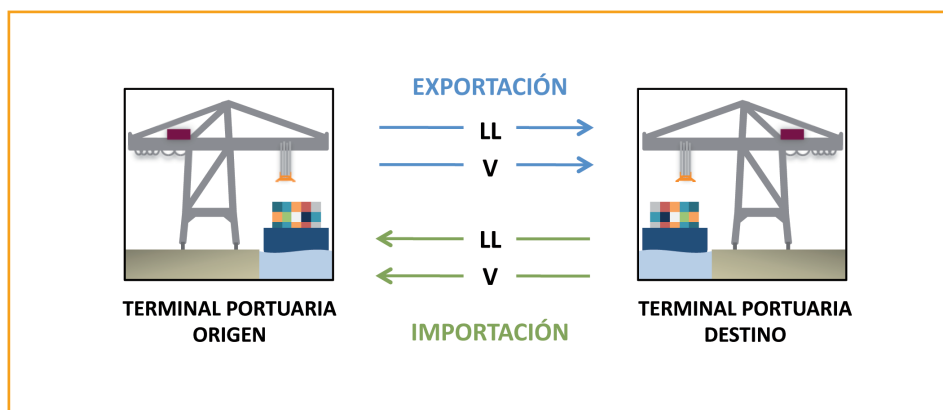


Fuente: Fundación Valenciaport

Hay que añadir que, ocasionalmente, a requerimiento de la Aduana o de otros organismos de inspección, aparecen flujos adicionales que responden al traslado del contenedor desde el patio de la terminal portuaria a los puntos de inspección situados dentro de la misma o en zonas del puerto designadas a tal efecto.

En cuanto a las **operaciones marítimas** relacionadas con la cadena logística del contenedor, en la terminal portuaria se cargan a los buques contenedores llenos y vacíos y se descargan de los buques contenedores llenos y vacíos (ver Figura 14).

Figura 14. Operaciones marítimas de la cadena logística del contenedor



Fuente: Fundación Valenciaport

Aunque estrictamente, los términos importación y exportación hacen referencia a operaciones comerciales internacionales, en el presente documento, recurriendo a su raíz etimológica, se emplean para designar la acción de introducir y expedir mercancías en un buque a través de un puerto respectivamente, obviando cualquier connotación comercial o de tipo arancelario, y sin distinguir si el transporte es entre puertos nacionales, con países de la UE o con terceros.

Tras esta aclaración, los contenedores pueden clasificarse según su destino en contenedores de exportación, importación y tránsito marítimo. Así, se consideran contenedores de exportación a los que entran por la puerta terrestre de la terminal y salen de esta

por vía marítima; contenedores de importación a aquellos que recorren la terminal en sentido inverso y finalmente, los contenedores de tránsito marítimo son los que llegan y abandonan la terminal por vía marítima (recuérdese la Figura 12).

En el flujo físico de las mercancías a través de la cadena logística, además de los nodos mencionados (terminal portuaria, depósito de contenedores vacíos, centros logísticos y almacenes, entre otros), intervienen los medios de transporte terrestre (camión y ferrocarril), los buques y la empresa suministradora de mano de obra portuaria (ver Figura 9).

Finalmente, las relaciones documentales generadas y necesarias para la gestión del transporte marítimo son muy complejas debido por una parte a la gran cantidad de agentes que en ellas intervienen y por otra al elevado número de documentos que se intercambian. En el Anexo 1 se describen someramente los agentes que intervienen, mientras que el Anexo 2 se ocupa de los documentos.

### **4.3. Documentos de la cadena logística del contenedor**

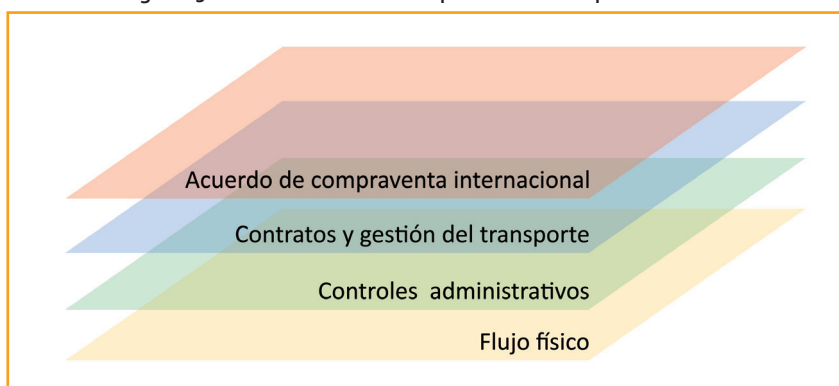
El transporte marítimo de mercancías implica la existencia de un flujo de documentación paralelo al flujo físico de la mercancía. Dependiendo de si se trata de comercio internacional, de la legislación nacional, de las asociaciones económicas y políticas a las que pertenece el país, y de los usos y costumbres locales, una operación de transporte marítimo puede llevar asociados entre 50 y 100 documentos. Algunos documentos tienen carácter comercial, otros están relacionados con la contratación del transporte y otro grupo se refiere a requisitos de las administraciones que controlan los intercambios comerciales.

Una parte de esa documentación está relacionada con el área de origen de la mercancía, otra con su destino y otra con el propio transporte marítimo. Si el transporte no es directo, además cada uno de los nodos tendrá asociado un nuevo paquete de documentos. En cuanto al formato de los documentos, puede responder a lo que se establece en una normativa nacional o internacional, puede tener un ámbito local, estar generado por una de las partes, o ser el resultado de un acuerdo entre los agentes implicados. Y, finalmente, algunas relaciones documentales no responden a un documento formal, sino que se desarrollan por e-mail, fax o incluso por teléfono.

Adicionalmente a esta documentación existe otro flujo de información que acompaña al movimiento de los contenedores y los equipos dentro de la terminal. Se trata de órdenes a las diferentes máquinas, confirmación de los movimientos realizados, controles de posición, mediciones de tiempos y consumos, estados de las máquinas, etc., que constituyen el flujo interno de información que se describe en el Capítulo 5.

Volviendo al flujo externo a la terminal, en un proceso de transporte marítimo se superponen varias capas de procesos asociados a los diferentes aspectos del flujo de mercancías (Figura 15). Las tres primeras forman parte del flujo documental mientras que en la cuarta se desarrolla el flujo físico.

Figura 15. Procesos asociados a la operación de transporte marítimo



NOTA: El código de colores empleado en esta figura se utiliza en todo el Capítulo 4 para identificar los agentes y documentos asociados a cada una de las capas.

Fuente: Fundación Valenciaport

Así, existe una primera capa en la que tiene lugar el acuerdo comercial entre el vendedor y el comprador, en sentido amplio.

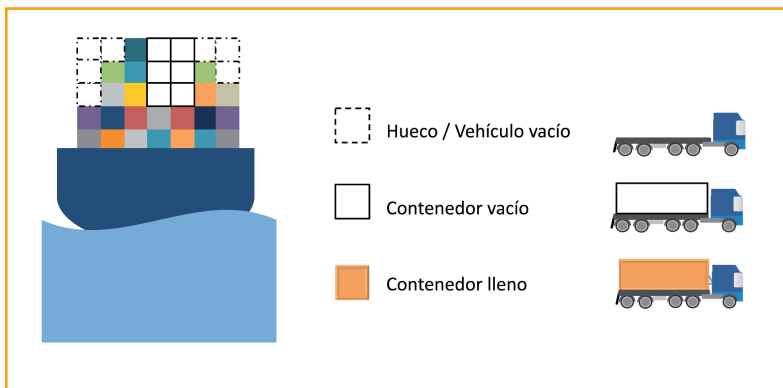
En una segunda capa se sitúan todos los documentos referidos a la contratación y gestión del transporte. Cuando el transporte principal es por vía marítima, comprende tanto la documentación de los tramos terrestres como la del transporte marítimo. Además incluye la función de la terminal portuaria como depositaria temporal de las mercancías.

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

La tercera capa está asociada a los controles de las distintas administraciones (Aduana, Organismos de Inspección, Autoridad Portuaria y Autoridad Marítima). Esta capa es más o menos complicada dependiendo de si el transporte implica o no, que las mercancías abandonen el territorio aduanero en el que inicialmente se encuentran y del tipo de mercancía (por ejemplo mercancías peligrosas o productos vegetales y animales).

Finalmente, la última capa se refiere al transporte físico en la que pueden distinguirse dos flujos, por una parte el de mercancías y por otra el de medios y elementos de transporte que lo posibilita, entendido el contenedor como elemento de transporte. Así, habrá tramos de transporte en los que medios terrestres y los buques viajan vacíos o parcialmente ocupados, como ocurre con el recorrido de un camión vacío que acude a un *depot* a recoger un contenedor, el de salida de la terminal de un camión que ha acudido a entregar un contenedor, o el de un tren que no tiene todas las plataformas ocupadas; otros tramos en los que se transportan contenedores vacíos, como los contenedores vacíos que transporta un buque para reposicionarlos en origen; y finalmente otros tramos en los que tiene lugar el transporte de mercancías (Figura 16).

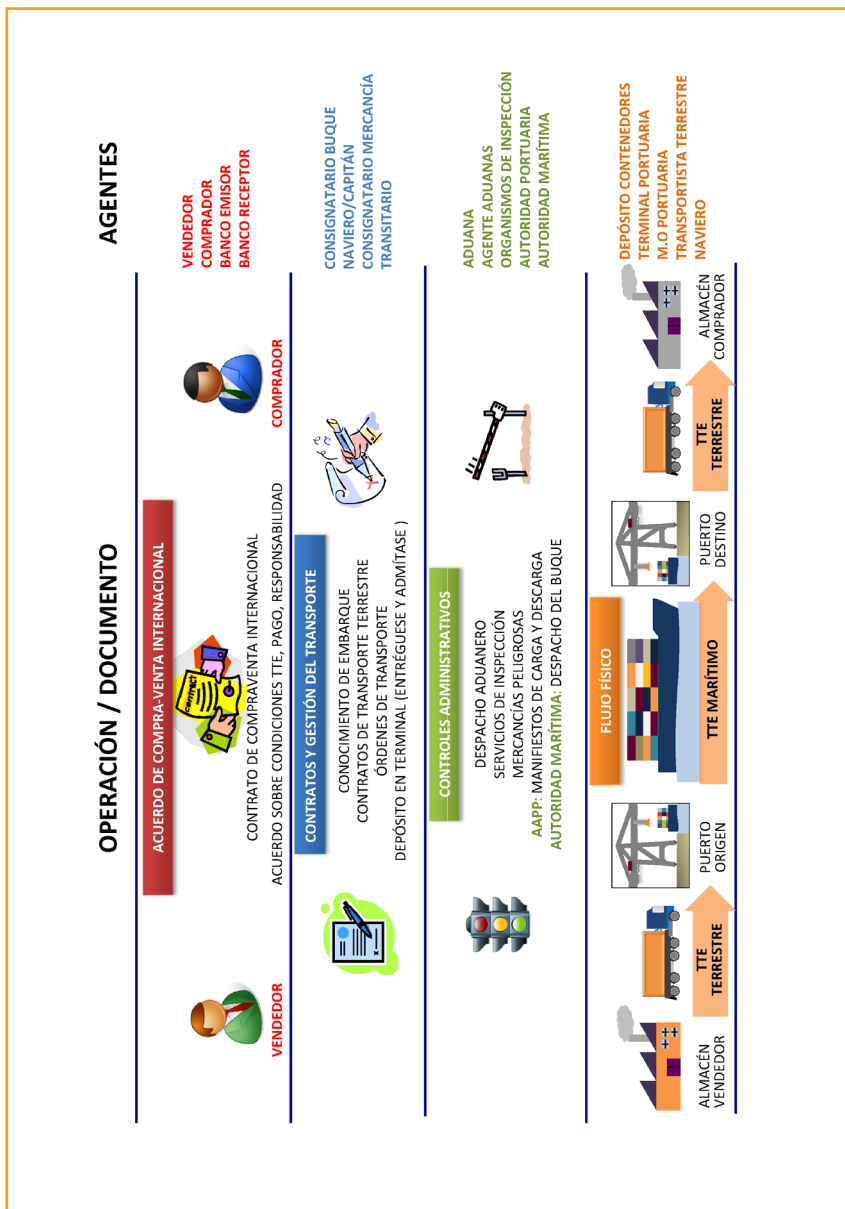
Figura 16. Flujos físicos relacionados con el transporte de contenedores



Fuente: Fundación Valenciaport

La Figura 17 resume los agentes que participan en cada una de las cuatro capas asociadas a una operación de compraventa internacional. Las tres primeras corresponden al flujo de información y la última al flujo físico.

Figura 17. Flujos físico y de información en una operación de compraventa internacional



Fuente: Fundación Valenciaport

A continuación se presenta una breve descripción de los documentos asociados a cada una de las capas anteriores, clasificados según este criterio en:

- Documentación asociada al acuerdo de compraventa.
- Documentación asociada a la contratación y gestión del transporte.
- Documentación asociada a los controles de las administraciones.

#### **4.3.1. Documentación asociada al acuerdo de compraventa internacional**

Siempre que se lleva a cabo un acarreo con un medio de transporte propiedad de un tercero, como es habitual en el caso del transporte marítimo, por motivos de seguridad y de responsabilidad de la carga y de transmisión de la propiedad de la mercancía, deben generarse documentos que declaren, entre otras cuestiones, qué se está transportando, la propiedad de la mercancía y su valor a efectos de seguros, tasas aduaneras y portuarias, etc.

En los casos en que no existe compraventa como tal, por ejemplo cuando se trata de transporte de armamento, de efectos personales, de ayuda humanitaria, de productos para ferias comerciales o de autotransporte, esta capa se simplifica considerablemente reduciéndose la documentación a la expedición del *packing list* y de un albarán que constituye una declaración de valor para la Aduana.

El caso más común y completo es el que se refiere al transporte como consecuencia de una operación de compraventa internacional. Debido a la dificultad de recoger en un texto universalmente aceptado toda la casuística que se da en el comercio exterior, no existen contratos de compraventa tipo. Por ello, los agentes involucrados han ido desarrollando un conjunto de usos y prácticas comunes y de carácter universal aplicables a sus contratos, que han dado cuerpo a la llamada *Lex Mercatoria*. La Cámara de Comercio Internacional (CCI) se ha ocupado de recopilar algunos de estos usos y costumbres, convirtiéndolos en normas de referencia para las operaciones de compraventa internacional. Así hay unas reglas respecto a los derechos y obligaciones de las partes y el traspaso de los riesgos del transporte del vendedor al comprador, y otras sobre medios de pago, como las RUUCD (Reglas y Usos Uniformes Relativas a los Créditos Documentarios), las RURC (Reglas Uniformes Relativas a las Cobranzas), o el ISP-98 (*International Standby Practices*).

La Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Mercantil Internacional (UNCITRAL), creó un grupo de estudio integrado por expertos de más de doce países, que en 1978 concluyó un trabajo basado en las Convenciones de La Haya de 1964. Los resultados se presentaron en un congreso celebrado en Viena en 1980, donde se aprobó el texto definitivo del Convenio de Viena relativo a los contratos de compraventa internacional de mercancías. Este Convenio no proporciona un modelo de contrato de compraventa internacional ni lo describe, pues rige el principio de libertad de forma, pero sí regula la formación del contrato y los derechos y obligaciones del vendedor y del comprador. En la actualidad lo han suscrito más de 50 países, entre ellos España.

Como cláusulas principales del contrato, además de las relativas al precio y forma de pago y a las mercancías, para evitar conflictos debe explicitarse la modalidad de entrega (Incoterms), los casos de incumplimiento, el modo de resolución de controversias y la legislación aplicable.

Los Incoterms son modalidades de entrega de las mercancías establecidas por la Cámara de Comercio Internacional mundialmente utilizadas en los contratos de compraventa nacional o internacional, en las que se regulan las obligaciones del vendedor y del comprador. Su contenido afecta solamente a estos agentes y no a sus relaciones con los transportistas.

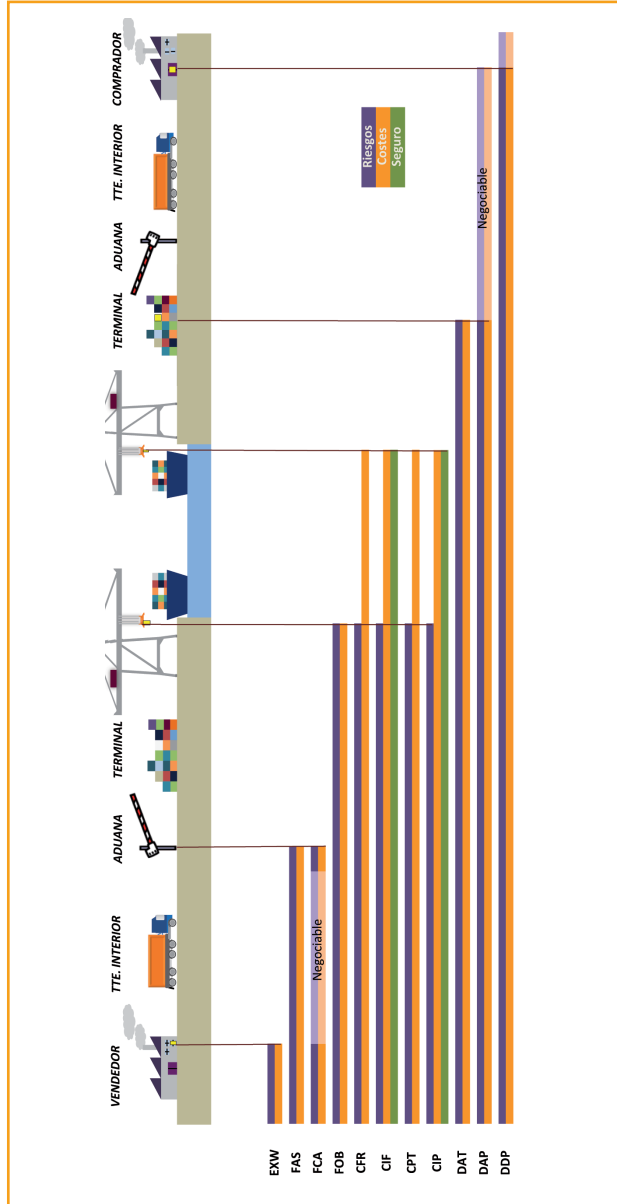
En su última revisión, la del 2010, en vigor a partir de 1 de enero de 2011, se agrupan en cuatro categorías o grupos:

- Grupo E: Salida. El vendedor pone las mercancías a disposición del comprador en los propios locales del vendedor.
- Grupo F: Transporte principal no pagado. El vendedor entrega las mercancías al transportista designado y pagado por el comprador.
- Grupo C: Transporte principal pagado. El vendedor se encarga del transporte principal de las mercancías y realiza la entrega al comprador.
- Grupo D: Llegada. El vendedor se encarga del transporte principal de las mercancías y asume todos los riesgos del mismo hasta el país de destino, donde realiza la entrega.

La Figura 18 resume el reparto de las obligaciones entre el comprador y el vendedor para cada uno de los Incoterms.

Los Incoterms FAS, FOB, CFR y CIF son reglas para el transporte marítimo y vías nave-

Figura 18. Incoterms 2010



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Cámara de Comercio Internacional (2010)

gables interiores, mientras que el resto pueden utilizarse para cualquier modo o modos de transporte.

En este primer nivel de documentos relacionados con la compraventa, también se incluyen los relativos a los medios de pago. En el comercio internacional los que más se utilizan son el cheque, la transferencia, la orden de pago simple, la orden de pago documentaria, la remesa simple, la remesa documentaria y el crédito documentario. Estas formas de pago difieren en cuando a la seguridad de cobro, la velocidad de cobro y de pago, y el costo. En general al vendedor le interesará utilizar las que tienen mayor seguridad y velocidad de cobro, mientras que el comprador estará interesado en examinar la mercancía antes de pagar y que la tramitación sea lo menos onerosa posible.

La Guía del Usuario editada por la Autoridad Portuaria de Cartagena (2000) ofrece la siguiente tabla resumen de los medios de pago en el comercio internacional (Tabla 4):

Tabla 4. Medios de pago en el comercio internacional

Medio de pago	Confianza entre partes	Seguridad de pago	Costes	Posesión de la mercancía hasta el pago
Crédito documentario	Ninguna	Máxima	Alto	Vendedor
Remesa documentaria	Media	Media	Alto	Vendedor
Orden de pago documentaria	Media	Media	Medio	Vendedor
Remesa Simple	Media	Ninguna	Medio	Comprador
Orden de Pago Simple	Máxima	Ninguna	Bajo	Comprador
Cheque bancario	Máxima	Ninguna	Bajo	Comprador
Transferencia	Máxima	Ninguna	Bajo	Comprador
Cheque personal	Máxima	Ninguna	Bajo	Comprador

Fuente: Autoridad Portuaria de Cartagena (2000)

### **4.3.2. Documentación asociada a la contratación y gestión del transporte de mercancías**

El apartado anterior hace referencia principalmente a los documentos que tienen lugar cuando se formaliza un contrato de compraventa internacional. Por su parte, en éste se repasan los documentos asociados al transporte marítimo de mercancías sea cual sea la causa que origine el transporte.

En lo que al transporte marítimo internacional se refiere, el 11 de diciembre de 2008, la Asamblea General de la ONU adoptó el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Contrato de Transporte Internacional de Mercancías Total o Parcialmente Marítimo (Reglas de Rotterdam) firmadas en septiembre de 2009. Este Convenio establece un régimen legal, uniforme y moderno por el que se regulan los derechos y obligaciones de los cargadores, porteadores y destinatarios sujetos a un contrato de transporte de puerta a puerta que comprenda un tramo internacional por vía marítima. El Convenio desarrolla y moderniza antiguos convenios que regían el transporte internacional de mercancías por mar, en particular, el Convenio internacional para la unificación de ciertas reglas en materia de conocimientos de embarque (Bruselas, 25 de agosto de 1924, Reglas de La Haya), sus Protocolos (Bruselas, 23 de febrero de 1968, Reglas de La Haya-Visby), y el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Transporte Marítimo de Mercancías (Hamburgo, 31 de marzo de 1978, Reglas de Hamburgo).

Las Reglas de Rotterdam ofrecen un marco jurídico en el que se tienen en cuenta muchas novedades tecnológicas y comerciales que se han producido en los transportes marítimos desde que se adoptaron esos antiguos convenios, concretamente el aumento del transporte de contenedores, el deseo de englobar en un único contrato el transporte de puerta a puerta y la aparición de los documentos electrónicos de transporte. Estas reglas brindan a los cargadores y porteadores un régimen universal vinculante que regula el funcionamiento de los contratos de transporte marítimo que puedan comprender otros modos de transporte secundarios.

El Conocimiento de Embarque (*Bill of Lading*, B/L) es el documento que acredita que una mercancía ha sido cargada en el medio de transporte (el buque), y por tanto supone que existe el compromiso de transportarla por vía marítima hasta el destino concertado dentro de un tiempo determinado. El Conocimiento de Embarque constituye el contrato de transporte entre el cargador y el transportista (normalmente representado por sus

agentes), en el que se especifican las obligaciones de las partes. Además es el recibo de las mercancías por parte de la naviera y finalmente también es el título de propiedad transmisible de las mercancías, que posibilita al tenedor de las copias negociables reclamar su entrega. Existen diferentes tipos de Conocimiento de Embarque en función de su negociabilidad (nominativo, a la orden y al portador) y de la forma de entrega o envío (directo, mixto, embarcado, recibido para embarque), pero todos ellos han de ser impresos y transmitidos en papel.

En la cadena logística del contenedor, además del contrato de transporte del tramo marítimo, existen otros documentos vinculados al transporte, como los que facultan a una empresa de transporte terrestre a recoger un contenedor de una terminal o de un depósito de contenedores (Entréguese), y los que le permiten entregar el contenedor a la terminal desde la que va a ser embarcado (Admítase). Adicionalmente estos documentos, constituyen el contrato de depósito de mercancías entre el naviero y la terminal.

Por otra parte, y de forma análoga al Conocimiento de Embarque, para el transporte terrestre de mercancías en contenedor con cualquier destino, el contrato de transporte que determina las obligaciones entre transportista y cargador queda recogido en la Orden de Transporte que, al igual que el B/L, es expedida por el consignatario, y acompaña al contenedor durante su transporte. Este documento, de ámbito local, está regulado por normativa nacional.

Otro documento que puede aparecer en este nivel es el Conocimiento de Embarque Multimodal (*FIATA Bill of Lading*), que se utiliza en el transporte internacional organizado bajo la responsabilidad de transitarios que pertenecen a FIATA (Federación Internacional de Asociaciones de Transitarios) y que es prueba del contrato de transporte. Adicionalmente es un documento negociable (salvo mención de lo contrario), constituye acuse de recibo de las condiciones en las que se ha recibido la mercancía, y certificado de seguro (si el expedidor no lo solicita).

En el caso del transporte ferroviario existe el contrato internacional de mercancías por ferrocarril (CIM). Desde el Convenio de Berna de 1890, el régimen internacional de los transportes ferroviarios se ha venido regulando en sucesivos tratados. El más reciente es el Protocolo de Vilna de 1999, que modificó el Convenio COTIF y entró en vigor el 1 de julio de 2006.

Igualmente importantes, en este nivel de documentos de transporte aparecen los referidos al seguro. Existen dos ámbitos a asegurar, el transporte y el crédito a la exportación. Lo habitual en cuanto al transporte es asegurar la mercancía por el importe de su valor total, incrementado en un 10% para la cobertura del lucro cesante en caso de siniestro. El seguro se formaliza en un documento de contrato, cuyas condiciones constan en otro documento que se llama póliza de seguro. Finalmente, el certificado de seguro es un documento que acredita que se ha suscrito un seguro.

Por su parte, el seguro de crédito a la exportación tiene por objeto cubrir los riesgos asociados a las operaciones de exportación; indemnizan las pérdidas que las empresas exportadoras y las entidades financieras experimentan en los créditos derivados de operaciones de exportación, por ejemplo por insolvencia del comprador, bien por quiebra, bien por desaparición o por otras causas.

Por último existen documentos asociados a la operación portuaria como la Lista de Carga y Descarga, mediante la que el agente consignatario del buque informa a la empresa estibadora de la mercancía que debe cargar o descargar en un buque determinado, o el Plano de Carga o *Bayplan*, donde la naviera trasmite a la terminal la disposición de los contenedores a bordo que posibilita la preparación de las operaciones de descarga y carga, o las comunicaciones entre la empresa estibadora y la suministradora de personal portuario relativas a la contratación de mano de obra. La documentación concerniente a la actividad de los provisionistas también está incluida en este nivel.

#### **4.3.3. Documentación asociada a los controles de las Administraciones**

Actualmente, en muchas administraciones portuarias se están desarrollando sistemas para agilizar los trámites documentales asociados al paso de las mercancías por el puerto. Estos sistemas van desde la constitución de Ventanillas Únicas que agrupan parte o la totalidad de las administraciones interesadas en un proceso, a la tramitación electrónica de los documentos, pasando por la consulta electrónica del estado de los distintos trámites. La modernización de estos procesos suele estar liderada por la Autoridad Portuaria, aunque en algunos casos el proceso se inicia por interés de otros agentes de la comunidad portuaria como una asociación profesional ya sea la de transitarios, la de agentes de aduana o la de consignatarios.

Las principales Administraciones que intervienen en el transporte marítimo internacional y los documentos más importantes relacionados con las mismas son los siguientes (Tabla 5):

Tabla 5. Documentos relacionados con las distintas administraciones

<b>Autoridad Portuaria</b>	Solicitud/Autorización de escala Manifiestos de Carga Declaraciones Sumarias de Descarga Documentación relacionada con MMPP
<b>Autoridad Marítima (Capitanía Marítima)</b>	Solicitud/Autorización de escala Documentación relacionada con MMPP
<b>Aduana</b>	Documento aduanero Levante Manifiestos de Carga Declaraciones Sumarias de Descarga Autorizaciones de Inspección
<b>Organismos de Inspección</b>	Certificados de Calidad Certificados SOIVRE Certificados veterinarios Certificados fitosanitarios Certificados farmacológicos Certificado CITES

Fuente: Fundación Valenciaport

La descripción de estos documentos, así como la de los mencionados en los dos apartados anteriores, se recoge en el Anexo 2.

La Autoridad Portuaria, la Autoridad Marítima y la Aduana son las administraciones que controlan el paso de la mercancía por el recinto portuario, aunque cada una con un fin distinto: la Autoridad Portuaria para el cobro de las tasas que le corresponden, y en coordinación con la Autoridad Marítima, para las cuestiones relativas a las mercancías peligrosas entre otras; la Aduana por su parte para vigilar y autorizar la entrada y salida de mercancías a través del puerto, cobrar derechos arancelarios y otros impuestos y para fines estadísticos.

El Manifiesto de Carga y la Declaración Sumaria de Descarga permiten conocer respectivamente qué mercancía es cargada y descargada en cada buque. Actualmente, algunos puertos ya disponen de una Ventanilla Única en la que participan la Autoridad Portuaria, la Aduana y los agentes consignatarios de buques para facilitar la transmisión de estos documentos y sus confirmaciones.

Por su parte, el Despacho Aduanero es el trámite que permite la salida o entrada de la mercancía al país, o al territorio comunitario en el caso de la UE, y se materializa en la expedición del Levante para el contenedor. Para su gestión requiere de la presentación de documentos como el Documento Aduanero o los certificados de los correspondientes organismos de inspección.

El Documento Aduanero recoge de manera formal la declaración de las mercancías; su formato depende de las regiones entre las que se lleve a cabo el intercambio.

Incluso cuando la mercancía no traspasa ninguna frontera ni es objeto de una transacción comercial, si el transporte se realiza por vía marítima, el control de la entrada y salida de la misma del puerto se efectúa mediante una declaración de aduanas, de efectos personales, de armamento o de ayuda humanitaria, según el caso.

En base a esta declaración, ya sea el Documento Aduanero u otra que corresponda, la Aduana calcula las tasas a cobrar de acuerdo con el régimen arancelario en vigor.

Adicionalmente, en operaciones de transporte internacional, intracomunitario o no, hay mercancías que deben ser inspeccionadas en frontera por estar destinadas al consumo humano, independientemente de su naturaleza (Sanidad Exterior), de vegetales o productos vegetales (Sanidad Vegetal) o de animales o productos de origen o destino animal (Sanidad Animal). También puede requerirse la inspección en frontera para el control de la calidad de los productos objeto de exportación a países terceros que determina el Ministerio, o de aquellos que, teniendo un destino intracomunitario, determinen las disposiciones de la UE (SOIVRE, Servicio Oficial de Inspección, Vigilancia y Regulación del Comercio Exterior). En cualquiera de estos casos, para que se efectúe el Despacho Aduanero es necesario disponer del correspondiente certificado del servicio de inspección.

Para la tramitación de la documentación asociada a las mercancías peligrosas algunos puertos también han habilitado una Ventanilla Única, que unifica los trámites de las autoridades portuaria y marítima, y de la que hacen uso los consignatarios de los buques.

Otros organismos y administraciones que pueden intervenir en el transporte internacional son las Cámaras de Comercio. Estas emiten los Cuadernos ATA, documentos que posibilitan que una empresa realice una exportación temporal de un producto a un país no

comunitario (incluido en el Convenio ATA) y la posterior reimportación de la mercancía sin tener que liquidar los aranceles e impuestos que gravan la importación. Además, en el caso de que así lo solicite el exportador, las Cámaras emiten el Certificado de Origen, que permite la aplicación de tipos arancelarios preferenciales, o sea, menores a lo normal, en los casos previstos por la ley.

Asimismo, a solicitud del importador o de las autoridades de ciertos países, algunos documentos tienen que ser legalizados en embajadas o consulados (facturas, *packing list*, Certificado de Origen, etc.) y para ello deben visarse en el consulado del país de destino de las mercancías (Visado consular). Otras veces, el importador, para asegurar que las mercancías objeto de expedición se corresponden con lo acordado en el contrato de compraventa, exige que una compañía de inspección emita un Certificado de Calidad y Pesos.

Cabe destacar que, para simplificar las transacciones comerciales, la Unión Europea ha definido sus propios documentos que regulan y facilitan las relaciones comerciales que mantienen los países miembros entre sí, así como con terceros con los que mantiene algún acuerdo preferencial. La estandarización de la documentación administrativa europea ha dado como resultado, entre otros, el DUA o Documento Único Administrativo, utilizado en la UE para la declaración de mercancías (Tabla 6).

Tabla 6. Documentos para el transporte de mercancías dentro de la Unión Europea

Documento UE	Observaciones
DUA	Documento Único Administrativo, necesario para el Despacho Aduanero de mercancías importadas o exportadas desde la Unión Europea.
Declaración INTRASTAT	Documento para controlar a efectos estadísticos la expedición de mercancías entre los países miembros.
EUR-1, EUR-2	Análogo al Certificado de Origen (entre países miembros y países con acuerdos preferenciales).
Certificado de circulación ATR	Análogo al Certificado de Origen (entre países miembros UE y Turquía).
FORMA	Documento de origen exigido por la Unión Europea a la importación para la aplicación del Sistema de Preferencias Generalizadas (SPG).

Fuente: Fundación Valenciaport

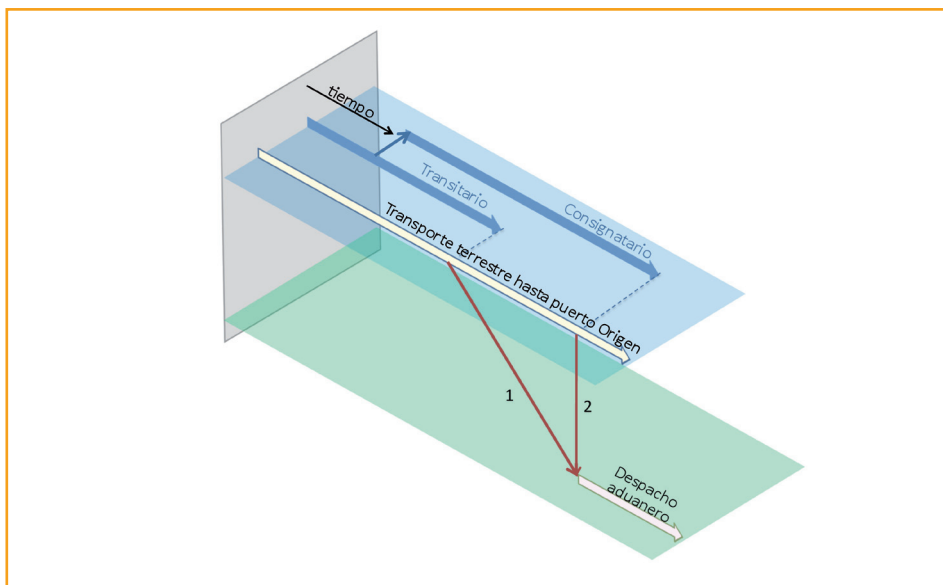
Existen otros documentos administrativos asociados al buque, y no a la mercancía, como el DUE (Documento Único de Escala), o el Certificado Negativo de Lista Negra. Este lo solicita el exportador al consignatario para comprobar que el buque en el que va a embarcar sus mercancías no está incluido en ninguna lista negra o de boicot del país donde van dirigidas las mercancías. En ocasiones se solicitan también a las empresas de seguros y a los propios exportadores certificados similares que acrediten que no son filiales de alguna sociedad ubicada en un país incluido en las listas negras comerciales del país receptor.

#### **4.4. Flujo temporal de los procesos documentales**

En cuanto a los procedimientos documentales, es importante destacar que la representación gráfica de los flujos asociados a la exportación, importación o tránsito de contenedores, resultado de la superposición de las tres capas de documentación (la asociada al acuerdo de compraventa internacional, la que engloba los documentos de contratación y gestión del transporte y la que se refiere a los controles de las administraciones) presenta una elevada dificultad debido a que la secuencia para realizar esos intercambios no es única ni lineal. Cada agente se relaciona con otros a los que envía y de los que recibe documentos, que a su vez debe reenviar a terceros. Considerando que cada proceso documental sigue una línea temporal, existen varios planos en los que se desarrollan diferentes procedimientos, que a su vez están relacionados entre sí. El flujo completo no es secuencial sino que existen comunicaciones simultáneas, o que pueden avanzar en paralelo, mientras que otras deben producirse encadenadas. Finalmente, un grado añadido de dificultad estriba en que en la actualidad conviven procedimientos en papel y electrónicos con diferente estado de implantación en cada puerto.

Como ejemplo de lo anterior, la Figura 19 representa la interacción de los procesos documentales de transporte terrestre y de Despacho Aduanero de exportación. El agente de aduanas para los trámites aduaneros de exportación de las mercancías necesita, por una parte, información sobre las mismas, que recibe del transitario (1), y por otra, información del consignatario sobre el contenedor (o contenedores) que se van a utilizar para el transporte de mercancías (2). En realidad, en la mayoría de ocasiones, el consignatario no sabe en qué contenedor se va a realizar el transporte hasta que el *depot* no le entrega al transportista un contenedor vacío. A partir de ese momento, en que el agente de aduanas recibe la información, bien del transportista a través del transitario, o bien del depósito de contenedores vacíos a través del consignatario, y no antes, pueden comenzar los trámites del Despacho para la obtención del Levante.

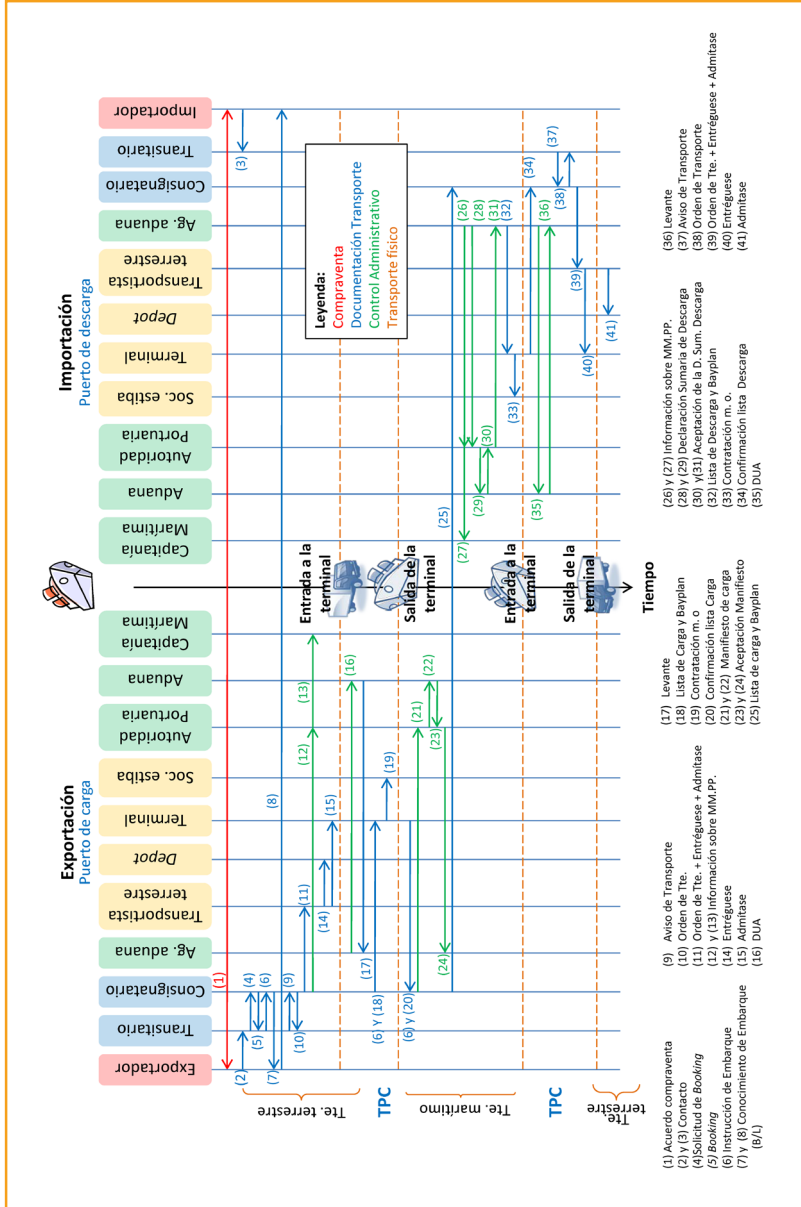
Figura 19. Interacción de los procesos documentales



Fuente: Fundación Valenciaport

La Figura 20 es un esquema aproximado de la secuencia de intercambio documental entre los agentes que intervienen en los procesos de exportación e importación, considerando la modalidad más general de transporte terrestre de contenedores cedido (ver apartado 4.5.1.1).

Figura 20. Flujo físico y de información del contenedor



Fuente: Fundación Valenciaport

## 4.5. Flujo documental asociado al transporte físico del contenedor en la cadena logística hasta la TPC

A continuación se describe el flujo documental (capas 2 y 3 de la Figura 17) externo a una terminal portuaria de contenedores que acompaña al contenedor durante su transporte físico puerta a puerta (cuarta capa de la misma figura) asociado a los siguientes procesos:

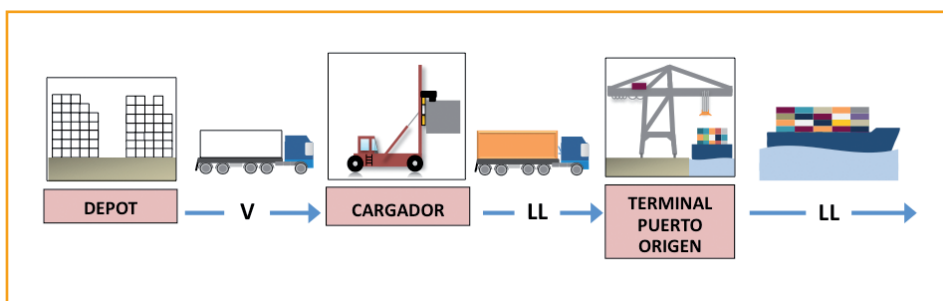
- Exportación
- Importación
- Transbordo
- Transporte de Mercancías Peligrosas

Recuérdese que, tal y como se ha expuesto con anterioridad, que los conceptos de exportación e importación se utilizan con un significado amplio de modo que la exportación se refiere al proceso en el que el contenedor entra en la terminal por la puerta terrestre y sale vía marítima mientras que la importación se refiere a que el contenedor llega vía marítima y sale vía terrestre, independientemente de que los orígenes o destinos sean nacionales o no.

### 4.5.1. Flujo documental externo a la TPC en el proceso de Exportación

En el caso más sencillo posible, el flujo físico de exportación comienza con el traslado de un contenedor vacío (V) desde un depósito de contenedores o desde una terminal portuaria hasta su punto de llenado. Posteriormente el contenedor lleno (LL) se transporta a la TPC. Tras su almacenamiento temporal en el patio, el contenedor se carga en el buque que lo transporta hasta el puerto de descarga (Figura 21).

Figura 21. Flujo físico de exportación externo a la TPC



Fuente: Fundación Valenciaport

El flujo documental que acompaña a esta operación de exportación tiene como objetivo permitir el flujo físico de la mercancía desde el origen hasta su destino, intentando minimizar el tiempo de tránsito y maximizar el control y la seguridad de las mercancías. Con la finalidad de facilitar su descripción, el flujo de documentos de exportación se ha descompuesto en las siguientes etapas:

- Transporte terrestre y entrada de mercancía al puerto
- Transporte marítimo
- Despacho Aduanero de exportación
- Gestión de atraques y Despacho de buques

#### **4.5.1.1. Flujo documental asociado al transporte terrestre y entrada de la mercancía al puerto**

Antes de explicar la secuencia documental, conviene recordar que el transporte terrestre de contenedores puede ser cedido o no cedido. En el caso del transporte cedido, el consignatario (representante de la naviera, que suele ser la propietaria del contenedor), permite que sea un transitario el que organice el transporte terrestre (*merchant haulage*). En el caso de transporte no cedido (*carrier haulage*), el transporte terrestre es gestionado directamente por el consignatario del buque, sin intermediarios. Este apartado se va a desarrollar considerando el transporte terrestre como cedido porque es el caso más general, completo y común en exportación.

Debe mencionarse que existe el caso de transporte cedido en el que el transporte terrestre está organizado por el consignatario actuando como transitario. Atendiendo a esta función, aparece el cobro del concepto “*on wheels*” al cliente por parte de los navieros o sus agentes consignatarios. Para que el consignatario pueda desempeñar esta actividad, debe estar habilitado profesionalmente como transitario.

El flujo documental asociado al transporte terrestre y la entrada de un contenedor de exportación en la terminal es el que se describe a continuación.

El exportador de la mercancía se pone en contacto con el transitario para que le organice el transporte de sus mercancías. A partir de este momento el transitario actuará de representante del exportador según quede establecido en el contrato. La función de transitario

puede ser asumida tanto por transitarios puros como por agentes de aduanas e incluso por los consignatarios de buques que asuman esa función según autorice la legislación. En el caso español para actuar como transitario se debe poseer la capacitación o titulación técnica correspondiente. Así, algunos agentes, como agentes de aduanas o consignatarios de buques, pueden asumir la función de transitario manteniendo una dualidad de funciones. En este texto se distingue entre esas funciones y al agente se le llamará transitario, agente de aduana o consignatario dependiendo del papel que ocupe en cada momento.

Cuando el exportador tiene la mercancía lista para el envío se lo comunica al transitario mediante un aviso de disponibilidad de la mercancía.

El transitario, en caso de elegir como modo de transporte el marítimo, contacta con consignatarios de buques y consulta las condiciones del transporte marítimo que ofrecen en cuanto a *schedules* y fletes, básicamente horarios (escalas, rutas y duración del viaje) y precios en función del transporte solicitado y relaciones comerciales que mantienen. En el transporte marítimo no se suelen ofrecer precios fijos según líneas y destinos, sino que existe una importante negociación entre los transitarios y los consignatarios. Finalmente negocia con uno de ellos la contratación del transporte marítimo (*Booking*) y efectúa una solicitud de reserva de embarque que posteriormente se formaliza con la confirmación de reserva (*Confirmación de Booking*).

Según este procedimiento el consignatario del buque de la mercancía reserva un espacio a bordo del buque con las indicaciones básicas del tipo de mercancía, especialmente si son mercancías peligrosas, están contingentadas o cualquier otra circunstancia especial. Posteriormente el transitario envía las instrucciones de embarque al consignatario indicando la naturaleza, el peso, el volumen de la mercancía y la información respecto a los puertos de origen y destino de esta.

En algunas ocasiones un mismo buque es explotado por varias navieras que embarcan sus contenedores en éste en función de un acuerdo comercial y que ofertan a sus clientes ese servicio. Como navieras siguen emitiendo los Conocimientos de Embarque correspondientes y asumiendo las responsabilidades pertinentes y por ello tienen sus agentes consignatarios representándoles en el puerto. Sólo uno de esos agentes, el de la naviera que realmente arma y explota el buque, o naviera principal, es el que actúa como consignatario del buque. El resto siguen siendo consignatarios de la naviera.

Lo habitual es que el representante de la naviera y el del buque coincidan.

El siguiente paso es que el consignatario emita el Entréguese del contenedor vacío (para el depósito de contenedores) y el Admítase de la mercancía (para la terminal).

Con dichos documentos, el responsable de organizar la etapa de transporte terrestre (exportador, transitario, agente de aduanas o consignatario de la mercancía; el transitario en el caso general) emite una Orden de Transporte para una empresa de transporte terrestre o el equivalente para el operador ferroviario.

### **Transporte por carretera**

Cuando se trata de transporte por carretera, la empresa de transporte facilita esos documentos al conductor del camión y el transportista se dirige al *depot* donde le entregan el contenedor vacío contra la presentación del Entréguese y recibe el Boletín de Salida en puertas.

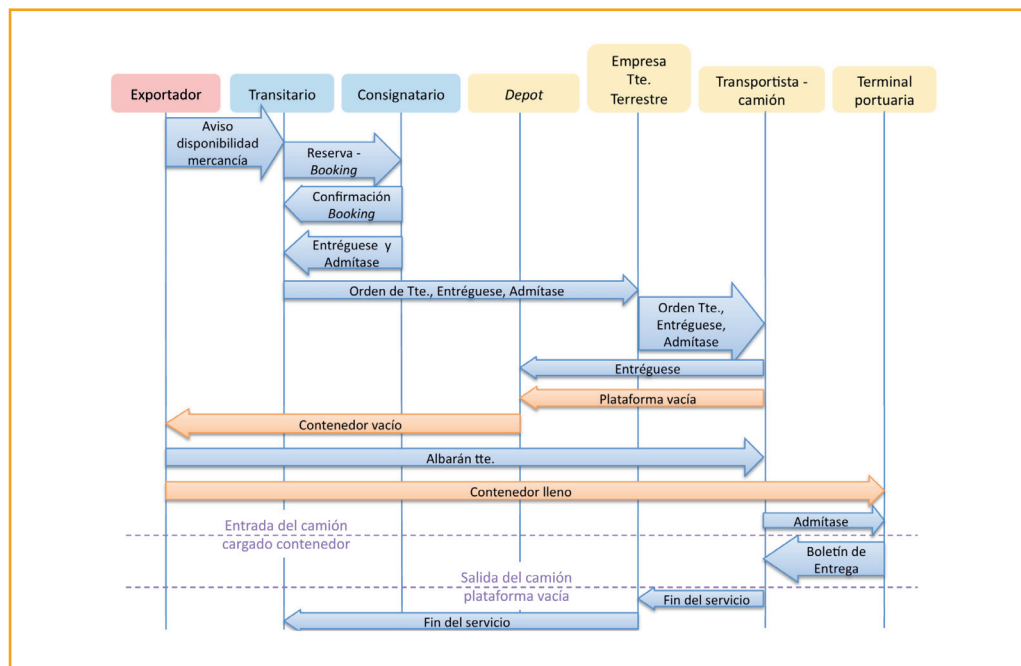
Después el camión se dirige al almacén del exportador donde llenan y precintan el contenedor y le firman el albarán de transporte. El transportista debe asegurarse de que el contenedor se precinta en presencia del cargador.

A continuación el camión se dirige a la terminal portuaria donde presenta el Admítase y entrega el contenedor; siempre y cuando la escala del buque en que ha de ser embarcado haya sido dada de alta en el puerto y por tanto la terminal tenga abierta la lista de carga de ese buque. A su salida, la terminal le facilita un albarán, que se denomina Boletín de Entrega o *Interchange* que acredita que el depósito de la mercancía se ha llevado a cabo con éxito.

Finalizado el servicio, el camionero avisa a la empresa de transporte y esta al transitario y a partir de ese momento el transitario o agente de aduanas puede iniciar el trámite de Despacho de exportación.

En la Figura 22 se esquematiza este proceso. El flujo físico aparece en color naranja.

Figura 22. Flujo de documentación asociado al transporte terrestre y entrada de las mercancías al puerto por carretera<sup>(1)</sup>



Fuente: Fundación Valenciaport

### Transporte por ferrocarril

En el caso del transporte por ferrocarril, salvo contadas excepciones en las que el cargador dispone de playa de vías o incluso de terminal ferroviaria, la recogida de la mercancía en el almacén del exportador también se realiza en camión, por lo que el tramo de transporte terrestre se divide en dos, con sus correspondientes Órdenes de Transporte. El primero, del almacén del exportador al puerto seco donde se realizará el intercambio modal a ferrocarril sucede como se recoge en la Figura 22, con la salvedad de que el destino del contenedor es una terminal ferroviaria y no una terminal portuaria.

(1) Las líneas de los diagramas de flujo documental que indican la entrada y salida de medios de transporte hacen referencia únicamente a la terminal portuaria de contenedores, obviando la entrada y salida de estos a otros nodos de la cadena logístico-portuaria.

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

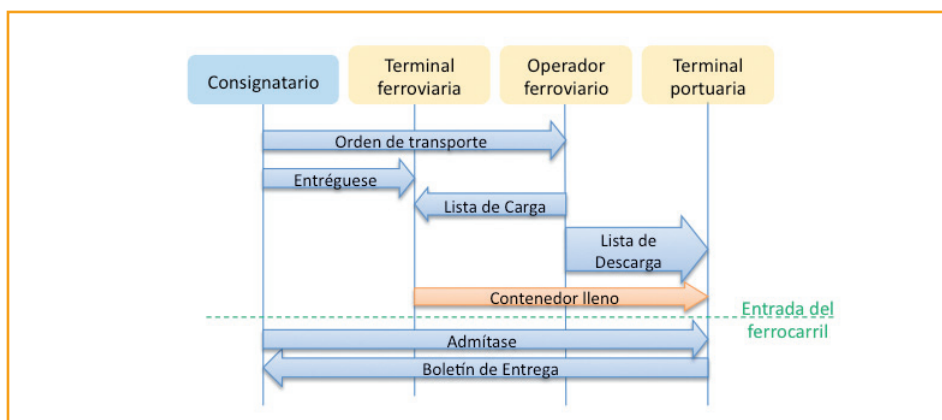
El segundo tramo, por ferrocarril, se inicia con el Entréguese que emite el consignatario de la mercancía y autoriza al contenedor a abandonar la terminal ferroviaria cargado en un ferrocarril.

Entre tanto, el operador ferroviario, con todas las órdenes de transporte de los contenedores que transporta, elabora la Lista de Carga del ferrocarril para la terminal ferroviaria y la Lista de Descarga para la terminal portuaria, similar a la utilizada para la carga y descarga de buques en el flujo documental asociado al transporte marítimo y que indica los contenedores que deben cargarse y descargarse en la terminal, incluyendo las posiciones en las que estos viajan, como si de un *Bayplan* se tratase (véase el siguiente apartado). El propio operador ferroviario hace llegar las listas a las terminales.

Paralelamente, el consignatario de la mercancía hace llegar a la terminal portuaria el Admítase del contenedor que acredita el contrato de depósito temporal, y sólo cuando la terminal está en posesión del mismo, se descarga el contenedor del ferrocarril.

Una vez el contenedor es entregado, la terminal portuaria envía al consignatario de la mercancía el albarán que certifica tal entrega, el Boletín de Entrega, y este avisa al transitorio de que pueden comenzar los trámites para el Despacho Aduanero de exportación de los contenedores (Figura 23).

Figura 23. Flujo de documentación asociado al transporte terrestre y entrada de las mercancías en puerto por ferrocarril



Fuente: Fundación Valenciaport

### 4.5.1.2. Flujo documental asociado al transporte marítimo

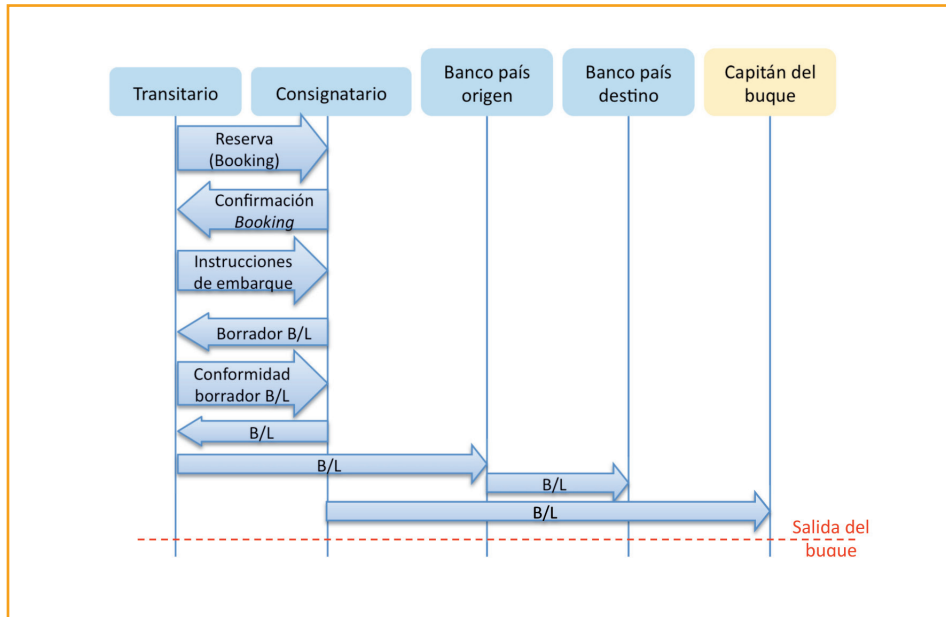
De forma simultánea a la contratación del transporte terrestre se inicia la contratación del transporte marítimo que también lleva asociado un flujo documental que acompaña a las mercancías desde su embarque en origen hasta su desembarque en el puerto de destino.

Tal y como se muestra en la Figura 24, este flujo se inicia cuando el transitario (o agente de aduanas) negocia con los consignatarios de la mercancía las condiciones del transporte marítimo y efectúa una reserva de espacio para el embarque (*Booking*). El consignatario le confirma la reserva (Confirmación de *Booking*).

El exportador o el transitario le envían al consignatario las instrucciones de embarque, donde se detalla toda la información que necesita el consignatario de la mercancía para elaborar la Nota de Embarque, también llamada Pre-Conocimiento de Embarque, que es un documento sin carácter contractual.

Después del embarque de las mercancías, el consignatario de la mercancía emite un borrador del Conocimiento de Embarque y se lo envía al transitario (o al exportador) para que lo compruebe y dé su conformidad. Finalmente el consignatario emite en papel dos o tres juegos originales del Conocimiento de Embarque definitivo (*Bill of Lading*, B/L) y le envía uno de ellos al exportador a través de su transitario.

Figura 24. Flujo de documentación asociado al transporte marítimo



Fuente: Fundación Valenciaport

Dependiendo de la forma de pago que hayan acordado el comprador y el vendedor, en muchos casos de compraventa internacional el transitario o el exportador envían el Conocimiento de Embarque a un banco del país de origen, que negocia el cobro de la mercancía con un banco del país de destino. Cuando se opta por pago mediante crédito documentario, el destinatario previamente tiene que solicitar la apertura y emitir una carta de crédito que se hará efectiva con la presentación de determinados documentos, entre los que se encuentra el Conocimiento de Embarque.

Otra copia original del Conocimiento de Embarque debe ir siempre acompañando a la mercancía ya que acredita la posesión temporal de la misma, por lo que el consignatario se la hace llegar al capitán del buque en el que es cargada. Este, al entregar la mercancía en el puerto de destino también entrega el correspondiente B/L.

#### 4.5.1.3. Flujo documental asociado al Despacho Aduanero de Exportación y a la Declaración de Mercancías

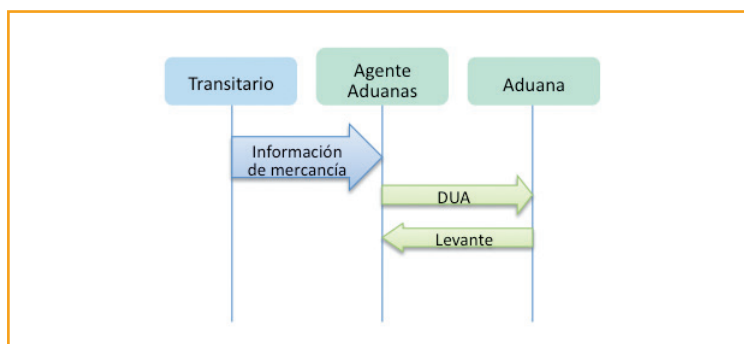
En los casos en los que las mercancías abandonan un territorio aduanero la Aduana del país exportador controla este flujo mediante el Despacho de Exportación; en el resto de casos, el control de la salida de mercancías por vía marítima se simplifica.

El Despacho Aduanero de exportación puede tramitarse antes de que el buque llegue a puerto y siempre antes de embarcar la mercancía en el buque. Para ello, el exportador o el transitario envían al agente de aduanas la información relativa a la mercancía que va a ser transportada, incluyendo la identificación del contenedor o contenedores que van a utilizarse.

Con dicha información, el agente de aduanas procede a preparar y presentar ante la Aduana el DUA y su documentación complementaria, incluyendo la factura comercial, los documentos relativos al transporte y los certificados pertinentes emitidos por los Organismos Oficiales de Inspección que en su caso correspondan, iniciándose con este trámite el Despacho Aduanero de las mercancías (Figura 25) siempre que se cumplan con las reglas de la Aduana acerca de dónde se encuentra la mercancía que va a ser despachada. Normalmente debe encontrarse ya en puerto o en una zona reconocida y aceptada por la Aduana.

La Aduana, si lo admite, contesta al DUA asignándole un número de identificación y uno de los tres circuitos posibles (verde, naranja o rojo).

Figura 25. Flujo de documentación asociado al Despacho Aduanero de exportación



Fuente: Fundación Valenciaport

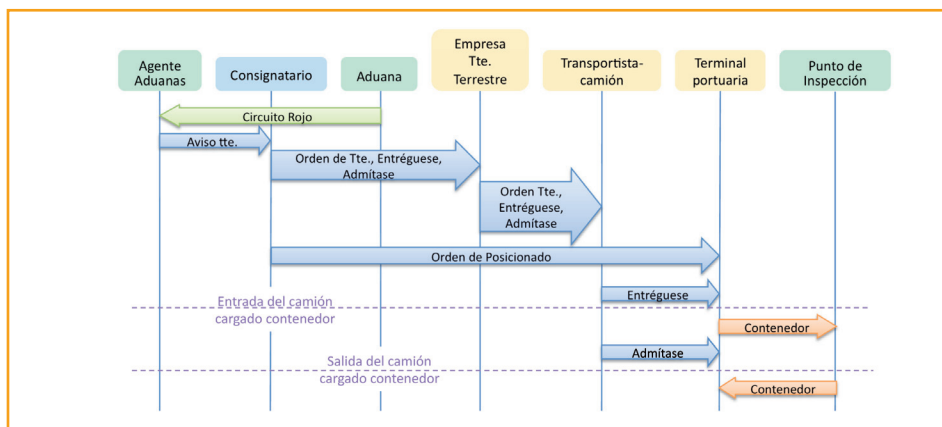
El Circuito Verde significa Levante inmediato, es decir que se permite la salida de la mercancía sin más trámites.

El Circuito Naranja conlleva un control documental, procediéndose a la revisión de la documentación complementaria presentada a la Aduana junto al DUA.

El Circuito Rojo implica el reconocimiento físico y documental de la mercancía. El reconocimiento de la mercancía debe realizarse en presencia del declarante o su representante, y los gastos que pueda ocasionar (traslado de la mercancía, manipulación y extracción de muestras para análisis) correrán por su cuenta.

En el caso del Circuito Rojo el agente de aduanas o el transitario realizan un aviso de transporte al consignatario de la mercancía, para que emita una Orden de Transporte donde se le indica al transportista terrestre que debe llevar el contenedor desde la pila de la terminal hasta la zona de inspección de la Aduana. La Orden de Transporte debe ir acompañada del Entréguese y el Admitase que permitirán, respectivamente, la retirada del contenedor de la terminal y su posterior entrega una vez inspeccionado. En el caso de que la inspección tenga lugar dentro de la terminal, el consignatario emite una Orden de Posicionado para que la terminal posicione el contenedor en el punto de inspección (Figura 26). Al finalizar la inspección el contenedor debe volver a precintarse en presencia del representante del cargador (en este caso suele ser el agente de aduanas).

Figura 26. Flujo de documentación adicional para el caso de Circuito Rojo en el Despacho Aduanero de exportación



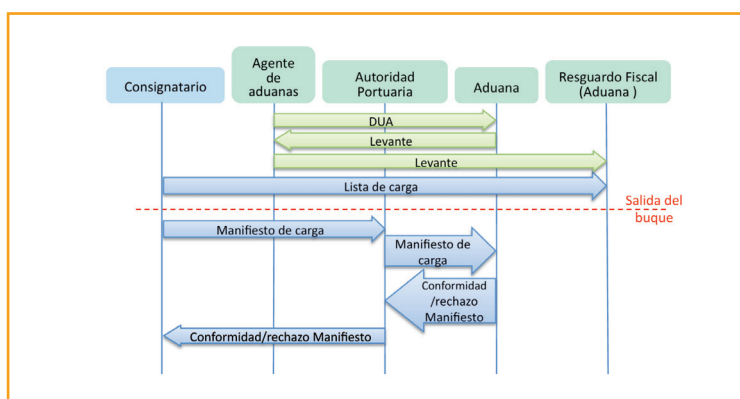
Fuente: Fundación Valenciaport

Cuando acaba el trámite aduanero, la Aduana emite el Levante que autoriza la exportación y permite la salida de la mercancía del territorio aduanero. Para ello es necesario que el agente de aduanas presente ante el Resguardo Fiscal de la Aduana en muelle el Levante de la mercancía y que el consignatario del buque le envíe la Lista de Carga que recoge todos los contenedores que se embarcan en dicho buque. El Resguardo Fiscal comprueba si la mercancía está despachada o no y, en su caso, autoriza la carga del contenedor. Si existe una aplicación informática que lo permita, la comunicación entre el consignatario del buque y el Resguardo Fiscal se realiza de forma telemática.

En el caso de que la compra se realice dentro de la Unión Europea, puesto que no existen fronteras entre los países miembros, el procedimiento no se considera como una exportación propiamente dicha, sino que se trata de una expedición intracomunitaria y la comunicación con la Aduana se realiza con fines fiscales (compensaciones intracomunitarias) y estadísticos, sustituyéndose el DUA por la Declaración Intrastat.

Con posterioridad a la salida del buque y a partir de los Conocimientos de Embarque que ha emitido (o recibido de los consignatarios de la mercancía) y de los documentos de despacho, el consignatario del buque comienza a tramitar el Manifiesto de Carga de los contenedores que efectivamente han sido embarcados y lo presenta ante la Autoridad Portuaria. Esta, tras un primer control, envía este documento a la Aduana que tiene la labor de aceptarlo o rechazarlo y emitir un acuse de conformidad o rechazo que la Autoridad Portuaria hace llegar al consignatario del buque (Figura 27).

Figura 27. Flujo de documentación asociado al Manifiesto de Carga



Fuente: Fundación Valenciaport

## **Obtención de Certificados de Inspección**

Entre la documentación complementaria al DUA que el agente de aduanas ha de presentar ante la Aduana para la obtención del Levante se encuentran los Certificados de Inspección oportunos en función del tipo de mercancía a exportar.

El contenedor ha de ir acompañado de la Autorización C-5, un documento aduanero mediante el cual la Aduana autoriza la rotura del precinto y la apertura y el control del contenedor por parte de los Organismos Oficiales de Inspección, entre otros documentos necesarios para la inspección. Así, el agente cumplimenta y presenta en la Aduana donde está depositada la mercancía el documento C-5 (solicitud de actuaciones previas al despacho). Una vez autorizado, el agente de aduanas o transitario realizan un aviso de transporte al consignatario de la mercancía, para que emita una Orden de Transporte donde se indique al transportista terrestre que debe llevar el contenedor desde la pila de la terminal hasta el Puesto de Inspección en Frontera o Fronterizo (PIF). La Orden de Transporte debe ir acompañada del Entréguese y el Admítase que permitirán, respectivamente, la retirada del contenedor de la terminal y su posterior entrega una vez inspeccionado. Asimismo, el consignatario también debe emitir una Orden de Posicionado para la terminal (ver Figura 26), que es suficiente cuando la inspección se va a realizar sin salir de la misma.

Los contenedores de importación son descargados en la terminal y desde ahí se trasladan “en tránsito” al PIF o la zona de inspección. Una vez inspeccionados se devuelven a la terminal y entonces se puede empezar con el trámite de Despacho Aduanero.

### **4.5.1.4. Flujo documental asociado a la gestión de atraques y al Despacho de buques**

La escala del buque en un puerto conlleva ciertos trámites ante las autoridades competentes, que son la Capitanía Marítima y la Autoridad Portuaria.

El procedimiento documental asociado a la escala del buque se inicia cuando el consignatario del buque solicita escala en el muelle de una terminal a la Autoridad Portuaria, esta procesa la solicitud y le asigna un número de escala que inmediatamente notifica al consignatario, indicando la existencia de errores en su solicitud, si es el caso, para que los rectifique (Figura 28).

Del mismo modo, la Autoridad Portuaria transmite el número de escala a la Capitanía Marítima, que puede denegar la escala avisando a la Autoridad Portuaria, y esta al consignatario del buque. Paralelamente, la AP también comunica el número de escala a Puertos del Estado, quien a su vez lo reenvía a la Dirección General de la Marina Mercante.

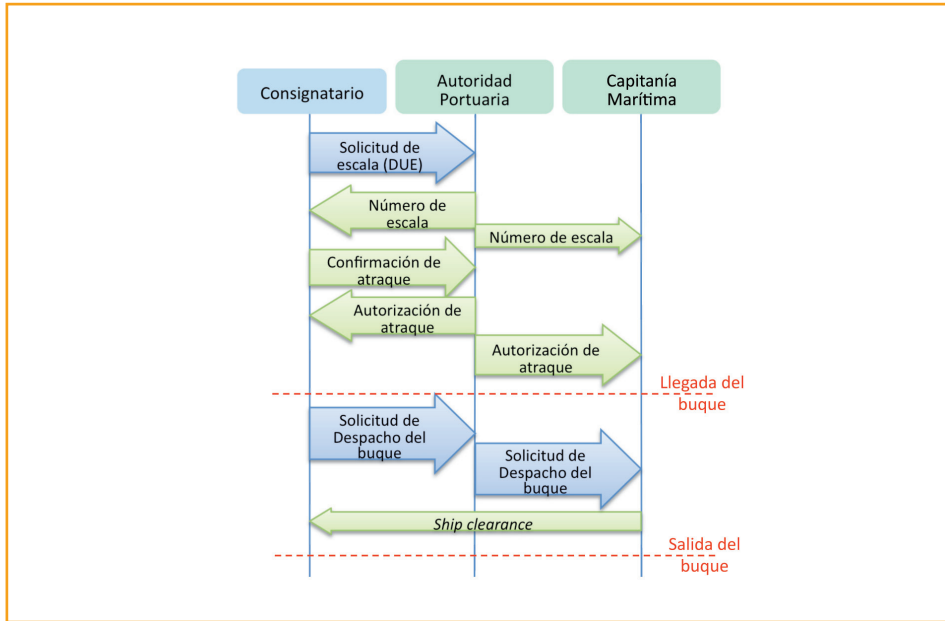
Tanto la Capitanía Marítima como la Autoridad Portuaria pueden solicitar una ampliación de la información suministrada por el consignatario del buque. Asimismo, si hay modificaciones en los datos de la escala, el consignatario del buque debe informar a la Autoridad Portuaria, que procesa las modificaciones y mantiene al corriente de los cambios a la Capitanía Marítima.

Cuando la escala está próxima, el consignatario del buque confirma el atraque haciendo saber a la Autoridad Portuaria la fecha y hora de llegada del buque a puerto. Con esta información la AP le asigna un atraque y se lo comunica al consignatario del buque mediante una autorización que acredita que ambas administraciones (AP y CM) permiten la entrada en puerto. La Autoridad Portuaria también le envía la autorización de atraque a Puertos del Estado.

Paralelamente y desde el momento en que el buque tiene asociado un número de escala, el consignatario del buque puede solicitar el Despacho del mismo a la Autoridad Portuaria que, en el caso de que se haya implementado este procedimiento, actúa como ventanilla única con la Capitanía Marítima y con la Aduana. En cualquier caso, la Capitanía Marítima se encarga de emitir un acuse de recibo con la aceptación o rechazo de cada documento (declaración del capitán, lista de tripulantes, declaración de residuos, etc.). Una vez han sido realizadas las operaciones que correspondan y cuando no existen errores y todos los documentos han sido aceptados, la Capitanía Marítima envía al consignatario el *Ship clearance* que autoriza al buque a abandonar el puerto.

En aquellos puertos que así lo hayan establecido, la gestión de atraques y el Despacho de buques puede simplificarse mediante el uso del Documento Único de Escala (DUE).

Figura 28. Flujo de documentación asociado a la gestión de atraques y al despacho de buques



Fuente: Fundación Valenciaport

Para realizar escala en un puerto y durante la misma los buques requieren de ciertos servicios conocidos como servicios portuarios al buque. Estos comprenden el practicaje, el amarre, el remolque (servicios técnico-náuticos, Real Decreto Legislativo 2/2011) y la retirada de residuos, además de suministro (electricidad y agua) y avituallamiento.

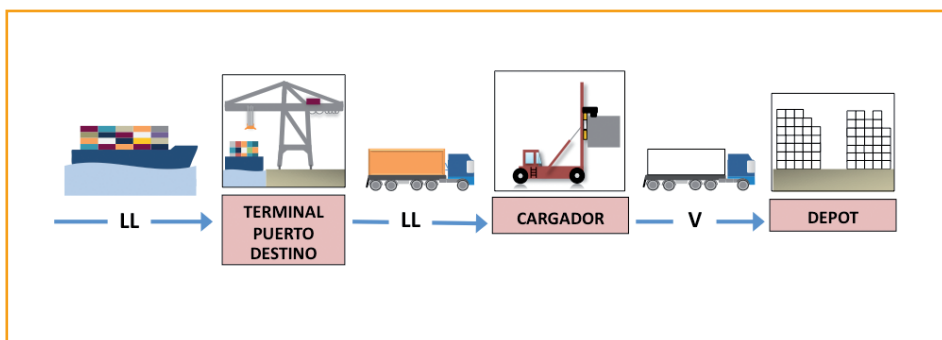
El servicio de practicaje es solicitado por radio por el capitán del buque a la corporación de prácticos quienes, a su vez y en función de las características del buque, del puerto y de la navegación, solicitan los servicios de los remolcadores, una vez valoradas con el capitán las condiciones del atraque, y los amarradores necesarios para la operación.

En cuanto al resto de servicios, es el consignatario del buque quien los solicita directamente a las empresas prestatarias.

#### 4.5.2. Flujo documental externo a la TPC en el proceso de Importación

El flujo físico de importación comienza cuando el buque atracca en el muelle y se procede a la desestiba y descarga del contenedor. Tras su almacenamiento en la terminal, el transportista terrestre (camión o combinación de ferrocarril y camión) traslada el contenedor desde el puerto al almacén del importador donde se vacía. El contenedor vacío se traslada a un depósito de contenedores vacíos o a la terminal (Figura 29).

Figura 29. Flujo físico de importación externo a la TPC



Fuente: Fundación Valenciaport

Al igual que en el apartado anterior de exportación, con el objetivo de simplificar la descripción del flujo de documentos de importación, este se ha descompuesto en varias fases:

- Transporte marítimo
- Gestión de atraques y Despacho de buques
- Despacho aduanero de importación
- Transporte terrestre y salida de mercancía del puerto

Antes de comenzar con la descripción del flujo cabe puntualizar que en cualquier proceso de importación y exportación el transporte se puede contratar tanto en origen como en destino. Para el caso de la importación, si el transporte se contrata en destino, lo organiza un transitario contratado por el importador. Por su parte, si el transporte está gestionado en origen, el tramo terrestre desde el puerto destino hasta el almacén del importador lo suele gestionar directamente el consignatario. Como en el caso de la exportación, atendiendo a este criterio, se distingue entre transporte cedido y no cedido.

Para el caso de importación se explica el flujo documental asociado al transporte terrestre y salida de mercancía del puerto destino como no cedido, eliminando del flujo documental la figura del transitario por ser lo más habitual.

Tras esta aclaración, la secuencia del flujo documental de importación es la siguiente:

#### **4.5.2.1. Flujo documental asociado a la gestión de atraques y al Despacho de buques**

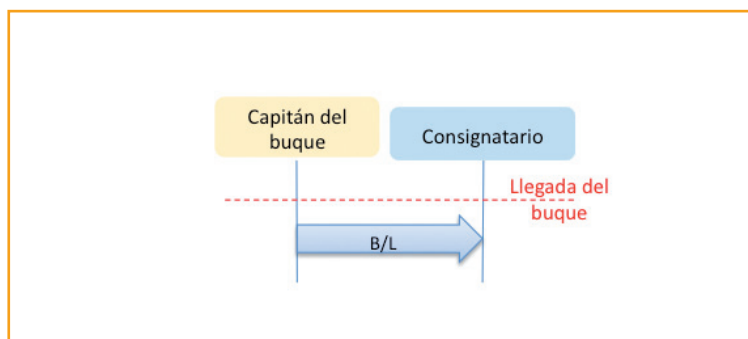
El flujo documental asociado a la gestión de atraques y al despacho de buques en el puerto destino en el proceso de importación es idéntico al del proceso de exportación en el puerto origen (apartado 4.5.1.4).

#### **4.5.2.2. Flujo documental asociado al transporte marítimo**

El flujo documental asociado al transporte marítimo en un proceso de importación es la continuación del que se inicia durante el proceso de exportación (apartado 4.5.1.2).

Al llegar al puerto de destino, el capitán entrega al consignatario de la mercancía en dicho puerto el Conocimiento de Embarque que ha acompañado al contenedor ahora desembarcado durante todo el trayecto marítimo (Figura 30). Así, la posesión temporal de la mercancía pasa a manos del consignatario, que se encarga de organizar el transporte de la mercancía de este punto de la cadena logística en adelante.

Figura 30. Flujo de documentación asociado al transporte marítimo de importación



Fuente: Fundación Valenciaport

### **4.5.2.3. Flujo documental asociado al Despacho Aduanero de importación y a la Declaración de Mercancías**

Por analogía con el Despacho Aduanero de exportación, en los casos en los que las mercancías entran en el territorio aduanero, es necesario que estas reciban destino aduanero, para lo que han de ser previamente despachadas.

El Despacho Aduanero de importación puede tramitarse antes de que el buque llegue al puerto de destino. La naviera, una vez conoce la mercancía que se va a descargar en cierto puerto, para lo cual esta ha tenido que ser embarcada en escalas anteriores del buque, se lo comunica al consignatario del buque en dicho puerto, quien elabora y envía a la Autoridad Portuaria la Declaración Sumaria de Descarga, vía EDI o en formato papel.

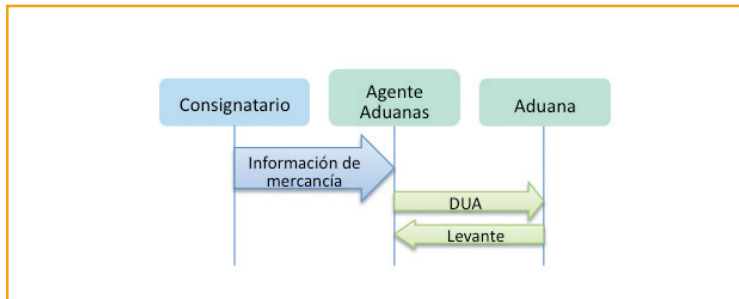
Tras un control de la Declaración Sumaria de Descarga por parte de la Autoridad Portuaria, esta se reenvía a la Aduana, normalmente mediante medios telemáticos, que la acepta o rechaza y emite un acuse de conformidad o de rechazo que la Autoridad Portuaria hace llegar al consignatario del buque. El acuse puede ser transmitido vía EDI o por fax.

El consignatario del buque puede realizar modificaciones de la Declaración Sumaria de Descarga siguiendo un procedimiento similar al realizado para presentar la Declaración Sumaria de Descarga original, siempre y cuando esta no se haya activado.

La activación de la Declaración Sumaria de Descarga tiene lugar cuando los prácticos registran la hora de llegada del buque al puerto. Este registro implica que a partir de ese momento la mercancía se encuentra a disposición de la Aduana y, por tanto, se puede solicitar destino aduanero para la misma. La Aduana es informada de cuando se realiza el registro.

Normalmente antes de que el buque llegue a puerto, para proceder al Despacho Aduanero, el consignatario de la mercancía facilita al agente de aduanas toda la información relativa a la mercancía que va a ser importada, y este presenta ante la Aduana el DUA de importación y la documentación complementaria (Figura 31).

Figura 31. Flujo de documentación asociado al Despacho Aduanero de importación



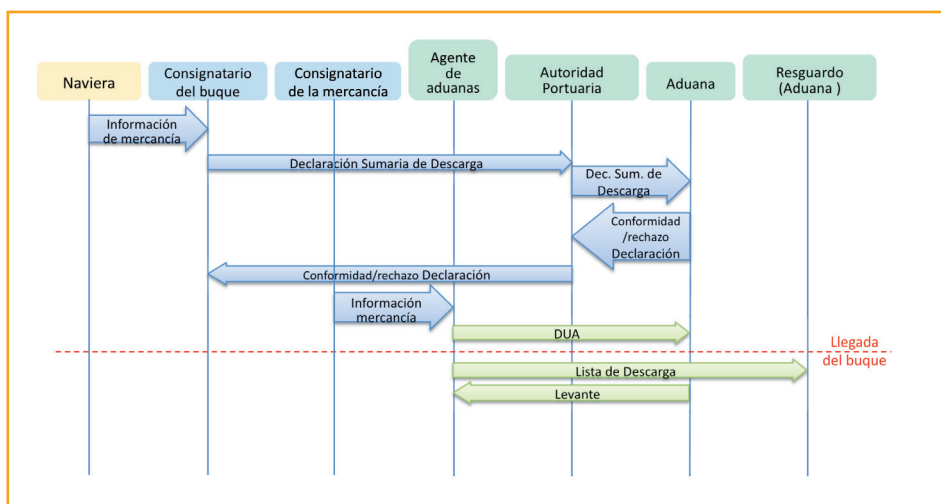
Fuente: Fundación Valenciaport

Al igual que para la exportación, para la importación cuando la Aduana admite el DUA de importación contesta asignando un número de identificación y uno de los tres circuitos posibles (verde, naranja o rojo) cuyo procedimiento de actuación es idéntico al expuesto en el apartado 4.5.1.3. Asimismo emite el aviso de liquidación.

Finalizados los trámites aduaneros, y sólo cuando se ha realizado el registro de escala, la Aduana emite el Levante que autoriza la importación y permite la entrada de la mercancía en el territorio aduanero de la Unión Europea. Para ello es necesario presentar el Levante de la mercancía ante el Resguardo Fiscal de la Aduana en muelle, y que este lo coteje con la Lista de Descarga elaborada por el consignatario del buque, que recoge todos los contenedores que se desembarcan en esa escala. El Resguardo Fiscal comprueba si la mercancía está despachada o no y, en su caso, autoriza la salida del contenedor de la terminal. Por norma general, los contenedores se descargan del buque sin necesidad de que hayan obtenido el Levante y esperan su destino aduanero en el patio de la terminal.

La Figura 32 sintetiza el flujo documental asociado al Despacho Aduanero de Importación.

Figura 32. Flujo de documentación asociado a la Declaración Sumaria de Descarga



Fuente: Fundación Valenciaport

Cuando la operación de compra-venta se realiza entre países miembros de la Unión Europea, no se trata propiamente de una importación, y el contenedor no debe esperar a recibir destino aduanero para abandonar la terminal por la puerta terrestre ya que la comunicación con la Aduana se realiza únicamente con fines fiscales y estadísticos (Declaración Intrastat).

Finalmente, existe el régimen aduanero de tránsito internacional, que no se debe confundir con el tránsito marítimo. Se trata de aquellos casos en los que la mercancía es transportada, bajo control aduanero, desde una aduana de partida a una de destino en una misma operación, en la cual se cruzan una o varias fronteras. Así, un contenedor procedente de otro país (en el caso de la Unión Europea, de un estado no miembro) llega en un buque a la terminal y la abandona, por tierra o por mar, sin que se haya producido un Despacho Aduanero, bien sea porque la mercancía vaya a ser despachada en otra Aduana, o bien porque su destino es un depósito franco desde donde posteriormente se solicitará el despacho de importación.

#### **4.5.2.4. Flujo documental asociado al transporte terrestre y salida de mercancía del puerto**

Como se ha mencionado al comienzo del presente apartado, en el caso del transporte terrestre no cedido es el propio consignatario de la mercancía quien organiza el tramo de transporte terrestre.

El flujo documental asociado al transporte terrestre y a la salida de un contenedor de importación de la terminal es el que se describe a continuación.

Una vez se ha conseguido el Levante de la mercancía por parte de la Aduana, el agente de aduanas se pone en contacto con el consignatario de la mercancía que, en posesión del Conocimiento de Embarque, se encuentra en posición de contratar el transporte terrestre y emite la Orden de Transporte, el Entréguese y el Admitase. El flujo depende del medio en que el contenedor abandona la terminal (carretera o ferrocarril).

##### **Transporte por carretera**

Cuando se trata de transporte por carretera, la empresa de transporte contratada hace llegar a su transportista el Levante y los tres documentos de transporte elaborados por el consignatario.

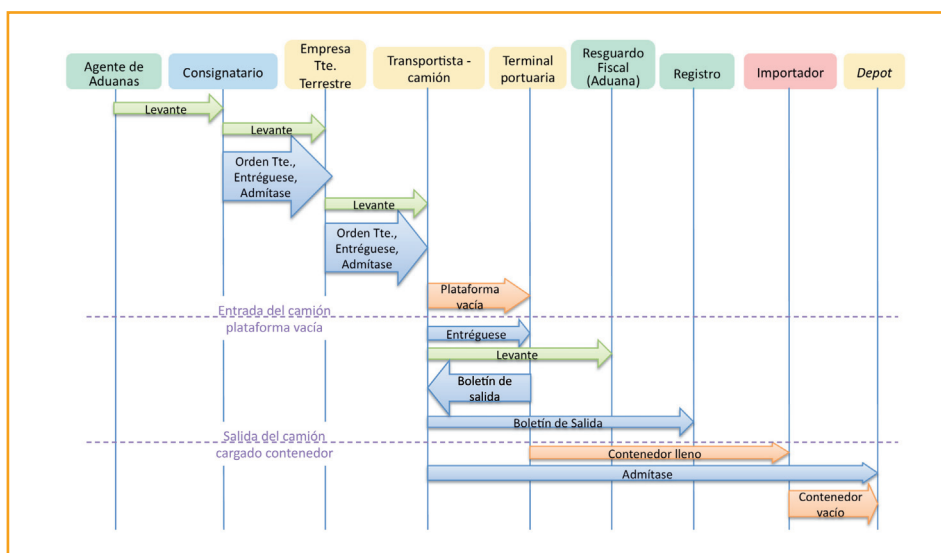
Con toda esta documentación el transportista se dirige a la terminal para recoger el contenedor con la mercancía. A la entrada de la terminal entrega el Entréguese y recibe órdenes de dónde debe posicionarse para recibir el contenedor.

Una vez recogido el contenedor el camión se dirige al Resguardo Fiscal, donde presenta el Levante y se realiza la comprobación documental previa a la autorización de la salida de la mercancía del recinto aduanero. Con esta información, la terminal expide en puerta el Boletín de Salida que el transportista deberá mostrar para poder abandonar el recinto portuario. Algunos puertos han habilitado el procedimiento de Levante sin papeles de manera que la comprobación documental se realiza de modo automático utilizando tecnologías de identificación de vehículos, lectura de matrículas y sistemas de intercambio electrónico de datos.

Cuando el contenedor ha sido entregado en el destino acordado y vaciado, el transportista lleva el contenedor vacío a un depósito de contenedores o a la terminal donde es admitido con la presentación del Admitase.

En la Figura 33 se esquematiza este proceso. El flujo físico aparece en color naranja.

Figura 33. Flujo de documentación asociado al transporte terrestre y salida de las mercancías en puerto por carretera



Fuente: Fundación Valenciaport

### Transporte por ferrocarril

En el caso del transporte por ferrocarril, el contenedor abandona la terminal portuaria con destino a una terminal ferroviaria interior, por ejemplo un puerto seco, desde la cual, posteriormente, será trasladado al almacén del importador mediante camión.

Para la organización del transporte ferroviario hasta la terminal ferroviaria interior, el operador ferroviario, con todas las Órdenes de Transporte de los contenedores, recibidas de

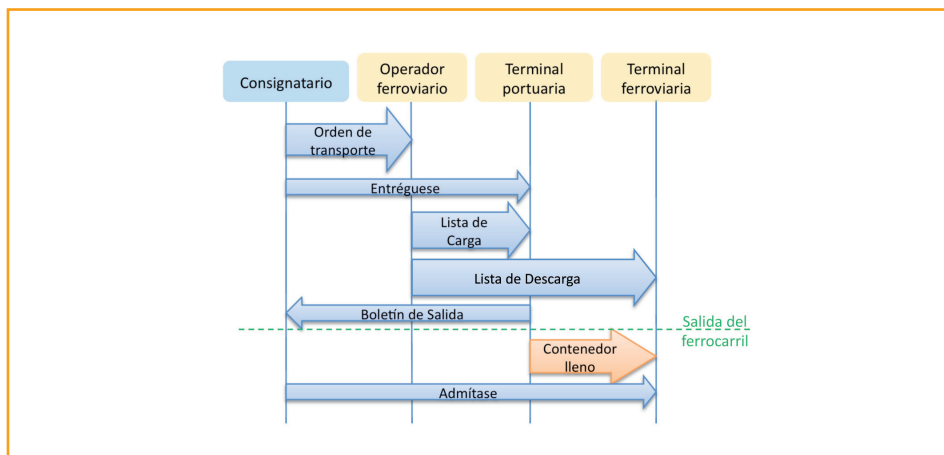
## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

sus respectivos consignatarios, elabora la Lista de Carga del ferrocarril para la terminal portuaria y la Lista de Descarga para la terminal ferroviaria interior, y se las hace llegar.

Del mismo modo, el consignatario de la mercancía transmite el Entréguese a la terminal portuaria y el agente de aduanas envía el Levante al Resguardo Fiscal para que autorice la salida del recinto portuario de los contenedores cargados en el ferrocarril.

Una vez el contenedor sale de la terminal portuaria, esta envía al consignatario de la mercancía el Boletín de Salida, albarán que certifica que el contenedor ha sido retirado, y el consignatario inicia los trámites para que este sea admitido en la terminal ferroviaria (Figura 34).

Figura 34. Flujo de documentación asociado al transporte terrestre y entrada de las mercancías en puerto por ferrocarril



Fuente: Fundación Valenciaport

La terminal ferroviaria puede funcionar como depósito temporal aduanero. Los contenedores llegan en régimen suspensivo y allí se despachan. Es lo que ocurre con el Puerto Seco de Coslada, que además en 2003 inició el proceso para obtener la habilitación de aduanera marítima.

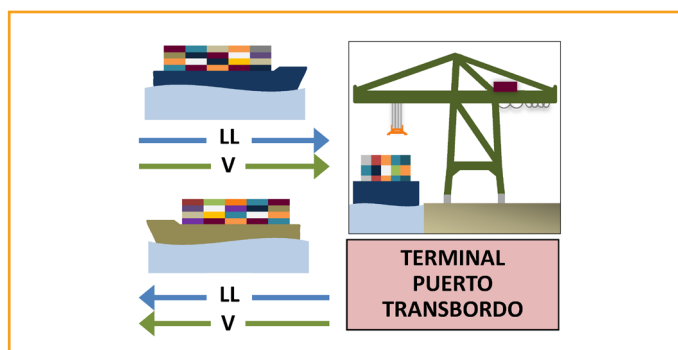
Para terminar, el último tramo del transporte puerta a puerta, el transporte por carretera desde la terminal ferroviaria interior al almacén del importador, sucede como se

recoge en la Figura 33, con la salvedad de que el origen del contenedor es una terminal ferroviaria y no una terminal portuaria, y de que en este caso, no se necesita autorización del Resguardo Fiscal.

### 4.5.3. Flujo documental externo a la TPC en el proceso de Transbordo

En el caso de transbordo, los contenedores llegan a la terminal vía marítima y salen de la misma forma en otro buque.

Figura 35. Flujo físico de transbordo



Fuente: Fundación Valenciaport

La mayor parte de la información generada para el transbordo de un contenedor es información interna de la terminal. Aún así, siguen existiendo ciertos flujos de información asociados a la llegada y descarga del contenedor a la terminal y su posterior carga en otro buque y salida del puerto.

Para poder descargar el contenedor debe estar incluido en la Lista de Descarga y el Plano de Carga elaborados respectivamente por el consignatario del buque y la naviera y remitidos a la terminal.

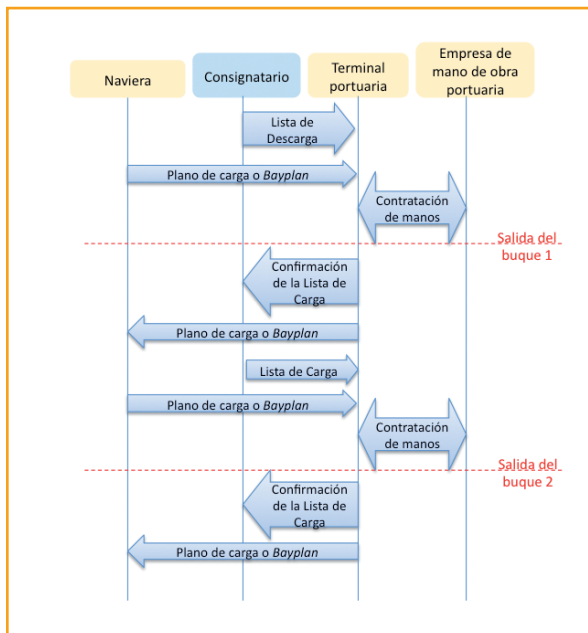
De forma análoga, para su carga en otro buque, el consignatario y la naviera deben especificarlo en la Lista de Carga y el Plano de Carga correspondiente a dicha escala.

Una vez finalizada la descarga y la carga de contenedores del buque, la terminal transmite al consignatario del buque la Confirmación de la Lista de Descarga y la Confirmación de

la Lista de Carga. También remite a la naviera el Plano de Carga resultante de las operaciones realizadas en el buque durante su escala en la terminal.

La Figura 36 resume el flujo documental asociado al proceso de transbordo.

Figura 36. Flujo de documentación asociado al transbordo



Fuente: Fundación Valenciaport

Cabe destacar que, como la mercancía no entra fiscalmente en el país no se tramita el Despacho Aduanero, pero tanto la Aduana como la Autoridad Portuaria deben recibir la Declaración Sumaria de Descarga y el Manifiesto de Carga para poder controlar las mercancías que pasan por el puerto y realizar la facturación de las tasas.

Asimismo para el transbordo de mercancías peligrosas es necesario informar a la Autoridad Portuaria y a la Capitanía Marítima de modo similar a los casos de exportación e importación que se describen en el siguiente apartado.

#### **4.5.4. Flujo documental externo a la TPC en los procesos de Exportación, Importación y Transbordo de Mercancías Peligrosas**

Este proceso engloba las gestiones que el consignatario tramita, en paralelo al flujo documental de exportación, importación o transbordo, por una parte ante la Autoridad Portuaria para que las mercancías peligrosas puedan entrar y almacenarse en el puerto y por otra ante la Capitanía Marítima para que se autorice el embarque y desembarque de este tipo de mercancías. De forma indirecta en este circuito tienen importancia las empresas estibadoras, en cuyas terminales se ubican las mercancías objeto de la gestión.

Cuando la mercancía transportada dentro del contenedor es considerada como peligrosa debe ir acompañada en todo momento por documentación relativa a esta circunstancia. Para entrar al puerto, ya sea por vía terrestre o marítima, se requerirán una serie de documentos adicionales a los descritos en los apartados anteriores.

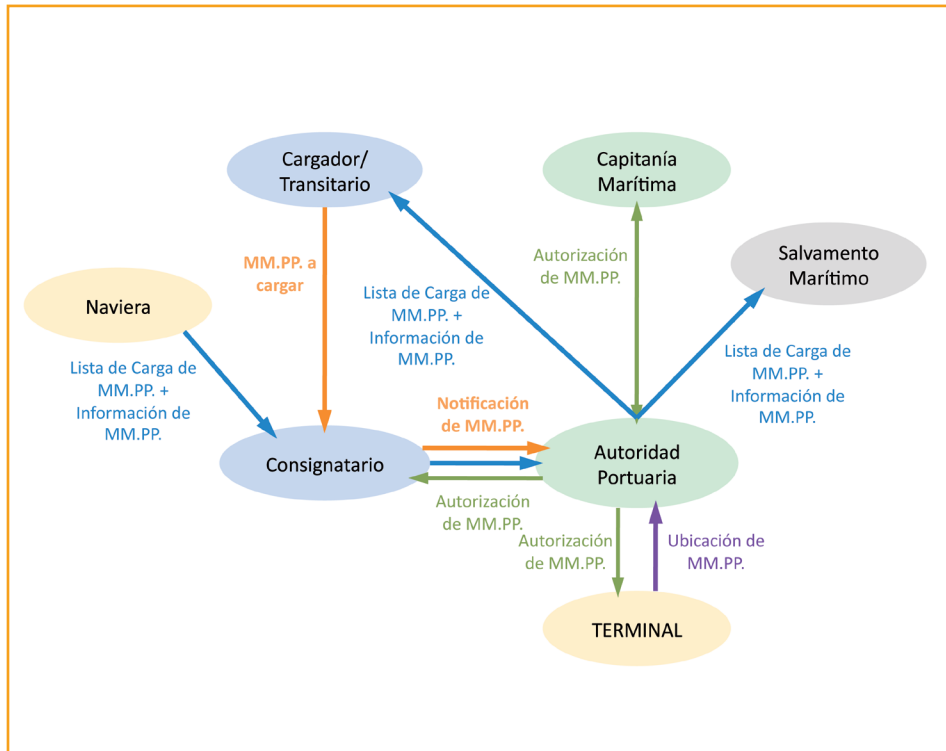
El cargador (exportador o importador) de la mercancía, bien directamente o a través del transitario, facilita al consignatario la información relativa a las mercancías peligrosas transportadas. Los documentos que le remite son la Declaración de Mercancías Peligrosas, el Certificado de Arrumazón y la Ficha de Seguridad asociada al producto. Con estos documentos el consignatario rellena y presenta la Notificación de Mercancías Peligrosas, documento que sirve para solicitar permiso a la Autoridad Portuaria para la entrada de mercancías peligrosas al puerto, ya sea vía terrestre o marítima. Los destinatarios del documento son la Capitanía Marítima, el Director del Puerto, el Operador del muelle y el Capitán de Buque. La presentación se puede realizar vía EDI o en soporte papel. La aceptación o rechazo de la petición de entrada al puerto se realiza mediante el documento de Autorización de Mercancías Peligrosas. Dicha Autorización es enviada automáticamente vía EDI o fax al consignatario de la mercancía, al Capitán del buque y a la terminal para que permitan la descarga o el ingreso vía terrestre del contenedor en cuestión. Así, antes de permitir la entrada en su recinto, la terminal comprueba que la mercancía ha sido autorizada por la Autoridad Portuaria y por Capitanía Marítima. Por otra parte, durante la estancia de las mercancías peligrosas en la terminal, esta debe informar en tiempo real a la Autoridad Portuaria de todos los cambios de posición que sufra el contenedor.

Además, las entradas o salidas de buques con mercancía peligrosa van acompañadas por la Lista de Carga de Mercancías Peligrosas que el consignatario del buque debe comunicar a la Autoridad Portuaria (véase Figura 37).

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

Actualmente, la legislación aplicable a mercancías peligrosas por vía marítima es el código IMDG, enmienda 35-10, para el transporte de mercancías peligrosas por vía marítima, aplicable con carácter voluntario a partir del 1 de enero de 2011, y con carácter obligatorio desde el 1 de enero de 2012. El paso y la estancia de estas mercancías en los recintos portuarios ha de ir acompañado de la documentación IMO y están regulados por el Real Decreto 145/1989 del 20 enero “Reglamento Nacional de admisión, manipulación y almacenamiento de mercancías peligrosas en los puertos”.

Figura 37. Procedimiento documental adicional para mercancías peligrosas



Fuente: Fundación Valenciaport

En lo que al tramo de transporte terrestre que complementa las cadenas logístico-portuarias puerta a puerta respecta, las mercancías peligrosas también deben viajar acompañadas en todo momento, además de por su correspondiente Orden de Transporte, por la documentación ADR, en caso de que se trate de transporte por carretera, o por la documentación RID, si se transportan por ferrocarril.

### **4.6. Flujo documental en la interfaz de la cadena logística con la TPC**

En el transporte marítimo por contenedor, las navieras organizan sus servicios y escalas de manera que se minimicen los *slots* vacíos. Por ese motivo, en cada escala el buque descarga y carga contenedores, normalmente con ese orden de operaciones para cada bodega.

Por otra parte, la terminal, como nodo en el que tiene lugar el intercambio entre los modos terrestre y marítimo, es el punto donde confluyen los flujos asociados a ambos modos de transporte. No obstante, cada uno de estos flujos está asociado a una puerta de la terminal: la marítima o la terrestre.

El presente apartado estudia por separado el flujo asociado a ambas interfaces.

#### **4.6.1. Flujo documental asociado a la puerta marítima de la terminal**

El concepto de puerta marítima de la terminal se refiere al muelle y las operaciones de carga y descarga de buques.

La escala del buque en la terminal está programada de antemano por un acuerdo entre la terminal y la naviera. El consignatario de la naviera en el puerto de escala oferta ciertos *schedules* a sus clientes.

La terminal realiza la asignación de atraques y determina en qué *norays* y ventana temporal atracará el buque y la Autoridad Portuaria autoriza la operación a través de la figura del Comisario.

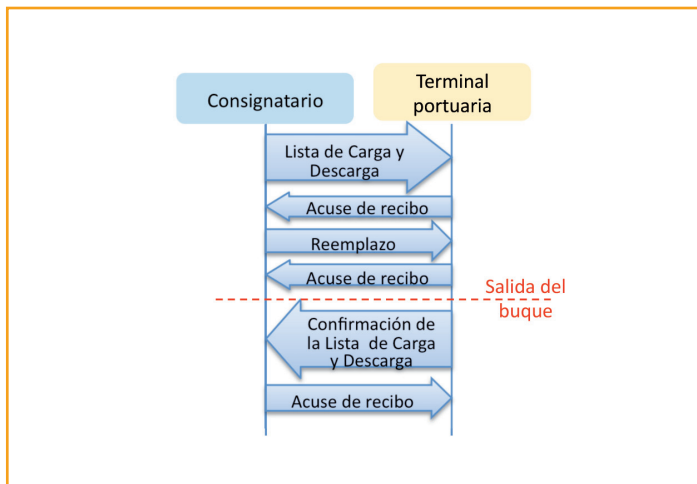
El tiempo que permanece el buque atracado depende de la cantidad de operaciones de carga y descarga que va a realizar durante su escala y de la productividad de la operativa, para lo que es fundamental la organización previa que realiza la terminal.

Para determinar el tamaño de la ventana temporal, para calcular la mano de obra portuaria necesaria y realizar su contratación, diseñar la secuencia de las operaciones de carga y descarga e incluso para organizar el patio (huecos necesarios para los contenedores a descargar y pilas ordenadas de los contenedores a cargar), el consignatario del buque debe comunicar a la terminal la Lista de Carga y Descarga del buque.

En caso de que el buque corresponda a un servicio explotado conjuntamente por varias navieras, las terminales pueden recibir una Lista de Carga y Descarga de cada consignatario de mercancía, o una única lista consolidada del consignatario del buque, que previamente ha recibido la lista de contenedores a cargar y descargar de los consignatarios de cada naviera. Los diagramas de este apartado consideran esta segunda opción y por lo tanto el consignatario al que se refieren es el del buque (Figura 38).

Asimismo, la Lista de Carga puede verse modificada por varias razones una vez que ya ha sido enviada a la terminal. En este caso el consignatario envía un reemplazo de la lista.

Figura 38. Flujo de documentación asociado a la Lista de Carga y Descarga



Fuente: Fundación Valenciaport

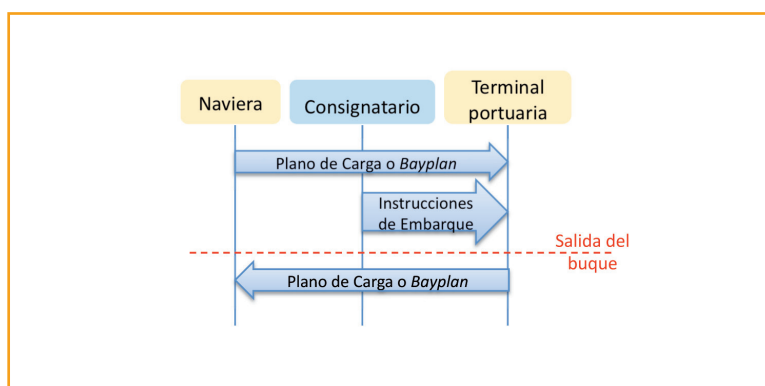
Para organizar las operaciones, la terminal necesita conocer, además de los contenedores que debe mover, su distribución a bordo (Plano de Carga o *Bayplan*) y sus Instrucciones de Manipulación, así como las remociones que desee efectuar para organizar la mercancía a bordo y preparar futuras escalas (Figura 39).

Para la confección tanto de la Lista de Descarga como del Plano de Carga se debe disponer de la información completa acerca de la carga que lleva a bordo el buque, por lo que estos documentos sólo pueden elaborarse cuando se conoce qué ha sido cargado y descargado, y en qué posiciones, en la anterior escala del buque.

La naviera es quien suele enviar a la terminal el Plano de Carga del buque, aunque en ocasiones esta información la facilita la terminal de la escala previa. Se trata de un documento dinámico, que se modifica en cada puerto según los cambios que se hayan producido en la carga del buque, y que sirve para notificar las posiciones reales de la carga al siguiente puerto de escala.

Por su parte, las Instrucciones de Manipulación normalmente son transmitidas por el consignatario.

Figura 39. Flujo de documentación asociado a las Instrucciones de Embarque y *Bayplan*



Fuente: Fundación Valenciaport

Todas las comunicaciones que tienen lugar entre el consignatario y la terminal van acompañadas de una respuesta o acuse de recibo.

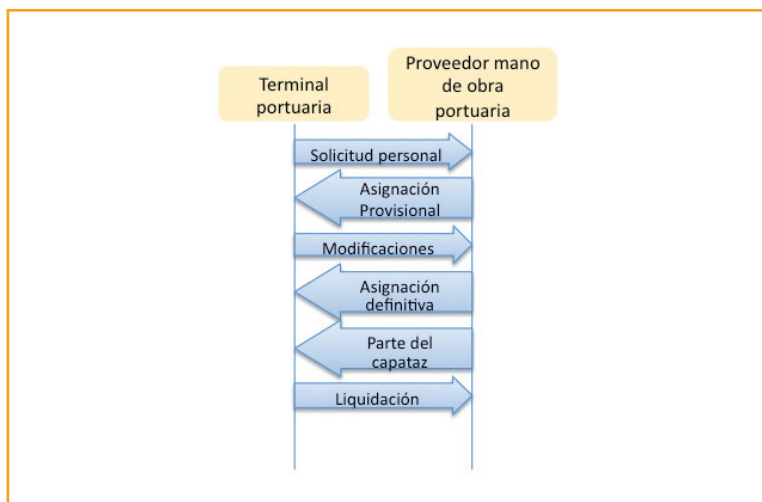
Con toda esta información (Lista de Carga y Descarga y Plano de Carga), la terminal puede organizar su operativa y calcular el equipamiento y la mano de obra portuaria necesarios para llevar a cabo todas las operaciones dentro del tiempo previsto o acordado con la naviera. Para ello realiza una solicitud de manos de estiba para cada turno con una antelación que depende de la jornada para la que se necesitan los trabajadores y de si se trata de día festivo o laborable. La empresa proveedora de mano de obra portuaria asigna personal de cada una de las especialidades solicitadas en cada turno a las terminales que lo hayan solicitado.

NOTA: El concepto de “mano” se utiliza con el significado de colla o cuadrilla de trabajo.

Una vez finalizada la asignación, se le comunica el resultado de la misma a la terminal por si quiere hacer alguna modificación. Posteriormente se lleva a cabo la asignación definitiva del personal.

Cuando acaba cada turno, el capataz entrega en su empresa el parte de trabajo firmado por la terminal. La empresa proveedora de mano de obra portuaria factura a la empresa estibadora, teniendo en cuenta la productividad recogida en el parte (Figura 40).

Figura 40. Flujo de documentación asociado a la contratación de personal portuario



Fuente: Fundación Valenciaport

Al realizar la solicitud de personal portuario hay que considerar e incluir en la solicitud la mano de obra necesaria para llevar a cabo las operaciones de recepción y entrega terrestres.

Una vez el buque ha sido cargado, la terminal transmite al consignatario del buque la Confirmación de la Lista de Carga que es la relación de lo que ha sido realmente embarcado del buque puesto que no siempre se puede cargar todo lo previsto en la Lista de Carga. Aunque este tipo de cambios son menos frecuentes durante la descarga de contenedores, también se Confirma la Lista de Descarga.

### **4.6.2. Flujo documental asociado a la puerta terrestre de la terminal**

En una terminal portuaria que atiende importaciones y exportaciones de su *hinterland*, una de sus funciones clásicas es permitir el trasvase modal entre un medio de transporte masivo (el buque que transporta miles de contenedores) y un medio de transporte de pocas unidades (los camiones transportan 1 o 2 contenedores) cada uno con sus horarios, frecuencias y necesidades de servicio.

En las terminales de transbordo, la puerta terrestre no tiene ningún papel en la cadena logística. En cualquier caso, existen pocas terminales que se dediquen exclusivamente al transbordo sin realizar operaciones de importación o exportación.

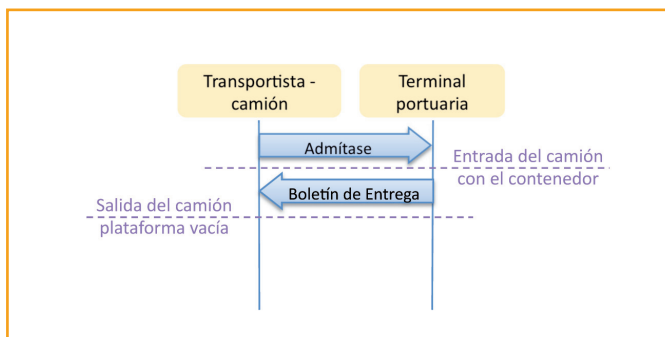
Durante las horas del día en que existe operación de recepción y entrega para los medios terrestres, camión y ferrocarril, esta coexiste con la operativa de carga y descarga de buques pues en general hay servicio a buques las 24 horas de los 7 días de la semana.

La llegada de un contenedor por carretera a la terminal supone una entrega para el transportista terrestre, pero una recepción para la terminal. Y lo contrario ocurre con la salida: la terminal entrega el contenedor y el transportista lo recibe. En este documento los términos recepción y entrega se refieren al proceso considerado desde la perspectiva de la terminal; es decir, recepción hace referencia a la entrada de un contenedor en la terminal y entrega a su salida por la puerta terrestre.

## Transporte por carretera

Para el proceso de entrada y descarga del camión con un contenedor, independiente de si está lleno o vacío, el transportista llega a la puerta de la terminal con el contenedor y el Admitase. En la puerta recibe órdenes de dónde debe dirigirse para entregar el contenedor. Posteriormente el camión abandona la terminal por la puerta terrestre donde recoge el Boletín de Entrega del contenedor que acredita que ha sido recibido por la terminal según lo acordado con el consignatario (Figura 41).

Figura 41. Flujo de documentación asociado a la entrada de un contenedor por carretera



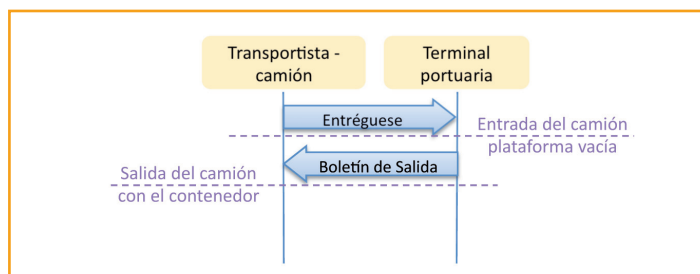
Fuente: Fundación Valenciaport

Para la carga de un contenedor en camión, el transportista llega a la puerta de la terminal con la plataforma vacía y el Entréguese. En la puerta recibe órdenes de adonde debe dirigirse para recoger el contenedor. Posteriormente el camión con el contenedor abandona la terminal por la puerta terrestre, donde recibe el Boletín de Salida que acredita que ha recogido el contenedor. Este boletín es un documento interno de la terminal para el control de las entregas. Oficialmente sólo el Levante permite la salida última de la mercancía del recinto aduanero (Figura 42).

## Transporte por ferrocarril

En el caso de que la recepción y entrega se realicen sobre ferrocarril la terminal recibe del operador ferroviario las Listas de Carga y Descarga con la información de qué contenedores debe cargar y descargar y en qué posiciones.

Figura 42. Flujo de documentación asociado a la salida de un contenedor por carretera

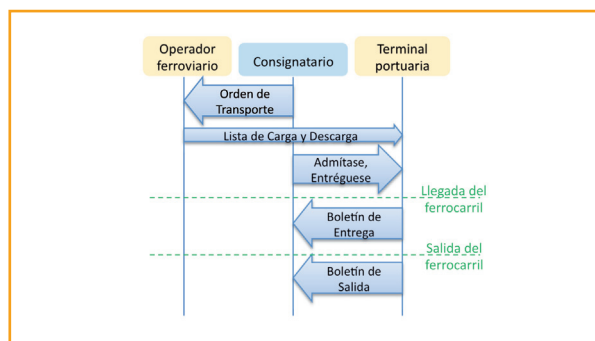


Fuente: Fundación Valenciaport

Paralelamente, los consignatarios de la mercancía deben hacer llegar a la terminal los Admitase de los contenedores a descargar y los Entréguese de los contenedores a cargar. Sin estos documentos la terminal no está autorizada a cargar ni descargar dichos contenedores del ferrocarril.

Finalmente la terminal envía los albaranes de recepción y entrega (Boletín de Entrega y de Salida, respectivamente) a los consignatarios de la mercancía (Figura 43).

Figura 43. Flujo de documentación asociado a la recepción y entrega de un contenedor de ferrocarril



Fuente: Fundación Valenciaport

*The line between disorder  
and order lies in logistics*

Sun Tzu, autor de  
"El arte de la guerra"



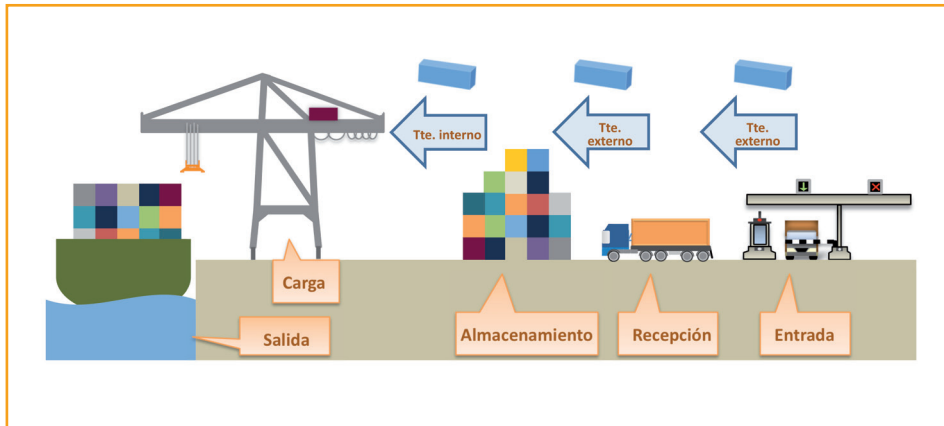
## Caracterización de los flujos físicos y de información internos a la TPC

### 5.1. Flujo físico del contenedor dentro de la terminal

El flujo físico de un contenedor dentro de una terminal de contenedores, al igual que fuera de esta, depende del destino de la mercancía a transportar, dando lugar a tres tipologías: exportación, importación y transbordo. En los dos primeros casos la mercancía entra y sale de la terminal respectivamente utilizando la puerta terrestre, mientras que en el transbordo la mercancía accede y abandona la terminal vía marítima.

En la exportación (Figura 44), el contenedor entra por la puerta terrestre y, en el caso más general, en el área de recepción y entrega es descargado para ser trasladado por un equipo de interconexión hasta el área de almacenamiento. Una vez allí un equipo de patio lo apila y queda almacenado temporalmente hasta su salida del puerto vía marítima. Cuando va a ser embarcado otro equipo de patio lo desapila y un equipo de interconexión lo lleva hasta el punto del muelle donde una grúa de muelle lo carga sobre el buque.

Figura 44. Flujo físico de exportación interno a la terminal



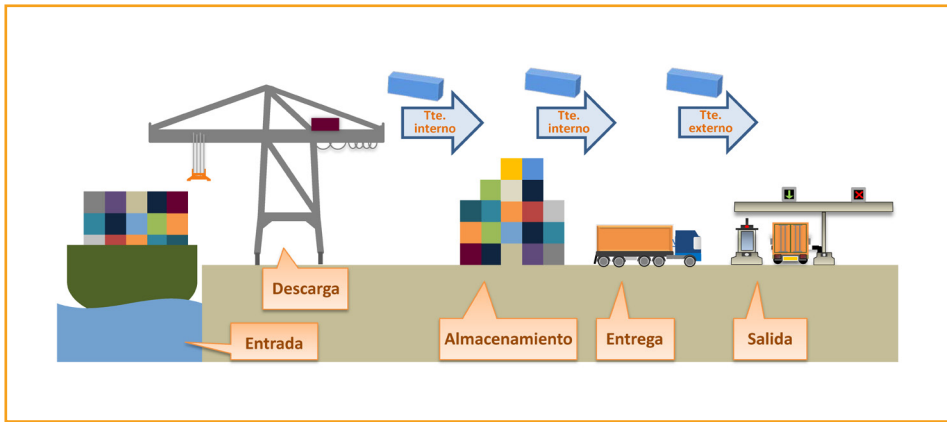
Fuente: Fundación Valenciaport

Es posible que durante su estancia en patio los contenedores sufran remociones para dar accesibilidad a los que están situados debajo o detrás de ellos. Estos movimientos son ineficientes y reducen la productividad neta de la terminal aunque cuando la ocupación del patio es muy elevada son inevitables; en tal caso pueden aprovecharse las horas del día de menos actividad, generalmente la noche porque no hay operativa terrestre, para llevar a cabo un reposicionado, reorganizar las pilas y ordenar el patio (*housekeeping*). En cualquier caso, debe considerarse como criterio fundamental de organización de las pilas, el minimizar las remociones.

Un contenedor de importación recorre la terminal en sentido contrario al de exportación (Figura 45). El contenedor llega a la terminal vía marítima por lo que el primer movimiento que tiene lugar es la descarga del mismo bien sobre el muelle o bien sobre el medio de transporte horizontal utilizado en la terminal. Una vez descargado se transporta hasta el patio de la terminal donde el equipo de almacenamiento lo coloca en la pila correspondiente, a la espera de su salida por la puerta terrestre. Posteriormente, cuando el contenedor debe abandonar la terminal, un equipo de patio lo desapila y un equipo de interconexión lo lleva hasta el área de recepción y entrega de contenedores donde se carga en el medio de transporte terrestre, camión o ferrocarril, mediante el cual abandona la terminal. En el caso de que el transporte terrestre vaya a ser por ferro-

carril, siempre y cuando la operativa haya sido comunicada con la suficiente antelación, es común que la terminal prepare la operación colocando los contenedores que se van a cargar en el tren cerca de las vías para agilizar la entrega.

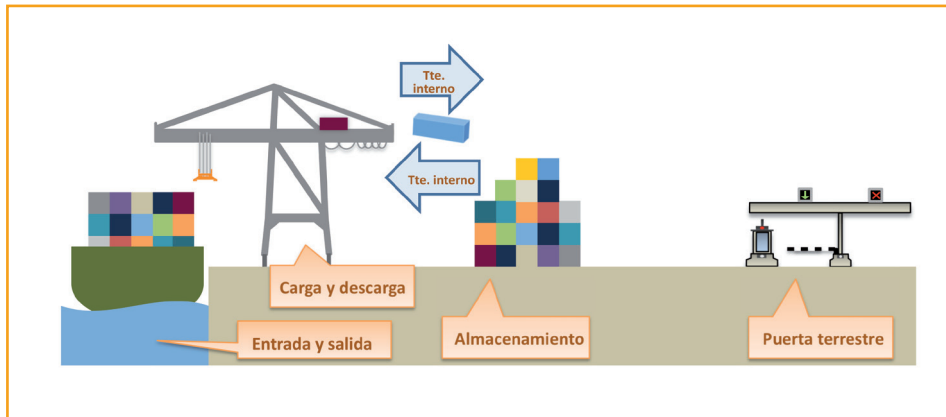
Figura 45. Flujo físico de importación interno a la terminal



Fuente: Fundación Valenciaport

Finalmente, el caso de tránsito marítimo (Figura 46) es algo diferente ya que el contenedor no atraviesa la puerta terrestre de la terminal. El contenedor entra al puerto vía marítima y es descargado del buque mediante una grúa de muelle. Posteriormente, como si de una importación se tratase, es transportado hasta el patio de la terminal donde es almacenado a la espera de volver a ser embarcado. Cuando va a ser cargado en otro buque un equipo de patio lo desapila y un equipo de interconexión lo transporta hasta el muelle donde una grúa de muelle lo carga, concluyendo su paso por la terminal como la última etapa de un proceso de exportación.

Figura 4.6. Flujo físico de transbordo interno a la terminal



Fuente: Fundación Valenciaport

Existe una operativa de tránsito marítimo, poco habitual, en la que el contenedor no pasa por el patio, por lo que la secuencia de movimientos es: descarga del contenedor sobre un medio de transporte horizontal mediante una grúa de muelle, transporte hasta el punto del muelle donde va a ser cargado en otro buque atracado simultáneamente al primero y carga del contenedor en este segundo buque utilizando otra grúa de muelle. En el caso de que sea la propia grúa de muelle la que descarga el contenedor y lo carga en el otro buque se trata de una operativa de transbordo.

Finalmente, cualquier contenedor puede ser requerido para inspección. En ocasiones esa inspección se realiza dentro de la terminal en una zona habilitada para ello. En esos casos, el contenedor es desapilado, cargado en un equipo para el traslado desde el patio a la zona de inspección, y tras la inspección, es devuelto a la pila mediante el equipo de transporte interno y apilado con el equipo del patio.

## **5.2. Flujo documental que acompaña al contenedor dentro de la terminal**

En cualquier caso, el flujo físico del contenedor va acompañado de un flujo documental que hace posible la operativa y que en el caso del flujo interno a la TPC, se trata de la transmisión de las órdenes de trabajo que deben ejecutar los diferentes equipos.

En este flujo de información únicamente interviene personal propio de la terminal y personal portuario. Se compone de documentos internos, órdenes de trabajo y otro tipo de comunicación, que la misma terminal elabora para gestionar sus operaciones y movimientos para lo cual utiliza información recibida del resto de agentes de la cadena logística.

Normalmente las terminales disponen de un conjunto de tecnologías de comunicación interna que permite la transmisión de la información. Además las empresas estibadoras suelen disponer de un sistema de gestión de operaciones o sistema operativo de la terminal (TOS, véase apartado 6.3.5) que permite la comunicación automática en tiempo real de órdenes de trabajo a los equipos que deben ejecutarlas (grúas de muelle, equipos de patio y medios de interconexión).

Las órdenes de trabajo asociadas al sistema de carga y descarga del buque deben comunicar al personal portuario encargado de esta parte de la operativa, los gruístas, en qué posición se deben cargar los contenedores de exportación que se sitúan en muelle al pie de la grúa y qué posiciones en el buque ocupan los contenedores que se deben descargar durante la escala, información previamente recibida de la naviera en el Plano de Carga y las Listas correspondientes, con la que se establece una secuencia de descarga y carga.

Respecto a los flujos relativos al almacenamiento en patio, la información que debe transmitirse al personal manipulador en este caso es la posición que deben ocupar los contenedores a apilar durante su estancia en la terminal y la de aquellos que deben ser desapilados, sobre qué equipo de transporte horizontal, o en su caso, sobre qué camión externo, la secuencia de todas las órdenes, así como información relativa a la posición de los equipos en patio. Estas órdenes se elaboran a partir de las Lista de Carga y Descarga enviadas por los consignatarios y los criterios de almacenamiento de la propia terminal.

Cabe destacar que, para la planificación de patio, al igual que cuando el *vessel planner* elabora Plano de Carga o *Bayplan*, la terminal debe tener en cuenta un gran número de factores que dependen de los criterios de gestión del área de almacenamiento de la terminal, dentro de los cuales puede distinguirse entre aquellos que son ineludibles y aquellos que son opcionales y pueden ayudar a mejorar la gestión de la terminal. Entre los ineludibles se encuentran la consideración de contenedores cargados con mercancías peligrosas y la necesidad de alimentación de los *reefers*. Entre los criterios que pueden ayudar a la mejora del funcionamiento del patio puede considerarse el destino de los

contenedores (importación, exportación y transbordo), si son contenedores llenos o vacíos, sus dimensiones, la fecha en la que abandonarán la terminal, el peso, etc.

Por otra parte, para la organización de la recepción y entrega terrestres, los movimientos de entrada y salida de los contenedores van acompañados de comunicación externa entre la terminal y los transportistas. En las puertas a los transportistas se les proporciona información sobre dónde deben dirigirse dentro de la terminal para recoger o entregar el contenedor.

Finalmente, respecto a la información que hace posible la interconexión de subsistemas, a los medios de transporte horizontal debe comunicárseles la secuencia de las órdenes de trabajo, dónde deben dirigirse y la acción a realizar.

Una vez que cualquier orden de trabajo ha sido ejecutada, el personal a cargo de la manipulación de los equipos debe confirmarla.

El flujo de información interno que acompaña y posibilita el paso de un contenedor por una terminal específica, obedece a su propio modo de gestión y depende de los sistemas de comunicación con los que cuenta.

Por otro lado, respecto al flujo físico del contenedor, en función del origen y destino de la mercancía habrá cierta distribución entre contenedores de importación, exportación y transbordo. Otras características particulares de cada terminal son su configuración, la tipología de equipos de patio que se utilizan y la tasa de ocupación, particularidades que determinan las remociones que deben realizarse e incluso la necesidad de organizar actividades de *housekeeping* de forma habitual.

El flujo de información interno a una terminal depende tanto de las circunstancias generales que impone el Sistema Portuario Español, como de las particulares del puerto en el que se ubica.

Así, la legislación ha ido reconociendo en las sucesivas leyes de puertos (Ley 27/1992 y Ley 62/1997), de régimen económico de los mismos (Ley 48/2003, y Ley 33/2010), en el texto refundido RD Legislativo 2/2011, y en los convenios sectoriales de la estiba, que los servicios portuarios de manipulación de mercancías, es decir, los movimientos de carga, estiba, desestiba, descarga y transbordo, deben realizarlos, en régimen de monopo-

lio, personal de las Sociedades Anónimas de Gestión de Estibadores Portuarios (SAGEP, que sustituyen a las antiguas Sociedades Estatales de Estiba y Desestiba, SEED; y a las Agrupaciones Portuarias de Interés Económico, APIEs). Esta circunstancia establece una relación contractual entre estas sociedades y las terminales portuarias de contenedores que afecta al flujo documental asociado a los servicios que se ha recogido en el apartado 4.6.1. Debido a esta situación, aunque el flujo físico dentro de la terminal sí es completamente interno en cuanto a que sucede dentro de su recinto, el flujo documental que se genera para llevar a cabo las operaciones de carga, descarga, estiba, desestiba y transbordo no lo es puesto que los estibadores no son personal laboral propio, con excepción de la categoría conocida como “fijos de empresa”, y por lo tanto las órdenes de trabajo y sus confirmaciones son intercambios de información entre la terminal y personal de estiba externo a la plantilla.

La Ley reconoce que los movimientos asociados a operaciones de recepción y entrega o *housekeeping*, no son servicios portuarios de manipulación de mercancías y por tanto pueden realizarlos personal que no pertenezca a las SAGEP. Sin embargo la gran mayoría de terminales, con el objetivo de mejorar su eficiencia, han establecido la operación única, consistente en que equipos de patio se dedican indistintamente a la manipulación de contenedores relacionados con la recepción y entrega terrestres y con la operativa terrestre, por lo que en general la totalidad de los equipos de patio están operados por personal estibador.

*Las tecnologías de la información y la comunicación no son ninguna panacea ni fórmula mágica, pero pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta. Se dispone de herramientas para llegar a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, de instrumentos que harán avanzar la causa de la libertad y la democracia, y de los medios necesarios para propagar los conocimientos y facilitar la comprensión mutua.*

Kofi Annan, Secretario general de la ONU, 2003



## Tecnologías de la información y la comunicación

Como se ha mencionado anteriormente el flujo físico de las mercancías va indisolublemente acompañado de un flujo de información que lo posibilita. La transmisión de esa información es factible gracias a un conjunto de herramientas que han evolucionado desde el soporte papel, hasta los documentos electrónicos gracias a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TICs) que se apoyan en los ordenadores, programas informáticos y redes para el tratamiento, registro, almacenamiento, transmisión y difusión de datos.

Este es un campo en el que las innovaciones son constantes y las nuevas tecnologías sustituyen con rapidez a las antiguas una vez demuestran sus ventajas. Así, en cuanto a la capa física de las redes de comunicaciones conviven las de cables coaxiales y de pares con las mucho más recientes de fibra óptica. Entre las redes inalámbricas puede citarse la clásica radiofrecuencia con sus diferentes anchuras de bandas y espectros, dentro de las cuales las redes Wi-Fi o *bluetooth* son un caso especial, o la transmisión por satélite.

Por otra parte, en cuanto a sistemas de comunicaciones pueden mencionarse los que se utilizan para la identificación, como el código de barras, las bandas magnéticas, o las tecnologías de OCR o RFID; los que sirven para transmitir señal de audio como los *walkie-talkie* o los terminales de radio y aquellos que sirven para la localización como el GPS y similares, el LADAR o los transpondedores.

Finalmente, respecto a las tecnologías de información pueden distinguirse dos ámbitos. Por una parte las herramientas internas de gestión integradas o no en un único *software* modular (donde pueden incluirse desde el TOS hasta un *software* desarrollado para una aplicación concreta, por ejemplo para la asignación de atraques, que funcione de modo independiente del TOS); y por otra parte, los sistemas de información que conectan la terminal con la comunidad logística portuaria y la cadena global de suministro (comunicaciones EDI, sistemas de información comunitaria y plataformas comerciales, entre otros).

## **6.1. Soportes de transmisión de datos**

### **6.1.1. Introducción**

Hasta hace pocos años las únicas tecnologías existentes para la transmisión de datos eran el cable y la radiofrecuencia. Los avances en telecomunicaciones, especialmente a partir de los años 90, han desarrollado alternativas a estos sistemas basados tanto en redes cableadas como en redes inalámbricas.

### **6.1.2. Redes cableadas**

Las redes cableadas son redes que para la transmisión de datos requieren una conexión física entre el equipo emisor, el equipo receptor y la propia red y esa conexión se materializa con hilos que pueden ser cables o fibra óptica.

Los **cables** permiten la transmisión de datos y pueden ser de distintas clases. Así, el teléfono y las redes locales de ordenadores (LAN) emplean **cable de pares**, mientras que por su parte la televisión y las redes de datos a larga distancia utilizan **cable coaxial**.

En muchas aplicaciones se ha ido sustituyendo paulatinamente el cable coaxial por la **fibra óptica**. Este medio permite la transmisión de un gran número de datos a grandes distancias con velocidades altas, similares a las que se conseguirían en comunicaciones vía radio o cable, con las ventajas de que las comunicaciones establecidas mediante este modo no se ven afectadas por interferencias electromagnéticas; su ancho de banda combinado con técnicas de multiplexación por división de frecuencias, permiten la transmisión de flujos muy anchos (hasta 100 haces de luz con una velocidad total de 1 Tb/s), es decir que se puede usar el mismo cable de fibra óptica para transmitir simultáneamente

varias señales; es inmune a las perturbaciones de origen electromagnético lo que implica una calidad de transmisión muy buena; además de no sufrir interferencias, no las produce; la transmisión de datos se realiza de forma segura ya que los filamentos están confinados dentro de una guía; como la fibra óptica no transmite electricidad, la instalación y la manipulación de los cables son muy seguras; finalmente la fibra óptica tiene una alta resistencia al frío, al calor y a la corrosión.

En cambio, las principales desventajas que supone su utilización frente a otros medios, como la radiofrecuencia, son:

- La necesidad de que los transmisores estén conectados a la red mediante un hilo.
- La necesidad de utilizar transmisores y receptores más caros.
- La fragilidad de las fibras y su complicada reparación ya que la realización de empalmes tiene cierto grado de dificultad.
- La escasa resistencia a la tracción, que supone tener que utilizar armaduras de refuerzo.
- La sensibilidad a la humedad que obliga a protegerlas.
- La imposibilidad de transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios debido a que las fibras están hechas de material aislante.
- La necesidad de convertir las señales de datos eléctricas a ópticas para su transmisión.

Actualmente, debido a sus características, la fibra óptica está siendo muy utilizada para instalaciones urbanas e interurbanas de Internet.

### 6.1.3. Redes inalámbricas

Las redes inalámbricas son redes cuya transmisión no se encuentra guiada sino que se realiza mediante ondas electromagnéticas que se emiten y captan mediante antenas.

Estas redes tienen ciertas ventajas frente a las redes cableadas como por ejemplo su rápida instalación, la posibilidad de movilidad que ofrecen al emisor y al receptor o su menor coste de mantenimiento. Entre sus inconvenientes destaca que las transmisiones de datos se llevan a cabo con menor seguridad.

Las transmisiones inalámbricas se realizan mediante radiofrecuencia o vía satélite.

### 6.1.3.1. Radiofrecuencia

La radiofrecuencia permite la transmisión de información mediante la propagación de ondas electromagnéticas que se pueden generar mediante un generador de corriente alterna y transmitir a través de una antena.

Las ondas electromagnéticas que conforman el espectro de radiofrecuencia (RF) tienen una frecuencia de vibración comprendida entre 3 kHz y 300 GHz y se dividen en bandas (Tabla 7):

Tabla 7. Bandas del espectro de radiofrecuencia

Nombre	Abreviatura inglesa	Frecuencias	Longitud de onda
Muy baja frecuencia <i>Very low frequency</i>	VLF	3–30 kHz	100 km – 10 km
Baja frecuencia <i>Low frequency</i>	LF	30–300 kHz	10 km – 1 km
Media frecuencia <i>Medium frequency</i>	MF	300–3000 kHz	1 km – 100 m
Alta frecuencia <i>High frequency</i>	HF	3–30 MHz	100 m – 10 m
Muy alta frecuencia <i>Very high frequency</i>	VHF	30–300 MHz	10 m – 1 m
Ultra alta frecuencia <i>Ultra high frequency</i>	UHF	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
Súper alta frecuencia <i>Super high frequency</i>	SHF	3–30 GHz	100 mm – 10 mm
Extra alta frecuencia <i>Extremely high frequency</i>	EHF	30–300 GHz	10 mm – 1 mm

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

Cada una de estas bandas tiene unas características en cuanto a velocidad y alcance que la hacen idónea para un uso determinado. El Ministerio de Industria, Energía y Turismo aprueba el Cuadro Nacional de Atribuciones de Frecuencia (CNAF), en el que se asignan las frecuencias para cada uso.

Por otra parte, dependiendo de la anchura de gama de frecuencias del canal que utilizan los sistemas de transmisión de datos, estos pueden dividirse en sistemas de banda ancha y sistemas de banda estrecha (Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de los sistemas de transmisión de radiofrecuencia

	Banda Estrecha	Banda Ancha
Tiempo de respuesta	Lento	Rápido
Tasa de interferencia de datos	Baja	Alta
Cobertura	Alta	Baja
Antenas para cubrir una misma superficie	Pocas	Más
Operatividad	Rígida	Flexible
Licencia administrativa	Si	No
Restricciones de uso en Europa	No	Prácticamente ninguna

Fuente: Monfort et al. (2001)

Los sistemas de transmisión de datos con canales de radio con una amplitud de banda de frecuencias inferior a 25 kHz son **sistemas de banda estrecha**. Esta escasa anchura de banda produce una importante limitación tanto en el caudal de datos a transmitir como en la velocidad de la transmisión (Tabla 9).

Tabla 9. Características técnicas de la banda estrecha

	Telemetry	Private Mobile Radio (PMR)
Ancho de canal	25 kHz	
Rango de frecuencias	430-470 MHz (UHF)	
Tasa de transmisión	9,6 kbps	4,8 kbps
Potencia	1 W	2 W
Distancia de emisión	1,5 – 1,7 km	

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Monfort et al. (2001)

Pese a estos inconvenientes, la banda estrecha tiene la ventaja de no verse interferida por otro tipo de señales ya que en España la asignación de canales está regulada por la Dirección General de Comunicaciones, por lo que la cobertura de este sistema es mucho mayor que el de la banda ancha.

Debido a estas características, la transmisión de datos mediante banda estrecha es adecuada para la gestión de grandes almacenes con superficies superiores a los 100.000 m<sup>2</sup>, en los que se pretenda hacer una recolección y manipulación de datos en tiempo real, tal y como ocurre en las TPCs. Este tipo de sistema de transmisión de RF resulta inapropiado para la instalación de redes locales inalámbricas.

En puertos, la banda estrecha se utiliza para la obtención de información acerca del posicionamiento de contenedores y equipos móviles, el guiado de AGVs, el control de puertas de acceso, de la carga y descarga y de las operaciones de patio, etc.

En el diseño de las redes es fundamental considerar la seguridad y fiabilidad de las mismas. Por eso se suele plantear una redundancia de redes, pero utilizando en cada una tecnologías diferentes, lo que permite mantener el servicio de comunicaciones, aunque sea con aplicaciones básicas, en el caso de que la red principal falle.

Por su parte, la tecnología de transmisión de **radiofrecuencia de banda ancha** toma una señal de datos y la transmite en un amplio rango de frecuencias permitiendo la transmisión de un gran caudal de datos a una mayor velocidad que la banda estrecha en entornos con fuertes interferencias (Tabla 10).

Tabla 10. Características técnicas de la banda ancha

	Inicialmente	Europa	EEUU
Rango de frecuencias	905-915 MHz	2,4 GHz	900 MHz
Tasa de transmisión	11 Mbps	11 Mbps	11 Mbps
Potencia	1 W	0,1 W	2 W
Distancia de emisión	300 – 350 m en espacios abiertos 50 m en oficinas		Hasta 500 m

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Monfort et al. (2001)

No obstante, la banda ancha también tiene inconvenientes como son los problemas de cobertura. Una alternativa para solventar esta desventaja competitiva es la posibilidad de unir varios receptores. Otro de sus inconvenientes son las restricciones derivadas del uso militar y los problemas existentes para llegar a acuerdos internacionales para adoptar una frecuencia común.

Pese a que tradicionalmente la banda ancha ha sido utilizada sobre todo en almacenes y entornos industriales, su uso está siendo difundido en el entorno portuario.

Algunas de las tecnologías de banda ancha desarrolladas durante los últimos años son los sistemas Wi-Fi y *bluetooth*.

El **sistema Wi-Fi** de envío de datos es un sistema de transmisión que utiliza redes computacionales de ondas de radio. La transmisión de datos mediante este sistema se realiza mediante ondas de frecuencia súper alta (SHF) de 2,4 GHz.

Actualmente existen diversos tipos de radiofrecuencias Wi-Fi, todos ellos basados en un estándar IEEE 802.11 (Tabla 11):

Tabla 11. Tipos de red inalámbrica Wi-Fi

Wi-Fi	Frecuencia	Velocidad
IEEE 802.11a	5 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11b	2,4 GHz	11 Mbps
IEEE 802.11g	2,4 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11n	2,4 GHz	108 Mbps

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de [standards.ieee.org](http://standards.ieee.org)

La red Wi-Fi 5 o IEEE 802.11a se transmite en una frecuencia diferente al resto de redes Wi-Fi buscando operar en canales de radiofrecuencia relativamente limpios en los que no operan otras tecnologías y por lo tanto con muy pocas interferencias. Sin embargo

debido a su mayor frecuencia presenta el inconveniente de tener un menor alcance (aproximadamente un 10% del alcance del resto de tipos). Esta red no está generalizada y hay mucho *hardware* funcionando en ella con estándares de 2,4 GHz y que en consecuencia actúan como cuellos de botella de la red.

Las redes Wi-Fi gozan de todas las ventajas que ofrecen las redes inalámbricas pero al igual que aquellas, también tienen problemas de fiabilidad y seguridad. Uno de los inconvenientes más graves a los que se enfrentan es la progresiva saturación del ancho del espectro que se les ha asignado, pues existe una masificación de usuarios que interfieren en las transmisiones de larga distancia, entendiéndose como larga distancia aquellas mayores a 100 metros. Respecto al problema de seguridad, debe tenerse en cuenta la necesidad de proteger la información que circula por la red mediante alguno de los protocolos de cifrado de datos compatibles con los estándares Wi-Fi.

Actualmente este tipo de redes inalámbricas son muy utilizadas para realizar conexiones a Internet.

El **bluetooth** es otra tecnología inalámbrica que, como las redes Wi-Fi, opera a 2,4 GHz; sin embargo el alcance de este sistema es mucho menor al del anterior. Esta tecnología se usa principalmente en el sector de las telecomunicaciones y la informática personal aunque puede aplicarse a cualquier otro tipo de actividad que utilice dispositivos de bajo consumo y únicamente requieran comunicaciones a corta distancia, pues su cobertura no supera los 100 metros.

### **6.1.3.2. Comunicaciones vía satélite**

Los satélites funcionan como repetidores de radiofrecuencia situados en el espacio: reciben las señales enviadas desde una estación terrestre y las remiten a otro satélite o de vuelta a los receptores terrestres.

Existen dos tipos de satélites de comunicaciones, los pasivos que únicamente reflejan la señal recibida, y los activos, que amplifican las señales que reciben antes de reemitirlas hacia la Tierra y que son los más habituales.

Los satélites están equipados con transmisores de radio para enviar datos, con radiorreceptores y circuitos electrónicos de almacenamiento de datos, y con equipos de control como sistemas de radar y de guía para el seguimiento de estrellas.

Entre las aplicaciones de los satélites a las comunicaciones se pueden mencionar la televisión (retransmisión de programas, envío de programas a sistemas de televisión por cable y a hogares equipados con antenas parabólicas), la telefonía y la transmisión de datos (red de servicios para negocios).

### **6.2. Sistemas de comunicación interna**

Actualmente toda TPC cuenta con un sistema de comunicación interna que permite a sus usuarios acceder a la información en tiempo real y facilita la toma de decisiones a distancia.

Los sistemas de comunicación interna permiten llevar a cabo tres funciones imprescindibles para el desarrollo de las operaciones:

- Identificación
- Transmisión de audio
- Localización

A continuación se describen algunos de los sistemas de comunicación que se utilizan dentro de las terminales.

#### **6.2.1. Sistemas de identificación**

Los sistemas de identificación están relacionados con las tecnologías utilizadas en las puertas y con la trazabilidad del contenedor dentro de la terminal. En la actualidad, además del código de barras y las bandas magnéticas, utilizadas desde hace tiempo, se están desarrollando paralelamente dos sistemas: OCR (*Optical Character Recognition*) y RFID (*Radio Frequency Identification*).

##### **6.2.1.1. Código de barras**

El código de barras es un código basado en la representación de información mediante un conjunto de barras verticales paralelas entre sí y con distinto grosor y espaciado. Los códigos de barras permiten el reconocimiento de un artículo de una cadena logística.

Para la lectura de esta información codificada es necesario disponer de un escáner de códigos de barras que, mediante un láser, es capaz de leer el código, transformarlo y

finalmente emitir el número que representa el código. El *hardware* de lectura puede ser fijo o de mano según lo requiera el puesto de trabajo en que se va a utilizar.

Actualmente la aplicación de este sistema está ampliamente extendida en las cadenas logísticas comerciales y de distribución en las que tienen muchas aplicaciones como el reconocimiento de artículos, identificación de sus características, la realización de inventarios, etc., todo ello con la posibilidad de centralizar la información interconectando sucursales entre sí.

### **Aplicaciones del código de barras a las TPCs**

El código de barras es un sistema que ha sido implantado en terminales con la intención de agilizar la transmisión de información en la puerta terrestre.

Actualmente no es habitual ver un código de barras impreso sobre un contenedor debido a sus inconvenientes, como los asociados a la dificultad de lectura debido a la suciedad o al deterioro de la etiqueta, problemas que aumentan cuando el contenedor está en movimiento. Sin embargo, cada vez es más común que la información que entrega el transportista en las puertas de la terminal (Orden de Transporte, Admítase y Entréguese) vaya acompañada de un código de barras (o el número del mismo) que identifica la orden de transporte y permite introducirla automáticamente en el sistema informático.

#### **6.2.1.2. Bandas magnéticas**

Una banda magnética es un sistema de almacenamiento y transmisión de información compuesto por una banda de partículas ferromagnéticas incrustadas en una matriz de resina epoxi que codifica la información mediante la polarización de dichas partículas. El sistema de lectura y grabado de datos se basa en la inducción magnética que se produce al poner en contacto la banda magnética con el lector/grabador.

Los principales inconvenientes de este sistema son que la cantidad de información que permiten almacenar es bastante reducida y que no es posible la modificación de la misma. Además las bandas magnéticas son muy delicadas y ofrecen poca fiabilidad ya que se estropean fácilmente. Por todo ello, su uso no está muy extendido en el ámbito portuario.

### 6.2.1.3. Smart Card

El término *Smart Card* o tarjeta inteligente identifica un grupo de tarjetas, del tamaño de una tarjeta de crédito, con una pequeña antena integrada, lo que les permite transmitir datos sin necesidad de contacto físico. Además de la antena, este tipo de *cards* tiene un chip en su interior, encargado de almacenar toda la información. Este chip es realmente un miniordenador que cuenta con un procesador y varias secciones de memoria de diferentes tipos. Para realizar la transmisión de datos las tarjetas necesitan energía que puede ser suministrada por una batería reemplazable o por el campo magnético del lector en el momento en que entran dentro de su área de cobertura.

Las ventajas que ofrecen estas tarjetas inteligentes respecto al sistema de banda magnética son principalmente su mayor capacidad de almacenamiento, la posibilidad de modificar la información que contienen y su mayor fiabilidad.

### Aplicaciones de las Smart Cards a las TPCs

Del mismo modo que este tipo de tarjetas está implantándose en autopistas de peaje para el cobro sin la necesidad de la detención de vehículos, pueden emplearse en las terminales portuarias para la identificación de camiones y contenedores a su paso por las puertas de acceso.

### 6.2.1.4. Optical Character Recognition

Los sistemas OCRs, *Optical Character Recognition*, son sistemas mecánicos o electrónicos que permiten la traducción de imágenes escritas a mano, mecanografiadas o impresas a texto editable mediante *software*.

Pese a que en un principio los OCRs basaban el reconocimiento de caracteres únicamente en la óptica y en juegos de lentes, hoy en día estos sistemas han evolucionado hacia una nueva metodología de identificación basada en el reconocimiento digital mediante el uso de *scanners* y algoritmos.

Con esta evolución, que ha dejado a un lado los sistemas ópticos que daban nombre al sistema, actualmente los OCRs son capaces de identificar sin problemas los caracteres del alfabeto latino de textos impresos con un porcentaje de aciertos que supera el 99%.

El reconocimiento de otros tipos de textos como los manuscritos y textos escritos con otra caligrafía tiene una fiabilidad menor.

### **Aplicaciones del OCR a las TPCs**

La tecnología OCR está aplicándose en las puertas de las terminales portuarias de contenedores para leer las matrículas que permiten identificar el vehículo y el contenedor en cuestión de segundos y reducir las colas de contenedores a la entrada de las TPCs. También se utilizan en el acceso a los puertos.

Sin embargo, pese al nivel de desarrollo que ha alcanzado actualmente esta tecnología todavía existen algunos problemas inherentes a la identificación de los caracteres sobre superficies no lisas, como las de los contenedores, ya que se crean sombras. Este problema se soluciona colocando un potente foco de luz tras la cámara encargada de captar la imagen. Otros problemas que pueden dificultar la lectura, como la suciedad o los desperfectos de la superficie del contenedor requieren soluciones más complejas.

Hoy en día, el mayor inconveniente de este sistema de identificación y la principal causa de su rechazo es su elevado precio.

#### **6.2.1.5. Radio Frequency Identification**

La *Radio Frequency Identification* (RFID) dentro de las tecnologías Auto ID (*automatic identification*) es un sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos cuyo objetivo es transmitir la identidad de un objeto dotado de una etiqueta, un transpondedor o una *tag* RFID mediante ondas de radio.

Las etiquetas o tarjetas RFID son unos pequeños dispositivos, similares a una pegatina, que se pueden adherir o incorporar directamente al producto durante su fabricación. Estas etiquetas sustituyen a otras tecnologías de identificación anteriores, como el código de barras, aportando ventajas como mayor capacidad de almacenamiento y la posibilidad de ser reprogramadas.

Un sistema RFID consta de 3 componentes fundamentales: la etiqueta RFID, el lector RFID, y el *Middleware* RFID.

Las etiquetas RFID, también conocidas como transpondedores o *tags*, están compuestas de una antena, un radio-transductor y un chip que contiene toda la información. La antena y el transductor permiten al chip recibir y responder a las peticiones de información de un emisor-receptor mediante radiofrecuencia con la identificación de la etiqueta sin necesidad de que exista contacto físico. Los chips pueden ser únicamente de lectura, o de lectura y escritura con diferentes capacidades de memoria. Además el chip anticolisión es un tipo especial que permite que el lector identifique diferentes etiquetas simultáneamente sin mezclar la información que contienen.

Basándose en las etiquetas RFID como elemento principal, los sistemas RFID funcionan de la siguiente manera: la etiqueta, que contienen los datos de identificación del objeto en el que se encuentra integrada, genera una señal de radiofrecuencia con dichos datos que es captada por un lector RFID capaz de leer la información y transformarla a formato digital mediante una aplicación específica del sistema.

El lector RFID, también llamado transceptor, está compuesto por una antena, el transceptor propiamente dicho y un decodificador. El lector envía periódicamente señales por si hubiera alguna etiqueta en su área de cobertura. Cuando capta la señal de una etiqueta, extrae la información que contiene y la transfiere al *Middleware* RFID.

El *Middleware* RFID procesa los datos que recibe y los almacena.

La comunicación de datos entre el *tag* y el lector puede darse por 3 procedimientos diferentes dependiendo del tipo de etiqueta. La etiqueta puede ser activa, semipasiva o pasiva.

Las etiquetas activas poseen su propia fuente autónoma de energía que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Estos *tag* son muy fiables por su capacidad de establecer transmisiones potentes, lo permite que su señal tenga mayor alcance y sea más clara. En la actualidad existen etiquetas de este tipo que transmiten la información a centenares de metros de distancia con unas baterías litio o dióxido de manganeso que pueden llegar a durar hasta 10 años.

Por el contrario, las etiquetas pasivas no tienen fuente de alimentación eléctrica. La señal que les llega les induce una corriente que aprovechan para operar su circuito integrado y generar y transmitir una respuesta, lo que implica que las antenas de este tipo de eti-

quetas deban estar diseñadas para recuperar la energía de la señal recibida (tecnología *backscatter*). Las señales emitidas por este tipo de *tags* son de poca potencia, y únicamente permiten transmitir información a distancias comprendidas entre los 10 centímetros y unos pocos metros; sin embargo, tienen la ventaja de no necesitar ninguna fuente de alimentación por lo que su tamaño es mucho menor al de los *tags* activos.

Por último, las etiquetas semipasivas se parecen a las activas en que poseen una fuente de alimentación propia pero que en este caso únicamente alimenta al microchip en lugar de emplearse para la transmisión de la señal. Así, como ocurre con los *tags* pasivos, deben contar con una antena que permita la captación de la energía de la señal emitida por el lector. Debido a que la batería alimenta al chip, las respuestas de las etiquetas semipasivas son más rápidas que las de las pasivas.

Respecto a las bandas de radiofrecuencia en las que la tecnología RFID transmite los datos, estas pueden ser de baja frecuencia, de alta frecuencia o de ultra alta frecuencia dependiendo del tipo de antena del lector y del *tag* (ver Tabla 12).

Tabla 12. Frecuencias de transmisión de los sistemas RFID

Tipo de antena	Frecuencia de transmisión
Baja frecuencia (LF)	125 ó 134,2 kHz
Alta frecuencia (HF)	13,56 MHz
Frecuencia ultra alta (UHF)	868 a 956 MHz
Microondas	2,45 GHz

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

Actualmente no existe ninguna regulación internacional de las frecuencias RFID y en principio cada país puede fijar las suyas propias. Pese a la falta de regulación las etiquetas RFID de baja frecuencia y de alta frecuencia pueden utilizarse sin problemas porque sus frecuencias de uso son las mismas en todos los países. Sin embargo las de UHF no pueden emplearse de forma global debido a que no existe un estándar único.

### Aplicaciones de la RFID a las TPCs

Además de su aplicación a la logística facilitando la optimización de las cadenas de abastecimiento de bienes a partir de la trazabilidad, actualmente la tecnología RFID se está implantando en las terminales portuarias de contenedores para la identificación y el seguimiento de contenedores y vehículos con el fin de agilizar las operaciones en las puertas de entrada y salida de las terminales y también para automatizar ciertas operaciones internas de la terminal en las que se realiza una verificación automática del contenedor antes de manipularlo. Para ello suelen emplearse *tags* activos que transmiten en UHF.

Precisamente el uso de la UHF es una de las principales desventajas competitivas de este sistema pues los contenedores que se utilizan para los intercambios comerciales viajan entre zonas del mundo que utilizan frecuencias de transmisión incompatibles entre sí.

#### 6.2.1.6. Coexistencia del OCR y la RFID

Actualmente en el mundo coexisten y compiten por una mayor cuota de mercado las tecnologías OCR y RFID. Ambos sistemas presentan ciertas ventajas y desventajas que hacen que aún no se haya optado por el uso exclusivo de uno de ellos. Sin embargo, en un futuro no muy lejano, el sector del transporte internacional deberá optar por uno puesto que la convivencia de las dos tecnologías no es posible debido a que son sustitutivas y a que la presencia simultánea de ambas es ineficiente económicamente hablando.

El OCR permite la identificación de vehículos y camiones que no están dotados de un *tag*. Por otra parte, la principal ventaja del sistema RFID es el menor coste de instalación que requiere por parte de la terminal así como su aplicación en el seguimiento del contenedor dentro de la terminal. Sin embargo, estas ventajas de la RFID se ven deslucidas por dos grandes inconvenientes: la incompatibilidad entre las radiofrecuencias de transmisión del sistema en las diferentes áreas geográficas mundiales por las que pasan los contenedores y el coste que supondría etiquetar electrónicamente la flota mundial de contenedores.

Atendiendo a este análisis, las mayores terminales del mundo se encuentran hoy en día ante el dilema de decantarse por un sistema u otro, siempre con la vista puesta en la tendencia mundial y en los avances de ambas tecnologías. En los próximos años se prevé un auge del sistema OCR acompañado de una reducción del coste de la instalación, aunque

es previsible que no llegue a desbancar a la RFID que tiene puestas sus esperanzas en la estandarización de sus frecuencias de emisión.

Sin embargo, pese a la urgencia de establecer un único sistema mundial para la identificación de contenedores, algunos operadores de terminales han optado por combinar la utilización de ambos sistemas dentro de una misma instalación mientras esperan a que se aclare la situación.

## **6.2.2. Sistemas de transmisión de audio**

Los sistemas de transmisión de audio están relacionados con las necesidades de comunicación interna y externa de la terminal. Entre las distintas tecnologías disponibles pueden diferenciarse dos grandes grupos, las analógicas y las digitales, que van desplazando a las primeras por su funcionalidad y otras ventajas como velocidad, facilidad y durabilidad del almacenamiento de datos, avance tecnológico constante, e incluso menor coste.

Como ejemplo puede mencionarse el caso del teléfono que empezó a utilizarse a finales del siglo XIX con micrófonos y receptores analógicos que se conectaban en los extremos de un par de alambres de cobre. En la actualidad en la mayor parte de los hogares todavía se emplean teléfonos analógicos que transmiten señales también analógicas hasta la central local donde estas señales se convierten a un formato digital antes de enviarlas a sus destinos. Los últimos avances en sistemas telefónicos son la introducción de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y las técnicas DSL o de banda ancha (ADSL, HDSL, etc.), que permiten la transmisión de datos a mayor velocidad y la telefonía móvil o celular, que posibilita la transmisión inalámbrica de voz y datos e incluso la conexión a internet, videoconferencia, o televisión. Finalmente, en la actualidad muchas empresas que utilizaban redes privadas están cambiándolas por sistemas integrados que combinan la voz digital con el tráfico digital de datos sobre una sola red de Protocolo de Internet IP.

### **6.2.2.1. Telefonía móvil**

El funcionamiento de esta tecnología se basa en la interconexión de Estaciones Base Radio que configuran la red inalámbrica de comunicaciones, y las terminales o teléfonos móviles.

La red inalámbrica de comunicaciones está compuesta por una serie de estaciones transmisoras-receptoras de radio y una serie de centrales telefónicas de conmutación todas

ellas dotadas de antenas que permiten la emisión y recepción de ondas electromagnéticas de una frecuencia determinada que depende de la zona geográfica mundial.

Los teléfonos móviles están dotados de una antena que permite su conexión a esta red inalámbrica.

La característica principal del sistema es la movilidad, permitiendo la transmisión de audio y datos sin necesidad de una línea telefónica física.

### **Aplicaciones de la telefonía móvil a las TPCs**

Actualmente la telefonía móvil se emplea para comunicaciones informales, la comunicación de incidencias en tiempo real, peticiones de información a otros agentes, etc.

#### **6.2.2.2. Terminales de radio portátiles y móviles**

Se trata de equipos que permiten la recepción y transmisión de datos mediante radiofrecuencia incluso en los ambientes más adversos. Estos datos, convertidos en señales electromagnéticas, pueden ser enviados o recibidos tanto por un terminal como por un ordenador central. Existen dos tecnologías diferentes, las analógicas y las digitales.

Los equipos portátiles son similares a un teléfono móvil grande, con pantalla, teclado y antena. Tienen una batería para ser autónomos durante unas horas.

Los equipos móviles se colocan sobre vehículos y la fuente de alimentación es la del propio vehículo. El terminal móvil tiene también un teclado y un visor que permite la recepción y generación de mensajes de audio y texto (ver Figura 47).

Los camiones suelen utilizar tecnología analógica, similar a la de radioaficionados, mientras que otros vehículos como los de fuerzas de seguridad y emergencias suelen incorporar equipos con las dos tecnologías.

Los sistemas digitales tienen ventajas como:

- tiempos bajos de establecimiento de llamada;
- incorporación de GPS, que permite localizar el equipo;

- aplicaciones de seconfonía;
- posibilidad de personalización del terminal;
- creación de grupos de usuarios; y
- envío y recepción de mensajes de texto.

Figura 47. Equipos de radio portátiles y móviles



Fuente: Fundación Valenciaport

Estos equipos, según el modelo, pueden transmitir en banda ancha y banda estrecha en función de la frecuencia que les ha sido asignada. Adicionalmente suelen integrar el soporte *bluetooth*.

### **Aplicaciones de la terminal de radio portátil a las TPCs**

Las terminales portuarias de contenedores han encontrado en los terminales de radio portátiles y móviles una herramienta eficiente y fiable para integrar la transmisión de información en tiempo real entre el *software* de gestión de la terminal y el personal a pie o a bordo de vehículos, en talleres o almacenes. Normalmente estos terminales están conectados con la solución tecnológica encargada de la comunicación de la secuencia de órdenes, lo que permite la recepción de instrucciones y el envío de datos o de confirmaciones de las órdenes ejecutadas.

### 6.2.2.3. Otros sistemas

Existen otras tecnologías de comunicación como la telefonía satelital, como el sistema Inmarsat o los teléfonos móviles por satélite (GMPCS); redes de área local (LAN) que conectan ordenadores entre sí y con servidores externos; o intranets, sistemas corporativos de información que emplean tecnologías de internet pero dentro de la empresa, aunque puede haber acceso remoto a las mismas.

### 6.2.3. Sistemas de localización

Los sistemas de localización están relacionados con el seguimiento y posicionamiento de contenedores y el guiado automático de vehículos. Las principales tecnologías aplicables a tales fines son el GPS, el LADAR y los *transpondedores*.

#### 6.2.3.1. GPS

El sistema de posicionamiento global GPS (*Global Positioning System*), creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, se basa en la utilización de 27 satélites NAVSTAR (24 operativos y 3 de respaldo) que orbitan con trayectorias sincronizadas alrededor de la Tierra a 20.200 km de altitud y radian información que los ubica en tiempo real gracias a un reloj atómico.

Este sistema permite la localización de cualquier receptor mediante triangulación de las señales de posición emitidas, al menos, por tres de estos satélites. Para determinar la posición con exactitud es necesario que se realice una corrección del tiempo que ha tardado en recibirse la señal.

Los satélites NAVSTAR emiten su señal mediante RF, utilizando diferentes frecuencias dependiendo de si su uso es militar o civil (Tabla 13):

Tabla 13. Tipos de GPS

GPS	Frecuencia	Código
Civil	1575,42 MHz (L1)	Adquisición Aproximativa (C/A)
Militar	1227,60 MHz (L2)	Precisión (P) cifrado

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de [www.gps.gov](http://www.gps.gov)

El uso civil y el uso militar, además de tener diferentes frecuencias de transmisión, tienen también diferentes códigos, el código C/A y P respectivamente. Debido a la coexistencia de señales de ambas naturalezas, el Departamento de Defensa de EEUU se reserva el derecho de degradar la precisión de la señal de uso civil, que por razones técnicas es de 15 metros, hasta los 100 metros, dependiendo de la situación de alerta militar, mediante un sistema de Disponibilidad/Selectiva (S/A). En la actualidad este sistema se encuentra desactivado pero no se descarta que pueda activarse en un futuro.

Otro de los problemas que plantea el uso del GPS es la debilidad de la señal emitida que se ve interrumpida en áreas cubiertas, bajo tierra o incluso en bosques con vegetación densa. En el caso de las terminales portuarias de contenedores a menudo existen problemas locales de recepción producidos por una parte por la “sombra” que producen las de pilas de contenedores o los grandes buques a la señal y por otra por la generación de reflexiones de dicha señal.

En la actualidad se está mejorando el sistema mediante una nueva versión conocida como GPS III que supondrá ciertas ventajas frente al GPS tradicional. El GPS III añadirá una segunda línea (L5) para uso civil a 1176,45 MHz, que incrementará la potencia de la señal y reducirá el error de posición a 5 metros.

### **6.2.3.2. DGPS**

Existe una mejora del GPS, conocida como DGPS (*Differential Global Positioning System*) de aplicación en áreas reducidas que disminuye el error gracias a correcciones de los datos recibidos de los satélites con el que se obtiene una mayor precisión en la posición calculada, con un error inferior a un metro en el 97% de los casos, pudiendo llegar a ser de tan solo unos centímetros.

Su funcionamiento se basa en la hipótesis de que los errores producidos por el sistema GPS en receptores situados próximos entre sí pueden considerarse iguales. De este modo, si se conoce mediante otras técnicas la posición exacta de un receptor fijo y a su vez se conoce la posición proporcionada por el sistema GPS, por comparación puede calcularse el error del GPS. Además este receptor de referencia es capaz de remitir la corrección del error a los receptores próximos a él situados dentro de su área de cobertura.

Resumiendo, la estructura de un sistema DGPS sería la siguiente:

- Una estación de referencia de la que se conoce su posición exacta con una precisión muy alta que se compone de:
  - Un receptor GPS
  - Un microprocesador para el cálculo de errores y la generación del mensaje
  - Un transmisor para enviar los datos a los receptores finales
- Los equipos de los usuarios compuestos de un receptor DGPS (GPS + receptor de señal de corrección de datos emitida por el transmisor de la estación de referencia).

Los mensajes que reciben los receptores próximos pueden incluir dos tipos de correcciones:

- Correcciones directamente aplicadas a la posición. Esto tiene el inconveniente de que tanto el usuario como la estación monitorea deberán emplear los mismos satélites, pues las correcciones se basan en esos mismos satélites.
- Correcciones aplicadas a las pseudo-distancias de cada uno de los satélites visibles. En este caso el usuario podrá hacer la corrección con los 4 satélites de mejor relación señal-ruido (S/N). Esta corrección es más flexible.

Las correcciones de la señal pueden obtenerse por radio, a través de un canal habilitado para ello, mediante descargas de Internet o mediante un sistema de satélites diseñado para ello, como el WAAS en EEUU o el EGNOS en Europa.

Además del DGPS, existen otras técnicas como el RKT (*Real-Time Kinematic*) o la OTF (*On-The-Fly initialization*) que proporcionan precisiones de centímetros, y que son útiles para el guiado de vehículos de todo tipo, aunque su coste es muy alto.

### 6.2.3.3. Alternativas al GPS

Europa lleva varios años desarrollando su propio sistema de geoposicionamiento, el Sistema Galileo, con dos ventajas frente al GPS estadounidense: mayor precisión gracias a sus 30 satélites apoyados por estaciones de control terrestres y que será de uso exclusivamente civil. Se espera poner en marcha el sistema en 2014 después de sufrir una serie de reveses técnicos y políticos que lo han ido retrasando, aunque no estará plenamente operativo hasta 2019.

China, que participa en el Galileo, lanzó en febrero de 2007 el cuarto satélite *Beidou* que forma parte del conjunto de hasta 36 satélites que constituirán la constelación del *Compass*, su competencia al GPS y al Galileo, y que dará una precisión de 10 metros. Rusia tiene previsto mejorar su sistema GLONASS. Como socio cuenta con India, que a su vez tiene un proyecto incipiente, el IRNSS, para desarrollar su propio sistema.

### **Aplicaciones de los sistemas de posicionamiento por satélite a las TPCs**

El GPS tiene una aplicación muy reducida dentro de las terminales portuarias de contenedores por su poca precisión.

En la actualidad el GPS puede ser de utilidad para la monitorización y direccionamiento de los movimientos de los equipos de trayectoria libre, como los *straddle carriers* o los RTGs, y para el estudio de la optimización de sus movimientos.

Por su parte, el DGPS así como los sistemas RTK y OTF pueden ser empleados para el posicionado de contenedores o para el guiado de vehículos automáticos como los AGVs.

#### **6.2.3.4. LADAR**

El LADAR (acrónimo de láser más radar), también conocido como LIDAR (*Light Detection and Ranging*), es un sistema de posicionamiento local que consiste en la instalación sobre un objeto en movimiento de un emisor-receptor rotativo de haces de pulsos láser que son reflejados en una serie de reflectores situados en puntos estratégicos. Una vez recibidas las reflexiones el sistema calcula tanto la distancia del móvil a cada uno de estos receptores como el ángulo con que se recibe la señal. Con la señal de al menos 3 reflectores se puede ubicar el móvil.

Actualmente esta tecnología está experimentando un espectacular desarrollo ligado a fines militares.

### **Aplicaciones del LADAR a las TPCs**

El LADAR tiene aplicaciones en las TPCs para el posicionamiento de vehículos en tiempo real con una exactitud mayor a la del GPS.

Otra de las aplicaciones del LADAR que puede ser implementada en las terminales portuarias es la tecnología ACC (*Adaptive Cruise Control*) que permite mantener una distancia mínima de circulación entre dos vehículos consecutivos para evitar colisiones. Así, cuando un vehículo se acerca demasiado al vehículo que circula delante del mismo el sistema reduce automáticamente su velocidad para mantener la distancia mínima de seguridad, incluso llegando a detener el vehículo posterior si fuera necesario. Esta tecnología es adaptable a los equipos móviles de manipulación de contenedores.

### **6.2.3.5. Transpondedores**

Un transpondedor es un dispositivo emisor-receptor capaz de enviar una señal característica cuando se le solicita que transmita datos identificativos. La señal emitida por los transpondedores se transmite mediante ondas electromagnéticas que, dependiendo de su frecuencia, permiten comunicaciones cercanas o a varios kilómetros de alcance.

Existen dos tipos de transpondedores: los activos y los pasivos. Los indicados para la localización y el posicionamiento de objetos móviles son los activos, mientras que los transpondedores pasivos se emplean para identificación.

Un transpondedor activo funciona gracias a una cadena de unidades o equipos interconectados en serie en un canal de radiofrecuencia que, cuando son preguntados, modifican la señal recibida y envían una señal desde el receptor hasta el emisor. La frecuencia de la señal en la que el receptor responde es distinta a la del mensaje recibido, estando ambas frecuencias predefinidas de antemano.

### **Aplicaciones de los transpondedores a las TPCs**

Pese a que el uso más extendido de este sistema es el aeronáutico, las terminales de contenedores también utilizan los transpondedores para la localización de vehículos. Para ello existen dos alternativas: la primera de ellas consiste en el soterramiento de los emisores mientras que la segunda opción se basa en la medición del giro de los neumáticos. La primera alternativa determina la posición absoluta de los vehículos cuando estos pasan sobre los transpondedores enterrados. Esta opción tiene numerosos inconvenientes relacionados con la accesibilidad a los receptores/emisores para su mantenimiento así

como con la durabilidad de este tipo de aparatos frente a las cargas producidas por los vehículos pesados cuando circulan sobre ellos.

La segunda opción se basa en la transmisión mediante este sistema de los datos de giros de los neumáticos de los vehículos medidos mediante *encoders* o *giroscopios*. En este caso las mediciones se ven afectadas por errores acumulativos producidos tanto por el nivel de ruido de los aparatos de medición del giro como por el grado de hinchado de las ruedas de los vehículos.

Debido a las desventajas antes expuestas para el posicionado de vehículos suele utilizarse una combinación de ambos métodos utilizando *transpondedores* fijos que permiten la localización absoluta cuando el móvil se desplaza y que ponen a cero el contador de número de vueltas de los neumáticos.

### **6.3. Tecnologías de la Información**

La dimensión global del comercio internacional en la que se enmarca la actividad portuaria implica la necesidad de obtener, analizar e intercambiar grandes volúmenes de información. Los sistemas de información son más que tecnología. Se trata de herramientas útiles de gestión que aseguran flexibilidad, reducen costes y fomentan una rápida comunicación en el nodo portuario de la cadena logística.

De acuerdo al nivel de modernización, capacidad y especialización del puerto, las necesidades en materia de tecnologías de la información serán diferentes, e irán evolucionando a medida que dichas tecnologías vayan madurando y los agentes de la comunidad portuaria se tornen más exigentes con los servicios que esperan recibir.

En general, la autoridad portuaria en el desarrollo del modelo de *landlord* avanzado es la impulsora de las innovaciones tecnológicas. Además le corresponde desarrollar las infoestructuras del puerto con el objetivo de estandarizar las comunicaciones y optimizar la gestión física, documental y comercial de la mercancía, los buques y el pasaje durante su estancia en el puerto. En algunas ocasiones la promotora de las innovaciones puede ser otra administración o incluso una asociación profesional.

En la evolución de las tecnologías de la información en el ámbito portuario se pueden distinguir cuatro etapas (García de la Guía, 2008): el puerto aislado; el puerto conectado; la comunidad portuaria y la comunidad portuaria conectada al mundo.

En la etapa de puerto aislado las empresas de la comunidad portuaria incorporan la informática a su gestión interna, se informatizan.

En la etapa de puerto conectado se empiezan a implantar procedimientos de intercambio electrónico de datos (EDI) y de ventanillas únicas como ayuda para resolver los cuellos de botella asociados a la gestión del flujo documental.

La tercera etapa es la de Comunidad Portuaria, durante la cual se desarrolla e implanta un Sistema de Información Comunitaria (SIC), sistema que conecta a todos los miembros de la comunidad portuaria.

La cuarta etapa es la de Comunidad Portuaria conectada al mundo, donde se desarrolla un Sistema de Información Comunitaria de segunda generación, que al objetivo anterior de contribuir a la agilización del flujo documental que acompaña al flujo de las mercancías en su paso por el puerto, añade la gestión de relaciones en el clúster, conectando la comunidad portuaria hacia su *hinterland* y *foreland*, facilitando la desintermediación, proporcionando soportes de información y sistemas de control y seguimiento (*track and trace*) y, en definitiva, convirtiéndose en una poderosa herramienta de facilitación del comercio.

La terminal de contenedores es un elemento clave de la comunidad logístico-portuaria en cuanto a flujo de información: genera y es destinataria de gran cantidad de comunicaciones, mensajes y datos. Es por ello que utiliza varias herramientas para la recepción, tratamiento, registro, almacenamiento, y transmisión de información, siendo la más importante el *Terminal Operating System* (TOS).

### 6.3.1. Sistema EDI

Un sistema de intercambio electrónico de datos o sistema EDI consiste en la transferencia de datos entre dos aplicaciones de dos ordenadores distintos sin intervención humana. Para ello se creó un conjunto de normas sobre unos mensajes estándar en las que se estipuló, por un lado el tipo y funcionalidad de cada mensaje, y por otro lado, la estructura y codificación de los datos.

La implantación de este sistema combinado con las aplicaciones informáticas (*software*) y las telecomunicaciones es la primera etapa para modernizar la gestión de la documen-

tación sustituyendo la forma convencional de realizar las transacciones en papel y con la ventaja de reducir del número de errores tanto al procesar la información como al transmitirla.

Los campos típicos de aplicación de EDI son los intercambios comerciales, financieros, médicos, administrativos, industriales y otras áreas en las que la información esté estructurada en formatos que las aplicaciones puedan procesar. Algunos ejemplos de datos tipo EDI son facturas, órdenes de compra, declaraciones de aduana, etc.

Con respecto al sector del transporte marítimo existen importantes grupos de trabajo internacionales sobre EDI entre los que cabe señalar: TBG3 (grupo de expertos en logística y transporte [www.uncefactforum.org](http://www.uncefactforum.org)); SMDG (mensajes relacionados con las líneas marítimas y terminales de contenedores [www.smdg.org](http://www.smdg.org)); y PROTECT (mensajes relacionados con mercancías peligrosas [www.smdg.org/jsp/protect.jsp](http://www.smdg.org/jsp/protect.jsp)).

Algunas de las principales ventajas que reporta el uso del sistema EDI son:

- Mayor rapidez en la comunicación de la información.
- Reducción del ciclo pedido-entrega.
- Aumento de la disponibilidad de la información.
- Reducción en los tiempos de proceso de información.
- Ahorro de costes.
- Seguridad en la transmisión de datos.
- Eliminación de errores y retrasos.
- Aumento de la eficiencia y precisión.
- Mejora de las relaciones comerciales.
- Aumento de la colaboración y la relación entre interlocutores (clientes, proveedores, administraciones, etc.).
- Mejora de la calidad y servicio al cliente.
- Aumento de la competitividad.

Todas estas ventajas aportan un valor añadido a los servicios que emplean este sistema. Sin embargo, la implementación del EDI, como la de cualquier otro sistema, también se encuentra con una serie de dificultades o inconvenientes como son:

- Necesidad de altas inversiones iniciales.

- Complejidad de los estándares de transmisión de mensajes.
- Necesidad de mantenimiento técnico para la administración del entorno tecnológico y para la actualización de las versiones de los mensajes.

Los mensajes EDI no son correos electrónicos de formato libre, sino que contienen datos perfectamente estructurados que deben poder ser procesados por los ordenadores con eficacia y sin ambigüedades. Las normas que permiten estructurar un mensaje EDI constan de una gramática o sintaxis, y de un vocabulario definidos en la norma ISO 9735. Los dos estándares EDI más empleados son: UN/EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport, auspiciado por las Naciones Unidas [www.unece.org/cefact](http://www.unece.org/cefact)) y ANSI.X12 (American Standard Institute [www.x12.org](http://www.x12.org)), aunque están apareciendo otros nuevos basados en el lenguaje XML.

Las reglas de sintaxis de este sistema para el Intercambio Electrónico de Datos de aplicaciones de la Administración, Comercio y Transporte, EDIFACT, constituyen el estándar ISO recomendado por los organismos europeos de normalización para la transmisión de este tipo de mensajes.

### 6.3.2. Ventanillas únicas

El objetivo de las ventanillas únicas es simplificar los trámites asociados a la presentación de la documentación necesaria para la tramitación de ciertas autorizaciones y formalidades administrativas.

Un proceso susceptible de ser sustituido por una ventanilla única se caracteriza por:

- Un agente privado entrega documentos y declaraciones a una o varias autoridades públicas.
- Se debe entregar la misma información o similar a varias administraciones.
- Se debe esperar una autorización de algunas de esas administraciones.
- Todos estos procedimientos se basan en la entrega de documentos en papel.
- Las administraciones públicas deben introducir manualmente en los sistemas de información todos los datos.

En los puertos españoles se han habilitado tres ventanillas únicas administrativas:

- Ventanilla Única para la declaración de mercancía: presentación de declaraciones sumarias de descarga y manifiestos de carga frente a la Aduana y la Autoridad Portuaria.
- Ventanilla Única para la solicitud de escala y formalidades del buque en puerto: presentación de la solicitud de escala del buque en puerto frente a la Autoridad Portuaria y la Autoridad Marítima (Capitanía Marítima) y otros organismos que requieren información sobre la llegada del buque a puerto (policía, aduana, servicios portuarios,...).
- Ventanilla Única para la Notificación de mercancías peligrosas: presentación de la declaración y consolidación de mercancías peligrosas a bordo del buque y la notificación de entradas y salidas de mercancías peligrosas frente a la Autoridad Portuaria y la Autoridad Marítima (Capitanía Marítima).

### **6.3.3. Sistemas de Información Comunitaria**

Un Sistema de Información Comunitaria (SIC) es una iniciativa basada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) que nace del compromiso de una comunidad por mejorar el servicio que presta.

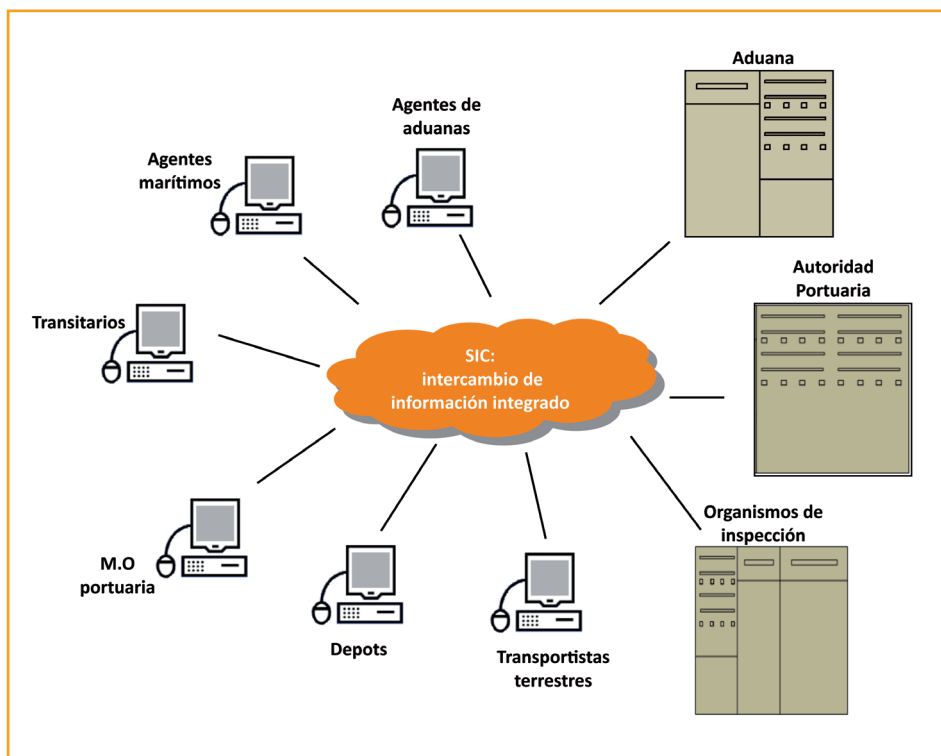
En los puertos, los SIC suelen estar liderados por las Autoridades Portuarias o por una asociación profesional. Los usuarios son miembros de la comunidad portuaria, tanto empresas privadas como organismos públicos, que están conectados mediante una serie de aplicaciones que trabajan sobre unos documentos almacenados en una base de datos común a toda la comunidad portuaria (ver Figura 48).

La implementación de Sistemas de Información Comunitaria permite un flujo seguro y eficaz de información entre los usuarios de los mismos.

Normalmente la información que intercambian los agentes de la comunidad portuaria no sufre modificaciones de contenido durante su transmisión, variando únicamente su formato, por lo que un sistema SIC resulta muy adecuado como estructurador de la información y transmisor de la misma. Además, la automatización de los procesos de comunicación garantiza la fiabilidad y la seguridad.

En general el SIC cubre todos los flujos de trabajo de modo continuo con todos los datos y documentos enlazados unos con otros.

Figura 48. Estructura de un Sistema de Información Comunitario



Fuente: Fundación Valenciaport

### 6.3.4. Portal transaccional

En la última etapa de la evolución de las tecnologías de la información, la comunidad portuaria se conecta al mundo, vinculando el *Hinterland* con el *Foreland*. Los puertos caracterizados por la diversificación e internacionalización de su actividad, fomentan el uso de las redes telemáticas y la cooperación entre comunidades portuarias. Se incorpora a la oferta de servicios la capacidad para tratar y distribuir la información, buscando valores intangibles como la calidad del servicio proporcionado y el conocimiento *on-line* de la situación de las cargas.

Se fomentan las aplicaciones que integran tanto agentes externos a la comunidad portuaria local, como alianzas con otros puertos, ofreciendo servicios orientados a agilizar los procesos comerciales, operativos y administrativos de la cadena logística desde el origen hasta el final.

Por otra parte, los usuarios plantean como necesarios la simplificación de los procesos de negocio, con cambios mínimos en sus sistemas y la creación de conexiones entre los socios. Para ello se utiliza la tecnología que ofrece mayor agilidad y flexibilidad, facilitando la integración de los sistemas, y proporcionando versatilidad con el fin de adaptarse a nuevas funcionalidades que puedan surgir. Se implementan soluciones .NET, Servicios Web, EDI, XML y nuevos estándares de comunicación.

Los SIC han ido perfeccionándose en algunos puertos españoles hasta alcanzar un nivel de desarrollo tal que incluyen a numerosos agentes y documentos, como ha ocurrido en el Puerto de Valencia donde finalmente los intercambios de información se han organizado en torno al actual *Port Community System* (PCS) [valenciaportpcs.net](http://valenciaportpcs.net), un SIC de segunda generación.

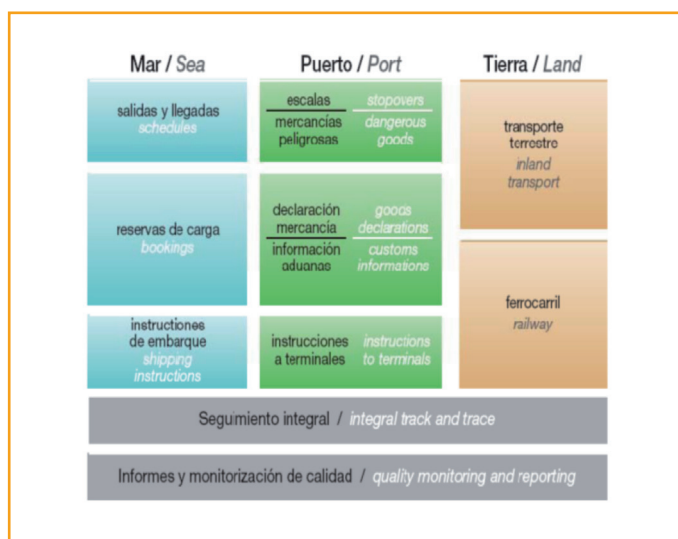
El PCS [valenciaportpcs.net](http://valenciaportpcs.net) fue diseñado para ofrecer servicios orientados a agilizar los procesos comerciales, operativos y administrativos en los ámbitos mar, puerto y tierra vinculados al nodo logístico-portuario (ver Figura 49).

El PCS supone mejoras respecto al SIC en cuatro aspectos:

- **Eficiencia:** mayor flexibilidad funcional en los procedimientos y agilidad en la incorporación de nuevas funcionalidades. En los SICs, la rigidez del sistema que funcionaba a través de flujos de trabajo impedía que se pudiera extender su uso cuando por distintas circunstancias se rompía este flujo de trabajo planificado.
- **Integración de sistemas:** mayores facilidades para la integración de los sistemas de las empresas usuarias a la plataforma con un sistema de mensajería versátil, ágil y fiable.
- **Conectividad:** facilidades de conexión más allá de la comunidad portuaria de Valencia y migración sencilla de los usuarios del anterior sistema al nuevo sistema.
- **Modernización:** interfaz más versátil y adaptada a las características de los documentos y el negocio.

La Figura 49 representa la estructura y los servicios que integra la plataforma virtual valenciaportpcs.net.

Figura 49. Servicios del portal valenciaportpcs.net



Fuente: APV

Valenciaportpcs.net incluye las tres ventanillas únicas administrativas: declaración de mercancías, solicitud de escala y formalidades del buque en puerto, y notificación de mercancías peligrosas.

Además de llevar a cabo todas estas comunicaciones que favorecen a los agentes implicados en las mismas, el portal transaccional beneficia al conjunto de la cadena logístico-portuaria ya que facilita la trazabilidad (*track and trace*) de las mercancías y permite la elaboración de informes.

En la Tabla 14 se describen los servicios de la Figura 49.

Tabla 14. Descripción de los servicios del portal valenciaportpcs.net

Servicio	Descripción del servicio
Planificación de servicios marítimos ( <i>schedules</i> )	El servicio de Salidas y Llegadas proporciona a los clientes de Valenciaportpcs.net información relativa a la oferta de servicios de transporte marítimo: información de contacto, servicio, nombre del buque, puertos que cubre, fechas de escala en cada uno de ellos,...
Salidas y Llegadas	Consulta en tiempo real de las escalas de buques previstas y en operación.
Booking	Permite a las empresas transitorias solicitar a las navieras una reserva de espacio.
Confirmación del Booking	Permite a las empresas transitorias obtener la información de las reservas realizadas para facilitar la creación de la instrucción de embarque y del Aviso de Transporte.
Instrucciones de Embarque ( <i>shipping instructions</i> )	Permite realizar los trámites documentales para la declaración de la mercancía y la generación del conocimiento de embarque ( <i>Bill of Lading</i> ).
Gestión de Escalas/Documento Único de Escala (DUE)	Permite a los consignatarios tramitar las solicitudes de autorización de escala y atraque de los buques así como la recepción de las autorizaciones por parte de la Autoridad Portuaria y la Capitanía Marítima.
Web <i>Bill of Lading</i>	Permite: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visibilidad de los borradores de los B/Ls en valenciaportpcs.net</li> <li>• Proceso de visión, corrección y validación del B/L.</li> <li>• Posibilidad de compartir copias No-Negociables así como B/Ls <i>Express</i> y <i>Sea Way</i> para múltiples partes.</li> <li>• Envío al cliente de una notificación por email de la recepción del B/L.</li> <li>• Impresión inmediata del borrador de B/L hasta la aprobación del cliente final.</li> <li>• Archivo histórico de 90 días.</li> </ul>
Mercancías peligrosas	Permite a los consignatarios tramitar las solicitudes de autorización para la carga, descarga, consolidación y tránsito de mercancías peligrosas ante la Autoridad Portuaria y Capitanía Marítima.
Declaración de mercancías	Permite que los consignatarios realicen la tramitación ante la Autoridad Portuaria y la Agencia Tributaria de los manifiestos de Carga y descarga y sus correcciones. Además del DUA y las declaraciones sumarias según el caso.

Servicio	Descripción del servicio
Instrucciones a terminales	Permite a los consignatarios enviar las listas de carga y descarga de buques a las terminales de contenedores. También permite que las terminales confirmen a los consignatarios la carga y descarga de los contenedores que figuran en las citadas listas. Este servicio está integrado con el servicio de información aduanera, habilitando el procedimiento de Levante sin Papeles.
Transporte terrestre	Permite la generación y el intercambio de órdenes de transporte, admítases y entrégueses entre los agentes involucrados en dichas comunicaciones. Además permite la notificación de la entrega y admisión del contenedor en las terminales y depósitos de contenedores. Este servicio está alineado con los procedimientos de "closing time" y con el Levante sin papeles de la Aduana.
Información Aduanera	Facilita información sobre el despacho de contenedores y partidas declaradas en los manifiestos de carga y descarga realizados por la Autoridad Aduanera.
Track and Trace	Seguimiento Integral de la Mercancía. Permite a los usuarios obtener información de seguimiento sobre sus envíos a lo largo de toda la cadena logística: situación actual de la carga, transbordos realizados, transportes utilizados, documentos tramitados, etc.
Informes y monitorización de calidad	Facilita información de los agentes sobre el cumplimiento de las garantías ofrecidas por la Marca de Garantía. Además se han diseñado unos informes de actividad sobre el uso de cada servicio y el número de transacciones realizados con valenciaportpcs.net.

Fuente: valenciaportpcs.net

Las comunicaciones y documentos que se tramitan a través de valenciaportpcs.net y la información que se puede consultar en los flujos de exportación e importación de mercancía en contenedor son los siguientes (ver Tabla 15):

**Tabla 15. Funciones del portal transaccional valenciaportpcs.net**

Exportación	Importación
<i>Schedule</i>	Notificación de MMPP
Reserva de carga o <i>Booking</i>	Autorización de MMPP
Asignación de escala	Declaración Sumaria de Descarga
Aviso de transporte	Respuesta a la Declaración Sumaria de Descarga
Orden de transporte	
Entréguese	Lista de Descarga
Admítase	Reemplazo de la Lista de Descarga
Datos de transporte	Confirmación de Descarga
Confirmación de Entrega	Captura del Conocimiento de Embarque
Confirmación de Admisión	Datos del Conocimiento de Embarque
Notificación de MMPP	Datos económicos del Conocimiento
Autorización de MMPP	Datos para el Despacho
Datos para la Instrucción de Embarque	DUA
Instrucción de Embarque	Respuesta al DUA
Conocimiento de embarque o B/L	Relación DUA Partidas
Manifiesto de carga	Aviso de transporte
Respuesta al Manifiesto	Orden de transporte
Datos para el Despacho	Entréguese
DUA	Admítase
Respuesta al DUA	Datos del Transporte
Relación DUA con reserva	Confirmación de Entrega
Lista de Carga	Confirmación de Admisión
Reemplazo de la Lista de Carga	Resguardo de Aduanas

**Fuente:** valenciaportpcs.net

Con el objetivo de optimizar el uso de la plataforma por parte de todos los agentes de la comunidad portuaria se han desarrollado varios mecanismos de acceso a los servicios e información del portal:

- **Aplicación cliente:** aplicación que permite a cualquier usuario de forma sencilla e intuitiva gestionar y utilizar los servicios de valenciaportpcs.net.
- **Mensajería:** cualquier usuario puede integrar sus aplicaciones internas de gestión con el PCS a través de mecanismos estándar de comunicación entre sistemas. Para ello valenciaportpcs.net admite diversos formatos para el intercambio de datos (XML, EDI en formato EDIFACT y ANSI X.12 y Fichero Plano) y diferentes protocolos de transmisión para el envío y recepción de documentos (FTP o WebServices).
- **www.valenciaportpcs.net.** En el área privada de la web están disponibles los servicios de consulta e información de valenciaportpcs.net desde cualquier ordenador conectado a Internet (seguimiento de la mercancía, monitorización de la calidad, consultas y contenidos informativos sobre la operativa en el Puerto,...).
- **Consulta vía Web Service (SOAP):** a través de una consulta vía Webservice se puede integrar en las aplicaciones internas de los usuarios la información en el mismo instante en el que se registran en la Autoridad Portuaria de Valencia.
- **valenciaportpcsAGENT:** aplicación orientada a facilitar la integración entre las aplicaciones propias de las empresas usuarias y valenciaportpcs.net.

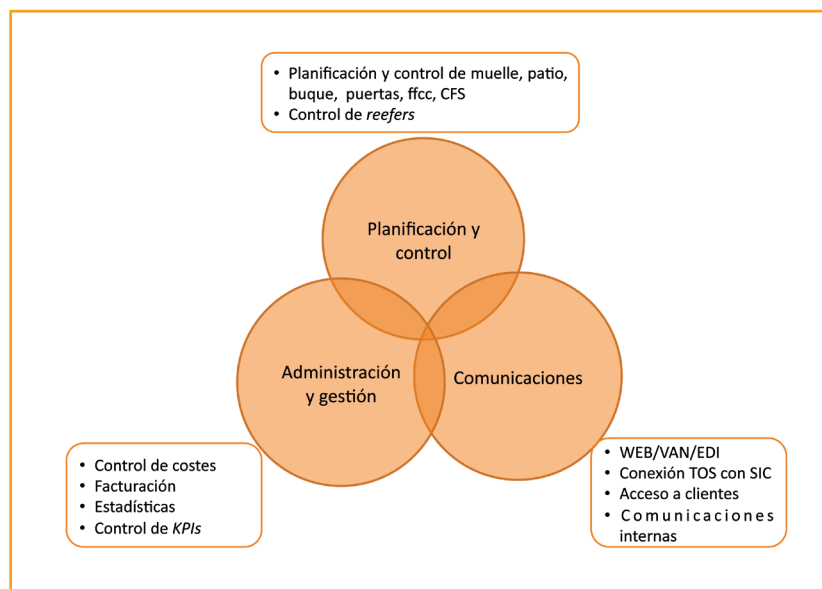
### 6.3.5. Terminal Operating System (TOS)

El *Terminal Operating System* (TOS) o, en castellano, Sistema Operativo de la Terminal (SOT) es una herramienta de *software* que se emplea en la gestión de las terminales de contenedores, y que procesa, almacena, recupera, trata y utiliza la información, tanto externa como interna, para desarrollar las funciones que tiene implementadas. Tiene tres módulos básicos que trabajan sobre una o varias bases de datos (ver Figura 50):

- **El módulo de planificación y control de operaciones** puede abordar:
  - La planificación de las operaciones del muelle, es decir el cálculo de recursos tanto de personal como de maquinaria, para la carga y descarga del buque.
  - La planificación de las operaciones del patio para maximizar la capacidad de almacenamiento y optimizar el uso de los equipos.
  - El plan de estiba: optimización de la operación de carga y descarga del buque considerando el plan de escalas (*vessel schedule*), el reparto de los pesos para

- la estabilidad o la segregación de las mercancías peligrosas.
  - El plan de carga para el ferrocarril optimizando el uso de los recursos propios.
  - La organización de las operaciones de recepción y entrega.
  - El control de la gestión de las puertas terrestres: admisión de camiones externos; órdenes de posicionado; gestión de la documentación,...
  - El control centralizado de los equipos de la terminal en tiempo real: seguimiento de cada equipo, de cada contenedor, envío de órdenes de trabajo y recepción de confirmaciones de las órdenes realizadas.
  - La organización y consulta del patio considerando diferentes parámetros como tipo de mercancía (mercancía peligrosa, sobredimensionada, refrigerada, etc.), exportación/importación, vacíos, clientes, etc.
  - El control de los contenedores refrigerados.
  - En el caso de que exista centro de consolidación y desconsolidación de carga, se encarga de gestionar su actividad.
  - La construcción y uso de algoritmos matemáticos para optimizar el empleo de recursos, la utilización de espacios, la reducción del número de remociones y la eliminación de cuellos de botella.
- El **módulo de administración y gestión** es el responsable de analizar la productividad, de hacer la planificación y el control de costes, de la facturación, de la elaboración de estadísticas y del análisis de las mismas. Además puede encargarse de la emisión de informes en tiempo real, agilizando la toma de decisiones; del cálculo y control de los KPIs (*Key Performance Indicators* o Indicadores Clave de Rendimiento); y de la gestión de reservas y otras relaciones con los clientes.
  - El **módulo de comunicaciones** se encarga del intercambio de información de la terminal con otros agentes mediante internet (*IP Web Service*), la red VAN o servicios EDI; del soporte del servicio para gestión de reservas y *packing list* y verificación de planos, itinerarios de llegada, estado de contenedores y *tracking*; da soporte a los requerimientos de información y a la gestión de órdenes de servicio *online* en tiempo real; conecta al TOS con el SIC y permite a los clientes el acceso *online* a la información a cerca de buques y contenedores.

Figura 50. Funciones de un TOS



Fuente: Fundación Valenciaport

En el mercado existen varias herramientas TOS con características diferentes. En general están formados por unos módulos básicos a los que pueden incorporarse funciones avanzadas. En cualquier caso se trata de un *software* complejo, caro y que requiere ser adaptado a las particularidades y necesidades de cada terminal donde se vaya a instalar.

Debido a la importancia estratégica de la selección del TOS y a la idiosincrasia propia de algunos operadores de terminales o incluso de alguna terminal, las soluciones comerciales conviven con las herramientas de desarrollo propio completamente adaptadas a los requisitos particulares de la terminal en cuestión, como el ARGOS del Grup TCB. Así, algunos TOS del mercado fueron en sus inicios soluciones implementadas por los usuarios, como el COSMOS del Grupo PSA, o el Terminalstar de HPC con Inform, vinculados a HHLA.

Otros TOS comerciales son el Navis de Zebra Enterprise Solutions, el CATOS de Total Soft Bank, el Jade Master Terminal de Jade Software, el CITOS de Huadong Soft-Tech y el Termes de Portel Servicios Telemáticos.



MSC TERMINAL VALENCIA

PACECO ESPAÑA

MSC SAVONA  
MONROVIA

*We need a bigger boat*

Tiburón, 1975  
Steven Spielberg

## Clasificación y caracterización de equipamientos en TPCs

### 7.1. Subsistema de carga y descarga de buques

#### 7.1.1. Introducción

El muelle es la infraestructura que da soporte al subsistema de carga y descarga de buques, también llamado “línea de atraque”, siendo este el encargado de resolver la interfaz marítima-terrestre.

En el subsistema de carga y descarga pueden distinguirse dos tipos de operaciones, una relacionada con el buque (atraque y desatraque) y otra de atención a la mercancía (carga y descarga de contenedores).

La especialización de los tráficos marítimos en el caso de la mercancía general se orientó hacia la unitización de las cargas, sobre todo en la contenedorización, y supuso una especialización paralela de los medios mecánicos para atender dicha mercancía. Las grúas de puerto han ido adaptando sus características al contenedor, a los buques portacontenedores, y a los requisitos de rendimiento impuestos por los clientes.

Para realizar las operaciones de carga y descarga de contenedores existen dos tipos básicos de grúas de muelle: las grúas pórtico (ver Figura 53), diseñadas específicamente para operaciones con contenedores; y las grúas móviles, más polivalentes (ver Figura 51).

Figura 51. Grúa móvil Liebherr



Fuente: Liebherr-Werk Nenzing GmbH

Otro tipo de grúa son las que algunos buques llevan en sus cubiertas (ver Figura 52) y que no son exclusivas del tráfico en contenedor. Son equipos anteriores a la generalización del uso de las grúas de muelle en los puertos. En la actualidad se utilizan para las operaciones de carga y descarga en puertos que no disponen de medios propios. Además estas grúas pueden usarse como equipo auxiliar para la apertura o cierre de las tapas de bodega, ayuda en la trinca de contenedores, etc. Aunque en puertos con grúas de muelle lo habitual es prescindir de ellas.

Figura 52. Grúas sobre buque



Fuente: Fundación Valenciaport

### 7.1.2. Grúas de muelle

#### 7.1.2.1. Introducción

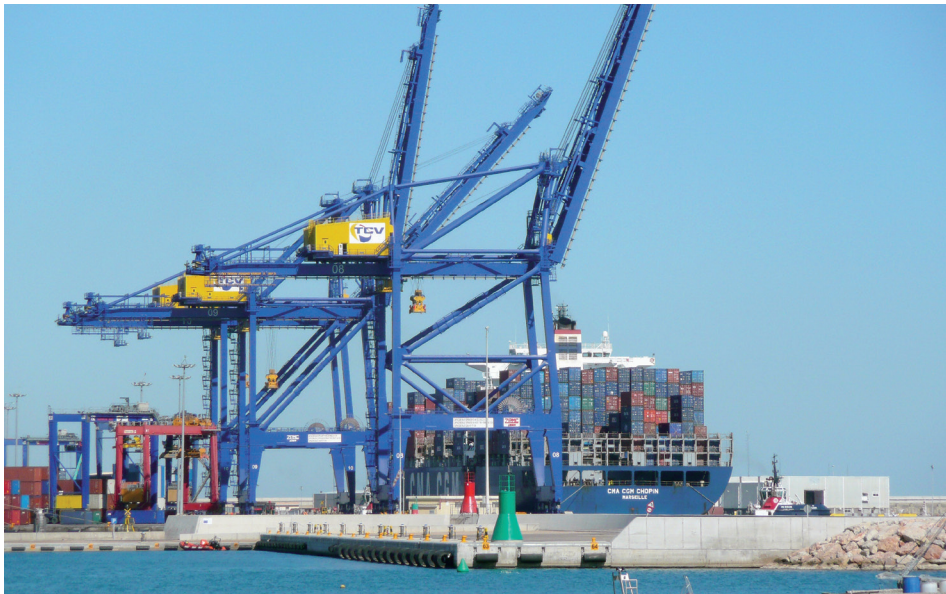
Las grúas de muelle constituyen el equipamiento principal del subsistema de carga y descarga de las TPCs. La transferencia de contenedores entre el patio y el buque debe realizarse de forma fluida, de manera que no se originen cuellos de botella que repercutan en el funcionamiento del resto de la terminal, lo que implica que el dimensionamiento de los equipos de interconexión entre el patio de la terminal y las grúas de muelle se hará en función del rendimiento de la grúas para conseguir que estas no tengan que detenerse a esperar un equipo de interconexión.

#### 7.1.2.2. Evolución

La primera grúa para contenedores del mundo la diseñó PACECO en 1958, y revolucionó el concepto de manipulación de mercancía general que existía hasta ese momento: con las nuevas grúas pórtico el movimiento de carga o descarga del contenedor pasó a

realizarse en un único plano perpendicular a la línea de muelle, sustituyendo al movimiento tridimensional, más complejo y lento, que se efectuaba con las tradicionales grúas de puerto. El movimiento de la carga en un plano reduce la distancia que debe recorrer el contenedor entre el muelle y el buque y viceversa, lo que repercute en un claro aumento tanto del rendimiento como de la seguridad.

Figura 53. Grúas pórtico. Terminal TCV. Puerto de Valencia



Fuente: Fundación Valenciaport

Las grúas portacontenedores, también llamadas STS (*Ship to Shore*), son grúas pórticos montadas sobre carriles paralelos a la línea de atraque sobre los que se desplazan a lo largo del muelle para atender diferentes bodegas del buque. Las grúas pórtico tienen una pluma por la que se desliza un carro que traslada el contenedor entre el lado mar y el lado tierra. Esta pluma puede ser abatible (*A-frame cranes*), abatible articulada (*articulated boom cranes* o de “cuello de ganso”, ver Figura 54), o retráctil (*low profile cranes*, ver Figura 55). Estas dos últimas se utilizan en puertos donde la existencia de aeropuertos próximos y las normas de aviación impiden que las instalaciones superen cierta altura.

Figura 54. Grúa articulada



Fuente: Fundación Valenciaport

Figura 55. Grúa retráctil (*low profile*)



Fuente: Liftech Consultants Inc.

Desde la aparición de la primera grúa pórtico éstas han evolucionado notablemente en paralelo a la transformación de los buques portacontenedores, que cada vez son más grandes y por lo tanto de mayor capacidad, alcanzando hasta 397 metros de eslora, mangas de hasta 56 metros, y capacidades del orden de 15.000 TEUs. Para atender estos nuevos buques

las dimensiones de las grúas han ido creciendo y en consecuencia tienen mayor alcance frontal (*outreach*), mayor altura de elevación, mayor alcance en bodega, mayor separación entre patas y entre carriles (ver Figura 56). Todo esto supone mayores distancias medias recorridas por la carga, por lo que para mantener los rendimientos e incluso mejorarlos, los movimientos de traslación, izado y descenso del carro (tanto con carga como sin carga) deben ser cada vez más rápidos, lo que a su vez implica la necesidad de incorporar sistemas de ayuda a la manipulación que mejoren la precisión de la maniobra. Por último también ha aumentado la capacidad de carga de las grandes grúas que incorporan sistemas para poder manipular más de un contenedor simultáneamente.

Este aumento de las dimensiones y capacidades de las grúas provoca en primer lugar, mayores pesos, presiones e inercias sobre los muelles donde operan, especialmente en los carriles donde se apoyan, lo que condiciona el dimensionamiento de la infraestructura. Y en segundo lugar, las acciones mecánicas sobre la estructura de la grúa son mayores tanto en lo referido a las acciones externas, como el viento y los sismos, como a las inercias que producen los movimientos de las cargas, por lo que su estructura necesita ser más resistente y robusta para seguir garantizando, al menos, la misma durabilidad.

### 7.1.2.3. Dimensiones

Figura 56. Grúas *super-post panamax*. Terminal TCV. Puerto de Valencia

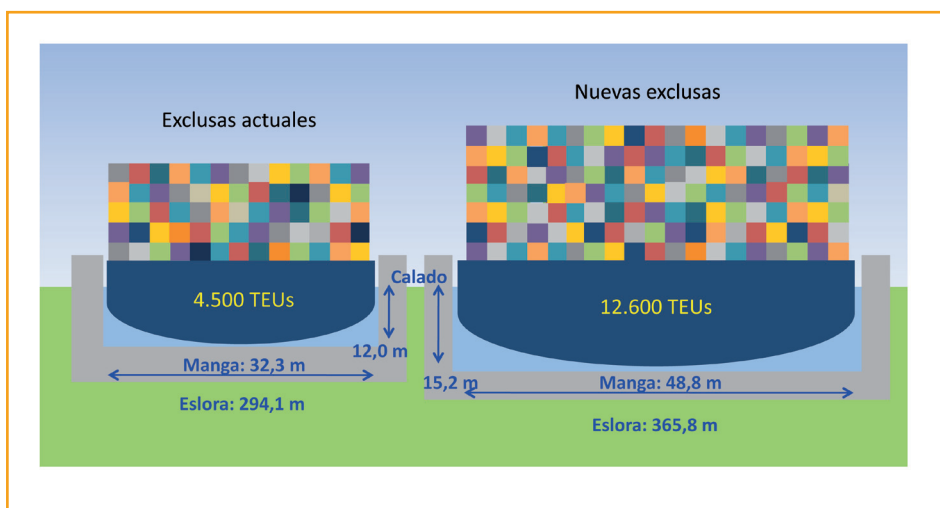


Fuente: Fundación Valenciaport

Las dimensiones de las grúas pórtico vienen determinadas por el tamaño máximo del buque que deben atender. La clasificación por tamaños de los buques portacontenedores se establece en función de la eslora y la manga, dimensiones que se traducen en cierta capacidad de carga del buque. Del mismo modo, las grúas se pueden tipificar siguiendo esa misma clasificación de los buques.

Los tamaños de las grúas adoptados por la mayoría de fabricantes, en orden creciente, son: *feeder*, *panamax*, *post-panamax*, *super post-panamax* e incluso *over super post-panamax*. Así una grúa *post-panamax* es capaz de atender un buque tipo *post-panamax*. El problema de esta clasificación es que aunque en un buque tipo *panamax* está muy claro cuáles deben ser las dimensiones máximas de manga y eslora, definidas por las esclusas del Canal de Panamá (máximos de 32,3 metros de manga y 294,1 metros de eslora), para los *post-panamax* y para los *super post-panamax* las dimensiones máximas no están claramente acotadas, y mucho menos para los *over super post-panamax*. Según la Autoridad del Canal de Panamá (2011), tras la finalización de las obras de ampliación del Canal de Panamá previstas para el año 2014, el mayor buque que pueda transitar por el Canal tendrá unas dimensiones de 48,8 metros de manga, 365,8 metros de eslora y un calado de 15,2 metros en agua dulce tropical, que corresponde a un buque de unos 12.000 TEUs (Figura 57).

Figura 57. Dimensiones máximas de los buques en tránsito por el Canal de Panamá



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de datos de la Autoridad del Canal de Panamá

En cualquier caso, las dimensiones de las grúas que se ven condicionadas por el tamaño de los buques son: el alcance frontal desde el eje del carril del lado mar (*outreach*) que además depende de la distancia de dicho carril al cantil y de la anchura de las defensas del muelle; la altura de elevación de la carga sobre muelle y el descenso en bodega desde el nivel del muelle, dimensiones que pueden verse afectadas por las mareas y por lo vacío o cargado que esté el buque en cada momento; e indirectamente la distancia entre carriles que afecta a la estabilidad de la grúa.

En la Figura 58 pueden observarse las mencionadas dimensiones de las grúas, aunque cada fabricante utiliza unas referencias diferentes para definir el tamaño de sus equipos.

En la Tabla 16 se acotan las dimensiones básicas de cada tipo de grúa portacontenedores según su tamaño, aunque son más frecuentes las clasificaciones del tipo de la Tabla 17.

Tabla 16. Dimensiones básicas de grúas portacontenedores

Tamaño de la grúa	Dimensión (m)			
	Alcance frontal ( <i>outreach</i> )	Distancia entre raíles	Alcance trasero ( <i>backreach</i> )	Altura de elevación <sup>(a)</sup>
<i>Feeder</i>	29 – 30	15,24 – 30,48 (50-100 pies)	10	25
<i>Panamax</i>	30 – 43	15,24 – 30,48 (50-100 pies)	15	33/25
<i>Post-panamax</i>	45 – 56	15,24 – 30,48 (50-100 pies)	25	42/23
<i>Super post-panamax</i>	60 – 73,75	18,29 – 42,67 (60-140 pies)	25	46,5/23,5

NOTA <sup>(a)</sup>: el primer número es la elevación por encima del muelle y el segundo por debajo del muelle (valores máximos)

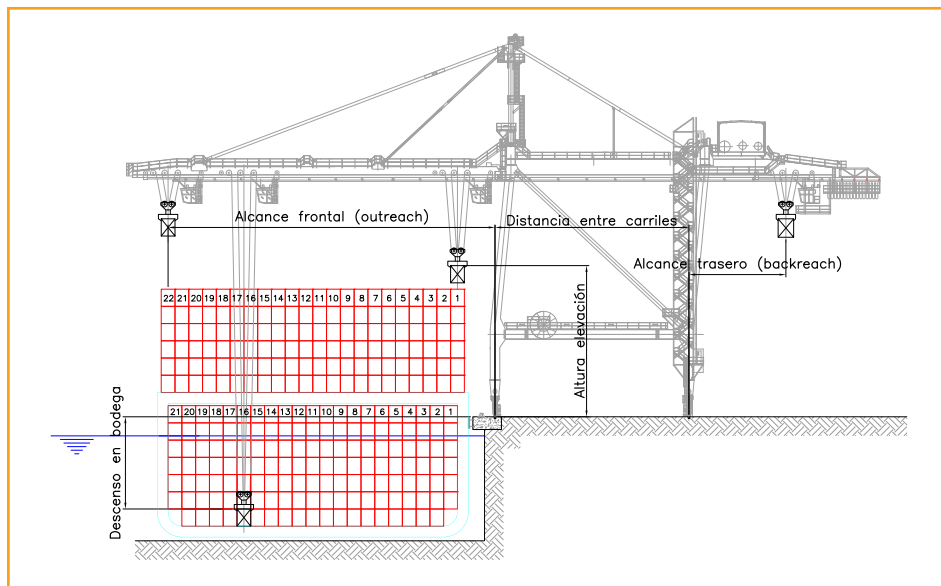
Fuente: Fundación Valenciaport a partir de datos de fabricantes de grúas

**Tabla 17. Alcances mínimos de grúas según tamaños de buques**

Buque	Contenedores en manga	Alcance frontal mínimo (outreach) de grúa (m)
<i>Panamax</i>	13	38
<i>Post-Panamax</i>	16	45
<i>Maersk Standard</i>	17	48,5
<i>Suez-max</i>	19	54
<i>Malacca-max</i>	24	66

NOTA: se considera una distancia entre el carril del lado mar y la borda del buque de 6 metros  
 Fuente: Liftech Consultants Inc.

**Figura 58. Esquema de las dimensiones básicas de una grúa pórtico**

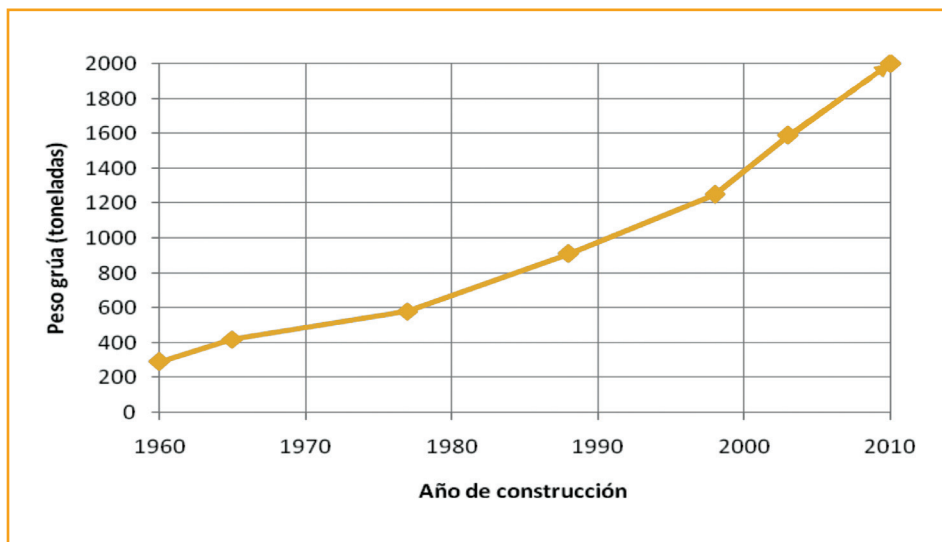


Fuente: Fundación Valenciaport sobre sección de grúa de ZPMC

#### 7.1.2.4. Pesos y presiones

En 1959 entró en servicio la primera grúa de contenedores en Encinal Terminals, Alameda, California, fabricada por PACECO. Desde entonces el incremento del tamaño de las grúas ha supuesto que cada vez sean más pesadas, desde las 300 toneladas iniciales o las 600 toneladas de las grúas de 1977 hasta las 2.000 toneladas de las grúas fabricadas en 2010 (ver Gráfico 1). Esto condiciona la infraestructura de los muelles, que debe diseñarse para soportar las enormes presiones que recibe de las grúas de última generación. Antes de instalar una de estas nuevas grúas se debe comprobar la estabilidad de la infraestructura, y, en su caso, determinar las medidas de refuerzo que es necesario adoptar, especialmente en muelles antiguos.

Gráfico 1. Evolución del peso de las grúas portacontenedores



Fuente: Liftech Consultants y Fundación Valenciaport

Los pesos de las grúas se transmiten al muelle a través de sus cuatro patas o esquinas (*corners*). Cada una de esas patas tiene un conjunto de carretones que se apoya directamente sobre los carriles del muelle. En las primeras grúas, cada conjunto estaba formado por seis ruedas, pero las grúas *post-panamax* o de mayor tamaño ya tienen ocho ruedas por pata (Figura 59).

Figura 59. Pata interior de grúa portacontenedores



Fuente: Fundación Valenciaport

En una situación ideal de reposo, puede suponerse que las acciones de la grúa se reparten entre sus patas: dos del lado mar (LM) y dos interiores del lado tierra (LT), y que en cada pata el peso se distribuye entre las ruedas existentes.

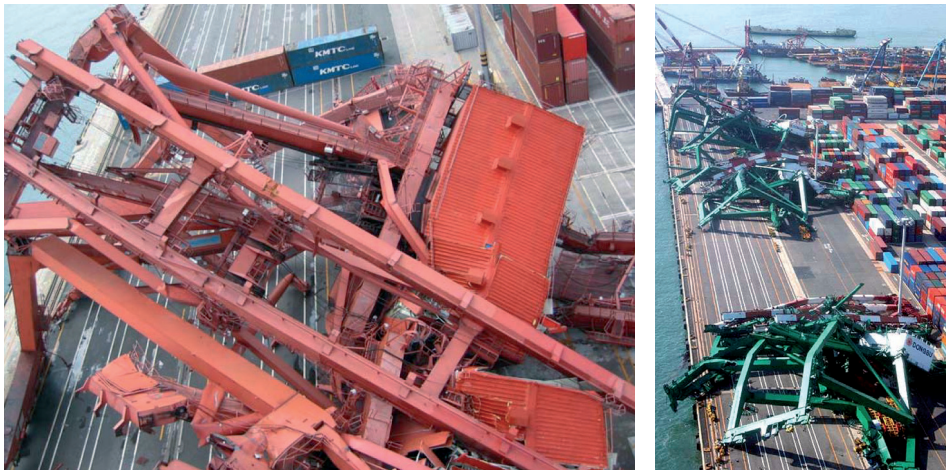
Para el diseño del muelle se deben considerar las cargas de servicio por rueda en dos escenarios de cálculo, en condiciones normales de operación (CO) y en condiciones extremas (CE).

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

En condiciones normales de operación (CO), la carga por rueda se determina como resultado de las acciones del peso propio de la grúa (incluyendo *trolley*, sistemas de elevación y mercancía) más un incremento por las fuerzas de impacto, y más la carga que provoca el viento límite de operatividad (máximo viento que, según el fabricante, permite que la grúa siga trabajando con normalidad). Por otra parte, en condiciones extremas (CE), cuando se superan las condiciones meteorológicas límite de operatividad, la grúa debe parar sus operaciones y permanecer en posición replegada de manera que ofrezca la menor superficie expuesta. Existen dispositivos de amarre o anclaje (*tie-downs*) que ayudan a evitar el deslizamiento o el vuelco. En esas condiciones, las acciones que se tienen en cuenta son el peso propio de la grúa (sin mercancía) más el viento en condiciones extremas.

El efecto del viento, es decir la velocidad y la presión aerodinámica que provoca, es mayor conforme aumenta la altura sobre el nivel del muelle, por lo que cuanto más grande es la grúa, mayor es la presión que recibe y peores son las consecuencias de un mal cálculo o un mal anclaje en situaciones extremas (Figura 60).

Figura 60. Colapsos en grúas pórtico por causas meteorológicas. Puerto de Busan (Korea) 2002



Fuente: Liftech Consultants Inc.

La carga de servicio por rueda ha ido aumentando al mismo ritmo que el incremento del tamaño y del peso de las grúas (Tabla 18).

Tabla 18. Carga de Servicio por rueda en condiciones normales de operación (CO) y en condiciones extremas (CE)

Grúa (año de construcción)	Ancho entre carriles (metros)	Alcance frontal ( <i>outrreach</i> ) (metros)	Altura de elevación (metros)	Capacidad de carga (toneladas)	Peso grúa (toneladas)	Carga por rueda (CO)		Carga por rueda (CE)	
						Lado tierra (LT)	Lado mar (LM)	Lado tierra (LT)	Lado mar (LM)
Paceco, first container crane (1960) <sup>(a)</sup>	10,4	23,8	17,8	22,7	290	11	12	14	11
Paceco SL7 (1964)	15,24	33,0	24,0	30,5	490	30	40	38	31
Paceco panamax (1970)	30,48	35,0	25,0	40,6	580	34	41	43	46
Retráctil (1970s) <sup>(b)</sup>	30,48	35,2	27,3	40,6	550	49	43	39	17
Post-panamax (mitad 80s a principios 90s) <sup>(c)</sup>	30,48	44,2	29,0	40,6	910	45	47	54	45
Post-panamax retráctil (Low Profile) (1991) <sup>(d)</sup>	30,48	44,4	32,3	40,6	1270	61	111	121	83
Suez-max (1998) <sup>(a)</sup>	30,48	61,3	36,6	50,8	1110	42	79	79	110
Malacca-max (2003) <sup>(a)</sup>	30,48	70,5	50,8	66,0	1590	73	95	120	124
Grúas en diseño	30 a 40	73 a 75	> 46	80 a 120	> 2000	90	110	140	150

NOTA <sup>(a)</sup>: 6 ruedas por pata

NOTA <sup>(b)</sup>: 6 ruedas por pata en lado tierra y 8 ruedas por pata en lado mar

NOTA <sup>(c)</sup>: 8 ruedas por pata

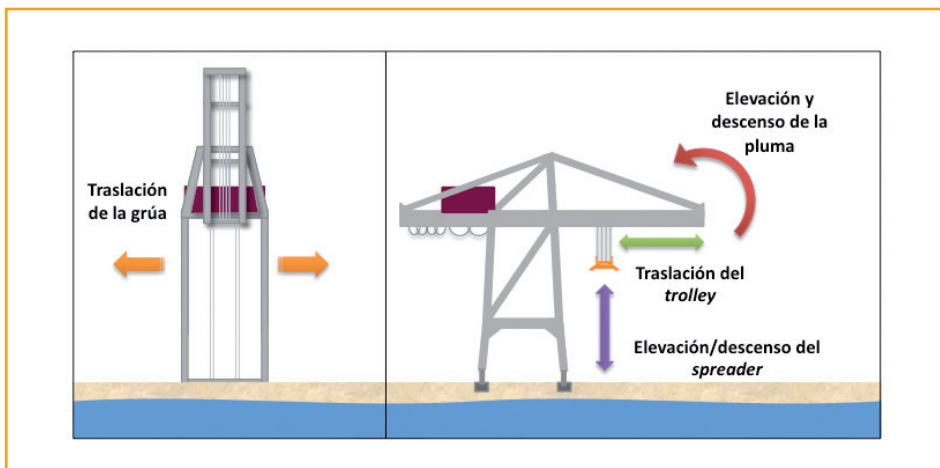
Fuente: Liftech Consultants y Fundación Valenciaport

Además de los efectos del viento, para el cálculo y la durabilidad de las grúas son de vital importancia los efectos de los sismos. Así, grúas con alcances de entre 13 y 16 contenedores pueden experimentar aceleraciones debidas a terremotos de entre 0,2g y 0,3g sin que se colapsen, sólo con descarrilamientos o levantamientos de alguna pata. En cambio, grúas de alcances de entre 17 y 22 contenedores, en terremotos similares sufrirían aceleraciones mayores que las llevarían irremediablemente al colapso. Para minimizar los daños en función de la zona sísmica donde vaya a trabajar la grúa se pueden realizar mejoras en su diseño.

### 7.1.2.5. Velocidades de las grúas

Con el incremento del tamaño de buques y grúas, han aumentado las distancias medias que deben recorrer los contenedores en las operaciones de carga o descarga. Por ello, para mantener o incluso mejorar la productividad de las grúas de muelle, los fabricantes han ido aumentando las velocidades de todos los movimientos implicados: elevación y descenso del *spreader* con o sin carga (*main hoist*) y de movimiento del *trolley*, e incluso las de traslación de la propia grúa y elevación de la pluma, o deslizamiento en caso de grúas retráctiles (ver Figura 61).

Figura 61. Movimientos en una grúa



Fuente: Fundación Valenciaport

## Clasificación y caracterización de equipamientos en TPCs

En la Tabla 19 se resumen los valores máximos de las velocidades para varios tamaños de grúas. Cada columna de la tabla representa los valores máximos de cada parámetro en función del tamaño de la grúa.

Tabla 19. Velocidades máximas según alcance de grúas de 2008 y 2009

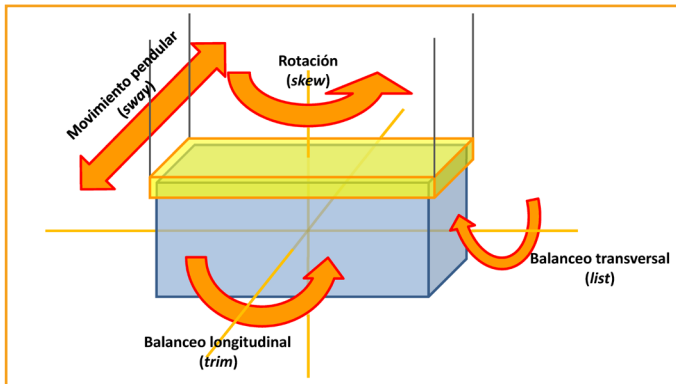
	<i>Feeder</i>	<i>Panamax</i>			<i>Post-panamax</i>			<i>Super post-panamax</i>		
Alcance (m)	29-30	35	38	40	45-46	50	55-56	60	64-65	70-73,75
Carga (t) bajo <i>spreader</i>	65	65	65	77(a)	65	65	92	85	105	95
Elevación/descenso <i>spreader</i> cargado (m/min)	75	75	90	75	75	90	90	90	90	90
Elevación/descenso <i>spreader</i> vacío (m/min)	180	180	180	150	150	180	210	180	180	180
Desplazamiento del <i>trolley</i> (m/min)	240	240	220	300	210	240	240	244	270	250
Desplazamiento de la grúa (m/min)	-	45	45	45	45	45	45	45	50	60
Izado de pluma (minutos)	-	-	-	-	5	3	3	-	6	5

NOTA <sup>(a)</sup>: bajo gancho

Fuente: Cargo Systems

Las velocidades de traslación tanto del *trolley* como del *spreader* son cada vez mayores, y para enganchar o desenganchar un contenedor, el *spreader* debe pasar de esas altas velocidades a posición de reposo de manera rápida y eficaz, por lo que las grúas incorporan sistemas que contrarrestan los movimientos del *spreader* (balanceos longitudinal y transversal, y rotaciones) y los movimientos pendulares de la carga.

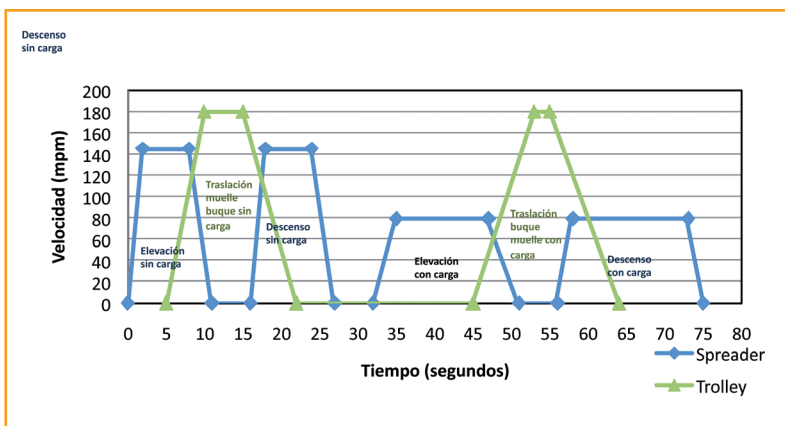
Figura 62. Movimientos del spreader



Fuente: Fundación Valenciaport

El Gráfico 2 representa el ciclo de una grúa en una operación de descarga de un contenedor, teniendo que salvar una altura de 30 metros, considerando una distancia frontal desde el muelle de 49,5 metros. La duración del ciclo de descarga sería de 75 segundos a los que hay que sumarles 5 segundos para depositar el contenedor sobre un camión (o similar) en el muelle, con lo que se obtendría un rendimiento máximo teórico de 45 movimientos/hora.

Gráfico 2. Ciclo de grúa en operación de descarga de un contenedor

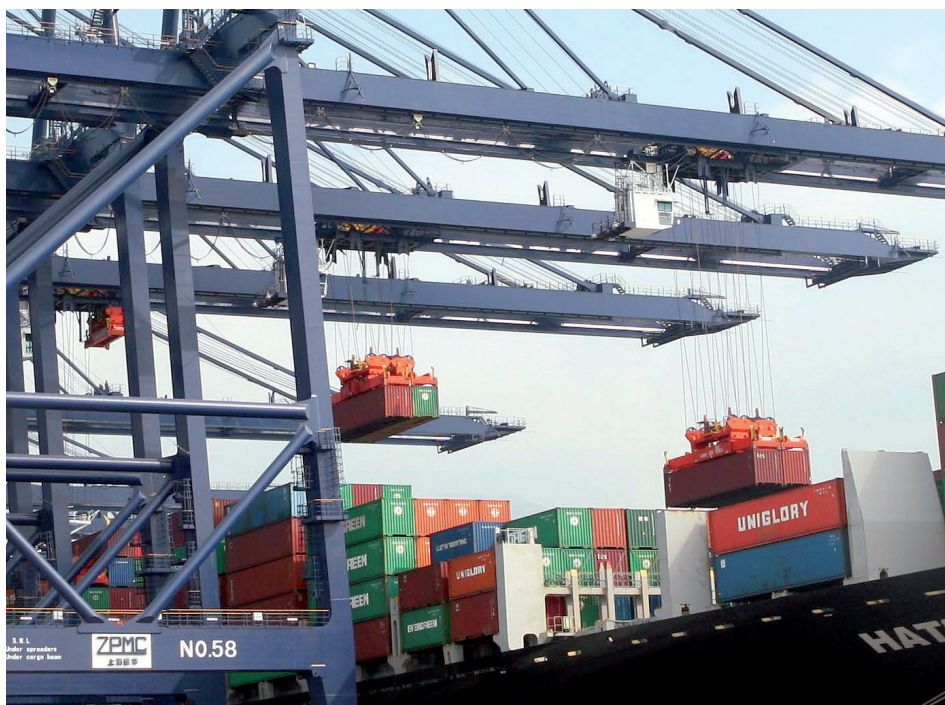


Fuente: Fundación Valenciaport con datos de WorldCargo News de grúa panamax Liebherr

### 7.1.2.6. Capacidad de carga

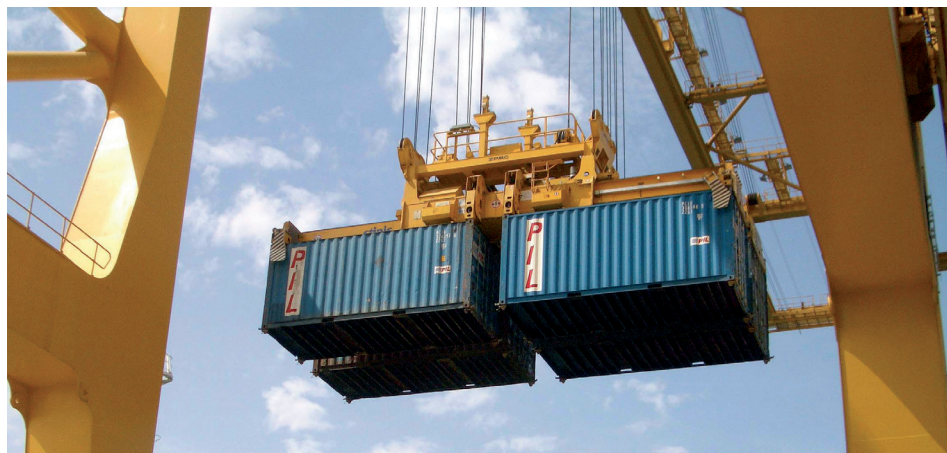
La capacidad de carga de la grúa limita el peso que es capaz de manipular en cada izada. A lo largo de los años los fabricantes han desarrollado diferentes sistemas de elevación para incrementar la productividad de las grúas como el *spreader* con *twist-locks* automáticos, que en su momento supuso un enorme avance en el rendimiento y la seguridad de la operativa, y los *spreaders* para manipular más de un contenedor como el *spreader twin-lift*, para dos contenedores de 20 pies o uno de 40 o 45 pies; el *spreader tandem* o *twin 40'*, para manipular 2 contenedores de hasta 40 o 45 pies en paralelo (Figura 63); el *spreader tandem twin*, hasta 4 contenedores de 20 pies (Figura 64), o el nuevo *spreader triple* de ZPMC para tres contenedores de 40 pies en paralelo.

Figura 63. Sistema *tandem* con 2 contenedores de 40'



Fuente: ZPMC

Figura 64. Sistema *tandem twin* con 4 contenedores de 20'



Fuente: ZPMC

Así pues, según el sistema de elevación utilizado y considerando que los pesos máximos de los contenedores son 30.480 kg para contenedores de 20 y 40 pies y 32.000 kg para uno de 45 pies, la capacidad de carga mínima de la grúa es la que se resume en la Tabla 20.

Hay que considerar que existen contenedores especiales con cargas brutas máximas mayores, como los refrigerados (hasta 34.000 kg) o los *flat rack* (hasta 45.000 kg), aunque en general estos contenedores, cuando están cargados, se manipulan de modo individual.

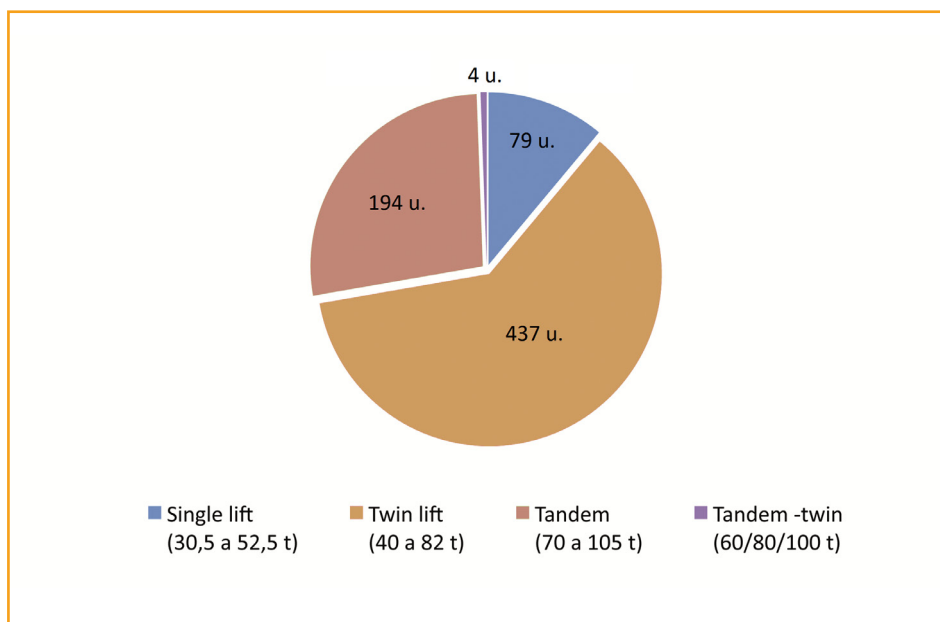
Tabla 20: Capacidad de carga mínima según sistema de elevación

Sistema de elevación	Contenedores	Capacidad de carga mínima bajo <i>spreader</i> (t)
<i>Single lift</i>	1 de 20', 40' o 45'	30,48
<i>Twin-lift</i>	2 de 20'	60,96
<i>Tandem</i>	2 de 40' o 2 de 20'	60,96
<i>Tandem twin</i>	2 de 40' o 4 de 20'	121,92

Fuente: Fundación Valenciaport

Las nuevas grúas son mayoritariamente de tipo *twin-lift* (61%), y en menor proporción de tipo *tandem* (27%), mientras que sólo el 11% tienen *spreader single lift*. (Gráfico 3).

Gráfico 3. Entregas y pedidos de grúas en 2008 y 2009



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de datos de Cargo Systems

### 7.1.2.7. Durabilidad y mantenimiento

El principal problema al que se enfrentan las grúas con el paso del tiempo es la fatiga de la estructura de acero. Las primeras grúas no tenían en cuenta este fenómeno y aún así muchas de esas grúas siguen funcionando tras más de 30 años operativas, pero las grúas actuales son más grandes, más pesadas, más rápidas, con más capacidad de carga, por lo que la posibilidad de aparición de fatiga es mayor.

La *European Federation of Materials Handling* (FEM) es una organización que representa a fabricantes europeos de equipos de manipulación, elevación y almacenamiento europeos. Elabora recomendaciones para el diseño y construcción de equipos de manipulación seguros, durables y ergonómicos, haciendo una importante contribución a la labor de los organismos de normalización CEN/ISO/UNE.

La norma *FEM 1.001 Normas para el diseño de los aparatos elevadores* permite determinar la “vida útil” de la grúa, es decir el número de ciclos por encima del cual la probabilidad de fallo de la grúa aumentará considerablemente.

Para ello la FEM propone 4 espectros de cargas normalizados (Tabla 21), desde el Q1 donde “la grúa levanta mayoritariamente cargas pequeñas y raramente cargas máximas admisibles” hasta Q4 donde “la grúa levanta a menudo cargas que alcanzan su máxima capacidad de carga”.

Tabla 21. Espectros de carga normalizados para aparatos de elevación

Estado de carga	Observaciones
Q1 – Ligero	Grúa que levanta raramente la carga máxima de servicio y corrientemente cargas muy pequeñas
Q2 – Moderado	Grúa que levanta con bastante frecuencia la carga máxima de servicio y corrientemente cargas pequeñas
Q3 – Pesado	Grúa que levanta con bastante frecuencia la carga máxima de servicio y corrientemente cargas medianas
Q4 – Muy pesado	Grúa que corrientemente maneja cargas próximas a la carga máxima de servicio

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de UNE 58-112-91/1

Por otra parte la FEM propone ocho grupos de grúa, de A1 hasta A8, de manera que cuanto mayor es el número del grupo, mayores serán los espesores de las chapas, tubos y perfiles y por tanto, más robusta será la grúa.

Así, para una determinada resistencia de la grúa (grupo) y carga prevista (espectro de cargas), la FEM propone una vida útil del equipo, clasificada en diez categorías de servicio, desde U0 a U9.

La Tabla 22 relaciona los tres parámetros, grupo de grúa, espectro de carga y categoría de servicio (vida útil). Por ejemplo una grúa con un espectro de cargas Q3 (típico de las grúas de contenedores), del grupo A6, tendría un servicio U5, lo que implica una vida útil

Tabla 22. Grupos de clasificación de la grúa completa

Estado de carga	Clases de utilización y número máximo de ciclos de trabajo de la grúa									
	U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>	U <sub>7</sub>	U <sub>8</sub>	U <sub>9</sub>
Q <sub>1</sub> – Ligero	A1	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q <sub>2</sub> – Moderado	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8
Q <sub>3</sub> – Pesado	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8
Q <sub>4</sub> – Muy pesado	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8	A8

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de UNE 58-112-91

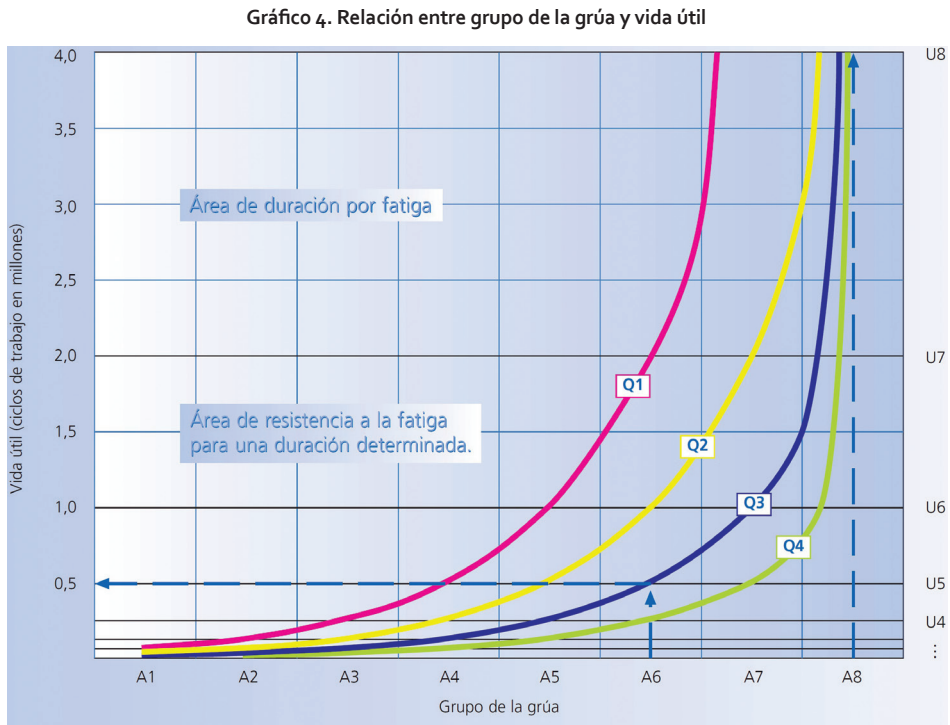
Tabla 23. Ciclos de trabajo según categoría de servicio

Categoría	Duración total de uso $n_{m\acute{a}x}$ = número de ciclos de trabajo (carga/descarga)			Observaciones
U <sub>0</sub>		$n_{m\acute{a}x} \leq$	16.000	Utilización ocasional
U <sub>1</sub>	16.000	$< n_{m\acute{a}x} \leq$	32.000	
U <sub>2</sub>	32.000	$< n_{m\acute{a}x} \leq$	63.000	
U <sub>3</sub>	63.000	$< n_{m\acute{a}x} \leq$	125.000	
U <sub>4</sub>	125.000	$< n_{m\acute{a}x} \leq$	250.000	Utilización regular en servicio ligero
U <sub>5</sub>	250.000	$< n_{m\acute{a}x} \leq$	500.000	Utilización regular en servicio intermitente
U <sub>6</sub>	500.000	$< n_{m\acute{a}x} \leq$	1.000.000	Utilización regular en servicio intensivo
U <sub>7</sub>	1.000.000	$< n_{m\acute{a}x} \leq$	2.000.000	Utilización intensiva
U <sub>8</sub>	2.000.000	$< n_{m\acute{a}x} \leq$	4.000.000	
U <sub>9</sub>	4.000.000	$< n_{m\acute{a}x}$		

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de FEM 1.001 y UNE 58-112-91

de 500.000 ciclos, mientras que en las mismas condiciones una grúa del grupo A8 podría alcanzar los 4 millones de ciclos (ver Tabla 23).

El Gráfico 4 representa la relación entre grupo de grúa, espectro de carga y vida útil.



Fuente: Gottwald Port Technology GmbH

Teóricamente una grúa del grupo A8, ha sido diseñada de tal manera que las cargas que soportan sus componentes durante su servicio son más bajas incluso que la carga de fatiga, por lo que su vida útil no estaría limitada por la fatiga.

A las grúas para contenedores se les suele exigir que cumplan con una clasificación de servicio U8, con un espectro de cargas Q3 y con un grupo de grúa A8 según la clasificación FEM, lo que implica alrededor de 4 millones de ciclos de trabajo.

El número medio de movimientos anuales de una grúa depende de varios factores, como los días trabajados al año (suele considerarse un valor de 360), las horas diarias de trabajo (entre 18 y 24), el porcentaje de utilización de la grúa (entre 50 y 70%), y el rendimiento por hora de la grúa (entre 20 y 25 ciclos por hora).

Para la grúa referida anteriormente (U8, Q3, A8 y 4 millones de ciclos) y considerando unos valores medios en las terminales de contenedores para los parámetros días trabajados, horas al día, rendimiento horario y porcentaje de utilización, se obtienen los siguientes movimientos anuales y la vida útil en años:

$$360 \text{ (días/año)} \times 24 \text{ (h/día)} \times 60\% \times 25 \text{ (ciclos/h)} = 129.600 \text{ ciclos/año}$$

Considerando 4 millones de ciclos se obtiene una vida útil de 30,9 años.

Tanto los valores de porcentaje utilización de la grúa como el rendimiento por hora son valores que no se conocen “*a priori*”, y además pueden variar mucho en función de la región donde esté ubicada la terminal, así que para la adquisición del equipo debe hacerse una hipótesis en función de las previsiones de tráfico, el número de grúas disponibles, etc. Utilizando los valores anteriores para los parámetros de utilización, considerando una media anual de 150.000 ciclos anuales por grúa, se obtiene una vida útil de 27 años, mientras que con 100.000 ciclos anuales (equivalentes a 150.000 TEUs, considerando un ratio de 1,5 TEUs/ciclo) la vida útil resultante es de 40 años.

Para que las grúas lleguen a alcanzar la vida útil o “vida de servicio” calculada en función de su diseño y marcada por la fatiga, se deben implantar una serie de inspecciones y mantenimientos periódicos eficientes que eviten averías, pérdidas de rendimiento o de seguridad. Los fabricantes de grúas proporcionan un plan de mantenimiento en el que se detallan las partes de la grúa (cables, frenos, poleas, pernos, etc.) que tienen que inspeccionarse, sustituirse o ajustarse, y la frecuencia con que deben hacerse dichas actuaciones.

La *FEM 1.007 Recommendation to maintain tower cranes in safe conditions* recopila las recomendaciones sobre el mantenimiento de grúas torre. Se recomienda hacer inspecciones a cuatro niveles: diarias, frecuentes, periódicas y profundas, pero se avisa de que en cualquier caso, las grúas deberán ser usadas y mantenidas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Muchos fabricantes ofrecen el servicio de mantenimiento, aunque sólo cubren los tres niveles de inspección superiores (frecuente, periódico y profundo), por lo que las inspecciones diarias deben ser realizadas por el personal de mantenimiento de las propias terminales.

#### **7.1.2. 8. Otras características**

Los fabricantes, en aras de buscar la mayor productividad, han desarrollado nuevos sistemas, como los *spreaders twin-lift* o *tándem* vistos en el apartado 7.1.2.6, o el *double trolley*, todos ellos ejemplos de innovaciones en los sistemas de elevación de la carga, algunos con un uso totalmente extendido (*twin-lift*) y otros con un uso todavía experimental.

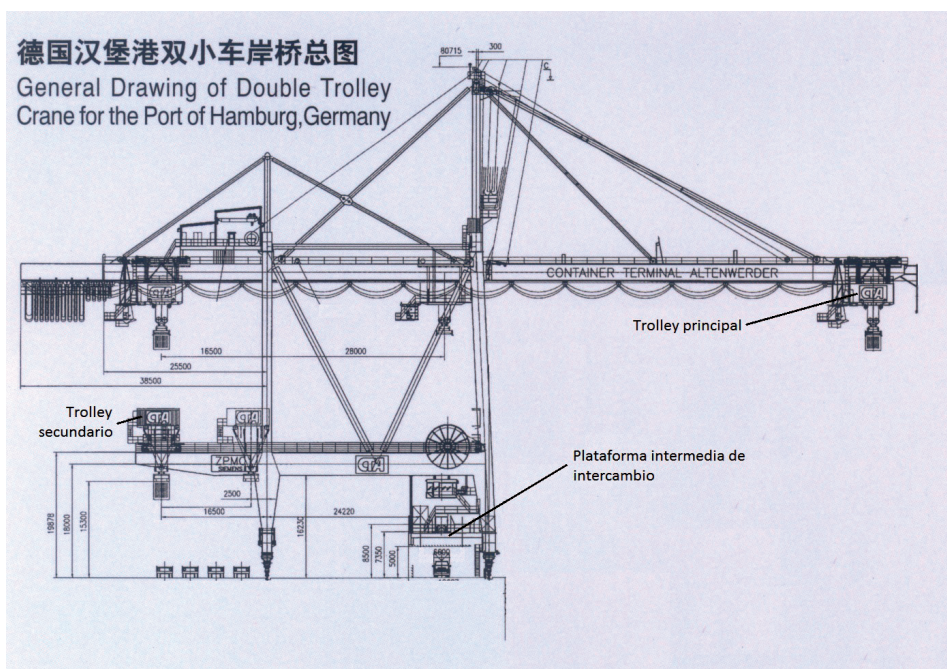
Las grúas que incorporan el sistema *double trolley* disponen de una plataforma a modo de andamio en la estructura de la torre (Figura 65). Dicha plataforma tiene espacio para dos ciclos y permite que el movimiento de descarga del contenedor del buque al muelle se realice en dos etapas. Una primera entre el buque y dicha plataforma, y una segunda entre esta y el muelle. La plataforma es un punto de almacenamiento, y la mejora que introduce el sistema es que el segundo movimiento (entre la plataforma y el muelle) puede ser automatizado fácilmente.

El *double trolley* puede elevar la productividad un 50%, pero tiene como desventajas frente a las grúas convencionales el incremento del precio del equipo, su mayor peso y por tanto la mayor transmisión de cargas al muelle. Además, la operativa puede necesitar un gruista adicional en el caso de que el movimiento entre la plataforma y el muelle no esté automatizado, con el consiguiente aumento del coste de manipulación.

El fabricante ZPMC ofrece una grúa con sistemas combinados de elevación *tandem twin-lift* con *double trolley*, con la que se puede alcanzar una productividad en condiciones óptimas de entre 80 y 100 contenedores de 40 pies por hora. El esquema de la Figura

65 corresponde a grúas de este tipo. Estas grúas tienen dos *trolleys*, el primero (*fore*) está situado en la pluma de la grúa, a más de 40 metros de altura y sirve para descargar los contenedores del buque y situarlos en la plataforma intermedia. El segundo *trolley* (*aft*), situado sobre la estructura fija de la grúa, a algo más de 15 metros de altura, deposita el contenedor en los vehículos encargados de la interconexión del muelle con el patio de contenedores.

Figura 65. Esquema de Grúa STS con *double trolley*



Fuente: ZPMC

La Tabla 24 muestra algunas características técnicas de una grúa de muelle de este tipo, con *double trolley* y sistema *tandem twin-lift*.

Tabla 24. Especificaciones técnicas de una grúa STS *twin 40'* con *double trolley*

Característica		Valor
Capacidad de elevación	<i>Tandem twin-lift spreader (fore)</i>	80 t
	<i>Twin-lift spreader (aft)</i>	65 t
Velocidad <i>trolley</i> principal ( <i>fore</i> )	Elevación con máxima carga	90 m/min
	Elevación sin carga	180 m/min
	<i>Trolley</i>	240 m/min
Velocidad <i>trolley</i> secundario ( <i>aft</i> )	Elevación con máxima carga	50 m/min
	Elevación sin carga	100 m/min
	<i>Trolley</i>	240 m/min
Altura de elevación de la carga	<i>Trolley</i> principal ( <i>fore</i> )	Más 41 m
	<i>Trolley</i> secundario ( <i>aft</i> )	15 m
Alcance frontal ( <i>outrreach</i> )		Más de 63 m
Alcance trasero ( <i>backreach</i> )		19 m

Fuente: ZPMC

Otra de las características que definen el tipo de grúa es la posición del motor de elevación de la carga respecto al *trolley*. Así, existen dos sistemas: el “*Machinery on Trolley*” (MOT) y el “*Rope Towed Trolley*” (RTT). En los primeros diseños de grúa, para aligerar el peso que debía soportar la pluma, la maquinaria que movía el *trolley* y la responsable del izado del *spreader* (con o sin carga) se colocaban en una caseta fija en la parte trasera de la estructura de la grúa y desde allí remolcaban al *trolley* (*rope towed trolley*). Para atender los buques de manga cada vez mayor se fue incrementando el tamaño de la pluma y este diseño empezó a plantear problemas. A finales de los años 60 se proyectaron grúas en las que los motores tanto del *trolley* como el de elevación se mueven por la pluma acompañando al *trolley*.

Desde entonces ambos sistemas conviven, aunque en Europa se utiliza habitualmente el *machinery on trolley*, mientras que los fabricantes asiáticos han preferido el sistema *rope towed trolley*. Existe un modelo híbrido *fleet-through machinery trolley* en el que el motor de izada está en la estructura de la grúa mientras que el *trolley* se desplaza con su motor.

En la actualidad el sistema más utilizado es el *machinery on trolley* pues tiene ventajas importantes frente al *rope towed trolley*, como menores costes de mantenimiento, mejor control de las operaciones y de la carga, mayor confort para el gruísta, mayor seguridad y menor contaminación ambiental. La gran desventaja del sistema MOT es que la pluma debe soportar un peso 1,5 veces mayor y por tanto las secciones de las vigas de las grúas deben ser mayores para aguantar ese peso y prevenir los daños por fatiga. Ambas cuestiones incrementan el peso total de las grúas y la presión que ejercen sobre el suelo alrededor de un 15%, lo que puede incrementar los costes de construcción de la infraestructura.

Por otra parte, debido a las grandes cargas y elevados requerimientos de las grúas de muelle, los cables eléctricos son vulnerables a las fuerzas de aceleración y deceleración de los sistemas de arrastre del carro, con velocidades de desplazamiento que superan los 200 metros por minuto. Las amplias oscilaciones de los bucles de los cables eléctricos producen un fuerte impulso contra los amortiguadores del carro que puede provocar la destrucción de los cables. Para evitarlo se emplea el sistema de carros porta-cables. Estos carros, llamados *festoon*, están concebidos para el desplazamiento de cables eléctricos y mangueras para la alimentación de equipos móviles (ver Figura 66). Además, los carros porta-cables están guiados y protegidos por su perfil de rodadura, y por tanto no están expuestos a agentes exteriores como humedad, polvo y heladas.

Figura 66. Sistema *festoon* de una grúa de muelle



Fuente: Fundación Valenciaport

El suministro de corriente a las grúas se hace en alta o media tensión desde la red eléctrica mediante canales donde se alojan los conductores. Estos canales suelen estar protegidos por tapas metálicas o bandas de neopreno reforzadas que protegen los conductores del paso de vehículos y personas.

Estas grúas integran sistemas para el control de los siguientes aspectos: protección contra cortocircuitos, previsión contra la condensación de humedad en los paneles de control eléctrico y motores de corriente continua (CC), previsión contra excesos de temperatura, protección térmica de los motores principales y protección contra las anomalías en la red de alimentación, entre otros. Todas las funciones secuenciales de control y de enclavamiento de los movimientos y de los motores de corriente alterna (CA) son realizados en un PLC (controlador lógico programable).

Las grúas de muelle también incorporan sistemas para minimizar el llamado efecto *snag*. Si se ha soltado previamente un exceso de cable, durante el izado rápido del contenedor, en el momento en el que la carga queda suspendida se produce un fuerte golpe. Esta energía se transmite a la grúa con el riesgo de causar desperfectos en la misma. Para minimizar este efecto las grúas llevan el sistema anti-*snag*, consistente en una solución mecánica que disipa la energía de los cables, normalmente mediante sistemas hidráulicos.

Todas las operaciones de la grúa se dirigen desde la cabina de control que está unida al *trolley*, y que se mueve solidariamente con el mismo y con la carga, proporcionando al operador una buena visión en todo momento. Adicionalmente las grúas pueden tener un circuito cerrado de vídeo que, mediante un conjunto de cámaras, garantiza la máxima visibilidad para el operario gracias a monitores dispuestos en la propia cabina. Los accesos a los distintos puntos de la estructura, la cabina de control y la caseta de la maquinaria, se consiguen mediante ascensor, escaleras, escalas y pasarelas protegidas.

### **7.1.2. 9. Fabricantes y Precio**

Las grúas de muelle son elementos determinantes para el funcionamiento de una terminal y la calidad de servicio que puede ofrecer. Además condicionan el dimensionamiento del resto de equipamientos, la capacidad de la terminal, el diseño del muelle y el tamaño de buque máximo que se puede atender. Asimismo, y exceptuando la infraestructura, se trata del elemento de mayor precio.

Los operadores de las terminales normalmente se dirigen a los fabricantes de grúas y estos construyen las grúas a medida a partir de unos modelos básicos. Dado que las especificaciones de la grúa varían en un amplio rango de tamaños, alcances, velocidades, clasificación FEM, sistemas tecnológicos que incorporan, etc., el rango de precio también es muy amplio, aproximadamente entre 5 y 9,5 millones de dólares. En cualquier caso, el precio final depende de las especificaciones que exija el terminalista, de la zona sísmica donde se vaya a utilizar, de los “extras” (servicio técnico, innovaciones,...), del número de grúas que pida, del plazo de fabricación, de la distancia del lugar de fabricación al lugar de uso, del fabricante elegido, etc.

Adicionalmente debe considerarse otro coste, el de mantenimiento, sobre todo por la influencia que tiene este en la vida útil de la grúa. Se puede estimar que el coste anual de mantenimiento es un 11% de la amortización anual de cada grúa.

Una consideración adicional es que muchas terminales de grandes puertos renuevan sus viejas grúas por otras más modernas, más grandes y productivas y venden en el mercado de segunda mano las grúas usadas. Los precios de estas oscilan entre los 1,5 y los 3 millones de dólares, aunque suelen necesitar modificaciones para adaptarlas a las necesidades de la terminal compradora: recrecimientos, aumentos de alcance, aumento de capacidad de carga, etc.

Anualmente se fabrican unas 300 grúas de muelle destinadas a terminales de todo el mundo: 292 en 2009; 327 en 2008; 293 en 2007; 329 en 2006.

Los fabricantes de grúas de muelle más importantes son ZPMC, con una cuota de mercado de alrededor del 75%, y a muchísima distancia Liebherr, Mitsui, y Konecranes. Otros fabricantes son Paceco España, Fantuzzi y Doosan.

### **7.1.3. Grúas móviles**

Las grúas móviles en puertos sirven para la carga y descarga de todo tipo de mercancía (contenedores, mercancía general, graneles, etc.). Sus grandes ventajas son su movilidad y versatilidad. Su uso específico en terminales de contenedores está restringido a terminales medianas o pequeñas. Se utilizan ampliamente en terminales de graneles, multipropósito y de mercancía general.

Figura 67. Grúa móvil Liebherr adaptada para carriles



Fuente: Liebherr-Werk Nenzing GmbH

Existe una amplia variedad de modelos de grúas móviles para manipulación de contenedores, con capacidad para atender desde buques de tipo *feeder* hasta buques *super post-panamax*. Las grúas móviles permiten que puertos y terminales de tamaño medio puedan atender tráfico de contenedores con una inversión menor que la necesaria para grúas de muelle y unos rendimientos aceptables. Algunas grandes terminales de contenedores utilizan las grúas móviles como complemento para operar en aquellas zonas donde no se pueden utilizar las grúas de muelle o como refuerzo de estas.

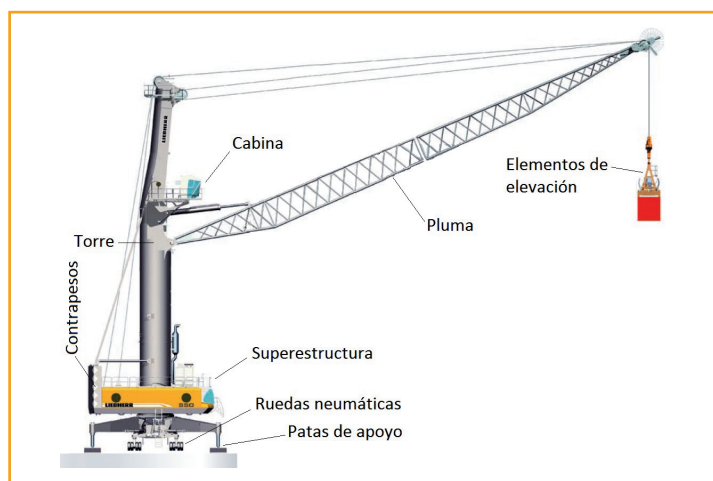
### Características

En el mercado existe una gran variedad de modelos y tipologías, con capacidades que superan las 200 toneladas de elevación. Entre las ventajas de este tipo de grúas destacan su elevada versatilidad debido a su capacidad para desplazarse y situarse en cualquier punto de la terminal portuaria y la posibilidad de utilizar diferentes sistemas de sujeción que se adaptan a formas de presentación de las mercancías muy diferentes. A diferencia de las grúas pórtico, que circulan sobre carriles, las grúas móviles, sobre neumáticos, pueden

sortear obstáculos y adaptarse a los desniveles del terreno. En general están propulsadas con grupos de motores diesel, aunque también empiezan a incorporar sistemas híbridos diesel-eléctricos. Por otra parte, la inversión necesaria para grúas móviles en comparación con las grúas de muelle es menor, tanto por el coste de la propia grúa como por las inversiones necesarias en infraestructura (carriles, cableado eléctrico, etc.).

Los mayores fabricantes de estos equipos son Gottwald y Liebherr y a una escala mucho menor, Fantuzzi. Todos tienen el mismo diseño básico de la grúa móvil: se trata de equipos compuestos por una base con un número variable de ejes, entre 5 y 10 en función del tamaño y la capacidad de carga de la grúa; que acoplan un conjunto de ruedas neumáticas que le sirven para desplazarse y girar. Tienen además 4 patas fijas con altura variable que se extienden y se apoyan en el muelle para realizar alguna operación pudiendo adaptarse para contrarrestar las irregularidades del muelle. Encima se hallan la superestructura y los contrapesos, una torre anclada a la superestructura, en la que se aloja la cabina del operario y una pluma anclada a la torre, con los cables y elementos de elevación necesarios para manipular la carga, que en el caso de contenedores es un *spreader* (Figura 68).

Figura 68. Componentes de una grúa móvil



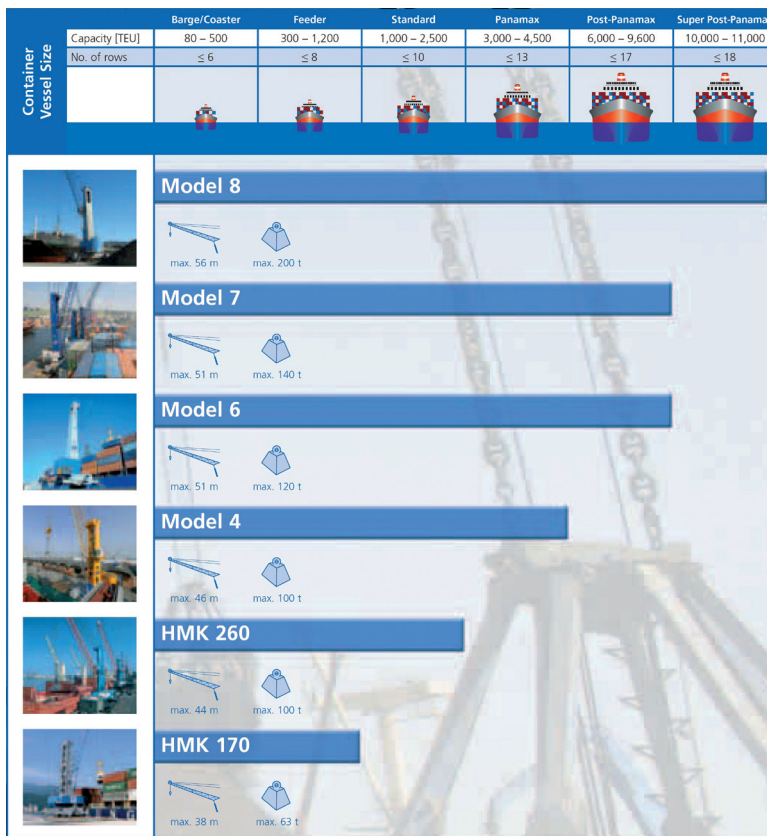
Fuente: Liebherr-Werk Nenzing GmbH adaptada por Fundación Valenciaport

Por otra parte, la máxima pendiente del terreno que puede superar una grúa móvil en movimiento longitudinal sin carga suele estar entre el 5 y 8%, y en movimiento transversal es del 2 al 6%.

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

El alcance de las grúas móviles está condicionado por la carga bajo *spreader* que manejen. Así para cada alcance existe una carga máxima que se puede manipular. A su vez esa carga bajo *spreader* está condicionada por la carga máxima bajo gancho de la grúa. Por eso, aunque una grúa tenga una capacidad de más de 120 toneladas bajo gancho, sólo podrá cargar uno o dos contenedores según tenga *spreader single* o *twin-lift* respectivamente, por lo que la carga máxima sería de unas 61 toneladas más el peso del propio *spreader*. La Figura 69 resume los rangos de alcance frontal y capacidad bajo gancho de algunos modelos de grúas móviles en relación con los tamaños de buques de contenedores.

Figura 69. Rango de utilización de grúas móviles para carga y descarga de contenedores



Fuente: Gottwald Port Technology GmbH

Para que una grúa móvil realice una operación de carga o descarga debe coordinar varios movimientos como son la elevación y descenso de la carga mediante los cables, el giro de la superestructura con la pluma, y la inclinación o izado de la pluma. Las velocidades de estos movimientos se verán condicionadas por la carga que se esté manipulando (Tabla 25).

Otra velocidad importante, aunque no influye en el ciclo de carga o descarga, es la de traslación de la grúa.

Tabla 25. Velocidades características de grúas móviles

Elevación/descenso de carga (m/min)		Giro (rpm)	Inclinación o izado de pluma (m/min)	Traslación grúa (m/min)
Con carga	Sin carga			
30	70 a 140	0,7 a 1,6	60 a 100	58 a 90

Fuente: Fundación Valenciaport en base a especificaciones de fabricantes

Con estas velocidades, los rendimientos máximos teóricos de estas grúas en una operativa con contenedores alcanzan los 38 ciclos por hora. En condiciones idóneas se han medido picos de rendimiento en descarga de más de 40 contenedores por hora con grúas móviles Gottwald.

Este tipo de grúas está preparado para soportar entre 6.000 y 7.000 horas anuales de uso y una vida útil de hasta 25 años, por lo que su clasificación de grúa según las FEM 1001 será como mínimo A7. Como ocurre con las grúas de muelle, para poder alcanzar dicha vida útil se precisa de un mantenimiento cuidadoso a lo largo de toda la vida de la grúa.

Una ventaja importante de las grúas móviles es su menor peso comparado con las grúas STS, lo que por una parte les permite operar en muelles existentes con una capacidad portante insuficiente para soportar grúas pórtico, y por otra en terminales nuevas reducirá los costes de construcción de la infraestructura de atraque. En la Tabla 26 se comparan los valores de carga por rueda y peso total en condiciones normales de operación con viento entre una grúa móvil y otra de muelle del mismo alcance. Se observa que la carga por rueda para la grúa móvil es unas 7 veces menor que en la grúa de muelle y

que el peso total de la grúa móvil, incluyendo contrapesos, es menos de la mitad que el de la grúa STS.

Tabla 26. Cargas y presiones sobre el suelo para grúa móvil o STS

Grúa	Alcance (m)	Carga por rueda (t/rueda)	Carga por placa de apoyo	Peso total (t)
Grúa de muelle <i>post-panamax</i>	44,2	45 y 47	-	910
Grúa móvil Liebherr LHM 400	44	6,4	26,3 a 22,0	390

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de especificaciones de fabricantes

Una de las grandes ventajas de las grúas móviles frente a las de muelle es el precio. Además de su mayor disponibilidad, tanto porque el fabricante puede tener una grúa en stock que se ajuste a las necesidades de la terminal, como porque la fabricación de una grúa móvil es mucho más rápida, con entregas hasta en 4 meses.

Una grúa móvil con capacidad de carga máxima bajo *spreader* de 41 toneladas y un alcance frontal de unos 40 metros desde el cantil del muelle, con una vida útil de 25 años y 2.000 horas de trabajo por año, costaría entre 3 y 3,5 millones de dólares, a lo que habría que añadir costes de extras y transporte. El precio total puede estar entre 2 y 3 veces menos de lo que cuesta una grúa de muelle con las mismas prestaciones.

En estas grandes cifras hay que considerar que el coste de mantenimiento en grúas móviles supone más del 25% de la amortización anual.

En resumen, las grúas de muelle y las móviles se diferencian entre otras características en el modo de propulsión, las primeras son eléctricas y las segundas tienen motores diesel; la posibilidad que tienen las móviles de desplazarse; el tipo de movimiento que se realiza para la carga y descarga, en un plano en el caso de grúas de muelle y con giro en el caso de las grúas móviles; el rendimiento, menor en el caso de grúas móviles; el peso y el precio, menores en el caso de grúas móviles y finalmente, la posibilidad de adaptar las grúas de muelle a las necesidades de la terminal, mientras que en grúas móviles hay que buscar el equipo más adecuado en los que tienen los fabricantes en catálogo sin posibilidad de introducir cambios.

### 7.1.4. Grúas sobre buque

Las grúas sobre buque a las que se refiere este epígrafe no forman parte del equipamiento de la terminal o del puerto. Se trata de grúas montadas en los buques destinadas a la carga y descarga de contenedores en puertos que no tienen grúas de muelle (ver Figura 70).

Otro uso de estas grúas es el transbordo de contenedores entre un buque principal y los *feeder* o las barcazas que distribuyen los contenedores a terminales interiores por canales y ríos, abarloado el buque menor al mayor.

Finalmente en algunos casos se utilizan de apoyo a la operativa al inicio de la escala, para abrir tapas de bodega, o al final, como ayuda a la trinca de contenedores.

Figura 70. Buque portacontenedores con grúas de buque



Fuente: Fundación Valenciaport

Respecto a la posición de las grúas sobre el buque, suelen colocarse sobre la línea central, aunque cada vez hay más diseños en los que se montan en uno de los costados. El

posicionamiento sobre la línea central del buque es mejor para la estabilidad del buque (ver Figura 71). En este caso, el gruista tiene una buena visión de la bodega pero no del muelle. No hay ninguna preferencia sobre qué costado del buque debe estar junto al muelle.

Figura 71. Buque portacontenedores con grúas en posición central



Fuente: Fundación Valenciaport

Si las grúas se montan en un costado del buque la estabilidad se reduce, aunque este efecto se minimiza en grandes buques donde el peso de las grúas es muy pequeño comparado con el peso total del buque más la carga. El buque debe atracarse con el costado donde están las grúas del lado del muelle. Para el gruista, la visión de la bodega es peor respecto al caso anterior, pero mejora la visión que tiene del muelle. También aumenta el alcance de la grúa sobre el muelle.

Finalmente, podrían montarse las grúas de forma alternativa sobre los dos lados del buque. En este caso, algunas grúas quedarían del lado mar del buque cuando estuviera atracado, con mala visión y poco alcance.

Si se usan controles remotos, la visión desde la cabina de la grúa no importa pues el gruista puede posicionarse donde tenga mejor visión.

Cuando el buque con grúas propias escala en un puerto donde no se van a utilizar estas, se mantienen en la posición de descanso, paralelas a la eslora y trincadas (ver Figura 72).

Figura 72. Buque portacontenedores con grúas en un costado

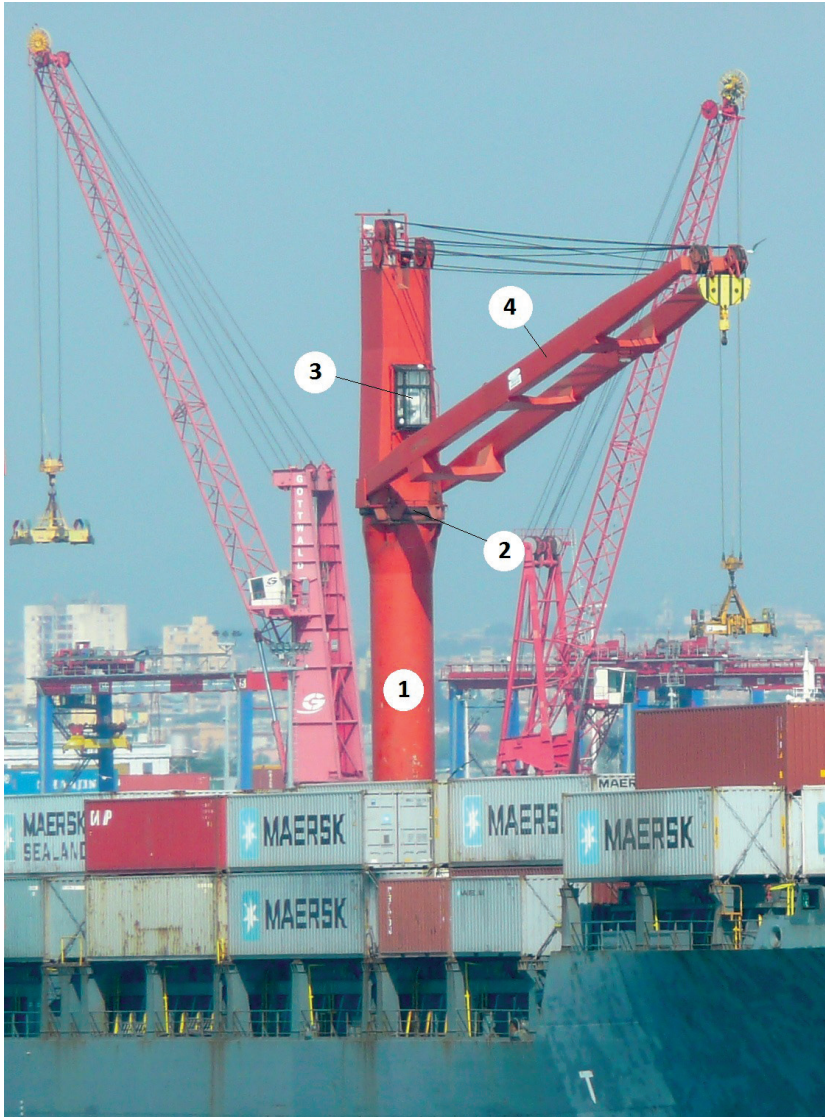


Fuente: Fundación Valenciaport

Los buques portacontenedores que las llevan suelen tener 2 o 3 grúas, incluso 4, dependiendo de su eslora (ver Figura 74). En cualquier caso las grúas empeoran la estabilidad del buque aunque se dispongan en la línea central, y reducen la capacidad de carga. Pueden suponer hasta el 10% del coste de adquisición del buque y requieren un plan de mantenimiento para asegurar su buen funcionamiento.

En la Figura 73 se muestra una grúa de buque y algunas de sus partes: (1) pilar o cimiento, que es la parte solidaria con el buque; (2) cojinete giratorio; (3) cabina; y (4) brazo. La grúa no puede girar libremente debido al cableado.

Figura 73. Elementos de una grúa de buque



Fuente: Fundación Valenciaport

Como ejemplo, Liebherr ofrece dos grúas sobre buque para contenedores con los siguientes valores para radio de alcance y fuerza:

Tabla 27. Características de grúas sobre buque de Liebherr

Grúa	Radio (m)	Fuerza (t)
CBW	12-40	5-60
CBB	24-32	25-45

Fuente: [www.liebherr.com](http://www.liebherr.com)

En concreto, las grúas CBW para buques portacontenedores tienen otras características como:

- Altura reducida para no entorpecer la visión desde el puente del buque.
- Poco peso y centro de gravedad bajo para una mejor estabilidad del buque.
- Posición de la pluma por encima de la cabina, lo que permite una visión sin obstáculos para el gruista.
- Cilindros hidráulicos con revestimiento de cromo-níquel, que reduce los costes de operación y de mantenimiento.
- La pluma queda fijada en todas sus posiciones por los cilindros hidráulicos de doble acción.
- Radio de trabajo mínimo muy ajustado por lo que se puede colocar la mercancía a una distancia cercana a la grúa.
- Mayor espacio para el almacenamiento de contenedores con la pluma en posición de descanso, ya que esta descansa por encima de la fila superior de contenedores.

Figura 74. Grúas sobre buque en una operación portuaria



Fuente: Liebherr-Werk Nenzing GmbH

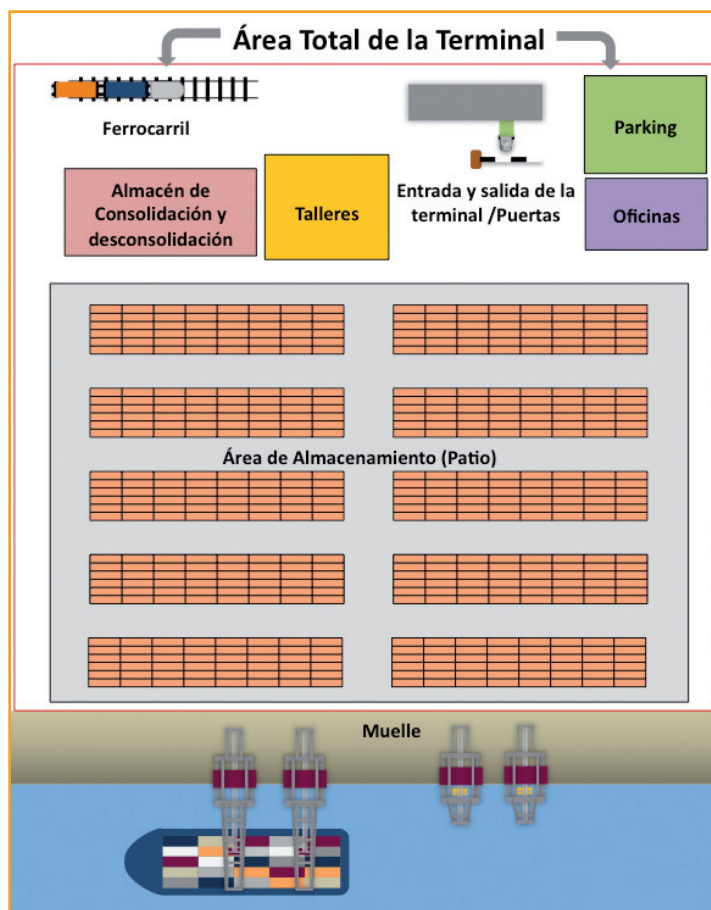
## **7.2. Subsistema de almacenamiento**

### **7.2.1. Introducción**

El subsistema de almacenamiento es el encargado del depósito temporal de los contenedores en el patio de la terminal, lo que permite el trasvase modal entre medios de transporte con características muy diferentes, como son los camiones, el ferrocarril y los buques: los camiones transportan un pequeño volumen de mercancía cada uno y visitan el puerto de modo frecuente en estancias muy cortas. Por su parte, los buques son medios de transporte masivos, que realizan viajes de larga duración y pocas escalas y aunque su estancia en puerto es tan corta como es posible, en cualquier caso dura varias horas. Finalmente el ferrocarril es un caso intermedio, con volúmenes de transporte menores a los de los buques, frecuencias que pueden ser diarias y estancias en puerto de pocas horas.

El sistema de almacenamiento, que tal y como se ve en la Figura 75 es el que más espacio consume en una terminal de contenedores, sufre una gran presión para obtener el máximo aprovechamiento de su superficie con el objeto de alcanzar la mayor capacidad posible, cuestión que entra en conflicto con el rendimiento de la operativa.

Figura 75. *Layout* genérico de una terminal de contenedores



Fuente: Fundación Valenciaport

Para la organización del patio generalmente se definen distintas áreas: pilas diferentes para los contenedores de importación, exportación, transbordo y vacíos, área para contenedores frigoríficos, zonas de carga y descarga del ferrocarril o para contenedores especiales, etc. Además siguiendo los criterios de seguridad establecidos en el RD

145/1989, las mercancías peligrosas pueden almacenarse repartidas por la terminal o en una zona especial destinada para ellas.

Adicionalmente a estos criterios de gestión, cada terminal puede tener en cuenta tantos factores como sea conveniente para mejorar la gestión del patio; por ejemplo, en las grandes terminales, en las pilas de importación y de exportación podrían agruparse los contenedores en función de los grandes clientes o de los servicios próximos.

La configuración de este subsistema y su extensión dependen y son función del volumen de tráfico, del equipamiento principal que se emplee y del sistema de gestión. De la combinación de estos factores resulta una distribución del patio o *layout*: la altura media y la anchura de las pilas de contenedores, separación entre las mismas, y las dimensiones de los viales y pasillos internos.

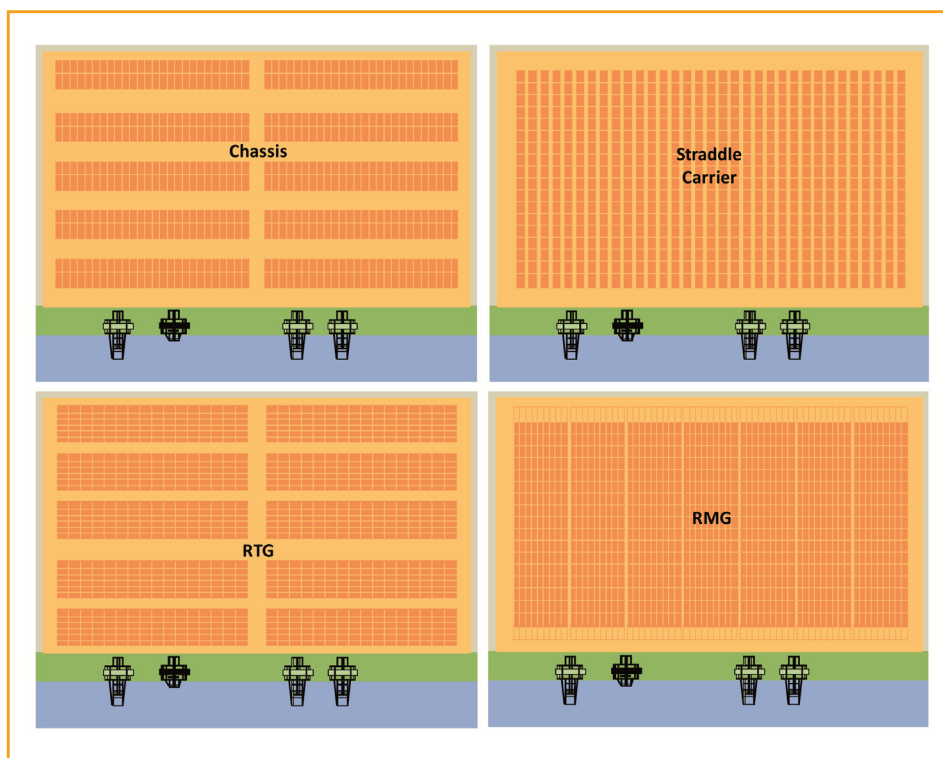
### **7.2.2. Equipos de patio**

Los equipos más utilizados en las TPCs son:

- Chasis o plataformas
- Carretillas
- *Reachstackers*
- *Straddle carriers*
- RTGs
- RMGs

En la Figura 76 se representan algunas configuraciones de la planta del patio de almacenamiento en función del tipo de equipo de patio que se utilice y a continuación se describen con detalle los equipos de patio mencionados.

Figura 76. Configuraciones del área de almacenamiento según el equipo de patio



Fuente: Fundación Valenciaport

### 7.2.2.1. Plataformas

En las terminales que utilizan el sistema de chasis o plataformas como equipo de patio, los contenedores se almacenan sobre las plataformas dispuestas como si se tratara de un aparcamiento de vehículos (ver Figura 77). Cuando es necesario trasladarlos estos chasis son remolcados por cabezas tractoras. El conjunto de chasis más cabeza tractora conforma el equipo de transporte horizontal entre patio y muelle.

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

La génesis de este sistema está ligada a los propios orígenes del contenedor como sistema de unitización de carga. Una de las ventajas que supuso la contenedorización fue la facilitación del transporte intermodal: tras una primera etapa en la que el camión completo cargado se embarcaba y desembarcaba en la cubierta de buques de mercancía general con grúas convencionales, el siguiente paso fue el de especialización de los sistemas de manipulación, sobre todo de las grúas de muelle, y la estandarización del transporte terrestre y marítimo por ejemplo en lo referido a dimensiones de la carga y pesos máximos autorizados, para evitar el traslado de las cabezas tractoras y de las plataformas en los buques que entonces pasaron a transportar sólo los contenedores. Como alternativa aparecieron los buques *roll-on roll-off* (ro-ro), que transportan plataformas cargadas, con o sin cabezas tractoras, y que no necesitan grúas de muelle para la carga y descarga.

En su momento, el uso de plataformas como sistema de almacenamiento facilitaba la intermodalidad, simplificando la secuencia de modos terrestre y marítimo y el almacenamiento en la terminal.

En las terminales de chasis o plataformas una operación de desembarque se desarrolla de modo que las grúas de muelle descargan los contenedores directamente desde el buque sobre las plataformas remolcadas por las cabezas tractoras. Después de dejar la plataforma cargada en el patio (ver Figura 77), las cabezas tractoras se dirigen a la zona de estacionamiento de plataformas vacías, enganchan una y la trasladan a pie de grúa cerrando el ciclo.

Figura 77. Contenedores almacenados sobre plataformas



Fuente: Econo Trading International, Inc.

Tradicionalmente este sistema se ha utilizado en puertos con mucho espacio o donde el coste del suelo era bajo. En la actualidad debido por una parte a la poca densidad de almacenamiento (TEUs/ha) que resulta al utilizar este equipamiento en patio, y por otra a que la especialización ha supuesto que las plataformas internas no puedan emplearse fuera de la terminal, las ventajas que tenía este sistema se han ido reduciendo. Así, pese a que era el equipo más empleado en las terminales de Estados Unidos actualmente está perdiendo cuota frente a otros sistemas.

El almacenamiento sobre chasis consume mucho espacio por varios motivos: en primer lugar porque no se apila en altura, en segundo lugar porque se necesitan viales anchos que permitan realizar la maniobra de aparcar la plataforma cargada y en tercer lugar porque hace falta una zona de almacenamiento de plataformas vacías (ver Figura 78). Por todo ello la capacidad del patio de la terminal es muy reducida. Por otra parte, pese a que el grado de tecnificación requerido es bajo, la inmovilización de las plataformas en patio incrementa considerablemente el coste de esta solución. Finalmente, un inconveniente adicional es que las plataformas internas que se utilizan en la actualidad no pueden circular en carretera y además son propiedad de la terminal, no del transportista terrestre, y por tanto la terminal debe tener equipos auxiliares (carretillas) para transferir los contenedores entre los camiones externos y los chasis internos.

Figura 78. Gateway South Terminal. Puerto de Los Ángeles



Fuente: © 2011 Google © 2011 Europa Technologies

En el apartado de equipos de transporte horizontal (Apartado 7.4.2.1), se analiza el uso de las plataformas como equipo de interconexión.

### **7.2.2.2. Carretillas**

Las carretillas son equipos capaces de trasladar y elevar los contenedores permitiendo su apilamiento. Se desplazan sobre neumáticos dispuestos en dos ejes, con uno o varios motores de combustión. Por su elevada flexibilidad y movilidad pueden emplearse tanto como equipamiento de almacenamiento en patio como para transporte horizontal e incluso como equipo auxiliar para operaciones de recepción y entrega o para el apilamiento de contenedores vacíos sea cual sea el sistema principal de patio que tenga la terminal.

En una operación de descarga de un buque en una terminal de carretillas la grúa de muelle deposita los contenedores sobre el muelle y las carretillas los trasladan al patio donde los apilan. La operación de carga se realiza de forma inversa. Además de realizar las operaciones de transporte horizontal y apilado de contenedores, también se encargan de la recepción y entrega de contenedores de los medios terrestres, camiones o ferrocarril.

Existen varios tipos de carretillas que pueden ser empleados en una TPC: los *fork lifts* y su evolución a carretillas elevadoras con *spreaders* o *semi-spreaders*, los *reachstackers* e incluso los *straddle carriers* que algunos autores consideran que son un tipo especial de carretilla pórtico. Tanto *reachstackers* como *straddle carriers* dan como resultado disposiciones de terminal, densidades de apilado, y operativas diferentes a las de las carretillas básicas, por eso se considera necesario tratarlos de modo independiente en los apartados 7.2.2.3 y 7.2.2.4 respectivamente.

Dependiendo de cómo sujeten los contenedores, las carretillas pueden ser de carga frontal (si enganchan el contenedor por las paredes frontales o laterales, con *spreader* o *semi-spreader*), elevadoras (si la sujeción es por la parte superior) o tipo horquilla (si sujetan el contenedor por debajo con horquillas). Por otra parte, el sentido de avance de la carretilla puede ser perpendicular al contenedor o paralelo al mismo. La Figura 79 corresponde a una carretilla frontal con enganche frontal. Por su parte, la Figura 80 es una carretilla que sujeta la carga por arriba con *spreader*.

La Tabla 28 resume los tipos de carretillas para contenedores que hay en el mercado.

Figura 79. Carretilla con enganche frontal



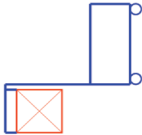
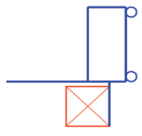
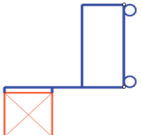
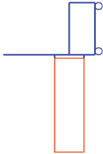
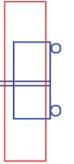







Fuente: Fundación Valenciaport

Figura 80. Carretilla elevadora



Fuente: Konecranes Ausio SLU

Tabla 28. Tipología de carretillas para manipulación de contenedores

ELEVADORA CON SPREADER		FORKLIFT		FRONTAL DE ENGANCHE LATERAL Y SEMISPREADER		FRONTAL CON ENGANCHE FRONTAL		SIDELOADER		REACHSTACKER	
						Fuente: Svetruck AB	Fuente: Konecranes Ausio SLU	Fuente: Fundación Valenciaport	Fuente: Fundación Valenciaport	Fuente: Fantuzzi Noell Iberia SLU	Fuente: Fundación Valenciaport

Fuente: Fundación Valenciaport

Algunas carretillas no pueden utilizarse con contenedores llenos por problemas de estabilidad de la máquina (como la frontal con enganche frontal) o porque el sistema de enganche puede dañar la estructura del contenedor (como algunas carretillas *forklift*).

Los distintos tipos de carretillas elevadoras existentes configuran disposiciones de patio diferentes ya que con cada una resulta un tamaño de pila y de pasillo. Por ejemplo el espacio necesario entre pilas es mucho mayor en máquinas frontales que en las de carga lateral porque las primeras transportan el contenedor perpendicularmente a la dirección de los contenedores en la pila y deben girar 90° para cargarlos o descargarlos en ella.

En cualquier caso, estos equipos dan como resultado intensidades de uso del suelo muy bajas porque las pilas de contenedores llenos son estrechas, de poca altura y deben estar bastante separadas (sobre todo para carretillas de carga frontal), con apilado a dos o tres alturas y normalmente dos de ancho para que todos los contenedores sean accesibles.

Las carretillas se utilizan de forma habitual como equipo de apoyo al resto de maquinaria, y para el traslado y apilado de contenedores vacíos; en este caso las pilas pueden tener una anchura superior a 2 contenedores porque la accesibilidad no es tan relevante. La altura de apilado de contenedores vacíos puede llegar a 9 cajas aunque lo normal es trabajar con un máximo de 5 a 7 alturas. El apilado a gran altura tiene varios problemas como la estabilidad de las pilas, la seguridad de la operación y la mala visibilidad del operador. En estos casos se recurre a techos transparentes, y a colocar la cabina en la parte trasera de la máquina en posición elevada (ver Figura 83 y Figura 84) e inclinada del conductor (ver Figura 85).

Para contenedores vacíos puede utilizarse un *spreader* telescópico para manejo simultáneo de 2 contenedores (*spreader Double Box*) de 20 o 40 pies (ver Figura 81). Incluso existe la posibilidad de utilizar un suplemento para manejo simultáneo de 3 contenedores (*Triple Box*) de 20 pies (ver Figura 82).

Figura 81. Carretilla para cont. vacíos *Spreader Double Box*



Fuente: Konecranes Ausio SLU

Figura 82. Carretilla para cont. vacíos *Spreader Triple Box*



Fuente: Fantuzzi Noell Iberia S.L.U.

Figura 83. Posición delantera de la cabina



Fuente: Svertruck AB

Figura 84. Posición de cabina alta y retrasada



Fuente: Fundación Valenciaport

Figura 85. Cabina basculante para mejorar la visibilidad

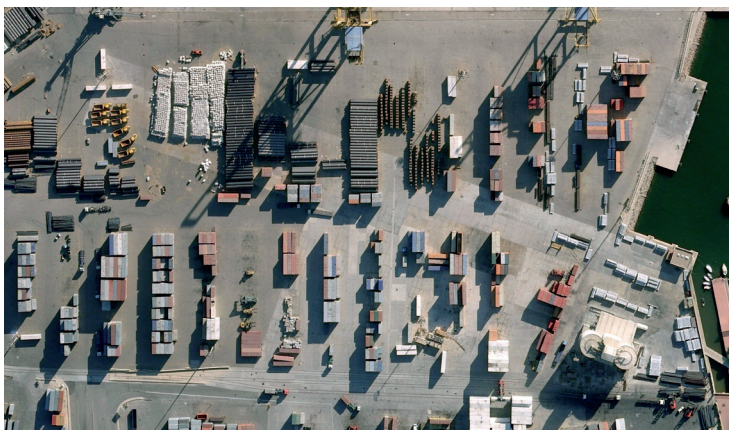


Fuente: Cargotec Iberia, S.A. (Kalmar)

Las carretillas para contenedores llenos tienen una capacidad de carga de entre 40 y 52 toneladas, mientras que las de contenedores vacíos manipulan hasta 9 toneladas. En la actualidad las carretillas se utilizan para la manipulación de contenedores vacíos tanto en terminales portuarias como en depósitos de vacíos. Para contenedores llenos las terminales prefieren utilizar otras máquinas con mayor estabilidad, capacidad y alcance como los *reachstackers* tanto para el almacenamiento en patio como para recepción y entrega, labores de apoyo, etc.

En general, sólo las terminales pequeñas y con poco tráfico utilizan carretillas como equipo de almacenamiento en patio (ver Figura 86).

Figura 86. Terminal Polivalente. Puerto de Cartagena



Fuente: Google. © 2011 Europa Technologies. © 2011 Tele Atlas

Los principales fabricantes de estos equipos son CVS Ferrari, Fantuzzi Reggiane, Hyster, Kalmar, Indital, Linde, Konecranes Liftrucks y TCM.

El coste de adquisición de las carretillas depende considerablemente de las características de las mismas, que a su vez están en función del uso que vayan a tener, pudiendo oscilar entre 150.000 y 200.000 euros. Normalmente se considera que tienen una vida útil de 10 años y sus costes de mantenimiento suponen alrededor del 10% del coste de amortización anual.

### 7.2.2.3. Reachstackers

El *reachstacker* (RS) es una máquina muy versátil que se puede utilizar tanto para el almacenamiento en patio como para el transporte interno en la terminal o para la recepción y entrega de camiones y ferrocarril.

Se trata de una evolución de las carretillas elevadoras, con una pluma telescópica inclinada de la que se sujeta el *spreader* lo que permite alcanzar contenedores situados en la

segunda fila de la pila siempre y cuando se encuentren al menos a una altura por encima de los de la primera. En el caso de contenedores vacíos pueden alcanzar contenedores hasta en la tercera fila si se encuentran al menos a una altura por encima de las cajas de las primera y segunda filas (Figura 87 y Figura 88).

Figura 87. *Reachstacker* para contenedores llenos



Fuente: Fundación Valenciaport

El fabricante Liebherr ha comercializado un *reachstacker* con pluma telescópica curva, que mejora la accesibilidad a los contenedores de segunda y tercera fila reduciendo el número de remociones que debe hacer la máquina durante la operativa (Figura 89).

Figura 88. *Reachstacker* para contenedores vacíos



Fuente: Cargotec Iberia, S.A. (Kalmar)

Figura 89. *Reachstacker* banana



Fuente: Liebherr-Werk Nenzing GmbH

Las características de un *reachstacker* dependerán del uso que vaya a dársele al equipo. Así, los equipos para la manipulación de contenedores vacíos permiten el apilado a mayores alturas que los dedicados a almacenar contenedores llenos, mientras que estos últimos tienen mayor capacidad de izado. En cualquier caso, la capacidad de izado depende de la fila de apilado: como ejemplo, para un *reachstacker toplift* de Liebherr, tal y como puede verse en la Tabla 29, en la primera fila (la más cercana a la máquina) se pueden manipular hasta 45 toneladas y apilar a un máximo de 6 alturas mientras que en tercera fila sólo pueden manipularse hasta 18 toneladas y apilar como mucho a 4 alturas.

Tabla 29. Características de los *reachstacker* de Liebherr

Capacidades de izado	<i>Toplift</i>	Intermodal	Motor	
1./2./3. Filas (sin plataformas de apoyo)	45/35/18 t	45/31/14 t	Potencia	270 kW a 2000 rpm
1./2./3. Filas (sobre plataformas de apoyo)	45/38/23,5 t	45/34/19,5 t	Tanque de diesel	600 l
Alturas de apilado	<i>Toplift</i>	Intermodal	Velocidades de trabajo	
1./2./3. Filas (8'6")	6/5/4	5/5/4	Velocidad de izado de carga completa a primera fila	0,30 m/s
1./2./3. Filas (9'6")	5/5/4	5/4/3	Velocidad de bajada de carga completa de primera fila	0,50 m/s
Pesos	<i>Toplift</i>	Intermodal	Velocidad de conducción sin carga	25 km/h
Peso total del <i>reachstacker</i>	70,8 t	75,3 t	Velocidad de conducción con carga	20 km/h

Fuente: Liebherr-Werk Nenzing GmbH

En las terminales de *reachstackers*, habitualmente las pilas de contenedores llenos tienen 3 o 4 contenedores de anchura. Pese a duplicar la anchura del bloque respecto a las terminales de carretillas, la capacidad de almacenamiento de la terminal sigue siendo bastante reducida debido a que se necesita mucho espacio para viales (ver Figura 90).

Los *reachstackers* se utilizan como maquinaria de patio, para el traslado de contenedores entre muelle y patio, y también para la recepción y entrega terrestres en terminales pequeñas. En terminales grandes se utilizan como equipo auxiliar.

Figura 90. Terminal Polivalente Castellón. Puerto de Castellón



Fuente: Google Earth. © 2011 Tele Atlas

Uno de los inconvenientes de cualquier carretilla, y por extensión también de los *reachstackers* es su difícil automatización ya que el elevado número de grados de libertad de estos equipos imposibilita que puedan funcionar sin conductor; sin embargo existen innovaciones tecnológicas encaminadas por una parte a mejorar el rendimiento, como la utilización de cámaras y sensores ópticos, y por otra a la reducción de consumos y emisiones.

Belloti Handling SpA, en 1967, fue la primera empresa que adaptó el uso del *reachstacker* para la manipulación de contenedores. Posteriormente, en 2002 la compañía fue adquirida por CVS SpA Ferrari. Además de esta compañía, los principales fabricantes de *reachstackers* para uso portuario son Fantuzzi, Kalmar, Liebherr, Konecranes y Noell.

El precio de un *reachstacker* para contenedores llenos puede rondar los 500.000 euros. En general se considera que estos equipos tienen una vida útil de 10 años. El coste anual de mantenimiento se estima que es un 10% del coste de adquisición.

### 7.2.2.4. *Straddle carriers*

Los *straddle carriers* (SC) son carretillas pórtico que cargan el contenedor entre sus patas a horcajadas, en paralelo a su dirección de desplazamiento, y pueden elevarlo varias alturas (ver Figura 91). La doble función de translación y elevación del contenedor permite el transporte horizontal, el apilado y la realización de operaciones de recepción y entrega en camiones.

Figura 91. *Straddle carrier* en patio de terminal



Fuente: Fantuzzi Noell Iberia S.L.U.

En una operación de descarga del buque, la grúa portacontenedores deposita el contenedor en el muelle y un *straddle carrier* lo recoge y lo lleva a la pila. La recepción y entrega terrestres se realizan en una zona de la terminal donde llegan los camiones externos. Los SCs cargan y descargan los contenedores de los camiones y también realizan la transferencia entre el patio y la zona de recepción y entrega (ver Figura 105).

Los SCs son máquinas muy versátiles que pueden realizar todos los movimientos necesarios para el traslado de los contenedores por la terminal, el almacenamiento y la recepción y entrega de camiones externos. Incluso pueden emplearse para la carga y descarga de ferrocarriles, aunque no son las máquinas más adecuadas para esta operación.

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

Las principales ventajas del *straddle carrier* frente al resto de sistemas de patio son su flexibilidad operativa y su velocidad, mientras que sus mayores inconvenientes son la limitación de altura de apilado y el mayor coste de mantenimiento que requieren.

En general, aunque las pilas formadas por SCs pueden alcanzar alturas de hasta 4 contenedores (3+1), la altura media de pila con la que trabajan las terminales que usan estos equipos está entre 1,5 y 2 contenedores. El ancho de pila es de un contenedor. Entre los bloques se deja un pasillo de 1,5 m para las patas de los *straddle carriers* (ver Figura 92). Normalmente las pilas se disponen perpendiculares al muelle, lo que permite mayores rendimientos y mejor aprovechamiento del espacio aunque conlleva mayor riesgo de colisión entre vehículos. Por ello, algunas terminales han optado por colocar sus hileras de contenedores paralelas al muelle generando un flujo circular que evita el cruce de trayectorias si bien exige a las carretillas recorridos más largos.

Figura 92. Terminal de *straddle carriers*. Puerto de Hamburgo



Fuente: Google Earth. © 2011 Tele Atlas. © Europa Technologies. © 2011 AeroWest

El sistema de SC aprovecha mejor el espacio, con mayor densidad de apilado que las plataformas, carretillas o *reachstackers*. Además los contenedores están muy accesibles y se hacen pocas remociones. Es idóneo para terminales de tamaño medio que manipulan entre 100.000 y 400.000 contenedores al año y que no requieren un uso intensivo de la superficie disponible.

Debido a sus dimensiones, el SC es más estable y maniobrable que otras carretillas. Es capaz de alcanzar velocidades de hasta 30 km/h durante sus desplazamientos y de apilar alturas de 4 (3+1) contenedores con una velocidad de izado de 30 m/min; independientemente de la altura de las cajas, 8'6" o 9'6". La Tabla 30 recoge las características técnicas de varios *straddle carriers* de la empresa Kalmar, representativos de los que se emplean actualmente en las TPCs.

Tabla 30. Características técnicas de *straddle carriers* de Kalmar

Modelo	Capacidad de elevación (t)	Altura de apilado (nº cont.)	Altura total (m)	Ancho total (m)	Luz entre patas (m)	Peso (t)	Ruedas (in)	Potencia (kW/rpm)	Par torsor (Nm/rpm)
CSC340	40	3	13,045	4,94	3,5	60	16x25 8 U.	270/2.200	1.420/1.400
CSC340	40	3	12,245	4,94	3,5	58	16x25 8 U.	270/2.200	1.420/1.400
CSC350	50	3	13,045	4,94	3,5	62	16x25 8 U.	270/2.200	1.420/1.400
CSC440	40	4	15,98	4,94	3,5	66	16x25 8 U.	270/2.200	1.420/1.400
CSC450	50	4	15,98	4,94	3,5	68	16x25 8 U.	270/2.200	1.420/1.400

Fuente: [www.kalmarind.com](http://www.kalmarind.com)

El sistema de transmisión de potencia de los SCs puede ser hidrostático, hidrodinámico o diesel-eléctrico. El sistema diesel-eléctrico, el más moderno, se caracteriza por su mayor fiabilidad, menor consumo de combustible, menor contaminación acústica y menor coste de mantenimiento debido a una maquinaria más simple.

Los principales fabricantes de este tipo de equipos son Noell y Kalmar y en menor medida Konecranes, aunque se están abriendo paso en el mercado nuevos competidores como CVS Ferrari, TCM, Trevolution e Isolader. Liebherr está planeando añadir un SC a su catálogo de productos para lo que ha preparado un prototipo.

Las innovaciones en *straddle carriers* se orientan hacia la reducción de consumos y del ruido que producen. También se está trabajando en la mejora de sus características técnicas como potencia, velocidad y fiabilidad, y en sistemas para incrementar su rendimiento como el uso de *spreader twin-lift* (ver Figura 93). En cuanto a la automatización de estos equipos, los avances se centran en el desarrollo de sistemas de posicionamiento, navegación y detección de obstáculos que permitan su guiado sin necesidad de conductor.

Figura 93. *Straddle carrier* con *spreader twin-lift*



Fuente: Cargotec Iberia, S.A. (Kalmar)

Algunas de las grandes terminales de contenedores que utilizaban SCs como equipos de almacenamiento, ubicadas en su mayoría en puertos del Norte de Europa, para solventar el problema de congestión del patio, consecuencia del crecimiento del tráfico, están sustituyéndolos por grúas pórtico de patio.

El coste de adquisición de un *straddle carrier* ronda los 800.000 euros mientras que el coste anual de mantenimiento ronda el 10% del coste de adquisición. Suele considerarse que los SCs tienen una vida útil de 7 a 8 años.

#### 7.2.2.5. Grúas pórtico. Generalidades

Las grúas de patio o grúas pórtico son sistemas de apilamiento de contenedores que almacenan y cargan y descargan los contenedores sobre un medio de transporte interno

o externo como camiones, plataformas remolcadas por cabezas tractoras, AGVs, incluso el ferrocarril.

En una operación de descarga de un buque en una terminal que utiliza estos equipos de patio, la grúa de muelle deposita el contenedor sobre una plataforma u otro equipo de interconexión que lo traslada hasta el patio donde la grúa de patio toma el contenedor y lo posiciona en la pila, liberando a la plataforma para que pueda ir a cargar otro contenedor. La operación de carga se realiza de forma inversa.

Este tipo de equipos trabaja sobre un conjunto de filas de contenedores que forman pilas o bloques, de dimensiones mayores a las que resultan del uso de los *straddle carriers*. Hacen un aprovechamiento del espacio mucho más intensivo que los equipos descritos anteriormente. Por esta razón se utilizan en puertos donde el suelo es escaso y tiene un precio alto. Se apilan 3 alturas o más para mejorar el aprovechamiento del mismo, en particular en zonas con mucha presión urbana, como es el caso de los puertos asiáticos. Actualmente, debido a esta característica y a sus facilidades de automatización, muchas terminales del Norte de Europa, que tradicionalmente habían empleado SCs, están transformando sus patios para adaptarlos al uso de grúas pórtico. Estos sistemas de patio combinados con equipos de transporte horizontal parecen ser la tendencia tipo de las grandes TPCs.

Dependiendo de su sistema de traslación, sobre neumáticos o carriles, las grúas pórtico pueden ser *Rubber Tyred Gantry Cranes* (RTGs) o *Rail Mounted Gantry Cranes* (RMGs) respectivamente. Las grúas pórtico sobre raíles están ganando cuota desde un 9% del total de entregas en 2005 al 22% de 2009 (Tabla 31) debido a que las terminales están previendo crecimientos de tráfico importantes una vez se recupere la economía mundial tras la crisis, a que los RMGs ofrecen mayor aprovechamiento del patio (TEUs/ha), y porque permiten automatizar la operativa.

Tabla 31. Grúas pórtico entregadas 2005-2009

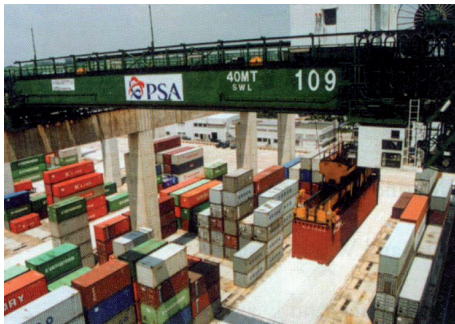
	2009		2008		2007		2006		2005	
RTGs	671	78%	708	81%	670	84%	917	88%	648	91%
RMGs	185	22%	169	19%	124	16%	122	12%	63	9%
Total	856		877		794		1039		711	

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Cargo Systems

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

Un sistema marginal de grúas pórtico es el desarrollado en el Puerto de Singapur, el *Over-Head Bridge Crane* (OHBC). Conceptualmente es similar a los puentes grúa utilizados en naves industriales. Consiste en 2 hileras de pilares de hormigón sobre los que se sitúan los raíles para las vigas carrileras, que se trasladan a lo largo de los pórticos, y que sujetan el *spreader* (ver Figura 94). El funcionamiento del sistema es completamente automático.

Figura 94. OHBC en Pasir Panjan Terminal de PSA. Puerto de Singapur



Fuente: [www.psa.com](http://www.psa.com)

La ventaja principal del OHBC es que permite trabajar con pilas de dimensiones mucho mayores que el resto de equipos dando lugar a densidades de apilado muy elevadas. Además la configuración rígida de la estructura simplifica mucho su automatización. Sin embargo, este sistema requiere mayores inversiones en obra civil, debido por una parte a la construcción de la infraestructura en sí, y por otra a la necesidad de disponer un pavimento mejor al de otros sistemas tanto por el peso de las pilas como por el de la propia estructura aportada. Otros inconvenientes son la dificultad en la gestión del patio (el apilado a gran altura obliga a realizar muchas remociones), y que para que el OHBC funcione correctamente, la transferencia de contenedores entre el muelle y el patio debe ser automática. Finalmente para el apilado hay que considerar la resistencia de los contenedores debido a la sobrecarga que sufren los de las posiciones inferiores si soportan el peso de 7 u 8 contenedores llenos.

Este sistema se implantó a mediados de los años 90 en la terminal Pasir Panjan Terminal, de PSA, en el puerto de Singapur. Ninguna otra terminal del mundo (ni siquiera las de grupo PSA) se ha decantado por su uso.

Finalmente existe otro tipo de grúas pórtico, los *Automatic Stacking Cranes* (ASC), que son una evolución automatizada de los pórticos sobre raíles.

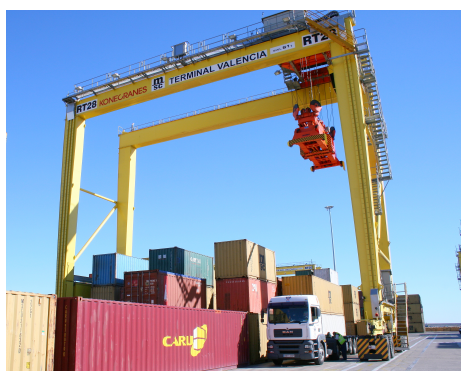
### 7.2.2.6. Rubber Tyred Gantry Cranes (RTG)

Los equipos *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTGs) o grúas pórtico sobre neumáticos son grúas autopropulsadas por un motor de explosión que se desplazan siguiendo trayectorias rectilíneas sobre las pilas de contenedores que ellas mismas van formando entre sus patas. También son capaces de trasladarse a otros bloques de contenedores gracias a los sistemas de giro de las ruedas. Estos giros se realizan sobre superficies especiales que evitan el desgaste de los neumáticos y del pavimento.

Analizando el patio de una terminal de *Rubber Tyred Gantry Cranes*, las pilas formadas por este tipo de equipos suelen disponerse paralelas al cantil y separadas una anchura suficiente que permita el tráfico de los medios de transporte horizontal. Cada cierta longitud los bloques de contenedores se interrumpen para intercalar viales de circulación que posibilitan el tráfico perpendicular al muelle.

Las dimensiones de las pilas son función del equipo utilizado, cuestión en la que se observan preferencias según la zona geográfica en la que se encuentra ubicado el puerto. Las terminales europeas de RTGs suelen apilar a un máximo de 3 ó 4 alturas con una anchura de bloque de 6 contenedores más un carril adicional para la carga y descarga sobre camiones o plataformas internas (ver Figura 95, Figura 96 y Figura 97). Pese a que este es el tamaño habitual, en puertos de Asia las dimensiones pueden ser mucho mayores con alturas de 1 sobre 7 y anchos de 13+1 contenedores, dando como resultado densidades de patio mucho más altas, similares a las que se obtienen al utilizar RMGs.

Figura 95. Estructura de RTG



Fuente: Fundación Valenciaport

Figura 96. Patio de RTGs



Fuente: Grupo Diario Editorial, SL

En función de la anchura y la altura de elevación, las dimensiones de los RTGs son las que se recogen en la Tabla 32:

Tabla 32. Dimensiones características de RTGs

Altura		Anchura	
Contenedores	mm	Contenedores	mm
3+1	12.340	5+1	20.800
4+1	15.240	6+1	26.600
5+1	18.140	7+1	26.400
6+1	21.040	8+1	29.200

Fuente: Konecranes

La carga que pueden manipular los RTGs es de 40,6 a 50,8 toneladas según utilicen un *spreader* individual o uno *twin lift*. Las velocidades características son las que aparecen en la Tabla 33:

Tabla 33. Velocidades características de RTGs

Característica	Valor
Velocidad de elevación con carga	26 - 28 m/min
Velocidad de elevación con <i>spreader</i> vacío	52 - 56 m/min
Velocidad de desplazamiento del carro	70 m/min
Velocidad máxima de traslación	130-135 m/min

Fuente: Especificaciones de los fabricantes

Los principales competidores de los equipos RTGs son los SCs ya que ambos tienen prestaciones que pueden ofrecer buen resultado en terminales con superficie de patio grande, que no requieran un uso intensivo de la misma ni tengan planificada su automatización. La Tabla 34 compara ambos sistemas.

Desde el punto de vista económico, en función de la distancia recorrida en la terminal, existe un rango entre los 250 y los 500 metros de recorrido medio entre el patio y el muelle en que los costes de los dos sistemas pueden considerarse similares. Por encima de los 500 metros sería más económico el uso de RTGs, mientras que por debajo de 250 metros es más conveniente el SC. En cualquier caso, si el coste de la mano de obra aumenta, se amplía el intervalo donde es más ventajoso el *straddle carrier* ya que este, en comparación, necesita menos manipuladores.

**Tabla 34. Comparación entre RTGs y SCs**

	RTG	SC
Coste de inversión	2,5 veces el SC (RTG + medios auxiliares)	
Coste operacional: - Elevación - Traslación - Manipuladores	Más eficiente Más eficiente 2 personas*	Menos eficiente Menos eficiente 1 persona
Coste de mantenimiento	Similar al SC	Similar al RTG
Utilización de espacio	5m <sup>2</sup> /TEU (pila 6x4)	12m <sup>2</sup> /TEU (pila 1x2)
Velocidad de operación - Traslado - En patio	Más lenta Menor rotación	Más rápida Mayor rotación
Flexibilidad	Menor	Muy alta
Automatización	Difícil	Difícil
Seguridad	Mayor	Menor

\*RTG y equipo auxiliar

Fuente: Monfort et al. (2001)

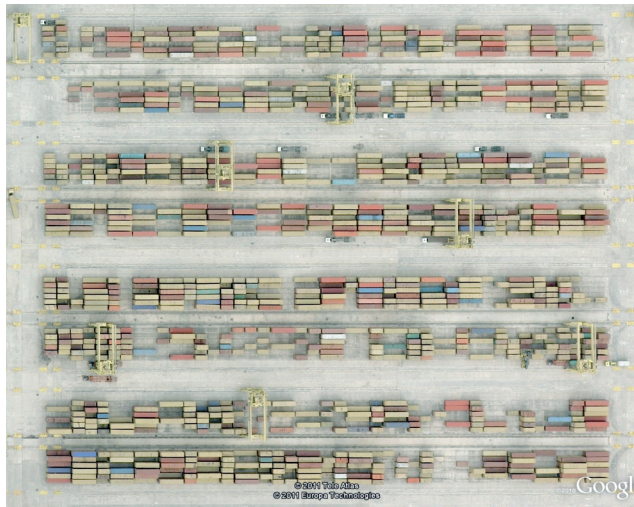
ZPMC es el mayor fabricante de RTGs, pero el mercado está más repartido que en el caso de otros equipos, y Kalmar, Konecranes, Fantuzzi, y Mitsui tienen cuotas de mercado por encima del 10%.

Las innovaciones que estos fabricantes han ido incorporando a los RTGs se centran por una parte en cuestiones relacionadas con el ahorro energético y por otra en todo aque-

llo relativo a la automatización parcial o total de los equipos, como la localización automática del contenedor o la traslación del pórtico a lo largo de una trayectoria rectilínea.

El coste de los RTGs depende de las características de los mismos, de los sistemas de incorporen, de su tamaño, etc, pero puede considerarse como referencia un coste de adquisición de 1.100.000 euros. Para los cálculos se supone que tienen una vida útil al menos de 10 años, dependiendo de su clasificación, y que sus costes de mantenimiento están alrededor del 10% del coste de adquisición.

Figura 97. RTGs en MSC Terminal. Puerto de Valencia



Fuente: Google Earth. © 2011 Tele Atlas. © 2011 Europa Technologies

#### **7.2.2.7. Rail Mounted Gantry Cranes (RMG)**

El *Rail Mounted Gantry Crane* (RMGs) es una grúa pórtico similar al RTG pero que se desplaza sobre raíles. Generalmente tiene dimensiones superiores a las de los pórticos sobre neumáticos. Este sistema, además de en puertos, se utiliza en muchas terminales interiores (puertos secos), y en terminales ferroviarias. Además puede ser una buena solución en terminales fluviales como la de Dortmund en la que el equipo de patio integra el sistema de carga y descarga de los buques y la R/E terrestre (ver Figura 98).

En una operación de descarga de buque, la grúa de muelle descarga el contenedor sobre una plataforma (o sobre otro vehículo de transporte horizontal), que se desplaza a la pila de patio. Allí, el RMG descarga y posiciona el contenedor en el patio. Los pórticos también atienden a los camiones externos. Los vehículos internos y externos circulan por viales que se suelen disponer en el costado exterior de las patas, por lo que las vigas sobresalen en voladizo para poder situar el *spreader* sobre los vehículos a cargar o descargar (Figura 99).

Figura 98. RMGs en Dortmund Terminal



Fuente: [www.ctd-dortmund.de](http://www.ctd-dortmund.de)

Figura 99. RMG en interconexión tren-camión



Fuente: Konecranes Ausio SLU

Los patios de las terminales de RMG están formados por grandes pilas longitudinales contiguas, generalmente perpendiculares al muelle. Esta disposición permite que las trayectorias de los medios de transporte horizontal y de los medios de recepción y entrega no se crucen ya que los primeros son atendidos en el extremo de pila más cercano al cantil y los segundos en el otro extremo que además suele estar situado más cerca de la puerta de la terminal. Este *layout*, además de incrementar la seguridad al separar los flujos de vehículos, reduce la distancia a recorrer por los distintos medios de transporte (ver Figura 100).

Figura 100. RMGs automáticos. APM Terminals en Norfolk, Virginia



Fuente: Konecranes Ausio SLU

En lo que al tamaño de pila se refiere, el ancho de las pilas formadas por RMGs pueden alcanzar hasta 20+1 contenedores, aunque lo más habitual son las de una anchura de 6+1 u 8+1. Respecto a su capacidad vertical de apilamiento, estos equipos pueden llegar a apilar a una altura de 8+1 (ver Figura 101).

Figura 101. RMGs en Hanjing Terminal. Puerto de Busan



Fuente: Hanjin Newport Co. (HJNC)

Entre las principales ventajas de los RMGs se encuentran el aprovechamiento de la superficie de patio debido al tamaño de pilas (anchura entre 6 y 15 contenedores o incluso mayor, y altura entre 4 y 5 contenedores) que son el sistema más sencillo de automatizar porque al circular los pórticos sobre raíles tienen menos grados de libertad y por tanto no necesitan sistemas de direccionamiento automático.

Sin embargo, el sistema de guiado sobre raíles también tiene algunos inconvenientes. Entre las desventajas de los RMGs se encuentran su peso, consecuencia de su tamaño,

mucho mayor al del resto de equipos, lo que exige mayor resistencia de las cimentaciones; y la poca flexibilidad, resultando muy complejo modificar la disposición de la terminal una vez puesta en servicio tanto a nivel técnico como económico. La operativa también tiene dificultades: si hay dos pórticos o más en una misma pila, y son del mismo tamaño, no pueden cruzarse, lo que dificulta las operaciones cuando hay recepción y entrega de camiones simultáneas a carga y descarga de buques, o cuando uno de ellos se avería. Esto se suele solucionar haciendo pórticos pasantes de modo que un pórtico sea menor al otro y puedan cruzar sus trayectorias. Un inconveniente adicional es que la mayor altura de apilado supone un mayor número de remociones y por lo tanto un descenso de la productividad neta, además de los problemas que pueden surgir para realizarlas si la ocupación del patio es muy alta.

La Tabla 35 compara los equipos RMGs con los RTGs dejando patentes los puntos fuertes y débiles de cada sistema.

Tabla 35. Comparación entre RMGs y RTGs

	RMG	RTG
Dimensiones	Mayores	Menores
Densidad de Patio	Mayor	Menor
Velocidad de traslación	Mayor	Menor
Mantenimiento	Complicado	Más sencillo
Exigencia explanada	Mucho mayor	Menor
Flexibilidad - Cambio de <i>layout</i> - Cambio de calle	Casi nula Muy caro	Mayor Posible
Diseño de operaciones	Complicado	Fácil
Automatización	Fácil	Difícil

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Monfort, A. et al. (2001)

El mayor fabricante de estos equipos es ZPMC, con una cuota de mercado de alrededor del 70%. Otros proveedores son Konecranes, Künz, Kalmar, Liebherr o Baltkran.

Alguna de las características principales de las grúas RMG se recogen en la Tabla 36:

Tabla 36. Características de las grúas RMG

Característica	Valor
Carga máxima	Hasta 50,8 t
Gama de envergaduras	Entre 19 y 50 m (de 5 a 16 cont.) anchura
Altura de elevación	Entre 3+1 (12,6 m) y 5+1 (18,4 m)
Velocidad de elevación con carga	30 m/min
Velocidad de desplazamiento del carro	Hasta 150 m/min
Velocidad de traslación del pórtico	Hasta 240 m/min
Carro giratorio (opcional)	Entre 1 y 2 rpm

Fuente: Konecranes

La innovación en este tipo de equipos está dirigida a su automatización completa. El hecho de que los RMGs se trasladen sobre carriles facilita mucho esta tarea. Los avances en este sentido están fundamentalmente centrados en la localización de contenedores, el posicionamiento de equipos, en sistemas teledirigidos de toma del contenedor y en sistemas de control de balanceo del *spreader*.

En algunas terminales se están implantando sistemas de patio automáticos. Los pórticos automáticos sobre raíles se llaman *Automatic Stacking Cranes* (ASC). Estos equipos funcionan sin manipulador en la propia máquina. Cuando se trabaja con ASCs se puede automatizar la transferencia entre muelle y patio con AGVs (ver Figuras 102 y 104). También se puede optar por el *decoupling* (ver apartado 7.4.3), con equipos automáticos (sistema *cassette*) o manuales (con *shuttle carriers*). Por su parte, la recepción y entrega de camiones terrestres se hace de modo semiautomático: el camión se coloca en la cabecera de la pila, en una zona separada del ASC por una valla. Una vez en posición, el conductor pulsa un botón que está en un poste y se queda fuera de la cabina. El ASC realiza la operación de modo automático, salvo los últimos metros, que los supervisa por control remoto un operador desde una torre utilizando las cámaras disponibles (ver Figura 103).

Un coste de adquisición orientativo para los RMGs ronda los 2 millones de euros, aunque depende de muchas variables. Habitualmente se considera que el coste de mantenimiento anual es del 8% y que la vida útil es, al menos, de 20 años.

Figura 102. ASCs y AGVs en una terminal de ECT. Puerto de Rotterdam



Fuente: Europe Container Terminals (ECT)

Figura 103. Recepción y entrega con ASCs en CTA, Hamburgo



Fuente: Fundación Valenciaport

Para finalizar este capítulo, la Tabla 37 presenta un resumen cualitativo de las características de los equipos de patio de las terminales de contenedores y la Tabla 38 especifica la densidad superficial, la altura media de apilado y la capacidad estática de la terminal según el tipo de equipo de almacenamiento utilizado.

Figura 104. AGVs cargados y ASCs en una terminal de ECT. Puerto de Rotterdam



Fuente: Europe Container Terminals (ECT)

Tabla 37. Caracterización cualitativa de las TPCs en función del equipamiento de patio

	Plataformas	Carretillos	Reachstackers	Straddle Carriers	RTGs	RMGs
Altura de apilado cont. llenos	1	3 (llenos) 6-9 (vacíos)	3	2-3	3-5	4-5
Anchura de pila	np	4 (llenos) Vacíos en bloque	4	1	6	8-12
Densidad superficial	Muy baja	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Requisitos de pavimentación	Muy bajos	Muy bajos	Muy bajos	Medios	Altos	Muy altos (raíles)
Coste de adquisición	Alto	Bajo	Medio	Alto	Alto	Muy alto
Coste de mantenimiento	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
Años vida útil	5	6-7	8-10	7-8	10	20
Posibilidad de automatización	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
Costes de personal	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto	Muy baja
Capacitación del personal	Baja	Baja	Medio	Alta	Alta	Baja
Integridad de contenedores	Alta	Baja	Baja	Baja	Media	Alta
Flexibilidad de operaciones	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja
Facilidad de ampliación	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja
Facilidad cambio de layout	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Muy baja
Eficiencia energética	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Alta
						

Tabla 38. Densidad superficial y capacidad estática de las TPCs según el tipo de equipo de almacenamiento

Equipo (anchura; altura nominal de apilado)	Densidad Superficial (Huellas_TEU/ha)	Altura Operativa Media (h)	Densidad del Sistema o Capacidad Estática (TEUs/ha)
Plataforma (chasis)	150 – 250	1,00	150 – 250
Carretilla (-; 3)	130 – 190	1,80	235 – 345
Reachstacker (-; 3)	200 – 260	1,80	360 – 470
SC (-; 3+1)	265 – 290	1,80	480 – 525
RTG (6; 4+1)	260 – 300	2,40	625 – 720
RTG (7; 5+1)	290 – 310	2,75	800 – 855
RTG (8; 5+1)	300 – 350	2,75	825 – 965
RMG (9; 4+1)	340 – 430	2,80	955 – 1.205

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de fuentes varias

### 7.3. Subsistema de recepción y entrega

#### 7.3.1. Introducción

El subsistema de recepción y entrega terrestre resuelve la interfaz entre el modo terrestre, atendiendo a trenes y camiones externos, y la terminal.

Como se menciona en el apartado 3.1, en la terminal hay que distinguir entre las operaciones de acceso y salida de la terminal y las de recepción y entrega de contenedores. Las primeras están asociadas al funcionamiento de las puertas terrestres y a los procedimientos de identificación de vehículos y contenedores, mientras que la recepción y entrega depende de los equipos asignados propiamente a dicha operativa y del sistema de gestión que organiza el trabajo y maneja el volumen de información vinculado al mismo. Una cuestión adicional es que la recepción y entrega se entienden desde el punto de vista de la terminal y no según el transporte externo. Así una operación de recepción es aquella en la que el camión (o el ferrocarril) es descargado del contenedor que transporta, mientras que en una operación de entrega, la terminal carga un contenedor sobre el vehículo externo.

En las puertas, los camiones deben seguir un procedimiento de acceso relacionado con la documentación del transporte que están realizando, si llevan un contenedor a la terminal, o con el traslado que van a realizar, si van a recoger un contenedor. La recepción y entrega físicas se realizan en las pilas o en unas zonas destinadas a ese propósito. Para el ferrocarril, el proceso documental es similar al del buque, con listas de carga y descarga, aunque más sencillo.

La gestión de la operativa de recepción y entrega y el equipamiento que se utiliza en la misma dependen fundamentalmente del tipo de equipo principal de almacenamiento.

### **7.3.2. Equipos de recepción y entrega**

En la Tabla 39 del apartado 7.4.1 se puede ver el tipo de equipo que suele utilizarse para el transporte de contenedores entre el patio y la zona recepción y entrega en función de que el transporte externo sean camiones o ferrocarril.

Así, para terminales de carretillas o de *reachstackers*, son estas máquinas las que trasladan los contenedores entre el patio y los vehículos externos, camiones y ferrocarril, y los cargan y descargan. El ferrocarril suele ubicarse en la parte trasera de la terminal, y en general los contenedores que se van a cargar en él se van acopiando en una pila cercana a la vía para que la operación pueda efectuarse de forma rápida. Cuando el tren llega, las carretillas o *reachstackers* lo descargan, y normalmente trasladan directamente los contenedores al patio enlazando la recepción con el transporte interno. Una vez completada la descarga, se carga el tren. Por su parte, la recepción y entrega de camiones puede hacerse en la pila o en una zona de la terminal donde estacionan. En el primer caso, y después de realizar los trámites de acceso, los camiones llegan a la pila y la máquina trasfiere el contenedor entre la pila y el camión. En el segundo caso, es necesario un tramo de transporte horizontal entre la pila y la zona de recepción y entrega.

Si se utilizan *straddle carriers* para la manipulación en patio, la recepción y entrega de camiones se realiza en un área de la terminal destinada a ese propósito. El SC traslada el contenedor entre el patio y la zona de recepción y entrega y allí carga o descarga el camión (ver Figura 105).

Figura 105. *Straddle carrier* en recepción y entrega



Fuente: Fantuzzi Noell Iberia S.L.U.

Los SCs son equipos poco adecuados para la carga y descarga de ferrocarriles porque tienen que recorrer el tren desde el final hasta situarse en una determinada plataforma para cargar o descargar un contenedor y después volver a salir por el final. Además sólo puede trabajar un SC sobre cada tren. Considerando ambas cuestiones se concluye que los SCs son equipos poco eficientes para esta operativa. Pese a ello, en algunos casos se utiliza (ver Figura 106), aunque lo habitual en terminales de *straddle carriers* es que se utilicen carretillas o *reachstackers* para atender al ferrocarril.

Figura 106. *Straddle carriers* operando sobre ferrocarril



Fuente: Cargotec Iberia, S.A. (Kalmar)

En el caso de pórticos, ya sea RTGs o RMGs, la recepción y entrega de camiones la hace el propio pórtico en la pila, en un vial para ello situado en el lado interior o exterior de las patas del pórtico (ver Figura 107).

Figura 107. Recepción de camión con RTG



Fuente: Fundación Valenciaport

Como ya se ha mencionado en el apartado 7.2.2.7, si los pórticos son ASCs, la recepción y entrega suele realizarse de forma semiautomática: los camiones externos se colocan en las cabeceras de las pilas y esperan a ser atendidos por los pórticos. Estas operaciones se realizan por control remoto de modo que un único manipulador puede operar varios ASC.

Si el patio es de RTGs para la carga y descarga de ferrocarril se utilizan equipos auxiliares, como carretillas o *reachstackers*, que se encargan además del traslado de los contenedores entre el patio y el ferrocarril. Como ocurre en el caso de SCs, la carga suele prepararse acopiando los contenedores en una zona cercana a las vías mientras que en la descarga normalmente se trasladan los contenedores directamente desde el ferrocarril hasta el pie de la pila para que el pórtico los coloque.

Las terminales con muchos contenedores terrestres de ferrocarril, y que tienen una playa de vías al fondo de la terminal, suelen usar RMGs para la carga y descarga de trenes.

Esto ahorra espacio porque las vías pueden estar bastante próximas entre sí puesto que no es necesario que las carretillas accedan al costado de cada tren.

En otras ocasiones el RMG es lo bastante grande como para abarcar el patio y las vías y realiza la transferencia directamente entre el ferrocarril y el patio. En este caso se haría en una misma maniobra la entrega, el transporte interno y el apilado.

Finalmente, las carretillas *sideloaders* son especialmente apropiadas para recepción y entrega del ferrocarril en el caso de que haya poco espacio y otras carretillas no puedan acceder frontalmente a los contenedores (ver Figura 108). Las *sideloaders* se desplazan a lo largo del tren, se colocan a lado de la plataforma a cargar o descargar y enganchan el contenedor y se lo montan encima, desplazándose siempre en paralelo al ferrocarril, sin necesidad de girar.

Figura 108. *Sideloaders* de Fantuzzi



Fuente: Fantuzzi Noell Iberia S.L.U.

## 7.4. Subsistema de interconexión

### 7.4.1. Introducción




Este subsistema se encarga del traslado de contenedores entre los demás subsistemas. Es resultado del tipo de equipo elegido para el transporte interno de contenedores y del modo de gestión de la información asociada a esos movimientos.

La tipología de equipamiento de patio determina el tipo de equipos de transporte horizontal a emplear en cada uno de los movimientos a realizar (ver Tabla 39), que son:

- Traslado de contenedores entre el muelle y el patio.
- Traslado de contenedores entre el patio y la zona de recepción y entrega de camiones.
- Traslado de contenedores entre el patio y el ferrocarril.
- Otros movimientos, como posicionamiento para inspección .

En general, los cambios de posición de los contenedores en el patio suelen realizarlos los propios equipos de patio, aunque en ocasiones es necesario el apoyo de otros medios, como ocurriría en el caso de los trabajos de *housekeeping* (organización del patio fundamentalmente para facilitar la carga de las siguientes escalas) que pueden suponer el cambio de pila de los contenedores.

Tabla 39. Equipo de interconexión para cada transporte horizontal según el tipo de equipamiento de patio

EQUIPO DE PATIO	 Muelle ← → Patio	 Patio ↔ R/E Camiones	 Patio ↔ R/E Ferrocarril	OTROS MVTOS
CARRETIILLAS	T+P o Carretillas	Carretillas	Carretillas	Carretillas y/o T+P
SCs	SC	SC	Carretillas	SC o Carretillas
RTG	T+P	RTG	RTG; T+P y carretillas	Carretillas o T+P
RMG	T+P o <i>Shuttle carrier</i>	RMG	RMG y T+P o T+P y carretillas	Carretillas y/o T+P
ASC	AGV o <i>Shuttle carrier</i>	ASC	SC o T+P y carretillas	Carretillas

T+P: sistema de tractor más plataforma

R/E: Recepción y entrega

Fuente: Fundación Valenciaport

El transporte horizontal entre el muelle y el patio se puede realizar con la combinación de tractor más plataforma, en el caso de que en el patio se utilicen pórticos; con las mismas máquinas que se utilizan para el almacenamiento si las terminales son de carretillas, *reachstackers* o *straddle carriers*; y con AGVs en terminales automatizadas que en el patio utilizan pórticos automáticos ASCs. En el caso de que las distancias entre muelle y patio sean muy grandes, las terminales de carretillas o de SCs también suelen utilizar el sistema de tractor más plataforma. Otro sistema podría ser el de mini SCs (*shuttle carriers*).

La recepción y entrega para camiones externos suele hacerse con el equipo de patio, aunque también pueden utilizarse equipos auxiliares, por ejemplo carretillas para la recepción y entrega de contenedores vacíos sea cual sea el sistema de patio, o con SCs en terminales automatizadas con ASCs.

La carga y descarga del ferrocarril se realiza normalmente con carretillas. En la actualidad, el equipo preferido para estas tareas es el *reachstacker*. Si el tráfico de ferrocarril es muy importante y la terminal tiene una gran playa de vías, puede utilizarse el RMG para la atención del ferrocarril. En este caso, para el traslado de contenedores entre el ferrocarril y el patio de almacenamiento se utilizan los propios pórticos sobre raíles si la configuración de la terminal lo permite, o un sistema auxiliar (carretillas o tractor más plataforma).

### **7.4.2. Equipos de transporte horizontal**

#### **7.4.2.1. Sistema de cabeza tractora y plataforma**

La utilización como medio de manipulación en patio de cualquier tipo de grúa pórtico no automática, ya sea RTG o RMG, supone generalmente el empleo de cabezas tractoras más plataforma como medio de interconexión de subsistemas (ver Figura 109).

Figura 109. Cabeza tractora y plataforma Terberg. Terminal TCV. Puerto de Valencia



Fuente: Fundación Valenciaport

Antes de entrar en la descripción detallada del sistema conviene hacer alguna aclaración sobre la nomenclatura. Al conjunto de cabeza tractora más plataforma se le ha llamado camión interno. En cuanto a las cabezas tractoras, en la bibliografía y en las terminales se les suele llamar tractores o mafis (pese a que Mafi es un nombre comercial), o *yard tractors* en inglés. Respecto a la plataforma, se ha detectado que también se le llama remolque, semirremolque, tráiler, semitráiler o chasis. El uso del término “remolque” puede inducir a confusión ya que tiene dos significados aplicables al contexto del transporte de mercancías. Por una parte, remolque corresponde a un vehículo sin motor que debe ser remolcado, pero por otra parte, en el caso concreto del transporte de contenedores, se aplica el término de remolque (o tráiler) a vehículos con eje delantero, mientras que se utiliza semirremolque (o semitráiler) para los que no tienen eje delantero y para el transporte deben

apoyarse sobre la quinta rueda que lleva la cabeza tractora. Y las terminales de contenedores pueden utilizar cualquiera de los dos tipos de equipos. Así, que para evitar la ambigüedad del término, la palabra remolque no se usa como sinónimo de plataforma. Tampoco se utiliza el término “chasis” por si parece referirse exclusivamente a las plataformas de tipo *skeletal*, excluyendo a las del tipo *flat-bed* (que se describen más adelante).

### Cabezas tractoras

Las cabezas tractoras son automóviles concebidos y construidos para el arrastre de un remolque o de un semirremolque. Disponen de tracción pero por sí mismos no tienen capacidad de carga (ver Figura 110).

Figura 110. Cabeza tractora de terminal 4x2 de Terberg



Fuente: Terberg Benschop B.V.

Estos vehículos tienen características diferentes a las cabezas tractoras de carretera como resultado de su adaptación al trabajo que deben realizar, con los siguientes requisitos:

- Velocidades de tránsito reducidas.
- Paradas y arrancadas frecuentes.

- Giros cerrados en superficies limitadas.
- Alta maniobrabilidad.
- Transporte de hasta 350 toneladas para el sistema multi-tráiler.

Para satisfacer estas necesidades, las cabezas tractoras deben disponer de potencias que oscilan entre 150 y 300 kW. Las de carretera pueden superar los 400 kW, pero el aprovechamiento de esa potencia se hace de forma diferente. En el caso de tractores de terminal la caja de cambios tiene un papel fundamental, transmitiendo a las ruedas mayor potencia a menor velocidad para permitir arranques con mucha carga y de forma continuada. Además, como no es necesario alcanzar altas velocidades (en general no se superan los 40 km/h), no suelen tener más de 6 marchas. Por su parte, las cabezas tractoras de carretera tienen hasta 18 marchas, que normalmente funcionan con cambio automático.

La tracción de las cabezas tractoras de terminal puede ser 4x2, 4x4 y en menor medida 6x4. La capacidad de la quinta rueda oscila entre 32 y 45 toneladas.

Atendiendo a su cuota de mercado los fabricantes más importantes de cabezas tractoras para terminales de contenedores son Capacity of Texas, CVS Ferrari, Cargotec/Kalmar, Mafi, MOL, Terberg Benschop y Crane Carrier Company.

Estos fabricantes están introduciendo mejoras en sus equipos en aspectos referidos a la mejora de la productividad, la seguridad, la eficiencia energética, la ergonomía del conductor y la reducción de emisiones.

### **Plataformas**

Al igual que ocurre con las cabezas tractoras, las plataformas para terminales son equipos especiales que resultan de la adaptación de los que se utilizan para el transporte por carretera. Según Monfort et al. (2001), las plataformas de terminal se distinguen de las de carretera especialmente por el peso que soportan, por la suspensión y por el chasis. Las plataformas de carretera se diseñan pensando en los requerimientos que van a tener que soportar en los viajes que el camión realice por carretera, con todo lo que ello supone en cuanto al cumplimiento de las normas de circulación, distancias a recorrer, velocidad de desplazamiento y trazado de las vías. Sin embargo las condiciones en las que se trabaja en la terminal pueden diferir mucho de las de la carretera, lo que implica que haya dise-

ños de plataforma diferentes adaptados a cada una de las dos circunstancias de trabajo. Las principales diferencias son:

- El peso máximo autorizado en carretera no suele superar las 30 toneladas de carga útil, aunque la cifra depende del país. En cambio, en las terminales no existen pesos máximos por lo que una plataforma puede llegar a cargar dos contenedores de 20 pies llenos, o sea, hasta 60 toneladas. A ello hay que añadir los sobrepesos que se producen cada poco tiempo, al cargar o descargar un contenedor, cuando el *spreader* apoya sobre el contenedor o cuando se abren los *twislocks* y el contenedor “cae” sobre la plataforma.
- Los recorridos en carretera son mucho más largos que los que se realizan en una terminal. Además en carretera se circula a velocidades significativamente mayores, unos 70 km/h de media frente a 20 km/h en la terminal.
- Los trazados de las carreteras suelen requerir pocos cambios bruscos de dirección respecto al total de kilómetros realizados. Sin embargo, en las terminales el número de frenadas por kilómetro recorrido aumenta enormemente, así como las curvas cerradas que se realizan en la zona del muelle o en los viales del patio, con lo que ello conlleva de desgaste para los neumáticos y los ejes, y los requerimientos de las suspensiones.
- En carretera la plataforma debe llevar bien sujeto el contenedor para evitar accidentes, mientras que en las terminales los contenedores no suelen ir fijados sobre la plataforma ya que los trayectos son muy cortos y la operativa sería mucho más lenta y cara.
- Las plataformas de terminal tienen suspensiones neumáticas con ballesta. En el tipo de suspensión influye el mayor peso a soportar, la cantidad de curvas cerradas que hay que hacer y el hecho de que el contenedor no va sujeto a la plataforma. Debido a estas circunstancias, son necesarias unas suspensiones más resistentes y que no se deformen, ni cuando el camión está parado (en la operación de carga, si la suspensión fuera mecánica la altura de la plataforma variaría, dificultando la labor de la grúa), ni en movimiento, para que el contenedor no vuelque en las curvas.
- En los remolques de carretera, la quinta rueda o placa de enganche se eleva, por lo que hay una sobrecarga en el eje trasero del remolque. Con la suspensión neumática con ballesta todos los ejes traseros tocan el suelo y la carga se reparte entre ellos.

- La distancia entre ejes del tándem trasero en un remolque de terminal es menor que en los de carretera, mejorando el radio de giro del camión y la estabilidad.
- Finalmente, las plataformas internas y externas también se diferencian en el chasis. En las terminales suele utilizarse, aunque no siempre, el chasis tipo *skeletal* (Figura 111) frente al *flat-bed* (Figura 112), evitando un sobrepeso que no aporta ningún valor resistente o de sujeción.

Figura 111. Plataforma tipo *skeletal*



Fuente: Broshuis BV

Figura 112. Plataforma tipo *flat-bed*



Fuente: Fundación Valenciaport

Las primeras plataformas *skeletal* no podían transportar contenedores que aún llevaran enganchados los *twistlocks*. Esto significaba que se debían quitar los *twistlocks* manualmente mientras el contenedor estaba en el aire, lo que suponía una maniobra peligrosa. A medida que las normas de seguridad se han ido endureciendo, ha sido necesario desarrollar un remolque que evitara este problema. Esto se ha conseguido utilizando un chasis que deja libres las esquinas.

Por otra parte, la repetición continuada de la operación de carga del camión ha impelido a las terminales y a sus proveedores a equipar las plataformas con guías que faciliten la labor del gruista y que además aporten cierta sujeción al contenedor. Las hay de diferentes tamaños y dispuestas de distintas maneras sobre la plataforma en función de la posición en la que se quiera dejar el contenedor, pero todas guían al contenedor en el último tramo del movimiento, aquel en el que se requiere mayor pericia (Figura 113).

Figura 113. Plataforma tipo *skeletal* con guías



Fuente: Fundación Valenciaport

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

Como puede apreciarse por las imágenes, las plataformas de terminal suelen ser semirremolques con 2 o 3 ejes, aunque también existen remolques (Figura 114).

Figura 114. Remolque tipo *skeletal*



Fuente: Broshuis BV

Finalmente, los *rolltrailer* son un tipo de plataformas con chasis a poca altura y gran capacidad de carga que se utilizan para mercancía general, como productos siderúrgicos o grandes piezas, pero que también pueden usarse en terminales de contenedores (ver Figura 115).

Figura 115. *Rolltrailer*



Fuente: Fundación Valenciaport

Un modo de aumentar el rendimiento del sistema es el transporte simultáneo de varios contenedores. Todas las plataformas de terminal pueden trasladar dos contenedores llenos de 20 pies, pero las mejoras introducidas en este sentido se refieren, por una parte, al apilado a doble altura en una única plataforma para poder transportar hasta 4 contenedores de 20 pies (ver Figura 116), y por otra, a la utilización de sistemas multi-tráiler en los que una única cabeza tractora remolca varias plataformas.

Figura 116. Plataformas de apilado a doble altura



Fuente: [www.buisacar.com](http://www.buisacar.com)

A finales de los años 70, el operador ECT, en colaboración con el fabricante de equipos Buisacar y la universidad de Delft desarrollaron el sistema denominado *Multi Trailer System* (MTS). Dicho sistema consiste en enganchar varias plataformas a una misma cabeza tractora, a modo de convoy, mejorando el rendimiento del sistema de transporte entre muelle y patio, ya que con un solo conductor y una sola cabeza tractora se pueden transportar varios contenedores simultáneamente (Figura 117). Hace unos años otras empresas han empezado a fabricar los componentes del sistema o a utilizarlos en sus terminales.

Figura 117. Sistema Multi-Tráiler de Buiscar con cabeza tractora Terberg



Fuente: Terberg Benschop B.V.

El hecho de que ECT todavía emplee este sistema en sus terminales, incluso en las nuevas, confirma que se trata de un sistema fiable y rentable. Fundamentalmente existen dos tipos de trenes, el largo y el corto. El tipo largo consiste en utilizar una cabeza tractora para remolcar entre cuatro y siete plataformas, de modo que se pueden transportar hasta 14 TEUs (2 por plataforma). Este tipo de multi-tráiler, con 5 plataformas para un máximo de 10 TEUs, fue el que empezó utilizando ECT para el transporte de contenedores en tránsito tanto dentro de una terminal como entre sus terminales del puerto de Rotterdam. El tipo corto se utilizó por primera vez en la terminal Eurokai en el puerto de Hamburgo. El fabricante Gaussin desarrolló un MTS corto, con una cabeza tractora, un semi-remolque de un solo eje y dos plataformas de dos ejes.

El sistema multi-tráiler incorpora tres características respecto a los trenes de carretera que facilitan su maniobrabilidad y operatividad. La primera es que las plataformas siguen perfectamente la trayectoria marcada por la cabeza tractora gracias a un sistema de ruedas autodireccionables. Este elemento representa una gran ventaja cuando se está

trabajando en un área limitada, los recorridos que se efectúan tienen muchas curvas y hace falta cierta precisión para colocar los contenedores debajo de las grúas o al costado de las pilas. La segunda característica es la secuencia de frenado ordenada de las plataformas. Cuando el conjunto frena, lo hace primero la última plataforma y la fuerza se va transmitiendo sucesivamente a las plataformas anteriores y por último a la cabeza tractora. Esto permite que las plataformas sigan alineadas, gracias al efecto tirante que se da. Si la secuencia de frenada fuera la inversa, sería fácil que las últimas plataformas se salieran del trazado marcado por la cabeza tractora, sobre todo en frenadas en curva, o que se produjeran choques entre las plataformas. Por último, la tercera característica es que el conductor controla la conexión de las plataformas desde la cabina: ni la conexión física para la transmisión del movimiento, ni las conexiones eléctrica o neumática para las luces o la frenada requieren que el conductor baje de la cabina, mejorando la seguridad.

En cuanto al rendimiento, el sistema multi-tráiler mejora los resultados conseguidos con el sistema de cabeza tractora más plataforma. No obstante, la ventaja no es directamente proporcional al número de TEUs que transporta el multi-tráiler: la operativa con trenes de cinco plataformas no tiene un coste de la quinta parte de la operativa con camiones con una única plataforma. Obviamente aparecen otros factores que alteran esa relación. Por un lado, es necesario emplear más plataformas en el caso del sistema multi-tráiler que en el sistema convencional. Suponiendo una operación de carga y descarga de un buque con una sola grúa, podría hacerse una operativa adecuada con 5 camiones (el número depende, entre otros factores, de la distancia a recorrer o del rendimiento de la grúa). Sin embargo, con el sistema multi-tráiler será necesario disponer al menos de dos trenes, ya que mientras uno está sirviendo a la grúa, el otro estará en el patio. Trabajando con dos trenes, en algún momento del ciclo o la grúa de muelle o las de patio están paradas esperando que llegue el convoy. Así para que la operativa funcione con fluidez harían falta al menos tres trenes. No obstante, si hay varias grúas trabajando en muelle, se pueden obtener economías de escala si los multi-tráiler sirven a varias grúas (*pooling*), optimizando las distancias que tienen que recorrer en el patio.

También hay que tener en cuenta que los trenes de varias plataformas de largo necesitan más espacio para maniobrar, ya sea en las calles del patio o en el muelle. Y pese a que se optimicen los recorridos, algunos giros serán inevitables y el coste en infraestructura por contenedor manipulado será mayor, bien porque la terminal necesita más superficie o bien porque el área de almacenamiento se reduce debido a que es necesario tener viales más grandes o disponer de zonas de giro. La cuestión de la superficie adicional que

necesita este sistema influyó de forma decisiva en que PSA se decidiera a no implantarlo en la terminal Tanjong Pagar en el Puerto de Singapur y decantarse finalmente por utilizar una sola plataforma reforzada y con guías para transportar cuatro contenedores de 20 pies en dos alturas (ver Figura 118).

Por último, hay que tener en cuenta que un medio de transporte resulta productivo cuando va cargado. En el caso de cabeza tractora más plataforma, se puede suponer que la mitad del tiempo de trabajo va cargado. En cambio, con un tren de plataformas ese porcentaje de tiempo se reduce ya que para cargarlo por completo es necesario recorrer cierta distancia en el patio (en el caso de que se trate de una operación de carga del buque) o, si se está en operación de descarga, el tren empezará a estar infrautilizado cuando se deposite el primer contenedor en la pila correspondiente. Esta pérdida de eficiencia es menor cuanto mayor es la distancia que ha de recorrer el tren entre el patio y el muelle o entre terminales. Es por ello que su utilización se recomienda para distancias superiores a 250 metros. También es posible optimizar los recorridos apilando los contenedores en el patio de forma que toda la carga o descarga estén tan concentradas como sea posible.

Queda claro que un buen aprovechamiento de este tipo de equipos requiere un sistema operativo avanzado. Es necesario conocer en tiempo real la posición de cada contenedor en patio, puesto que las ubicaciones determinarán las trayectorias a seguir por los trenes. Esas posiciones deben asignarse siguiendo unos criterios que permitan que el tren se mueva por el patio en trayectorias lo más cortas y productivas posibles, es decir, transportando carga. Además hay que tener en cuenta los recorridos para minimizar los giros. Para que este sistema aporte unos buenos resultados son imprescindibles además las comunicaciones en tiempo real y un buen algoritmo de asignación de tareas.

Los fabricantes de plataformas, tanto simples como para el sistema Multi-Tráiler, más importantes por cuota de mercado son Buisson Cargo Solutions, CIMC, Magnum, MAFI, Seacom, Dutch Lanka, Gaussin, Novatech, Busby, Fabrisem y Houcon.

El sistema de cabeza tractora más plataforma se utiliza en muchas terminales del mundo, tanto pequeñas como grandes. Las cabezas tractoras son capaces de moverse con relativa rapidez en el patio de modo sencillo, flexible y seguro y son el mejor sistema para largos recorridos; por otra parte, además de un menor coste de adquisición, su uso en terminales con largas distancias ahorra combustible respecto a las carretillas elevadoras, *reachstacker* y SCs debido al menor peso del vehículo.

Figura 118. Plataforma de dos alturas en Tanjong Pagar Container Terminal. Puerto de Singapur



Fuente: PSA Singapore

### 7.4.2.2. Vehículos guiados automáticamente (AGV)

Los sistemas de AGVs (*Automated Guided Vehicles*), de manera simplificada, consisten en vehículos que se mueven de manera automática, sin conductor y que están concebidos para el transporte de mercancía, especialmente en tareas repetitivas y con alta cadencia. Este sistema garantiza el transporte de carga en una ruta predeterminada, de manera ininterrumpida y sin la intervención directa del hombre.

El operador ECT con el fabricante Gottwald desarrollaron conjuntamente este concepto de automatización para terminales de contenedores. La primera aplicación de este tipo de vehículos a una terminal se produjo a mediados de 1993 con la puesta en marcha de la terminal Delta Sea-Land (DSL) de la empresa Europe Combined Terminals (ECT) en Rotterdam. Se consiguió automatizar el tráfico entre el muelle y las pilas de almacenamiento. Se eligió el sistema de AGVs con ASCs en patio frente a otra alternativa automatizada de vehículos sobre raíles o grúas *Overhead* debido a la mayor flexibilidad que ofrecían los AGVs y a que era un sistema que llevaba usándose varios años con mucho éxito en otros sectores, especialmente en la industria pesada.

Los AGVs de las terminales de contenedores son plataformas sobre las que se depositan los contenedores. Tienen su propio motor, y en principio, tienen dos ejes con dos ruedas cada uno, aunque esto varía según los modelos (ver Figura 119). Permiten el transporte de un contenedor de 20', 40', 45' o 30' (según modelo) o de dos contenedores de 20' y llevan un componente bastante importante de tecnología de telecomunicaciones que permite que se desplacen respetando ciertas medidas de seguridad sin sufrir colisiones, además de tener controlada su posición en tiempo real.

Figura 119. AGVs en Euromax Terminal. Puerto de Rotterdam (ECT)



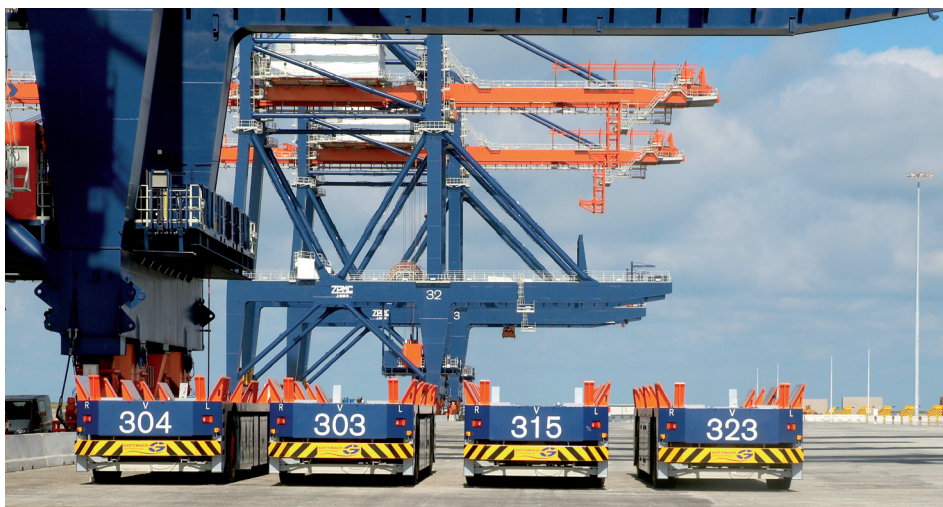
Fuente: Europe Container Terminal (ECT)

Los primeros AGVs se pusieron en marcha en la terminal DSL del puerto de Rotterdam, que adquirió 58 unidades, constituyendo la primera generación de los fabricados por la empresa Gottwald. A medida que ECT ha ido abriendo otras terminales en la península de Maasvlakte del puerto de Rotterdam, este fabricante ha ido introduciendo nuevas generaciones de AGVs. Para la terminal Delta Dedicated East (DDE) se adquirieron 53 unidades que aportaron fundamentalmente un aumento de velocidad del 35%; en la siguiente terminal, Delta Dedicated West (DDW), comenzaron con 41 AGVs funcionando con sistema *twin-lift* (un mismo AGV podía transportar hasta dos contenedores de 20' simultáneamente) y una velocidad aún mayor; en 2002, Gottwald ya había suministrado un total de 187 vehículos a las tres terminales automatizadas de ECT (ver Tabla 40).

En el año 2010, ECT empezó a operar la terminal Euromax (ver Figura 120), también en la península de Maasvlakte, con 96 AGVs que incorporan las siguientes mejoras:

- Funcionan con motores diesel-eléctricos, lo que ahorra hasta un 30% de combustible respecto a los anteriores AGVs diesel-hidráulicos, con la consiguiente reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Se mantiene el sistema de elevación *twin-lift* de la terminal DDW.
- Una mejora importante es que los AGVs de la terminal Euromax pasan por detrás de la grúa y no por debajo como en la terminal ECT Delta Terminal, con lo que se evita el efecto embudo.
- La terminal Euromax se ha diseñado de modo que detrás de cada grúa hay cuatro carriles para AGVs (en lugar de uno como ocurre en las Delta). Esto evita que una grúa tenga que detener la carga o descarga y esperar a que llegue el siguiente AGV.
- En la terminal Euromax la carga de combustible de los AGVs es totalmente automática. En el momento en que la cantidad de combustible de un AGV cae por debajo de cierto nivel, el sistema de la terminal emite la orden para conducirlo a una estación automatizada de llenado.
- La velocidad de los AGVs se aumenta a 6 m/s.

Figura 120. AGVs. Euromax Terminal. Puerto de Rotterdam (ECT)



Fuente: Europe Container Terminal (ECT)

Tabla 40. AGVs en las terminales de ECT

Año	Terminal	Nº AGVs	Tipo de elevación	Velocidad	Velocidad curvas	Aceleración/Decel (m/s <sup>2</sup> )
1993	DSL	58	Single lift	3 m/s	2 m/s	0,5/0,5
1996	DDE	43	Single lift	4 m/s	3 m/s	0,5/0,5
1999	DDW	41	Twin-lift	5 m/s	3 m/s	0,5/1,0
2009	EUROMAX	96	Twin-lift	6 m/s	3 m/s	0,5/1,0

Fuente: Fundación Valenciaport a partir de datos de Reuters & Franke 2000 y Gottwald

A partir de la puesta en marcha de los primeros AGVs en el puerto de Rotterdam, otras terminales han apostado por la utilización de los mismos, especialmente por la ventaja que aportan a la hora de reducir costes de mano de obra. Es por ello que no se puede hablar de un solo tipo de AGV sino de varios modelos que se diferencian entre sí por sus características técnicas (motor; neumáticos, velocidad, peso,...).

La terminal de Thamesport y el puerto de Singapur realizaron pruebas con AGVs pero no se decidieron a implantarlos. PSA hizo pruebas con vehículos de Kamag Transporttechnik GmbH & Co y de Mitsui Engineering & Shipbuilding CO (MES), aunque finalmente optó por el sistema de plataformas con cabezas tractoras. Thamesport estuvo probando vehículos de Terberg Benschop BV.

En 2001 inició operaciones la terminal de contenedores HHLA CT Altenwerder (CTA) en Hamburgo decidiendo implantar en su terminal este sistema de transporte horizontal, con un total 74 vehículos (ver Figura 121). La operativa es similar a la de la terminal Euromax de Rotterdam; cada AGV es guiado a su destino mediante ondas de radio (y localizado por GPS) desde la parte trasera de la grúa pórtico hasta la cabecera de una de las 22 pilas de contenedores, donde una grúa DRMG (*Double Rail Mounted Gantry crane*) descarga el contenedor y lo apila.

Muchas de las mejoras que se introducen en los nuevos diseños están encaminadas hacia el aumento de la fiabilidad. La fiabilidad del equipamiento es más importante en sistemas automatizados que en sistemas manuales. Es necesario dotar a las máquinas de múltiples sensores

Figura 121. AGVs. Terminal Altenwerder (CTA). Puerto de Hamburgo



Fuente: Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA)

para controlar su buen funcionamiento ya que no hay conductor que pueda avisar de los fallos que puedan producirse. De hecho, la mayor ventaja en la automatización del sistema es el ahorro en mano de obra aunque la inversión en equipamiento y sistema de gestión es mayor.

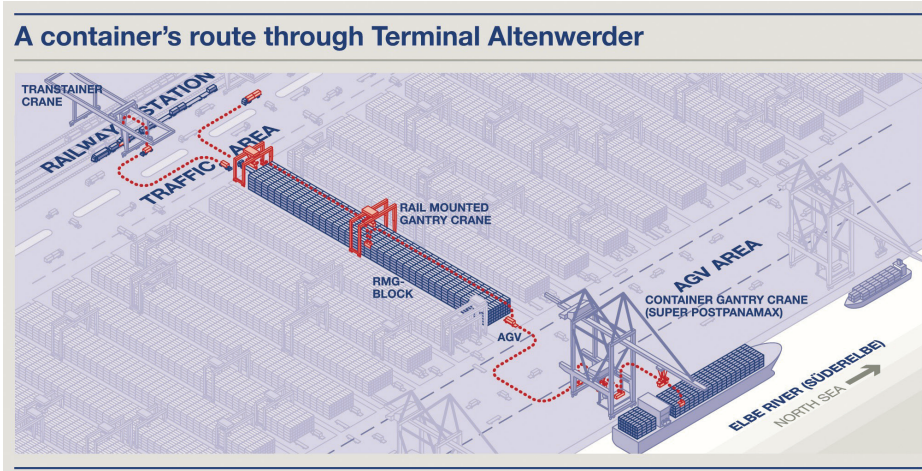
Dado el carácter automático de estas plataformas sólo pueden interactuar con maquinaria también automática o al menos que tenga automatizado el movimiento de interacción con los AGVs. Así, ECT ha automatizado el proceso de carga y descarga del contenedor sobre el AGV tanto de las grúas de muelle como de las de patio. En el primer caso se han utilizado grúas *double trolley*, con unas guías entre las patas que ayudan a situar correctamente el contenedor sobre el AGV. El movimiento del contenedor entre la grúa y el buque no se automatiza debido a la dificultad que introducen los movimientos tanto del buque como de la pluma causados por el viento, el propio peso de la carga o las mareas. En el patio, las grúas utilizadas son las *Automatic Stacking Cranes (ASC)* que actúan de forma automática cuando se trata de cargar o descargar contenedores del AGV pero de forma semi-automática cuando se trata de la recepción y entrega de camiones externos.

La terminal Altenwerder de Hamburgo, ha optado por utilizar el sistema DRMG (ver Figura 122) como grúas de patio en lugar de los ASCs, por varios motivos:

- Es la solución más económica.
- Se asegura una alta productividad.
- Se usa sólo tecnología muy probada.

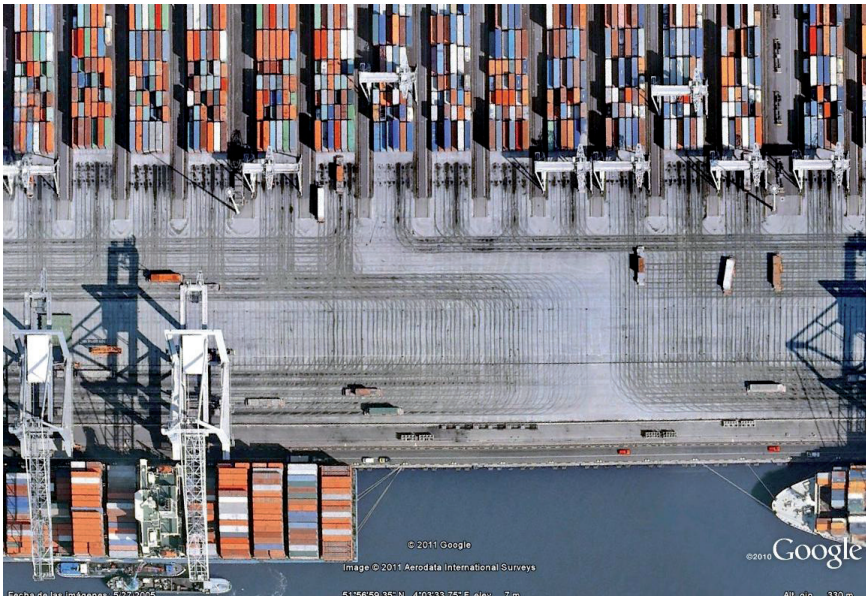
*La Terminal Portuaria de Contenedores  
como sistema nodal en la cadena logística*

Figura 122. Operativa de la terminal Altenwerder (CTA). Puerto de Hamburgo



Fuente: Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA)

Figura 123. AGVs. Terminal de ECT en Maasvlakte. Puerto de Rotterdam



Fuente: Google Earth. Image © 2011 Aerodata International Surveys. © 2011 Google

Gottwald es el principal proveedor de AGVs para terminales de contenedores. Ha suministrado más de 400 vehículos, alguno de los cuales ha estado trabajando más de 17 años.

La flota de AGVs de Gottwald está presente en las terminales de ECT en Rotterdam desde que empezaron a operar (ver Figura 123). La terminal de contenedores Altenwerder cuenta con una flota de más de 60 AGVs con velocidades de más de 21 km/h.

En la Tabla 41 se muestran las especificaciones técnicas de los AGVs de Gottwald.

Tabla 41. Especificaciones técnicas de los AGVs de Gottwald

Característica	Valor
Precisión en el posicionamiento	+/- 25 mm
Capacidad del depósito de combustible	1.400 l
Consumo de combustible	Según fabricante: 8 l/h
Tipos de contenedores	1 x 20', 1 x 40' y 1 x 45' 2 x 20' 1 x 30' (opcional)
Velocidades	Máx. velocidad en trayectoria recta: 6 m/s Máx. velocidad en curvas: 3 m/s
Capacidad de carga	Carga máxima (1 contenedor): 40 t Carga máxima (2 contenedores de 20'): 60 t
Dimensiones	Longitud (según parachoques) aprox. 14,8 m Ancho aprox. 3,0 m Altura de área de carga y descarga aprox. 1,7 m
Tara	25 t
Tamaño del neumático	18.00 R 25
Datos del motor	Fabricante: Mercedes-Benz Potencia: 260 kW Cilindros: V6

Fuente: Gottwald y datos de CTA

### 7.4.3 Decoupling

Una mejora importante en la transferencia entre muelle y patio es introducir el *decoupling*, que consiste en buscar la independencia de las operativas de muelle y patio de modo que, tanto la grúa de muelle como la de patio, recogen y depositan el contenedor del suelo, de una plataforma, o de un *cassette*, sin tener que esperar a que llegue el equipo de transporte interno. El *decoupling* puede ser total o parcial, se puede plantear con equipos manuales o automáticos y puede necesitar el apoyo de equipos intermedios (ver Tabla 42).

Tabla 42. *Decoupling* en el sistema de interconexión

	Automático	Manual
<i>Decoupling</i>	AGV-Lift	SC; Shuttle carrier
<i>Decoupling</i> con equipos intermedios	AGV-Cassette	T+P con cassette

Fuente: Fundación Valenciaport

En el *decoupling* total, tanto las grúas de muelle como las de patio operan sin esperar a los equipos de interconexión.

En el *decoupling* parcial las grúas de muelle depositan o recogen el contenedor de los equipos de interconexión, pero las de patio funcionan de modo desacoplado del sistema de transporte interno.

En el caso del AGV-Lift, en la cabecera de las pilas del lado del muelle se ubican unas plataformas fijas elevadas (a modo de andamio) y tanto el ASC como el AGV colocan o recogen el contenedor de ahí de modo automático. Las grúas de muelle sí tienen que trabajar directamente sobre los AGV. Se trata por tanto de un *decoupling* parcial automático.


El *shuttle carrier* es un equipo similar al *straddle carrier* pero de menor tamaño, y de altura 1+1. Con él se pueden elevar los contenedores lo suficiente para pasar uno por encima de otro, pero no sirve como equipo de almacenamiento. En cambio es un sistema ágil y rápido para la conexión muelle-patio. En general funcionan con manipulador, aunque a fecha de 2011 existe un sistema en funcionamiento con *straddle carriers* automáticos para esta transferencia muelle-patio, y está en diseño utilizar *shuttle carriers* automáticos

en otra terminal. Con estos equipos sí se consigue desacoplar el funcionamiento tanto las grúas de muelle como las de patio del sistema de transporte interno. Se trata de *decoupling* total.

Por su parte, en el *decoupling* con equipos intermedios, el equipo principal de interconexión necesita el apoyo de un sistema intermedio, el *cassette* (similar a una pequeña tarima), que se deposita en el suelo o se recoge solidariamente con el contenedor. Tiene la ventaja de que el contenedor se deposita o se recoge en cualquier punto del patio, aunque la operativa se diseña con una zona de *apron* en la cabecera de las pilas del lado del muelle donde los ASCs entregan y recogen los contenedores. El inconveniente es que se necesitan los *cassettes* para mover los contenedores, lo que encarece el equipamiento. La grúa de muelle trabaja sobre los *cassettes* de forma desacoplada de los AGVs o del camión interno, así que se trata de un *decoupling* total.

Los *cassettes* puede utilizarse en un sistema automático con AGVs especiales, de menos altura que los habituales, lo que les permite meterse debajo de ellos y con un sistema hidráulico, levantarlos vacíos o solidariamente con el contenedor.

La operativa también puede ser manual con cabeza tractora y plataforma. Los camiones internos recogen o entregan los contenedores con *cassette* tanto a pie de grúa de muelle como en la cabecera de pila de patio. Al utilizar *cassettes*, se ahorran plataformas (más caras), que no quedan inmovilizadas esperando a las grúas. Asimismo el almacenamiento de *cassettes* vacíos es más sencillo y consume menos superficie que el de plataformas, que además suelen sufrir daños cuando se apilan vacías.



*Science is the systematic  
classification of experience.*

George Henry Lewes,  
filósofo inglés

## Tipologías de TPCs: clasificación atendiendo al tráfico y al equipamiento

### 8.1. Introducción

En la actualidad existe una gran diversidad de terminales de contenedores con características físicas, de gestión y de tráfico muy diferentes entre sí.

Esto supone que pueden utilizarse varios criterios de tipificación de las terminales, basados en alguna de las características del tráfico o en los equipos que se utilizan.

### 8.2. Clasificación atendiendo al tráfico

Atendiendo al tráfico al que sirven, las terminales pueden ser clasificadas según el volumen de tráfico anual, según el origen y destino de los contenedores y en función del número de clientes (navieras) de la terminal.

#### 8.2.1. Clasificación en función del tamaño

Las terminales de contenedores suelen ser instalaciones especializadas dentro de un puerto en el que existen tráficos diferentes al de contenedores y que son atendidos en otras terminales (terminales de cereales, de tráfico ro-ro, de carbón, de productos petrolíferos u otros graneles líquidos, etc.). Puede ocurrir que el puerto esté dedicado exclusivamente al tráfico de contenedores. Por último, hay puertos que tienen varias terminales de contenedores, explotadas por empresas diferentes, aunque también sucede que en algunos una misma empresa explota más de una terminal.

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

Los datos disponibles sobre tráfico portuario se refieren principalmente a cifras de puertos o de operadores de terminales (empresas). No existe un registro completo de datos de tráfico de terminales, así que es difícil establecer un *ranking* de las mismas: faltan datos desglosados del tráfico de algunas grandes terminales aunque se conozca el valor acumulado de todas las terminales del puerto en el que están.

Considerando las cifras portuarias, en 2010 el puerto con mayor tráfico de contenedores fue el de Shanghai en China, con 29,1 millones de TEUs. El segundo mayor fue el de Singapur, con 28,4 millones de TEUs, y el tercero Hong Kong, con 23,7 millones de TEUs. El mayor puerto europeo en tráfico de contenedores fue Rotterdam (Holanda), en la décima posición del *ranking* en 2010, con 11,1 millones de TEUs, y el primer español, el puerto de Valencia, en la posición 27, con 4,2 millones de TEUs (ver Tabla 43).

Tabla 43. Grandes puertos de contenedores del mundo

Posición	Puerto	País	Tráfico 2010 (TEU)
1	Shanghai	China	29.069.000
2	Singapur	Singapur	28.431.100
3	Hong Kong	China	23.699.242
4	Shenzhen	China	22.509.700
5	Busan	Corea del Sur	14.194.334
6	Ningbo	China	13.144.000
7	Guangzhou	China	12.550.000
8	Qingdao	China	12.012.000
9	Dubai	Emiratos Árabes	11.600.000
10	Rotterdam	Holanda	11.145.804
11	Tianjin	China	10.080.000
12	Kaohsiung	Taiwan	9.181.211
13	Port Klang	Malasia	8.871.745
14	Amberes	Bélgica	8.468.475
15	Hamburgo	Alemania	7.900.000

Fuente: Cargo Systems

Respecto a la propiedad del negocio, una terminal puede estar administrada por una única empresa; ser una *joint venture* o una asociación público privada (APP) en la cual un operador global puede tener o no mayoría; puede que el operador sea un grupo empresarial o forme parte de una compañía de modo que cada terminal es una empresa subsidiaria y por último puede que el operador tenga participación en el accionariado de otro operador (Drewry, 2008).

Considerando esta cuestión se pueden establecer dos *rankings* de operadores globales. El primero es una lista considerando el tráfico total de las terminales en las que participa cada operador. Y el segundo *ranking* se calcula prorrateando el tráfico de cada instalación por la participación del operador global en la composición empresarial de la terminal. Es el llamado criterio accionarial: si un global tiene una participación del 30% en una terminal, para calcular el volumen de tráfico que ha manipulado en cierto año, de esa terminal sólo se consideraría el 30%.

El volumen anual de los diferentes operadores considerando el criterio accionarial da una idea más ajustada a la realidad de la posición real de cada compañía en el mercado global de los operadores de terminales, porque realmente no es comparable la situación de empresas que tengan como política ser titulares en solitario o con una amplia mayoría, con empresas que diversifiquen las inversiones y participen en varias terminales de modo minoritario. Lo que sí es cierto es que estos grandes operadores suelen tener el control de gestión incluso en aquellas terminales de las que no son socios mayoritarios.

En cuanto a operadores globales, sin considerar el porcentaje de participación accionarial de dichos operadores en las diferentes terminales que constituyen su cartera, en 2009 el mayor fue HPH con 64,2 millones de TEUs manipulados entre todas las terminales de contenedores en las que participa. El segundo fue APMT con 56,9 millones de TEUs, y el tercero PSA con 55,3 millones de TEUs.

Considerando el criterio de participación accionarial, en 2009 PSA fue el mayor operador con 45 millones de TEUs, seguido por HPH con 32,2 millones y DPWorld con 31,5 millones de TEUs (ver Tabla 44).

Tabla 44. Grandes operadores de terminales del mundo

Ranking	Operador	Tráfico 2009 (TEU)	Operador	Tráfico 2009 (TEU)
	Sin criterio de participación accionarial		Con criterio de participación accionarial	
1	HPH	64.200.000	PSA	45.000.000
2	APM Terminals	56.900.000	HPH	32.200.000
3	PSA International	55.300.000	DP World	31.500.000
4	DP World	45.200.000	APM Terminals	31.100.000
5	COSCO	32.500.000	COSCO	10.900.000
6	MSC	16.400.000	MSC	8.200.000
7	Eurogate	11.700.000	Evergreen	7.200.000
8	Evergreen	8.600.000	SSA Marine	6.300.000

Fuente: Drewry (2010)

No existe un *ranking* de tráfico de terminales de contenedores similar a los de puertos u operadores. Con los datos que hay disponibles no se pueden elaborar listados porque falta información de muchas terminales tanto grandes como pequeñas. En ocasiones se puede saber el tráfico del puerto y las terminales que existen en él, pero no cómo se reparte el tráfico entre ellas. En cualquier caso, los grandes puertos concentran la mayor parte de las grandes terminales de contenedores.

Como ejemplo, PSA en Singapur es un gran *hub* de contenedores, en el que hay 4 terminales que ocupan 595 hectáreas con 54 puestos de atraque y 16.100 metros de muelle. Las terminales son:

- Brani Container Terminal.
- Keppel Container Terminal.
- Pasir Panjang Container Terminal.
- Tanjung Panjang Container Terminal.

Un segundo ejemplo es Kwai Tsing Container Terminals en Hong Kong, una de las mayores instalaciones portuarias de contenedores del mundo. Son 9 terminales de conte-

nedores gestionadas por 5 operadores, que en conjunto ocupan 279 hectáreas, con 24 puestos de atraque y 7.804 metros de muelle de gran calado:

- Terminal 1 - Modern Terminals Limited.
- Terminal 2 - Modern Terminals Limited.
- Terminal 3 - Dubai Ports International (Hong Kong) Limited.
- Terminal 4 - Hong Kong International Terminals Limited.
- Terminal 5 - Modern Terminals Limited.
- Terminal 6 - Hong Kong International Terminals Limited.
- Terminal 7 - Hong Kong International Terminals Limited.
- Terminal 8 (East) - COSCO-HIT Terminals Limited.
- Terminal 8 (West) - Asia Container Terminals Limited.
- Terminal 9 (North) - Modern Terminals Limited.
- Terminal 9 (South) - Hong Kong International Terminals Limited.

Finalmente, Yantian International Container Terminals, una *joint venture* establecida por Hutchison Port Holdings (HPH) y Shenzhen Yantian Port Group (YPG) opera en el Puerto de Yantian, parte del grupo portuario Shenzhen-Yantian, situado en el sur de China, en unas instalaciones de 252 hectáreas, con 15 atraques y 6.092 metros de muelle.

En general se considera que una terminal es pequeña en cuanto al tráfico manipulado mientras no alcanza los 500.000 TEUs y grande cuando tiene un volumen anual superior al millón de TEUs.

Esta clasificación tiene un grave problema y es que el volumen de tráfico atendido no está relacionado de modo biunívoco con el tamaño de la terminal, ya sea el parámetro de tamaño elegido la longitud del muelle o la superficie del patio. Así, una terminal nueva puede tener una gran línea de atraque y mucho patio de almacenamiento pero poco tráfico porque todavía no tiene muchos clientes. También ocurre que debido a las oscilaciones del transporte marítimo, una terminal puede perder mucho volumen porque algún gran cliente decide operar en otra instalación, o como ocurre desde la crisis económica mundial, porque el tráfico sufre un fuerte descenso sin que obviamente varíen las dimensiones físicas de la terminal. De esta manera habría terminales de gran tamaño con poco tráfico.

En sentido contrario, existen terminales pequeñas con unas productividades de muelle muy altas y una gestión del patio muy eficiente que consiguen manipular volúmenes de tráfico anuales muy altos.

### 8.2.2. Clasificación en función del origen o destino del tráfico marítimo

Según el origen predominante del tráfico marítimo que atiende cada terminal, esta puede ser clasificada como **terminal de O/D terrestre** o **terminal de transbordo**.

En las terminales de O/D terrestre, la mayor parte del tráfico marítimo proviene o se dirige al *hinterland* del puerto, lo que supone un importante flujo de entrada y salida de contenedores por la puerta terrestre de la terminal.

Los contenedores atendidos en una terminal orientada principalmente al transbordo, entendido este como tránsito marítimo, tienen su origen y su destino en el *foreland* del puerto, entrando y saliendo del puerto por vía marítima sin que en la terminal se produzca un intercambio modal. El origen de este tráfico está en la organización logística interna de las navieras. Estas aprovechan las economías de escala que ofrecen los grandes buques para organizar las rutas de transporte de modo eficiente según uno de los siguientes esquemas: *hub and spoke*, *relay* o *interlining* (Figura 124).

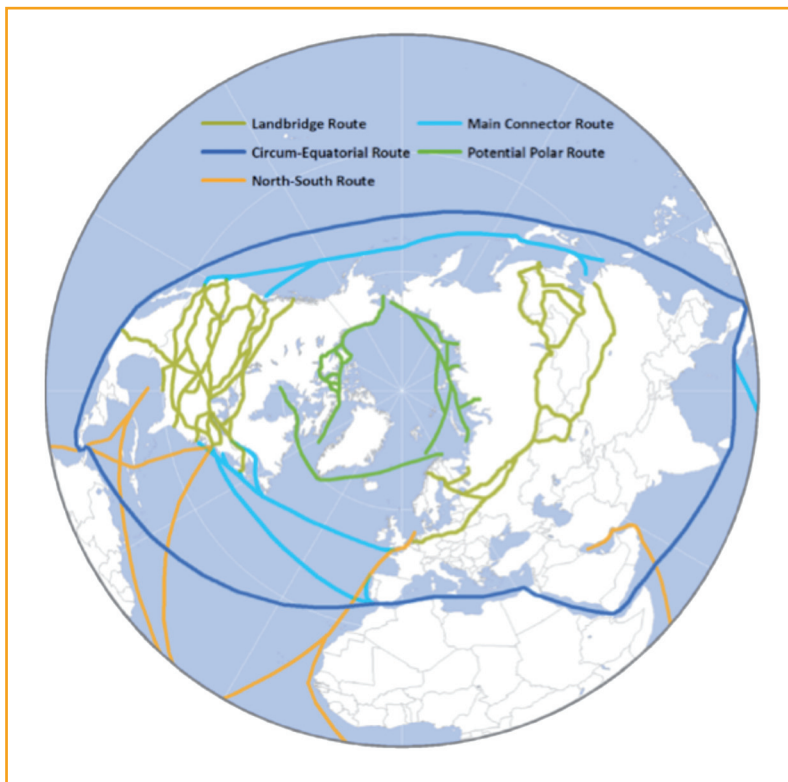
Figura 124. Tipología de relaciones entre tráficos transoceánicos y *feeders*



Fuente: Fundación Valenciaport

Los grandes buques portacontenedores se encargan del transporte marítimo en las rutas que tienen mayor volumen de tráfico, haciendo escala en muy pocos puertos, que sirven de conexión con otras rutas. En el sistema *hub and spoke* el puerto principal es el *hub* que da servicio a los grandes portacontenedores y desde él hay una distribución capilar mediante buques *feeder*. El puerto *hub* está únicamente en un gran corredor, aunque en el corredor puede haber varios servicios, cada uno atracando en unos pocos puertos. Los mayores buques portacontenedores y una gran parte del tráfico marítimo de contenedores se concentran en servicios alineados sobre la ruta *round the world*, que discurre lo más próxima posible a la ecuatorial (ver Figura 125).

Figura 125. Anillos de circulación circun-hemisférica



Fuente: Notteboom, T.; Rodrigue, J-P. *The geography of transport system*. 2009

Por su parte, en el esquema *relay* el puerto es un intercambiador de corredores. En él confluyen servicios pertenecientes a dos o más corredores principales, y hay transbordos entre grandes buques de contenedores.

Finalmente, en algunas fachadas marítimas donde existen varios puertos relativamente próximos y con un volumen de tráfico similar el *interlining* es un esquema en el que todos los servicios hacen escala consecutivamente en todos los puertos de la fachada. En este caso, las navieras buscan un puerto pivote que sea el que permita equilibrar los tráficos de contenedores llenos y vacíos, y que sería el eje del corredor, el puerto con más tráfico, más escalas y más servicios. Es lo que ocurre a diferentes niveles en la Costa Oeste de Sudamérica, la India, el Mediterráneo español o Italia en su momento.

Otros movimientos de contenedores que influyen en la estrategia de las navieras y que afectan a los tráficos portuarios totales y de transbordo son los debidos a los desequilibrios que existen entre los volúmenes importados y exportados en cada puerto, a lo que hay que añadir la distribución por tamaño y tipología de contenedor. Por ese motivo resulta necesario reposicionar contenedores vacíos de los tamaños y tipos adecuados en los puertos exportadores. Además es necesario trasladar los contenedores para las actividades de mantenimiento a zonas donde estos trabajos tienen menor coste, en general donde la mano de obra es barata. Finalmente, en ocasiones hay que posicionar los contenedores al inicio o al final de un contrato de *renting*.

Las terminales de transbordo normalmente tienen mejores índices de productividad y una capacidad más alta, tanto de línea de atraque como de almacenamiento, debido a que tienen poca o ninguna actividad de recepción y entrega terrestres, lo que minimiza el tráfico dentro de la terminal, mejora la eficiencia y reduce el número de equipos de patio necesarios. Además la gestión del patio es más sencilla porque hay menos tipos de pila. Todo esto facilita la organización de la operativa. Otro factor que mejora el índice de productividad de las terminales de transbordo frente a las de importación y exportación es que los buques suelen realizar más movimientos por escala lo que da como resultado tiempos de operación ininterrumpidos más prolongados. Finalmente, las listas de carga y descarga sufren menos variaciones de última hora y por tanto, la planificación de la operativa experimenta pocos cambios.

La Tabla 45 corresponde a los puertos que tienen mayor tráfico de transbordo, según los datos de 2007. Nuevamente, no están disponibles los datos de las terminales, sólo

los agregados de los puertos. Así, existen puertos con tráfico de transbordo muy importante, pero cuya actividad principal son los tráficos de importación y exportación. Es el caso de Shanghai que con más de 26 millones de TEUs en 2007, se estima que el 22%, 5,7 millones de TEUs, corresponden a transbordo. Del mismo modo, el 34% del tráfico portuario del puerto de Hamburgo (3,36 millones de TEUs) o el 24% del puerto de Rotterdam (2,59 millones de TEUs) corresponden a tráfico de transbordo. Otros puertos con dedicación casi exclusiva al tráfico de transbordo, manipulan anualmente menos contenedores que estos.

Tabla 45. Mayores tráficos portuarios de transbordo

Ranking	Puerto	País	Tráfico de transbordo TEUs 2007	% de transbordo sobre total
1	Singapur	Singapur	23.491.000	84,0%
2	Hong Kong	China	7.171.000	30,0%
3	Dubai	Emiratos Árabes	5.859.000	55,0%
4	Busan	Corea del Sur	5.809.000	43,8%
5	Shanghai	China	5.753.000	22,0%
6	Kaohsiung	Taiwan	5.641.000	55,0%
7	Tanjung Pelepas	Malaysia	5.269.000	95,8%
8	Port Klang	Malaysia	3.738.000	52,5%
9	Hamburgo	Alemania	3.362.000	34,0%
10	Algeciras	España	3.250.000	92,5%
11	Giogia Tauro	Italia	3.186.000	95,0%
12	Rotterdam	Holanda	2.590.000	24,0%

Fuente: Drewry (2008)

Como se observa en la Tabla 46, existen puertos con porcentajes de tráfico de transbordo superiores al 80% del total. Las ventajas en capacidad, productividad o eficiencia anteriormente mencionadas se consiguen en terminales cuya actividad principal es el transbordo no en aquellas con volúmenes totales de transbordos muy elevados pero que no representan un porcentaje mayoritario en la composición del tráfico.

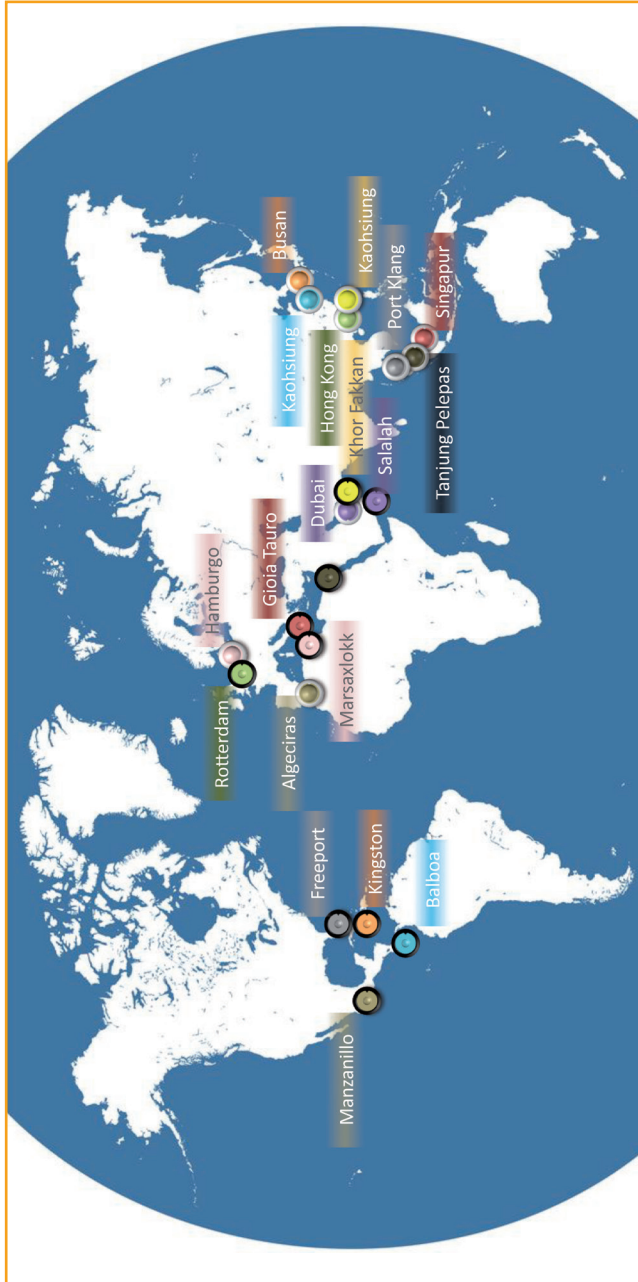
Tabla 46. Puertos de transbordo

Puerto	País	Tráfico de transbordo TEUs 2007	% de transbordo sobre total
Singapur	Singapur	23.491.000	84,0%
Tanjung Pelepas	Malaysia	5.269.000	95,8%
Algeciras	España	3.250.000	95,2%
Gioia Tauro	Italia	3.186.000	95,0%
Salalah	Oman	2.574.000	99,0%
Kingston	Jamaica	1.930.000	88,0%
Balboa	Panamá	1.742.000	95,0%
Khor Fakkan	Emiratos Árabes	1.710.000	90,0%
Port Said East	Egipto	1.631.000	96,3%
Freeport	Bahamas	1.620.000	99,0%
Marsaxlokk	Malta	1.618.000	96,0%
Manzanillo	Panamá	1.082.000	84,5%

Fuente: Drewry (2008)

Como puede observarse en la Figura 126, los puertos más importantes de transbordo se ubican en una línea imaginaria *round the world*, debido al modo en que las navieras organizan las rutas de transporte marítimo transoceánico, buscando que los mayores buques portacontenedores recorran las rutas Este-Oeste y Oeste-Este por el camino más corto, dejando las conexiones Norte-Sur para buques más pequeños.

Figura 12.6. Puertos más importantes de transbordo



Fuente: Fundación Valenciaport

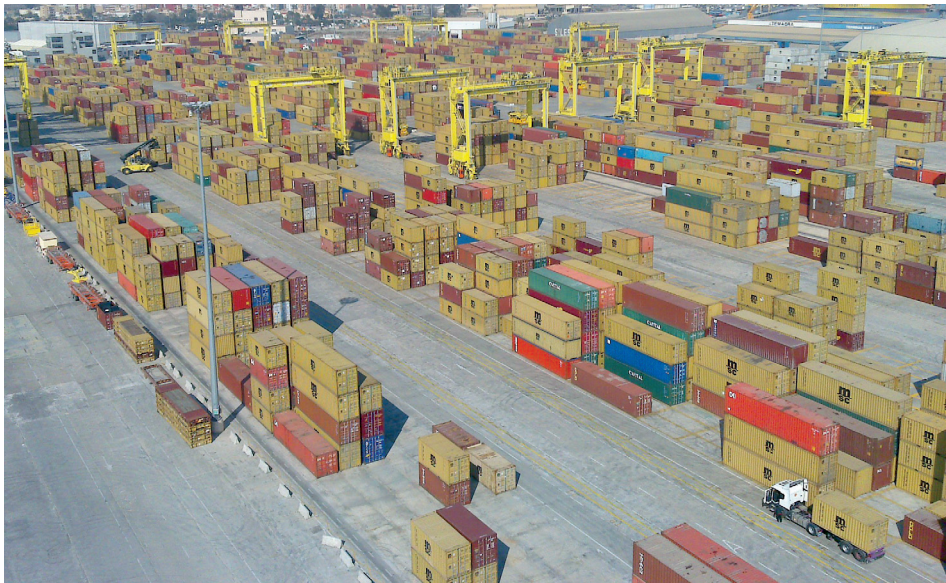
### 8.2.3. Clasificación en función de los clientes

En función de los clientes que se atienden, las TPCs pueden clasificarse en **terminales públicas** (*common-user terminals*) y **terminales dedicadas**.

Las terminales públicas atienden buques de cualquier naviera mientras que en las terminales dedicadas sólo operan buques de la compañía que opera la terminal, o de su mismo grupo empresarial. Las terminales dedicadas son una consecuencia de la integración vertical de las navieras. Es el caso de la terminal MSC Terminal Valencia en el Puerto de Valencia (ver Figura 127).

La gestión de las terminales dedicadas suele ser más sencilla que la de las terminales públicas ya que al tener un solo cliente generalmente el flujo de información es más simple, las llegadas de los buques están más controladas y la gestión del patio se simplifica.

Figura 127. MSC Terminal Valencia



Fuente: Fundación Valenciaport

### 8.3. Clasificación en función del equipamiento

Pese a que para cada subsistema existen varios tipos de equipos, tal y como se ha descrito en el Apartado 6, el elemento caracterizador de la tipología de terminales es el equipamiento que se emplea en el patio. Estos equipos definen la configuración de la terminal o *layout*, limitan la capacidad de almacenamiento, y condicionan los equipos empleados en otros subsistemas.

Las tipologías de terminal en función del equipamiento clásico son las siguientes:

- **Terminales de chasis o plataformas:**  
El almacenamiento se realiza sobre plataformas. Las grúas de muelle descargan directamente los contenedores sobre los chasis. Los traslados internos se hacen con cabezas tractoras que remolcan los chasis. En el caso más habitual de que las plataformas no sirvan para circular fuera de la terminal, se necesita el apoyo de carretillas en la operación de recepción y entrega para trasladar los contenedores entre los camiones externos y los chasis internos.
- **Terminales de carretillas:**  
Todos los movimientos son realizados por carretillas: traslados entre muelle y patio, atención a medios terrestres (camiones y ferrocarril) y gestión del patio.
- **Terminales de *reachstackers*:**  
De modo similar al caso anterior, todos los movimientos son realizados por *reachstackers*.
- **Terminales de *straddle carriers*:**  
Por su versatilidad, estos equipos realizan todos los movimientos de la terminal salvo la atención al ferrocarril: transporte entre muelle y patio, gestión del patio, y recepción y entrega para camiones externos. En el caso de que la terminal tenga tráfico ferroviario, para atenderlo se recurre a equipos auxiliares como *reachstackers* u otro tipo de carretilla.
- **Terminales de RTGs + Tractor y plataforma**  
Las terminales que utilizan RTGs en el patio de almacenamiento, suelen apoyarse en el sistema tractor y plataforma para hacer la transferencia de contenedores entre muelle y patio. Los pórticos atienden la recepción y entrega de camiones externos.

Para el ferrocarril necesitan equipos auxiliares como carretillas. El sistema multi-tráilers es una mejora del sistema tractor y plataforma (Figura 128).

Figura 128. Multi-Tráiler



Fuente: Terberg Benschop B.V.

- **Terminales de RMGs + Tractor y plataforma**

Al igual que ocurre con los pórticos sobre neumáticos, los RMGs se encargan de la gestión del patio y de la recepción y entrega terrestres. Son el sistema más utilizado para manipulación de contenedores en terminales ferroviarias ya sean portuarias o interiores. Necesitan del apoyo de tractores y plataformas para las transferencias entre muelle y patio.

### **Terminal convencional – Terminal automatizada**

Adicionalmente, en cuanto a la maquinaria puede establecerse una clasificación en función de la automatización o no de los equipos.

En la actualidad se están produciendo muchos avances en sistemas automáticos. En cualquier caso, hay terminales que llevan algunos años utilizando equipos automáticos. El sistema más extendido es el de ASCs con AGVs, como evolución automatizada del sistema de pórticos más cabezas tractoras con plataformas.

*El que lee mucho y anda mucho,  
va mucho y sabe mucho*

Miguel de Cervantes,  
escritor español

## Bibliografía

AGUILAR, J. *Apuntes de la asignatura "Explotación de puertos": 6º curso de la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, curso 1998-1999*. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Valencia, 1999.

AUTORIDAD PORTUARIA DE CARTAGENA. *Guía del usuario: Puerto de Cartagena*. Cartagena: Autoridad Portuaria de Cartagena, 2000.

BLANCO, A. *Los transportes marítimos de línea regular*. Valencia: Autoridad Portuaria de Valencia, 1997.

BRYFORD, U. et al. "Grúas inteligentes: Euromax, la moderna terminal automática de contenedores". *Revista técnica del grupo ABB*, marzo 2006, p. 56-59.

CÁMARA DE COMERCIO INTERNACIONAL. *Incoterms 2010: reglas de ICC para el uso de términos comerciales nacionales e internacionales*. Barcelona: Cámara de Comercio Internacional, 2010. ISBN: 978-84-89924-46-8.

COMISIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DERECHO MERCANTIL INTERNACIONAL (CNUDMI). *Convenio de las Naciones Unidas sobre el contrato de transporte internacional de mercancías total o parcialmente marítimo*. Viena: Naciones Unidas, 2009. ISBN: 978-92-1333418-8.

COMISIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DERECHO MERCANTIL INTERNACIONAL (CNUDMI). *Convención de las Naciones Unidas sobre los contratos de compra-venta internacional de mercaderías*. Viena: Naciones Unidas, 2011.

COMUNIDAD EUROPEA. Reglamento (CE) n° 502/1999 de la comisión de 12 de febrero de 1999 que modifica el reglamento (CEE) n° 2454/93 por el que se fijan determinadas disposiciones de aplicación del reglamento (CEE) n° 2913/92 del Consejo por el que se aprueba el código aduanero comunitario. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 12 de marzo de 1999.

DREWRY SHIPPING CONSULTANTS. *Global container terminals: profit, performance and prospects*. London: Drewry Shipping Consultants Ltd, octubre 2002.

DREWRY SHIPPING CONSULTANTS. *Annual container market review and forecast: 2008/09*. London: Drewry Shipping Consultants Ltd, septiembre 2008.

DREWRY SHIPPING CONSULTANTS. *Annual review of global container terminal operators 2009*. London: Drewry Shipping Consultants Ltd, julio 2009.

ESPAÑA. Código de Comercio (1885). *Boletín Oficial del Estado*, 16 de octubre de 1885, núm. 289, p. 169-255.

ESPAÑA. Ley de 22 de diciembre de 1949 sobre unificación de reglas para los conocimientos de embarque en los buques mercantes. *Boletín Oficial del Estado*, 24 de diciembre de 1949, núm 358.

ESPAÑA. Real Decreto 371/1987 de 23 de marzo, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto-Ley 2/1986 de 23 de mayo, de estiba y desestiba. *Boletín Oficial del Estado*, 16 de marzo de 1987, núm. 64, p. 7723.

ESPAÑA. Real Decreto 145/89 de 20 de enero. Reglamento de admisión, manipulación y almacenamiento de mercancías peligrosas. *Boletín Oficial del Estado*, 13 de febrero de 1989, núm. 37, p. 4261.

ESPAÑA. Ley 27/1992 de 24 de noviembre de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. *Boletín Oficial del Estado*, 25 de noviembre de 1992, núm. 283, p. 39953.

ESPAÑA. Real Decreto 701/1999 de 30 de abril por el que se modifica el RD 1253/1997, de 24 de julio, sobre condiciones mínimas exigidas a los buques que transporten mercancías peligrosas o contaminantes con origen o destino en puertos marítimos nacionales. *Boletín Oficial del Estado*, 14 de mayo de 1999, núm. 115, p. 18092.

ESPAÑA. Ley 48/2003 de 26 de noviembre de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general. *Boletín Oficial del Estado*, 27 de noviembre de 2003, núm. 284, p. 42126.

ESPAÑA. Ley 33/2010, de 5 de agosto, de modificación de la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios en los puertos de interés general. *Boletín Oficial del Estado*, 7 de agosto de 2010, núm. 191, p. 68986.

ESPAÑA. Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. *Boletín Oficial del Estado*, 20 de octubre de 2011, núm. 253, p. 109456.

FOXCROFT, A. "History in the making". *Containerisation International*, mayo 2009, p. 44-45.

GARCÍA de la GUÍA, J. *Evolución de las TIC en la comunidad portuaria de la Fase I a la IV: material didáctico del Máster de Gestión Portuaria y Transporte Intermodal 2008-2009*. Valencia: Fundación Valenciaport, junio 2009.

GARCÍA de la GUÍA, J. *Valenciaportpcs.net. Port Community Systems. Presentación del Portal Transaccional de la Autoridad Portuaria de Valencia*. Valencia, 2009

GARCÍA-LUJÁN, J.; IBORRA, S. *Material didáctico del curso de documentación del agente de aduanas (2ª edición)*. Valencia: Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana (IPEC), 2006.

GARCÍA-LUJÁN, J.; IBORRA, S. *El agente de aduanas en España: figura clave en el comercio internacional*. Valencia: Fundación Valenciaport, 2009.

HUGHES, A. "Technology delivers speedy ROI". *Ports Strategy*, 2005, p. 24-25.

HUGHES, A. "West coast revolution". *Ports Strategy*, 2005, p. 22-23.

IBORRA, S.; LÓPEZ, J. *Flujo documental de exportación: transporte marítimo en contenedores de línea regular*. Valencia: Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana (IPEC), 2002.

JOHNSON, D. "Automated terminal basics". En: *Navisworld 20: celebrating 20 years of navis innovation*. San Francisco, EEUU, 20-23 de abril de 2009.

LIGTERINGEN, H. *Ports and terminals*. Delft, Netherlands: Delft University of Technology. Faculty of Civil Engineering and Geosciences. Section of Hydraulic Engineering, 2007.

MANDRYK, W. "Measuring global seaborne trade". En: *International maritime statistics forum*. New Orleans, EEUU, mayo 2009.

MARTÍN MALLOFRÉ, J. "Tratamiento de las averías en las mercancías transportadas en contenedor dry box". Director: Ricard Marí Sagarra. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques, Barcelona, 2003.

MOLINA MARTÍNEZ, L. *El crédito documental y sus documentos*. Madrid: Fundación Confemetal, 2001.

MONFORT, A. "Logística: herramienta para la competitividad empresarial y el desarrollo económico". En: *I Foro y feria de logística*. San Salvador, El Salvador, septiembre 2006.

MONFORT, A.; AGUILAR, J.; GÓMEZ-FERRER, R. et al. *Terminales marítimas de contenedores: el desarrollo de la automatización*. Valencia: Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana (IPEC), 2001.

MUÑOZ, V.E. "Optimización de la producción en una terminal marítima de contenedores: umbrales y punto de equilibrio". Director: Francesc Lleal Galcerán y Ramón Macià Jové. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques, Barcelona, 2008.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). *Protocolo de La Haya-Visby: protocolo de las Naciones Unidas por el que se modifica el convenio internacional para la unificación de ciertas reglas en materia de conocimiento de embarque*. Bruselas, 23 de febrero de 1968.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). *Reglas de La Haya: convenio internacional para la unificación de ciertas reglas en materia de conocimiento de embarque*. Bruselas, 25 de agosto de 1924.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). *Reglas de Hamburgo: convenio de las Naciones Unidas sobre el transporte marítimo de mercancías*. Hamburgo, 31 de marzo de 1978.

ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI). *MARPOL 73/78: international convention for the prevention of pollution from ships 1973*. Génova: International Maritime Organization, 1973.

ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI). *SOLAS 1974: international convention for the safety of life at sea*. Génova: International Maritime Organization, 1974.

PALACIO, P. *Transporte marítimo de contenedores: organización y gestión*. Valencia: Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana, 2001.

PORT EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION (PEMA). *2<sup>nd</sup> Annual global survey of port equipment deliveries*. Bruselas: Port Equipment Manufacturers Association (PEMA), 2009.

ROBINSON, B. "Orderbook slow to reflect slump". *Cargo Systems*, mayo 2009, p. 31-35.

ROBINSON, B. "China deliveries slow down". *Cargo Systems*, enero-febrero 2010, p. 17-21.

ROBINSON, B. "Facing the future with confidence". *Cargo Systems*, marzo-abril 2010, p. 31-35.

RODRIGUE, J-P.; COMTOIS, C. ; SLACK, B. *The geography of transport system*. 2<sup>a</sup> edición. New York: Routledge, 2009.

SAPIÑA, R. "Implementation of the framework". En: *Grace Workshop*. Ho Chi Minh City, 24 de marzo de 2006.

SPASOVIC, L.N. "Increasing productivity and service quality of the straddle carrier operations at a container port terminal". *Journal of Advanced Transportation*, octubre 1999.

THORESEN, C.A. *Port designer's handbook: recommendations and guidelines*. London: Thomas Telford Publishing, 2006.

VAN DOKKUM, K. *Ship knowledge: a modern encyclopedia*. Enkhizen, Holanda: Dokmar, 2003.

VAN MARLE, G. "Technology fight for market share". *Cargo Systems*, septiembre 2006, p. 47-49.

YOUNG, B. "Pulling Power". *Cargo Systems*, octubre 2009, p. 17-21.

### **Recursos Web**

AGENCIA TRIBUTARIA. GOBIERNO DE ESPAÑA. Agencia tributaria. Aduanas e impuestos especiales. Procedimientos aduaneros [en línea]. [Consulta: noviembre 2010]. Disponible en WWW: [http://bit.ly/AgenciaTributaria\\_PreguntasFrecuentes](http://bit.ly/AgenciaTributaria_PreguntasFrecuentes)

APS TECHNOLOGY GROUP. APS [en línea]. [Consulta: marzo 2010]. Disponible en WWW: <http://www.aps-technology.com>

ATITAR, M. "Un paso más cerca del sistema Galileo". *El País*. [en línea]. 24 de abril 2008. [Consulta: octubre 2009]. Disponible en WWW: [http://www.elpais.com/articulo/sociedad/paso/cerca/sistema/Galileo/elpepusoc/20080426elpepusoc\\_2/Tes](http://www.elpais.com/articulo/sociedad/paso/cerca/sistema/Galileo/elpepusoc/20080426elpepusoc_2/Tes)

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ. *Proyecto de ampliación del canal: preguntas y respuestas frecuentes*. [en línea]. [Consulta: abril 2011]. Disponible en WWW: <http://www.pancanal.com/esp/plan/faq/faq.pdf>

AUTORIDAD PORTUARIA DE HAMBURGO. *New terminal innovation and automation: case of Hamburg*. 2007. [en línea]. [Consulta: septiembre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.iaphworldports.org/HoustonPresentations/IAPH2007-Hurtienne.pdf>

AUTORIDAD PORTUARIA DE VALENCIA. Autoridad Portuaria de Valencia [en línea]. [Consulta: septiembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.valenciaport.com>

AUTORIDAD PORTUARIA DE VALENCIA. Valenciaportpcs.net: port community system [en línea]. [Consulta: octubre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.valenciaportpcs.net>

Blog Metaphor Crash. [en línea]. [Consulta: febrero 2010]. Disponible en WWW: <http://metaphorcrash.blogspot.com>

BUISCAR CARGO SOLUTIONS. Buiscar Cargo Solutions. [en línea]. [Consulta: mayo 2010]. Disponible en WWW: <http://www.buiscar.com>

CÁMARA DE COMERCIO INTERNACIONAL (CCI). *Incoterms 2010*. [en línea]. [Consulta: diciembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.iccspain.org>

CENTRO EUROPEO DE EMPRESAS E INNOVACIÓN DE NAVARRA. *Operador logístico* [en línea]. [Consulta: octubre 2010]. Disponible en WWW: [http://www.navactiva.com/es/asesoria/operador-logistico\\_26104](http://www.navactiva.com/es/asesoria/operador-logistico_26104)

CENTRO EUROPEO DE EMPRESAS E INNOVACIÓN DE NAVARRA. *Trámites, certificados y documentos para la exportación*. [en línea]. [Consulta: abril 2010]. Disponible en WWW: [http://www.navactiva.com/es/documentacion/tramites-certificados-y-documentos-para-la-exportacion\\_579](http://www.navactiva.com/es/documentacion/tramites-certificados-y-documentos-para-la-exportacion_579)

CIMA EIRL. *Diagnóstico del modo de transporte marítimo: resumen ejecutivo* [en línea]. Chile: Subsecretaría de Transportes. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile [Consulta: diciembre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.subtrans.cl/upload/estudios/DignosticoMaritimo-RE.pdf>

CHEETAH. Cheetah [en línea]. [Consulta: agosto 2009]. Disponible en WWW: <http://www.cheetahchassis.com>

COMISIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DERECHO MERCANTIL INTERNACIONAL (CNUDMI). Comisión de las Naciones Unidas para el derecho mercantil internacional [en línea]. [Consulta: diciembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.uncitral.org/uncitral/es/index.html>

CONSEJO SUPERIOR DE ADMINISTRACIÓN ELECTRÓNICA DEL MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA DEL GOBIERNO DE ESPAÑA. *¿Qué es EDI?* [en línea]. [Consulta: octubre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.csa.e.map.es/csi/silice/Svaedi4.html>

CONTAINER HANDBUCH. GDV. Container Handbuch [en línea]. [Consulta: marzo 2010]. Disponible en WWW: <http://www.containerhandbuch.de>

CONTAINER TERMINAL DORTMUND. Container terminal Dortmund [en línea]. [Consulta: junio 2009]. Disponible en WWW: <http://www.ctd-dortmund.de>

COSMOS NV. Cosmos [en línea]. [Consulta: febrero 2010]. Disponible en WWW: <http://www.cosmosworldwide.com>

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. *Supply chain management terms and glossary*. [en línea]. [Consulta: noviembre 2009]. Disponible en WWW: <http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>

CRINKS, PAUL. *Asset management in the global container logistics chain* [en línea]. International Asset Systems (IAS), noviembre 2000. [Consulta: mayo 2009]. Disponible en WWW: <http://www.interasset.com/docs/AssetManagementWP.pdf>

DIRECT INDUSTRY. Direct Industry: el salón virtual de la industria [en línea]. [Consulta: abril 2010]. Disponible en WWW: <http://pdf.directindustry.com>

Ecojoven [en línea]. [Consulta: diciembre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.ecojoven.com>

EUROGATE. Eurogate [en línea]. [Consulta: abril 2011]. Disponible en WWW: <http://www.eurogate.de>

FANTUZZI. Fantuzzi [en línea]. [Consulta: septiembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.fantuzzi.com>

FORKLIFT ACTION. Forklift action [en línea]. [Consulta: noviembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.forkliftaction.com>

GDV. Transport information service. [en línea]. [Consulta: septiembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.tis-gdv.de>

GOOGLE. Google Earth [en línea]. [Consulta: octubre 2010]. Disponible en WWW: <http://earth.google.com>

GOTTWALD PORT TECHNOLOGY. Gottwald [en línea]. [Consulta: septiembre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.gottwald.com>

GRUP MARÍTIM TCB. Grup TCB [en línea]. [Consulta: octubre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.gruptcb.com>

GRUPO TARIC. *Operador económico autorizado*. [en línea]. [Consulta: mayo 2010]. Disponible en WWW: [http://www.taric.es/pdf/OEA\\_Taric.pdf](http://www.taric.es/pdf/OEA_Taric.pdf)

HAI DOUNG LOGISTICS HOLDINGS COMPANY. Hai Doung logistics holdings [en línea]. [Consulta: febrero 2010]. Disponible en WWW: <http://hdl-holdings.com>

HOUCOM GROUP. Houcom Group [en línea]. [Consulta: enero 2010]. Disponible en WWW: <http://www.houcom-group.com>

HUTCHINSON PORT HOLDINGS. HPH [en línea]. [Consulta: octubre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.hph.com>

IEEE STANDARDS ASSOCIATION. IEEE Standards Association [en línea]. [Consulta: abril 2010]. Disponible en WWW: <http://standards.ieee.org>

INFORMA. Cargo Systems [en línea]. [Consulta: noviembre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.cargosystems.net>

INFORMA. *Top 100 container ports 2009*. [en línea]. agosto 2009. [Consulta: agosto 2009]. Disponible en WWW: <http://www.cargosystems.net/freightpubs/cs/top100supplement.htm>

INTERNATIONAL MILITARY FORUMS. International military forums [en línea]. [Consulta: diciembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.military-quotes.com/forum/logistics-quotes-t511.html>

JADE SOFTWARE CORPORATION. Jade [en línea]. [Consulta: diciembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.jadeworld.com>

KALMAR INDUSTRIES CORPORATE. Kalmar [en línea]. [Consulta: agosto 2010]. Disponible en WWW: <http://www.kalmarind.com>

LÓGICA. ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL DE OPERADORES LOGÍSTICOS. Lógica [en línea]. [Consulta: marzo 2011]. Disponible en WWW: <http://www.logica.org>

MARITIME INTERNATIONAL SECRETARIAT SERVICES LIMITED (MARISEC). International Chamber of Shipping. International Shipping Federation [en línea]. [Consulta: octubre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.marisec.org>

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. Ministerio de la Presidencia [en línea]. [Consulta: octubre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.mpr.es>

NATIONAL COORDINATION OFFICE FOR SPACE-BASED POSITIONING, NAVIGATION AND TIMING; CIVIL GPS SERVICE INTERFACE COMMITTEE. GPS.gov [en línea]. [Consulta: febrero 2009]. Disponible en WWW: <http://www.gps.gov>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Organización Internacional del Trabajo [en línea]. [Consulta: mayo 2011]. Disponible en WWW: <http://www.ilo.org/spanish>

PORT TECHNOLOGY INTERNATIONAL *Euromax: a new standard in container handling*. [en línea]. Rotterdam, Países Bajos: 7 de agosto 2009. [Consulta: agosto 2009]. Disponible en WWW: <http://www.porttechnology.org>

PORTEL SERVICIOS TELEMÁTICOS. Portel [en línea]. [Consulta: diciembre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.portel.es>

PSA SINGAPORE TERMINALS. PSA [en línea]. [Consulta: marzo 2010]. Disponible en WWW: <http://www.singaporepsa.com>

RODRIGUE, J-P.; SLACK, B.; NOTTEBOOM T. "Transportation terminals: transport terminal governance". En: RODRIGUE, J-P. et al. *The geography of transport system*. [en línea]. New York: Department of Global Studies & Geography. Hofstra University. [Consulta: octubre 2010]. Disponible en WWW: [http://www.people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/tbl\\_typology\\_gto.html](http://www.people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/tbl_typology_gto.html)

SOLPORT SISTEMAS. Solport [en línea]. [Consulta: marzo 2010]. Disponible en WWW: <http://www.solport.net>

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN. Department of Mathematics [en línea]. [Consulta: octubre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.math.tu-berlin.de>

TERMINALSTAR. *Terminalstar to run Hamburg's biggest container terminal: HHLA's Container Terminal Burchardkai has selected TERMINALSTAR as its software-solution to support the doubling of its container capacity.* [en línea]. [Consulta: julio 2009]. Disponible en WWW: <http://www.terminalstar.eu/pdf/CTB.pdf>

*The free online encyclopedia of Washington State history.* [en línea]. [Consulta: febrero 2010]. Disponible en WWW: <http://www.historylink.org>

TOTAL SOFT BANK LTD. Total Soft Bank [en línea]. [Consulta: mayo 2009]. Disponible en WWW: <http://www.tsb.co.kr>

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY. Transport Research Laboratory [en línea]. [Consulta: marzo 2009]. Disponible en WWW: <http://www.trl.co.uk/default.htm>

VERTIKAL PRESS. Vertikal.net [en línea]. [Consulta: noviembre 2010]. Disponible en WWW: <http://www.vertikal.net>

VIRTUAL INTERNET SYSTEMS. Virtual Internet Systems [en línea]. [Consulta: noviembre 2009]. Disponible en WWW: <http://www.visy.com>

YANTAI HUADONG SOFT-TECH. *Computer intelligent terminal operation system: CITOS.* [en línea]. [Consulta: julio 2009]. Disponible en WWW: <http://www.huadong.net/EN/product/CiTOSe.pdf>

ZEBRA TECHNOLOGIES CORPORATION. Zebra [en línea]. [Consulta: julio 2010]. Disponible en WWW: <http://zes.zebra.com>



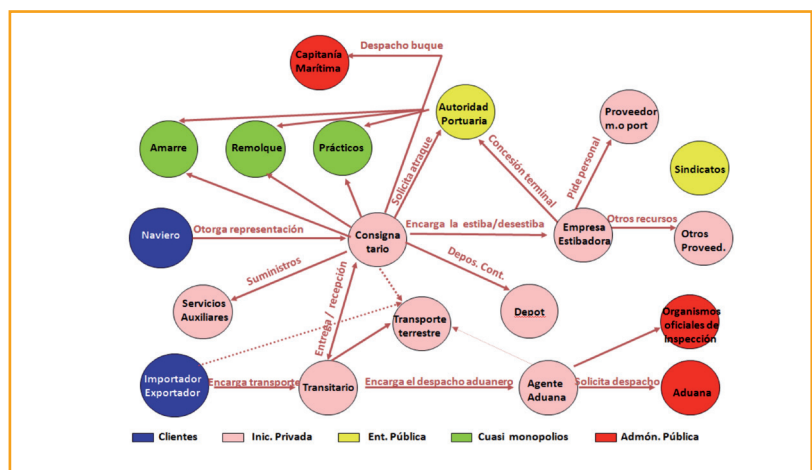
*Un barco es un barco pero una  
caja puede ser cualquier cosa,  
incluso puede ser un barco.*

Peter Griffin, Padre de Familia

## Anexo 1. Glosario de agentes de la cadena logística del contenedor

En toda operación de comercio internacional existe un conjunto de agentes conocido como comunidad logístico-portuaria (ver Figura 129). Dicho concepto va más allá de la mera enumeración de la combinación de actores que intervienen en la cadena de comercio internacional. Como subrayan Iborra y López (2002) el paso de la mercancía por el puerto implica la actuación conjunta y coordinada de numerosos agentes de una red que posibilitan el paso fluido de la mercancía y que disponen de las herramientas necesarias para resolver cuantos conflictos y desafíos puedan presentarse en el comercio internacional.

Figura 129. Comunidad logístico-portuaria



Fuente: Huet, F. (2000)

A continuación se realiza una breve descripción de algunos de dichos agentes:

**Aduana (*Custom-house, customs*):** es la administración encargada de vigilar la entrada y salida de las mercancías del país (en el caso de países de la Unión Europea, del territorio comunitario) y de cobrar los derechos arancelarios y otros impuestos sobre el tráfico de mercancías, además de hacer cumplir las normas legales de control monetario y económico. También se encarga del control estadístico de las operaciones de importación y exportación. En España es un organismo de la Agencia Estatal de Administración Tributaria, adscrita al Ministerio de Economía y Hacienda.

El **Resguardo Fiscal o Confronta** es un miembro de la Guardia Civil que depende funcionalmente del Administrador de la Aduana. Una de sus funciones es comprobar que la mercancía que va a abandonar el recinto portuario (por tierra o por mar) ha sido despachada en la Aduana y tiene la autorización correspondiente (Levante).

**Agente de aduana (*Custom-agent*):** es el representante legal del importador y del exportador ante las aduanas, encargado de realizar ante la Aduana, y también ante los Organismos Oficiales de Inspección, los correspondientes trámites de despacho aduanero de la mercancía en cualquiera de los casos, importación, exportación o tránsito.

**Armador (*Shipowner*):** es la persona que, siendo o no su propietario, pertrecha y dota al buque poniéndolo en condiciones técnicas y jurídicas para navegar. En otras palabras, es el que acondiciona el buque para su explotación, obteniendo rendimiento del flete de las mercancías o transporte de pasajeros.

**Autoridad Portuaria (*Port Authority*):** “La Autoridad portuaria” u “organismo gestor del puerto” es un organismo que, en conjunción o no con otras actividades, tiene como objetivo, con arreglo a la legislación o reglamentación nacional, la administración y gestión de las infraestructuras del puerto y la coordinación y control de las actividades de los diferentes operadores presentes en el puerto o sistema portuario considerado. Podrá consistir en varios organismos separados o estar encargado de más de un puerto. (Fuente: Unión Europea).

**Capitán (*Master o Shipmaster*):** es la persona que asume la dirección y responsabilidad técnica de la navegación y que además tiene y ejerce responsabilidades jurídicas, notariales, procesales y gubernativas a bordo. Es el representante legal de la naviera.

**Capitanía Marítima (*Harbour Master*):** es el organismo responsable del control del tráfico marítimo. Tiene como funciones la autorización o prohibición de entrada o salida de buques de aguas nacionales, la demarcación de las zonas de fondeo y maniobra, la fijación de criterios de atraque para los buques que transportan mercancías peligrosas, la supervisión técnica de los buques civiles españoles, aplicación de normas relativas a enrolamiento y desenrolamiento de tripulaciones, gestión organización y administración de los Registros de Buques, inspecciones de las condiciones de navegación de los buques nacionales, inspección de la mercancía a bordo, especialmente de las calificadas como peligrosas, inspección de los medios de estiba y desestiba de los buques, propuesta de autorización o prohibición de las operaciones de carga o descarga de los buques, y en general todas aquellas funciones relativas a la navegación, seguridad marítima, salvamento y lucha contra la contaminación marina en las aguas jurisdiccionales del país.

**(Agente) Consignatario del buque (*Ship's Agent*):** es la persona que actúa como intermediario independiente en nombre y por cuenta de una naviera o armador (propietario del buque) prestando servicios al buque y a la tripulación. Tiene a su cargo las gestiones de carácter administrativo, técnico y comercial relacionadas con la entrada, permanencia y salida del buque en puerto, así como la gestión y contratación de las operaciones de recepción, carga, descarga y entrega de las mercancías. Además actúa, en nombre del naviero, como depositario de las mercancías mientras estas se encuentran en la terminal portuaria. Entre sus funciones se incluyen la entrega de las mercancías transportadas y el cobro de los fletes correspondientes, o la recepción de carga para su transporte.

**Consignatario de la mercancía/Destinatario (*Consignee*):** Receptor de la carga. Se trata de la persona física o jurídica a la que el porteador ha de entregar la mercancía objeto del transporte y cuya obligación principal es la de hacerse cargo de la misma una vez que le ha sido entregada según las condiciones del contrato de transporte.

**Depósito de contenedores vacíos (*depot, base de contenedores*) (*Container Depot*):** empresa dedicada al almacenamiento de contenedores vacíos. Con frecuencia cuenta con talleres de reparación de contenedores. Puede estar dentro del recinto portuario, en las proximidades del puerto o en lugares estratégicos del interior del país.

**Empresa estibadora (*Stevedoring company*):** empresa que se encarga de llevar a cabo las operaciones portuarias de manipulación (carga, descarga, manipulación, recep-

ción y entrega) de las mercancías. Generalmente es titular de una concesión administrativa otorgada por la Autoridad Portuaria correspondiente, que le faculta para utilizar, con carácter exclusivo, un espacio situado al borde de muelle, en el que realiza sus trabajos. Por ser la operadora de una determinada terminal, en ocasiones se usa indistintamente la denominación “Terminal Portuaria” para referirse a ella.

**Empresa suministradora de mano de obra portuaria:** la mano de obra portuaria pertenece a distintas formas de organización empresarial en función de la legislación de cada país. Este personal acude a las distintas terminales a requerimiento de las Empresas Estibadoras que lo solicitan, en función de las necesidades de cada jornada.

La Ley de Puertos 33/2010, que modifica las anteriores, dispone que las dos figuras de organización de la mano de obra que coexisten actualmente, las Sociedades Estatales de Estiba y Desestiba (SEEDs) - en las que las Autoridades Portuarias disponían de un 51% del capital social-, y las Agrupaciones Portuarias de Interés Económico (APIEs) - con responsabilidad mancomunada entre sus socios y en las que se integran exclusivamente las empresas estibadoras-, se adapten o trasformen, respectivamente, en sociedades anónimas con la denominación de «Sociedad Anónima de Gestión de Estibadores Portuarios», (SAGEP), estableciéndose un único modelo de sociedad de gestión de la puesta a disposición de los trabajadores de estiba.

Esta nueva figura, exclusivamente de participación privada, estará constituida por las empresas titulares de licencias de prestación del servicio portuario de manipulación, con una distribución accionarial alicuota por el número de titulares y proporcional por el volumen de facturación de cada una de ellas.

**Exportador (Exporter):** Es la persona natural o jurídica que envía legalmente productos nacionales o nacionalizados al exterior, con el objeto que sean usados y consumidos en el extranjero.

**Importador (Importer):** Es la persona física o jurídica que adquiere mercancías procedentes del extranjero o que contrata servicios prestados por sujetos de otros países.

**Instalaciones Fronterizas de Control de Mercancías (IFCM):** son las instalaciones portuarias acondicionadas y autorizadas para el control aduanero y sanitario de mercancías donde se realizan los procesos de inspección documental y física, toma y análisis

de muestras y en general, todos los trámites necesarios para la emisión del dictamen por parte de los Servicios de Inspección previos al despacho aduanero de las mercancías. En muchos puertos se denominan PIF (Puestos de Inspección en Frontera o Fronterizos).

**Naviero:** es la persona que en nombre propio destina el buque al transporte de personas o de mercancías. Es decir, es el titular de la empresa marítima transportista. Se pueden considerar dos clases de navieras, la naviera-propietaria que explota comercialmente su propio buque, y la naviera-fletadora, que explota un buque que no es suyo en régimen de fletamento.

Las figuras de naviera, propietario del buque y armador pueden coincidir en un mismo sujeto o recaer en personas distintas.

**Operador Económico Autorizado (OEA):** es una persona que, en el marco de sus actividades profesionales, efectúa actividades reguladas por la legislación aduanera y que puede disfrutar de ventajas en toda la Unión Europea. Esta figura entró en vigor en 2008 y es uno de los mecanismos a través del cual las aduanas van a desarrollar un nuevo papel en materia de seguridad de la cadena logística internacional. El objetivo no es sólo luchar contra la amenaza terrorista, sino también colaborar en la lucha contra el crimen organizado, así como defender a los ciudadanos en otros ámbitos como la protección a los consumidores o el medio ambiente. Estos operadores serán distinguidos positivamente mediante la concesión de facilidades relacionadas con la obtención de ciertos procedimientos simplificados y con mayor rapidez en controles aduaneros.

**Operador Ferroviario:** empresa responsable de la ejecución física del transporte ferroviario, para lo cual dispone de los medios necesarios: elementos de tracción, vagones o plataformas, etc. En la Unión Europea, abona un canon al ente gestor de las infraestructuras ferroviarias, dependiente de la Administración del Estado de cada país, que además es quien concede la licencia de operador.

**Operador logístico (*logistic supplier*):** empresa que realiza actividades que añaden valor al *core business* de sus clientes, y que pueden ser transporte, almacenamiento, distribución, mantenimiento de inventarios, control de *stocks*, procesamiento de pedidos, embalaje, ensamblaje, transmisión de información, cobros por cuenta del cliente, etc.

**Organismos Oficiales de Inspección (*Official Inspection Services*):** Son los servicios desarrollados por determinados organismos de la Administración General del Esta-

do, que se encargan del control e inspección de los productos que se importan y exportan, con el fin de asegurar que reúnen las adecuadas condiciones higiénico-sanitarias, de calidad comercial y seguridad industrial. También se les conoce como Servicios de Inspección en Frontera o Fronterizos (SIF). Los organismos responsables de estos controles en España son: SOIVRE, Sanidad Exterior, Sanidad Animal y Sanidad Vegetal.

- **SOIVRE (Servicio Oficial de Inspección, Vigilancia y Regulación del Comercio Exterior):** Actualmente el Servicio lo forman los centros de Inspección de Comercio Exterior, vinculados al Ministerio de Economía y Competitividad (Secretaría de Estado de Comercio). Se encarga de inspeccionar y controlar la calidad comercial de los productos objetos de exportación a países terceros o de aquellos que teniendo un destino intracomunitario determinen las disposiciones de la UE.
- **Sanidad Exterior:** analiza las mercancías destinadas al consumo humano y los productos médicos-farmacéuticos, para garantizar que lleguen a su consumidor final en las condiciones debidas.
- **Sanidad Vegetal:** se encarga de la inspección fitosanitaria, es decir, inspecciona y certifica que los vegetales y productos vegetales estén libres de plagas u otros organismos nocivos, siempre bajo el punto de vista de la sanidad vegetal.
- **Sanidad Animal:** se encarga de la inspección veterinaria, o sea, inspecciona los animales y los productos relacionados con los mismos (animales vivos, pieles, comida para animales, etc.).

**Provisionista de buques (*supplier*):** es la empresa encargada de suministrar al buque atracado los servicios que necesita para continuar su navegación. Suele estar coordinado con el consignatario del buque para que la escala no se demore más allá del tiempo estrictamente necesario.

**Terminal portuaria de contenedores (*container port terminal*):** es un intercambiador modal de la cadena logística del contenedor cuya misión es la de proporcionar los medios y la organización necesarios para que la transferencia de contenedores entre los modos terrestre y marítimo se produzca en las mejores condiciones de rapidez, eficiencia, seguridad, respeto al medio ambiente y economía (adaptado de *Monfort et al.* 2001).

**Transitario (*forwarder*):** concebido como el organizador del transporte en su conjunto. Es un intermediario entre el exportador y las empresas de transporte. Es quien conoce la cadena al completo y quien organiza el enlace entre los distintos modos, asegurando la continuidad del transporte a través de distintos medios de transporte. Además es responsable de las operaciones administrativas relacionadas con el transporte internacional. Actúa de forma similar a las agencias de transporte: adopta la posición de cargador frente al transportista, y de transportista frente al cargador.

**Transportista Terrestre (*haulier*)** ya sea éste **autónomo**, o **flotista**: es la persona física o jurídica, titular de una autorización para prestar servicio de transporte terrestre. En los textos legales se le designa como Porteador.



## Anexo 2. Glosario de documentos relativos al comercio internacional

La documentación que se relaciona con una operación de comercio internacional se puede agrupar atendiendo a distintos criterios, como el propuesto por Iborra y López (2002), que partiendo de un criterio funcional hacen la siguiente clasificación:

- Documentos **comerciales**: son todos aquellos documentos necesarios fundamentalmente para la negociación y transmisión de la propiedad de la mercancía. Entre ellos están las facturas, los documentos de expedición, los contratos de compraventa, etc.
- Documentos **de seguro**: en toda operación de compraventa internacional es aconsejable asegurar determinados riesgos que pueden suceder en el transporte de la mercancía así como los riesgos comerciales, políticos y otros extraordinarios. Los principales documentos relacionados con el seguro de la mercancía son el “seguro de transporte de mercancías” y el “seguro de crédito a la exportación”.
- Documentos **de la Mercancía, Despacho e Inspección**: se trata de los documentos que acompañan a la mercancía, los necesarios en la gestión aduanera a fin de dar entrada o salida a la mercancía en el Territorio Aduanero Comunitario y los que hacen falta para la comprobación y control de la mercancía. Algunos de estos documentos son los Cuadernos ATA, el certificado de circu-

lación EUR1/EUR2, el certificado de Origen, el certificado de Exportación (Agrex), el DUA, el Levante, el certificado sanitario, el certificado fitosanitario, el certificado farmacológico, el certificado veterinario de exportación, el certificado CITES, el certificado de Control de Calidad Comercial SOIVRE para exportación, el Certificado de Calidad, o la factura aduanera.

- Documentos **de escala y operación del buque**: los documentos de escala son aquellos en los que se formaliza la escala del buque y las operaciones de entrada y salida del buque del puerto, que se documentan mediante la Solicitud de Escala, el Permiso de Escala y el Despacho de Salida del Buque. La operativa portuaria (operaciones de estiba y desestiba, carga y descarga de mercancías así como otros servicios que se prestan o suministran al buque) se documenta con los siguientes documentos: la Solicitud de Mano de Obra, la Lista de Carga, el Listado de Contenedores y Precintos, diferentes planos como el Plano de carga/*Bayplan* y el documento de previsión de actividades de los provisionistas, entre otros.
- Documentos **de transporte**: son aquellos donde se formalizan las fases de transporte previas y posteriores al embarque.
  - En cuanto al transporte terrestre (por carretera o ferroviario) algunos documentos son el Albarán de Entrega, la Orden de Transporte, el Entréguese (Orden de Entrega), *Pre-check-in* (aviso de entrega previo), Admitase (recepción en la Terminal), la Solicitud de Posicionado, la Orden de Posicionado y el *Interchange*.
  - Como documentos Previos al Embarque están la Solicitud de *Booking* (o Nota de reserva), el *Booking* (Nota de Cierre), la Nota de Embarque y varios documentos FIATA. Si existen mercancías peligrosas además aparecen los siguientes documentos: la Declaración de Mercancías Peligrosas, el Certificado de Arrumazón, la Notificación de MMPP, y la Autorización de Admisión de MMPP.
  - Como documentos posteriores al Embarque están el Conocimiento de Embarque, el Manifiesto de Carga, el Manifiesto de Flete, la Carta de Garantía, el Certificado de Antigüedad del buque y el Certificado Negativo de Lista Negra.
- Documentos **de liquidación**: son aquellos en los que se formaliza tanto el conjunto de servicios que presta cada uno de los agentes que intervienen en los procesos

de exportación o importación, como las cantidades a cobrar por los mismos. En las transacciones comerciales internacionales el medio de pago más importante y el de mayor uso es el Crédito Documentario. Otros documentos son la Prima de Seguro, las facturas de Transportistas Terrestres, Provisionistas, Consignatario, Agente de Aduanas, Transitario, Remolcadores, Prácticos, Amarradores, APIE (o Sociedad de Estiba o SAGEP según modelo), Empresas Estibadoras, Depósito de Contenedores, de los Organismos Oficiales de Inspección, de la Autoridad Portuaria y la Cuenta de Escala.

En el presente anexo se recoge una descripción de los documentos que acompañan al flujo físico del contenedor en su paso a través de la terminal.

### **Documentos comerciales**

#### **Contrato de compra-venta (*Sales-purchase contract*)**

Es un documento que formaliza la compraventa internacional, entendiéndose por compraventa internacional un acuerdo entre operadores económicos que residen en distintos países mediante el cual, una parte (el vendedor) se compromete a entregar a la otra (el comprador) unas mercancías en un lugar determinado, en un plazo convenido y por un precio pactado. Este documento es expedido por el vendedor (o exportador) y recibido por su solicitante, el comprador (o importador) en el momento de establecimiento del contrato y obliga a ambas partes desde el momento en que el comprador comunica al vendedor la aceptación de su oferta bien sea de forma oral o escrita. La aceptación de la oferta impide la revocación de la misma.

El contrato de compraventa internacional no está sujeto a ningún requisito de forma pudiendo formalizarse, o no, sobre papel, siendo esta la única forma válida de transmisión del mismo. En cualquier caso la información mínima que debe contener este documento son los datos del comprador y del vendedor, la definición exacta de las mercancías objeto del contrato y su embalaje, el precio unitario y precio total pactado, el plazo, el lugar y las condiciones de entrega (normalmente fijadas mediante Incoterms), las condiciones de pago, las cláusulas de cumplimiento del contrato, la ley aplicable al contrato, la jurisdicción competente y la fecha y firma de las partes.

Estos documentos de ámbito internacional están regulados por el Convenio de Viena de Compraventas Internacionales de Mercaderías (1980). Así mismo, la Cámara de Comercio Internacional de París elaboró en 1953 los “Términos Comerciales”, también conocidos como Incoterms que han ido revisándose periódicamente hasta llegar a la última actualización en vigor desde el 1 de enero de 2011 y que sustituye a los Incoterms 2000.

## **Documentación de la mercancía, despacho e inspección**

### **DUA (Documento Único Administrativo)**

El Documento Único Administrativo es el documento que recoge de manera formal la declaración de las mercancías ante los servicios de aduana para darles un destino aduanero (importación, exportación o tránsito). Además este documento sirve de base para la declaración tributaria consiguiente e incluye información relevante sobre el origen y los usos de la mercancía.

El DUA es emitido por la persona que efectúa la declaración en la Aduana que puede ser el interesado, su agente de aduanas u otros agentes habilitados por el Departamento de Aduanas. Los destinatarios de esta información son: el país de exportación, el exportador, la aduana de destino, el país de destino y el destinatario.

Este documento es de ámbito comunitario en la Unión Europea. Para la declaración de mercancías en otras partes del mundo existen otros documentos aduaneros.

La normativa que regula la declaración aduanera, y por lo tanto el DUA, está formada por los Reglamentos del Código Aduanero (2913/92 del Consejo y 2454/93 de la Comisión), y posterior modificación Reglamento (CE) 502/1999 así como legislación propia de cada país que regula el derecho a efectuar declaraciones aduaneras.

Cuando el destino aduanero de una carga expedida de la Unión Europea se encuentra dentro de la misma UE no se considera como una exportación e importación de mercancía sino como expedición e introducción de la misma. A este efecto, debido a la supresión de fronteras entre los países miembros, no es necesario declarar la mercancía. Sin embargo, con fines únicamente estadísticos se emite un documento llamado **Decla-**

**ración Intrastat** en el que se recogen datos similares a los del DUA, pero que según los casos puede no ser obligatorio, ni se rellena con el mismo rigor, por lo que se pierde calidad de la información.

### **Levante**

El Levante es la puesta a disposición del Declarante de la mercancía para los fines previstos en el régimen aduanero para el que se ha declarado. Las autoridades aduaneras conceden el Levante una única vez para la totalidad de las mercancías que sean objeto de la misma declaración siempre y cuando se haya presentado toda la documentación, se hayan pagado los derechos de importación y no estén sujetas a medidas de prohibición o restricción. En caso contrario dichas autoridades adoptarán las medidas necesarias para la regularización de la situación de esas mercancías.

Para ello, el documento se emite una vez se ha realizado el reconocimiento (físico o documental según lo exija el circuito aduanero) y comprobado que las mercancías reúnen todas las condiciones necesarias para su inclusión en el régimen para el que se han declarado.

El documento tipo es el DUA N° 9 cuyo soporte es el papel excepto cuando el despacho de la mercancía se realiza con posterioridad a la admisión, que se realiza mediante comunicación telemática.

Actualmente la emisión de este documento está sujeta a la misma normativa europea que el DUA.

### **Certificados EUR-I y EUR-2**

El Certificado EUR-I es un documento justificativo del origen preferencial otorgado por la Unión Europea con aquellos países con los cuales mantiene un Acuerdo Preferencial o Sistema de Preferencias Generalizadas (SPG). El certificado constituye el título justificativo para la aplicación del régimen arancelario preferencial (reducido). Este certificado será expedido en el momento de la exportación de las mercancías a que se refiera por las autoridades del Estado miembro o del país o territorio de exportación.

El EUR-2 se utiliza para envíos postales o envíos inferiores a cierto valor.

## **Documentos de escala y operación del buque**

### **Solicitud de Personal Portuario**

La Solicitud de Personal Portuario es un documento por el cual se solicitan a la Sociedad de Estiba y Desestiba, a la Agrupación Portuaria de Interés Económico (APIE) o a la Sociedad de Gestión de Estibadores Portuarios (SAGEP) los trabajadores portuarios necesarios para el desarrollo de las operaciones marítimas y terrestres en las correspondientes terminales.

El solicitante del personal portuario y por tanto quien emite el documento es la empresa estibadora o terminal que por la Ley 48/2003 modificada por la Ley 33/2010 debe contratar estibadores aunque pueda cubrir las necesidades de su operativa con recursos propios. La solicitud de personal portuario se realiza en papel o mediante los Sistemas de Información Comunitaria (SIC) de los que disponga el puerto siempre con anterioridad al desarrollo de las operaciones portuarias de carga/descarga y estiba/desestiba y especificando el número de trabajadores y la clase, las acreditaciones profesionales necesarias, el lugar de prestación de los servicios y la naturaleza de los mismos, así como las características de las mercancías a manipular y los equipos a emplear para ello.

Este documento es de ámbito local y está regulado por normativa nacional.

Como respuesta a este documento algunas Sociedades de Estiba, cuando no disponen de trabajadores para cubrir la demanda de las terminales, se comprometen a emitir un **Certificado de No-Disponibilidad**.

### **Lista de Carga (Numerical list)**

La Lista de Carga es el documento por el cual el consignatario del buque comunica a la terminal portuaria la mercancía que ha de ser cargada y descargada de un buque determinado dependiendo del destino de dicha mercancía (importación, exportación o tránsito).

En esta lista, que el consignatario elabora a partir de la información que el naviero le facilita, se incluye un listado numérico de los contenedores a cargar y descargar indicando el contenido de los mismos y su número de precinto así como otros datos referentes a los puertos de carga y descarga, el buque, el viaje, etc. Una vez elaborada, se transmite a

la empresa estibadora en soporte papel, mediante correo electrónico, mensaje EDIFACT o tecnologías SIC siempre con anterioridad a la llegada del buque a puerto aunque la información contenida en la lista puede verse modificada varias veces antes de que empiece la operativa.

La Lista de Carga o *Numerical List* es un documento extendido internacionalmente aunque sin formato predefinido y regulado por el Código de Comercio.

### **Listado de Contenedores y Precintos**

El Listado de Contenedores y Precintos es una relación que la terminal elabora a partir de la Lista de Carga y que entrega en papel o mediante tecnologías SIC al Confronta Portuario responsable de cada uno de los grupos de trabajo de estibadores.

No existe un formato tipo para este documento ya que su ámbito se reduce al puerto.

### **Bayplan o Cargo Plan**

El *Bayplan* es el documento que muestra la disposición de la mercancía en las bodegas del buque. En este sentido es un documento dinámico ya que se modifica en cada puerto según los cambios que se hayan producido en la carga del buque, notificándose así estas variaciones al siguiente puerto de escala. Para cada contenedor incluye el número y tipo, el peso del mismo, las características especiales de la mercancía que contiene, el puerto de embarque y el de destino, entre otros datos.

Este documento es elaborado por la naviera del buque que lo trasmite en papel, vía EDI, o SIC a la empresa estibadora antes de la carga de los contenedores o mercancías. Posteriormente el *Bayplan* definitivo es entregado al capitán del buque antes de la salida del puerto.

El *Bayplan* es un documento de ámbito internacional.

### **Solicitud de Escala**

La Solicitud de Escala es el documento por el que el consignatario solicita a la Autoridad Portuaria permiso para que un buque haga escala en un puerto. En la solicitud se incluye información relevante del buque para el atraque como sus características, el día y la hora

de llegada a rada, la fecha de salida, las preferencias de atraque así como las operaciones que se van a llevar a cabo en buque; es decir, es una reserva formal de muelle para una hora precisa de comienzo de las operaciones.

Este documento se hace llegar, por medio del consignatario y antes de que el buque llegue a puerto, a la Capitanía Marítima, Amarradores, Prácticos y Remolcadores. Todas estas comunicaciones pueden tener lugar en papel o empleando las nuevas tecnologías SIC o EDI.

La Solicitud de Escala es un documento de ámbito local, cada puerto dispone de su propio formato y está regulado por la legislación en materia de puertos de cada país, en España por la Orden FOM/3056/2002, de 29 de noviembre, y sus modificaciones posteriores, siendo la última la Orden FOM/1194/2011, de 29 de abril.

### **Permiso de Atraque (*Berth Permission*)**

El Permiso de Atraque es el documento por el cual la Autoridad Portuaria autoriza a un buque a hacer escala en un puerto. En él el comisario del puerto debe reflejar la hora prevista para el comienzo y la finalización de las operaciones con suficiente antelación además de otra información referente al buque y a la escala.

Este documento se le remite al consignatario del buque quien, al igual que la solicitud de escala lo hace llegar a Capitanía Marítima, Amarradores, Prácticos y Remolcadores en soporte papel, vía EDI o vía SIC.

El ámbito de este documento y la legislación que lo regula son idénticos a los de la Solicitud de Escala.

### **Solicitud de Desatraque (*Ship's Clearance*)**

La Solicitud de Desatraque es un documento firmado y sellado por Capitanía Marítima que autoriza al buque a abandonar el puerto. Este documento que contiene información sobre la próxima escala del buque va acompañado de la Lista de Tripulantes y la Declaración General del Capitán.

El consignatario es el encargado de solicitar este documento una vez el buque está preparado para abandonar el puerto. Capitanía Marítima debe remitir este comunicado en

soporte papel, vía fax o mediante cualquier otro método de intercambio electrónico de datos tanto al consignatario del buque como a su capitán.

La comunicación de este documento, de ámbito nacional, está regulada por el Real Decreto Legislativo 2/2011 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante y por el Reglamento sobre Despacho de Buques aprobado por la Orden del 18 de enero de 2000 del Ministerio de Fomento.

### Documentos previos al embarque

#### Schedule

El *Schedule* es el documento que recoge las escalas, rutas y duración de los viajes de una naviera así como los fletes o precios del transporte. Esta información es facilitada por el consignatario del buque al cargador interesado en contratar el transporte. Esta comunicación es totalmente informal y puede realizarse por teléfono, vía fax o mediante tecnologías de comunicación y transmisión de datos.

#### Solicitud de *Booking*

La Solicitud de *Booking*, como su nombre indica, es un documento por el cual, a partir de la información contenida en el *Schedule*, se solicita al consignatario del buque la reserva de espacio en el buque para una carga determinada. Esta solicitud puede realizarla el cargador o su representante (transitario, consignatario o agente de aduanas) indicando los siguientes datos:

- Buque y número de viaje.
- Datos del cargador, del consignatario y del representante de la mercancía.
- Punto de origen y destino final de la mercancía.
- Puerto de carga y descarga.
- Descripción de las mercancías.

Este documento se emplea únicamente en el transporte marítimo y pese a que la comunicación de esta información es de ámbito internacional no existe un formato normalizado que estandarice la transmisión telefónica, mediante fax o télex de estos datos.

## **Booking**

El *Booking* es el documento por el cual el consignatario acepta la reserva de espacio previamente realizada por el cargador o su representante. Este documento, también conocido como Nota de Cierre, contiene la siguiente información:

- Datos del cargador, del destinatario y de quien hace la reserva.
- Lugar y fecha.
- Línea del transportista.
- Datos de los agentes portuarios.
- Lugar de recepción del transporte previo al embarque.
- Lugar y fecha aproximada de embarque.
- Lugar y fecha aproximada de desembarque.
- Descripción de la carga.
- Condiciones especiales de transporte si las hay.
- Condiciones de pago del flete.

El *Booking*, al igual que la Reserva de *Booking*, son documentos de ámbito internacional de transporte marítimo que no están estandarizados ya que cada empresa emplea su propio formato. Los modos de transmisión de los mismos son vía fax en soporte papel, por teléfono o mediante mensajes EDI o tecnología SIC.

## **Nota de Embarque o Pre-Conocimiento de Embarque**

La Nota de Embarque, también conocida como Pre-Conocimiento de Embarque, es la recopilación no contractual de las instrucciones que recibe el consignatario para la confección del contrato de transporte marítimo (Conocimiento de Embarque o *Bill of Lading*). El solicitante de la información necesaria para la elaboración de este documento es el consignatario de la mercancía que recibe la información directamente del exportador o de su representante y se la remite al consignatario del buque. La información que debe contener este documento es:

- Datos del emisor de la Nota de Embarque, del titular de la mercancía, del destinatario de la carga, de la persona de contacto y del consignatario del buque.
- Datos del buque, de su armador/naviera.
- Puerto y fecha de salida de la mercancía.

- Lugar de recepción de la mercancía en origen.
- Puerto de descarga y lugar de entrega en destino.
- Descripción de mercancía.
- Observaciones.

Este documento, fundamental para la formalización del contrato de transporte, es un documento exclusivo del transporte marítimo, aunque el transporte terrestre y el aéreo poseen documentos similares, que independientemente de su estandarización está internacionalmente extendido ya que la comunicación que a través de él se realiza es la base del flujo documental y físico del contenedor. Pese a la existencia de distintos formatos establecidos por las propias empresas, todos ellos son parecidos y contienen los mismos datos imprescindibles. Su comunicación puede realizarse en soporte papel o vía SIC. La regulación de la Nota de Embarque está recogida en el Código de Comercio.

### Documentos posteriores al embarque

#### Recibo de Embarque (*Mate's Receipt*)

El Recibo de Embarque es el recibo firmado por el primer oficial del buque a petición del consignatario en el que se acusa la recepción del cargamento a bordo del buque junto con las observaciones que se crean necesarias respecto al estado de las mercancías. Este documento en ningún caso supone un contrato de transporte sino que está sujeto a los términos de los Conocimientos de Embarque que se extenderán a cambio de los Recibos de Embarque. La Lista de Carga o *Numerical List* firmada y sellada por el capitán del buque puede sustituir en funciones a este documento.

En cualquier caso el Recibo de Embarque debe estar compuesto por la siguiente información: el destino de la mercancía, el buque en que es transportada, el puerto de embarque, el puerto de descarga, información relativa a la mercancía embarcada, particularidades del contenedor en el que es transportada, su posición de estiba a bordo y la firma del capitán o primer oficial.

Este recibo, empleado únicamente para transporte marítimo, es de ámbito internacional y se expide en papel con formato estandarizado.

## **Conocimiento de embarque (*Bill of Lading, B/L*)**

El Conocimiento de Embarque es el documento contractual del transporte marítimo, cuyo objetivo es acreditar que las mercancías se han recibido a bordo del buque, siendo a la vez prueba de la existencia del Contrato de Transporte y de la titularidad de la propiedad del cargamento en él descrito, a favor de su legítimo propietario, generalmente transferible, salvo acuerdo expreso de lo contrario, y mediante el cual exclusivamente se tiene derecho a recibir en el puerto de destino la mercancía, en estado y cantidad en que fue embarcada. El B/L es imprescindible para que tenga lugar el tráfico marítimo de contenedores.

El Conocimiento de Embarque es emitido en soporte papel por la naviera a través de su consignatario a petición del cargador en el momento de la recepción a bordo de las mercancías por parte del porteador. Cada B/L es realmente un juego completo que está compuesto normalmente por 3 ejemplares por contenedor considerados como originales, todos ellos numerados e indicando en cada uno de ellos su tenedor y el número de ejemplares producidos que forman el juego completo. Los ejemplares puede extenderse “al portador”, “a la orden” y “nominativos” y cada uno de ellos debe contener la misma información que, como mínimo, debe ser:

- Datos del cargador, del receptor y de la dirección para notificaciones.
- Buque, puerto de carga y de descarga de la mercancía.
- Descripción de la mercancía (marcas y números, número y clase de bultos, peso bruto, volumen, etc.).
- Declaración expresa de que la mercancía ha sido cargada “*Clean on Board*” (en perfecto estado).
- Detalle del flete y gastos así como de las condiciones de pago.
- Lugar y fecha de emisión del documento, firma del capitán y del cargador.

La normativa que regula estos documentos de ámbito internacional es el Código de Comercio (1885), el Convenio de Bruselas (1924) incorporado a la legislación española mediante la Ley del 22 de diciembre de 1949, posteriormente modificado por el Protocolo de 21 de diciembre de 1979, y las Reglas de Visby (1968).

Existe una variante del Conocimiento de Embarque conocida como Conocimiento de Embarque Multimodal FIATA FBL que acredita un contrato de transporte intermodal di-

recto en el que la figura del transitario actúa como operador de transporte multimodal, haciéndose responsable de la mercancía y de la ejecución del transporte.

### **Manifiesto de carga (*Cargo Manifest*)**

El Manifiesto de Carga es la declaración elaborada por el consignatario a petición de las autoridades (Autoridad Portuaria, Aduana, etc.), la naviera y el consignatario del buque en el puerto destino, que permite controlar la salida efectiva de la mercancía que posee un destino aduanero que suponga el abandono del territorio aduanero en que se encuentra originariamente ubicada, así como de la mercancía de que realiza transbordo en un puerto de la Unión Europea, facilitando a la Aduana el cumplimiento de las obligaciones de vigilancia aduanera de las mercancías establecidas por el Código Aduanero Comunitario.

Los Manifiestos de Carga son documentos compuestos por los Conocimientos de Embarque de las mercancías que van a abandonar el puerto por vía marítima, ordenados por destino y sin incluir datos económicos. Cada destino de una misma mercancía genera un Manifiesto diferente y en el caso de que varios consignatarios de la mercancía hayan cargado en un mismo contenedor, cada uno de ellos elabora su propio manifiesto que se agrupa en una sola carpeta.

Estos documentos deben presentarse en papel, firmados por el obligado a declarar o su representante, pudiendo presentarse por vía electrónica (EDI y SIC) ante algunas Autoridades Portuarias.

### **Manifiesto de Flete (*Freight Manifest*)**

El Manifiesto de Flete es la recopilación de toda la carga, ordenada por Conocimiento de Embarque y clasificada por destinos, en este caso incluyendo datos económicos. Este documento lo genera el consignatario del puerto origen a petición de la naviera y lo transmite vía mensaje EDI tanto al naviero como al consignatario del buque en el puerto destino.

El ámbito de circulación y utilización de este documento es internacional. Sin embargo no existe ningún formato preestablecido para su elaboración sino que se emplea el utilizado por cada naviero o el que determina el propio sistema informático. La normativa

que regula esta comunicación es la normativa mercantil general aplicable a las relaciones entre el naviero y el consignatario.

## **Declaración Sumaria de Carga y de Descarga**

La Declaración Sumaria de Carga (o de Descarga) es la declaración de toda la mercancía que va a ser cargada (o descargada) en un buque en cada una de sus escalas; es decir, el consignatario emite una Declaración Sumaria por escala del buque y la envía a petición de la Autoridad Portuaria de dicho puerto y la Agencia Tributaria del país. Este documento contiene:

- Datos de cabecera (datos comunes a toda la declaración referidos a la identificación del medio de transporte, del viaje y de los consignatarios).
- Datos del detalle de conocimientos de embarque/partidas (incluye los datos necesarios para identificar la carga declarada por partida entendiéndose como tal cada tipo de mercancía).
- Datos relativos a la hoja resumen (datos donde se indican los puertos de descarga, el peso bruto de la mercancía y el número de bultos).

Este documento es de ámbito internacional ya que en cualquier puerto de cualquier parte del mundo en que se haga escala debe realizarse la Declaración Sumaria de Carga y Descarga, y está estandarizado.

## **Documentos de transporte terrestre**

El presente apartado recoge todas las comunicaciones que hacen posible que se lleve a cabo el transporte terrestre asociado a los tráficos de importación y exportación de contenedores.

### **Orden de transporte**

La Orden de Transporte es un documento que el consignatario emite como respuesta al Aviso de Transporte antes de que la mercancía sea despachada salvo que exista la posibilidad de realizar el despacho en destino. Esta orden se entrega en papel al transportista terrestre tras su contratación especificando la hora y lugar de recogida y entrega de la

mercancía así como las condiciones de transporte de la misma (temperatura, etc.). Del mismo modo, este documento debe transmitirse bien sea en papel o vía EDI al resto de agentes de la cadena logística implicados en el transporte terrestre.

La información que contiene la Orden de Transporte incluye el número de orden, el nombre de la empresa que genera la comunicación, los datos del cargador y del destinatario, la línea de transporte (buque, destino, fecha y empresa estibadora), el punto de origen y destino, el número de contenedor, el transportista, la operación, la fecha y hora, la temperatura a la que debe realizarse el transporte así como las unidades en que está expresada, el número de chasis del vehículo y su matrícula, el origen y destino del transporte, el código ISO y el precinto del contenedor. Además junto a la Orden de Transporte se generan otros dos documentos, el Entréguese y el Admitase.

Debido a que este documento es de ámbito local no existe ningún documento tipo que normalice las Órdenes de Transporte sino que cada empresa tiene su propio formato.

Como respuesta a la Orden de Transporte, una vez se ha entregado o recibido el contenedor, la terminal emite en las puertas un **Albarán de Entrega** que completa la información de la orden con una relación de los daños que pueda tener el contenedor al entrar o salir de la terminal y la fecha y hora exacta de la entrega todo ello firmado por la empresa estibadora. Este documento también es de ámbito local y tampoco está estandarizado.

### **Entréguese de Exportación/Orden de Entrega**

El documento Entréguese de Exportación es una notificación generada junto con la Orden de Transporte que el depósito de contenedores o una terminal con depósito de contenedores vacíos reciben por parte del consignatario indicando que se debe entregar un contenedor vacío al transportista terrestre para que posteriormente pueda ir a recoger la mercancía a exportar.

En este caso los datos que contiene el documento son los de la Orden de Transporte excluyendo la información relativa al contenedor ya que normalmente al solicitar un contenedor vacío no se especifica cuál de ellos y sea cual sea, no lleva precinto. Por el contrario incluye características del contenedor que debe recogerse (tamaño, tipo, detalles de carga especial, etc.).

Del mismo modo este no es un documento estándar sino que cada empresa utiliza su propio formato. La forma de transmisión del mismo es idéntica a la de Orden de Transporte, se emite una copia en papel del documento para el transportista y también se hace llegar la información al depósito de contenedores.

Además del Entréguese de Exportación existe un documento análogo para la importación, **Entréguese de Importación u Orden de Recepción**, que permite la entrega en la terminal de un contenedor cargado que va a salir de puerto por vía terrestre. En este caso el documento sí que debe incluir todos los datos referentes al contenedor y a la mercancía.

### **Admítase**

El Admítase es un documento por el cual el consignatario transmite a la terminal la orden de aceptar un contenedor cargado, permitiendo su entrada y depósito para su posterior embarque en un buque determinado.

La información que este documento contiene para que pueda ejecutarse esta orden es el número de orden, el transportista, el consignatario, información referente a la mercancía y a su embalaje, la procedencia del contenedor, el destino del contenedor y observaciones referentes a desperfectos al recibir la carga.

Este documento es de ámbito local se genera junto con la Orden de Transporte y no está sujeto a ningún formato específico. Asimismo puede transmitirse en papel, mediante correo electrónico o vía SIC.

Asimismo existe un documento análogo, conocido también como Admítase, para la admisión de contenedores vacíos en depósito de contenedores o en terminales portuarias.

### **Aviso de Entrega de Contenedores (Pre-Check-in)**

El Aviso de Entrega de Contenedores es un aviso que proporciona el transportista a la terminal anunciando la inminente recogida o entrega del contenedor indicando sus características y las de la carga.

Esta comunicación no cuenta con un formato específico y su transmisión puede realizarse en soporte papel o vía SIC.

### **Solicitud de Posicionado**

La Solicitud de Posicionado es un documento que se genera en el caso de que la Aduana o cualquier otro organismo de inspección solicite al consignatario a través del agente de aduanas que comunique a la terminal la necesidad de posicionado de un contenedor en la zona de inspección, que puede encontrarse dentro o fuera de esta (el PIF o IFCM, el Centro de Inspección Unificado, o cualquier otra instalación destinada a la inspección).

En cualquier caso, tanto esta comunicación como la propia inspección, se llevan a cabo antes de que la mercancía abandone el puerto por la puerta terrestre o de que sea embarcada en el buque.

Actualmente no existe ningún documento tipo que normalice la Solicitud de Posicionado. Suele realizarse en soporte papel y recoge los siguientes datos: la fecha de posicionado, el número de contenedor, la descripción y el destino de la mercancía, el buque en que va a ser cargado o del que se ha descargado, el número de Manifiesto, la partida, y la zona de revisión en la que debe posicionarse.

### **Orden de Posicionado**

La Orden de Posicionado es la comunicación inmediatamente posterior a la Solicitud de Posicionado que informa de la necesidad de posicionado por parte del consignatario a la terminal.

Esta comunicación, de ámbito local, tampoco está estandarizada y se suele realizar vía fax. En ella se transmite información referente al tipo de operación, el nombre de la empresa estibadora, el nombre de la consignataria, la fecha, el número de fax, el peso, el tipo de inspección y organismo que va a realizarla, el número de contenedor, el buque y destino de la mercancía y si existe la necesidad de vaciado del contenedor.

### ***Interchange***

El *Interchange* es un documento que sirve para la retirada del contenedor vacío que se encuentra en perfectas condiciones de un depósito de contenedores (o una terminal portuaria) y su posterior entrega ya cargado en la terminal.

El documento es emitido por la entidad arrendadora del contenedor en el momento en que es entregado y tras la comprobación del estado del contenedor de acuerdo con las normas IICL (normas estándar mínimas requeridas para declarar averías) y recibido por el consignatario, naviero o transportista. Los datos de los que consta coinciden con los de un Albarán de Entrega.

## **Documentación relativa a mercancías peligrosas**

Todas las comunicaciones referentes a mercancías peligrosas tienen lugar antes de que la mercancía llegue a puerto.

### **Declaración de Mercancías Peligrosas**

La Declaración de Mercancías Peligrosas es un documento por el que el expedidor (el cargador o el consignatario) acredita ante la Autoridad Portuaria que las mercancías que pretende embarcar pueden ser autorizadas para su transporte por estar adecuadamente embaladas, marcadas y etiquetadas, de conformidad con la normativa vigente. Cada contenedor de mercancías peligrosas para poder entrar en puerto debe ir previamente acompañado de su correspondiente Declaración de Mercancías Peligrosas independientemente de su destino (importación, exportación y tránsito), que debe contener la siguiente información:

- Nombre y datos del expedidor.
- Datos del agente de la mercancía.
- Información sobre las características del transporte: nombre y medios de transporte, puerto origen, puerto destino y observaciones.
- N° de identificación del contenedor y características de la mercancía: número y tipo de bultos, nombre técnico de la mercancía, nombre/división, número ONU, punto de inflamación, peso bruto y cantidad neta (si procede) además de la información complementaria relevante.
- Declaración expresa del emisor del documento verificando los datos aportados.

Este documento, empleado tanto en el transporte marítimo como en el terrestre, no está estandarizado y cada empresa utiliza su propio formato que transmite vía papel, EDI o SIC. En cualquier caso, pese a no estar normalizada, la Declaración de Mercancías Peli-

grosas, es un documento de ámbito internacional regulado por el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación originada por los Buques (1973) y su protocolo (1978) - MARPOL 73/78 -, el Código IMDG del Convenio SOLAS (1974), el RD 145/89 de Reglamento de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas y por el RD 701/1999 por el que transponen la Directiva 97/34 y la Directiva 98/55 de la Unión Europea.

### **Certificado de Arrumazón**

El Certificado de Arrumazón es un documento expedido por el exportador para la Capitanía Marítima que tiene como finalidad garantizar la seguridad en el tráfico de mercancías peligrosas a su paso por el puerto declarando que la carga cumple las obligaciones de embalaje y etiquetado de acuerdo con la normativa vigente. Para ello el documento debe contar como mínimo con la siguiente información:

- Nombre y datos del expedidor.
- N° de identificación del contenedor.
- Certificación de que las condiciones de transporte cumplen con las obligaciones requeridas por el tipo de mercancía peligrosa en cuestión.
- Declaración expresa firmada por el emisor del documento verificando los datos aportados.

Este documento de ámbito internacional se transmite en soporte papel sin ningún formato predeterminado y está regulado por el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS, 1974) y por el RD 145/89 de Reglamento de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas.

### **Solicitud de Admisión-Notificación de Mercancías Peligrosas**

La Solicitud de Admisión de Mercancías Peligrosas es un documento cuya finalidad es garantizar el paso seguro de mercancías peligrosas por el recinto portuario. Esta notificación, emitida por el consignatario y remitida a Capitanía Marítima, tiene una doble función: solicitar espacio sobre el muelle en zonas no concesionadas, para depositar la mercancía a la espera de embarque, y solicitar permiso a la Autoridad Portuaria para la entrada de las mercancías peligrosas al puerto. Esta solicitud, que se debe realizar para cada contenedor con antelación suficiente a su llegada o salida del puerto, consta de los siguientes datos:

- El número de solicitud.
- Los datos del consignatario de la mercancía.
- Información relativa a la entrada de las mercancías peligrosas en el puerto.
- Información relativa a la salida de las mercancías peligrosas del puerto.
- Información referente a las mercancías peligrosas: nombre de la mercancía, número ONU, clase, página IMDG, versión, peso bruto, peso neto, número de bultos, tipo de bultos, grupo de embalaje y punto de inflamación, entre otros.
- Datos del expedidor y del destinatario de la mercancía.
- Declaración de disponer de todos los documentos requeridos en el RD 145/89.

Toda esta información debe ir acompañada de informes que la verifiquen.

La Solicitud de Admisión de Mercancías Peligrosas es un documento de ámbito internacional pero sin un formato predeterminado sino que cada región o puerto ha definido su propio formato que se transmite mediante el uso de mensajes telemáticos EDI o sobre papel. En cualquier caso, la normativa que regula la Notificación de Mercancías Peligrosas es la misma que la que regulariza la Declaración de Mercancías Peligrosas: los Convenios Internacionales MARPOL 73/78 y SOLAS (1974), las Directivas Europeas 97/34 y 98/55 y su trasposición por el RD 701/1999, y el RD 145/89.

### **Autorización de Admisión de Mercancías Peligrosas**

La Autorización de Admisión de Mercancías Peligrosas tiene como objeto informar al consignatario de la mercancía, a la terminal y al capitán del buque de que el contenedor que la transporta puede entrar en puerto. Para ello la Autoridad Portuaria y la Capitanía Marítima emiten un documento con la siguiente información:

- El número de autorización.
- La autorización o denegación de la entrada.
- Información relativa a la entrada de las mercancías peligrosas en el puerto.
- Información relativa a la salida de las mercancías peligrosas del puerto.
- Información referente a las mercancías peligrosas: nombre de la mercancía, número ONU, clase, página IMDG, versión, peso bruto, peso neto, número de bultos, tipo de bultos, grupo de embalaje y punto de inflamación, entre otros.
- La fecha y hora de emisión del documento.

En este caso el documento de Autorización de Admisión de Mercancías Peligrosas tiene las mismas características que la Solicitud de Admisión de Mercancías Peligrosas y está regulado por la misma normativa.



## Anexo 3. El contenedor

### Introducción

La estandarización del contenedor como elemento de transporte de la cadena logístico-portuaria ha ido acompañada de la estandarización de los medios de manipulación y de los buques, con evidentes mejoras sobre la productividad y la seguridad de la mercancía entre otras ventajas.

En este anexo se realiza una clasificación de los contenedores según diferentes criterios y se estudia cómo afectan las peculiaridades de cada tipo a cada una de las operaciones que se llevan a cabo en la terminal.

En cuanto al **subsistema de carga y descarga de buques** la estandarización del contenedor permite, por ejemplo, utilizar *twist-locks* automáticos, *spreaders twin-lift* y *tándem*, o grúas con *double trolley* y por tanto realizar las operaciones de carga y descarga de buques con altos rendimientos.

Respecto a los diferentes tipos de contenedores, hay que tener en cuenta algunas consideraciones:

- Los contenedores con temperatura controlada (*reefers*, o *isotermos*) deben conectarse a las tomas de la terminal después de la descarga y desconectarse antes de la carga. Durante las operacio-

nes de carga y descarga los equipos de frío no funcionan y por eso, la duración de estas debe ser lo menor posible de modo que no se vea comprometida la calidad de la mercancía.

- Los contenedores cargados con mercancía sobredimensionada deben ubicarse en el buque en la parte superior de las pilas y por tanto son los primeros en descargarse y los últimos en cargarse.
- Los contenedores de mercancías peligrosas deben respetar unas normas de segregación que se traducen en la necesidad de que ocupen ciertas posiciones en las bodegas lo que debe considerarse en la secuencia de carga.

El **subsistema de almacenamiento** debe tener en cuenta el tipo de contenedor debido a las necesidades especiales para el depósito de algunos de ellos:

- Los contenedores *reefers* o frigoríficos necesitan conexiones eléctricas para mantener la cadena de frío.
- Los contenedores isoterms necesitan conectarse a equipos de frío.
- Los contenedores cargados con mercancía sobredimensionada, entre otros, no se pueden apilar en altura o hay que apilarlos siempre en la parte superior de las pilas.
- Los contenedores vacíos pueden apilarse a mucha altura, incluso a 9. Por su parte, los contenedores llenos no pueden apilarse a tanta altura porque la estructura de las cajas inferiores puede resultar dañada por el peso de los contenedores superiores. En general los contenedores llenos y vacíos se apilan en zonas diferentes de la terminal y se manipulan con maquinaria distinta, adaptada a las necesidades de cada tipo.
- Los contenedores que transportan mercancías peligrosas en algunos casos se deben situar en lugares separados del tráfico ordinario, de manera que se cumplan las exigencias de seguridad tanto en su almacenamiento como en su operación general. En otros casos es suficiente con que se segreguen unos de otros, respetando unas distancias mínimas.

La normalización del contenedor ha permitido que los camiones y las plataformas de ferrocarril estén perfectamente adaptados para su transporte. En la operación del **subsistema de recepción y entrega** el tipo de contenedor influye en el equipo a utilizar. Así, por ejemplo los contenedores llenos y vacíos se suelen manipular con maquinaria diferente. Por su parte, los contenedores cargados con mercancía sobredimensionada pueden necesitar un equipo especial para la carga y descarga de camiones y ferrocarril.

Finalmente, en función del tipo de terminal, para cada movimiento del **subsistema de interconexión** se utilizará un equipo considerando en la elección del mismo el tipo de contenedor a trasladar, sus dimensiones y su peso.

## Concepto de contenedor

Según la definición del Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC) de 1972, un contenedor es un elemento de equipo de transporte:

- De carácter permanente y, por tanto, suficientemente resistente para permitir su empleo repetido.
- Ideado para facilitar el transporte multimodal, sin manipulación intermedia de carga.
- De fácil manipulación, con cantoneras.
- De un tamaño tal que la superficie delimitada por las cuatro esquinas inferiores exteriores sea, por lo menos, de 14 metros cuadrados o, como mínimo, de 7 metros cuadrados si lleva cantoneras superiores.

Como ventajas del transporte de mercancías en contenedor pueden citarse las siguientes:

- Facilita el transporte puerta a puerta.
- Reduce el trámite documental, así como los costes de almacenamiento e inventario.
- No precisa manipulaciones intermedias de la mercancía, lo que se traduce en:
  - Menos deterioros.
  - Menor riesgo de robos.
  - Menos gastos de embalaje.
- Consigue una mayor productividad laboral.
- Requiere menos mano de obra, lo que reduce considerablemente los costes.
- Reduce al mínimo la necesidad de formación técnica gracias a la uniformidad de las tareas.
- Reduce los tiempos de estancia en puerto de los buques.
- Permite que puedan realizarse inversiones de capital a largo plazo gracias a la constante uniformidad de la carga.
- Pueden transportarse por contenedor una amplia gama de mercancías.
- El contenedor se apila en explanadas al aire libre en las terminales portuarias, con el consiguiente ahorro en la construcción de tinglados y en su mantenimiento.

Por su parte, los inconvenientes del transporte en contenedor son los siguientes:

- Se necesita una gran inversión inicial de capital para comenzar el transporte en contenedores (construcción de contenedores, equipamiento específico en terminales, etc.).
- Requiere utilización a gran escala para amortizar las inversiones.
- Algunas mercancías no son aptas o su transporte no resulta económico para el transporte en contenedor.
- Los contenedores no siempre viajan llenos lo que reduce la rentabilidad.
- En algunos puertos no existen los medios de manipulación adecuados.
- La intensidad fluctuante en el transporte entre dos puntos específicos afecta negativamente a la productividad.
- Para su uso requiere una logística de ámbito mundial, en la que se tengan en cuenta los puntos de carga y descarga, la operativa de los depósitos de almacenaje, el mantenimiento y reparación de los contenedores, su inspección, el movimiento de vacíos dependiendo de la oferta y la demanda, etc.

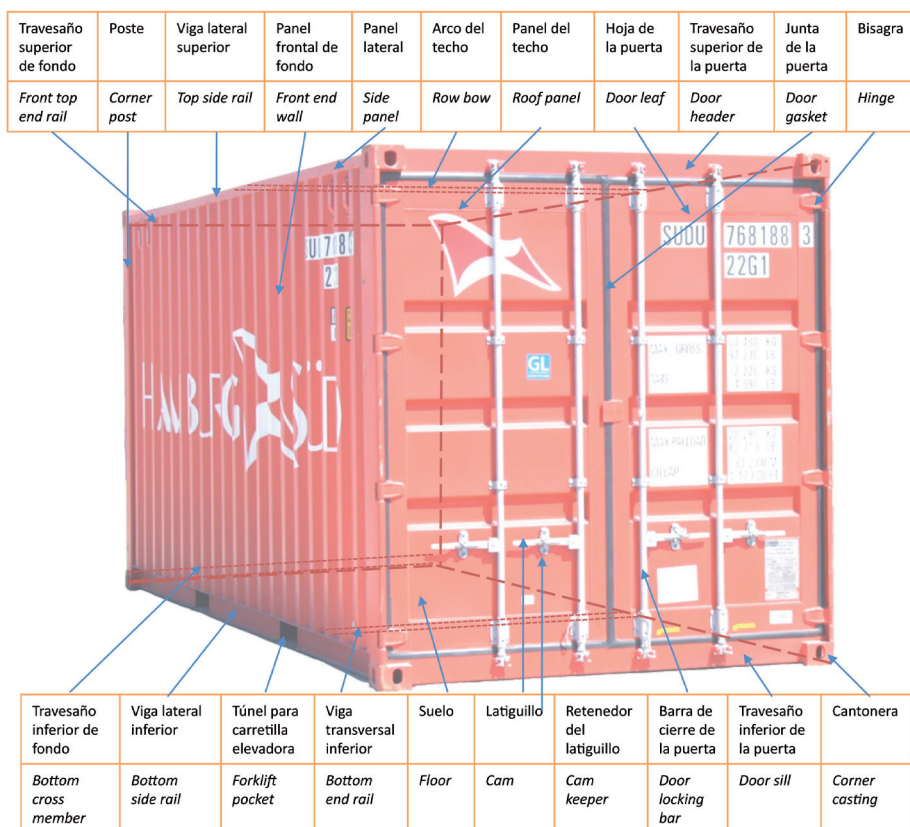
## **Estructura de un contenedor**

Respecto al diseño de los contenedores, el elemento estructural que soporta las cargas es una estructura de acero, formada por cuatro postes (*corner posts*), dos vigas laterales inferiores (*bottom side rails*) y otras dos superiores (*top side rails*), dos vigas transversales inferiores (*bottom end rail* y *door sill*), y otras dos superiores (*top end rail* y *door header*).

Entre las dos vigas laterales inferiores se colocan otras vigas transversales que actúan como soporte de la cubierta del suelo y refuerzan la estructura del contenedor frente a la torsión.

En la Figura 130 se detallan los principales elementos de la estructura de un contenedor estándar con sus nombres en español y en inglés.

Figura 130. Detalle de la estructura de un contenedor estándar



Fuente: Fundación Valenciaport

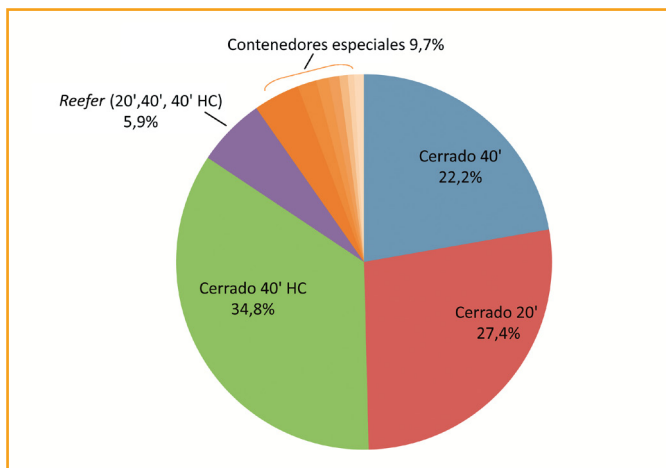
## La flota mundial de contenedores

La flota mundial de contenedores en 2008 era de 26,3 millones de TEUs, mientras que la flota mundial de buques en ese mismo año tenía una capacidad de 12,4 millones de TEUs. Las grandes navieras explotan hasta 2 TEUs de contenedores (entre propio y alquilado) por TEU de capacidad de buques.

Las navieras son dueñas del 50% de los contenedores, y alquilan a compañías de *leasing* hasta el 45% de su flota.

En el siguiente apartado se describen los tipos de contenedores, pero como orden de magnitud conviene adelantar que el tipo más habitual es el contenedor cerrado o *dry box*, que supone el 84% de la flota mundial de contenedores repartido entre tres tamaños de contenedor, el de 20 pies (27% del total), el de 40 pies (22% del total) y el 40 pies *high cube* (35% del total). Hay un 6% de contenedores frigoríficos y el 10% restante se reparte entre todos los demás tipos (ver Gráfico 5).

Gráfico 5. Flota global de contenedores



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Containerisation International (2009)

En la Tabla 47, en el Gráfico 6 y en el Gráfico 7 se muestra la evolución de la flota de contenedores para el periodo de 2004-08.

De estos datos se deduce que los contenedores cerrados suponen alrededor del 90% de la flota anual, con un ligero incremento anual a lo largo de todo el periodo.

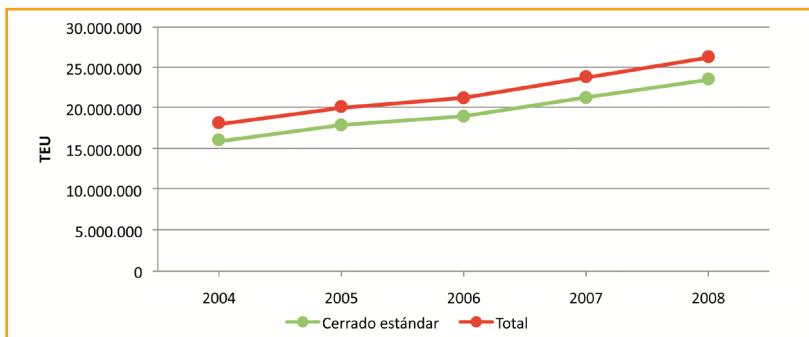
Los *reefers* representan algo más de 6% de la flota, porcentaje estable en los años analizados. Los contenedores cisterna son algo menos del 1% de la flota mientras que el resto de tipos suman alrededor del 3% de la flota, porcentaje que se reduce poco a poco.

Tabla 47. Evolución de la flota mundial de contenedores para el periodo de 2004-08

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>CONTENEDORES CERRADOS ESTÁNDAR</b>					
TEU	15.956.179	17.834.713	18.931.553	21.284.398	23.526.267
Cont.	10.531.707	11.729.721	12.447.179	14.011.967	15.487.368
<b>CONTENEDORES REEFERS Y AISLADOS</b>					
TEU	1.152.559	1.252.261	1.325.606	1.445.322	1.617.241
Cont.	662.236	709.646	742.394	799.550	886.700
<b>CONTENEDORES CISTERNA</b>					
TEU	164.906	173.011	179.811	191.603	199.039
Cont.	162.497	170.585	177.340	189.071	196.562
<b>OTROS CONTENEDORES</b>					
TEU	787.288	796.374	818.392	869.006	916.406
Cont.	574.889	580.382	593.931	623.008	649.521
<b>TOTAL</b>					
TEU	18.060.932	20.056.359	21.255.362	23.790.329	26.258.953
Cont.	11.931.329	13.190.334	13.960.844	15.623.596	17.220.151

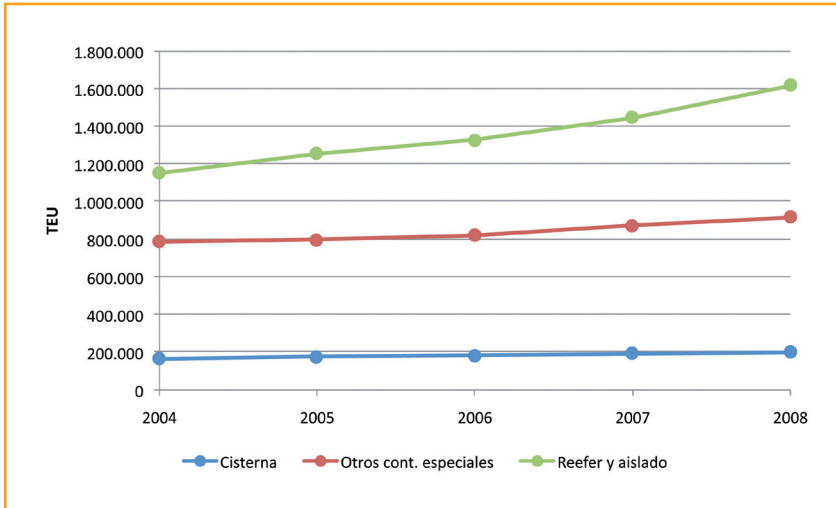
Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Containerisation International (2009)

Gráfico 6. Evolución de la flota mundial de contenedores estándar (20', 40' y 40' HC) y total



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Containerisation International (2009)

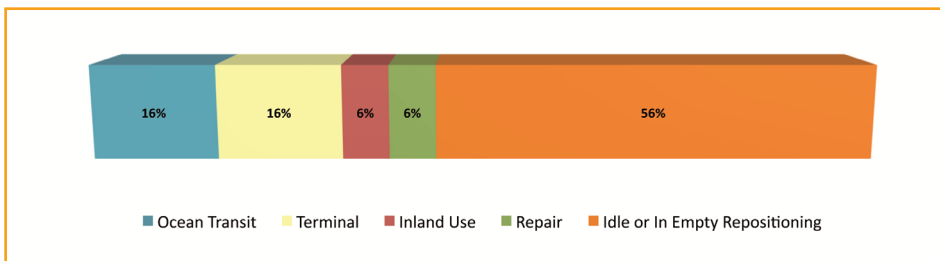
Gráfico 7. Evolución de la flota mundial de contenedores especiales



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de Containerisation International (2009)

Finalmente, respecto al uso que se está haciendo de los contenedores en un momento dado, el 56% está vacío, bien viajando para reposicionado o sin usar; el 16% está en las terminales portuarias; otro 16% está siendo transportado en buques y el 6% en medios terrestres (camión, ferrocarril o terminales interiores); el 6% restante está siendo reparado (ver Figura 131):

Figura 131. Uso de los contenedores



Fuente: Crinks, P. (2000).

## Clasificación de contenedores

Los contenedores pueden clasificarse según diferentes criterios como son:

- El tamaño.
- La forma de presentación de la mercancía.
- El material de fabricación.
- La propiedad del contenedor.

### Clasificación de contenedores según el tamaño

El contenedor original, idea del americano Malcom McLean, tenía una longitud de 35 pies. A finales de los años 50, la ASA (*American Standards Association*) instó a la ISO (*International Organization for Standardization*) para que abriera un proceso de estandarización de este elemento debido a la necesidad de compatibilizar las medidas del contenedor con los gálibos mundiales viarios y ferroviarios. El resultado de este proceso fue la norma ISO 668 “*Series 1 freight containers*” del año 1995, que avanzaba tres series diferentes:

- Serie 1: medidas en unidades inglesas y con anchos de 8 pies, altos de 8’6” y largos de 10, 20, 30 y 40 pies. Los pesos máximos se fijaban en 10, 16, 24, 25,4 y 30,8 toneladas, respetivamente.
- Serie 2: definida en unidades internacionales y adaptada a las medidas de las redes de transporte europeo-occidentales.
- Serie 3: centrada en las medidas del ámbito soviético.

Las serie 2 y 3 nunca llegaron a ser normas debido al éxito de la Serie 1.

La dificultad de aprovechar el interior de la Serie 1 con los europalés hizo que la ISO propusiera una nueva serie que incluía:

- Longitudes de 24,5’ y de 49’ y que además de sus cantoneras ordinarias tuvieran cantoneras intermedias a 20’, en el caso del contenedor de 24,5’, y a 40’, en el de 49’, de manera que su manejo supusiese el mínimo impacto en la infraestructura ya existente.
- Anchura interior de 2,44 metros para favorecer el llenado con europalés.
- Altura de 8’ 6”, que era la existente, y una nueva y adicional altura opcional de 9’ 6” llamado contenedor *high cube*.

El peso máximo se mantenía en 30,48 toneladas, que se había admitido como límite máximo de cualquier contenedor.

El contenedor de 30 pies entró en desuso y con la Enmienda 2005 de la ISO se añadió un nuevo largo de 45 pies.

En cuanto a la manipulación del contenedor es más importante su huella (ancho x largo) que su altura.

La ISO exige que su estructura resista el apilado mínimo de 6 unidades cargadas al máximo.

El 95% de la flota mundial son contenedores de 20 y 40 pies, mientras que el 5% restante corresponde a contenedores de otras longitudes. Debido a esto se creó el concepto de TEU (*Twenty-foot Equivalent Unit*), de manera que un contenedor de 20 pies es 1 TEU y 1 contenedor de 40 pies son 2 TEUs. Posteriormente apareció el concepto de FEU (*Forty-foot Equivalent Unit*), mucho menos usado.

Los tamaños predominantes para contenedores marítimos son 40' x 8' x 8'6" (llamado 40 pies o 40'), 20' x 8' x 8'6" (20 pies o 20') y 40' x 8' x 9'6" (40 pies *High Cube* o 40'HC).

Como ya se ha mencionado, en 2009 el 84% de la flota mundial de contenedores correspondía a contenedores cerrados, de los cuales, el 35% son 40' HC.

Las dimensiones exteriores de los contenedores son utilizadas para modular las bodegas y los anclajes de los buques portacontenedores y, en el caso de las TPCs, para el diseño de los equipos de manipulación y de las pilas de patio. En la Tabla 48 se muestran las dimensiones exteriores e interiores, la capacidad y la tara para varios tipos de contenedores.

Tabla 48. Dimensiones, capacidad y tara de contenedores

	Dimensiones exteriores			Dimensiones interiores			Capacidad	Tara
	Longitud	Anchura	Altura	Longitud	Anchura	Altura		
Cerrado 20'	6,06 m	2,43 m	2,59 m	5,89 m	2,35 m	2,38 m	32,9 m <sup>3</sup>	2,25 t
Cerrado 40' Acero	12,19 m	2,43 m	2,59 m	12,03 m	2,35 m	2,39 m	67,6 m <sup>3</sup>	3,7 t
Cerrado 40' Aluminio	12,19 m	2,43 m	2,59 m	12,05 m	2,35 m	2,37 m	67,1 m <sup>3</sup>	2,8 t
Cerrado 45' Acero	13,71 m	2,43 m	2,90 m	13,56 m	2,35 m	2,7 m	86,0 m <sup>3</sup>	4,5 t
Cerrado 45' Aluminio	13,71 m	2,43 m	2,90 m	13,58 m	2,35 m	2,68 m	85,5 m <sup>3</sup>	4,0 t
Cerrado 40' HC Acero	12,19 m	2,43 m	2,90 m	12,03 m	2,35 m	2,69 m	76,0 m <sup>3</sup>	3,9 t
Cerrado 40' HC Aluminio	12,19 m	2,43 m	2,90 m	12,05 m	2,35 m	2,68 m	75,9 m <sup>3</sup>	3,0 t
Reefer 40'	12,19 m	2,44 m	2,59 m	11,33 m	2,29 m	2,19 m	56,8 m <sup>3</sup>	4,5 t
Reefer 40' HC	12,19 m	2,44 m	2,90 m	11,59 m	2,29 m	2,52 m	66,9 m <sup>3</sup>	4,2 t
Open top 20'	6,06 m	2,43 m	2,59 m	5,89 m	2,35 m	2,34 m	32,4 m <sup>3</sup>	2,1 t
Open top 40'	12,19 m	2,43 m	2,59 m	12,02 m	2,35 m	2,34 m	66,1 m <sup>3</sup>	3,7 t
Plataforma 20'	6,06 m	2,43 m	2,59 m	5,98 m	2,39 m			3,1 t
Plataforma 40'	12,19 m	2,43 m	2,59 m	12,06 m	2,36 m			5,3 t
Granel 20'	6,06 m	2,43 m	2,59 m	5,38 m	2,33 m	2,33 m	29,2 m <sup>3</sup>	2,8 t
Open side 20'	6,06 m	2,43 m	2,59 m	5,89 m	2,31 m	2,25 m	30,6 m <sup>3</sup>	2,9 t
Tanque 20'	6,06 m	2,43 m	2,59 m				21,0 m <sup>3</sup>	3,7 t
Pallet wide 20'	6,06 m	2,51 m	2,90 m	5,91 m	2,44 m	2,71 m	39,1 m <sup>3</sup>	2,5 t
Pallet wide 40'	12,19 m	2,51 m	2,90 m	12,05 m	2,44 m	2,71 m	79,7 m <sup>3</sup>	4,7 t

Fuente: Palacio (2001)

## **Clasificación de contenedores según la forma de presentación de la mercancía**

Desde la introducción del contenedor como elemento de transporte de mercancías en régimen multimodal, este ha evolucionado con las exigencias del mercado, pasando de la caja metálica estándar original al desarrollo de varios tipos de contenedores adaptados para transportar una amplia gama de mercancías, considerando en cualquier caso unas dimensiones estandarizadas en cuanto a longitud, anchura y altura con independencia del tipo o clase de contenedor utilizado.

Según la forma de presentación de la mercancía los contenedores marítimos se clasifican de la siguiente forma:

- Para mercancía general:
  - Cerrado (*closed, dry van, dry box*)
  - Gran cubicación (*high cube*)
  - Contenedor *pallet wide*
  - Ventilado (*ventilated*)
  - Abierto por arriba:
    - *Open top*
    - *Open top* de media altura (*half height*)
    - *Hard top*
  - Abierto por los costados (*open side*)
  - Plataforma:
    - Plataforma (*platform*)
    - *Flat rack*
  - Jaula (*crate*)
  - Plegable (*foldable, collapsible*)
  - Refrigerado (*reefer*)
  - Isotermo (*insulated*)
- Para graneles sólidos (*dry bulk*)
- Para graneles líquidos
  - Cisterna (*tank*)
  - *Flexi-tank*

En la Tabla 49 se muestran los tipos de contenedores según el anexo E de la Norma ISO-6346.

Tabla 49. Tipos de contenedor según la forma de presentación de la mercancía

Contenedores de propósito general		Contenedores térmicos		Contenedores plataforma	
Contenedores de propósito general sin ventilar ( <i>dry van</i> )		Contenedores refrigerados (Con refrigeración forzada, <i>reefer</i> )		P0	Plataforma, sin extremos ni postes ( <i>platform</i> )
G0	Cerrados con apertura en uno o varios extremos	R0	Refrigeración mecánica	P1	Dos extremos fijos y completos ( <i>open-top, open-side o flat rack</i> )
G1	Cerrados con ventilación pasiva por parte superior	R1	Refrigeración y calefacción mecánica	P2	Marcos de testeros fijos e independientes o travesía superior de extremidad móvil
G2	Cerrados con apertura en uno o ambos extremos y además, apertura completa en uno o ambos costados ( <i>open side</i> )	R2	Refrigeración mecánica autónoma	P3	Extremos completos y plegables
G3	Cerrados con apertura en uno o ambos extremos y además, apertura parcial en uno o ambos costados	R3	Refrigeración y/o calefacción mecánica autónoma, con equipo adosado externo extraíble. Transmisión de calor $K=0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	P4	Montantes de esquina independientes y plegables o travesía superior de extremidad móvil
Contenedores de propósito general ventilados		H1	Refrigeración y/o calefacción mecánica autónoma, con equipo externo extraíble	P5	Con techo abierto y extremos abiertos ( <i>esqueleto o skeletal</i> )
V0	Ventilación no mecánica con respiraderos	H2	Refrigeración y/o calefacción mecánica autónoma, con equipo adosado externo extraíble. Transmisión de calor $K=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	Contenedores cisterna	
V2	Ventilación forzada, con el sistema situado en el interior	Contenedores isotermos (sin refrigeración forzada)		Contenedores cisterna para líquidos no peligrosos	
V4	Ventilación forzada, con el sistema situado en el exterior	H5	Isotermos con alto aislamiento. Transmisión de calor $K=0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	T0	Presión mínima de 0,45 bar
Contenedores para graneles secos ( <i>bulk container</i> )		H6	Isotermos con aislamiento simple. Transmisión de calor $K=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	T1	Presión mínima de 1,5 bar
Contenedores no presurizados para graneles secos		Contenedores abiertos		T2	Presión mínima de 2,65 bar
B0	Cerrados	U0	Abertura en uno o en los dos extremos	Contenedores cisterna para líquidos peligrosos	
B1	Herméticos	U1	Abertura en uno o en los dos extremos más parte superior móvil	T3	Presión mínima 1,5 bar
Contenedores presurizados para graneles secos		U2	Abertura en uno o en los dos extremos más abertura en una o en las dos paredes laterales	T4	Presión mínima 2,65 bar
B3	De descarga horizontal, presión de prueba 1,5 bar	U3	Abertura en uno o en los dos extremos más abertura en una o en las dos paredes laterales más parte superior móvil	T5	Presión mínima 4,0 bar
B4	De descarga horizontal, presión de prueba 2,65 bar	U4	Abertura en una o en las dos extremidades más abertura parcial en una de las paredes laterales y abertura completa en la otra pared lateral	T6	Presión mínima 6,0 bar
B5	Descarga a depósito, presión de prueba 1,5 bar	U5	Apertura superior, sin puertas ( <i>open top</i> )	Contenedores cisterna para gases	
B6	Descarga a depósito, presión de prueba 2,65 bar			T7	Presión mínima 9,1 bar
Contenedores para cargamentos específicos				T8	Presión mínima 22 bar
S0	Para ganado			T9	Presión mínima (en desarrollo)
S1	Para automóviles			Contenedores aire-superficie	
S2	Para pescado fresco			A0	Contenedor aire-superficie, para usos mixtos aéreos y terrestres

Fuente: Norma ISO-6346, anexo E

### **Contenedor cerrado (*closed, dry van, dry box*)**

Es el contenedor más utilizado y está diseñado para el transporte de un gran abanico de mercancía general. Es un contenedor totalmente cerrado y estanco al agua y a la luz. Respecto a los tamaños, los contenedores cerrados de 20 y 40 pies suponen alrededor del 50% de la flota mundial de contenedores.

El contenedor cerrado consta de una estructura de acero recubierta por chapa de acero corten. El suelo está cubierto por tablones o tableros de madera atornillados sobre unas vigas transversales de acero. La parte trasera la forman dos puertas para su llenado y vaciado (Figura 132).

Figura 132. Contenedores cerrados de 20' y 40'



Fuente: Fundación Valenciaport

### **Contenedor de gran cubicación (*high cube*)**

La denominación *high cube* originariamente se refería a todos los contenedores con un altura superior a 8' 6". En la actualidad sus dimensiones se han normalizado y la denominación *high cube* se refiere a los contenedores con una altura exterior de 9' 6", lo que se traduce en una

altura interior de 2,7 metros para los contenedores cerrados HC y en 2,5 metros para los reefer HC. Casi el 35% de la flota de contenedores corresponde a *high cubes* de 40 pies.

Este tipo está especialmente indicado para el transporte de carga voluminosa y no pesada, así como para carga sobredimensionada en altura. En sus bordes superiores tiene unas marcas amarillas y negras que advierten de su mayor altura (ver Figura 133).

Para su transporte por carretera y por ferrocarril se deben tener presentes las limitaciones de peso.

Figura 133. Comparativa de contenedores *high cube* (9' 6") y contenedor cerrado (8' 6")



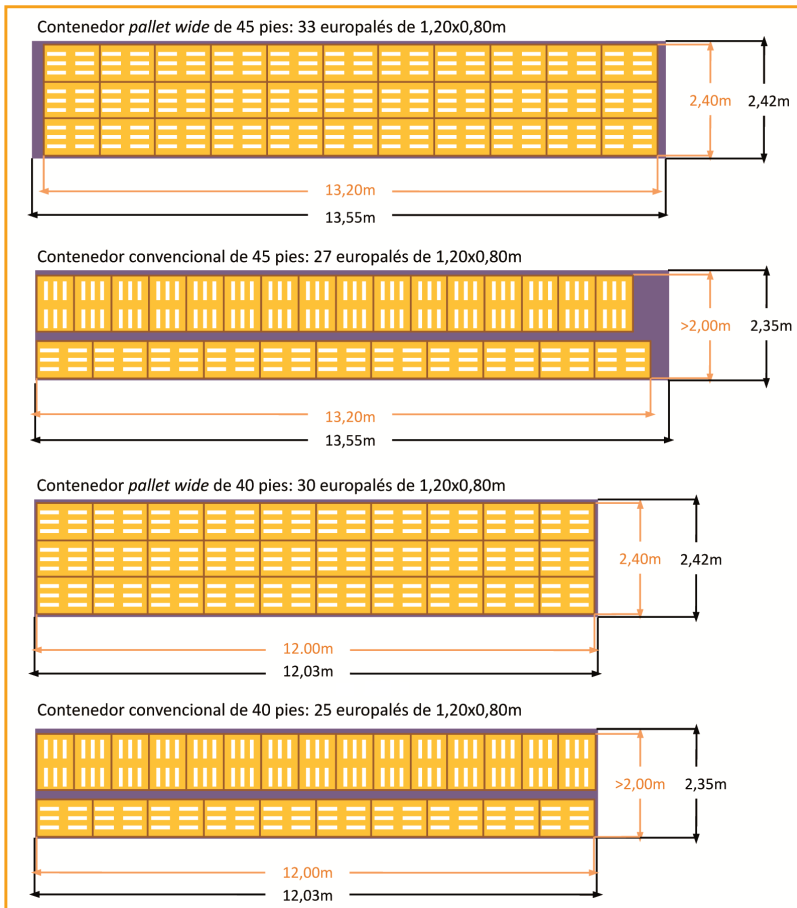
Fuente: Fundación Valenciaport

### Contenedor *pallet wide*

El contenedor *pallet wide*, a diferencia del contenedor cerrado convencional que tiene una anchura exterior de 2,43 metros, tiene una anchura 2,51 metros. Además, las paredes son más estrechas gracias a que se fabrican con un acero corrugado especial. Estas

características permiten estibar en su interior un mayor número de palés europeos o europalés (de 80 centímetros de ancho por 120 centímetros de largo). Los contenedores *pallet wide* de 40 y 45 pies tienen una capacidad de 30 y 33 europalés respectivamente frente a los 25 que caben en un contenedor convencional de 40 pies (ver Figura 134). En cuanto a su estructura y a la posición de sus cantoneras se mantiene el estándar ISO. Está disponible en tamaños de 20, 40, 45 pies, 40 pies HC y 45 pies HC.

Figura 134. Disposición de europalés en contenedores de distinto tamaño



Fuente: Fundación Valenciaport

En 2009 este tipo de contenedores representaba únicamente el 0,54% del total de la flota mundial, aunque es previsible que este porcentaje vaya en aumento debido a que los operadores que sirven a las rutas intermodales y de *Short Sea Shipping* en Europa lo están demandando.

### **Contenedor ventilado (*ventilated container*)**

El contenedor ventilado es otra variedad del contenedor cerrado. Tiene la misma cubicación y tara que el contenedor estándar pero está dotado de aberturas de ventilación dispuestas de manera que no entren ni la lluvia ni las gotas de mar pulverizadas (Figura 135). Se encuentra en el mercado con longitudes de 20 y 40 pies, aunque el tamaño más común es el de 20 pies.

Figura 135. Contenedor ventilado con aberturas en el rail superior



Fuente: Hapag-Lloyd

Este tipo de contenedores se utiliza para mercancías que necesitan ventilación durante el trayecto como grano de café, cacao, legumbres, etc.

### **Contenedor abierto por arriba (*open top*)**

El contenedor *open top*, a diferencia del contenedor cerrado, tiene una lona plastificada móvil en el techo en lugar de planchas rígidas de acero (Figura 136). Esta lona se apoya en unos arquillos o baos desmontables dispuestos transversalmente en la parte superior del contenedor. Los contenedores abiertos se fabrican en los tamaños de 20, 40 y 40 HC y representan algo más del 1% de la flota mundial.

Figura 136. Contenedor de 20' *open top*



Fuente: Fundación Valenciaport

Este tipo de contenedores se utiliza para el transporte de mercancías que por su volumen o por su forma no pueden ser transportadas o introducidas por las puertas de un contenedor convencional. No obstante, tiene puertas en uno de sus frontales que facilitan su limpieza y la entrada para trincar o destrincar la carga. En algunos casos la viga superior del frontal de las puertas puede desmontarse para meter la mercancía (Figura 137).

Figura 137. Interior de un contenedor *open top*



Fuente: Fundación Valenciaport

El tipo de mercancía transportada en contenedores *open top* suele quedar fuera de las medidas ISO en lo que se refiere a la altura, como ocurre con estructuras metálicas o maquinaria. Por ese motivo su manipulación en las TPCs resulta difícil e impide que puedan apilarse contenedores por encima de ellos.

### **Contenedor *open top* de media altura (*half height*)**

El contenedor abierto de media altura es una variedad del contenedor *open top* cuya altura es solamente de 1,295 metros (Figura 138). Se suele utilizar para el transporte de mercancías con un bajo factor de estiba, muy densas. Una de sus ventajas es que dos contenedores *half height* apilados ocupan el mismo hueco que un contenedor convencional lo que facilita el transporte y el apilado en vacío.

Figura 138. Contenedores *open top* de media altura



Fuente: Fundación Valenciaport

### **Contenedor *hard top***

El contenedor *hard top* tiene el techo de acero desmontable. Gracias a esto, la mercancía se puede cargar por arriba con una grúa. Además, como en el caso del *open top*, el contenedor se puede dejar sin techo. Está disponible en tamaños de 20, 40 y 40 pies HC.

Su uso principal es para mercancía sobredimensionada que no puede cargarse por las puertas.

### **Contenedor abierto por los costados (*open side*)**

La principal característica de este tipo de contenedor es que está abierto por un costado o por los dos. Los costados pueden cerrarse con puertas o con lonas (*curtain sidings*) (ver Figura 139). La apertura lateral aporta gran flexibilidad para la carga y descarga en el transporte por carretera y en las estaciones ferroviarias. También se utiliza para el transporte de grandes piezas que no pueden ser estibadas a través de las puertas del contenedor convencional. Pueden ser de 20', 40', 45', 40' HC o 45' HC.

Figura 139. Contenedor *open side* de 40'



Fuente: Monterde

### **Contenedor plataforma (*platform*)**

El contenedor plataforma tiene la base reforzada para permitir el transporte de cargas pesadas. Carece de techo y paredes laterales y sus dimensiones de longitud y anchura coinciden con las de la base de un contenedor Serie 1. Está equipado con cantoneras superiores e inferiores lo que facilita que puedan usarse los mismos dispositivos de sujeción e izado utilizados para los contenedores convencionales (ver Figura 140).

Figura 140. Contenedor plataforma



Fuente: Fundación Valenciaport

Es útil para el transporte de cargas sobredimensionadas, tanto en longitud como en anchura o altura como maquinaria, automóviles, planchas de acero, bobinas, etc. (ver Figura 141).

Figura 141. Contenedor plataforma cargado



Fuente: Monterde

Su configuración permite unir varias plataformas para formar un área de carga más grande. Está disponible en tamaños de 20 y 40 pies y suponen casi el 1% de la flota mundial. La plataforma vacía se puede apilar en altura por lo que consume mucho menos espacio en la TPC o durante el transporte que cualquier otro tipo de contenedores.

### **Contenedor *flat rack***

El contenedor *flat rack* tiene una forma similar al de plataforma pero posee paredes frontal y trasera abatibles (ver Figura 142). También tiene la base reforzada como los de plataforma para soportar cargas de mucho peso. Como en el caso anterior, se pueden unir varios *flat racks* para transportar mercancías sobredimensionadas.

Al igual que el *open top* y el de plataforma, debido a las características de la carga transportada, el contenedor *flat rack* tiene que estibarse en zonas concretas del buque, por consiguiente el flete será superior al de un contenedor convencional.

En la terminal suele almacenarse fuera de las pilas normales por las dimensiones de la carga.

Figura 142. Contenedor *flat rack*



Fuente: Monterde

Está disponible en tamaños de 20', 40' y 40' HC con posibilidad de utilizar postes extensibles (*Super Rack*). Los contenedores *Super Rack* están diseñados para el transporte de mercancías sobredimensionadas en altura, alcanzando hasta los 4,11 metros con los postes (*corner posts*) totalmente extendidos (ver Figura 143).

Figura 143. *Super Racks* con postes extendidos



Fuente: Super Rack

### **Contenedor jaula (crate)**

El contenedor jaula es un contenedor sin techo al que se le han sustituido las paredes por barras longitudinales desmontables que facilitan las operaciones de estiba y desestiba (ver Figura 144). No cumple los criterios de seguridad del Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC) y por ello no puede utilizarse para el transporte internacional. Se emplea para el transporte de mercancías a destinos insulares o para el cabotaje nacional. El tamaño más utilizado es el de 20 pies aunque también hay de 40'.

También esta disponible en tamaño de media altura (ver Figura 145).

Figura 144. Contenedores jaula



Fuente: Fundación Valenciaport

Figura 145. Contenedores jaula de media altura



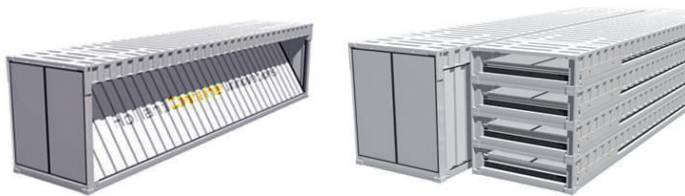
Fuente: Fundación Valenciaport

### Contenedor plegable (*foldable*)

El contenedor plegable posee un diseño innovador que permite plegar los elementos estructurales para su transporte sin carga. Tiene el tamaño de un contenedor de 40 pies convencional o *high cube* y plegado ocupa una cuarta parte de su volumen inicial (ver Figura 146). Una pila de cuatro contenedores plegados se puede manipular por los equipos de carga y descarga como si se tratara de un único contenedor convencional.

La ventaja más importante de este tipo de contenedores es la reducción del espacio que ocupan vacíos y plegados lo cual es beneficioso tanto para el almacenamiento como para el transporte ya sea terrestre o marítimo. Como inconvenientes están el precio, la durabilidad, y la necesidad de plegado y desplegado.

Figura 146. Contenedores plegables



Fuente: Holland Container Innovations

### Contenedor refrigerado (*reefer*)

El transporte de mercancías congeladas, refrigeradas o en atmósfera controlada se realiza mediante contenedores frigoríficos o *reefers* que pueden ser de 20', 40' o 40' HC, aunque los de 40 pies suponen alrededor del 80%. Los contenedores frigoríficos llevan equipos de refrigeración acoplados en la parte frontal que necesitan estar conectados a la red eléctrica o a un generador para mantener la temperatura requerida durante el transporte o almacenamiento en la terminal (ver Figura 147), pudiendo llegar incluso a hasta menos 30°C. Los contenedores calorifugados son similares a los *reefers* con la diferencia de que el equipo que tienen acoplado suministra calor.

En cualquier caso, se trata de contenedores con un alto coste de fabricación y de mantenimiento.

Figura 147. Contenedores refrigerados (reefers)



Fuente: Fundación Valenciaport

Para que exista una buena circulación de aire dentro del contenedor y para que la mercancía transportada se reciba en buenas condiciones, es necesario efectuar una correcta estiba en el interior del contenedor procurando no dejar grandes espacios vacíos entre palés o cajas y no superar la altura máxima de carga que está indicada por una línea roja pintada o adherida en los paneles laterales internos.

Los contenedores frigoríficos durante su estancia en la terminal se conectan a la red eléctrica en una zona del patio preparada para ello. El proceso de conexión y desconexión a la red de este tipo de contenedores consume un tiempo que afecta al rendimiento de la operativa. Durante la permanencia del contenedor en la terminal se realizan controles periódicos con el fin de verificar el buen funcionamiento del equipo de frío del contenedor.

Los *reefers* se utilizan para el transporte de casi todo tipo de frutas y verduras, carnes, pescados, mariscos, flor cortada, plantas ornamentales, productos farmacéuticos, helados, etc.

En la actualidad, para el transporte de frutas y verduras se emplea con más frecuencia lo que se conoce como atmósfera controlada consistente en conservar el producto en un ambiente pobre en  $O_2$  y rico en  $CO_2$ . Esto frena el metabolismo de los productos manteniendo su calidad.

### **Contenedor isoterma (*insulated container*)**

El contenedor isoterma es un contenedor cerrado con sus caras protegidas con aislantes térmicos. La parte exterior de los paneles suele ser de fibra de vidrio y en la interior se encuentran capas de poliuretano expandido y viruta de corcho. Está disponible en tamaños de 20', 40' y 40' HC.

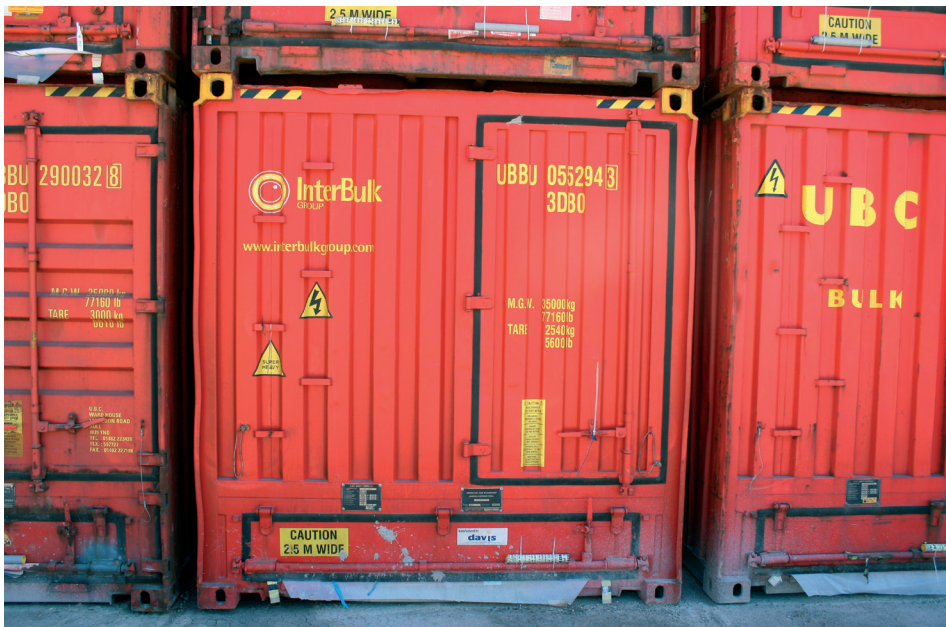
Estos contenedores, a diferencia de los *reefers*, no llevan adosados equipos de frío. Algunos están provistos de dos tomas, una por la que el buque o la terminal suministran aire frío y otra por la que sale aire caliente.

### **Contenedores para el transporte de carga sólida a granel (*dry bulk*)**

Este tipo de contenedor se utiliza para el transporte de mercancías a granel. Es un contenedor convencional con la particularidad de que tiene unos registros o aberturas en la parte superior, 3 en los contenedores de 20 pies y 6 en los de 40 pies, que se utilizan para

el llenado del contenedor. En la parte inferior delantera y trasera tiene dos registros para la descarga o vaciado del contenedor (ver Figura 148). Cada uno de ellos está preparado para que se le pueda colocar un precinto de seguridad. La descarga o vaciado del contenedor se suele efectuar por gravedad, y es necesario inclinar el contenedor para lo que se utilizan unas plataformas hidráulicas especiales. Las operaciones de llenado y vaciado de los contenedores no se llevan a cabo en la terminal de contenedores.

Figura 148. Contenedores para el transporte de graneles sólidos



Fuente: Fundación Valenciaport

### **Contenedores cisterna**

Estos contenedores están destinados para el transporte de cargas líquidas y gases. Se suelen construir de acero y se diseñan según la clase de producto que vayan a transportar. El tanque o cisterna va dentro de una estructura de acero que se ajusta a las medidas ISO. Los contenedores cisterna son en un 99% de los casos de 20 pies con alturas de 8' y 8'6" (ver Figura 149).

En este tipo de contenedores es imprescindible efectuar una limpieza después del vaciado para no contaminar el nuevo producto a transportar, sobre todo cuando un mismo contenedor se utiliza para el transporte de líquidos de distintas características. Hay que comprobar especialmente que la válvula de vaciado quede limpia máxime teniendo en cuenta que en ocasiones una cantidad mínima del producto anterior puede contaminar la totalidad del nuevo producto introducido en la cisterna.

En cuanto al llenado hay que considerar que para minimizar la inercia del líquido dentro del contenedor deben ir cargados en un porcentaje mayor al 80% de su capacidad y por otra parte no deben cargarse más de un 95% con el fin de dejar espacio suficiente para permitir la dilatación térmica.

Figura 149. Contenedor cisterna



Fuente: Fundación Valenciaport

### **Flexi-tanks**

Aunque no es un tipo de contenedor en sí mismo, en los últimos años han aparecido en el mercado del transporte de mercancías en régimen multimodal, unas bolsas de goma o de un material similar cuyo objeto es el de contener líquidos para su transporte en un contenedor cerrado y que se conocen con el nombre de *flexi-tank*.

Los *flexi-tanks* tienen la posibilidad de ser transportados dentro de contenedores *dry box* con la ventaja de que el líquido transportado y el *flexi-tank*, siempre que la mercancía no sea considerada como peligrosa, se tratan como un transporte en contenedor *dry box* corriente, tanto en lo que hace referencia a la manipulación como al coste. Por ello el transporte del líquido en un *flexi-tank* será más económico que en un contenedor cisterna o tanque aunque hay que considerar otros costes adicionales del sistema como el de adquisición de la bolsa y la manipulación.

El *flexi-tank* suele tener una capacidad de unos 24 metros cúbicos y se compone de una válvula de llenado–vaciado y de una gran bolsa de un solo uso (*flexibag*) en cuya fabricación se utiliza una amplia gama de materiales como caucho, poliéster etc.

Cuando se transportan llenos dentro de un contenedor *dry box* de 20 pies, entre el *flexi-tank* y las puertas se coloca un mamparo de aproximadamente un metro de altura en sentido transversal que realiza la función de retén de la bolsa cuando las puertas del contenedor están abiertas. Este mamparo suele ser de madera, acero, etc. En los contenedores de 20 pies los *flexi-tanks* tienen una capacidad de carga de hasta 21,5 toneladas de líquidos como vinos, aceites, etc. (ver Figura 150).

Los contenedores que transportan *flexi-tanks* tienen que estar perfectamente identificados indicando en sus puertas, mediante etiquetas adhesivas, qué tipo de contenido es el que se está transportando y del riesgo de su incorrecta manipulación.

Es muy importante realizar una meticulosa inspección al contenedor antes de introducir el *flexi-tank* prestando mucha atención a la presencia de astillas de madera en el suelo del contenedor o de objetos punzantes en paneles u otros elementos estructurales. Es por ello que se aconseja que los contenedores utilizados para el transporte de *flexi-tanks* sean lo más nuevos posible.

Figura 150. Contenedor con *flexi-tank*



Fuente: Flexitank España S.L.

Como ocurre con los contenedores para graneles sólidos o los contenedores cisterna, las operaciones de llenado o vaciado no se realizan en la terminal portuaria sino en los almacenes del cargador y del destinatario.

En la Tabla 50 aparecen algunos de los tipos de contenedores más frecuentes.

### **Clasificación de contenedores según el material**

La estructura que soporta las cargas en los contenedores estándar, incluidos los travesaños inferiores y los elementos que sirven de refuerzo, se fabrica en acero mientras que el suelo, colocado sobre los travesaños inferiores, es de madera. El material de las paredes

Tabla 50. Tipos de contenedores

<p>CERRADO</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>	<p>HIGH CUBE</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>	<p>OPENTOP</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>	<p>OPENSIDE</p>  <p>Fuente: Monterde</p>
<p>REEFER</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>	<p>PLATAFORMA</p>  <p>Fuente: Monterde</p>	<p>FLAT RACK</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>	<p>HALF HEIGHT</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>
<p>JAULA</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>	<p>CISTERNA</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>	<p>GRANEL SÓLIDO</p>  <p>Fuente: Fundación Valenciaport</p>	<p>FLEXI-TANK</p>  <p>Fuente: Flexitank España SL</p>

Fuente: Fundación Valenciaport

y del techo suele ser acero corten, aunque también puede ser aluminio o madera contrachapada con fibra de vidrio.

En la fabricación de los contenedores tipo reefer o isotermos se utiliza aluminio para la estructura, acero inoxidable para los paneles internos y fibra de vidrio o aluminio para los paneles exteriores. Además tienen un sistema de aislamiento térmico.

Las ventajas que ofrece el **acero** para la fabricación de contenedores son las siguientes:

- Alta resistencia.
- Su empleo es indispensable en ciertas zonas del contenedor para dotarlo de mayor resistencia, como por ejemplo en los marcos.
- Tiene un coste más bajo que el aluminio.
- Reduce el riesgo de averías en la mercancía y en el propio contenedor causadas por las colisiones.
- Sus posibles problemas de corrosión y oxidación han sido eliminados en gran medida por el uso de pinturas y productos antioxidantes.

En cambio, el acero presenta los siguientes inconvenientes:

- Mayor peso que otros materiales.
- Problemas de corrosión.
- Alto coste de mantenimiento.

El acero inoxidable es un material con mejores características para la fabricación de contenedores que el acero pero su elevado coste hace inviable su uso.

Las ventajas que tiene el **aluminio** para la fabricación de contenedores son:

- Es más ligero que el acero: un contenedor de aluminio con cantoneras de acero pesa entre 1.370 y 1.520 kilogramos, mientras que el de acero está entre 1.920 y 2.150 kilogramos.
- Reúne excelentes propiedades para el aislamiento.
- Tiene gran resistencia a la corrosión.

Mientras que los inconvenientes que presenta son:

- Es propenso la formación de brechas por golpes.
- Alto coste de adquisición.
- Puede presentar corrosión galvánica al entrar en contacto con otros metales.

Por último, los contenedores de **madera contrachapada con fibra de vidrio** tienen las siguientes ventajas:

- Son los de menor peso.
- Su reparación y mantenimiento son los más sencillos y de menor coste.
- No presenta problemas de corrosión ni de oxidación.

Por el contrario, es el material menos resistente de los tres.

### **Clasificación según la propiedad del contenedor**

Otra posible clasificación de los contenedores es según su propietario. Así, los contenedores pueden ser:

- Propiedad de la naviera.
- Alquilados o intercambiados con otras navieras.
- Propiedad del usuario.

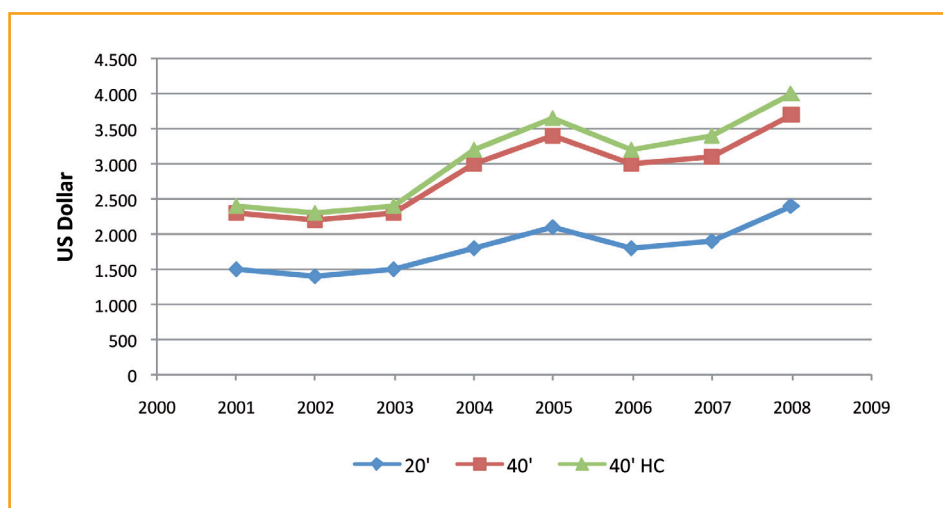
#### **Propiedad de la naviera**

Aproximadamente el 50% de la flota mundial de contenedores marítimos son propiedad de las navieras. Ser propietario de los contenedores supone un menor coste que el alquiler pero requiere grandes inversiones iniciales. En general, las navieras son propietarias de los contenedores de uso más habitual, los cerrados convencionales. Algunas líneas también poseen plataformas y contenedores especiales como reefers, tanques para productos químicos, etc., dependiendo de sus estrategias de mercado y de los tráficos a los que sirven.

En el Gráfico 8 se muestra la evolución del precio entre 2001 y 2008 de los contenedores nuevos: los de 20 pies han pasado de 1.500 a 2.400 dólares; los de 40' de 2.300

a 3.700 dólares USA y los 40'HC de 2.400 a 4.000 dólares. Se trata de elementos muy sensibles al precio del acero.

Gráfico 8. Precio de contenedores nuevos 2001-2008 (US\$)



Fuente: Secretaría UNCTAD, basado en *Containerisation International*

### Alquilados o intercambiados con otra naviera

Los contenedores alquilados o intercambiados con otra compañía naviera suponen aproximadamente el 45% de la flota mundial de contenedores. Por razones de flexibilidad y por la necesidad de atender las demandas de los usuarios, todas las líneas recurren en mayor o menor grado al alquiler. Es por esto que existen empresas especializadas que adquieren grandes flotas de contenedores para alquilarlos posteriormente a las navieras. Estas empresas al principio concentraron su actividad en los tipos de contenedores más demandados, pero con la experiencia ganada fueron extendiendo su negocio a contenedores especiales, de cuyo desarrollo, en muchas ocasiones, fueron pioneras. De los diferentes tipos de contrato de arrendamiento de contenedores los más utilizados son el *Master Lease Agreement*, el *Long Term Agreement* y el *Short Term Agreement*.

## La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística

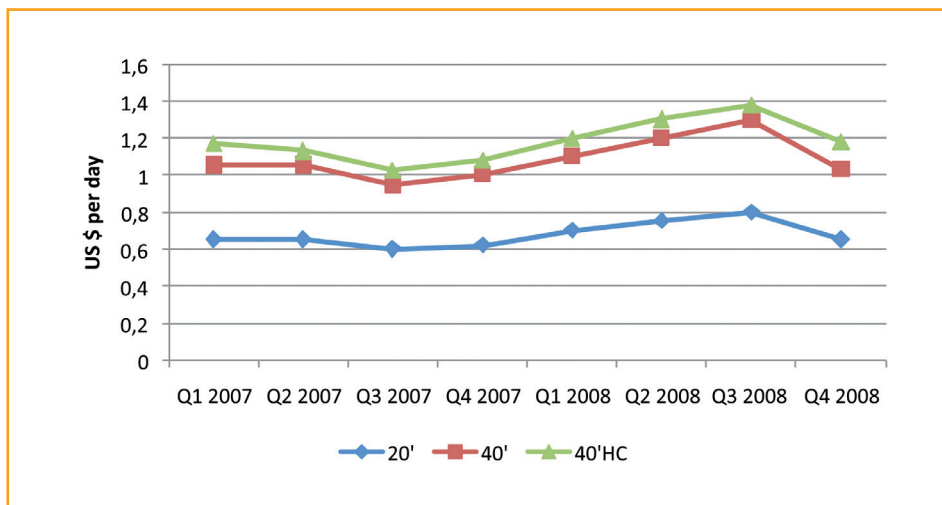
El *Master Lease Agreement* es el contrato más utilizado por su flexibilidad. Permite alquilar durante un periodo convenido un número determinado de contenedores especificando el tipo de contenedores arrendados, pero no su numeración.

En el contrato *Long Term Agreement* se acuerda el arrendamiento de un número concreto y con la numeración de los contenedores por un tiempo superior a un año, mientras que el contrato *Short Term Agreement* tiene las mismas condiciones que el anterior, pero con un tiempo de alquiler inferior a un año.

Los tres contratos incluyen los siguiente datos: precio del arrendamiento, duración del contrato, periodo mínimo del tiempo de arriendo (*Master Agreement*), coste de entrega y devolución de los contenedores, condiciones de pago, condiciones de intercambio de contenedores con terceras partes (*direct interchange*), condiciones de devolución del equipo por fin de contrato, condiciones para las inspecciones de los contenedores, condiciones de mantenimiento, valor depreciado y pérdida total.

En el Gráfico 9 se muestra la evolución de las tasas de *leasing* entre 2007 y 2008.

Gráfico 9. Tasas de *leasing* (US\$/día) 2007-2008



Fuente: Secretaría UNCTAD, basado en *Containerisation International*

### Propiedad del usuario

Estos contenedores suponen menos del 5% del total de la flota mundial de contenedores. Suelen tratarse de unidades con características especiales como los utilizados para el transporte de productos químicos, de granel sólido, o incluso contenedores cerrados pero con alguna peculiaridad.

### Identificación del contenedor

Uno de los requisitos de los contenedores es que deben poder ser identificados para lo cual han de llevar bien visibles una serie de marcas. Las principales son:

- Matrícula.
- Código de tamaño y tipo.
- Características del peso máximo autorizado, tara y volumen.
- Placa de transporte bajo sello aduanero.
- Placa de aprobación de Seguridad del Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC).
- Placa del fabricante.
- Logotipo de la sociedad clasificadora.

### Matrícula

Los propietarios de los contenedores tienen que identificar cada contenedor, para ello se siguen unos estándares establecidos internacionalmente. La matrícula del contenedor se debe colocar en un lugar visible en los cuatro costados del contenedor, en el interior y en la parte exterior de los paneles del techo.

La matrícula consta de cuatro letras, seis números y un dígito de control. Las tres primeras letras las escoge el propietario, la cuarta letra es la U y significa que el contenedor sigue la normativa ISO para la construcción de contenedores. Tras estos caracteres siguen siete números. Los seis primeros se eligen de forma aleatoria y el último número es el resultado de una fórmula matemática que asegura que la matrícula es correcta (ver Figura 151).

Figura 151. Ejemplo de matrícula de contenedor

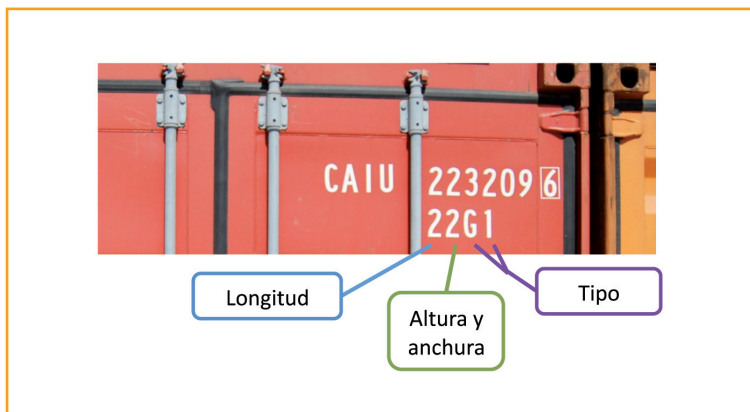


Fuente: Fundación Valenciaport

### Código de tamaño y de tipo (ISO)

Debajo de la matrícula hay cuatro caracteres alfanuméricos que indican las características en cuanto a tamaño y tipo del contenedor (ver Figura 152).

Figura 152. Ejemplo de código de tamaño y tipo de contenedor



Fuente: Fundación Valenciaport

En este caso el primer “2” significa que el contenedor tiene una longitud de 20 pies; el segundo “2”, que es de 8 pies de de ancho y 8’6” de alto; y el “G1” que se trata de un contenedor para uso general sin ventilación.

### Pesos máximos autorizados, tara y volumen

Estos datos se indican en la puerta derecha del contenedor y son facilitados por el fabricante. Los pesos máximos se expresan en kilogramos y libras, mientras que la tara y el volumen se expresan en metros cúbicos y pies cúbicos respectivamente (ver Figura 153).

Figura 153. Pesos máximos autorizados, tara y volumen



Fuente: Fundación Valenciaport

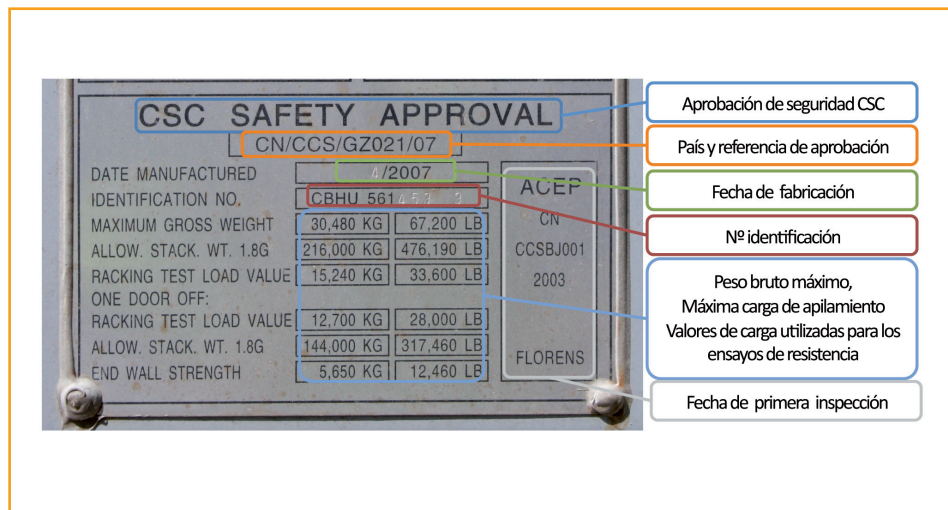
## Placa CSC

Esta placa indica que el contenedor cumple con las normas de seguridad que establece el convenio CSC. La placa está remachada en la parte trasera del contenedor.

La forma y el contenido de la placa es el siguiente (ver Figura 154):

- Frase grabada con letras que tengan un mínimo de 8 milímetros con la leyenda: “APROBACIÓN DE SEGURIDAD DEL CSC”.
- País de aprobación.
- Fecha de fabricación.
- Número de identificación del fabricante del contenedor.
- Peso bruto máximo en kilogramos y libras.
- Peso de apilamiento autorizado en kilogramos y libras.
- Carga utilizada para la rigidez transversal en kilogramos y libras.
- Fecha de la primera inspección.

Figura 154. Placa CSC



Fuente: Fundación Valenciaport

### Logotipo de la sociedad de clasificación

En una de las puertas el contenedor deberá llevar el logotipo de la sociedad de clasificación, encargada de inspeccionar y controlar que el contenedor cumple con las normativas exigidas, para que pueda ser explotado comercialmente (ver Figura 155).

Figura 155. Logotipos de varias sociedades de clasificación



Fuente: Fundación Valenciaport

La Figura 156 resume todas las marcas de identificación de un contenedor:

Figura 156. Identificación del contenedor



Fuente: Fundación Valenciaport



*tuaria de Contenedores como sistema nodal  
tica*

*La Terminal Por  
en la cadena logís*

onografía es uno de los resultados  
oyecto “MASPORT: Metodologías de  
simulación para la evaluación y mejora  
rendimiento y nivel de servicio de  
arias de contenedores” que ha contado  
del Plan Nacional de Investigación  
rollo e Innovación Tecnológica (I+D+i)  
uyo marco asimismo está previsto que  
ndas monografías complementarias,  
o de la capacidad de las Terminales  
ontenedores, y sobre innovaciones  
de gestión en tales instalaciones,

La presente m  
tangibles del pr  
automatización y  
de la capacidad,  
terminales portu  
con financiación  
Científica, Desar  
2008-2011, en c  
se publiquen se  
sobre el cálculo  
Portuarias de C  
tecnológicas y  
respectivamente

documento de la referida trilogía se  
erminal Portuaria de Contenedores  
a visión sistémica, integral e integrada  
ogística, perspectiva más macro e  
abordar con el objeto de la mejora  
este elemento nodal, escenario de  
cambio físico y de información en el  
correspondiente cluster portuario.

En este primer  
contempla la T  
(TPC) desde un  
en la cadena l  
indispensable de  
de la eficiencia d  
un ingente inter  
contexto del c

ta publicación es presentar un análisis  
os, tanto de los equipos de transporte  
stre, como de los contenedores, y de  
rmación que se producen en relación  
omo elemento nodal en la cadena  
enedores.