

# Fundamentos de Ingeniería Portuaria

## Parte I

Apuntes de Clase

María Clavero Gilabert

Grado en Ingeniería Civil

ETSI Caminos, Canales y Puertos

Universidad de Granada



# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>III</b>
<b>1. Encuadre</b>	<b>1</b>
<b>2. Transporte marítimo</b>	<b>3</b>
2.1. Breve resumen de la historia del transporte marítimo . . . . .	3
2.2. Las rutas del comercio mundial . . . . .	3
2.3. El papel de los puertos dentro del transporte marítimo . . . . .	4
2.4. El transporte marítimo en la Unión Europea . . . . .	5
<b>3. Sistema Portuario Español</b>	<b>7</b>
3.1. El transporte marítimo en España . . . . .	7
3.2. Normativa y legislación existente en España . . . . .	10
3.2.1. Programa ROM . . . . .	10
3.2.2. Normativa aplicable . . . . .	12
<b>4. Áreas portuarias</b>	<b>15</b>
<b>5. Servicios portuarios</b>	<b>17</b>
5.1. Tipos de servicios portuarios . . . . .	17
5.1.1. Concepto y clases de servicios generales . . . . .	17
5.1.2. Concepto y clases de servicios básicos . . . . .	17
5.2. Operaciones portuarias . . . . .	19
5.2.1. Operaciones de practicaaje . . . . .	20
5.2.2. Operaciones de remolque portuario . . . . .	20
5.2.3. Operaciones de amarre y desamarre de buques . . . . .	20
5.2.4. Operaciones de carga, estiba, desestiba, descarga y transbordo de mercancías . . . . .	20
5.3. Transporte de mercancías . . . . .	23
5.3.1. Graneles . . . . .	23
5.3.2. Carga general . . . . .	24
5.3.3. Carga rodada . . . . .	25
5.3.4. Contenedores . . . . .	25



---

# Capítulo 1

## Encuadre

---

Hasta el momento durante el curso se han estudiado todos los fenómenos asociados a los procesos de transformación del oleaje, siendo así capaces de caracterizar sus parámetros más importantes. Estos parámetros son requisito indispensable para:

- Cálculo de las obras marítimas
- Conocer y evaluar el comportamiento de un tramo de costa

En esta parte de la asignatura se van a estudiar las **obras marítimas**. Como introducción al cálculo de las mismas, se comienza esta parte de la asignatura con una breve descripción de los fundamentos de la ingeniería portuaria; para ello este primer tema se desglosará en los siguientes apartados principales:

- Transporte marítimo
- Sistema portuario español
- Áreas portuarias
- Servicios portuarios



---

## Capítulo 2

# Transporte marítimo

---

Debido al auge del transporte marítimo en España y en todo el mundo, los puertos han de atender cada vez más buques y de mayor calado, lo que obliga a realizar las obras en profundidades mayores encontrándose más expuestas a los agentes marinos.

El tráfico marítimo se ha convertido en pieza clave sobre la que pivota el desarrollo del comercio internacional. Las ventajas del transporte marítimo sobre otras modalidades de transporte, tanto desde el punto de vista económico, como en los capítulos de seguridad, de la energía o del medio ambiente, le convierten en la principal baza para el futuro de las transacciones comerciales internacionales.

Es el transporte con menores costes energéticos y, por lo tanto, el más eficiente en un capítulo tan importante hoy día como el de la energía. Además, los buques son los medios de transporte que producen menores índices de emisión de contaminantes y de gases de efecto invernadero.

En resumen, (1) permite movilizar grandes cantidades de mercancías a largas distancias y a precios bajos; (2) tiene mayor rentabilidad y contamina menos que otros medios de transporte y (3) no necesita una red de transporte intermedia (aunque sí necesita infraestructura portuaria).

### 2.1. Breve resumen de la historia del transporte marítimo

La historia del transporte marítimo y el desarrollo portuario se remonta a más allá de 3.500 años a.C. A lo largo de los siglos, el transporte de mercancía a través de los mares, ha ido evolucionando de acuerdo con las necesidades del comercio mundial y de la capacidad técnica para construir barcos más grandes y eficientes instalaciones portuarias adecuadas para la manipulación de mercancías.

Este medio fue el gran impulsor de los descubrimientos geográficos como el del continente americano, que en plena edad media apoyó la hipótesis de redondez de la tierra; la navegación transoceánica fue posible gracias a los avances tecnológicos que se dieron en el ámbito de la navegación, que permitió utilizar el viento de manera más eficiente y de diversos artefactos que apoyaron este tipo de navegación como fueron la brújula y la utilización de cartas náuticas. El avance en la navegación también condujo a la construcción de embarcaciones de mayor tamaño. Países líderes en este medio fueron España y Portugal que hicieron posible descubrimientos como los de América y la ruta a Oriente por el Cabo de Buena Esperanza.

En el siglo XIX la aparición de la turbina de vapor, continuó con la utilización de motores de combustión interna que facilitó el tráfico de mercancías entre regiones de manera regular. Con los grandes conflictos bélicos del siglo XX, la navegación incorporó nuevas tecnologías, como los radiofaros, las redes radioeléctricas, incluido el radar, que otorgaron a la navegación transoceánica mayor seguridad.

### 2.2. Las rutas del comercio mundial

La mayoría de los buques han utilizado un número relativamente pequeño de rutas oceánicas:

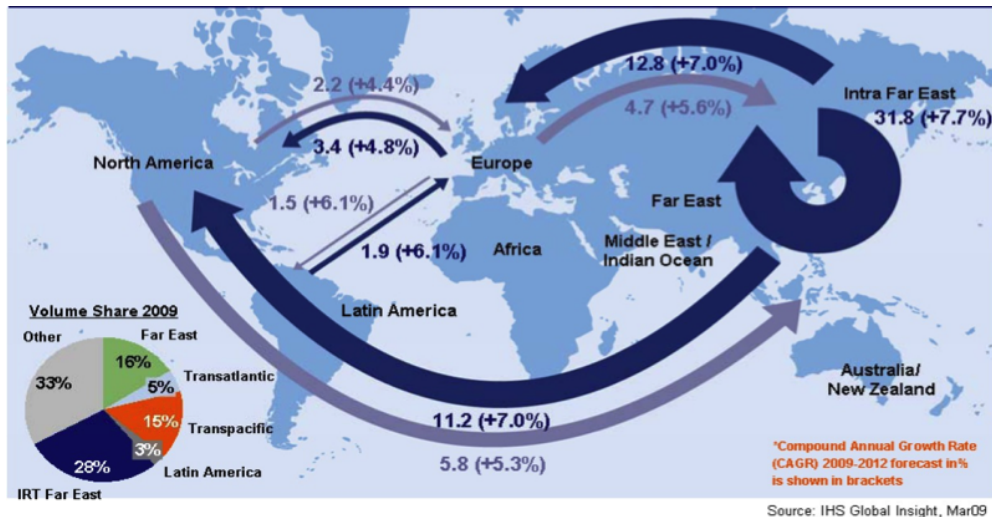


Figura 2.1: Datos aproximados de comercio marítimo mundial en el año 2009 y ritmos de crecimiento.

- la del Atlántico Norte, entre Europa y el este de América del Norte;
- la ruta del Mediterráneo a Asia, a través del Canal de Suez;
- la ruta del Canal de Panamá, que une Europa y la costa oriental de América con las costas occidentales de América y con Asia;
- la ruta surafricana, que une Europa y América con África;
- la ruta americana, entre Europa y América del Norte y América del Sur
- la ruta del Pacífico Norte, que une el oeste de América con Australia, Nueva Zelanda, Indonesia y el sur de Asia.

La antigua ruta del cabo de Buena Esperanza, descubierta por el portugués Vasco da Gama y acortada con la apertura del Canal de Suez, ha vuelto a ser usada por los grandes petroleros que viajan del golfo Pérsico a Europa y América. Muchas rutas más cortas, algunas de ellas costeras, también son muy transitadas.

En la actualidad, el tráfico de mercancías, en especial el de contenedores, se desplaza por dos grandes rutas: el tráfico este-oeste y el tráfico norte-sur con numerosas rutas menores asociadas a estas rutas principales.

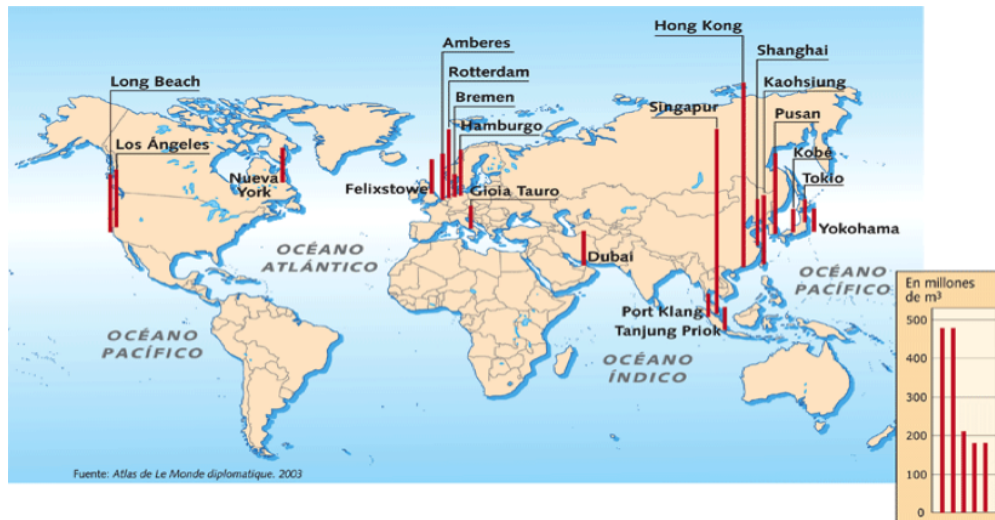
El transporte de contenedores se ha visto fuertemente impulsado en los últimos años por el desarrollo de los emergentes mercados asiáticos. Las rutas principales para tráfico de contenedores son: Europa-Extremo Oriente, Europa y EE.UU. y Extremo Oriente y EE.UU. En el caso de Europa, el tráfico principal recorre las siguientes rutas: Norte de Europa- Mediterráneo, Norte de Europa-Reino Unido y Hamburgo-Mar Báltico.

### 2.3. El papel de los puertos dentro del transporte marítimo

El puerto es una entidad en la que elementos tanto humanos como materiales interactúan y realizan tareas con el fin de servir de estación de transferencia modal para la carga (Robinson, 1976)

- Los puertos afrontan un entorno cada vez más competitivo, derivado de los requerimientos más exigentes de los usuarios.





**Figura 2.2:** Principales puertos en el mundo. Destacar que la posición relativa que ocupan según volumen de mercancías, tipo de mercancía, etc. puede variar anualmente.

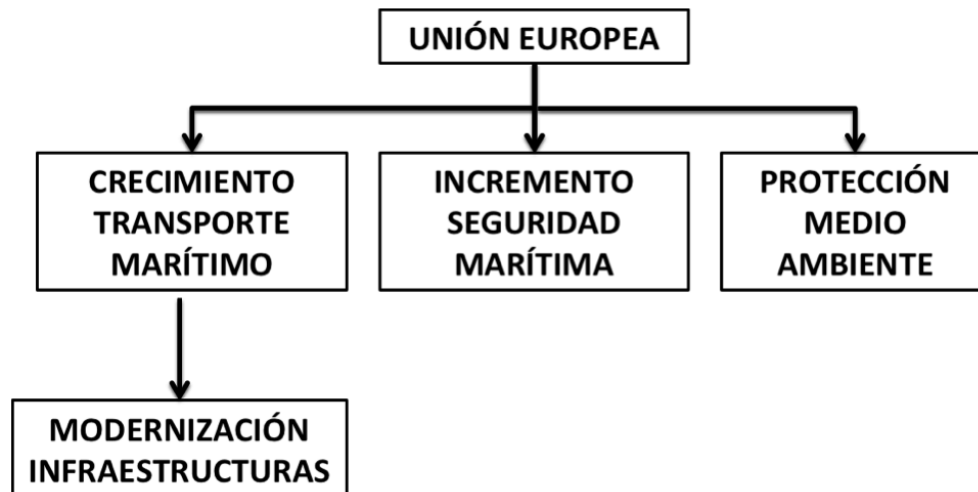
- Los puertos forman parte de cadenas de suministro globales; esto es, dejan de ser un simple punto de transferencia aislado.
- Los puertos conforman centros regionales de distribución, en donde articulan y fijan los flujos de cargas transportadas y en donde concentran e interactúan de manera coordinada con numerosos agentes.

La especialización del transporte marítimo se realiza desde varios puntos de vista:

- A nivel de mercancías: Se tiene una mayor variedad de productos transportados. Se está produciendo un desarrollo de las cargas contenedorizadas y existe un asimetría de los mercados internacionales.
- A nivel de rutas: Cada vez hay una mayor especialización de las rutas que además se concentra dependiendo de las direcciones de navegación. Esto hace que se especialicen las flotas por mercados.
- A nivel de barcos: Se está tendiendo hacia un mayor tamaño de los navíos con una mayor capacidad de carga, lo que provoca desajustes entre propiedad efectiva, directa y registros abiertos.
- A nivel de puertos: la tendencia actual es pasar del tradicional concepto de transporte “puerto a puerto” al nuevo objetivo de transporte de “puerta a puerta”. Responde a las nuevas adaptaciones referidas a las necesidades de la demanda, se reduce el número de escalas, se aumenta la capacidad de movimientos de cargas y se realiza una selección y jerarquía portuaria.
- A nivel de redes logísticas: existe un claro predominio de cadenas integradas de suministro, así como un reclamo de demanda de servicios logísticos de valor añadido e integración de los diferentes modos de transporte. Se produce una vinculación con el hinterland (territorio o área de influencia) económico.

## 2.4. El transporte marítimo en la Unión Europea

Las políticas comunes europeas se dirigen hacia el aprovechamiento de las nuevas oportunidades derivadas de este mercado europeo, aspecto que requiere de la conformación de infraestructu-



**Figura 2.3:** Principales políticas europeas en relación con el transporte marítimo.

ras genuinamente transeuropeas que, financiadas por los presupuestos comunitarios y nacionales, permitan establecer un tránsito creciente de bienes y factores productivos en el seno del espacio europeo.

Tal y como señala el Libro Verde sobre los Puertos y las Infraestructuras Marítimas, los puertos son esenciales para la Unión Europea (UE) tanto desde el punto de vista del comercio como del transporte. La competitividad de Europa depende cada vez más, en un entorno globalizado de los negocios, de un sistema de transporte portuario eficaz, teniendo en cuenta que más del 90 % del comercio extra-UE y, aproximadamente, el 30 % del tráfico intracomunitario circula a través de los puertos europeos (European Union Transport in Figures 2001).

Como líneas generales de actuación, la política de transporte marítimo (PTM) persigue la mejora de la eficiencia de los puertos, de las infraestructuras portuarias y de los servicios complementarios, integrando los puertos en la red multimodal transeuropea y garantizando la libre competencia en el sector, objetivos, todos ellos, ya recogidos en la Política Común de Transportes (PCT).

Para garantizar soluciones respetuosas con el medio ambiente en el sector portuario y en el mar, la Comisión considera importante mejorar la disponibilidad y calidad de las instalaciones de recepción de residuos en todos los puertos de la UE, así como la necesidad de fomentar las nuevas tecnologías destinadas a esta función y la gestión integrada de las costas, lo que requiere de una evaluación estratégica del impacto que dichas instalaciones poseen sobre el medio ambiente.

---

## Capítulo 3

# Sistema Portuario Español

---

### 3.1. El transporte marítimo en España

España es el país de la Unión Europea que cuenta con mayor longitud de costa (8.000 Km.). Además su situación geográfica, próxima al eje de una de las rutas marítimas más importantes del mundo, la beneficia de un mayor afianzamiento como área estratégica en el transporte marítimo internacional y como plataforma logística del sur de Europa. Las administraciones estatales y autonómicas, con el fin de solventar las necesidades que el transporte marítimo requiere, han construido diversas instalaciones portuarias que requieren la participación de técnicos altamente cualificados.

El Real Decreto de 1851, sobre Obras Públicas, establece las bases para la construcción de los puertos y fija en 13 el número de puertos de interés general: Barcelona, Valencia, Málaga, Palma, Sevilla, Vigo, Santander y los de refugio de Mahón, Los Alfaques, Cádiz, Bilbao, Rosas y uno en Asturias.

En 1869 se crean las Juntas de Obras de los puertos, con dependencia directa del Ministerio de Obras Públicas. Por otro lado, en 1978 se concede un régimen de autonomía a los puertos de Barcelona, Bilbao, Huelva y Valencia, con lo que en estos el organismo de gestión pasa a ser el Puerto Autónomo, mientras que en el resto se mantienen las Juntas de Obras.

En la actualidad la regulación de la estructura y la gestión del sistema portuario se basa en la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante y en sus modificaciones de 1997 y del 2003.

Hoy en día, el Sistema Portuario español de titularidad estatal está formado por 46 puertos de interés general, gestionados por 28 Autoridades Portuarias, cuya coordinación y control de eficiencia corresponde al Ente Público Puertos del Estado, órgano dependiente del Ministerio de Fomento y que tiene atribuida la ejecución de la política portuaria del Gobierno.

Algunos **comentarios** que merece la pena reseñar:

- Los puertos de titularidad autonómica son básicamente los puertos pesqueros, deportivos y de refugio, que dependen del Gobierno de la Comunidad Autónoma donde están ubicados.
- Los puertos de titularidad estatal son puertos calificados como de interés general por reunir alguna de las siguientes características (según indica en su artículo 5 la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante):
  - Que se efectúen en ellos actividades comerciales marítimas internacionales.
  - Que su zona de influencia comercial afecte de forma relevante a más de una Comunidad Autónoma.
  - Que sirvan a industrias o establecimientos de importancia estratégica para la economía nacional.



**Figura 3.1:** Autoridades portuarias que componen el sistema portuario español.

- Que el volumen anual y las características de sus actividades comerciales marítimas alcancen niveles suficientemente relevantes o respondan a necesidades esenciales de la actividad económica general del Estado.
- Que por sus especiales condiciones técnicas o geográficas constituyan elementos esenciales para la seguridad del tráfico marítimo, especialmente en territorios insulares.

Los 46 puertos se agrupan en las siguientes 28 autoridades portuarias:

Alicante	Almería	Avilés	Bahía de Algeciras
Bahía de Cádiz	Baleares	Barcelona	Bilbao
Cartagena	Castellón	Ceuta	A Coruña
Ferrol-San Cibrao	Gijón	Huelva	Las Palmas
Málaga	Marín-Pontevedra	Melilla	Motril
Pasajes	Santa Cruz de Tenerife	Santander	Sevilla
Tarragona	Valencia	Vigo	Vilagarcía de Arousa

Puertos del Estado es un organismo con responsabilidad global sobre el conjunto del sistema portuario de titularidad estatal, encargado de la ejecución de la política portuaria del gobierno y de la coordinación y control de eficiencia conjunta de puertos de interés general existente. Una Autoridad Portuaria (Port Authority) es la denominación acuñada internacionalmente para los órganos de gestión de los puertos. En una misma Autoridad Portuaria pueden agruparse la administración, gestión y explotación de varios puertos de competencia estatal con la finalidad de conseguir una gestión más eficiente y un mayor rendimiento del conjunto de medios utilizados. En los puertos se realizan muy diversas actividades, algunas de ellas son desarrolladas de forma directa por las propias Autoridades Portuarias mientras que otras son ejercidas por terceros, habitualmente empresas privadas.

Para el tráfico de viajeros destacan los puertos de Algeciras, Ceuta y Melilla, que se sitúan en la ruta norte de África - Europa. Cabe destacar el enorme incremento del tráfico durante el verano, cuando trabajadores magrebíes residentes en Europa vuelven a sus países de origen en viajes de

ida y vuelta. Por otro lado, Baleares y Canarias, tienen importancia por el tráfico turístico y las rutas interinsulares, con cifras crecientes especialmente los puertos canarios.

Para el tráfico de mercancías casi todo el tráfico de mercancías líquidas (principalmente productos petrolíferos) se centraliza en 9 puertos, en cuyas cercanías se sitúan industrias petroquímicas y energéticas. Éstos son Algeciras, Bilbao, Tarragona, Sta Cruz de Tenerife, La Coruña, Málaga, Cartagena, Huelva y Castellón.

Para carbón y otros minerales destacan puertos próximos a las zonas de extracción o a plantas energéticas o siderúrgicas: Gijón, Tarragona, Ferrol y Huelva.

En cuanto al tráfico de mercancía general, destaca la transportada en contenedores, por su crecimiento en los últimos años, ya que pueden enviarse a un puerto u otro en función de sus tarifas, servicios y accesibilidad. Sin embargo, no son muchos los puertos españoles que cuentan con las infraestructuras necesarias. Destacan Algeciras, Barcelona, Valencia, Las Palmas y Bilbao.

El dominio público portuario está constituido por el terreno afectado al servicio portuario, las aguas incluidas en la zona de servicio del puerto, las obras e instalaciones construidas por la Autoridad Portuaria en estos espacios o revertidas a las mismas y los terrenos, obras e instalaciones de señalización marítima que dependan del puerto.

En las costas andaluzas se sitúan treinta y siete puertos de titularidad autonómica y cerca de una veintena de instalaciones portuarias de interés general del Estado, gestionadas por seis autoridades portuarias dependientes de la administración estatal.

Las instalaciones portuarias donde no se llevan a cabo operaciones declaradas de interés general del Estado son de titularidad autonómica, y permiten el desarrollo de actividades fundamentalmente pesqueras y recreativas, aunque también tráfico comercial en determinadas circunstancias. La gestión de los 37 puertos se puede realizar mediante dos formas:

**Gestión directa:** La Junta de Andalucía gestiona directamente, a través de la Empresa Pública de Puertos de Andalucía como órgano específico de la Consejería de Obras Públicas y Transportes, veinticinco de las instalaciones portuarias regionales. Se trata, en la mayoría de los casos, de puertos de utilización mixta pesquera y recreativa que conforman una red de gran heterogeneidad funcional que se extiende por todo el litoral andaluz.

**Gestión indirecta:** La explotación de las restantes instalaciones portuarias está otorgada en régimen de concesión a operadores que acometieron en su momento la construcción de las infraestructuras para su posterior explotación mediante concesión administrativa. Se trata de doce puertos deportivos que constituyeron el núcleo inicial de la oferta náutico-recreativa andaluza, y que la administración regional gestiona de modo indirecto.



Figura 3.2: Clasificación de los puertos andaluces.

## 3.2. Normativa y legislación existente en España

En España las recomendaciones existentes en materia de diseño están integradas en el programa ROM (Recomendaciones para Obras Marítimas) impulsadas por Puertos del Estado. El Programa Normativo ROM tuvo su inicio en 1987. Con posterioridad se ha mantenido permanentemente con la ayuda de Técnicos Expertos adscritos a diversas Entidades colaboradoras entre las principales del Sector tanto públicas como privadas.

### 3.2.1. Programa ROM

El Programa ROM *Recomendaciones de Obras Marítimas* de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento) recoge todas aquellas recomendaciones y/o normativas que deben ser tenidas en cuenta en el proyecto de una obra marítima. De forma general, el programa se divide en 5 series:

- Serie 0 / Recomendaciones de carácter general
- Serie 1 / Obras exteriores: diques de abrigo
- Serie 2 / Obras interiores: muelles y estructuras de amarre y fondeo
- Serie 3 / Forma y disposición en planta
- Serie 4 / Superestructuras portuarias
- Serie 5 / Las obras marítimas y portuarias en el entorno
- Serie 6 / Prescripciones técnicas, administrativas y legales

Cada una de las series anteriores se compone a su vez de distintas ROM's que tratan sobre distintos aspectos específicos (el primer número indica la serie a la que pertenecen). Así, se tiene:

- ROM 0.0: Procedimiento general y bases de cálculo
- ROM 0.1: Descripción de los materiales de construcción
- ROM 0.2: Parámetros y agentes de uso y explotación
- ROM 0.3: Descripción del medio físico, I: Oscilaciones del mar
- ROM 0.4: Descripción del medio físico, II: Procesos atmosféricos
- ROM 0.5: Descripción del medio físico, III: Terreno
- ROM 0.6: Descripción del medio físico, IV: Agentes sísmicos
- ROM 0.7: Métodos y técnicas de inspección, auscultación e instrumentación
  
- ROM 1.0: Criterios generales para obras y estructuras de abrigo
- ROM 1.1: Diques de abrigo
- ROM 1.2: Estructuras de abrigo fijas y flotantes
  
- ROM 2.0: Criterios generales para obras portuarias interiores
- ROM 2.1: Muelles
- ROM 2.2: Estructuras de atraque, amarre y fondeo
- ROM 2.3: Obras especiales: esclusas, gradas, varaderos y diques secos
  
- ROM 3.0: Estudios de planificación, gestión y explotación
- ROM 3.1: Proyecto de la configuración marítima de los puertos
- ROM 3.2: Proyecto de la configuración terrestre de los puertos
- ROM 3.3: Señalización, balizamiento y sistemas de control en áreas portuarias
- ROM 3.4: Gestión y explotación de puertos
  
- ROM 4.0: Criterios generales
- ROM 4.1: Pavimentos en áreas portuarias
- ROM 4.2: Accesos y tráfico rodado
- ROM 4.3: Edificación portuaria
- ROM 4.4: Instalaciones portuarias
  
- ROM 5.0: Criterios generales y estudio de impacto ambiental.

Año	Disposición legal
2003	Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.
1997	Ley 62/1997, de 26 de diciembre, de modificación de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
1992	Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
1988	Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas
1978	Constitución Española, de 27 de diciembre
1969	Ley 28/1969, de 26 de abril, de Costas
1968	Ley 27/1968, de 20 de junio, de Juntas de Puertos y Estatuto de Autonomía
1966	Ley 1/1966 de 28 de enero, de Régimen Financiero de los Puertos Españoles
1958	Ley, de 26 de diciembre, de Entidades Estatales Autónomas
1928	Ley, de 19 de enero, de Puertos
1926	Real Decreto-Ley, de 30 de abril, por la que se Crea la Junta Central de Puertos
1911	Ley, del 7 de julio, de Junta de Obras de Puertos
1880	Ley, de 7 de mayo, de Puertos
1879	Ley, de 13 de junio, de Aguas
1866	Ley, de 3 de agosto, de Aguas
1851	Real Decreto, del 17 de diciembre, de Administración y Servicio de Construcción, Limpia y Administración de Puertos
1835	Ley, de 26 de mayo, por la que el Ministerio del Interior asume las competencias en materia de puertos

**Figura 3.3:** Principales disposiciones legales de la historia de los puertos españoles.

- ROM 5.1: La calidad del agua en las áreas portuarias
- ROM 5.2: Las obras marítimas y portuarias en el litoral
- ROM 5.3: Dragados y rellenos.
  
- ROM 6.0: Aspectos administrativos y legales en el proyecto
- ROM 6.1: Prescripciones técnicas para la construcción, reparación y mantenimiento
- ROM 6.2: Prescripciones técnicas para la gestión y explotación

En la página web de Puertos del Estado ([www.puertos.es](http://www.puertos.es)) se puede consultar la información actualizada sobre las diferentes recomendaciones del programa ROM.

### 3.2.2. Normativa aplicable

La normativa legal que se encuentra vigente actualmente es:

- Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.
- Ley 62/1997, de 26 de diciembre, de modificación de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- Real Decreto 1476/2004, de 18 de junio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento.
- Real Decreto 1246/1995, de 14 de julio, por el que se regula la constitución y creación de las Capitanías Marítimas.



La ley 27/1992 de 24 de Noviembre de Puertos del Estado y de la Marina Mercante trata aspectos de interés como son:

- Puertos de titularidad autonómica (pesqueros, deportivos y de refugio)
- Puertos de titularidad estatal = Puertos de Interés General
  - Actividades comerciales marítimas internacionales
  - Sirven a industrias de importancia estratégica nacional
  - El volumen anual y las actividades comerciales marítimas alcanzan niveles importantes
  - Especiales condiciones técnicas o geográficas son esenciales para la seguridad del tráfico marítimo



# Áreas portuarias

---

Las áreas portuarias surgen de la necesidad de abrigo (fundamentalmente frente al oleaje) para poder realizar las maniobras y el intercambio modal de transporte: entre el barco y el ferrocarril o la carretera. De manera formal se puede definir como

**Puerto:** Zona abrigada frente a la acción dinámica marina, acondicionada con instalaciones y equipos que permite, ante todo, la acogida de buques, su carga y descarga, el almacenamiento de mercancías, la recepción y entrega de las mismas al transporte terrestre y que puede incluir también actividades comerciales ligadas al transporte marítimo.

Así, el puerto debe cumplir 4 funciones esenciales:

- Comercial
- Intercambio entre modos de transporte
- Marítima (base del barco)
- Desarrollo económico

Por ello, y como mínimo, debe proporcionar servicios al barco, a la mercancía y al transporte terrestre.

Los puertos son de 3 grandes tipos:

1. Puerto pesquero
2. Puerto deportivo
3. Puerto comercial
  - a) Primera generación
  - b) Segunda generación
  - c) Tercera generación

Los puertos pesqueros y deportivos son los más simples. En el caso de un **puerto pesquero** las capturas deben ser atendidas adecuadamente (instalaciones adecuadas para ello); en el caso de un **puerto deportivo**, deben tener servicios para el amarre de las embarcaciones de recreo (clubes, restaurantes, tiendas, etc.).

Los puertos comerciales son más complejos. Son elementos de intercambio entre los diferentes medios de transporte (centros de transporte combinado), pero también pueden constituir áreas multifuncionales comerciales e industriales donde las mercancías no sólo están en tránsito, sino que también son manipuladas, manufacturadas y distribuidas, por lo que deben ser integrados en una cadena logística global.

Especificando, se tendría:

- **Primera generación:** son un medio intercambiador entre el transporte marítimo y terrestre (p. ej. Puerto de Motril). Por ello, tienen las siguientes características principales
  - Disponen de aguas abrigadas que proporcionan refugio a los barcos.
  - Se realizan operaciones de carga/descarga de la mercancía de los barcos, almacenamiento, recepción y/o entrega hacia el exterior, así como embarque/desembarque del pasaje.
  - Disponen de muelles de atraque, explanadas de depósito y almacenamiento para la mercancía, almacenes y tinglados, accesos terrestres de carretera y ferrocarril.
- **Segunda generación:** son un centro de servicios para el transporte, industria y comercio (p. ej. Puerto de Gijón). Sus características son
  - Las superficies portuarias sirven como asentamiento de industrias. Se crean polígonos industriales asociados al puerto, actuando así el Puerto como motor industrial de la zona.
  - Economía de escala (disminuyen los costes al aumentar la producción) en la manipulación de mercancía (generalmente graneles).
  - Necesidad de gran superficie de suelo.
- **Tercera generación:** son nudo dinámico en la red de producción y distribución internacional (p. ej. Puertos de Barcelona o Algeciras). Sus características (además de las anteriores) serían
  - El puerto presta nuevos servicios a la mercancía, como consolidación/desconsolidación de contenedores, valor añadido a las mercancías, servicios de distribución, etc.
  - El puerto y las empresas que trabajan en él promocionan directamente el comercio y las actividades del transporte, que a su vez generarán nuevas actividades de valor añadido.
  - El puerto dispone de polígonos asociados para realizar estas nuevas actividades.

Las áreas portuarias tienen a su vez distintas subáreas:

- Subáreas marítimas: acceso de los barcos (navegación y aproximación) a las zonas de intercambio (muelles y pantalanes).
- Subáreas de almacenamiento (p. ej. terminal de contenedores).
- Subáreas terrestres: accesos (por carretera y ferrocarril) y zonas de espera.

El área portuaria debe estar diseñada de forma que el buque pueda intercambiar la mercancía con otro medio mediante la ayuda de grúas, rampas, etc. **sin averías y con seguridad en el servicio**. Así, cuando se diseña un área portuaria se debe garantizar una cierta **operatividad**, que se define como *el % de días en que el área portuaria está en condiciones operativas en un intervalo de tiempo de 1 año*. Cuanto mayor es la operatividad, mayor suele ser el coste del puerto. Según el tipo de buque y las actividades fundamentales que se realicen, así será más o menos costoso alcanzar una cierta operatividad.

Llegado a este punto, se tiene claro qué es un puerto y cuáles son sus actividades principales. Se ha mencionado anteriormente que el buque es el elemento principal al que el puerto debe dar servicio. Así pues, en el siguiente apartado se describen los aspectos más importantes de los buques, que influirán especialmente en la disposición en planta del puerto y ayudarán a su correcto diseño. El buque es, por tanto, un elemento esencial que influirá en el diseño portuario.

Son **servicios portuarios** las actividades de prestación de interés general que se desarrollan en la zona de servicio de los puertos, siendo necesarias para la correcta explotación de los mismos en condiciones de seguridad, eficiencia, calidad, regularidad, continuidad y no discriminación.

Los servicios portuarios se clasifican en servicios generales del puerto, cuya prestación se reserva a la Autoridad Portuaria, y servicios básicos, que se prestan en régimen de competencia, sin perjuicio de lo previsto en la ley para el servicio de practicaaje.

## **5.1. Tipos de servicios portuarios**

### **5.1.1. Concepto y clases de servicios generales**

Son servicios generales del puerto aquellos servicios comunes de titularidad de la Autoridad Portuaria de los que se benefician los usuarios del puerto sin necesidad de solicitud.

Las Autoridades Portuarias prestarán en la zona de servicio del puerto los siguientes servicios generales:

- El servicio de ordenación, coordinación y control del tráfico portuario, tanto marítimo como terrestre.
- El servicio de coordinación y control de las operaciones asociadas a los servicios portuarios básicos, comerciales y otras actividades.
- Los servicios de señalización, balizamiento y otras ayudas a la navegación que sirvan de aproximación y acceso del buque al puerto, así como su balizamiento interior.

### **5.1.2. Concepto y clases de servicios básicos**

Son servicios básicos aquellas actividades comerciales que permiten la realización de las operaciones de tráfico portuario. Los servicios básicos son los siguientes:

- a. Servicio de practicaaje.
- b. Servicios técnico-náuticos
  - Remolque portuario.
  - Amarre y desamarre de buques.
- c. Servicios al pasaje
  - Embarque y desembarque de pasajeros.
  - Carga y descarga de equipajes y vehículos en régimen de pasaje.

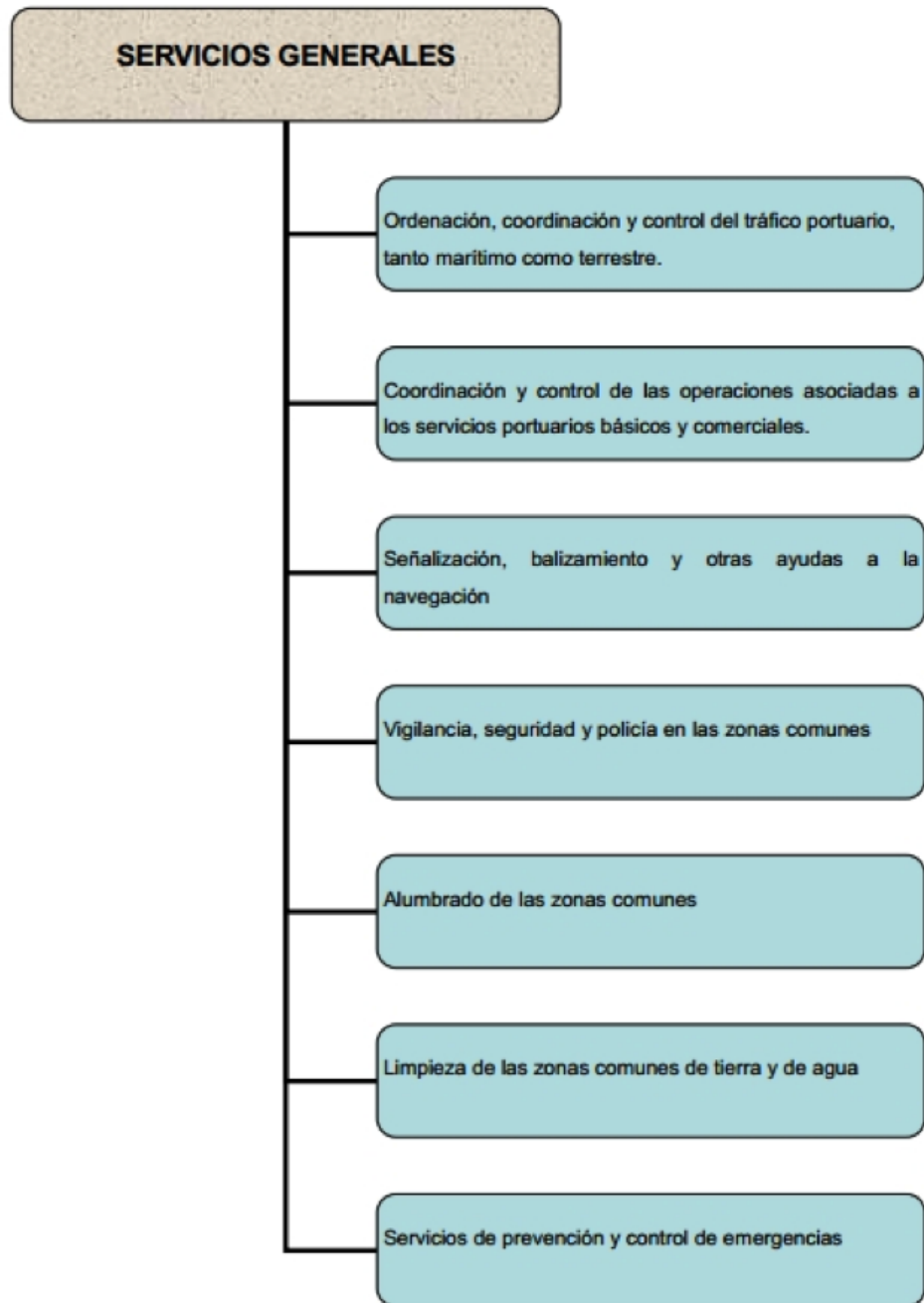


Figura 5.1: Servicios generales en un puerto.

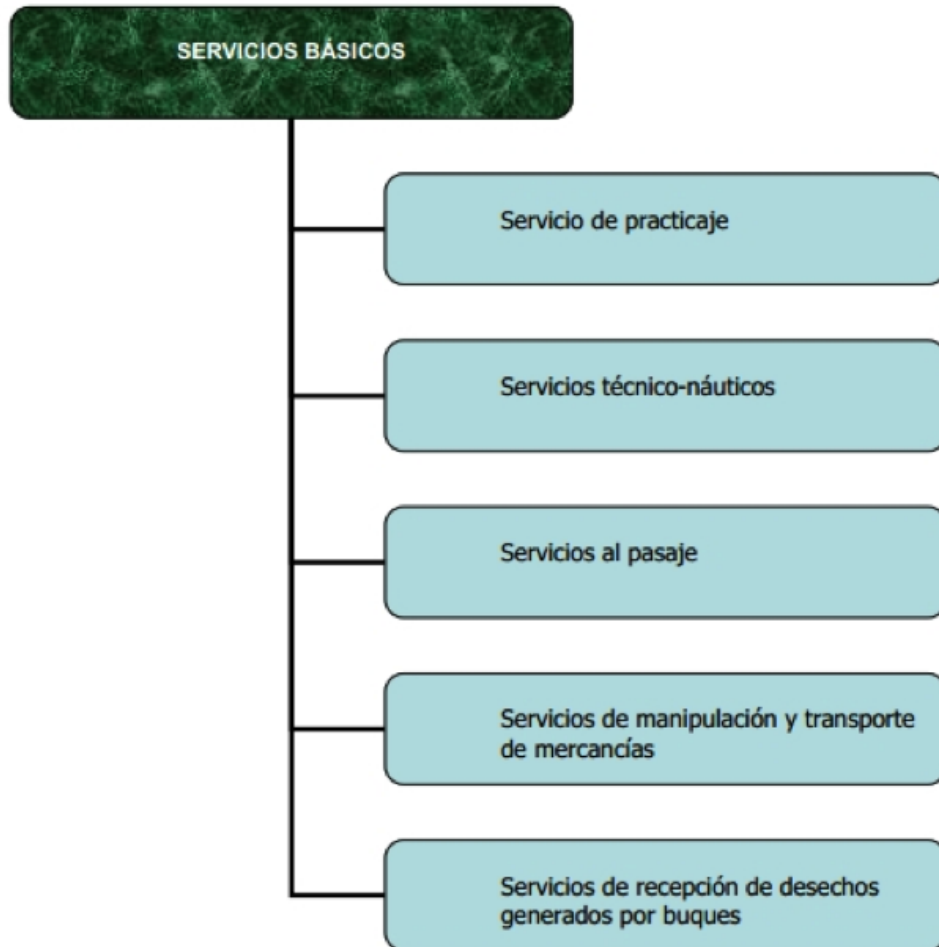


Figura 5.2: Servicios básicos en un puerto.

d. Servicios de manipulación y transporte de mercancías

- Carga, estiba, descarga, desestiba y transbordo de mercancías.
- Depósito.
- Transporte horizontal.

e. Servicios de recepción de desechos generados por buques:

- Recepción de desechos sólidos.
- Recepción de desechos líquidos.

## 5.2. Operaciones portuarias

La Operación Portuaria es un proceso amplio que engloba aspectos administrativos previos al atraque, procesos que se llevan a cabo en el momento en que el buque arriba al puerto, manipulación de la mercancía, servicios prestados a los pasajeros etc. En todas estas actividades intervienen una serie de agentes especializados cuya misión será la consecución de la optimización del resultado, intentando lograr el máximo rendimiento al mínimo coste.

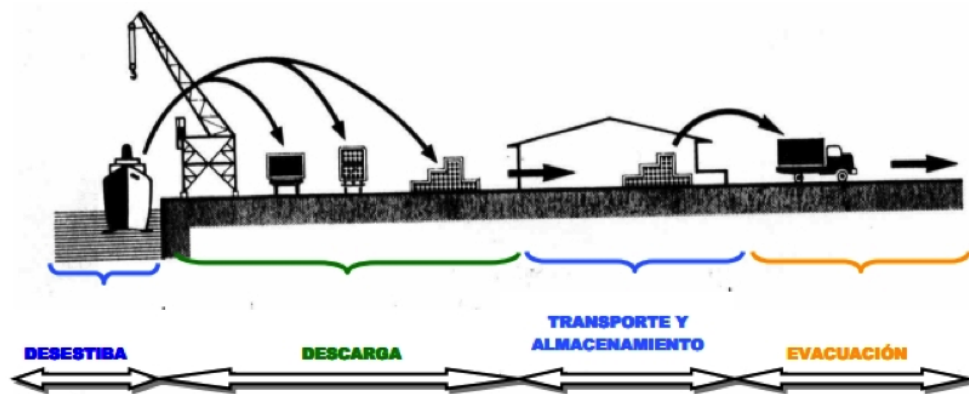


Figura 5.3: Operaciones portuarias.

### 5.2.1. Operaciones de practicaaje

Se entiende por practicaaje el servicio de asesoramiento a capitanes de buques y artefactos flotantes para facilitar su entrada y salida y las maniobras náuticas dentro de los límites geográficos de la zona de practicaaje en condiciones de seguridad. Este servicio se prestará a bordo de los buques, incluyéndose en el mismo las instrucciones impartidas por los prácticos desde el momento en que partan de la estación de practicaaje para prestar el servicio.

### 5.2.2. Operaciones de remolque portuario

Se entiende por servicio de remolque portuario aquél cuyo objeto es la operación náutica de ayuda a los movimientos de un buque, denominado remolcado, siguiendo las instrucciones del capitán del buque, mediante el auxilio de otro u otros buques, denominados remolcadores, que proporcionan su fuerza motriz o, en su caso, el acompañamiento o su puesta a disposición dentro de los límites de las aguas incluidas en la zona de servicio del puerto.

### 5.2.3. Operaciones de amarre y desamarre de buques

Amarrar consiste en recoger las amarras de un buque, portarlas y fijarlas a los elementos dispuestos para este fin, siguiendo las instrucciones del capitán del buque, en el sector de amarre designado por la Autoridad Portuaria, en el orden conveniente para facilitar las operaciones de atraque, desamarre y desatraque.

Se entiende por servicio de desamarre aquél cuyo objeto es el de largar las amarras de un buque de los elementos de amarre siguiendo las instrucciones del capitán.

### 5.2.4. Operaciones de carga, estiba, desestiba, descarga y transbordo de mercancías

Se consideran integradas en este servicio portuario las actividades de carga, estiba, desestiba, descarga y transbordo de mercancías, objeto de tráfico marítimo, que permitan su transferencia entre buques, o entre éstos y tierra u otros medios de transporte. En la figura 5.3 se observa que las primeras operaciones a realizar cuando el barco está amarrado en el puerto son las relacionadas con la desestiba, con la finalidad de que las mercancías que transporta el barco sean ubicadas correctamente en las áreas y zonas de carga, teniendo en cuenta todas las normas de seguridad aplicables en cada operación. El segundo paso consiste en la descarga de mercancías en el muelle. El proceso de carga/descarga se considera finalizado cuando la carga (mercancía) descansa en el vehículo que la va a transportar y se ha desenganchado de la grúa. El vehículo transportará la



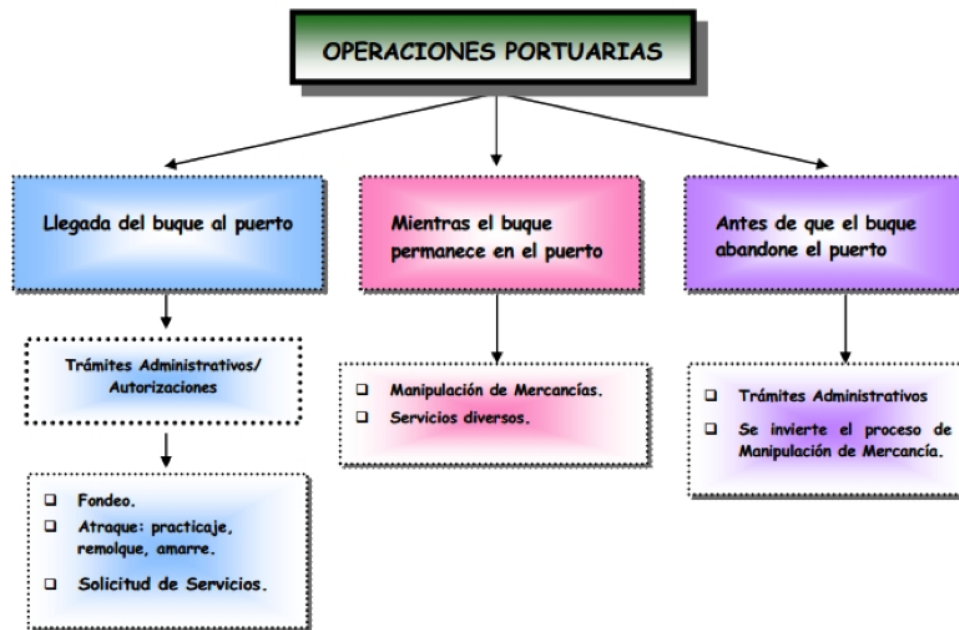


Figura 5.4: Operaciones portuarias (2).

mercancía desde el lugar de carga/descarga al lugar designado para el almacenamiento. En este lugar de almacenamiento permanecerá la mercancía hasta que se proceda a su evacuación, bien fuera del puerto, o bien a otro barco dentro de las instalaciones de la Autoridad Portuaria.

En la realización de las operaciones portuarias pueden distinguirse distintos tipos de acuerdo con el punto donde se desarrolla la operación:

- A bordo del barco: Operación en bodegas y cubiertas.
- De barco a barco: Operación que se lleva a cabo entre dos barcos a flote, empleando para ello una maquinaria y utillaje que optimiza el proceso y evita la pérdida de mercancía.
- Entre barco y tierra: Operación de transferencia de la mercancía entre ambos puntos (también se incluye la operación directa sobre el vehículo).
- En tierra: Operaciones de transporte y almacenamiento entre el punto de descarga del barco, así como las operaciones que se realizan con la mercancía antes o después del transporte marítimo.
- Entre tierra y transporte terrestres: Operaciones de carga y descarga del vehículo terrestre.

Las operaciones que específicamente comprenden algunos de los servicios anteriores son:

a) Las actividades de carga y estiba comprenden:

- La recogida de la mercancía del puerto y el transporte horizontal de la misma hasta el costado del buque en operaciones relacionadas con la carga del mismo.
- La aplicación del gancho, cuchara, spreader o cualquier otro dispositivo que permita izar o transferir la mercancía directamente desde un medio de transporte, o desde el muelle, previo depósito en el mismo o apilado, al costado del buque.



**Figura 5.5:** Operaciones portuarias relacionadas con las mercancías

- El izado o transferencia de la mercancía y su colocación en la bodega o a bordo del buque.
  - El embarque de la mercancía por medios rodantes en el buque.
  - La estiba de la mercancía en bodega o a bordo del buque.
- b) Las actividades de desestiba y descarga comprenden:
- La desestiba de mercancías en la bodega del buque, comprendiendo todas las operaciones precisas para la partición de la carga y su colocación al alcance de los medios de izado o transferencia.
  - La aplicación del gancho, cuchara, spreader o cualquier otro dispositivo que permita izar o transferir la mercancía.
  - El izado o transferencia de la mercancía y su colocación en un medio de transporte o en el muelle al costado del buque.
  - El desembarque de la mercancía del buque por medios rodantes.
  - Descarga de la mercancía directamente, bien sobre vehículos de transporte terrestre, bien sobre el muelle para su recogida por vehículos o medios de transporte horizontal directamente al exterior del puerto o a zona de depósito o almacén dentro del mismo, y el depósito y apilado de la mercancía en zonas portuarias.
  - El desplazamiento de la mercancía, previa recogida cuando proceda desde el costado del buque hasta otra ubicación en la zona de usos portuarios comerciales y su depósito y apilado dentro de la misma zona.
- c) La actividad de transbordo comprende la desestiba en el primer buque, la transferencia de la mercancía directamente desde un buque a otro y la estiba en el segundo buque.

Todas las actividades descritas se realizarán en el buque y en la zona de servicio del puerto. No tendrán consideración de mercancía objeto de tráfico marítimo:

- Los bienes propiedad de la Autoridad Portuaria.
- Las cartas, paquetes postales y otros bienes que sean objeto del servicio postal.

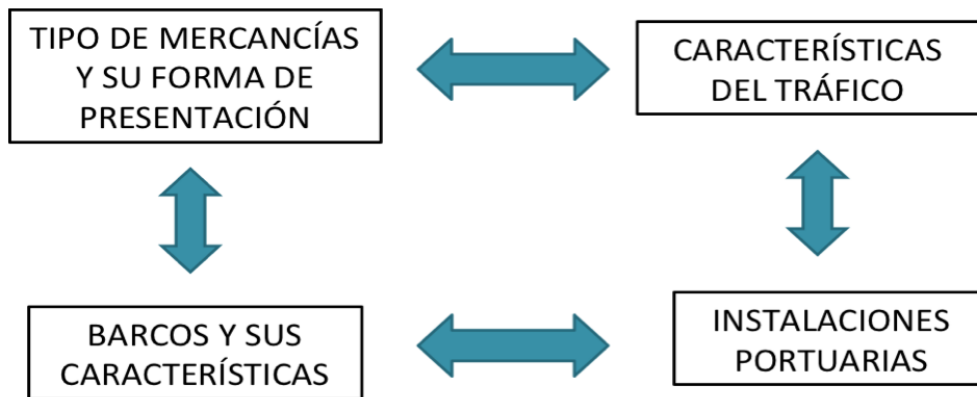


Figura 5.6: Factores condicionantes de las operaciones portuarias

- La pesca fresca, el bacalao verde y sus productos elaborados a bordo.
- La recogida de residuos de carga procedentes de los buques.

### 5.3. Transporte de mercancías

Las principales mercancías que se transportan en el sistema portuario se engloban en cuatro grandes grupos: (1) graneles, (2) carga general, (3) carga rodada y (4) contenedores.

#### 5.3.1. Graneles

El término granel hace referencia al transporte y manipulación de mercancías que no llevan un envase definido (como pudiera ser un contenedor), y su medición se realiza por peso, volumen o cantidad definida en litros u otra medida similar (p.ej. libras o galones). Normalmente se cargan en buques especiales (bulk-carriers o graneleros) de modo que se simplifican las operaciones de carga y descarga, y el transporte se hace de manera más segura. Se pueden diferenciar en graneles sólidos y líquidos.

**Graneles líquidos:** Los graneles líquidos hacen referencia fundamentalmente a los hidrocarburos, que con aproximadamente el 40% de los intercambios mundiales siguen siendo uno de los motores de la industria del transporte marítimo. Los principales productos que se pueden encontrar dentro de la denominación de graneles líquidos son el petróleo bruto (aproximadamente el 72% de los hidrocarburos), otros productos derivados del petróleo (22%) y el gas (6%).

El transporte marítimo de petróleo y de productos petroleros sigue siendo el principal vector de los intercambios comerciales que fluctúan según la demanda internacional y según los cambios políticos. Los productos petroleros pueden dividirse en “clean” (keroseno o gasolina), o “dirty” (residuos).

En el transporte de este tipo de mercancías existe gran preocupación debido a que la mayoría de los buques que las transportan fueron fletados en los años 70 (el 70% aproximadamente).

En cuanto al gas, se trata de un mercado estratégico desde hace varios años, con un crecimiento cercano al 6% anual. Las dificultades logísticas del transporte de gas natural hacen que sólo represente el 5% de la producción mundial, el 20% va por oleoductos. Al mismo tiempo, la edad de los buques comienza a suscitar ciertos interrogantes.

**Graneles sólidos:** El granel seco que representa el 60 % de los intercambios marítimos internacionales está generalmente dividido en dos submercados: (1) el de los graneles secos denominados mayores (mineral de hierro, carbón, cereales, aluminio, bauxita y fosfato) y (2) el de los graneles llamados menores (materias primas tipo acero y productos semifabricados). Este mercado ha conocido en periodos amplios de tiempo un crecimiento similar al del granel líquido. La flota de graneleros ha experimentado una evolución similar a la de la demanda y representa un 8 % de la flota mundial. Desde mediados de los años 90, el carbón se ha convertido en la primera mercancía transportada como granel seco con una tasa de crecimiento anual del orden del 4 %.

### 5.3.2. Carga general

Al hablar de mercancía en general se pueden distinguir distintos tipos:

- Piezas pesadas. Suele tratarse de máquinas especiales, elementos de la construcción, piezas industriales, etc., de más de 30 ó 50 toneladas. Pueden venir con o sin embalaje aunque normalmente van dentro de un enjaretado de madera.
- Bidones. Se trata de envases de hierro o acero para transporte de líquidos normalmente. Pueden ser reforzados u ondulados.
- Cajerío. Una mercancía muy común en cajerío de cartón es el pescado congelado, que si no se manipula adecuadamente puede dañar el embalaje al descongelarse.
- Saquerío. Numerosas mercancías utilizan sacos como envase o embalaje debido en gran parte a su facilidad de manejo y al aprovechamiento de los huecos.
- Fardos. Existen materiales como la lana, el algodón, el esparto, el yute, el corcho, el tabaco, etc. Que se transportan en fardos protegidos por una lona o en pacas o balas (en el caso que no lleven protección de lona).
- Hierro y Acero. Se engloba en este tipo todas las mercancías fabricadas con alguno de estos materiales:
  - Perfiles y raíles. Los perfiles suelen venir en piezas sueltas o bloques de seis perfiles atados.
  - Planchas, chapas y laminados.
  - Lingotes. Vienen formando unidades de carga de 5 o 6 lingotes que facilitan su manipulación con la carretilla o con las eslingas.
  - Bobinas. Se trata de un cilindro de gran peso.
- Barriles. Se emplean en el transporte de vinos, aceites, melaza, harina, etc., se pueden clasificar por su capacidad en Bocoy (700 litros), Pipa (500 litros), Tercerola (350 litros) y Cuarterola (125 litros).
- Madera. La madera se nos puede presentar de muchas formas entre ellas: troncos o trozas, rollos, vigas, duelas, tablas, tablillas y tablones. También podrá venir aserrada y flejada formando unidades de carga.
- Mercancías perecederas. Este tipo de mercancías se nos presenta de muy diversas maneras. Las frutas y hortalizas suelen venir en cajas, de cartón o de madera, apiladas en palets y trincadas por medio de flejes.

### 5.3.3. Carga rodada

Los vehículos que se deslizan sobre ruedas pueden constituir una mercancía por sí mismos o ser trasladados en la cadena intermodal albergando mercancía en su interior.

Este sistema de transporte se conoce como “ro-ro” (roll-on/roll-off), que significa literalmente “carga que entra y sale rodando” del medio de transporte (trailers, buques especialmente diseñados para esta carga o ferries principalmente).

### 5.3.4. Contenedores

El contenedor es un elemento clave del transporte en todas sus modalidades y ha supuesto la entrada en la era de la intermodalidad y el desarrollo de la logística. Se puede definir como una caja que puede ser de diversos materiales y con unas medidas estandarizadas, que permiten agilizar las operaciones de manipulación de las mercancías. Suelen tener ocho cantoneras que facilitan su estiba y trincaje.

Su origen se remonta al año 1956 en que su inventor, Malcolm Maclean, lo introdujo en el transporte marítimo y terrestre. Maclean, de nacionalidad estadounidense, regentaba un negocio familiar de transporte terrestre y observaba una y otra vez las descargas manuales del contenido de sus camiones a los barcos en el puerto de origen, a bordo de los cuales debía estibarse nuevamente, teniendo en cuenta que esa operación se repetía inversamente en el puerto de destino. La reducción del coste, tiempo y riesgo de dichas operaciones, pasaba por utilizar una caja metálica en cuyo interior se depositarían todas las mercancías para su traslado, por carretera sobre un camión y por mar sobre la cubierta de un buque. En 1956 se utilizó por primera vez en el trayecto entre los puertos estadounidenses de Newark y Houston. El éxito de dicha operación fue tal que su práctica se extendió por todos los puertos del mundo, y lo que en un principio sólo se aplicaba al transporte por carretera y al marítimo, pronto se implantaría en el transporte por ferrocarril y en el aéreo.

La carga máxima puede variar según la naviera y el tipo de contenedor. Los contenedores más normalizados internacionalmente de 20 pies tienen un peso bruto máximo de unas 29 toneladas (es decir, la carga más la tara o peso del contenedor) y los de 40 pies de unas 32 toneladas. Aunque, como muchas veces se traslada el contenedor vía terrestre desde la zona de carga al puerto, hay que atenerse a la legislación vigente en cada país sobre pesos máximos en camiones. La tara o peso del contenedor puede ir de 1,8 hasta 4 toneladas para los de 20' y de 3,2 hasta 4,8 toneladas para los de 40 pies. El de 20 pies se conoce comúnmente como TEU (Twenty Equivalent Units) y el de 40 pies como FEU (Forty Equivalent Units).

Los contenedores suelen estar fabricados principalmente de acero corrugado, también hay de aluminio y algunos otros de madera contrachapada reforzados con fibra de vidrio. Interiormente llevan un recubrimiento especial anti-humedad para evitar las humedades durante el viaje.

La carga y descarga de contenedores se suele hacer con grúas pórtico. No obstante se pueden utilizar otro tipo de aparatos aunque en este caso disminuirá el rendimiento. Los contenedores se pueden estibar en todo tipo de buques de carga. Nunca se estibará un contenedor sobre otro de mayor longitud. Las ventajas de los contenedores sobre otros métodos de manipulación y transporte de mercancías son su rapidez, seguridad y precio con respecto a esos métodos.

#### Tipos de contenedores

- Dry Van: son los contenedores estándar, cerrados herméticamente y sin refrigeración o ventilación.



**Figura 5.7:** Contenedor Dry Van

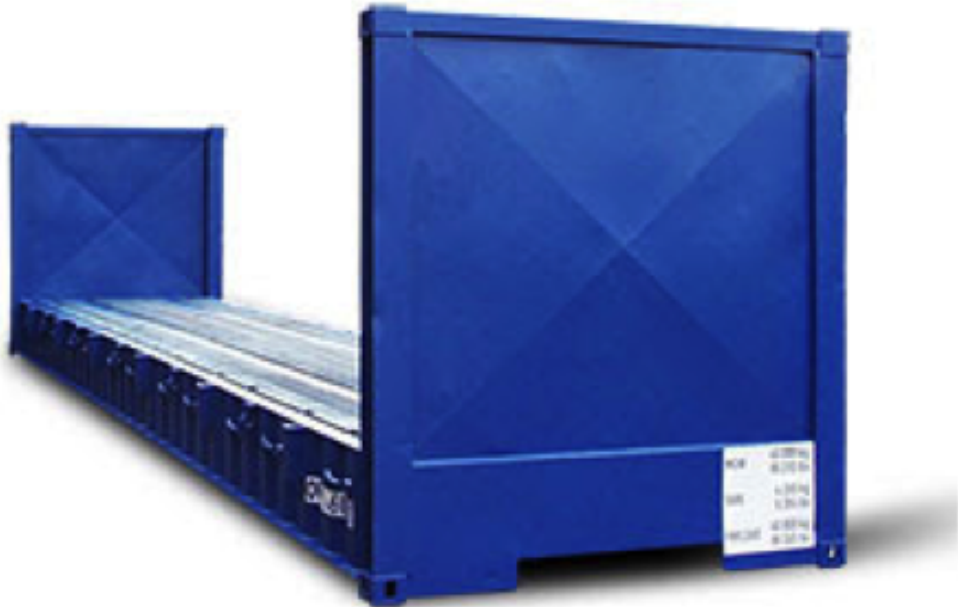
- Reefer: contenedores refrigerados de las mismas medidas que el anteriormente mencionado, pero que cuentan con un sistema de conservación de frío o calor y termostato. Deben ir conectados en el buque y en la terminal, incluso en el camión si fuese posible.
- Open top: de las mismas medidas que los anteriores, pero abiertos por la parte de arriba. Puede sobresalir la mercancía, pero en este caso se pagan suplementos en función de cuánta carga haya dejado de cargarse por este exceso.
- Flat rack: carecen también de paredes laterales e incluso, según casos, de paredes delanteras y posteriores. Se emplean para cargas atípicas y pagan suplementos de la misma manera que los open top.
- Open side: su mayor característica es que es abierto por uno de sus lados, sus medidas son de 20 o 40 pies. Se utiliza para cargas de mayores dimensiones en longitud que no se pueden cargar por la puerta del contenedor.



Figura 5.8: Contenedor Reefer



Figura 5.9: Contenedor Open Top



**Figura 5.10:** Contenedor Flat Rack



**Figura 5.11:** Contenedor Open Side