

Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

ESTUDIO PARA LA LOGÍSTICA DE ATRAQUE ROLL-ON / ROLL-OFF EN EL PUERTO DE CARTAGENA

Titulación: INGENIERO EN
ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL
Intensificación:
Alumno/a: IMANOL DÍAZ DE CERIO Y
SOTELO
Director/a/s: MARÍA VICTORIA DE LA
FUENTE ARAGÓN.
LORENZO ROS MCDONNELL

Cartagena, 14 de septiembre de 2017



INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es analizar los requisitos fundamentales que debe cumplir una obra de atraque para buques Roll-ON Roll-OFF (RORO). Para ello se han seguido las recomendaciones publicadas en la web de Puertos del Estado, adaptándolas al Puerto de Cartagena, concretamente a su Dársena de Escombreras en los atraques del Puerto Príncipe Felipe. El proceso utilizado debe ser igualmente aplicable a cualquier Puerto.

El documento se estructura en cinco bloques principales:

- **La logística y los RORO.**
En este bloque se define la Terminal Portuaria y su logística, culminando con el caso de los atraques RORO.
- **El tráfico RORO en España.**
Se ha realizado un estudio de las estadísticas actuales con el objetivo de valorar tanto la importancia de los atraques para mercancías por medios rodantes, como el interés económico para el caso escogido.
- **Tipo y funciones de las obras de atraque y amarre.**
Con el fin de comprender las necesidades intermodales del atraque, este bloque hace un repaso de las diferentes configuraciones existentes para las obras de atraque y amarre,
- **Dimensionamiento en planta y alzado, bases de diseño y criterios generales de proyecto.**
En este otro bloque se estudia paso a paso la viabilidad física del proyecto y de atrás hacia adelante. Para ello se han utilizado las Recomendaciones para Obras Marítimas ofrecidas por Puertos del Estado en su ROM 2.0-11.
- **Diseño de las instalaciones de inspección.**
Siendo totalmente indispensables las instalaciones de inspección en frontera, esta parte del proyecto buscará definir las necesidades de espacio que éstos demandan.

ÍNDICE GENERAL

BLOQUE I - LA LOGÍSTICA Y LOS RORO

1. TERMINALES PORTUARIAS. PLANIFICACIÓN DE TERMINALES.	8
2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS TERMINALES PORTUARIAS	8
1.1. LA TERMINAL ENTENDIDA COMO SISTEMA.....	9
3. NIVEL DE ANÁLISIS DE LAS TERMINALES PORTUARIAS.....	9
1.2. NIVEL DE ANÁLISIS FÍSICO.....	10
1.3. NIVEL DE ANÁLISIS OPERATIVO	11
1.4. NIVEL DE ANÁLISIS ORGANIZATIVO	11
4. GESTIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA	11
5. EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA.....	12
6. CAPACIDAD DE UNA TERMINAL PORTUARIA.....	13
1.5. CAPACIDAD ÓPTIMA ANUAL	14
1.6. CAPACIDAD DE ATRAQUE:.....	14
1.7. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO:	14
1.8. CAPACIDAD DE LOS ACCESOS TERRESTRES:	14
7. TERMINALES DE TRASBORDO POR RODADURA: ROLL-ON / ROLL-OFF (RORO)	14

BLOQUE II - EL TRÁFICO RORO EN ESPAÑA

1. INTRODUCCIÓN	18
2. EL TRÁFICO DE MERCANCÍAS EN PUERTOS DE ESPAÑA.....	19
3. HISTÓRICO DE MERCANCÍAS EN BUQUES RORO.....	21



4. ATRAQUES RORO EN ESPAÑA – CIFRAS	24
5. ANÁLISIS DE GRUPOS DE PUERTOS	26
6. COMPARATIVA VOLUMEN TOTAL VS VOLUMEN RORO	29
7. IMPORTANCIA DE LOS ATRAQUES RORO	31

BLOQUE III - TIPO Y FUNCIONES DE LAS OBRAS DE ATRAQUE Y AMARRE

1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LA OBRA	34
2. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	34
3. CONFIGURACIÓN FÍSICA DEL ATRAQUE	35
4. CONCEPCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO GENERAL	36
1.9. PARTES Y ELEMENTOS DE UNA OBRA DE ATRAQUE Y AMARRE	36
1.10. CLASIFICACIÓN DE LA OBRA EN FUNCIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	37
5. COMPROBACIÓN DE VALIDEZ DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL. CONSIDERACIONES DE USO Y EXPLOTACIÓN.....	38

BLOQUE IV - DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA Y ALZADO, BASES DE DISEÑO Y CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO

1. INTRODUCCIÓN	42
2. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA Y ALZADO	43
1.11. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA.....	44
2.1.1. ORIENTACIÓN.....	44
2.1.2. NÚMERO DE ATRAQUES-CAPACIDAD DE LA LÍNEA DE ATRAQUE	47
2.1.3. POSICIÓN Y DIMENSIONES EN PLANTA DE TACONES Y RAMPAS.....	58
2.1.4. LÍNEA DE ATRAQUE – LONGITUD. BUQUE DE MÁXIMA ESLORA.	61
2.1.5. ANCHURA (AM).....	64
2.1.6. ACCESOS TERRESTRES	72
1.12. DIMENSIONAMIENTO EN ALZADO	74



2.1.7. NIVEL DE CORONACIÓN DEL ATRAQUE.....	74
2.1.8. CALADO DEL ATRAQUE	74
2.1.9. PERFIL LONGITUDINAL DE TACONES Y RAMPAS	75

BLOQUE V - DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE INSPECCIÓN

1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS	78
1.1. EL PROCESO DE DESPACHO DE UNA MERCANCÍA	78
1.2. PROCESO DE CONTROL E INSPECCIÓN.....	80
1.2.1. FASE 01 - PRESENTACIÓN DEL SOLICITO DE INSPECCIÓN	80
1.2.2. FASE 02 CONTROL E INSPECCIÓN DE LA MERCANCÍA POR LOS SIF CORRESPONDIENTES	80
1.2.3. FASE 03 EMISIÓN DEL DICTAMEN POR LOS SIF CORRESPONDIENTES.....	81
2. ORGANISMOS OFICIALES DE INSPECCIÓN	83
2.1. CATEGORÍAS DE PRODUCTOS.	84
2.2. INSTALACIONES FRONTERIZAS DE CONTROL DE MERCANCÍAS.....	86
2.3. PUESTO DE CONTROL FRONTERIZO – PIF	88
2.3.1. DEFINICIONES	88
2.3.2. CENTROS DE INSPECCIÓN ADICIONALES.....	89
2.3.3. LISTA DE PUESTOS DE INSPECCIÓN FRONTERIZOS.....	89
2.3.4. APROBACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y HOMOLOGACIÓN	89
2.3.5. CONDICIONES Y REQUISITOS DE LOS PIF.....	90
2.4. PUNTOS DESIGNADOS DE IMPORTACIÓN – PDI	91
2.4.1. DEFINICIONES	91
2.4.2. LISTADO DE PUNTOS DESIGNADOS DE IMPORTACIÓN	91
2.4.3. APROBACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PDI Y HOMOLOGACIÓN	92
2.4.4. CONDICIONES Y REQUISITOS DE LOS PDI	92
2.5. RECINTOS ADUANEROS HABILITADOS – RAH	93
2.5.1. DEFINICIÓN.....	93
2.5.2. APROBACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN RAH Y HOMOLOGACIÓN	93
2.5.3. CONDICIONES Y REQUISITOS DE LOS RAH.....	94
2.6. PUESTO DE INSPECCIÓN FITOSANITARIO – PIF-FITO	94
2.6.1. DEFINICIÓN.....	94
2.6.2. APROBACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN PIF-FITO Y HOMOLOGACIÓN	94
2.6.3. CONDICIONES Y REQUISITOS DE LOS PIF-FITO	95
3. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES	96
3.1. LOCALES DE LA INSTALACIÓN DE INSPECCIÓN.	96
3.2. PAUTAS DE DISEÑO. ESQUEMA GENERAL.	98



3.3. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS DE LA SALA DE INSPECCIÓN	103
3.3.1. MARCO NORMATIVO	103
3.3.2. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA INSTALACIÓN DE INSPECCIÓN	104
4. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	111
4.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	111
4.2. DIMENSIONAMIENTO DE NÚMERO DE PUERTAS DE DESCARGA – TABLA DE PUERTAS.....	112
4.3. ELEMENTOS DE CÁLCULO	118
4.3.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE PROYECTO	118
4.3.2. CÁLCULO DEL TOTAL DE DEMANDA NO ATENDIDA Y DEMANDA CON RETRASO.....	120
4.3.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA DIARIA DE INSPECCIONES	121
1. LA LOGÍSTICA Y LOS RORO.....	130
2. EL TRÁFICO RORO EN ESPAÑA.	131
3. TIPO Y FUNCIONES DE LAS OBRAS DE ATRAQUE Y AMARRE.	131

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.....	133
-------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.....	136
--------------------------	-----



BLOQUE I - LA LOGÍSTICA Y LOS RORO



1.TERMINALES PORTUARIAS. PLANIFICACIÓN DE TERMINALES.....	8
2.DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS TERMINALES PORTUARIAS.....	8
3.LA TERMINAL ENTENDIDA COMO SISTEMA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.NIVEL DE ANÁLISIS DE LAS TERMINALES PORTUARIAS	9
4.1. NIVEL DE ANÁLISIS FÍSICO	10
4.2. NIVEL DE ANÁLISIS OPERATIVO	11
4.3. NIVEL DE ANÁLISIS ORGANIZATIVO	11
5.GESTIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA.....	11
6.EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA	12
7.CAPACIDAD DE UNA TERMINAL PORTUARIA	13
7.1. CAPACIDAD ÓPTIMA ANUAL	14
7.2. CAPACIDAD DE ATRAQUE:	14
7.3. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO:	14
7.4. CAPACIDAD DE LOS ACCESOS TERRESTRES:	14
8.TERMINALES DE TRASBORDO POR RODADURA: ROLL-ON / ROLL-OFF (RORO)	14



1. TERMINALES PORTUARIAS. PLANIFICACIÓN DE TERMINALES.

Los puertos deben disponer de muelles e instalaciones adecuadas para cada uno de los diferentes tipos de tráfico que, salvo situaciones de pequeños volúmenes de tráfico, son utilizados únicamente por aquel tipo de tráfico para el que han sido específicamente diseñados.

Los requerimientos que plantean los distintos tipos de tráfico, mayores calados, grandes superficies terrestres, mayores distancias a las zonas urbanas, etc., van dando lugar a la asignación de sus respectivas zonas de manipulación, que configuran la ordenación, nunca estática e inamovible, del área portuaria.

Las zonas de mayores calados y mayor distancia a las zonas habitadas son más adecuadas para las instalaciones de graneles líquidos de alta inflamabilidad y de graneles sólidos, las de calados superiores a los 14 metros con amplia disponibilidad de superficie las utilizadas por el tráfico de contenedores y las de calados más modestos y menores superficies destinadas a las diversas clases de mercancía general convencional.

En el contexto actual esta concepción del puerto resultará insuficiente, si no lo contempla como un eslabón esencial en la cadena logística. El puerto debe concebirse como un centro integrado de servicios que no se limita únicamente a la mera manipulación de las mercancías para su intercambio modal, sino que ofrece además servicios de almacenamiento, distribución e información mediante las nuevas tecnologías.

2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS TERMINALES PORTUARIAS

La terminal portuaria es la razón de ser del puerto. El resto de las instalaciones cumplen la función de facilitar el desarrollo de las terminales de forma segura y eficiente.

Una terminal portuaria podría igualmente definirse como el conjunto de instalaciones y servicios destinados a atender las necesidades de un determinado tipo de mercancías y de los buques que los transportan, dentro de un concepto integrado de la cadena de transporte.

El primer requisito para el establecimiento de una terminal portuaria: suficiente volumen del tipo determinado de tráfico al que se va a destinar.

La explotación de la terminal debe realizarse bajo el principio de la unidad de control. Ello hace necesario disponer de superficie portuaria suficiente para el tráfico a manipular, diferenciada del resto de la zona portuaria, con posibilidad de ampliación en el futuro.

El flujo de mercancías que se mueven a través de la terminal exige tanto un adecuado acceso marítimo como una buena conexión terrestre con las redes generales de carretera y ferrocarril que la comunican con su hinterland.

Como elementos básicos de una terminal portuaria se pueden considerar los siguientes:

- Infraestructura marítima: atraques.



- Infraestructura e instalaciones terrestres: explanadas y áreas de almacenaje, vías de circulación e instalaciones complementarias.
- Equipos de manipulación de mercancías.
- Recursos humanos.
- Tecnología informática: equipos de intercambio de datos.

Se debe acomodar todos los medios humanos y materiales apropiados a cada fase, considerando las condiciones punta, para que no se produzcan cuellos de botella

1.1. La terminal entendida como sistema

La terminal se puede considerar como un sistema global con el objetivo de facilitar el intercambio entre modos de transporte

La funcionalidad de una terminal portuaria se estructura en cuatro sistemas operativos:

- Subsistema de carga y descarga
- Subsistema de traslación
- Subsistema de almacenamiento
- Subsistema de recepción/expedición.

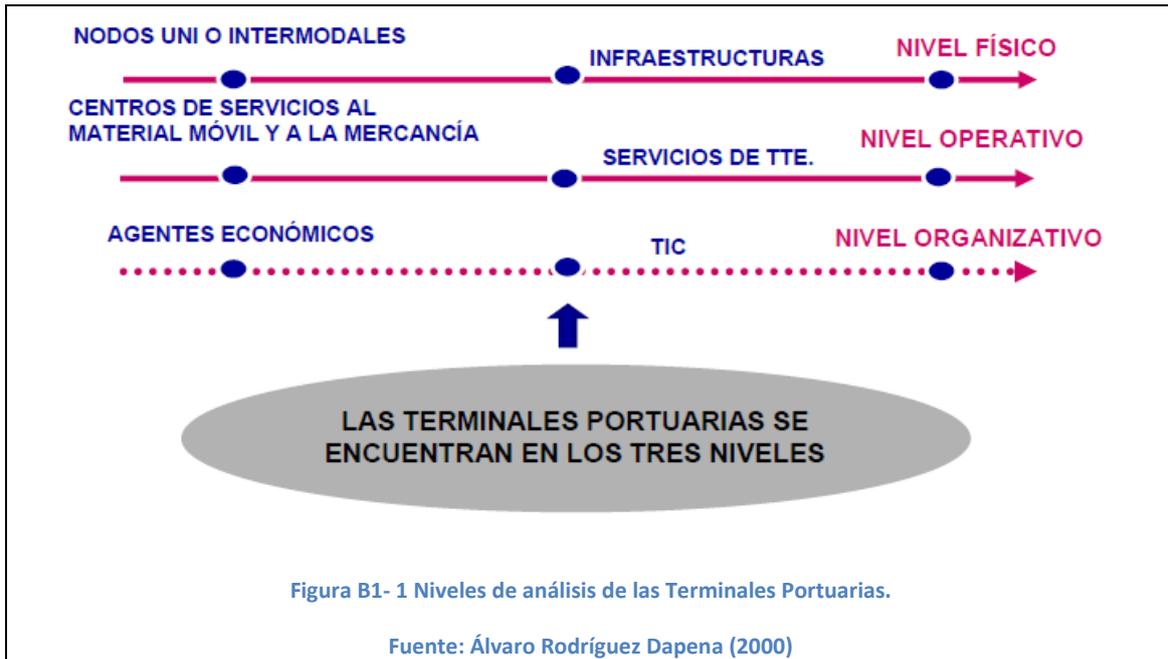
Cada uno de estos subsistemas cuenta con una serie de alternativas operacionales diferentes, definidas por las características tecnológicas de los medios de manipulación y de gestión de la información que se utilicen.

El dimensionamiento de estos elementos debe hacerse teniendo en cuenta tiempos de espera, tasas de ocupación y disponibilidad de recursos humanos, etc. Aunque cabe la utilización de ratios de carácter empírico para un primer dimensionamiento, es conveniente recurrir a técnicas de simulación mediante modelos matemáticos para la fase final.

3. NIVEL DE ANÁLISIS DE LAS TERMINALES PORTUARIAS

En las terminales portuarias se pueden encontrar 3 niveles de análisis:

- Nivel físico: atendiendo a las infraestructuras
- Nivel operativo: atendiendo a los servicios de transporte
- Nivel organizativo: atendiendo a aspectos económicos

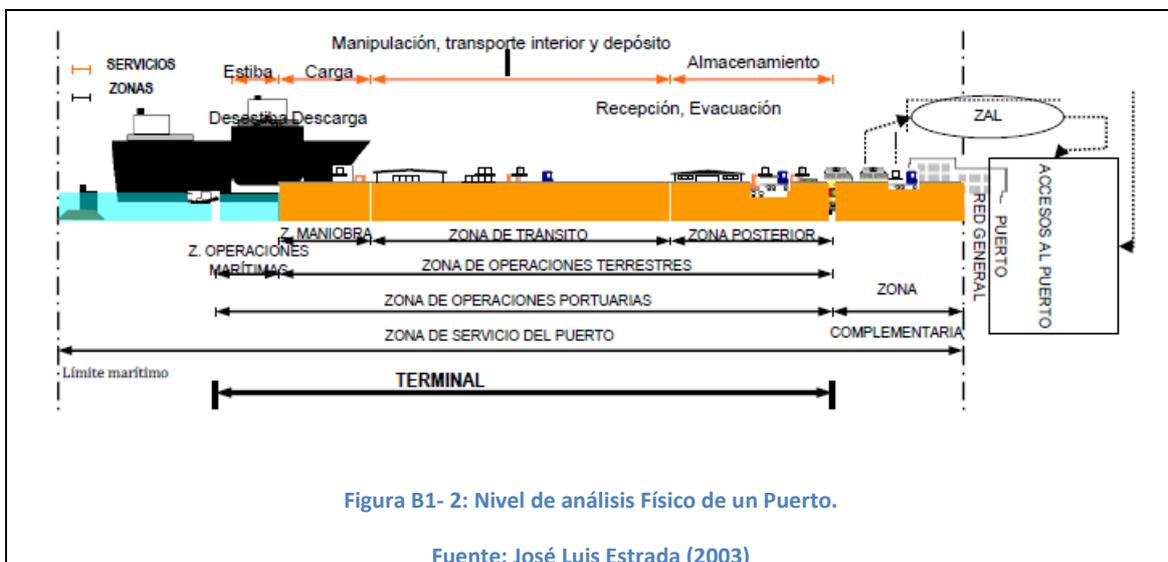


1.2. Nivel de Análisis Físico

La evolución de la tipología de buques según mercados de transporte marítimo lleva a requerimientos de calado distintos:

- Terminales pesqueras: 5-8m
- Terminales de pasajeros: 8-10m
- Terminales polivalentes: 10-12m
- Terminales de contenedores y ro-ro: 14-18m
- Terminales de graneles sólidos: 14-20m
- Terminales de graneles líquidos: 14-25m

Respecto del resto de las dimensiones de las diferentes zonas de las terminales que se recogen en la siguiente figura, varían considerablemente según el tipo de terminal.





La forma de presentación de la mercancía es un factor que condiciona la superficie mínima de las terminales. La anchura de la explanada para cada tipo de terminal puede ser aproximadamente la siguiente:

- Terminales graneles líquidos: 30 - 50 m.
- Terminales pesqueras: 50 - 100 m.
- Terminales pasajeros y ro-ro: 100 - 150 m.
- Terminales polivalentes: 150 - 200 m.
- Terminales de graneles sólidos: 200 - 400 m.
- Terminales de contenedores: 400 - 600 m.

1.3. Nivel de Análisis Operativo

A nivel operativo existen una serie de agentes asociados a los diferentes subsistemas de la terminal, que realizan sus actividades en un creciente proceso de integración. Son los siguientes:

- Carga/descarga de buques: armadores/navieros/consignatarios, estiba portuaria, personal propio del operador.
- Sistemas de manipulación y depósito en patio: personal propio del operador
- Sistemas de recepción/entrega/evacuación: personal propio del operador, operadores de transporte terrestre, cliente de la terminal
- Sistemas de interconexión: Tecnologías de la información y automatización de terminales

1.4. Nivel de Análisis Organizativo

Actualmente se están produciendo tendencias hacia nuevos modelos de organización y gestión de las actividades portuarias:

- Posibilidades de autoprestación de servicios: integración naviero/estibador en determinados casos
- Posibilidades de exención de servicios: practica en determinados casos
- Liberalización de servicios: servicios técnico/náuticos y de estiba
- Fomento de la Intermodalidad:
- Transporte marítimo de corta distancia
- Nuevas generaciones de terminales multimodales (ff.cc.)

4. GESTIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA

Con independencia de las particularidades de cada tipo específico de terminal, es posible hacer las siguientes consideraciones de carácter general, relativas a su explotación y gestión:

- La unidad de control requiere que todas las operaciones que se desarrollen en ella sean llevadas a cabo por un único operador.
- Debe de estar dotada de cerramiento en todo su perímetro, con control de accesos a su interior.



- Horario de trabajo lo más amplio posible, siendo deseable que se extienda a las 24 horas del día todos los días del año, tanto por razones de utilización de sus costosas infraestructuras, equipos e instalaciones, como para dar el mejor servicio posible a sus usuarios.
- Debe disponer de sistemas de organización que permitan un control lo más exhaustivo posible de la productividad de sus diferentes elementos, un conocimiento exacto de la situación de cada una de las partidas de mercancías que se encuentran en ella, una detallada planificación de sus operaciones, de las operaciones de los buques y en definitiva un control de todas sus actividades.
- Debe contar con unas normas de funcionamiento y un régimen de tarifas, debidamente documentados y de conocimiento general de todos sus posibles usuarios.
- Debe contar con un sistema de mantenimiento de sus instalaciones y equipos diseñado para asegurar la fiabilidad de su funcionamiento, así como unas adecuadas condiciones de seguridad. En el caso de los equipos mecánicos este mantenimiento debe de ser preventivo.
- Debe prestarse especial atención a las cuestiones relativas a la Seguridad, Calidad y Medioambiente.

5. EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE UNA TERMINAL PORTUARIA

En la planificación de una terminal portuaria pueden plantearse dos situaciones diferentes, la adaptación de instalaciones existentes o la creación de una nueva terminal. Normalmente el emplazamiento en ambos casos viene ya predeterminado en la planificación general del Puerto (Plan Director o instrumento equivalente) con lo cual el proceso, salvo matices, es el mismo en ambos casos y se puede descomponer en las siguientes actividades:

- Análisis del tráfico a servir y previsión de su futura evolución
- Condicionantes y requerimientos que pueden afectar a la planificación de la terminal
- Análisis funcional y operacional
- Dimensionamiento de la terminal
- Zonificación y ordenación de la terminal
- Selección del equipo
- Estudio de los accesos terrestres y conexión con los viales y ffcc de la terminal.
- Seguridad, vigilancia y control de accesos.
- Instalaciones técnicas (red eléctrica, alumbrado, agua, saneamiento, redes de comunicación, CCTV, dispositivos de control, etc.).
- Organización y funcionamiento de la terminal.
- Presupuesto de la inversión y cálculo de los gastos de explotación.
- Análisis económico-financiero y determinación de los indicadores de rentabilidad de la inversión a realizar.
- Factores de diseño de la terminal:



- Disponibilidad de espacio terrestre y calados disponibles.
- Condiciones náuticas y ambientales.
- Volumen de carga a manipular.
- Coste de establecimiento. La situación deseable es aquella en la cual el volumen de carga a manipular es suficiente para conseguir una rentabilidad adecuada en la inversión económica a realizar. No obstante, en determinadas situaciones de baja o nula rentabilidad pueden justificar la inversión consideraciones relativas a la necesidad de impulsar el desarrollo económico de las zonas próximas, elevar el nivel de empleo, etc.
- Coste del equipo.
- Coste de mantenimiento. Este factor no se refiere solamente a los aspectos económicos, sino también a la posibilidad de conseguir repuestos fácilmente, mano de obra cualificada para el mantenimiento, etc. cuestiones que influyen en la elección de los equipos.
- Campo efectivo de actuación del equipo
- Factores externos: Condicionantes medioambientales. Restricciones o ineficiencias del transporte terrestre. Procedimientos de la inspección aduanera. Condiciones locales relativas a la mano de obra, los clientes de la terminal, etc.

6. CAPACIDAD DE UNA TERMINAL PORTUARIA

De forma general se puede definir la capacidad de una terminal portuaria por el volumen de carga que la terminal es capaz de manipular en un año. Suele representarse por el rendimiento en toneladas por unidad de longitud y año (t/m/año), multiplicada por la longitud de atraques disponibles.

Se encuentra condicionada por las infraestructuras, instalaciones, equipos y recursos humanos participantes en cada una de las fases de la operación portuaria que se desarrollan en la terminal.

Parámetros fundamentales a tener en cuenta:

- Número de atraques
- Porcentaje de ocupación disponible o índice medio de utilización del atraque: definida como la relación de días de atraque utilizados (u horas) sobre los días totales de atraque disponible (u horas). Los ratios de utilización de atraques se establecen ordinariamente, asumiendo unos niveles aceptables de tiempos de espera medios del buque. El tiempo de espera medio aceptable de un buque debería determinarse para cada uno de los principales tipos de buques y rango de tamaños, fundándose en factores económicos y de competencia.
- Tamaño de buque y tipos de buque: Para disponer de estos datos de debe recoger la información disponible del pasado y de previsiones de tráfico marítimo, tiempo de estancia del buque en puerto, tiempo entre llegadas y otras informaciones.



- Horas de trabajo y productividad de la mano de obra: en términos de resultado de volumen por hora (o turno). Las horas de trabajo utilizables deben contener observaciones sobre las condiciones de trabajo: horas extras, número de turnos, penalizaciones, jornadas en sábado o domingo y otras situaciones.
- Horas perdidas: deben considerarse, afectan a las normas de trabajo y son el mal tiempo, apertura y cierre de bodegas, seguridad, protección del ambiente, inspección y otras situaciones que producen pérdidas de horas.
- Distribución de la cantidad de carga: manipulada por barco y tipo de carga, forma de la carga, tipo y tamaño del barco y ruta comercial seguida.
- Equipo disponible de manipulación y transferencia de la carga: por tamaños, capacidad y número. Estos datos pueden obtenerse a partir de la tasa de transferencia o de la carga manipulada, como una función del equipo asignado a atraques específicos.

1.5. Capacidad óptima anual

Hace referencia a aquella capacidad (rendimiento) para la cual el conjunto total de costes por tonelada de mercancía manipulada al mínimo, incluyendo los costes fijos y variables de la terminal, así como también los costes del buque en servicio o en espera, incluso las tarifas portuarias. También puede referirse a un óptimo del nivel de servicio.

Se analiza de forma general según tres partes fundamentales de la operación, a su vez cada una de ellas incluye diversas fases elementales del conjunto, así como diferentes infraestructuras y/o instalaciones:

1.6. Capacidad de atraque:

Capacidad de transferencia de la carga. Depende de las características del atraque (longitud y calado) así como de los medios de descarga y su disponibilidad, condiciones... Incluye las fases de estiba/ desestiba y carga /descarga del buque, que forman parte de la operación portuaria.

1.7. Capacidad de almacenamiento:

Almacenamiento temporal o depósito en explanado o tinglado. Depende principalmente de las condiciones del área de almacenamiento (superficie, forma, capacidad, características del pavimento), así como de los medios de apilado y transporte que soportan la manipulación de las mercancías. Contiene las fases de traslado de la mercancía desde el costado del buque, apilado/desapilado y carga/descarga del vehículo terrestre para la evacuación, así como si se produce, las remociones o traslados dentro de la zona de almacenamiento.

1.8. Capacidad de los accesos terrestres:

Recepción/evacuación. Incluye el transporte terrestre (camión y/o ferrocarril) a través de las puertas de acceso de la terminal y las vías generales de circulación portuaria.

7. TERMINALES DE TRASBORDO POR RODADURA: ROLL-ON / ROLL-OFF (RORO)

Los atraques Ro-Ro suelen formar parte de una terminal polivalente de mercancía general, como ya ha sido expuesto. También pueden constituir terminales especializadas,



independientes, particularmente en determinados puertos, en donde este tráfico es especialmente significativo.

Los tipos de mercancía RORO son los siguientes:

- Contenedores sobre chasis.
- Cargas transportadas por métodos intermedios (paletas o plataformas).
- Carga general
- Carga sobre ruedas (vehículos, semirremolques, remolques).

Todos ellos pueden presentarse en un mismo buque en diversas proporciones.

La proporción de estas cargas puede ser muy diversa y ello condicionará claramente los rendimientos, pero sobre todo el área de almacenamiento (estacionamiento en el caso de vehículos).

En el caso de cargas sobre ruedas en buques *car-carriers* puros que transportan vehículos, la terminal Ro-Ro se convierte en una terminal de vehículos pura.

La mayoría de los buques Ro-Ro cargan a la vez por rampas de popa y por lo-lo y por eso la disposición más conveniente es que el buque quede perpendicular al muelle de acceso y al propio tiempo atracado a un muelle de mercancía general dotado de grúas. Es muy apropiado un fondeo de dársena en el que no se necesita gran profundidad, porque muy pocos Ro-Ro alcanzan los 8 metros de calado.



BLOQUE II - El tráfico RORO en España



1 INTRODUCCIÓN	18
2. EL TRÁFICO DE MERCANCÍAS EN PUERTOS DE ESPAÑA.....	19
3. HISTÓRICO DE MERCANCÍAS EN BUQUES RORO.....	21
4. ATRAQUES RORO EN ESPAÑA – CIFRAS	24
5. ANÁLISIS DE GRUPOS DE PUERTOS.....	26
6. COMPARATIVA VOLUMEN TOTAL VS VOLUMEN RORO	29
7. IMPORTANCIA DE LOS ATRAQUES RORO	31
8. CONCLUSIONES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



1. INTRODUCCIÓN

Ya en la antigüedad, las poblaciones tendían a asentarse en zonas costeras, desde donde establecían relaciones comerciales o incluso trataban de invadir nuevas tierras vía marítima.

Poco a poco el hombre fue adentrándose en el mar, a medida que la ciencia avanzaba y le dotaba de los medios necesarios para que su navegación fuera cada vez más segura y exitosa.

Más del 90% del transporte entre países que hoy en día comercian con sus mercancías, utilizan el modo marítimo para llevarlo a cabo.



2. EL TRÁFICO DE MERCANCÍAS EN PUERTOS DE ESPAÑA

La evolución del tráfico de mercancías en el sistema portuario de nuestro país desde 1962, fecha desde la que existen datos disponibles en Puertos del Estado, ha sido verdaderamente creciente. En España, los volúmenes movidos (en importación y exportación) en toneladas anualmente desde 1962 han sido los siguientes.

Año	TOTAL TRAFICO (T)	Año	TOTAL TRAFICO (T)
1962	74.720.977	1989	245.988.905
1963	79.322.993	1990	248.034.773
1964	84.410.855	1991	257.407.413
1965	92.330.959	1992	253.274.393
1966	95.839.104	1993	244.668.914
1967	110.980.232	1994	262.116.723
1968	127.700.470	1995	290.703.847
1969	136.716.522	1996	282.406.550
1970	146.087.040	1997	291.528.949
1971	151.254.387	1998	303.883.199
1972	160.470.937	1999	321.148.443
1973	175.730.692	2000	338.448.894
1974	185.950.812	2001	349.668.174
1975	176.118.355	2002	366.460.562
1976	191.200.103	2003	381.905.957
1977	198.265.454	2004	410.469.205
1978	200.351.764	2005	441.995.210
1979	213.458.586	2006	462.163.720
1980	226.988.184	2007	483.137.215
1981	224.211.256	2008	473.822.118
1982	219.611.747	2009	413.043.817
1983	232.110.044	2010	431.242.493
1984	219.987.990	2011	456.998.205
1985	231.554.003	2012	475.202.625
1986	231.042.740	2013	458.547.480
1987	235.396.214	2014	482.083.946
1988	233.051.691	2015	502.186.922

Tabla B2 - 1 Histórico tráfico de toneladas en puertos españoles.

Fuente: Puertos del Estado



Trasladando estos datos a una gráfica, queda de la siguiente manera.



Gráfica 1. Histórico de toneladas en puertos españoles.

Fuente: Puertos del Estado



Puede apreciarse un pico de valor en el año 2007, ocasionado por la crisis económica que aún atraviesa España. Éste cae hasta el año 2010 para luego recuperar su tendencia, consiguiendo alcanzar de nuevo la anterior cifra en el 2014 continuando así su crecimiento. Todo ello es debido a que el comercio marítimo de un país está estrechamente ligado a la economía del mismo.

3. HISTÓRICO DE MERCANCÍAS EN BUQUES RORO

En el caso del transporte mediante buques RORO, existen referencias disponibles desde el año 1980. Las toneladas movidas en tráfico en España, se muestran en la tabla que sigue.

RORO HISTORICO			
Año	TOTAL	Año	TOTAL
1980	8.416.846	1998	43.913.912
1981	9.334.532	1999	51.206.724
1982	10.784.436	2000	56.318.766
1983	12.281.830	2001	58.596.800
1984	14.274.820	2002	61.256.516
1985	19.156.836	2003	65.744.794
1986	19.068.396	2004	71.767.656
1987	21.812.018	2005	77.364.776
1988	25.559.060	2006	86.048.112
1989	25.802.446	2007	89.210.070
1990	30.734.376	2008	85.495.324
1991	29.597.680	2009	76.245.677
1992	33.756.636	2010	39.859.099
1993	35.295.096	2011	41.326.203
1994	37.770.292	2012	41.683.514
1995	35.447.704	2013	44.763.343
1996	36.860.202	2014	48.077.511
1997	41.999.786	2015	51.070.391

Tabla B2 - 2 Histórico de tráfico mediante buques RORO en puertos españoles.

Fuente: Puertos del Estado



Para poder observar más claramente esta evolución desde el inicio hasta hoy, se trasladan estos datos a una gráfica.

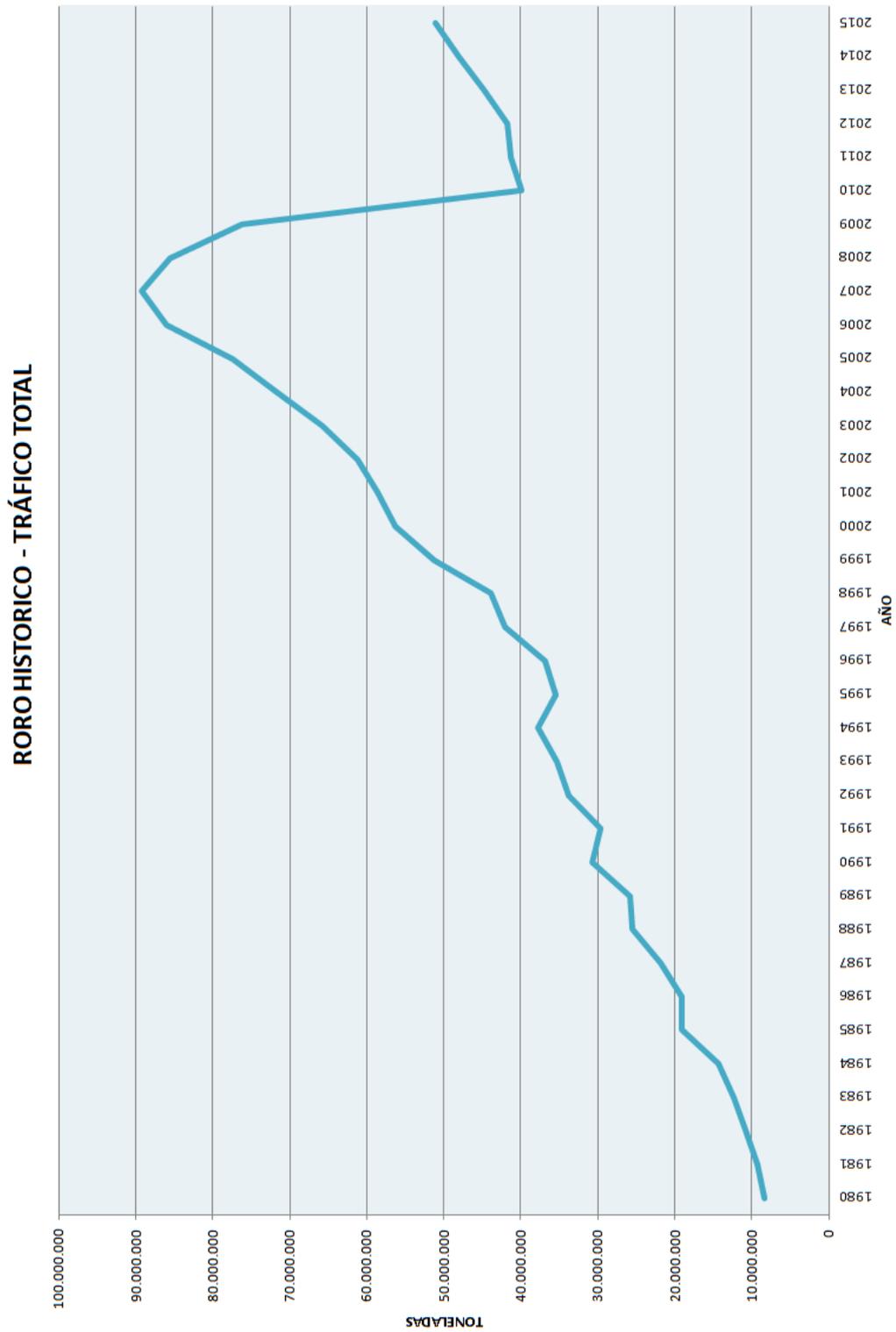


Figura B2 - 1: Histórico de toneladas en buques RORO.

Fuente: Propia



Ambas gráficas exponen una tendencia creciente, tanto en el comercio de puertos españoles, como en el caso de buques RORO exclusivamente. Con estos indicadores se puede ya decir que el comercio marítimo es clave para la economía del país.

Es visible también la caída debida a la crisis económica, que inicia en 2007 deteniéndose sobre el 2010, siendo su recuperación algo más lenta que en la anterior gráfica (evolución total de mercancías en el país).

4. ATRAQUES RORO EN ESPAÑA – CIFRAS

En general los puertos con atraques de buques RORO en España han crecido. Si se toman los datos de éstos y se resumen en una tabla, se obtienen las siguientes cifras anuales.

Año	Alicante	Almería	Almería-Motril	Bahía de Algeciras	Bahía de Cádiz	Baleares	Barcelona	Bilbao	Cartagena	Castellón	Ceuta	
1980	229.860		74.332	1.236.320	2.228.158		985.292	40.972	4.270	13.170	875.380	
1981	306.588		119.204	1.385.502	416.544	2.154.606	928.010	29.590		146.530	933.316	
1982	405.038		150.414	1.734.592	356.832	2.335.072	1.264.876	15.242	23.152	203.328	229.800	
1983	493.246		134.176	1.621.888	387.764	2.597.288	1.173.566		20.240	166.484		
1984	435.462		156.532	2.031.470	326.748	2.672.676	1.024.290		31.566	124.468	1.027.572	
1985	331.934		180.392	1.649.238	527.620	2.749.532	878.448	70.596	7.310	26.212	1.195.794	
1986	364.280		176.800	1.738.808	547.382	2.624.446	1.060.866	68.264	19.814	17.174	1.217.536	
1987	560.290		207.120	1.922.310	684.902	2.793.626	1.218.034	64.684	31.468	13.620	1.310.986	
1988	358.654		222.480	2.016.732	765.738	3.636.932	1.286.210	82.662	18.880	7.236	1.440.816	
1989	365.536		258.460	2.753.224	1.137.302	3.643.546	2.200.026		17.170	2.188	1.678.440	
1990	354.818		319.732	2.999.680	1.488.352	5.254.016	2.857.220	159.016	64.770	9.904	1.798.894	
1991	373.658		337.422	3.609.100	1.559.324	5.431.488	2.751.764	560.270	54.352	16.626	1.999.538	
1992	267.006		416.172	3.914.560	1.064.280	4.687.800	2.672.204	706.228	13.452	29.658	1.906.252	
1993	202.376		523.898	4.248.128	2.374.660	5.549.148	2.532.814	1.175.984		129.454	1.934.934	
1994	142.838		527.848	3.070.912	2.524.682	6.442.114	3.266.262	1.418.210	2.720	183.488	2.077.618	
1995	150.544		623.150	2.914.716	2.044.094	7.179.650	2.603.672	875.450	80.816	340.490	2.005.108	
1996	157.984		673.504	3.594.886	2.228.990	7.286.834	3.065.782	701.060	91.194	349.824	936.216	
1997	222.994		539.008	3.601.852	2.190.638	7.986.134	6.157.046	877.512	69.644	331.020	1.133.804	
1998	296.222		641.158	4.160.286	2.597.846	7.793.118	6.528.082		50.200	264.600	1.288.454	
1999	350.164		643.972	4.356.980	3.161.198	10.201.866	8.154.306	984.698	4.884	252.564	1.680.520	
2000	409.132		605.184	4.553.460	3.334.452	11.725.546	9.635.808	1.169.350	33.260	279.646	1.363.034	
2001	580.362		357.438	5.525.768	3.240.824	12.060.254	9.830.828	766.728	28.778	418.006	1.567.994	
2002	578.138		624.806	5.713.414	3.285.476	12.761.900	10.578.626	879.800	17.794	334.370	1.593.738	
2003	517.416		761.832	6.232.778	3.529.832	14.370.686	11.611.848	885.388	22.098	503.880	1.386.584	
2004	559.126		757.716	7.113.224	3.590.854	15.425.086	13.535.080	862.452	26.068	200.702	1.610.602	
2005	642.014		774.196	7.443.306	3.539.496	17.118.206	15.694.292	970.586	4.412	349.786	1.675.800	
2006	599.768	806.184		7.794.530	3.431.514	19.596.392	18.783.974	1.498.940		447.638	1.740.038	
2007	628.224	832.860		8.879.996	2.703.318	19.525.100	20.603.178	1.073.382	632	337.232	1.876.054	
2008	625.420	811.494		8.816.518	2.717.752	17.820.368	20.141.448	1.232.768		364.388	1.946.384	
2009	362.082	843.432		8.595.046	2.389.734	15.890.878	16.896.142	1.588.244	8.440	532.010	1.855.694	
	Ferrol-S. Cibrao	Las Palmas	Málaga	Mejilla	Motril	Pasaja	Santa Cruz de Tenerife	Santander	Sevilla	Tarragona	Valencia	Vigo
1980			7.266	284.744				54.816		98.562		389.062
1981				367.010		40.766		50.880		170.378		382.316
1982		1.040.664		439.420		39.386		59.956		89.252		427.444
1983		990.164		452.764		112.176		114.278		55.746	1.149.132	553.032
1984		1.121.932		492.818		189.492		211.292		68.312	1.524.792	570.318
1985		5.650.452		559.494		193.990		122.758		32.584	1.590.562	592.452
1986		5.287.968		534.804		191.728		139.158		400	1.797.096	587.664
1987		4.353.910	381.802	621.728		207.330		1.009.464	149.888	120.284	2.000.012	828.986
1988		5.050.536	337.472	607.916		240.344		985.350	190.744	228.486	2.352.354	842.840
1989		3.169.620	533.344	703.150		265.072		5.303.346	216.760	223.852	2.308.250	985.790
1990		4.270.834		764.718		157.010		6.233.912	372.704	185.380	2.523.772	990.150
1991	10.306	1.977.784		185.492		105.612		3.925.894	220.260	6.888	818.858	2.475.984
1992		4.841.686	776.278	602.972		206.444		6.485.614	733.070	250.714	2.769.680	1.278.408
1993		5.077.438		1.227.768		256.228		3.566.230	728.944	102.696	534.326	2.861.552
1994		5.983.140		1.333.750		295.228		2.636.686	810.352	599.520	971.976	3.225.792
1995		4.370.410		979.172		353.252		2.707.530	830.072	662.746	934.354	3.390.494
1996		4.341.426		887.844		468.478		4.302.024	908.550	570.630	956.018	3.126.068
1997		4.424.442		1.007.680		564.974		4.725.384	1.019.186	717.780	989.276	3.250.854
1998		4.608.036		1.136.020		651.348		5.283.432	1.149.342	731.030	1.081.776	3.154.290
1999	53.316	4.818.738		1.037.026		751.934		5.441.216	1.264.500	561.892	1.279.896	3.549.270
2000	142.952	4.604.630		1.056.650		713.144		5.706.558	1.329.296	553.548	1.354.586	4.741.452
2001	223.204	4.709.658		987.154		715.642		5.985.660	1.271.370	516.234	1.125.662	5.815.324
2002	131.652	5.138.264	665.714	1.014.902		705.986		6.229.830	1.263.230	526.442	1.395.330	5.696.656
2003	86.110	5.472.116	688.644	989.304		810.558		6.683.006	1.401.868	500.486	952.588	6.280.970
2004	277.962	5.641.826	716.372	979.348		976.488		7.346.004	1.656.418	353.360	856.242	7.221.962
2005	340.000	5.626.470	775.226	1.046.004		927.768		7.407.030	1.801.118	392.810	1.536.586	7.461.640
2006	438.696	5.878.598	849.560	1.087.888		1.056.160		7.615.274	1.880.478	427.066	1.608.302	8.310.752
2007	451.808	5.299.150	968.502	1.076.294		6.012	1.311.078	7.703.706	1.970.442	494.214	1.125.568	9.640.936
2008	394.486	4.941.018	901.258	1.003.988		6.128	1.217.696	6.966.758	2.015.728	543.414	715.748	9.642.094
2009	302.118	4.329.762	1.056.778	1.102.314		53.318	805.082	6.523.682	1.555.200	472.432	320.163	8.956.056

Tabla B2 - 3: Histórico de tráfico de toneladas mediante buques RORO por puertos (1980-2009).

Fuente: Propia



Mostrando de nuevo la evolución de los puertos españoles en una gráfica, se ve cómo han destacado algunos de ellos.

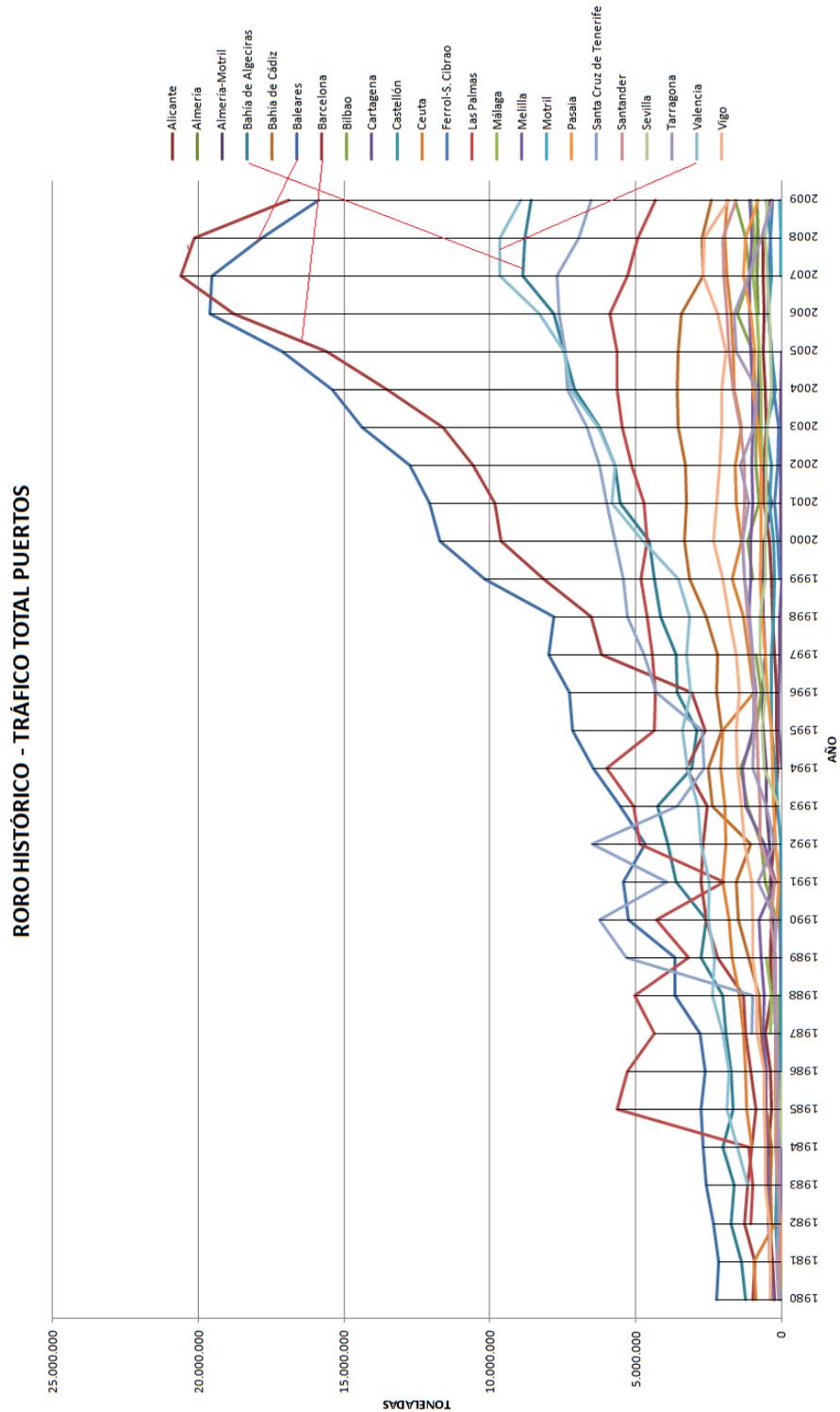


Figura B2 - 2: Histórico de toneladas mediante buques RORO por puertos (1980-2009).
Fuente: Propia



5. ANÁLISIS DE GRUPOS DE PUERTOS

Se diferencian entre tres o incluso cuatro grupos de puertos españoles que incluyen el tráfico RORO, según el tonelaje movido anualmente. Con gran nitidez se ve un grupo formado por dos puertos que son Barcelona y Baleares. Estos dos son los puertos que más han crecido y que mayor parte de tráfico mueven anualmente.

Otro segundo grupo puede decirse que está compuesto por Valencia, Bahía de Algeciras y Santa Cruz de Tenerife, los cuales han crecido de una manera más moderada en el tiempo, pero implican gran parte del tráfico RORO.

Por otro lado, Las Palmas, de una forma inestable en el tiempo ha mantenido su cifra de toneladas a lo largo de los años.

Por último, el resto de puertos forman una agrupación en la cual no ha habido grandes variaciones en cuanto a las cifras de mercancías importadas y exportadas. Estos grupos pueden representarse de la siguiente manera:

GRUPO	%
Barcelona y Baleares	36%
Valencia - Bahía de Algeciras - S.C. de Tenerife	20%
Las Palmas	10%
Resto	34%

Tabla B2 - 4: Toneladas en porcentaje por grupos de puertos españoles.

Fuente: Propia

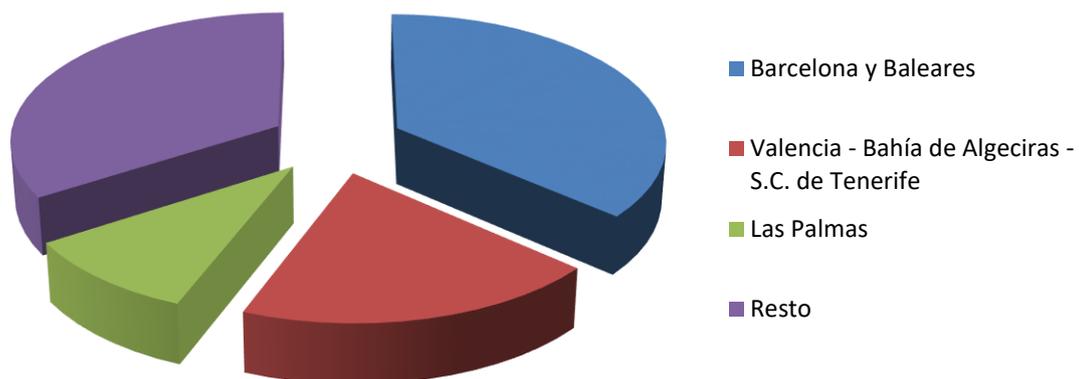


Figura B2 - 3: Toneladas por grupos de puertos españoles.

Fuente: Propia



Comparando ahora entre los años 1992 y 2007, momento en el que comienza a crecer el tráfico de buques RORO, en ausencia de crisis, se tiene que el porcentaje de crecimiento para cada grupo de puertos ha sido:

GRUPO	%
Barcelona y Baleares	386%
Valencia - Bahía de Algeciras - S.C. de Tenerife	199%
Las Palmas	109%

Tabla B2 - 5: Porcentaje de crecimiento de toneladas RORO de los grupos (1992-2007).

Fuente: Propia

Esto mismo expuesto en una gráfica, muestra que el crecimiento ha sido claro en los tres grupos principales.

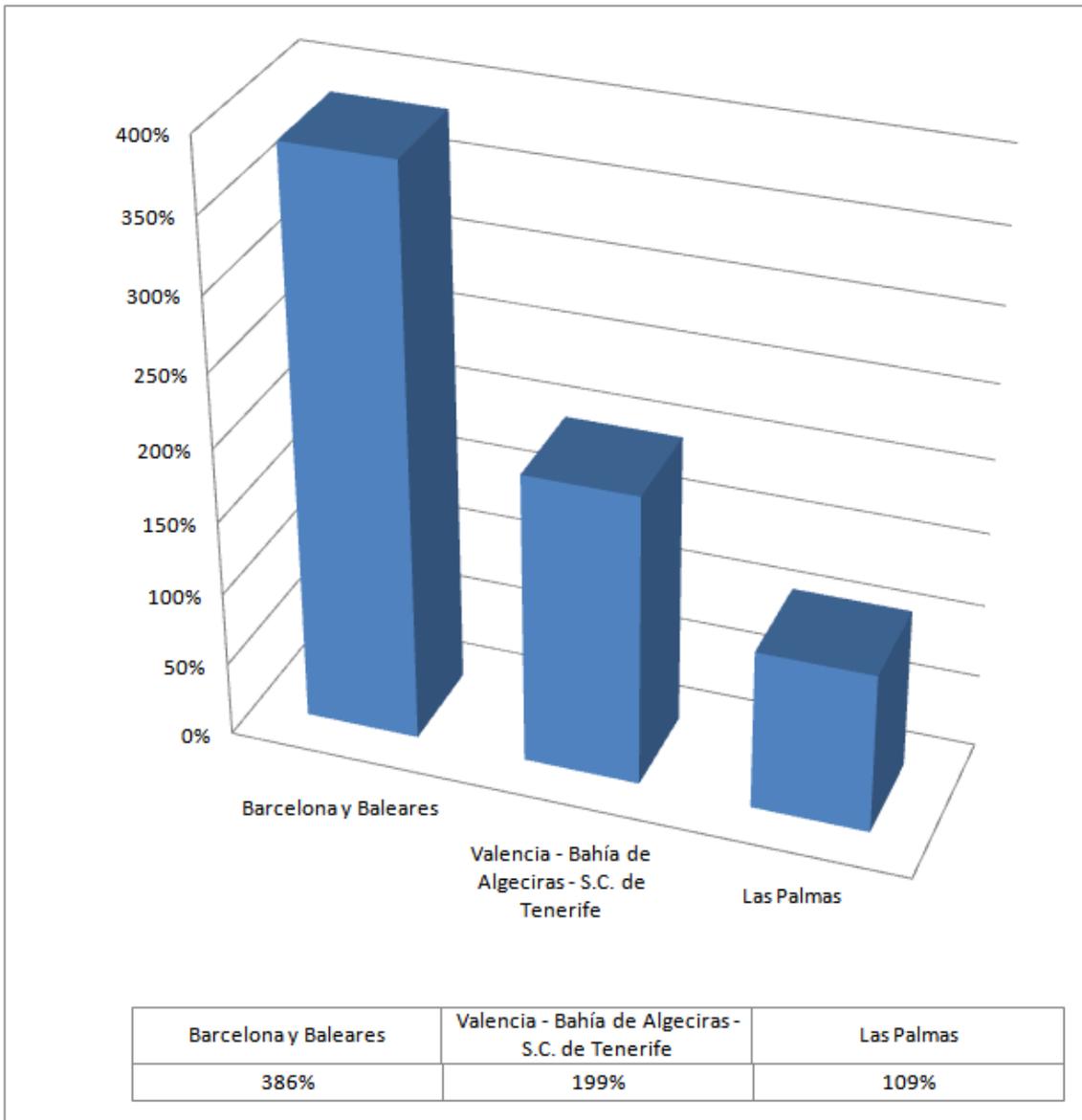


Figura B1- 3: Crecimiento en % de toneladas RORO por grupos (1992-2007).

Fuente: Propia

6. COMPARATIVA VOLUMEN TOTAL VS VOLUMEN RORO

Por último, al crear una gráfica la evolución del total de mercancías en puertos españoles y también la evolución de mercancías a través de buques RORO.

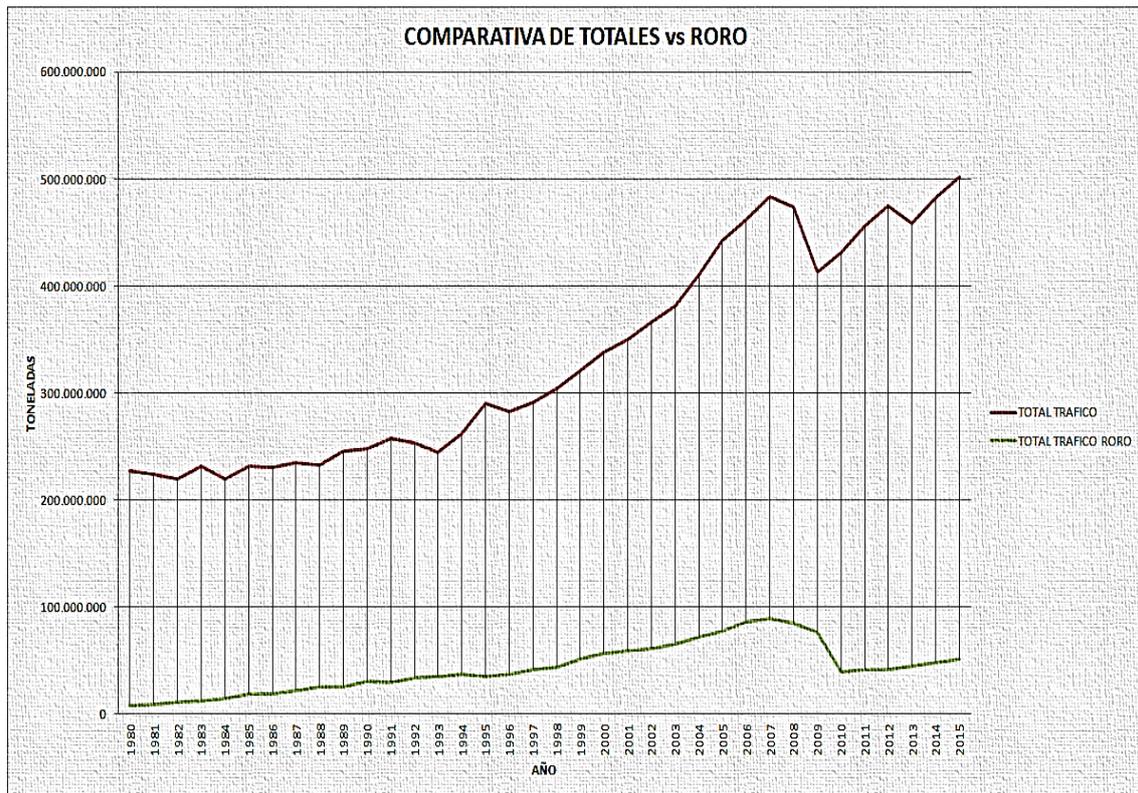


Figura B1- 4: Comparativa histórico de toneladas totales y toneladas en buques RORO.

Fuente: Propia

Comparando ambas trayectorias, es apreciable que la curva descrita por el total de mercancías tiene un carácter más variable-inestable que el que concierne sólo a mercancías en buques RORO. Esto quiere decir que las mercancías movidas en buques RORO sufren menos variaciones en cuanto a su volumen. También debe mencionarse que ese volumen de las mercancías a través de buques RORO, ha sido menos afectado por situaciones de crisis económicas. A pesar de todo, ambas curvas, presentan una relación de comportamiento muy

similar, que hace pensar que el transporte a través de buques RORO está fuertemente relacionado con el total del volumen de mercancías movidas.

7. IMPORTANCIA DE LOS ATRAQUES RORO

El porcentaje de mercancías movidas en buques tipo RORO en el tiempo con respecto al total, puede ser representado con la siguiente gráfica.

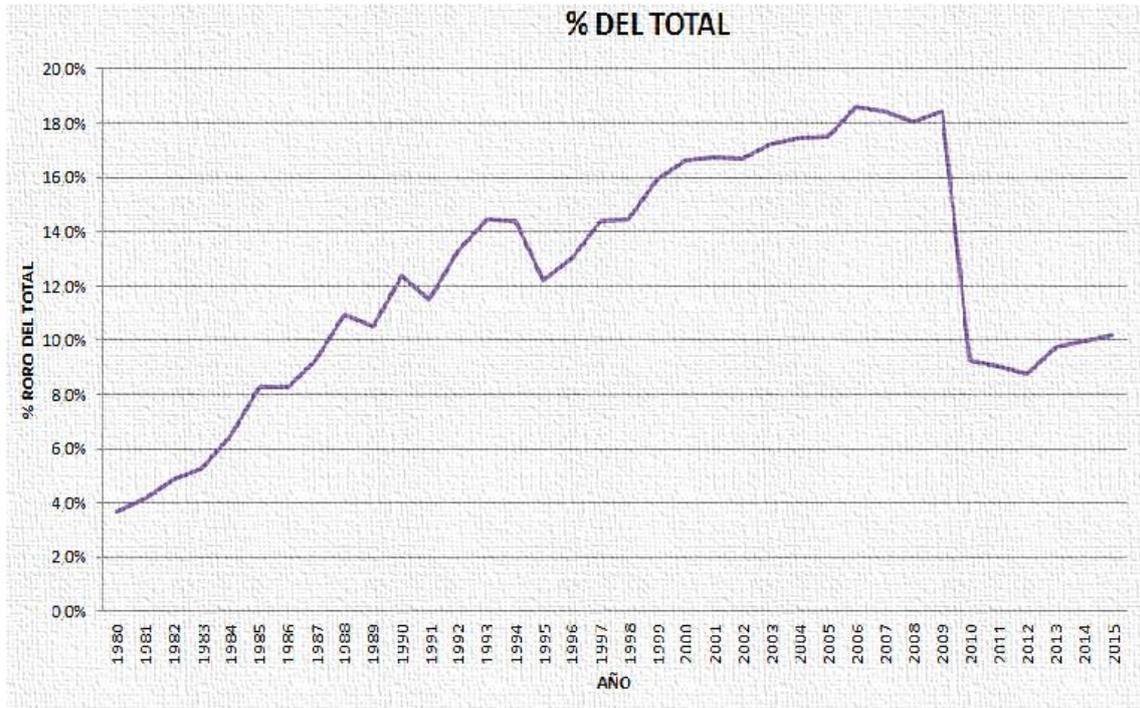


Figura B1- 5: Histórico de porcentaje de mercancías movidas en puertos españoles, con respecto al total.

Fuente: Propia

Es apreciable que toma importancia el transporte a través de los buques RORO que, a pesar de sufrir una caída en el momento de crisis, se recupera actualmente tomando mayor protagonismo de cara al futuro.



BLOQUE III - TIPO Y FUNCIONES DE LAS OBRAS DE ATRAQUE Y AMARRE



1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LA OBRA	34
1.1. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	34
2. CONFIGURACIÓN FÍSICA DEL ATRAQUE	35
3. CONCEPCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO GENERAL	36
3.1. PARTES Y ELEMENTOS DE UNA OBRA DE ATRAQUE Y AMARRE	36
3.2. CLASIFICACIÓN DE LA OBRA EN FUNCIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	37
4. COMPROBACIÓN DE VALIDEZ DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL. CONSIDERACIONES DE USO Y EXPLOTACIÓN.....	38

1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LA OBRA

Siendo el objetivo fundamental de cualquier obra de atraque y amarre, el proporcionar a los buques unas condiciones adecuadas y seguras para su permanencia en puerto y/o para que puedan desarrollarse las operaciones portuarias necesarias para las actividades de carga, estiba, desestiba, descarga y transbordo así como embarque y desembarque de pasajeros, vehículos y mercancías que permitan su transferencia entre buques o entre éstos y tierra y otros medios de transporte, se puede clasificar la obra seleccionada para este proyecto como MUELLE.

Los muelles se definen como estructuras de atraque y amarre fijas que conforman una línea de atraque continua, que en general excede en longitud al buque amarrado, y que están conectadas con tierra total o parcialmente mediante rellenos a lo largo de la parte posterior de las mismas, dando lugar a la creación de explanadas traseras adosadas.

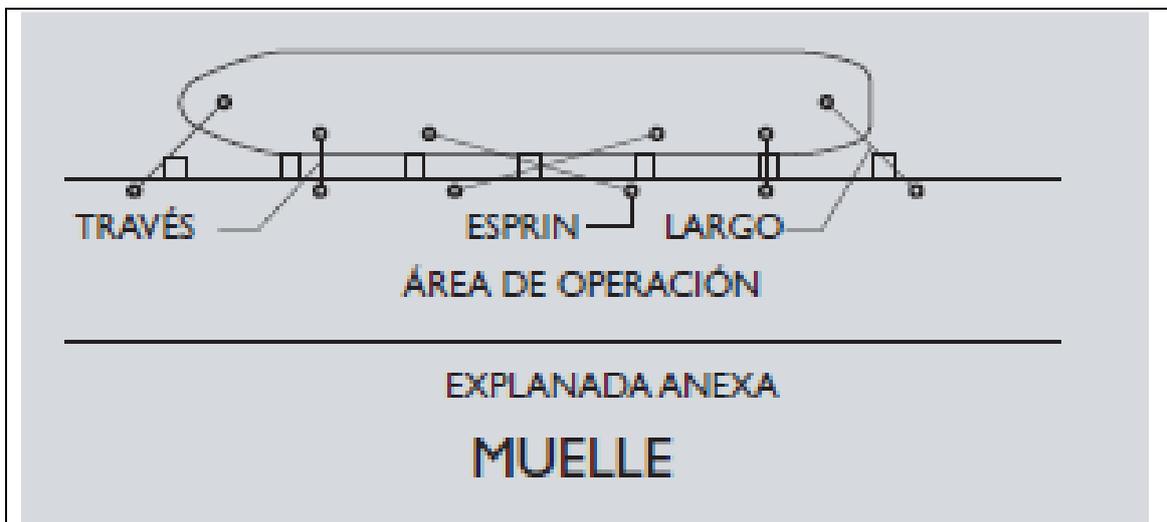


Figura B3 - 1: Configuración de obra tipo Muelle.

Fuente: ROM 2.0-11 Puertos del Estado.

2. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL

En función del tipo de mercancía o pasajero que en las obras de atraque y amarre se embarca, desembarca o manipula, se puede subclasificar la obra de atraque y amarre. En este caso, será de USO COMERCIAL y dentro de este grupo, de MERCANCÍA GENERAL.



3. CONFIGURACIÓN FÍSICA DEL ATRAQUE

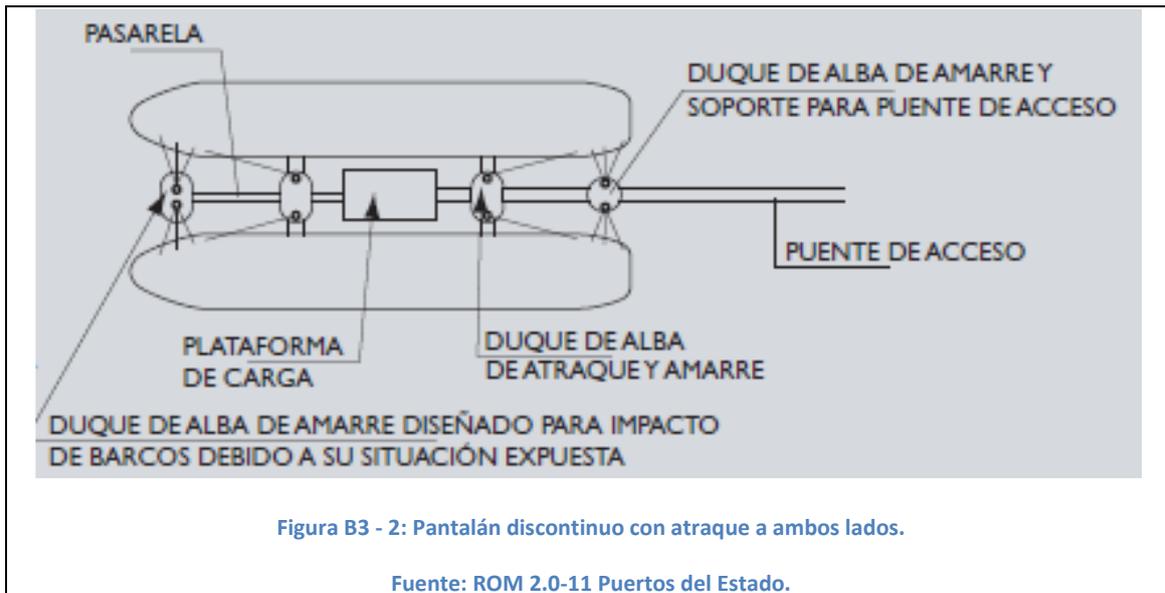
La configuración física del atraque depende principalmente del volumen y de los tipos de tráficos que deberán manipularse en el mismo, así como de los requerimientos operativos exigidos:

- Tamaño, composición y frecuencia de llegadas de la flota de buques.
- Necesidades de superficies y de equipos e instalaciones de carga y descarga en línea de atraque.
- Necesidad de áreas de almacenamiento más o menos próximas a la línea de atraque y de equipos e instalaciones de transporte entre ésta y las explanadas.
- Necesidades de conexión con el transporte terrestre.

Deben ser atendidos los criterios de optimización económica, tomando en consideración tanto los costes de construcción y conservación como la posible renovación o desmantelamiento, incluyendo además los sobrecostes inducidos por las paradas operativas y los riesgos ambientales y sociales de las operaciones. La tipología será la que menor coste global generalizado demuestre por unidad de mercancía manipulada.

Generalmente, el menor coste global generalizado por tonelada manipulada para atraques de uso comercial, de mercancía general y concretamente en el caso de buques RORO, se da con la configuración de “pantalán discontinuo”.

En los atraques RORO, las operaciones de carga y descarga se realizan mediante medios rodantes, propios o no, en puntos perfectamente definidos del buque, denominados portalones, pudiendo tener éste de uno a tres, normalmente localizados en popa, en proa, cercanos a éstas o en un lateral. Dado que son necesarias rampas, situadas generalmente en localizaciones fijas (tacones RORO), y que en general, no es necesarios que el área de tránsito esté completamente unida a la línea de atraque, la configuración física del atraque que suele ser más conveniente es el pantalán discontinuo con estructuras auxiliares de atraque y amarre.



No obstante, puede darse el caso de algunos buques que no son totalmente RORO, cargando y descargando parte de la carga por elevación (ROLO). Con la intención de que dentro de la composición de la flota puedan ser incluidos estos tipos de buques, ganando en flexibilidad operacional, será más adecuada la configuración de MUELLE.

Por otro lado, en algunos casos en los que se dan elevados volúmenes de carga rodada homogénea (por ejemplo, automóviles en régimen de mercancía), la necesidad de alcanzar altos rendimientos en los procesos de carga y descarga hace conveniente que la distancia entre la línea de atraque y la explanada de almacenamiento provisional sea la menor posible. En estos casos también será recomendable la configuración de MUELLE.

Se puede aceptar por tanto como muy adecuada, la opción seleccionada en este proyecto en cuanto a CONFIGURACIÓN, ya que se trata de un MUELLE.

4. CONCEPCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO GENERAL

1.9. Partes y elementos de una obra de atraque y amarre

Esta división servirá para sistematizar la clasificación tipológica y establecer elementos de comparación entre tipologías, así como facilitar los procesos de dimensionamiento y de verificación de la seguridad, la funcionalidad y la operatividad de las mismas. Así se definen las siguientes partes:

- Cimentación: la parte de la obra encargada de transmitir al terreno las cargas de la estructura.
- Estructura: es el elemento o conjunto de elementos cuya misión fundamental es conservar la forma de la misma haciendo frente a las acciones actuantes y transmitiéndolas a la cimentación.
- Superestructura: destinada, en su caso, a solidarizar por la parte superior al conjunto de tramos estructurales y a ofrecer una línea de atraque continua, así



como a permitir la transmisión y el reparto de las acciones de uso y explotación sobre la estructura resistente. Por otra parte, permite también corregir los defectos constructivos de alineación y desnivel entre tramos estructurales.

- Relleno: es el material de préstamo que se coloca en el trasdós de la estructura para crear una explanada adyacente.
- Elementos de uso y explotación: son aquellos elementos auxiliares cuya función es posibilitar el uso y explotación de la obra de atraque y amarre de acuerdo con los requerimientos operativos exigidos. Los más importantes son:
 - Vigas carriles: elementos sobre los que discurren los equipos de manipulación de movilidad restringida, cuando no forman parte directa de la estructura o superestructura de la obra de atraque.
 - Defensas: elementos flexibles situados generalmente en la superestructura que absorben por deformación parte o la casi totalidad de la energía cinética que se desarrolla durante el atraque, limitando los esfuerzos transmitidos tanto a la obra como al casco del buque. En combinación con el sistema de amarre sometido a tensión, puede utilizarse para disminuir los movimientos del buque atracado.
 - Puntos de amarre: situados sobre la superestructura permiten configurar el sistema de amarre del buque atracado, cuya función principal es limitar los movimientos del buque producidos por los agentes del medio físico y por algunos agentes operativos durante su permanencia en el atraque, transmitiendo los esfuerzos que se producen a la estructura resistente.
 - Rampa RORO: plano inclinado fijo o móvil cuya función principal es permitir la carga/descarga de los buques por medios rodantes, limitando las pendientes entre el buque y el muelle a valores admisibles.
 - Galerías/Canaletas: aligeramientos cerrados/abiertos que se disponen en la superestructura para acoger las redes técnicas (agua, alumbrado, etc.).
 - Pavimento: capa superior del firme o estructura resistente dispuesta sobre la explanada para soportar el paso de vehículos y equipos de manipulación de mercancías.

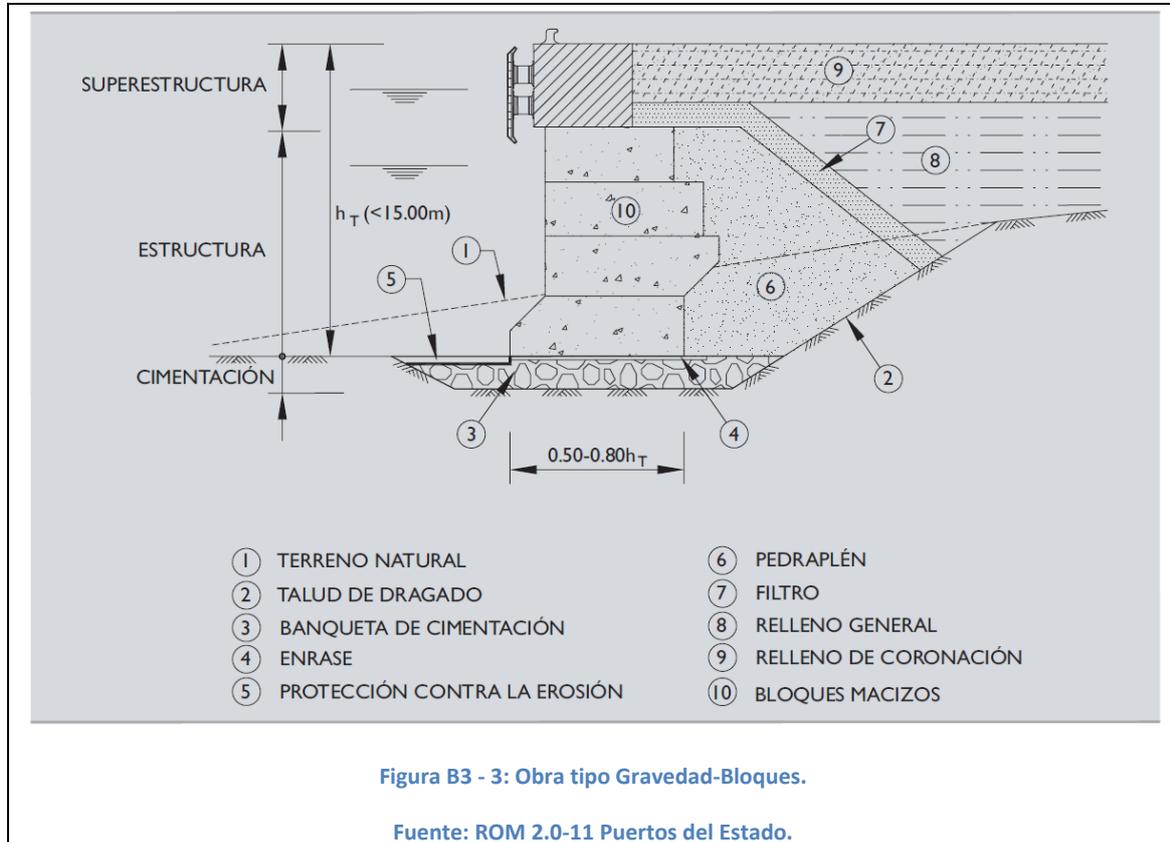
1.10. Clasificación de la obra en función de la tipología estructural

Atendiendo a las características de cada una de las partes en las que se dividen y en relación con esto, por la forma de resistir las acciones y de transmitir al terreno los esfuerzos producidos, queda la obra clasificada como:

FIJA CERRADA, puesto que la parte estructural conforma un paramento continuo vertical o cuasivertical de la línea de atraque desde la superestructura a la cimentación. Puede disponer de huecos con objeto de reducir la posibilidad de reflexiones debidas a la acción del oleaje.

Debido a la forma en que la estructura resiste las acciones y las transmite al terreno de cimentación, dentro de esta clasificación, es una OBRA DE GRAVEDAD,

ya que la estructura resiste mediante su propio peso, transmitiéndolas al cimiento. Siendo una obra de gravedad, quedará incluida dentro de las llamadas obras DE BLOQUES, al estar la estructura resistente formada por bloques de materiales pétreos o prefabricados de hormigón.



5. COMPROBACIÓN DE VALIDEZ DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL. CONSIDERACIONES DE USO Y EXPLOTACIÓN.

La tipología estructural debe satisfacer los requerimientos y consideraciones de uso y explotación y medioambientales con las condiciones de seguridad exigidas, valorando su adaptabilidad a la posible evolución de los requerimientos de uso y explotación y a las posibilidades de ampliación de la instalación para hacer frente a la evolución de la demanda de tráficos durante la vida útil de la obra.

Las consideraciones de uso y explotación van asociadas principalmente con el tipo de buque y de mercancía y con las necesidades de superficies y equipos de manipulación, así como con los niveles de operatividad exigidos dependientes fundamentalmente de su interacción con los agentes oceanometeorológicos.



En referencia a la adaptabilidad a diferentes requerimientos de uso y explotación, las estructuras de gravedad presentan normalmente una mayor adaptabilidad a sobrecargas importantes.

Por todo ello se considera adecuada (en este sentido), la ubicación seleccionada para los atraques.



BLOQUE IV - DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA Y ALZADO, BASES DE DISEÑO Y CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO



1. INTRODUCCIÓN	42
2. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA Y ALZADO	43
2.1 DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA	44
2.1.1 ORIENTACIÓN	44
2.1.2 NÚMERO DE ATRAQUES-CAPACIDAD DE LA LÍNEA DE ATRAQUE	47
2.1.3 POSICIÓN Y DIMENSIONES EN PLANTA DE TACONES Y RAMPAS	58
2.1.4 LÍNEA DE ATRAQUE – LONGITUD. BUQUE DE MÁXIMA ESLORA.	61
2.1.5 ANCHURA (AM)	64
2.1.6 ACCESOS TERRESTRES	72
2.2 DIMENSIONAMIENTO EN ALZADO	74
2.2.1 NIVEL DE CORONACIÓN DEL ATRAQUE	74
2.2.2 CALADO DEL ATRAQUE	74
2.2.3 PERFIL LONGITUDINAL DE TACONES Y RAMPAS	75



1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo va a llevarse a cabo atendiendo a las indicaciones que da Puertos del Estado, a través de su programa ROM (Recomendaciones para Obras Marítimas); concretamente se va a utilizar la versión más reciente ROM 2.0-11. Este programa casi 30 años ya, tratando de ayudar a los puertos españoles de interés nacional, en su adecuación a las más recientes modernizaciones en el ámbito de la organización, gestión y financiación. Estas modernizaciones son debidas a las innovaciones que han surgido a través de los años.

La metodología, por razones obvias, va a ser inversa. Esto quiere decir que, puesto que el muelle y los atraques ya existen, se realizará un análisis de éstos para demostrar su validez y valorarla.

El método que sigue la ROM 2.0-11, comprende:

- Perspectiva probabilística, que evalúa el riesgo asociado al diseño, ejecución y posterior uso de la obra marítimo-portuaria.
- Procesos actuales de planificación de proyectos de infraestructuras portuarias, con la intención de objetivar al máximo el proceso de toma de decisiones en torno al desarrollo portuario.
- La explotación portuaria, como nuevo concepto innovador, en la que se tiene en cuenta el negocio de los puertos ya que hoy en día existen numerosas empresas privadas dentro de ellos.

En este sentido, para el proyecto deben realizarse al menos, la siguiente secuencia de actividades:

- Definición de usos y requerimientos operativos y funcionales para la obra de atraque y amarre
- Descripción del emplazamiento, reuniendo la información local topográfica, geotécnica, morfológica, climática, medioambiental, de disponibilidad de los materiales, de los métodos constructivos, de uso y explotación y de las posibilidades de reparación y mantenimiento, que permita, a su vez, determinar los factores de proyecto que definen la geometría, caracterizan el medio físico, el terreno y los materiales, y valoran los agentes y sus acciones actuantes.
- Estudio inicial de alternativas, con el objetivo de poder definir la configuración física del atraque más conveniente y la tipología estructural más conveniente.
- Definición de las disposiciones en planta y alzado de la obra
- Establecimiento de los criterios generales de proyecto.



- Elección de la alternativa de proyecto más conveniente.
- Predimensionamiento de la obra.
- Verificación de que la obra alcanza los niveles de fiabilidad, aptitud de servicio y operatividad, exigidos.
- Optimización de la obra, de sus tramos y secciones.
- Redacción del proyecto.

2. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA Y ALZADO

Las dimensiones de la obra, se encuentran condicionadas por diversos aspectos operativos. Éstos son:

- Las previsiones de volúmenes y tipos de mercancías o pasajeros a manipular anualmente en los atraques.
- El tamaño, composición y características de la flota previsible de buques en el atraque.
- La distribución estadística de escalas o de intervalos de tiempo entre llegadas de buques consecutivas.
- La distribución del volumen de mercancías cargadas/descargadas por escala (tráfico unitario)
- Distribución de los tiempos de servicio o tiempos de utilización de un atraque por dos buques consecutivos.
- El nivel de calidad del servicio (τ) admisible.
- Las características de los accesos marítimos.
- La configuración y el tamaño de las dársenas y la disponibilidad de espacios para maniobras de acceso, permanencia y salida de los buques, así como la tipología estructural de las obras portuarias con que se forman.
- Las condiciones climáticas locales.
- Los medios y dotaciones para la maniobrabilidad de los buques previstos.
- La distribución de los tiempos de estancia de las mercancías en las áreas de almacenamiento.
- Las necesidades de superficie de almacenamiento de mercancías hasta su evacuación/recepción.
- La capacidad de evacuación/recepción de los medios de transporte terrestre.

Las dimensiones mínimas deben ser las que permitan manipular los tráficos previsibles en condiciones de seguridad, con los niveles de servicio y operatividad considerados. La capacidad de la línea de atraque será el máximo volumen anual de mercancías que la misma es capaz de manipular en dichas condiciones, en conjunto y por unidad de longitud, expresada como t (unidades de transporte).



Debe tenerse en cuenta que la capacidad real puede no quedar determinada únicamente por la capacidad de su línea de atraque sino por las capacidades de depósito en áreas próximas y/o la evacuación/recepción de mercancías por accesos terrestres.

1.11. Dimensionamiento en planta

El dimensionamiento en planta quedará definido a través de los siguientes factores:

- Orientación.
- Alineaciones.
- Número de atraques (N_a).
- Longitud total de la línea de atraque (L_a).
- Posición y dimensiones en planta de tacones y rampas.
- Anchura (A_m).
- Accesos terrestres.

2.1.1. Orientación

Siempre que sea posible, las obras de atraque y amarre deben orientarse de forma que los agentes climáticos locales tengan los mínimos efectos sobre su operatividad. Es por esto que se hace recomendable que el eje longitudinal de los buques en el atraque, quede lo más paralelo posible a las direcciones más frecuentes de las acciones climáticas o, a la más frecuente de las preponderantes (siendo ésta la que produzca menor nivel de operatividad).

Los histogramas y rosas de corrientes, muestran que la dirección predominante de la corriente durante el año 2015 fue noroeste, con una velocidad media resultante de 1,4 cm/s.

	DIRECCIÓN (grados)			VELOCIDADES (cm/s)		
	Sector	Media	Frecuencia	Máxima	Mnima	Media
N	0 - 45	43	5.9%	1.2	1.15	1.2
NE	45 - 90	64	11.8%	1.1	1.00	1.0
E	90 - 135	0	0.0%	0.0	0.00	0.0
SE	135 - 180	0	0.0%	0.0	0.00	0.0
S	180 - 225	0	0.0%	0.0	0.00	0.0
SW	225 - 270	0	0.0%	0.0	0.00	0.0
W	270 - 315	285	35.3%	2.6	1.00	1.5
NW	315 - 360	348	47.1%	4.2	1.09	2.3
RESULTANTE		336				1.4

Tabla B4 - 1: Datos hidrodinámicos de la Dársena de Escombreras.

Fuente: Autoridad Portuaria de Cartagena.

La zona seleccionada, es una zona abrigada, por lo que teniendo en cuenta que el oleaje producido es de carácter débil, se analizan los vientos reinantes en los atraques de estudio.

Como se aprecia en la figura siguiente, el viento es de componente sureste en su media, quedando los frentes E007 y E008 orientado en su longitud en esa misma dirección. Los otros dos frentes que nos ocupan (E005 y E006), quedarían orientados perpendicularmente a esta dirección, más al tratarse de una zona con gran abrigo y no tener gran influencia la fuerza del viento en el tipo de buques a atracar, se considera que todos los atraques estudiados son válidos desde el punto de vista de influencia meteorológica.

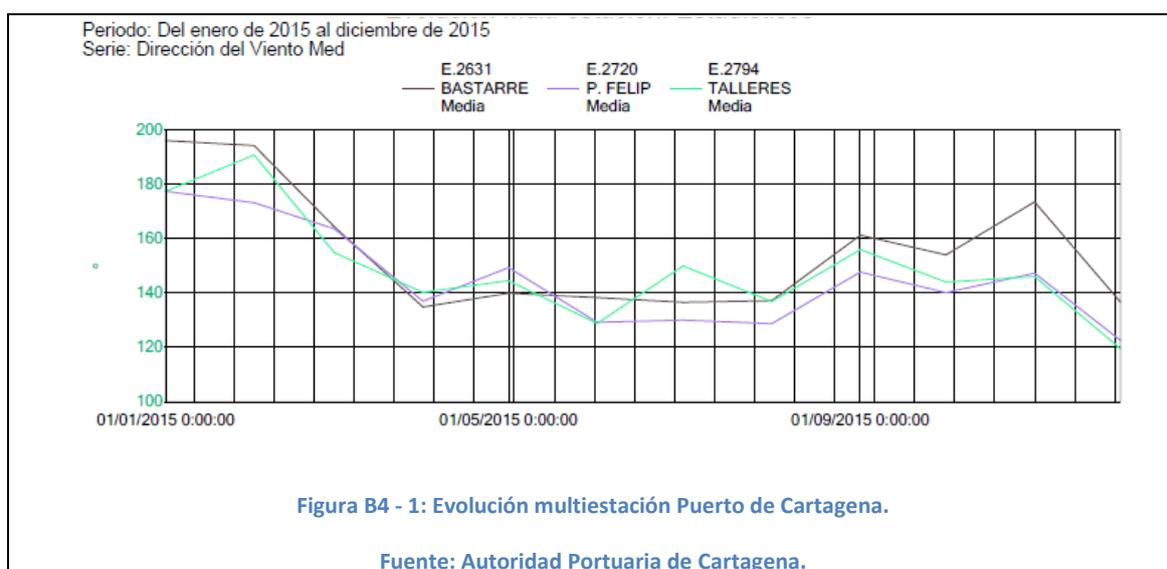


Figura B4 - 1: Evolución multiestación Puerto de Cartagena.

Fuente: Autoridad Portuaria de Cartagena.

Evolución multi-estación: Estadísticos

Mensual

Dirección del Viento Med Media Completo

Del enero de 2015 al diciembre de 2015

Hora	E.2631 BASTARRE	E.2720 P. FELIP	E.2794 TALLERES
Med.	155,632	145,576	149,133
Máx.	--	--	--
Mín.	--	--	--
Acu.	--	--	--
2015/1	196,102	177,502	177,452
2015/2	194,266	173,232	190,806
2015/3	164,391	163,690	154,865
2015/4	134,926	137,020	140,340
2015/5	139,970	149,370	144,561
2015/6	138,406	129,281	128,824
2015/7	136,614	130,110	149,998
2015/8	137,261	128,725	136,931
2015/9	161,320	147,744	156,065
2015/10	154,044	140,242	144,061
2015/11	173,571	147,380	146,162
2015/12	136,715	122,619	119,528

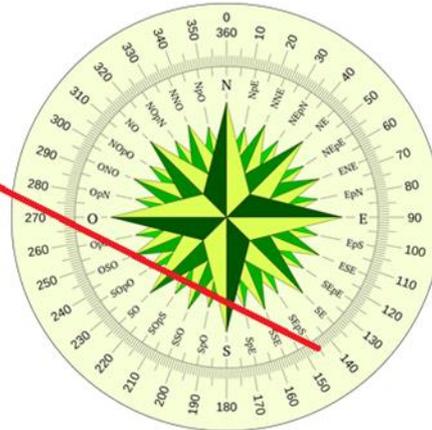


Figura B4 - 2: Evolución multiestación Puerto de Cartagena (meses).

Fuente: Autoridad Portuaria de Cartagena.



Figura B4 - 3: Ubicación de los frentes seleccionados para atraque RORO.

Fuente: Google Maps.

En cuanto a los niveles de agitación de la dársena por reflexiones, así como la posibilidad de que aparezcan fenómenos de resonancia tanto en la dársena como en el sistema buques/amarras/defensa asociados a la presencia de oleaje o de ondas largas, no existen antecedentes que impidan el uso al que se destina este proyecto.

2.1.2. Número de atraques-capacidad de la línea de atraque

La obra objeto de este proyecto consta de un atraque destinado entre 4 posibles frentes existentes, perpendiculares éstos dos a dos (E005/6 – E007/8) tal y como se aprecia en la ilustración anterior.

Puede estimarse el máximo volumen anual de mercancías a manipular para una flota de buques esperable, con los tráficos unitarios previstos, en las condiciones locales y de explotación del emplazamiento (C_t). Para ello la formulación a aplicar será:



$$C_t = \frac{N_a \cdot \Phi \cdot t_{\text{año}} \cdot \sum_i \bar{C}_{u,i}}{\bar{t}_s \cdot \gamma_p}$$

Siendo:

- N_a : número de ataques proyectado. En nuestro caso se considera **un único ataque**, ya que tras estudiarlo, dará lugar a un volumen de mercancías considerable como se verá más adelante.
- Φ : tasa de ocupación de la instalación de atraque asociada a un período de tiempo. Es la relación entre el tiempo de utilización de los atraques con buque atracado y el tiempo de disponibilidad de los mismos.

Según estadísticas del puerto de Cartagena, la espera relativa de los buques tiene una media de $\tau = 0,10$. Con este dato y validando tráficos unitarios relativamente heterogéneos, **se toma para Φ el valor 0,07.**



PARA ESPERA RELATIVA (τ) DE 0.10										
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESPERAS	TASA DE OCUPACIÓN (Φ)									
	NÚMERO DE ATRAQUES (N_a)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M/G_1/N_a$ y $M/G_\infty/N_a$ (Tráficos unitarios muy heterogéneos o totalmente homogéneos)	0,09	0,30	0,44	0,52	0,58	0,63	0,66	0,69	0,71	0,73
$M/G_2/N_a$ (Tráficos unitarios relativamente heterogéneos)	0,07	0,28	0,40	0,49	0,55	0,60	0,63	0,66	0,68	0,71
$M/G_4/N_a$ (Tráficos unitarios relativamente homogéneos)	0,08	0,29	0,41	0,50	0,56	0,61	0,64	0,67	0,69	0,72
PARA ESPERA RELATIVA (τ) DE 0.25										
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESPERAS	TASA DE OCUPACIÓN (Φ)									
	NÚMERO DE ATRAQUES (N_a)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M/G_1/N_a$ y $M/G_\infty/N_a$ (Tráficos unitarios muy heterogéneos o totalmente homogéneos)	0,20	0,45	0,57	0,65	0,70	0,74	0,77	0,79	0,80	0,82
$M/G_2/N_a$ (Tráficos unitarios relativamente heterogéneos)	0,17	0,43	0,54	0,62	0,67	0,71	0,75	0,77	0,78	0,81
$M/G_4/N_a$ (Tráficos unitarios relativamente homogéneos)	0,18	0,44	0,55	0,63	0,69	0,72	0,76	0,78	0,79	0,81
PARA ESPERA RELATIVA (τ) DE 0.50										
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESPERAS	TASA DE OCUPACIÓN (Φ)									
	NÚMERO DE ATRAQUES (N_a)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M/G_1/N_a$ y $M/G_\infty/N_a$ (Tráficos unitarios muy heterogéneos o totalmente homogéneos)	0,33	0,58	0,69	0,75	0,79	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88
$M/G_2/N_a$ (Tráficos unitarios relativamente heterogéneos)	0,29	0,54	0,65	0,72	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86
$M/G_4/N_a$ (Tráficos unitarios relativamente homogéneos)	0,31	0,56	0,67	0,73	0,77	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87

Leyenda
 $M/G_1/N_a$: Distribución de llegadas exponencial / Distribución de tiempos de servicio de componente constante, resultado de la combinación de una componente constante y de una distribución Exponencial.
 $M/G_2/N_a$: Distribución de llegadas exponencial / Distribución de tiempos de servicio de componente constante, resultado de la combinación de una componente constante y de una distribución Erlang de orden 2.
 $M/G_4/N_a$: Distribución de llegadas exponencial / Distribución de tiempos de servicio de componente constante, resultado de la combinación de una componente constante y de una distribución Erlang de orden 4.
 $M/G_\infty/N_a$: Distribución de llegadas exponencial / Distribución de tiempos de servicio de componente constante, resultado de la combinación de una componente constante y de una distribución Erlang de orden ∞ .

Tabla B4 - 2: Tasa de ocupación (Φ) correspondiente a los sistemas de esperas más característicos en las instalaciones de atraque, para esperas relativas (τ) de 0.10, 0.25 y 0.50.

Fuente: ROM 2.0-11 de Puertos del Estado

$t_{año}$: horas operativas de la instalación de atraque al año. Se consideran horas operativas de la terminal al año las correspondientes a los días anuales útiles en que los atraques están efectivamente disponibles, así como en los que se pueden realizar operaciones de carga y descarga por disponibilidad de mano de obra portuaria. Para su cálculo se consideran los días al año de no disponibilidad de mano de obra portuaria para las operaciones de carga y descarga, y los correspondientes de inoperatividad asociados a la suspensión de la accesibilidad marítima y de la permanencia del buque en el atraque. Para los valores umbrales de operatividad mínimos admisibles se considerarán los valores aportados en la ROM 2.0-11, que son:

A. MUELLES Y PANTANALES		Velocidad absoluta del viento $V_{10.1 \text{ min}}$	Velocidad absoluta de la corriente $V_{c, 1 \text{ min}}$	Altura de la ola H_s
1. Maniobra de atraque de buques				
Acciones en sentido longitudinal al muelle		17,0 m/s	1,0 m/s	2,0 m
Acciones en sentido transversal al muelle		10,0 m/s	0,1 m/s	1,5 m
2. Paralización operaciones carga y descarga (para equipos convencionales)				
Acciones en sentido longitudinal al muelle				
■ Petróleos	< 30.000 TPM	22 m/s	1,5 m/s	1,5 m
	30.000-200.000 TPM	22 m/s	1,5 m/s	2,0 m
	> 200.000 TPM	22 m/s	1,5 m/s	2,5 m
■ Graneleros	Cargando	22 m/s	1,5 m/s	1,5 m
	Descargando	22 m/s	1,5 m/s	1,0 m
■ Transportadores de Gases Licuados	< 60.000 m ³	22 m/s	1,5 m/s	1,2 m
	> 60.000 m ³	22 m/s	1,5 m/s	1,5 m
■ Mercantes de carga general. Pesqueros de altura y congeladores				
■ Portacontenedores, Ro-Ros y Ferris		22 m/s	1,5 m/s	0,5 m
■ Transatlánticos y Cruceros (1)		22 m/s	1,5 m/s	0,5 m
■ Pesqueros de pesca fresca		22 m/s	1,5 m/s	0,6 m
Acciones en sentido transversal al muelle				
■ Petroleros	< 30.000 TPM	20 m/s	0,7 m/s	1,0 m
	30.000-200.000 TPM	20 m/s	0,7 m/s	1,2 m
	> 200.000 TPM	20 m/s	0,7 m/s	1,5 m
■ Graneleros	Cargando	22 m/s	0,7 m/s	1,0 m
	Descargando	22 m/s	0,7 m/s	0,8 m
■ Transportadores de Gases Licuados	< 60.000 m ³	16 m/s	0,5 m/s	0,8 m
	> 60.000 m ³	16 m/s	0,5 m/s	1,0 m
■ Mercantes de carga general. Pesqueros de altura y congeladores		22 m/s	0,7 m/s	0,8 m
■ Portacontenedores, Ro-Ros y Ferris		22 m/s	0,5 m/s	0,3 m
■ Transatlánticos y Cruceros (1)		22 m/s	0,5 m/s	0,3 m
■ Pesqueros de pesca fresca		22 m/s	0,7 m/s	0,4 m
3. Permanencia de buques en muelle (5)				
■ Petroleros y transportadores de Gases Licuados				
Acciones en sentido longitudinal al muelle		30 m/s	2,0 m/s	3,0 m
Acciones en sentido transversal al muelle		25 m/s	1,0 m/s	2,0 m
■ Transatlánticos y Cruceros (2)				
Acciones en sentido longitudinal al muelle		22 m/s	1,5 m/s	1,0 m
Acciones en sentido transversal al muelle		22 m/s	0,7 m/s	0,7 m
■ Embarcaciones deportivas (2)				
Acciones en sentido longitudinal al muelle		22 m/s	1,5 m/s	0,4 m
Acciones en sentido transversal al muelle		22 m/s	0,7 m/s	0,2 m
■ Otro tipo de buques				
Limitaciones impuestas por las cargas de diseño de los muelles, compatibles con configuraciones de amarre que garanticen la seguridad del buque				

Tabla B4 - 3: Valores umbrales de los agentes climáticos y océano-meteorológicos que generalmente se adoptan como limitativos de diferentes modos de parada operativa en las obras de atraque y amarre.

Fuente: ROM 2.0-11 de Puertos del Estado.

A través de la página de Puertos del Estado, se comprueban estos valores para tomar datos. Así, la altura de ola H_s puede deducirse del siguiente histograma:

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 611037012

AÑOS/YEARS : 2012-2015

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 78.58 %

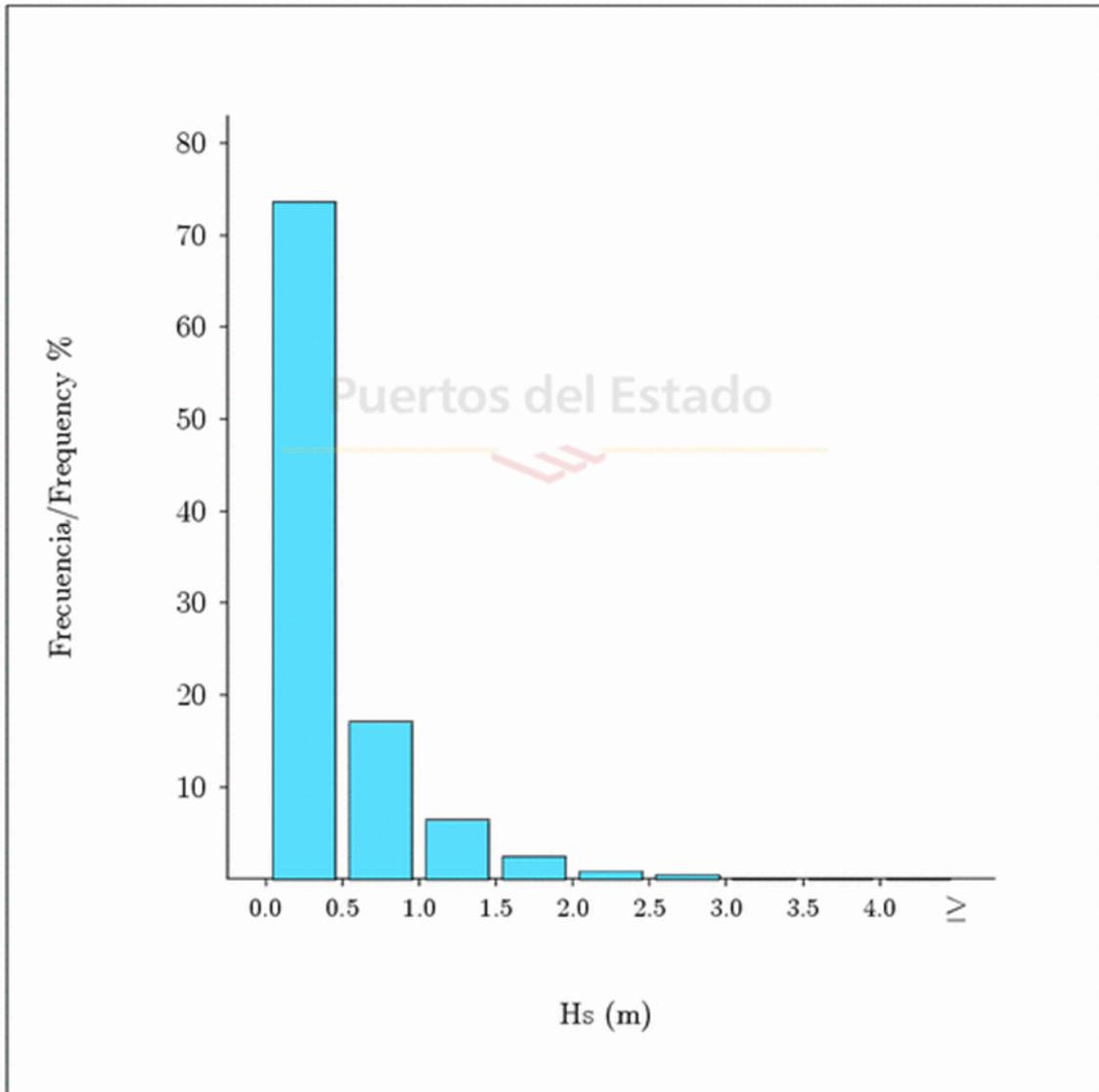


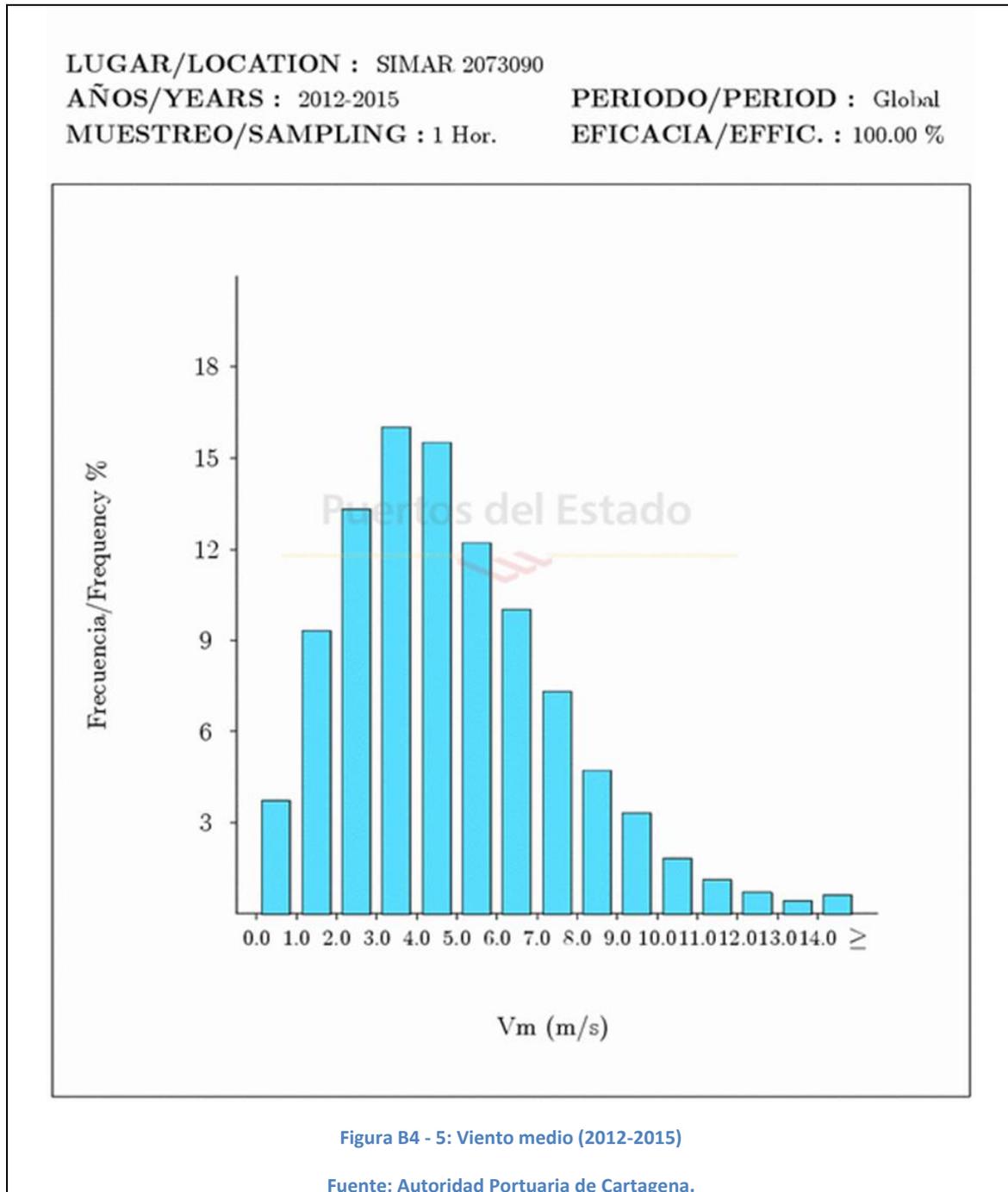
Figura B4 - 4: Altura significativa de ola (2015-2015).

Fuente: Autoridad Portuaria de Cartagena.

Como se aprecia, aproximadamente el 80% del período, la altura no ha sido mayor de 0.5 m y prácticamente no se da el caso de que la ola supere los 1.5 m. En este sentido, se toma como válida la hipótesis de que para la maniobra de atraque/desatraque el

100% del tiempo es aceptable y para operativas de carga/descarga **el 85% del total de tiempo operativo no habrá necesidad de suspender las tareas.**

Para las velocidades absolutas del viento, se toma el siguiente histograma:



Por encima del 10 m/s apenas hay registros de viento, por lo que se considera que esta variable no afectará ni a las maniobras de atraque/desatraque ni a la operativa del buque.

La velocidad de la corriente es muy baja, tal y como se ha visto anteriormente, ya que se trata de una zona muy abrigada. Por tanto, se concluye como despreciable esta variable para el caso presente.

Actualmente en la Autoridad Portuaria de Cartagena se ofrece el servicio de mano de obra para operaciones de carga y descarga, todos los días del año las 24 horas de cada día. Se puede concluir que si en 365 días hay 8.760 horas y que ha de tenerse en cuenta una posible merma en las operaciones de carga/descarga de buques (conforme a la última tabla vista) del 15%, quedará:

$$t_{\text{año}} = 8.760 \times 0.85 = 7.446 \text{ horas}$$

- $\bar{C}_{u,i}$: tráfico unitario medio. Es el volumen medio de mercancías cargadas/descargadas en cada escala, considerando la flota de buques esperable en el atraque. Se ha de definir para cada tipo de unidades de carga o transporte diferenciada (vehículos, camiones completos, UTI o plataformas). Para obtener un dato aproximado, se observa que en el Puerto de Barcelona, durante el año 2012 se dieron los siguientes tráfico:

TIPO DE BUQUES	ESPAÑOLES		EXTRANJEROS		TOTALES	
	Nº	GT	Nº	GT	Nº	GT
TANQUES	19	743.400	817	11.298.726	836	12.042.126
GRANELEROS			123	2.825.984	123	2.825.984
CARGA GENERAL	24	80.141	637	2.932.592	661	3.012.733
RO-RO MERCANCÍAS	114	1.705.152	987	35.560.540	1.101	37.265.692
RO-RO MIXTOS	574	13.754.788	1.609	49.593.265	2.183	63.348.053
PASAJE (CRUCEROS)			835	69.436.259	835	69.436.259
PORTACONTENEDORES	3	22.080	1.976	71.120.770	1.979	71.142.850
FRIGORÍFICOS			1	2.450	1	2.450
PETROLEROS	1	110.920	26	1.474.277	27	1.585.197
TOTAL TIPO BUQUE	735	16.416.481	7.011	244.244.863	7.746	260.661.344

Figura B4 - 6: Distribución por tipos de buques (año 2012) en puerto de Barcelona.

Fuente: ROM 2.0-11 de Puertos del Estado.

El total de UTI de mercancías cargadas/descargadas fue:

Unidades de transporte intermodal (UTI) roll-on/roll-off									
TIPO	Cabotaje			Exterior			Total		
	Embarcadas	Desembarcadas	Total	Embarcadas	Desembarcadas	Total	Embarcadas	Desembarcadas	Total
Plataformas					9	9		9	9
Camiones	55.517	54.250	109.767	26.387	21.261	47.648	81.904	75.511	157.415
Remolques	47.639	47.386	95.025	26.178	26.753	52.931	73.817	74.139	147.956
TOTAL	103.156	101.636	204.792	52.565	48.023	100.588	155.721	149.659	305.380

Unidades de vehículos en régimen de mercancía									
TIPO	Cabotaje			Exterior			Total		
	Embarcadas	Desembarcadas	Total	Embarcadas	Desembarcadas	Total	Embarcadas	Desembarcadas	Total
Vehículos automóviles	57.593	23.030	80.623	447.709	177.042	624.751	505.302	200.072	705.374

Figura B4 - 7: Unidades de transporte intermodal (UTI) cargadas/descargadas en puerto de Barcelona (año 2012).

Fuente: ROM 2.0-11 de Puertos del Estado.

Se obtienen pues un total de **1.101 buques RORO** que descargaron/cargaron **9 plataformas, 157.415 camiones, 147.956 remolques y 705.374 vehículos automóviles en régimen de mercancía**. Para este último caso (vehículos en régimen de mercancía), puede ser descartado su uso, ya que no existe en la actualidad ninguna fábrica de vehículos próxima que pueda dar sentido o atractivo comercial al uso del Puerto de Cartagena, para el transporte marítimo de vehículos nuevos.

Son adoptados estos datos para estimar los tráficos unitarios medios de la siguiente manera:

$$\bar{C}_{(u,plataformas)} = 9/1.101 = 0,0082 \cong 0$$

$$\bar{C}_{(u,camiones)} = 157.415/1.101 = 142,97 \cong$$

$$\mathbf{143 camiones/buque}$$

$$\bar{C}_{(u,remolques)} = 147.956/1.101 = 134,38$$

$$\cong \mathbf{134 remolques/buque}$$



- \bar{t}_s : tiempo de servicio medio. Es la suma de la plancha unitaria y del tiempo de maniobra medios.

$$\circ \bar{t}_{pu} = \frac{\bar{C}_u}{\bar{N}_g \cdot \bar{R} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3} = \frac{\bar{C}_u}{\bar{P}_b \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3} = \frac{\bar{C}_u}{\bar{P}_n}$$

Siendo:

- \bar{C}_u : tráfico unitario medio. Al existir diferentes tipos de mercancías o de unidades de carga y/o transporte, la plancha unitaria media se define como la suma de las planchas unitarias medias correspondientes a cada una de las mercancías que definen el tráfico unitario medio considerando la carga y descarga de forma sucesiva.
- \bar{N}_g : número de cabezas tractoras para operaciones por rodadura no autopropulsadas o de conductores para operaciones de rodadura autopropulsada no acompañadas, disponibles previsiblemente por atraque y buque. Se tomarán **4 cabezas tractoras por rampa** de buque operativo.
- \bar{R} : rendimiento bruto medio de cada equipo de manipulación o conductor. Para **mercancías autopropulsadas se acepta un total de 9 vehículos/h**, puesto que en España vienen a ser del orden de 8-10 vehículos/h, y para cabezas tractoras (**mercancías no autopropulsadas**) **6 ud/h** conforme a la siguiente ilustración, siempre considerando dos carriles al menos, por tacón o rampa de acceso a buque.

		Grúas Fijas/ Móviles (t/h)	Instalaciones Especiales (t/h)	Grúas Contenedores ¹⁾ (Ud/h)	Cabezas Tractoras en operaciones Ro-Ro no autopropulsadas ²⁾ (Ud/h)	Tuberías o brazos-mangueras (m ³ /h)
MERCANCÍA GENERAL	Papel de bobina	80-180				
	Productos siderúrgicos	175-575				
	Productos hortofrutícolas	65-100				
	Productos forestales	60-260				
	Contenedores			18-30 ^{6) 8)}		
	Ro-Ro				5-7	
GRANELES SÓLIDOS	Clinker	375-500				
	Cemento	120-275	200-300 ³⁾ 120-225 ⁴⁾			
	Cereales/fertilizantes	175-275	225-375 ³⁾ 125-300 ⁴⁾			
	Carbón y minerales (descarga)	235-375	500-600 ⁵⁾			
	Chatarra	100-140				
GRANELES LÍQUIDOS	Crudos (descarga)					5.000-10.000 ⁷⁾
	Refinados y químicos					500-1.000 ⁷⁾
	Licuadao (LNG)					1.500-3.000 ⁷⁾
	Licuadao (LPG)					500-1.000 ⁷⁾

(1) Con un único spreader.
 (2) Con dos carriles en tación o rampa de acceso al buque.
 (3) Aspirador neumático sobre pórticos.
 (4) Tornillo sin fin (ó medio mecánico continuo).
 (5) Grúa pórtico + cinta transportadora.
 (6) A falta de otros datos, para la conversión de Ud/h en TEU/h puede adoptarse un factor medio de 1.5.
 (7) Por línea de carga/descarga.
 (8) Puede considerarse que un contenedor medio equivale a 1.25 TEU. Si se admite esta relación, 18-30 contenedores/h son equivalentes a 22.5-37.5 TEU/h. En grúas pórtico de contenedores con doble carro o doble spreader podría considerarse que los rendimientos brutos medios podrían ser un 50% superiores.

Tabla B4 - 4: Rendimientos brutos medios horarios de los equipos de manipulación de mercancías que se dan actualmente en los puertos españoles.

Fuente: ROM 2.0-11 de Puertos del Estado.

- \bar{P}_b : productividad bruta media del subsistema de carga y descarga por buque asociada a dicho tipo de carga. $\bar{N}_g \cdot \bar{R}$. Puede considerarse que la productividad neta media (\bar{P}_n): sea en el caso de unidades de transporte autopropulsadas acompañadas de 30-45 camiones/h en niveles de operatividad del 100%. Se consideran los valores intermedios de estos rangos para nuestro estudio inicial; **38 camiones/h.**
 Para el caso de remolques, debe calcularse a través de $\bar{N}_g \cdot \bar{R} = 4 \cdot 6 = 24$ remolques/h.
- α_1 : coeficiente medio de aprovechamiento de la jornada de trabajo o porcentaje del tiempo neto empleado en las operaciones de carga y



descarga respecto al total efectivo del trabajo. Según la ROM 2.0-11 para sistemas de manipulación por rodadura el valor **0,75 es aceptado**.

- α_2 : coeficiente medio de actividad en el atraque respecto al total del buque en el atraque. Considerando tres turnos para la mano de obra portuaria se adopta el valor de **0,90**.
- α_3 : nivel de operatividad de la instalación de atraque., medido como el porcentaje de tiempo anual útil en el que el buque puede desatraque y partir sin problemas y realizar las operaciones de carga/descarga. Para este valor puede considerarse efectivo tomar **0,9**, puesto habitualmente no hay grandes inconvenientes en este sentido para las maniobras citadas.

$$\bar{t}(pu, remolques) = \frac{134}{4 \cdot 6 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 9,19h$$

$$\bar{t}(pu, camiones) = 143/38 = 3,76h$$

$$\bar{t}_{pu} = \bar{t}(pu, remolques) + \bar{t}(pu, camiones) = 12,95h$$

- \bar{t}_m : es el tiempo de maniobra medio, que depende principalmente de la configuración marítima del puerto, de las características del acceso marítimo, en particular de la distancia entre el fondeadero o el punto de acceso del práctico y la terminal, de la disposición del atraque en relación con la facilidad de realización de las operaciones del atraque y desatraque de los buques, etc. Teniendo en cuenta las estadísticas disponibles en el puerto de Cartagena, **se acepta como válido que el tiempo de maniobra medio será de 25 minutos de media**.

Por tanto el tiempo de servicio medio será:

$$\bar{t}_s = \bar{t}_{pu} + \bar{t}_m = 12,95 + \frac{25}{60} = 13,37 h$$



- γ_p : es un factor de pico con el objeto de tomar en consideración distribuciones no uniformes a lo largo del año en las llegadas de los buques al puerto. A falta de datos más precisos, **se toma el valor 1,2**.

Retomando la fórmula inicial y sustituyendo datos,

$$C_t = \frac{N_a \cdot \Phi \cdot t_{\text{año}} \cdot \sum_i \bar{C}_{u,i}}{\bar{t}_s \cdot \gamma_p} = \frac{1 \cdot 0,7 \cdot 7.446 \cdot 277}{13,37 \cdot 1,2} = 89.988,74 \cong$$

89.989 UTI/año

Si se desglosa el resultado para “camiones” y “remolques, se tiene,

$$C_{t,\text{camiones}} = \frac{1 \cdot 0,7 \cdot 7.446 \cdot 143}{13,37 \cdot 1,2} \cong 46.456 \text{ camiones/año}$$

$$C_{t,\text{remolques}} = \frac{1 \cdot 0,7 \cdot 7.446 \cdot 134}{13,37 \cdot 1,2} \cong 43.533 \text{ remolques/año}$$

2.1.3. Posición y dimensiones en planta de tacones y rampas

En previsión de la posible llegada de algún buque con rampas axiales situadas a proa o popa, el muelle ha de ser complementado con tacones. Los tacones son infraestructuras fijas o flotantes, perpendiculares a la línea de atraque, sobre las cuales apoyan las rampas o portalones de proa o popa del buque atracado, bien directamente o a través de rampas.

Con el objeto de que las operaciones de carga y descarga del buque por rodadura sean posibles o se realicen con seguridad y eficiencia en el rango de variación de los niveles de las aguas exteriores considerados para las condiciones operativas de la instalación de atraque y en cualquier situación de carga del buque, los equipos de manipulación de las mercancías rodadas, han de salvar la diferencia de cota entre la bodega o cubierta de acceso al buque y el nivel de coronación de la instalación en la línea de atraque cumpliendo las dos condiciones siguientes:

- La pendiente máxima de los planos inclinados no puede superar el 12,5%.



- Los acuerdos entre los planos inclinados deben permitir el paso suave de los equipos que manipulan las mercancías por rodadura, vehículos, camiones, etc. sin tocar en ningún momento en la obra o el portalón del buque. Para ello, el ángulo entre dichos planos debe estar entre 172° y 187° y la longitud de cada uno de ellos debe ser mayor de 5,0 m si está situado entre un plano ascendente y uno descendente o viceversa en el sentido de la marcha.

Caso de que alguna de las anteriores condiciones no pueda cumplirse con un tacón fijo, con uno o varios planos inclinados, ha optarse por:

- Rampa móvil sobre la que apoya el portalón del buque, sustentada en el lado mar mediante estructura fija o flotante, más tacón auxiliar fijo, con o sin planos inclinados.
- Tacón flotante sobre el que apoya el portalón del buque.

A estos efectos, debe conocerse el rango de variación de las siguientes características de la flota de buques esperable en la terminal:

- Altura del eje de giro del portalón sobre el plano de agua, en lastre y a plena carga.
- Longitud del portalón.

En los casos más generales, los buques RORO puros PTC (Pure Truck Carrier) disponen de portalones en proa o popa que permiten, con las pendientes máximas admisibles, alcanzar niveles operativos de coronación de tacones y, en su caso, de las rampas en el contacto con el buque entre 1,50 y 3,00 metros por encima del nivel de las aguas exteriores en cualquier situación de carga.

Puede disponerse un único tacón para dar servicio a dos atraques en una única alineación o en alineación contigua sin reducir la eficiencia operativa del atraque, aunque las rampas móviles y tacones flotantes generalmente darán servicio a un único atraque.

Por otro lado, los buques RORO puros de tipo PCC (Pure Car Carrier) y PTCC (Pure Car and Truck Carrier) suelen disponer en general de portalones laterales o de portalones $\frac{3}{4}$ que les permiten operar sin necesidad de tacones.

Como solución más idónea, por razones de flexibilidad operativa, se opta por disponer una **rampa doble y perpendicular en la esquina formada por las dos líneas de atraque (o muelles)**. Con esta alternativa, se consigue versatilidad para la ubicación de buques con rampas axiales (en proa o popa), tanto en la opción de atracar en el frente E006 como en el E007.

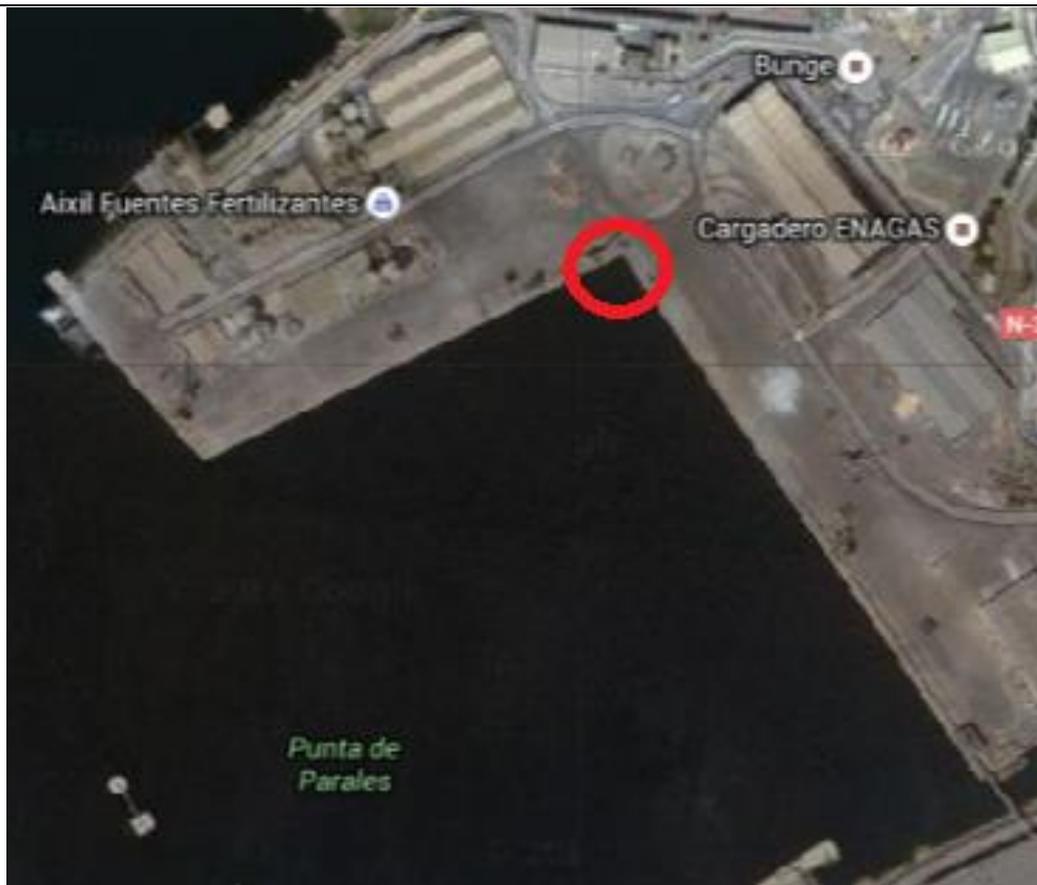


Figura B4 - 8: Ubicación de la rampa en la zona seleccionada.

Fuente: Google Maps.

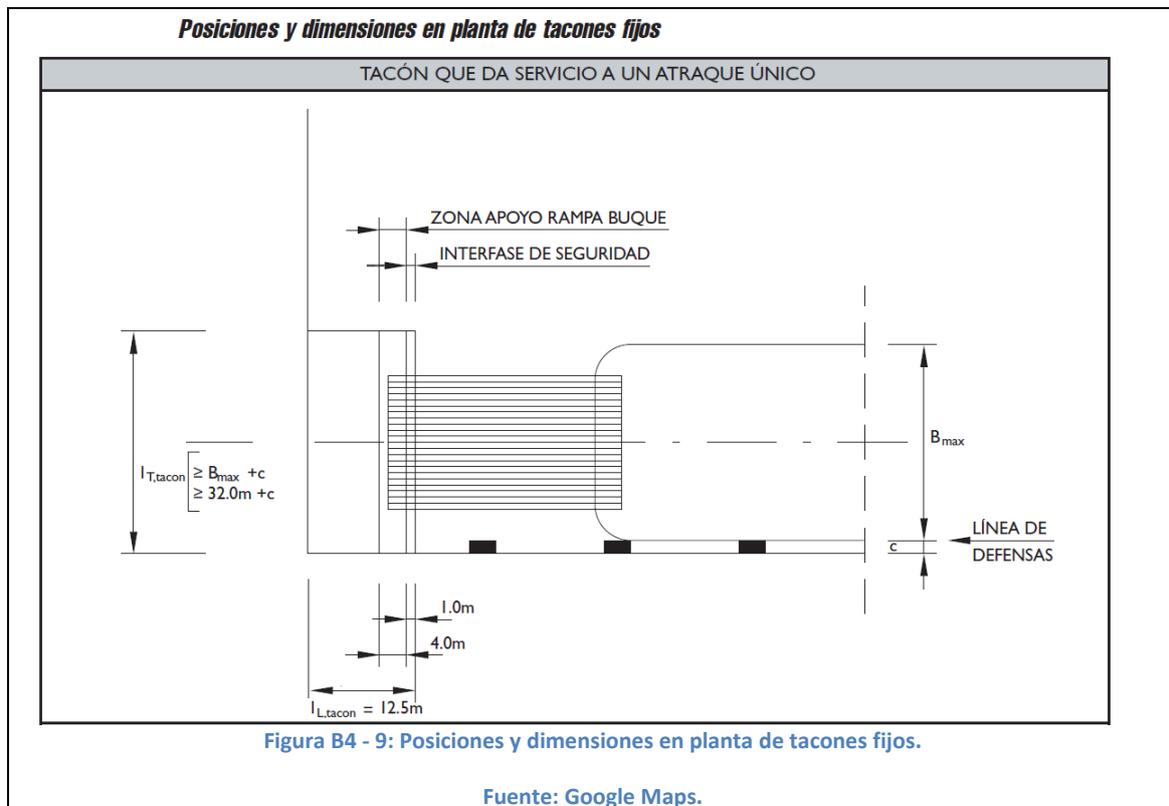
2.1.3.1. Dimensiones en planta de las rampas:

Como se ha comentado cualquiera de las dos rampas proyectadas, darán servicio a la descarga de un solo buque en el atraque. Para las dimensiones en planta de éstas, será recomendable tomar las siguientes dimensiones:

- Dimensión transversal ($I_{\tau, \text{tacón}}$) en la dirección perpendicular al eje longitudinal del buque: la distancia mínima desde la línea de atraque ha de ser igual a la manga del buque de máxima manga de la flota prevista en el atraque (B_{max}), con al menos 32 m, más la distancia entre la línea de atraque y la línea de defensas del atraque sin comprimir. Al no disponer de referencias en cuanto a la flota de buques esperable, se escoge **40 metros de anchura para cada rampa**.
- Dimensión longitudinal ($I_{L, \text{tacón}}$) en la dirección del eje longitudinal del buque o de la línea de atraque: si se consideran como cotas de coronación de la línea de atraque +2,50 m por encima de los niveles superiores de operatividad definidos para las aguas

exteriores para buques con más de 10.000 t de desplazamiento a plena carga y +1,50 m para buques de hasta 10.000 t de desplazamiento, la dimensión longitudinal en planta reservada para los tramos inclinados de las rampas será con carácter general no mayor de 10,0-12,50 m respectivamente. De estas distancias, 4,00 m corresponden a la zona reservada para el apoyo de la rampa del buque y 1,00 m con la interfase de seguridad en el lado mar, lo que permite cumplir con los gradientes longitudinales requeridos para que puedan realizarse las operaciones de carga y descarga por rodadura.

Por todo ello, **se optará por tomar 10 m para la longitud de las rampas.**



2.1.4. Línea de atraque – longitud. Buque de máxima eslora.

La longitud de la línea de atraque y amarre (L_a) debe ser adecuada en función de:

- Número de atraques necesarios.
- Alineaciones en que están dispuestos los atraques.

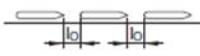
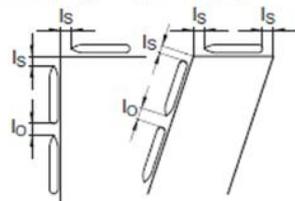
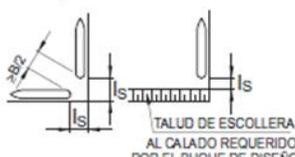
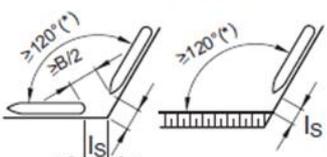
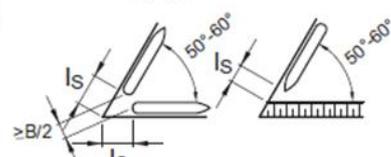
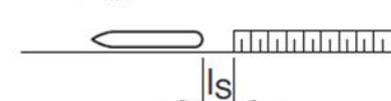


- Dimensiones de los buques de eslora máxima y tipo que se prevé que operen en la instalación de atraque.
- Tipo de tráfico.
- Configuración física del atraque adoptada.
- Condiciones climáticas locales.
- Configuración y tamaño de la dársena, así como tipología estructural de las obras portuarias que la forman.
- Medios previstos para la maniobrabilidad de los buques.

En este caso al estar compuesto el sistema por un solo atraque ($N_{a,alineación} \leq 2$), pero a su vez disponer de 4 posibles frentes, las diferentes combinaciones serán las que marcarán la longitud de atraque. Esto significa que, ante la llegada de un buque RORO, puede ocurrir que haya un frente ya ocupado, varios o ninguno, y de la misma manera, según las escalas previstas así será el frente adjudicado. Para adecuar de la mejor manera posible las escalas en cada momento, se deberán tener en cuenta la disponibilidad de los frentes, las longitudes de éstos, la necesidad de tacones o rampas, etc. Teóricamente la longitud mínima de la línea de atraque debe ser igual a la suma por cada atraque de la eslora del buque con máxima eslora (L_{max}) más los resguardos necesarios entre buques (l_0) y en cada extremo de la línea de atraque (l_s). Es decir:

$$L_a = N_{a,alineación} \cdot L_{max} + (N_{a,alineación} - 1) \cdot l_0 + 2 \cdot l_s$$

Para los resguardos más generales en función de la eslora de dicho buque y de la configuración y tipología estructural de la dársena, se puede recurrir a la siguiente tabla:

ESQUEMA REPRESENTATIVO DEL MUELLE	Valores de las variables en función de la eslora total (L en m.) del barco mayor que afecta a la determinación de la dimensión analizada				
	Mayor de 300	300-201	200-151	150-100	Menor de 100 ⁽¹⁾
1. Distancia " l_0 " entre barcos atracados en la misma alineación (m.) 	30	25	20	15	10
2. Separación " l_s " entre barco y cambios de alineación o de tipología estructural (m.) a) 	30	25	20	10	5
b)  <p>TALUD DE ESCOLLERA AL CALADO REQUERIDO POR EL BUQUE DE DISEÑO</p>	45/40	30	25	20	15
c) 	30/25	20	15	15	10
d) 	-/60	50	40	30	20
e) 	20	15	15	10	10

(1) Para buques con eslora total menor de 12 m. se tomará como valor de " l_0 " el 20% de "L", reajustándose los restantes valores proporcionalmente.
 (B) Manga del barco mayor que afecte a la determinación de la dimensión analizada.
 (*) El ángulo se entenderá limitado a 160°. Para ángulos mayores se aplicará el (1).

Figura B4 - 10: Resguardos en planta recomendados en línea de atraque.

Fuente: ROM 2.0-11 de Puertos del Estado.

Para las dimensiones se ha considerado que como es habitual, los buques pueden dar largos por proa y popa en las condiciones habituales de hasta 45° con el cantil, por lo que podrían ser menores si se modifica este sistema de amarre. Además, se ha considerado que las condiciones climáticas no son muy expuestas y la zona está bien abrigada.



En este caso, no han sido consideradas las longitudes de los tacones y rampas. Para incluirlos, se toman entre éstos y el buque los resguardos previstos para las configuraciones equiparables de la anterior tabla, con el objeto de que se disponga de área suficiente para las maniobras de atraque y desatraque y para que el portalón del buque no tenga que ocupar excesivamente en planta el tacón o rampa. Por todo ello, a los efectos de la determinación de la longitud de la línea de atraque, la existencia de un tacón o rampa en el extremo de un atraque deberá tratarse como un cambio de alineación.

Por todo esto y en aplicación a lo expuesto, la longitud de atraque queda a disposición de las concurrencias concretas de los buques en escala previstos. Para ello, se considerarán las longitudes disponibles en los frentes en cuestión.

NOMBRE DEL SERVICIO	LONG. (m)	CALADO (m)	ANCHO (m)
Príncipe Felipe E005	175	13,72	100
Príncipe Felipe E006	175	13,72	100
Isaac Peral E007	240	13,72	110 a 180
Isaac Peral E008	240	13,72	111 a 180

Tabla B4 - 5: Dimensiones de frentes del proyecto.

Fuente: Autoridad Portuaria de Cartagena.

Para este caso, tanto en el muelle Príncipe Felipe como en el muelle Isaac Peral, se disponen de más de 300 metros de línea de atraque, por lo que $l_s = 30$ m. Debe tenerse en cuenta que la anchura de rampa resultante ha sido de 40m. Así aplicando la anterior formulación se tiene:

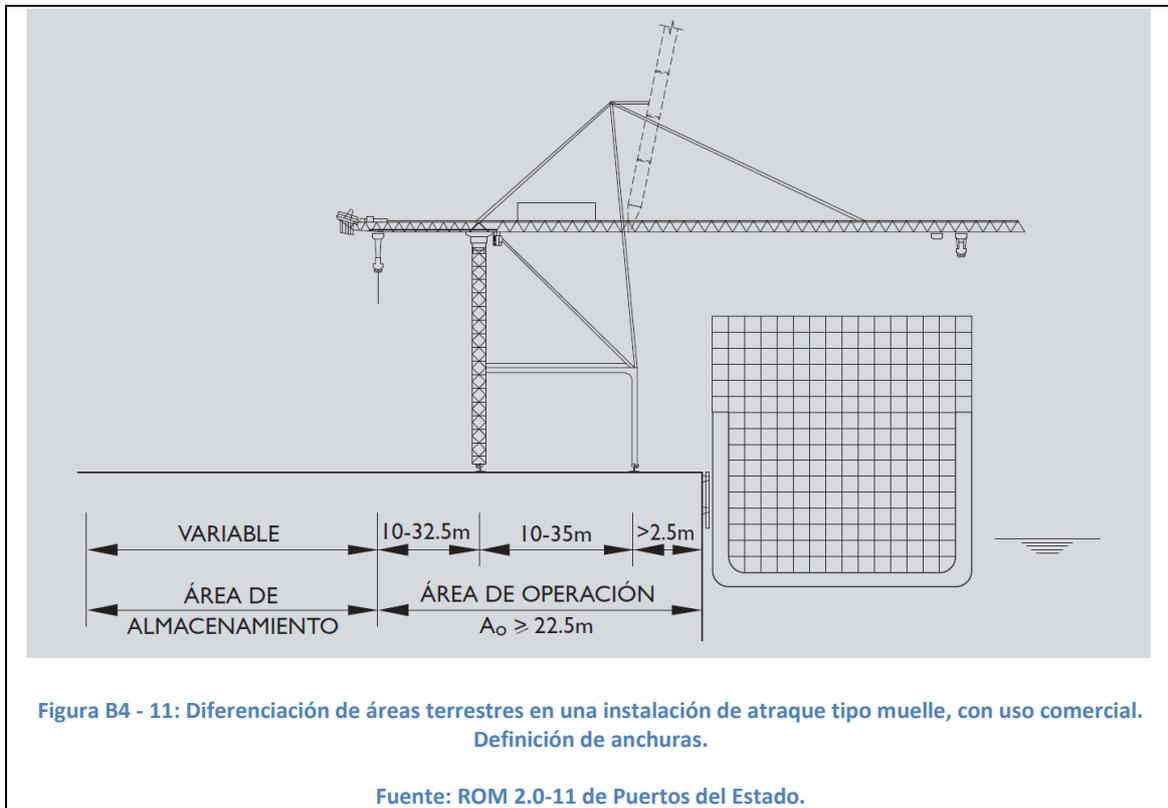
- $L_{a, P.Felipe} = 350 - 40 = L_{max} + 2 \cdot 30; L_{max} = 250$ m
- $L_{a, I.Peral} = 480 - 40 = L_{max} + 2 \cdot 30; L_{max} = 380$ m

Se deduce pues, que la máxima eslora para buques RORO será de 380 metros (en muelle Isaac Peral).

2.1.5. Anchura (Am)

La anchura de la obra, se encuentra definida por las dimensiones perpendiculares a la línea de atraque necesaria para que puedan desarrollarse las operaciones portuarias de carga y descarga, depósito y evacuación/recepción de los tráficos previstos, en las condiciones locales de explotación, con el nivel de seguridad y servicio considerados.

Para determinar la anchura de la obra, se han de distinguir el área de operación, el área de almacenamiento y el área de servicios auxiliares y complementarios. Como ejemplo tómesese la siguiente figura:



2.1.5.1. Área de operación

Es la más próxima a la línea de atraque, destinada a las operaciones de carga y descarga de mercancías del buque o al embarque o desembarque de pasajeros del mismo.

La disposición general del área de operación (y sus dimensiones) depende de los siguientes factores operativos:

- Los circuitos de vehículos autopropulsados y equipos auxiliares durante las operaciones de carga y descarga del buque.
- Las características y equipos utilizados para la interconexión entre el área de operación y la de almacenamiento o depósito.
- La localización de las zonas para servicios y operaciones auxiliares.



La anchura de esta zona (A_0) oscila habitualmente entre 22,50 m y valores superiores a 100 m, dependiendo de la configuración física del ataque, de los sistemas de manipulación previstos en la línea de atraque y de la operativa establecida para la carga y la descarga y para la interconexión entre las áreas de operación y almacenamiento.

En el caso concreto de la configuración disponible (muelle), con uso comercial (excepto pasajeros) y utilizando sistemas de carga y descarga de mercancías por rodadura, las dimensiones serán:

- a) La distancia entre el cantil del muelle y el borde lado mar de la vía de circulación más extrema lado mar de vehículos autopropulsados y/o equipos para interconexión entre el buque y la zona de depósito o almacenamiento, será de **20 metros hacia el lado tierra, contados a partir del cantil**. Se toma esta distancia considerando que normalmente la máxima distancia que alcanzará la rampa (en el caso de descargas laterales) desde el cantil y hacia el lado tierra, es de no más de 15 metros.
- b) La distancia entre los bordes lado mar y lado tierra de las vías de circulación más extremas, en función del ancho máximo de vehículos o equipos auxiliares con carga, serán al menos para cada vía:
 - 3,50 m para casos de embarque y desembarque de vehículos autopropulsados y de elementos de transporte de mercancías que puedan circular por carretera.
 - 13,00 m para atraques RORO generales en las que se pueda operar con cualquiera de los equipos auxiliares de transporte y remolque.

Considerando que el atraque va a dedicarse al primero de los dos casos (vehículos autopropulsados y elementos de transporte de mercancías que puedan circular por carretera), y que cada rampa utilizada para embarque y desembarque va a tener dos carriles, serán necesarios **3 carriles de 3,50 metros** (dos para embarque y desembarque simultáneos y otro más para ajustes y averías).

Por todo esto, queda definida el **Área de Operación**, como la comprendida entre la línea de atraque y la línea paralela a ésta a una distancia de **30,50 metros**.

2.1.5.2. Área de Almacenamiento

También denominada *Patio*, es la zona no necesariamente, aunque sí convenientemente situada aneja al área de operación, destinada al almacenamiento temporal de la mercancía. Su misión es compatibilizar el ritmo de carga/descarga del buque con la entrada/salida de mercancías en el puerto (bien sea por mar o por tierra). También tiene como misión ordenar y



controlar las mercancías con el objeto de mejorar la eficiencia en las operaciones de carga/descarga y entrada/salida de las mismas.

Como infraestructura, es el área constituida por la explanada que incluye las zonas de almacenamiento o depósito temporal de las mercancías, así como los viales y zonas necesarias para los accesos terrestres.

El objeto es compatibilizar la capacidad de almacenamiento requerido en la terminal con la disponibilidad de suelo existente y con los niveles de servicio exigidos. Influirán pues, los siguientes factores:

- Huellas, disposiciones, etc. de las mercancías a depositar.
- Distribución del volumen de mercancías cargadas/descargadas por escala.
- Distribución de escalas o de intervalos de tiempos entre llegadas de buques consecutivas.
- Volúmenes anuales y distribución de las mercancías, unidades de carga y/o elementos de transporte manipulados según tipologías, dimensiones y características.
- Organización de la operativa en el área de almacenamiento.
- Pautas de entrega y recogida de las unidades de carga y elementos de transporte, incluyendo la distribución de los tiempos de estancia de los mismos en la terminal.
- Circunstancias socio-laborales.

❖ Capacidad de almacenamiento requerida

La capacidad de almacenamiento necesaria ($C_{almacenamiento}$) es la que define las máximas toneladas de mercancía, unidades de carga y elementos de transporte que pueden acumularse en un instante dado en el área de almacenamiento. Puede ser aproximada según los siguientes factores:

- $C_{t,i}$: es el volumen anual de cada tipo de unidad de carga a manipular en el atraque. (i=número de camiones completos, mercancía embarcada/desembarcada por medios rodantes, vehículos acompañados...).
- Para cada tipo de mercancía, la distribución de dicho volumen anual con el ratio (μ) entre volumen cargado ($C_{tc,i}$) y descargado ($C_{td,i}$), así como entre tráficos en régimen import/export (o entrada/salida) y de tránsito marítimo.
- Distribución de escalas o de intervalos de tiempo entre llegadas de buques consecutivas y tráficos unitarios medios ($\bar{C}_{u,i}$) de cada tipo de mercancía. Para estos tráficos unitarios medios puede considerarse suficientemente aproximado la adopción de las siguientes hipótesis simplificadoras respecto a los tráficos unitarios medios:



- Tanto la proporción de cada tipo de mercancía, unidad de carga y elementos de transporte, como su reparto entre tráficos en régimen import/export y tránsito marítimo, son idénticas para todos los buques.

$$\begin{aligned}\bar{C}_{u \text{ tránsito marítimo},i} &= \mu_i \cdot \bar{C}_{u,i} \\ \bar{C}_{u \text{ import/export},i} &= (1 - \mu_i) \cdot \bar{C}_{u,i}\end{aligned}$$

En este caso, al tratarse de un intercambio modal en el que las mercancías transportadas se encuentran en condiciones de salir lo antes posible para continuar su ruta, se despreja la variable de mercancías en condición de tránsito marítimo. Considerando esto nos lleva a:

$$\bar{C}_{u \text{ import/export},i} = \bar{C}_{u,i}$$

$$\bar{C}_{(u \text{ import/export}, \text{camiones})} = 143 \text{ camiones/buque}$$

$$\bar{C}_{(u \text{ import/export}, \text{remolques})} = 134 \text{ remolques/buque}$$

- Para el caso de buques **RORO los tráficos unitarios medios en carga y descarga en régimen import/export son idénticos**, puesto que está comprobado que el número anual de unidades de carga o elementos de transporte cargados en una terminal es prácticamente el mismo nº de descargados si se toman en consideración las unidades carga y elementos de transporte vacíos:

$$\bar{C}_{ud \text{ import},i} = \bar{C}_{uc \text{ export},i} = \frac{(1 - \mu_i) \cdot \bar{C}_{u,i}}{2}$$

Si el tráfico es considerado en toneladas, debe ajustarse a la proporción que representa en la instalación los tráficos import y export respecto al total de import/export, para así diferenciar los tráficos unitarios en carga y en descarga de acuerdo con dicha proporción:

$$\bar{C}_{uc \text{ export},i} = \rho \cdot (1 - \mu_i) \cdot \bar{C}_{u,i}$$

$$\bar{C}_{ud \text{ import},i} = (1 - \rho) \cdot (1 - \mu_i) \cdot \bar{C}_{u,i}$$



Siendo ρ la relación de tráficos para exportación respecto al total de tráficos import/export en el atraque. Como ya se ha comentado, al ser idénticos esos tráficos, se toma $\rho = 0,5$.

Con todo esto, siguiendo con las consideraciones que ya se han tomado, se obtiene:

$$\bar{C}_{ud\ import,i} = \bar{C}_{uc\ export,i} = \frac{(1 - \mu_i) \cdot \bar{C}_{u,i}}{2} = \frac{\bar{C}_{u,i}}{2}$$

$$\bar{C}_{(u\ import,camiones)} = 72 \frac{\text{camiones}}{\text{buque}} ; \quad \bar{C}_{(u\ export,camiones)} = 72 \frac{\text{camiones}}{\text{buque}}$$

$$\bar{C}_{(u\ import,remolques)} = 67 \frac{\text{remolques}}{\text{buque}} ; \quad \bar{C}_{(u\ export,remolques)} = 67 \frac{\text{remolques}}{\text{buque}}$$

- Para cada tipo de mercancía, unidad de carga y elemento de transporte, la distribución de tiempos de estancia en almacenamiento en régimen de importación ($t_{imp,i}$) y exportación ($t_{exp,i}$).

En estudios realizados, puede observarse que esta distribución se aproxima razonablemente a una de tipo exponencial. Puede considerarse que a su vez, se ajustan a distribuciones uniformes en el intervalo $[0, t_{max}]$.

Por otro lado, para una primera aproximación, pueden adoptarse los siguientes valores de tempos medios de estancia (\bar{t}_t) para países desarrollados:

- Elementos de transporte autopropulsados acompañados:
 - En régimen de salida: 0.2 días.
 - En régimen de entrada: no se produce.
- Elementos de transporte no autopropulsados:
 - En régimen de salida: 2 días.
 - En régimen de entrada: 3 días.

De acuerdo con todo esto, la capacidad de almacenamiento requerida se puede obtener por medio de la siguiente formulación, en función de los regímenes de tráficos asociados a dicha mercancía, unidad de carga o elemento de transporte.

- Tráficos en régimen import-export exclusivamente ($\mu_i = 0$):

$$C_{almacenamiento,i} = C_{t,i} \cdot \gamma_p \cdot \frac{\left[(1-\rho) \cdot \left[2 \cdot \bar{t}_{t\ import, i} + \frac{30}{\lambda_{max}} + 2 \right] + \rho \cdot \left[2 \cdot \bar{t}_{t\ export, i} + \frac{30}{\lambda_{max}} + 2 \right] \right]}{365 \cdot 2}$$

Con $\bar{t}_{t\ import, i}$ y $\bar{t}_{t\ export, i}$ expresado en días y siendo λ_{max} la frecuencia de llegada mensual de buques a la terminal correspondiente al mes de máxima frecuencia. **Para**



la frecuencia de llegada mensual de buques, se opta por estimar una llegada diaria, por lo que se tiene $\lambda_{max} = 30$.

- Tráficos en régimen de tránsito marítimo exclusivamente ($\mu_i = 1$):

$$C_{almacenamiento,i} = C_{t,i} \cdot \gamma_p \cdot \frac{\left[1 + \frac{2 \cdot \lambda_{max}}{30}\right]}{24 \cdot \lambda_{max}} = C_{t,i} \cdot \gamma_p \cdot \frac{\left(\frac{30}{\lambda_{max}} + 2\right)}{365 \cdot 2}$$

- Tráficos en régimen mixto ($0 < \mu_i < 1$):

$$C_{almacenamiento,i} = C_{t,i} \cdot \gamma_p \cdot \frac{(1-\mu_i) \left[(1-\rho) \left[2 \cdot \bar{t}_{t \text{ import}, i} + \frac{30}{\lambda_{max}} + 2 \right] + \rho \left[2 \cdot \bar{t}_{t \text{ export}, i} + \frac{30}{\lambda_{max}} + 2 \right] \right] + \mu_i \cdot \left(\frac{30}{\lambda_{max}} + 2 \right)}{365 \cdot 2}$$

La capacidad de almacenamiento total, será la suma de la requerida para cada tipo de mercancía, unidad de carga o elemento de transporte diferenciado que se manipule en el atraque:

$$C_{almacenamiento,total} = \sum_i C_{almacenamiento,i}$$

Siguiendo entonces con las hipótesis adoptadas, ante un tráfico exclusivamente import/export:

$$C_{almacenamiento,camiones} = 46.456 \cdot 1,2 \cdot \frac{\left[(0,5) \cdot \left[(2 \cdot 0) + \frac{30}{30} + 2 \right] + (0,5) \cdot \left[(2 \cdot 0,2) + \frac{30}{30} + 2 \right] \right]}{365 \cdot 2} = 46.456 \cdot 1,2 \cdot \frac{\left[(0,5) \cdot [3] + (0,5) \cdot [3,4] \right]}{365 \cdot 2} = 244,37 \cong \mathbf{244 \text{ camiones.}}$$

$$C_{almacenamiento,remolques} = 43.533 \cdot 1,2 \cdot \frac{\left[(0,5) \cdot \left[(2 \cdot 2) + \frac{30}{30} + 2 \right] + (0,5) \cdot \left[(2 \cdot 3) + \frac{30}{30} + 2 \right] \right]}{365 \cdot 2} = 43.533 \cdot 1,2 \cdot \frac{\left[(0,5) \cdot [7] + (0,5) \cdot [9] \right]}{365 \cdot 2} = 572,49 \cong \mathbf{573 \text{ remolques.}}$$



❖ Superficie de almacenamiento requerida

A partir de la capacidad de almacenamiento, se puede definir la superficie de almacenamiento de la siguiente forma:

$$S_{almacenamiento,i} = \frac{N_{huellas,i}}{I_{huella,i}} = \frac{C_{almacenamiento,i}}{I_{huella,i} \cdot C_{huella,i}}$$

Siendo:

$$N_{huellas,i} : \text{Número de huellas o slots.} \quad N_{huellas,i} = \frac{C_{almacenamiento,i}}{C_{huella,i}}$$

Siendo:

$C_{huella,i}$: capacidad de almacenamiento unitaria por huella para el tráfico i . Es decir, elementos de transporte por huella. Para el caso de elementos de transporte como camiones completos, cuando la capacidad de almacenamiento requerida se exprese en número de dichas unidades o elementos, este parámetro coincide con el nivel medio de apilamiento, que en este caso será la unidad. Por ejemplo, 1 camión/huella.

$I_{huella,i}$: Índice de ocupación, definido por el número de huellas por unidad de área del tráfico i . Para su cálculo, se toman como superficies netas de cada huella las siguientes:

- Camiones completos, remolques y semirremolques: 16,0 x 3,00 m².

Sustituyendo los parámetros, se tiene:

$$S_{almacenamiento,camiones} = \frac{244}{1/16 \cdot 3} = \mathbf{11.712 \text{ m}^2 \text{ para camiones.}}$$

$$S_{almacenamiento,remolques} = \frac{573}{1/16 \cdot 3} = \mathbf{27.504 \text{ m}^2 \text{ para remolques.}}$$



2.1.5.3. Áreas de servicios auxiliares y complementarios

En estas áreas se desarrollan actividades que complementan la actividad de la instalación del atraque, favorecen su eficiencia en diferentes aspectos o suponen una actividad logística de valor añadido relacionada con el tráfico marítimo que se desarrolla en la misma. Estos servicios complementarios son, por ejemplo:

- Servicios administrativos y de control de las operaciones de la terminal.
- Servicios de inspección (aduaneros, sanitarios y fitosanitarios, de seguridad...).
- Servicios de mantenimiento o reparación de equipos de manipulación de elementos de transporte y/o de unidades de carga.
- Servicios generales (subestación eléctrica, servicios complementarios a los modos de transporte: zonas de descanso y aseo para conductores...).

No es imprescindible que formen parte de la instalación de atraque propiamente dicha, ni que estén anejas a la instalación de almacenamiento, pero sí puede ser conveniente. **Suele ser recomendable reservar entre un 30 y un 60% de la superficie de almacenamiento requerida para ésta área.**

Se verá más adelante la superficie destinada a servicios auxiliares y complementarios.

2.1.5.4. Definición de la anchura de la instalación de atraque

En el caso de los muelles, la anchura media (A_m), puede ser definida mediante la siguiente formulación:

$$A_m = A_0 + \frac{\sum S_{\text{almacenamiento}, i}}{L_a} = 30.50 + \frac{39.216}{(310 + 440)} = 87,23 \cong \mathbf{87 \text{ m}}$$

2.1.6. Accesos terrestres

Los accesos terrestres han de ser adecuados para que el intercambio entre los modos de transporte terrestre y marítimo pueda producirse y sea seguro y eficiente. Se puede aplicar la siguiente fórmula para su cálculo:

$$T = (625 \cdot C_{t \text{ import-export}, G}) \cdot 10^{-6}$$



Siendo $C_{t\ import-export, G}$ el volumen anual de mercancías de carga general convencional, manipulado en la instalación de atraque en régimen import-export (es decir, sin incluir el tránsito marítimo), expresado en toneladas.

Esta expresión permite determinar la previsión de tráfico en la vía principal de acceso o en cualquiera de los ramales secundarios.

Para ello, se realiza una aproximación volviendo a tomar como referencia el puerto de Barcelona:

4.3.6.1. Resumen del tráfico roll-on/roll-off

	Cabotaje	Exterior	Total
Mercancías embarcadas			
En contenedor	246.466	153.865	400.331
En otros medios	2.941.419	2.437.222	5.378.640
Total	3.187.885	2.591.087	5.778.971
Mercancías desembarcadas			
En contenedor	55.309	80.095	135.404
En otros medios	1.527.920	1.734.079	3.261.999
Total	1.583.229	1.814.173	3.397.403
Mercancía embarcadas+desembarcadas			
En contenedor	301.776	233.960	535.736
En otros medios	4.469.339	4.171.300	8.640.639
Total	4.771.114	4.405.260	9.176.374

4.3.6.2. Unidades de transporte intermodal (UTI) roll-on/roll-off

TIPO	Cabotaje			Exterior			Total		
	Embarcadas	Desembarcadas	Total	Embarcadas	Desembarcadas	Total	Embarcadas	Desembarcadas	Total
Plataformas					9	9			9
Camiones	55.517	54.250	109.767	26.387	21.261	47.648	81.904	75.511	157.415
Remolques	47.639	47.366	95.025	26.178	26.753	52.931	73.817	74.139	147.956
TOTAL	103.156	101.636	204.792	52.565	48.023	100.588	155.721	149.659	305.380

Figura B4 - 12: Tráfico RO-RO Puerto de Barcelona.
Fuente: Puertos del Estado.

BCN	CT
52.565+49.023	46.556+43.533
4.171.300	$C_{t\ import-export, G}$

$$C_{t\ import-export, G} = \frac{4.171.300 \cdot (46.556 + 43.533)}{(52.565 + 49.023)} = 3.812.052$$

$$T = (625 \cdot C_{t\ import-export, G}) \cdot 10^{-6} = (625 \cdot 3.812.052) \cdot 10^{-6} = 2.382 \frac{\text{vehículos}}{h}$$



1.12. Dimensionamiento en alzado

Para definir el alzado, han de concretarse las siguientes características:

- Nivel de coronación del atraque (n_c).
- Calado del atraque (h_a).
- Perfil longitudinal de tacones y rampas.
- Pendientes del área de operación y almacenamiento.

2.1.7. Nivel de coronación del atraque

Debe ser como mínimo el que permita su explotación eficiente y en condiciones seguras para la flota de buques y las operaciones portuarias previstas, con un determinado nivel de operatividad. Pueden incidir en el modo de parada operativa por las siguientes causas:

- Incompatibilidad con los equipos de carga y descarga del buque, así como no ajustarse a los requerimientos de explotación.
- Rebasabilidad de la coronación del atraque por las aguas exteriores.
- Inundación de la coronación de la instalación de atraque por los niveles freáticos en el trasdós.

Puede considerarse que el actual nivel de coronación no influye en la paralización de las operaciones de carga y descarga del buque, por las causas señaladas, puesto que no existen referencias de ello en el muelle seleccionado. Debe tenerse en cuenta que a los efectos de este apartado no se refiere a los niveles de coronación lado mar de los tacones y rampas necesarios para sistemas de manipulación de mercancías por medios rodantes, sino al nivel de coronación de la línea de atraque.

2.1.8. Calado del atraque

El calado del atraque ha de ser el mínimo para permitir la permanencia de todos los buques de la flota esperable en el atraque en las situaciones de carga previstas, con determinado nivel de operatividad. Se entiende por calado del atraque la distancia entre el nivel del fondo marino y el nivel inferior de la ventana de marea operativa adoptada para la permanencia de los buques en el atraque (nivel de referencia). A estos efectos, se entiende por ventana de marea operativa a la formada por los niveles superior e inferior de los niveles de las aguas exteriores



debidas a mareas y corrientes establecidos como umbrales de operatividad para la permanencia de la flota de buques esperable en el atraque.

El muelle seleccionado, con **más de 11 metros de calado (13,72 m) a lo largo de toda la línea de atraque, cumple** con las condiciones necesarias de manera óptima.

2.1.9. Perfil longitudinal de tacones y rampas

De acuerdo a lo establecido con respecto a posición y dimensionamiento en planta de tacones y rampas en lo que se refiere a:

- Niveles operativos que pueden alcanzar los portalones de los buques.
- La definición de las ventanas de marea operativas a adoptar.
- El tipo de tacón o rampa que debe utilizarse en función del rango de variación de los niveles superior e inferior de las aguas exteriores en la ventana de marea operativa existente.
- Los niveles de coronación necesarios de los bordes lado mar de los tacones y rampas.
- Los niveles de coronación de la línea de atraque.
- Las pendientes longitudinales requeridas para que puedan realizarse las operaciones de carga y descarga por rodadura con seguridad y eficiencia.

Estando el rango de niveles operativos que pueden alcanzar los portalones de los buques de la flota prevista en la terminal, entre 1,50 y 3,00 m por encima del nivel de las aguas exteriores, independientemente de la situación de carga (en general buques con $\Delta_{PC} \geq 10.000$ t), el perfil longitudinal estándar se recoge en la tabla siguiente:

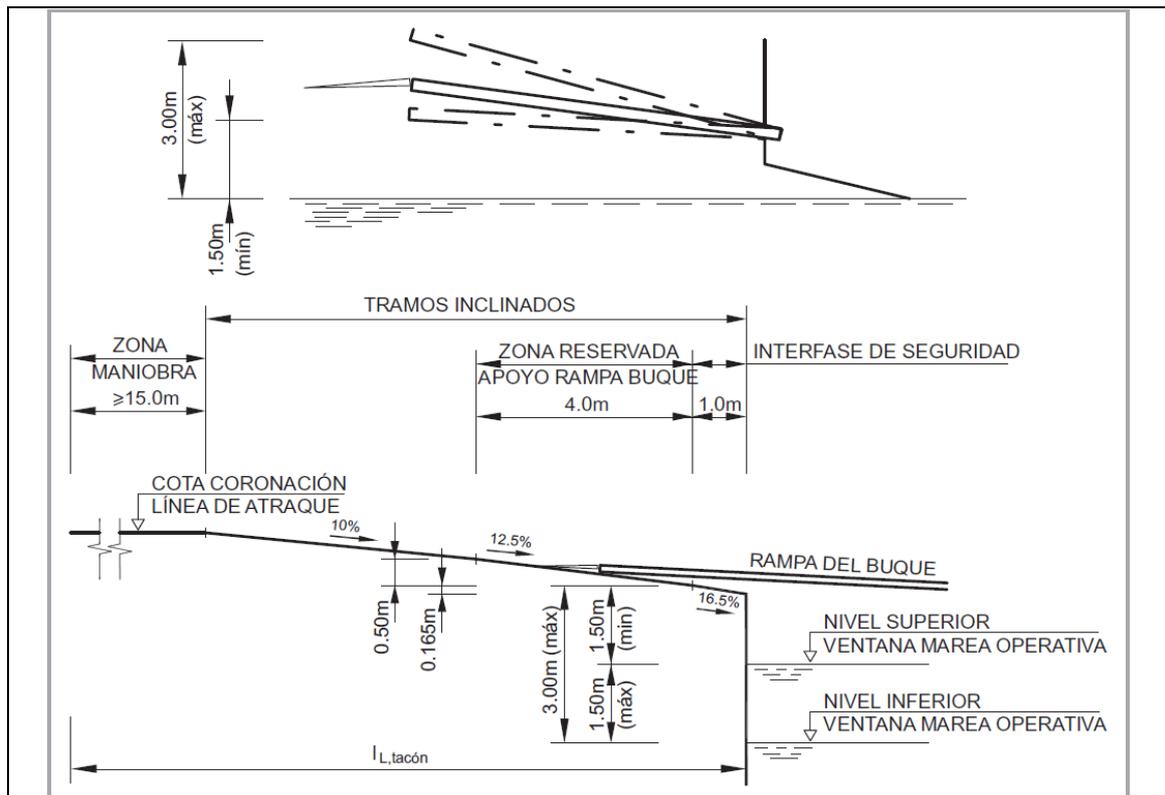


Figura B4 - 13: Tacón fijo. Perfil longitudinal estándar o indicativo de validez para buques con niveles operativos en sus portalones de proa o popa entre 1.50m y 3.00m por encima del nivel de aguas exteriores.

Fuente: ROM 2.0-11 de Puertos del Estado.



BLOQUE V - DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE INSPECCIÓN



1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS

Las condiciones y el nivel de servicio con que los Servicios de Inspección en Frontera (SIF) ejercen sus funciones en los puertos, constituyen uno de los factores que influyen directamente en la cadena de valor de los servicios portuarios.

Puede contribuir a la mejora de estas condiciones de servicio las infraestructuras e instalaciones en las que los SIF desempeñan sus cometidos de inspección y control de las mercancías, permitiéndoles prestar los servicios con la rapidez, nivel de calidad y eficacia que reclaman los agentes económicos.

Con el incremento del nivel de servicio en los últimos años las tareas de control e inspección de los SIF han adquirido una mayor importancia. Por razones de salud y seguridad nacional, los controles veterinarios y sanitarios sobre las mercancías son cada día más necesarios e importantes.

Las Autoridades Portuarias (AAPP) son responsables de las infraestructuras e instalaciones cumplan los requisitos mínimos exigidos por la normativa vigente. En este sentido, en varias ocasiones se ha podido constatar que dichos requerimientos o no están claramente establecidos o su interpretación no es unívoca. Incluso se han planteado requerimientos incompatibles entre sí. La propia Unión Europea no ha dictado requerimientos completos que cubran las necesidades que plantean todo tipo de productos.

Resulta imprescindible una gestión adecuada de todas las actividades implicadas en estas inspecciones. La mejora de la eficacia de las administraciones públicas implicadas pasa por una adecuada coordinación entre las mismas.

1.1. El proceso de despacho de una mercancía

En general, las mercancías objeto de transporte, antes de abandonar el puerto hacia su destino, deben ser despachadas por la Aduana.

La solicitud de despacho de la mercancía, tanto en exportación como en importación y tránsito, se presenta ante la aduana mediante el Documento Único Aduanero (DUA). En el caso



de importación y tránsito, debe presentarse también la Declaración Sumaria de Descarga y, en caso de exportación, previamente al DUA, el Manifiesto de Carga.

El procedimiento de presentación está concebido en forma de ventanilla única aduanera. El DUA se presenta ante la Aduana y el Manifiesto de Carga o Declaración Sumaria se presenta ante la Autoridad Portuaria que lo reenvía a la Aduana.

Los Servicios de Inspección en Frontera (SIF) engloban los servicios desarrollados por Organismos de la Administración General del Estado, consistentes en el control e inspección de los productos que se importan y exportan, con el fin de asegurar que reúnen adecuadas condiciones higiénico-sanitarias y de calidad comercial y seguridad industrial.

Cuando intervengan los SIF, el operador económico deberá presentar ante cada uno de los SIF, un Solicito de Inspección.

Terminados los controles de los SIF, éstos emiten Dictamen, que debe adjuntarse al DUA para que la aduana conceda el despacho, expida el levante y prosiga el transporte.

En todo este proceso, es necesario que los declarantes identifiquen las mercancías de acuerdo al código correspondiente según el TARIC.

TARIC es la Tarifa Integrada Comunitaria que recoge las medidas arancelarias aplicables y en vigor en el territorio aduanero de la Comunidad. Existe un listado del mismo, cuya nomenclatura se compone de cuatro columnas:

- *1 Columna de Codificación, que clasifica las mercancías mediante 10 dígitos:*
 - *Los 6 primeros corresponden al Sistema Armonizado (SA).*
 - *Los 2 siguientes a la Subpartida de la Nomenclatura Combinada (NC).*
 - *Los 2 últimos a la normativa relativa a suspensiones, contingentes, preferencias arancelarias y demás medidas de política comercial.*
- *2 Columna de Designación de las Mercancías, que describe las mismas siguiendo el sistema de guiones y estructura en árbol.*



- 3 Columna US Unidades Suplementarias, cuyo objetivo es recoger estadísticas sobre una característica adicional, distinta que el peso en Kg, de la mercancía que se trate.
- 4 Columna Observaciones, que recoge la existencia de las medidas aplicables a la Importación y/o Exportación (por ejemplo, la intervención de Servicios de Inspección en Frontera).

1.2. Proceso de control e inspección.

Cuando una mercancía es objeto de inspección por parte de un SIF, la misma se produce en varias fases:

1.2.1. FASE 01 - Presentación del Solicito de Inspección

Una vez el operador económico presenta el Solicito de Inspección a los SIF correspondientes, éstos deciden el tipo de inspección de entre tres posibles:

- Documental
- De identidad
- Física

Si alguno de los SIF precisa de inspección física o de identidad, se requiere que la Aduana emita una autorización denominada C-5 (actuaciones previas al despacho).

Las comunicaciones entre operadores económicos y el resto de los organismos se pueden realizar telemáticamente.

1.2.2. FASE 02 Control e Inspección de la mercancía por los SIF correspondientes

Si la inspección es documental, el inspector analiza la documentación en su despacho.

Para inspecciones de identidad o físicas, el operador económico debe posicionar la mercancía en las Instalaciones de Inspección. El lugar y la hora de inspección se gestionarán con la



Autoridad Portuaria o con la entidad privada a la que se haya subcontratado la inspección, Esta entidad es conocida como Entidad Gestora.

Tras esto se producen las actividades siguientes:

- El camión o contenedor se posiciona en la boca del muelle de descarga que le ha sido indicado.
- Los operarios abren el camión o contenedor y, tal y como el inspector indique, proceden a descargar parcial o totalmente la mercancía para depositarla en la zona de operaciones.
- El inspector analiza la documentación, comprueba la mercancía y, si procede, toma muestras que analiza en la sala de inspección. Puede ser necesario un laboratorio exterior homologado en el caso de algunos análisis más complejos.
- La mercancía es cargada de nuevo y se retira de la boca del muelle a espera de Dictamen.

En ocasiones el inspector se traslada al muelle portuario para realizar la inspección.

1.2.3. FASE 03 Emisión del Dictamen por los SIF correspondientes

Tras los análisis, el personal inspector del SIF toma la decisión sobre la admisión o rechazo de la mercancía, emitiendo Dictamen, que se entrega al operador económico (puede realizarse la entrega por vía telemática).

Si la mercancía es admitida, puede continuar el proceso de despacho. Si es inmovilizada o rechazada, se pone en marcha un proceso específico para cada caso (destrucción, reexpedición o subsanación).

En definitiva, las entidades y organismos que intervienen en este proceso desde el punto de vista higiénico-sanitario y de calidad comercial y seguridad industrial, son:



- Aduana. Por parte de la Administración Tributaria del Ministerio de Hacienda, encargándose del control aduanero y del pago de aranceles e impuestos, en los casos de compra y venta de productos de países terceros a la Unión Europea.
- Autoridades Portuarias. Responsable en este ámbito de dotar al puerto en cuestión de las diferentes instalaciones de inspección que sean precisas y de ocuparse de gestionar la operativa de las mismas.
- Entidad gestora de la instalación de inspección. Contratada por la Autoridad Portuaria para gestionar las instalaciones de control e inspección de mercancías.
- Operadores Económicos (o Declarantes). Representa legalmente las mercancías durante las actividades reguladas por la legislación aduanera. Un Operador Económico Autorizado puede ser definido como un operador económico de confianza para las operaciones aduaneras y que, en consecuencia, puede disfrutar de ventajas en toda la Unión Europea.
- Servicios de Inspección en Frontera (SIF). Controlan e inspeccionan los productos que se importan o exportan, para asegurar mínimas condiciones higiénico-sanitarias y de calidad comercial y seguridad industrial.

El proceso descrito puede ser representado esquemáticamente de la siguiente manera:

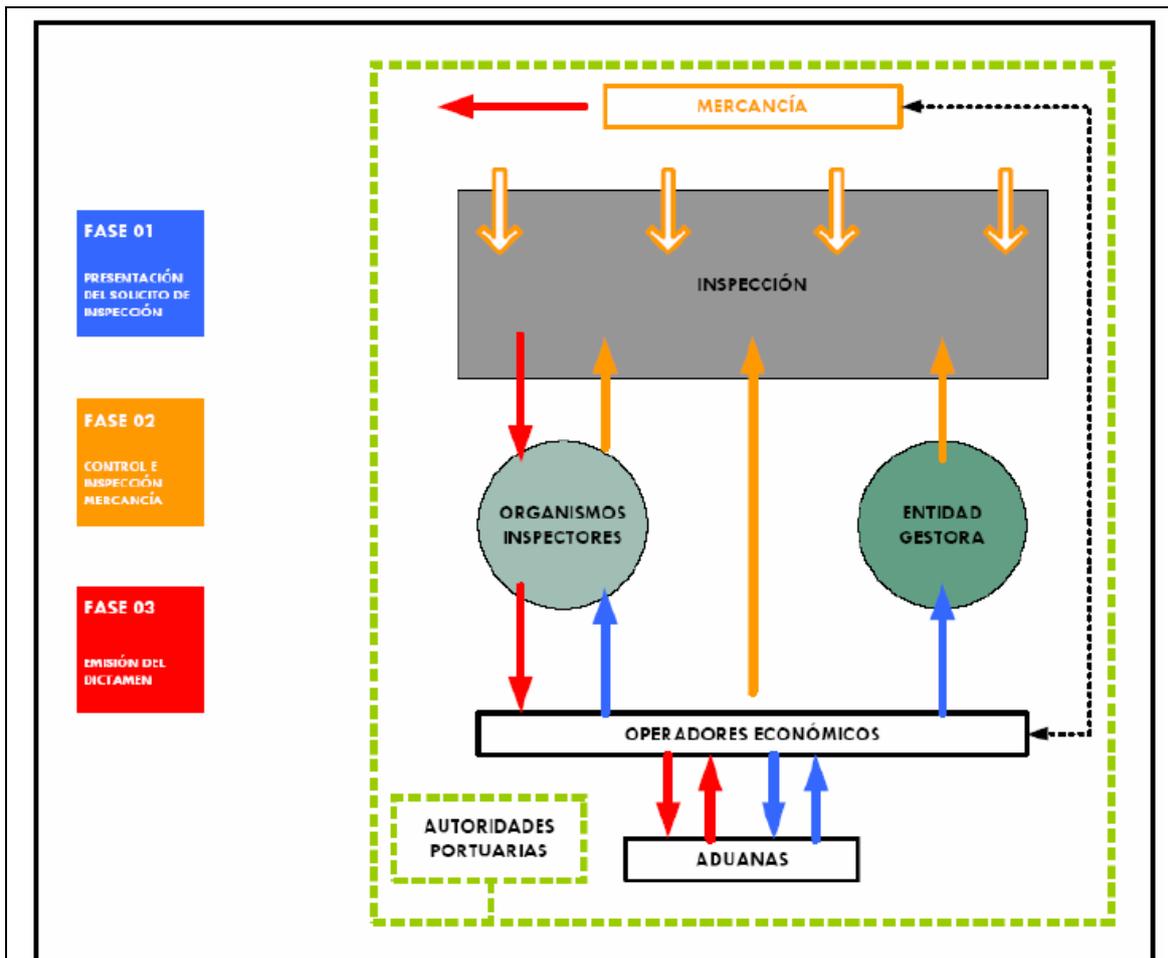


Figura B5 - 1: Esquema proceso servicios SIF.

Fuente: Puertos del Estado.

2. ORGANISMOS OFICIALES DE INSPECCIÓN

Son básicamente cuatro, cada uno con sus propias competencias, e interviene, sobre determinadas categorías de productos:

- **Sanidad Exterior.** Encargada del control y vigilancia de los productos destinados al uso y consumo humano que proceden de países terceros, Depende funcionalmente de la Dirección General de Salud Pública, Ministerio de Sanidad y Consumo.



- **Farmacia y Productos Sanitarios.** Conocida también como la Inspección de Farmacia, determina controles sobre productos cosméticos y sanitarios, con el fin de autorizar la entrada de productos hemoderivados y de medicamentos. Depende de la Dirección General de Farmacia y Productos Sanitarios del Ministerio de Sanidad y Consumo. En la práctica, las inspecciones son desarrolladas por las mismas personas que las de Sanidad Exterior.
- **Sanidad Animal.** Dedicada a la inspección de animales vivos, medicamentos para animales, y de productos de origen animal no destinados a consumo humano. Depende de la Dirección General de Recursos Agrícola y Ganaderos del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- **Sanidad Vegetal.** Que realiza la inspección y control fitosanitario, y la expedición de certificados fitosanitarios de exportación y autorizaciones de introducción de vegetales y productos vegetales. Depende de la Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- **SOIVRE** – Servicio Oficial de Inspección, Vigilancia y regulación de las Exportaciones. Depende de la Secretaría general de Comercio Exterior del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Se encarga del control de calidad comercial y seguridad industrial de una serie de productos objeto de comercio exterior, incluido el intracomunitario, tanto en importación como en exportación. También coordina los controles de conformidad con las normas de comercialización en el sector de frutas y hortalizas frescas, y tiene actuaciones como autoridad administrativa principal y de control, inspección y certificación del Convenio sobre el comercio Internacional de Especies amenazadas de Fauna y flora Silvestre (CITES).

2.1. Categorías de productos.

La categorización principal de mercancías depende de su origen y destino posterior. Son distinguidas las siguientes:

- Productos de Origen Animal:
 - ✓ Consumo Humano
 - ✓ Consumo No Humano
 - ✓ Animales Vivos
- Productos de Origen No Animal:



- ✓ Consumo Humano
- ✓ Consumo No Humano
- Productos de Origen No Animal, productos sometidos a normas fitosanitarias específicas (Origen Vegetal):
 - ✓ Consumo Humano
 - ✓ Consumo No Humano
- Productos sometidos a especiales medidas de protección:
 - ✓ Productos alimenticios de países determinados en los que se han superado regularmente niveles máximos de determinados contaminantes, como aflatoxinas.

Por cuestiones prácticas se utilizan siglas para referirse a estos productos, las cuales figuran en el TARIC. En lo sucesivo, son adoptadas las siguientes:

▪ Productos de Origen Animal Consumo Humano	POACH
▪ Productos de Origen Animal Consumo No Humano	POACNH
▪ Animales Vivos	AV
▪ Productos de Origen No Animal Consumo Humano	PONACH
▪ Productos de Origen No Animal Consumo No Humano	PONACNH
▪ Productos de Origen Vegetal Consumo Humano	POVCH
▪ Productos de Origen Vegetal Consumo No Humano	POVCNH
▪ Productos sometidos a especiales medida de protección	PSEMP

Existen otras categorizaciones secundarias que limitan las inspecciones en instalaciones, por ejemplo:

- Según requisitos de temperatura.
 - Sin requisitos de temperatura NT
 - Congelados-Refrigerados T
 - Congelados T-FR
 - Refrigerados T-CH
- Animales vivos.
 - Ungulados U



- Équidos E
- Otros O

2.2. Instalaciones fronterizas de control de mercancías

En función del tipo de producto que en ellas se inspecciona, existen cuatro tipos de homologaciones distintas para las IFCM:

- PIF – Puesto de Inspección Fronterizo

Para inspección de animales vivos y productos de origen animal, consumo humano y no consumo humano. También inspeccionan productos de origen no animal para consumo animal.

- RAH – Recinto Aduanero Habilitado

Para inspección de productos de origen no animal consumo humano.

- PIF-fito – Puesto de Inspección Fronterizo Fitosanitario

Para inspección de productos de origen vegetal, consumo humano y no consumo humano.

- PDI – Punto Designado de Importación

Para inspección de productos sometidos a especiales medidas de protección.

En el siguiente esquema se aprecian las relaciones entre cada uno de los conceptos explicados anteriormente:

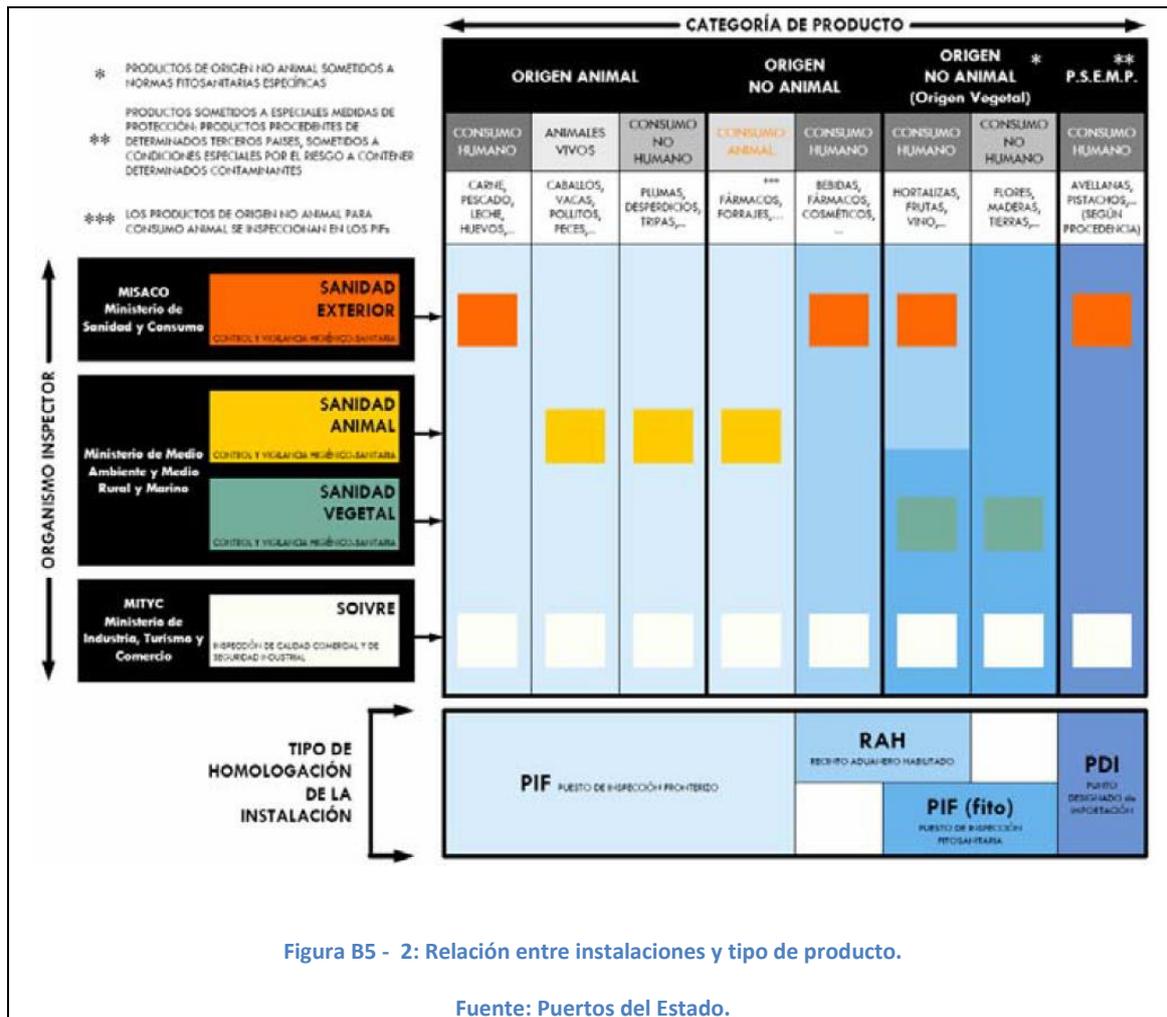
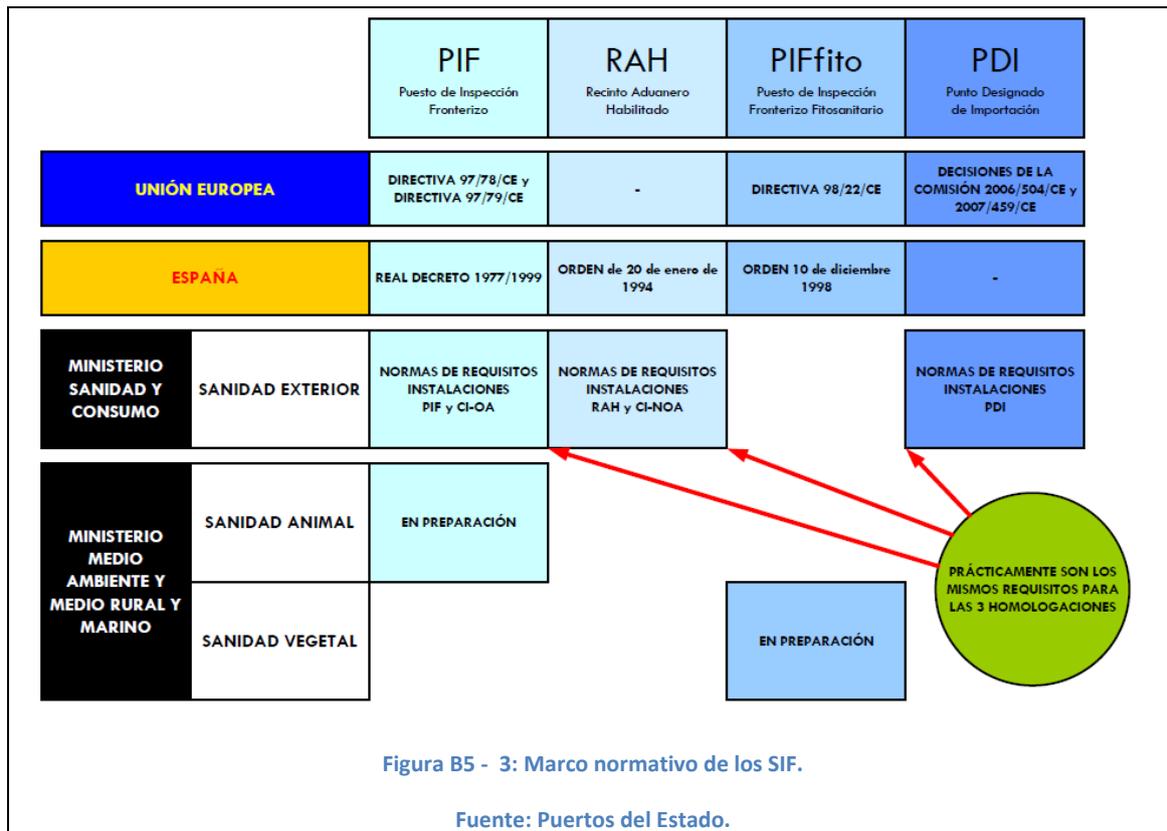


Figura B5 - 2: Relación entre instalaciones y tipo de producto.

Fuente: Puertos del Estado.

En consecuencia, un mismo edificio puede estar preparado para una o varias homologaciones a la vez. Para ello deberá cumplir con los requisitos contemplados en la normativa de aplicación de cada homologación. Los PIF y los PDI se homologan de acuerdo con la legislación europea específica y la normativa de aplicación nacional. Para los RAH y los PIF-fito se aplica la normativa nacional.

El marco normativo para instalaciones de inspección se muestra en el siguiente esquema:



2.3. Puesto de control fronterizo – PIF

2.3.1. Definiciones

Para garantizar la salud pública, la Unión Europea considera que debe aplicarse un régimen de control único, en todos sus países miembros, para los productos de origen animal. Se rigen por unas normas y unos principios comunes recogidos por la normativa europea.

En la Directiva 97/78/CE de 18 de diciembre de 1997, se define Puesto de Inspección Fronterizo (PIF) como una instalación, autorizada por la Comisión Europea, para el control veterinario en frontera de productos y subproductos de origen animal, incluidos los animales vivos, y de algunos productos vegetales que, debido a su destino posterior, pueden representar riesgos de propagación de enfermedades infecciosas o contagiosas para animales.



2.3.2. Centros de inspección adicionales

Si las condiciones geográficas o la dimensión de los sitios fronterizos lo justifican, la normativa permite que los PIF puedan dividirse en varios centros de inspección sin exigir la duplicación de aquellas instalaciones o equipos comunes al puesto. Entonces, Centro de Inspección de productos de Origen Animal (CI-OA), es la instalación adicional, dependiente de un PIF, para el control veterinario en frontera de productos de origen animal.

Las condiciones que han de reunir estos centros de inspección adicionales son:

- Estar ubicados en la misma zona o recinto aduanero que el puesto de inspección fronterizo.
- Estar a una distancia operativa razonable de la oficina central y estar claramente bajo la supervisión del veterinario oficial.

Los animales vivos siempre se inspeccionan en unas instalaciones especiales aisladas constituyendo, normalmente, un Centro de Inspección Asociado.

En ocasiones se homologan instalaciones dentro de concesiones portuarias que son centros de inspección asociados a un PIF.

2.3.3. Lista de Puestos de Inspección Fronterizos

La Comisión Europea mantiene una relación de PIF autorizados que actualiza periódicamente.

2.3.4. Aprobación del proyecto de construcción y homologación

No siendo recomendable remitir un proyecto ejecutivo finalizado, bastará con un anteproyecto que contenga la siguiente documentación:

- Documentación gráfica:
 - Planos de situación y emplazamiento dentro del recinto portuario donde estará ubicada la instalación.
 - Delimitación aduanera del recinto.



- Plano de distribución de los distintos locales necesarios para la instalación indicando superficies y volúmenes, en especial de cámaras de temperatura controlada y despachos.
- Planos indicativos de los flujos de mercancía y de personas, separando zonas sucias de las limpias, y los filtros de higiene de paso de unas zonas a otras.
- Cronograma de las obras.
- Programa de limpieza desratización y desinfección de las instalaciones

Una vez aprobada esta documentación por los Ministerios, éstos la envían a la Oficina Veterinaria y Alimentaria (OAV) de la Unión Europea para obtener la aprobación final. Una vez construido es precisa la visita de técnicos de la OAV. Si la OAV está conforme, da su homologación. Paralelamente el MAP debe asegurar la dotación de los medios humanos y materiales sin los cuales la OAV nunca autorizará el inicio de la actividad.

Finalmente, el nuevo PIF es incluido en la lista de PIF autorizados y después publicado en el DOCE.

2.3.5. Condiciones y requisitos de los PIF

Han de ser fijadas las condiciones y requisitos del PIF, según el Pliego de Condiciones para Instalaciones de la Norma de Requisitos NR-I/001 (PIF y CI-OA) redactada por el Ministerio de Sanidad y Consumo.

Se establecen en la normativa las condiciones de homologación referidas a:

- Personal de control veterinario.
- Infraestructura e instalaciones.
- Infraestructuras externas a disposición del PIF (para la transformación y/o eliminación de las partidas rechazadas).
- Equipamiento.
- Control de las condiciones higiénico-sanitarias.
- Documentación/base de datos de control veterinario.



Este proyecto se centrará en los puntos referentes a *Infraestructuras e instalaciones y Control de las condiciones higiénico-sanitarias*.

2.4. Puntos designados de importación - PDI

2.4.1. Definiciones

Con el fin de garantizar la salud pública, la Unión Europea considera que, con algunos productos alimenticios de países terceros, son necesarias medidas de control especiales adicionales para su importación.

Para estos productos alimenticios, se exige que la importación y la inspección sanitaria, sólo pueda ser realizada a través de los Puntos Designados de Importación (PDI).

El Punto Designado de Importación puede ser definido como la instalación autorizada por la normativa específica comunitaria, utilizada para el control sanitario en frontera de productos sometidos a medida especiales de protección.

Podrán estar autorizados para la inspección de todos los productos o solamente para determinados controles. Las autorizaciones que puede tener un PDI son:

- Frutos secos.
- Alimentos irradiados.
- Control de 3-MCPD.
- Control de PPP.
- Control de SUDÁN.

2.4.2. Listado de puntos designados de importación

La Comisión Europea mantiene una relación de PDI autorizados que actualiza periódicamente.



2.4.3. Aprobación del proyecto de construcción del PDI y homologación

No siendo recomendable la entrega de un proyecto ejecutivo finalizado, bastará con un anteproyecto que contenga:

- Documentación gráfica:
 - Planos de situación y emplazamiento dentro del recinto portuario donde estará la instalación ubicada.
 - Delimitación aduanera del recinto.
 - Plano de distribución de los distintos locales necesarios para la instalación indicando superficies y volúmenes, en especial de cámaras de temperatura controlada y despachos.
 - Planos indicativos de los flujos de mercancía y de personas, separando zonas sucias de las limpias, y los filtros de higiene de paso de unas zonas a otras.
- Cronograma de las obras.
- Programa de limpieza, desratización y desinfección de las instalaciones.

2.4.4. Condiciones y requisitos de los PDI

Según el Pliego de Condiciones para Instalaciones de la Norma de Requisitos NR-I/003 (PDI) redactada por el Ministerio de Sanidad y Consumo, para la homologación son necesarias las siguientes condiciones:

- Personal de control veterinario.
- Infraestructuras e instalaciones.
- Equipamiento.
- Control de las condiciones higiénico-sanitarias.
- Documentación/base de datos de control sanitario.

Este proyecto se centrará en los puntos referentes a *Infraestructuras e instalaciones* y *Control de las condiciones higiénico-sanitarias*.



2.5. Recintos aduaneros habilitados – RAH

2.5.1. Definición

Recinto Aduanero Habilitado – RAH es definido como una instalación autorizada por el Ministerio de Sanidad y Consumo, para el control oficial en frontera de productos de origen no animal, destinados a uso y consumo humano procedentes de países terceros.

Pueden también configurarse como Centro de Inspección Asociado de Productos de Origen No Animal (CI-NOA), como una instalación adicional, dependiente de un RAH.

Dentro de estos productos pueden distinguirse los que son de origen vegetal. Éstos son inspeccionados además de por Sanidad Exterior, por Sanidad Vegetal, quien denomina las instalaciones para inspeccionar estos productos como puesto de inspección fronterizo fitosanitario (PIF-fito). Es decir, la instalación donde se inspeccionan los productos de origen vegetal consumo humano, se denomina de RAH por parte de Sanidad Exterior y PIF-fito por parte de Sanidad Vegetal.

2.5.2. Aprobación del proyecto de construcción de un RAH y homologación

En este caso el único Ministerio interviniente es el de Sanidad y Consumo (Sanidad Exterior).

No es recomendable remitir un proyecto ejecutivo finalizado. Basta con un anteproyecto que contenga la siguiente documentación:

- Documentación gráfica:
 - Planos de situación y emplazamiento dentro del recinto portuario donde estará la instalación ubicada.
 - Delimitación aduanera del recinto.
 - Plano de distribución de los distintos locales necesarios para la instalación indicando superficies y volúmenes, en especial de cámaras de temperatura controlada y despachos.
 - Planos indicativos de los flujos de mercancía y de personas, separando zonas sucias de las limpias, y los filtros de higiene de paso de unas zonas a otras.



- Cronograma de las obras.
- Programa de limpieza, desratización y desinfección de las instalaciones.

2.5.3. Condiciones y requisitos de los RAH

Son fijados según el Pliego de Condiciones para Instalaciones de la Norma de Requisitos NR-I/002 (RAH y CI-NOA) redactada por el Ministerio de Sanidad y Consumo.

Se distinguen condiciones de homologación referidas a:

- Personal de control sanitario.
- Infraestructuras e instalaciones.
- Equipamiento.
- Control de las condiciones higiénico-sanitarias.
- Documentación/base de datos de control sanitario.

Este proyecto se centrará en los puntos referentes a *Infraestructuras e instalaciones y Control de las condiciones higiénico-sanitarias*.

2.6. Puesto de inspección fitosanitario – PIF-FITO

2.6.1. Definición

Las instalaciones son homologadas por el Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Sanidad Vegetal), con el objetivo de evitar la introducción o propagación de elementos nocivos para los vegetales y productos vegetales.

2.6.2. Aprobación del proyecto de construcción de un PIF-FITO y homologación

No es recomendable remitir un proyecto ejecutivo finalizado. Basta con un anteproyecto que contenga la siguiente documentación:



- Documentación gráfica:
 - Planos de situación y emplazamiento dentro del recinto portuario donde estará la instalación ubicada.
 - Delimitación aduanera del recinto.
 - Plano de distribución de los distintos locales necesarios para la instalación indicando superficies y volúmenes, en especial de cámaras de temperatura controlada y despachos.
 - Planos indicativos de los flujos de mercancía y de personas, separando zonas sucias de las limpias, y los filtros de higiene de paso de unas zonas a otras.
- Cronograma de las obras.
- Programa de limpieza, desratización y desinfección de las instalaciones.

2.6.3. Condiciones y requisitos de los PIF-FITO

Hasta el momento Sanidad Vegetal no ha establecido requisitos específicos, salvo las indicaciones de la Directiva 98/22/CE que indican:

“Por lo que se refiere a las instalaciones de inspección:

- *unas adecuadas zonas para la inspección, si procede,*
- *una iluminación adecuada,*
- *una o varias mesas de inspección.”*

3. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

3.1. Locales de la instalación de inspección.

Tras un análisis de las condiciones requeridas por la normativa para cada homologación (PIF, RAH, PIF-fito Y PDI), se concluye que las cuatro exigen Instalaciones de Inspección con una misma estructura general en la que se distinguen 3 zonas:

- Zona de operaciones.

Son los lugares donde se descarga y se inspecciona la mercancía y donde se toman muestras para realizar las pruebas pertinentes en la sala de inspección o en el laboratorio. Pueden ser interiores o exteriores dependiendo del tipo de productos que se inspecciona.



- Locales de servicios a las operaciones.

Adyacentes a la zona de operaciones son *locales de servicios a la inspección* tales como salas de inspección y vestuarios, y *locales de servicios a la descarga*, como cuartos de limpieza y cuartos para maquinaria.

- Oficinas y locales administrativos.

El tamaño va en función del número de inspectores, considerando también a los ayudantes de inspección, salas de reuniones, archivo o áreas para el personal administrativo y aseos.

Son éstos los locales necesarios para que el edificio se considere una Instalación de Inspección, debiendo ser previstos otros tipos de locales auxiliares para instalaciones generales, como condensadores frigoríficos, cuadros eléctricos, depósitos de agua o cuartos de servidores.

Entonces, añadiendo las zonas operacionales a la figura ya vista acerca de la operativa de una inspección, queda tal que:

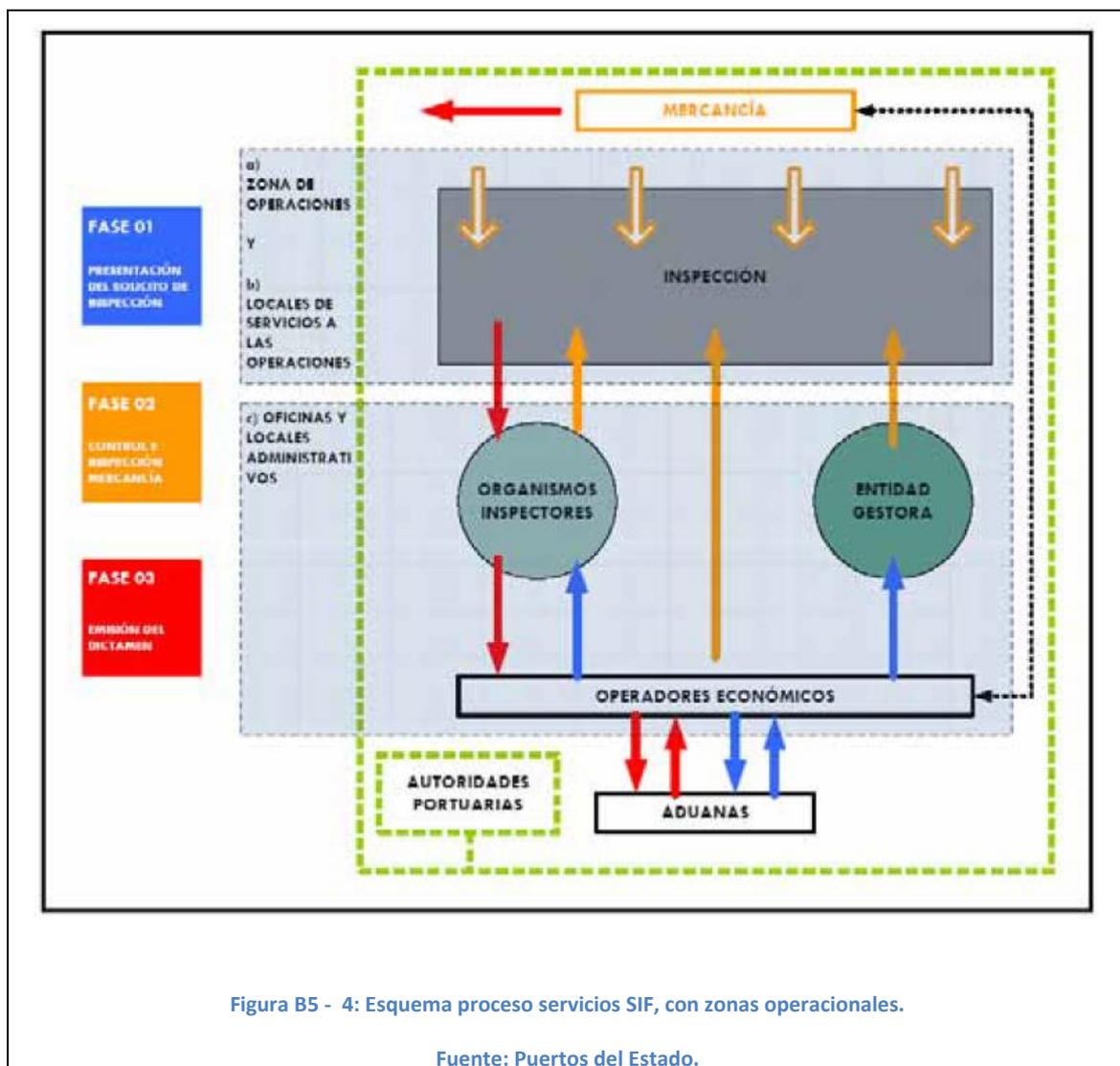


Figura B5 - 4: Esquema proceso servicios SIF, con zonas operacionales.

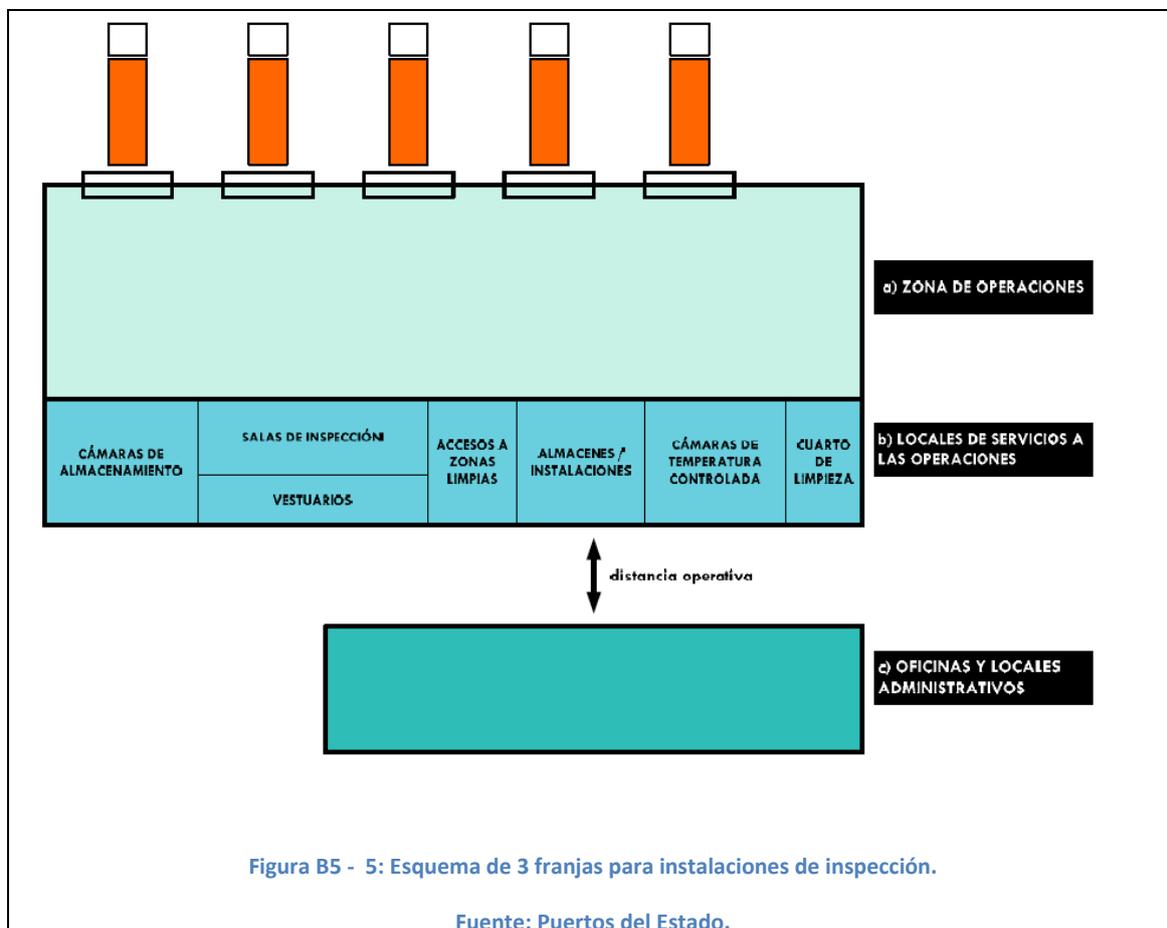
Fuente: Puertos del Estado.

- ✓ Fase 01 – Presentación del solicitud de inspección y Fase 03 – Emisión de dictamen, se realizarán en c) Oficinas y locales administrativos.
- ✓ Fase 02 – Control e inspección de la mercancía, se realiza en a) Zona de Operaciones y en b) Locales de servicios a las operaciones.

3.2. Pautas de diseño. Esquema general.

La experiencia práctica indica que el esquema general más adecuado para plantear el diseño de la Instalación de Inspección es el de 3 franjas. Una para la zona de operaciones, otra para los locales de servicios a las operaciones y una tercera para las oficinas y locales administrativos.

La zona de operaciones y los locales de servicios a las operaciones deben estar adyacentes. La zona de oficinas y locales administrativos, puede estarlo o no, aunque se situará a una distancia operativa.





a) Zona de operaciones.

Son los lugares donde se descarga y se inspecciona la mercancía y donde se toman muestras para las pruebas en la sala de inspección o laboratorio.

Usualmente son interiores, pero existen exteriores y locales especiales para la inspección de animales vivos.

En las interiores se inspeccionan aquellos productos que exigen que no se rompa la cadena de temperatura a la que son transportados, debiendo ser las paredes y techos revestidos mediante paneles frigoríficos y tener equipos climatizadores para garantizar una temperatura adecuada.

Si los productos no tienen requisitos de temperatura se pueden inspeccionar en zonas de operaciones exteriores. Entre ellas se pueden distinguir las que requieren cubierta y las que no.

En ocasiones incluso se puede inspeccionar el producto en el mismo muelle portuario.

En el caso de locales especiales para animales vivos, se inspeccionan en locales independientes a los del resto de productos y especialmente dotados para el manejo de los animales correspondientes.

b) Locales de servicios a las operaciones.

Adyacentes a la zona de operaciones, son locales que darán servicio a la operación de descarga como cuartos de instalaciones o cuartos de limpieza y locales de servicio a la propia inspección como salas de inspección, cámaras de almacenamiento y vestuarios. Deben estar conectados directamente con la zona de operaciones.

Contará con los siguientes locales y espacios:

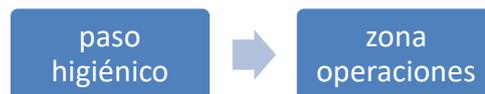
- ✓ Salas de Inspección, donde se someten a pruebas los productos objeto de inspección física.
- ✓ Cámaras de almacenamiento, asegurando que no se rompe la cadena de temperatura a la que se transporta cada mercancía. Según el tipo de producto, serán necesarias cámaras de congelación, de refrigeración o de temperatura ambiente. A estas cámaras se accederá en todo caso siempre y exclusivamente desde la zona de operaciones.
- ✓ Servicios / vestuarios de uso exclusivo. En instalaciones en las que la gestión esté subcontratada, también serán necesarios otros vestuarios para el personal de la Entidad Gestora encargado de la descarga y movimiento de las mercancías.

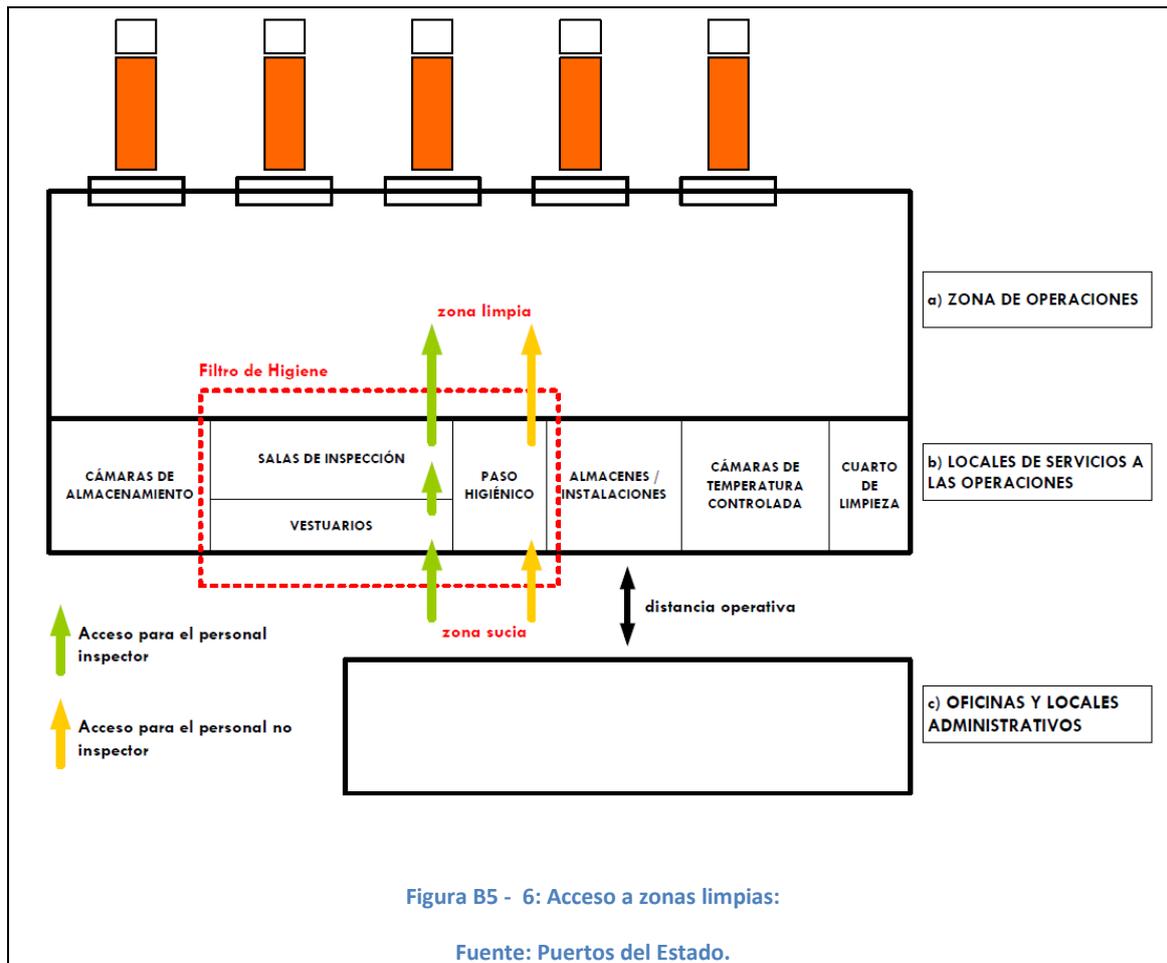


- ✓ Otros locales para cuarto de limpiezas, sala de baterías para la carga de carretillas transportadoras y almacén para utensilios de trabajo en la zona de operaciones.
- ✓ Zonas de acceso a zonas limpias: Filtro de higiene. Las zonas donde se manipulan físicamente las mercancías son “zonas limpias” y el resto son “zonas sucias”. Es un requisito principal que la contaminación no entre a las zonas limpias. Éste es el llamado Filtro de higiene y supone que el acceso a la zona de operaciones siempre se hará de manera controlada y de acuerdo a la siguiente secuencia:
 - Acceso del personal inspector a la zona de operaciones por un paso exclusivo tal que a la zona de operaciones siempre acceda a través de la sala de inspección y a la sala de inspección siempre acceda a través de sus vestuarios.



- Personal no inspector accederá a la zona de operaciones siempre por un “paso higiénico” (local dotado de lavabo de accionamiento no manual).

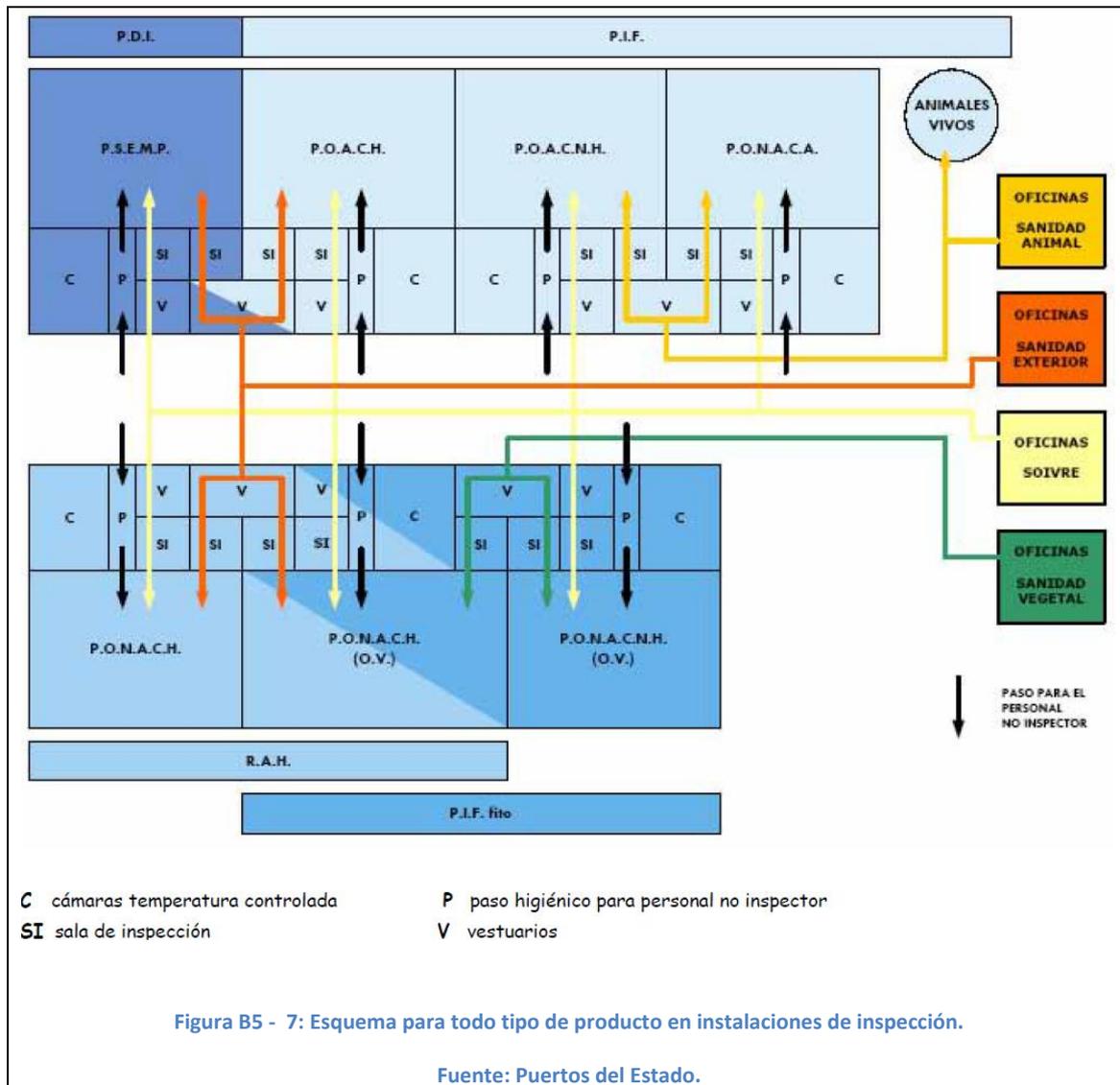




c) Oficinas y locales administrativos.

En función del número de inspectores y administrativos se dimensionará la zona de oficinas. Es posible que una determinada instalación de inspección tan sólo necesite un espacio para cada organismo inspector. Los locales cumplirán con el Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

En resumen, una Instalación de Inspección para todo tipo de categorías de productos, esquemáticamente tendría el siguiente diseño:



La normativa establece que los productos de diferente categoría, tanto por su origen (animal o no animal) como por su consumo (humano o no humano), deben inspeccionarse en locales separados, evitando posible contaminación cruzada.

Cada producto de distinta categoría tiene su propia zona de operaciones, sus cámaras de temperatura controlada, sus salas de inspección y sus accesos para el personal inspector y para el personal no inspector.

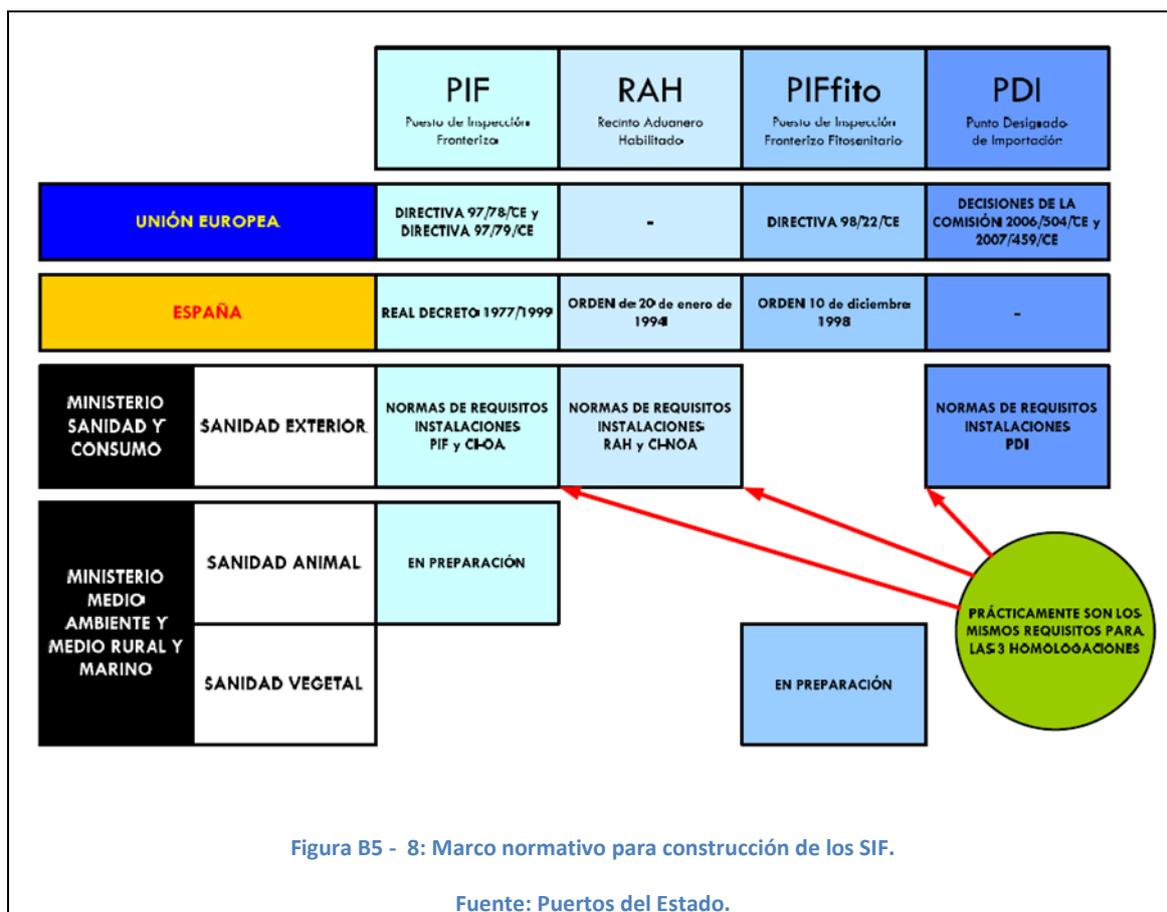
Se consideran los siguientes criterios: una sala de inspección por categoría de producto y por SIF, y un vestuario por SIF. Por otro lado, se han ordenado las zonas de operaciones de manera que se optimicen los recorridos y se minimicen los locales necesarios.

El objeto del esquema es conseguir la obtención de las 4 homologaciones posibles: PIF, RAH, PDI y PIF-fito.

3.3. Consideraciones constructivas de la sala de inspección

3.3.1. Marco normativo

Para una visión clara del marco normativo a la hora de la construcción de la sala de Inspección, se presenta el siguiente esquema:



También habrán de cumplir con cualquier otra normativa que le sea de aplicación en cuanto a edificación (Ordenanzas Municipales, Planes Especiales de los puertos, Código Técnico de



Edificación, normativas de Accesibilidad, o Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo).

3.3.2. **Requerimientos constructivos de la Instalación de Inspección**

Los requisitos marcados son básicamente los mismos, por lo que no se hará distinción entre las diferentes homologaciones, pero sí se especificará cualquier requerimiento exclusivo de alguna de ellas. Las condiciones son agrupadas según las siguientes áreas:

- Entorno / condiciones exteriores de las instalaciones.
- Zonas de operaciones.
- Locales de servicios a las operaciones.
 - Cámaras de temperatura controlada
 - Salas de inspección
 - Aseos / vestuarios
 - Accesos a zonas limpias
- Locales administrativos.

3.3.2.1. *Entorno / condiciones exteriores de las instalaciones*

Las Referencias Normativas de aplicación son:

- La instalación de inspección se encontrará en la zona del perímetro portuario. El acceso a esta zona aduanera deberá estar controlado.
- Cuando una instalación de inspección se divida en varios centros asociados, éstos deberán:
 - Estar ubicados en la misma zona aduanera que la instalación de inspección al que se encuentren adscritos.
 - Estar ubicados a una distancia operativa razonable de la oficina central designada de la instalación de inspección y estar claramente bajo la supervisión del Organismo Inspector.
- La instalación debe estar localizada en un lugar idóneo desde el punto de vista higiénico, para el control de alimentos destinados al consumo humano. Se encontrará lo suficientemente aislada de otras industrias susceptibles de producir contaminación.



- El diseño y mantenimiento de las estructuras y materiales utilizados en la construcción de fachadas y tejados de los edificios será tal, que éstos se mantengan en condiciones adecuadas de seguridad y salubridad.
- El perímetro exterior de la instalación de inspección y las vías de comunicación estarán adecuadamente pavimentados y provistos de drenajes suficientes.
- El ajuste de cierre de las puertas al exterior, mecanismos de acceso, aberturas, etc. a la instalación de inspección o a los centros asociados, será tal que mantendrá unas adecuadas condiciones de estanqueidad.
- Deberá existir un rótulo de identificación corporativa de la instalación de inspección.

Comentarios:

- ✓ Utilizar una zona común (no concesionada) del puerto, es por experiencia práctica recomendable.
- ✓ Se proveerá de aparcamientos para camiones en las inmediaciones de la instalación, así como aparcamientos para personal empleado de la instalación.
- ✓ Se facilitará la maniobra marcha atrás de los camiones para su posicionamiento en el muelle de descarga.
- ✓ Se dotará a la instalación de una rampa para acceso de carretillas transportadoras.
- ✓ La zona de operaciones estará elevada respecto la cota de la plataforma portuaria para permitir la descarga de los contenedores y camiones. El resto de los locales se adaptará a esta cota para evitar cambios de nivel en la actividad interior del edificio.

3.3.2.2. Zonas de operaciones

Las Referencias Normativas de aplicación son:

- Se dispondrá de una zona de descarga aislada de dimensiones suficientes, permitiendo la descarga completa de contenedores.
- La temperatura podrá ser controlada en zonas autorizadas para productos refrigerados o congelados.
- El ajuste de cierre de puertas de exterior, mecanismos de acceso, aberturas, etc. a la instalación de inspección, permitirá mantener las condiciones adecuadas de



estanqueidad. Los muelles de carga y descarga estarán protegidos de posibles contaminaciones ambientales (polvo, lluvia), o entradas de vectores.

- Para instalación de PDI se delimitará una parte de la zona de descarga, suficientemente amplia, como zona de muestras, estando la zona de descarga protegida de la luz solar.
- En instalaciones en las que se inspeccionen productos de distinta categoría, no existirá ningún punto del circuito recepción-inspección-almacenamiento, donde se crucen o exista la posibilidad de contaminación de productos de distinta categoría. Especialmente los productos destinados al consumo humano y los no destinados al consumo humano deben manipularse en zonas de operaciones, salas de inspección e instalaciones de almacenamiento distintas.

Comentarios:

- ✓ En el caso de utilizar las mismas instalaciones para productos de categorías diferentes, las zonas de operaciones serán independientes para cada categoría de producto, diferenciadas tanto por su origen (animal, no animal...) como por su posterior consumo (humano y no humano).
- ✓ La temperatura en las zonas de operaciones debe estar comprendida entre 10 y 12 grados. Los equipos generadores de frío estarán en zona de fácil acceso para reparación y mantenimiento y sin afectar a zonas limpias.
- ✓ Debe permitir la descarga completa de un contenedor de 20 pies, teniendo en cuenta la distribución de pallets descargados de manera que permita el paso del inspector para la inspección. Debe dejarse paso libre para carretillas para casos de descarga simultánea. En este sentido, se dejarán organizadas 3 franjas señalizadas con pintura en el pavimento: la contigua a los muelles se reservará para la descarga, la segunda para el paso de las carretillas transportadoras y la tercera de seguridad para la circulación del personal en la zona de salida de cámaras, vestuarios o salas de inspección.
- ✓ La altura de la zona de operaciones será de 1,20 metros respecto de los 0,00 metros del exterior para facilitar la apertura de las puertas de contenedores y vehículos. Las puertas estarán dotadas de un abrigo de neopreno para evitar la rotura de la cadena de frío.



3.3.2.3. Locales de servicio a las operaciones

Cámaras de temperatura controlada

Las Referencias Normativas de aplicación son:

- Permitirán mantener, bajo supervisión del Organismo Inspector, las partidas detenidas a la espera de resultados.
- Deben poder almacenar simultáneamente un volumen adecuado de productos en cada una de las categorías de temperatura (cámara de temperatura ambiente, cámara de congelación y cámara de refrigeración).
- El Organismo Inspector deberá disponer en cualquier momento en que sea necesario de un volumen de almacenamiento adecuado. En el caso del PIF, la capacidad será de al menos un contenedor de 20 pies para cada categoría de temperatura autorizada.
- Para los PIF y RAH se disponen cámaras para productos de diferente categoría tanto por su origen como por su posterior consumo. También cámaras independientes para almacenar la mercancía embalada y la no embalada, o en su defecto, mantener una separación adecuada entre ambos tipos de mercancía.
- Para los PDI, se ha de tener un volumen de almacenamiento adecuado, una muestroteca, almacenamiento para producto pendiente de inspección, almacenamiento para producto a la espera de resultados analíticos y almacenamiento para productos rechazados.
- Para los PIF se permiten instalaciones de almacenamiento comercial muy próximas al puesto de inspección fronterizo y en la misma zona portuaria o aduanera, bajo supervisión del veterinario oficial. También se permite el almacenamiento en contenedores independientes colocados permanentemente junto al área de descarga siempre que ambos estén conectados permitiendo la descarga al abrigo de inclemencias meteorológicas.
- Las puertas de cámaras de refrigeración y congelación serán isoterma, de cierre hermético.

Comentarios:



- ✓ En caso de descarga simultánea de productos embalados y sin embalar en la misma cámara, se mantendrá separación física entre ambos tipos.
- ✓ Las cámaras tendrán una dimensión tal que permita el almacenaje de la carga de un contener de 20 pies, más un pasillo para paso de una persona entre la mercancía.
- ✓ Las puertas permitirán el paso libre de una traspaleta cargada con un pallet a lo ancho.

Salas de Inspección

Las Referencias Normativas de aplicación son:

- La sala de inspección y toma de muestras tiene por objeto realizar pruebas complementarias a los productos.
- Contará con una zona de toma de muestras, que no tiene por qué estar separada de la sala de inspección.

Comentarios:

- ✓ Las puertas serán suficientemente anchas para permitir el paso holgado del personal inspector cargado con muestras.
- ✓ Cada inspector necesita 2 metros lineales de encimera para sus pruebas.

Servicios / vestuarios

Las Referencias Normativas de aplicación son:

- Los servicios y vestuarios para el Organismo Inspector serán suficientes en cuanto a número y capacidad, e independientes del resto.
- Los inspectores tendrán que pasar por ellos antes de entrar en la sala de inspección.
- Aseos separados por sexos, con número suficiente de inodoros que no comunicarán directamente con salas en las que se manipulen los productos alimenticios. El acceso desde el vestíbulo no será directo.
- Los lavabos serán suficientes en número.
- El personal dispondrá de taquilla de ropa de trabajo y otra para ropa de calle.



Comentarios:

- ✓ Los inspectores de categorías distintas tendrán vestuarios diferentes. Los inspectores de diferentes SIF pero que inspeccionen productos de la misma categoría, sí pueden compartir vestuarios.

Acceso a zonas limpias

Las Referencias Normativas de aplicación son:

- Disponer de equipos higiénicos adecuados que al menos incluyan lavamanos de agua fría y caliente de accionamiento no manual, dosificador de jabón de desinfectante, toallas de un solo uso y dispensador de gorros y calzas de un solo uso.

Comentarios:

- ✓ Habilitar una zona de espera para los operadores económicos y otros agentes ajenos a las inspecciones.

3.3.2.4. Locales administrativos

- Un local de administración como zona de recepción y atención al público en la instalación de inspección.
- Despachos para veterinarios, auxiliares administrativos y ayudantes de inspección, según casos.
- Contarán con aire acondicionado / calefacción.
- Capacidad suficiente en ellos para archivar los documentos de inspección y para tener toda la normativa y documentación relativas a los controles veterinarios y los registros debidamente archivados.
- En función del volumen de documentos, un local exclusivo para el archivo de los mismos.
- Los centros de inspección asociados no estarán obligados a poseer locales de archivo.

Comentarios:



- ✓ Si es posible y necesario, se considerará la distribución de las oficinas de manera que en un solo espacio tengan posibilidad de atención al público todo los SIF, de manera que el operador económico pueda resolver sus trámites en un solo espacio.



4. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

4.1. Enfoque metodológico

En la práctica, los locales para uso de personas se dimensionan a partir del personal empleado previsto y no en función de los promedios de inspecciones previstas.

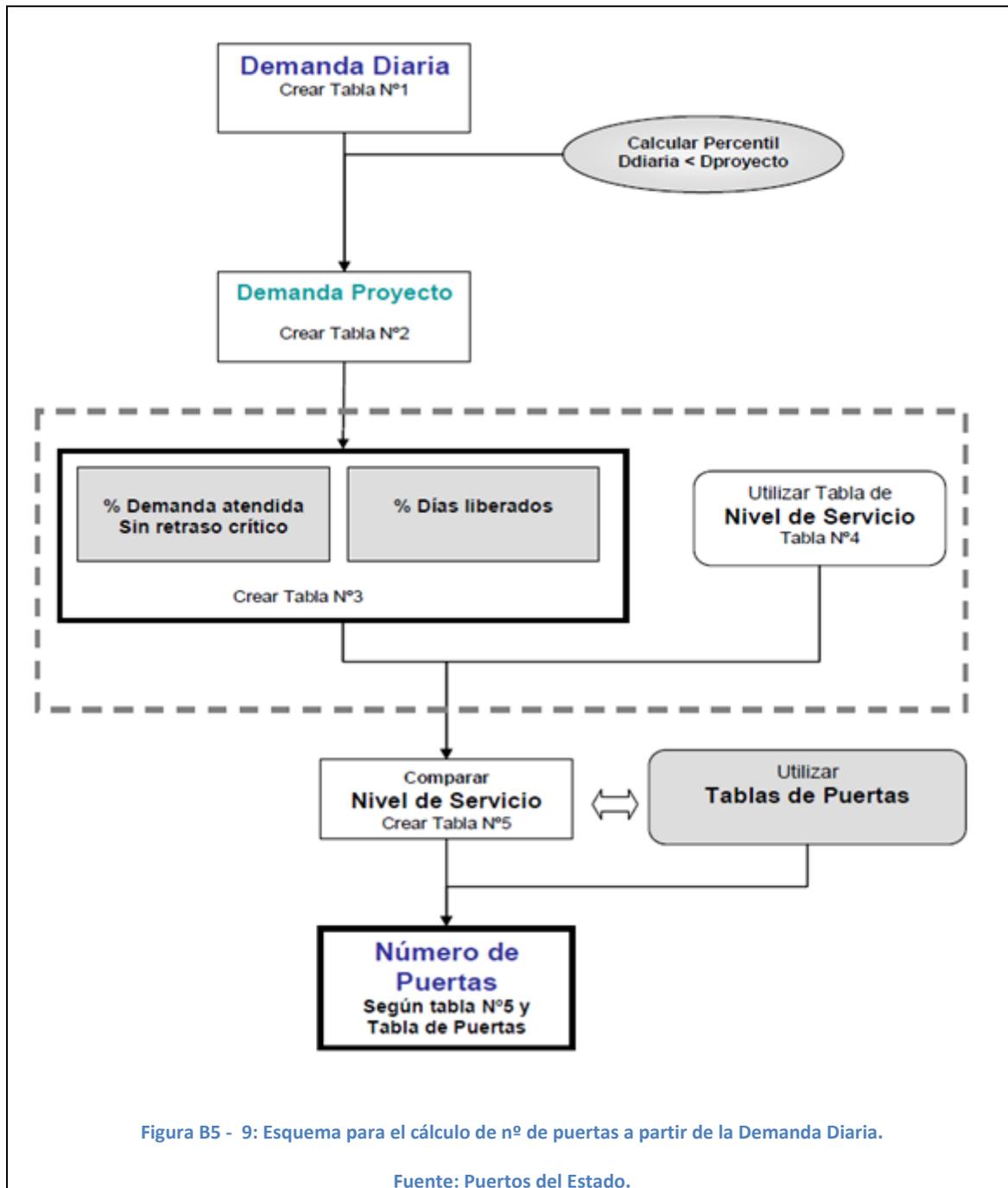
En cuanto a la dimensión de almacenes y de cámaras de temperatura controlada, ya se ha tratado anteriormente.

El número de puertas de descarga para cada tipo de producto, viene determinado por el número y tipo de inspecciones diarias previstas y el nivel de servicio que se los quiera otorgar. Este número de puertas es el elemento clave en el dimensionamiento de las instalaciones de inspección.

Se presentan más adelante unas tablas que determinan el número de puertas de descarga en función de las inspecciones previstas al día, que están basadas en ejemplos prácticos a partir de estadísticas de algunos puertos españoles.

Para utilizar dichas tablas, es necesario conocer el número de inspecciones previstas para cada día y para cada tipo de producto. Dicho número presenta cierta estacionalidad a lo largo del año y debe considerarse un valor promedio diario, que llamaremos Demanda de Proyecto. Éste debe calcularse de forma que se evite un sobredimensionamiento de la instalación a la vez que se garantiza un determinado nivel de servicio.

Existirán días en que no puedan atenderse todas las inspecciones (número de días con retraso), que debe ser un número razonable (retraso crítico).



4.2. Dimensionamiento de número de puertas de descarga – Tabla de puertas.

Se partirá de dos tablas elaboradas para la determinación del número de puertas de descarga óptimo que debe tener la zona de operaciones. Éstas son las tablas de puertas. La primera se



utilizará para una Instalación de Inspección con un horario de funcionamiento de 8 horas, mientras la segunda para una que funcione 16 horas al día. También se incluirán dos ábacos que representan los mismos datos de forma gráfica.

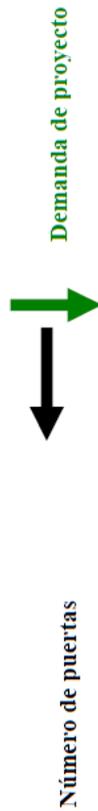
Las tablas se componen por una columna con el número de puertas de descarga y varias columnas con rangos de inspecciones para cada tipo de producto. Los rangos agrupan el número máximo y mínimo de inspecciones que se podrán realizar con cada número de puertas.

Estas tablas son válidas siempre que se respeten las siguientes hipótesis sobre la eficiencia del personal y las condiciones de funcionamientos de la instalación de inspección:

- El personal de apoyo se considera suficiente.
- Los operadores económicos desarrollan sus funciones en tiempo y forma adecuada.
- Las tareas de mantenimiento, limpieza y seguridad, se consideran suficientes; y no obstaculizan el buen desarrollo de las inspecciones.
- Las salas de inspección, las cámaras de temperatura controlada y otros almacenes son suficientes, para no obstaculizar las inspecciones, según lo establecido en la presente Guía.
- Cuando un mismo producto debe ser inspeccionado por varios SIF se asume que todos ellos inspeccionarán simultáneamente.
- Se considera que la capacidad de producción del personal de inspección es el mayor número de inspecciones por hora que puede realizar respetando los requisitos normativos. En la práctica la producción tiende a ser más baja que la capacidad.

Tras calcular la Demanda de Proyecto, se escoge el tipo de producto y de consumo, y situándose en el rango de Demanda de Proyecto adecuado se encontrará el número de puertas.

1.1.1.1.1.1 INSTALACIONES CON UN HORARIO DE FUNCIONAMIENTO DE 8 HORAS



Nº Puertas de descarga	Demanda de Proyecto (Inspecciones/día)				Origen Animal (no vegetal)				Origen No Animal (vegetal)				Origen No Animal (vegetal)				P.S.E.M.P.			
	Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano			
	P.O.A.C.H. (Inspecciones/ día)	desde	hasta	P.O.A.C.N.H. (Inspecciones/ día)	desde	hasta	P.O.N.A.C.A. (Inspecciones/ día)	desde	hasta	P.O.N.A.C.H. (Inspecciones/ día)	desde	hasta	P.O.V.C.H. (Inspecciones/ día)	desde	hasta	P.O.V.C.N.H. (Inspecciones/ día)	desde	hasta	P.S.E.M.P. (Inspecciones/ día)	desde
1	0	7	12	0	0	10	0	9	0	10	0	8	0	8	0	12	0	6		
2	7	14	24	12	10	20	17	17	10	20	8	15	12	12	23	6	11			
3	14	21	36	24	20	29	25	25	20	29	15	22	23	23	34	11	16			
4	21	28	48	36	29	39	33	33	29	39	22	29	34	34	45	16	21			
5	28	35	60	48	39	48	41	41	39	48	29	36	45	45	56	21	27			
6	35	42	72	60	48	58	49	49	48	58	36	43	56	56	67	27	32			
7	42	48	84	72	58	67	57	57	58	67	43	51	67	67	78	32	37			
8	48	55	97	84	67	77	65	65	67	77	51	58	78	78	90	37	42			
9	55	62	110	97	77	86	73	73	77	86	58	65	90	90	102	42	47			
10	62	69	124	110	86	96	81	81	86	96	65	72	102	102	114	47	53			
11	69	76	140	124	96	107	90	90	96	107	72	79	114	114	128	53	58			
12	76	83	159	140	107	117	98	98	107	117	79	86	128	128	143	58	63			
13	83	90	182	159	117	129	107	107	117	129	86	94	143	143	161	63	68			
14	90	97	207	182	129	142	116	116	129	142	94	101	161	161	182	68	73			
15	97	104	234	207	142	156	126	126	142	156	101	109	182	182	206	73	79			
16	104	111	259	234	156	172	137	137	156	172	109	116	206	206	231	79	84			
17	111	119	283	259	172	190	148	148	172	190	116	124	231	231	255	84	89			
18	119	127	306	283	190	209	162	162	190	209	124	133	255	255	277	89	94			
19	127	135	327	306	209	229	177	177	209	229	133	142	277	277	299	94	100			
20	135	144	348	327	229	248	193	193	229	248	142	151	299	299	319	100	105			

Tabla B5 - 1: Tabla de Puertas para Instalaciones con un horario de funcionamiento de 8 horas. Fuente: Puertos del Estado

1.1.1.1.2 NÚMERO DE PUERTAS PARA 8 HORAS DE SERVICIO

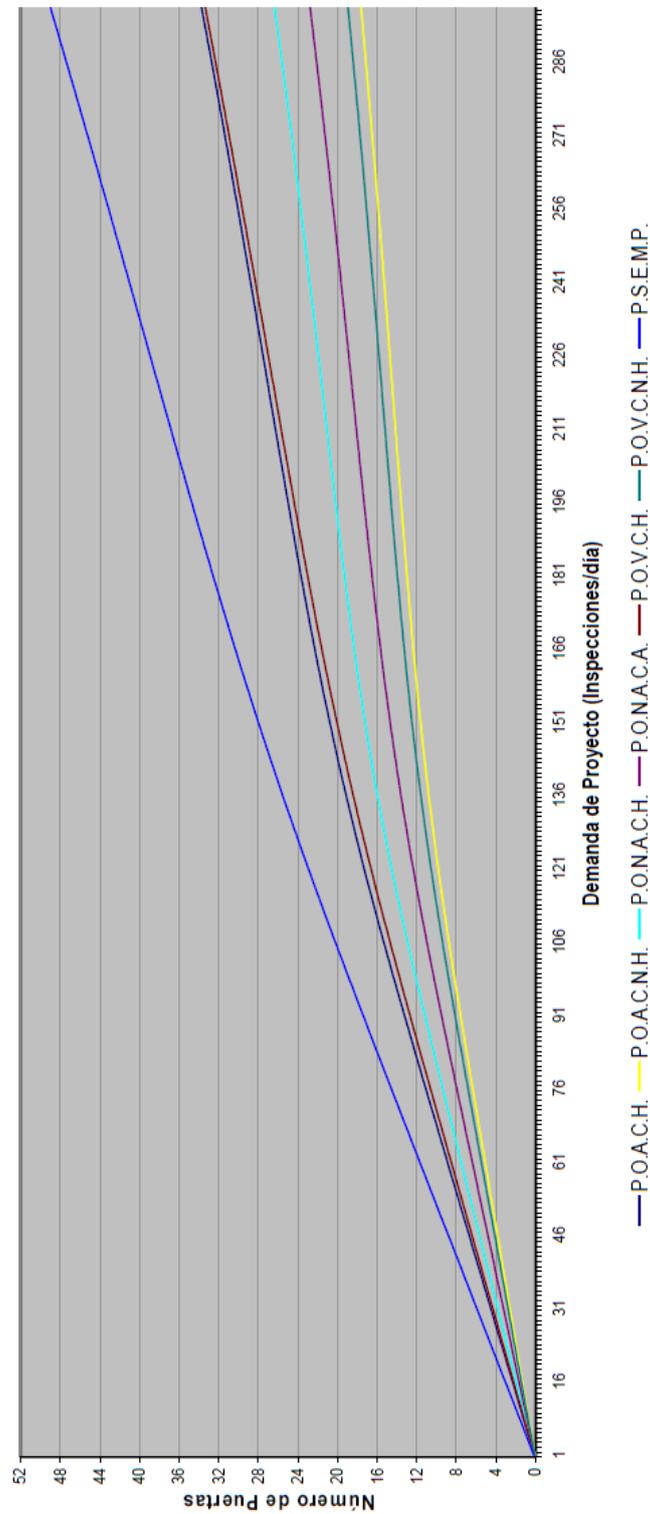


Figura B5 - 10: Ábaco de Puertas para Instalaciones con un horario de funcionamiento de 8 horas. Fuente: Puertos del Estado.

❖ INSTALACIONES CON UN HORARIO DE FUNCIONAMIENTO DE 16 HORAS



Horas total de servicio 16 horas

Número de puertas

Nº Puertas de descarga	Demanda de Proyecto (Inspecciones/día)													
	Origen Animal				Origen No Animal (no vegetal)				Origen No Animal (vegetal)				P. S.E.M.P.	
	Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano	
	P.O.A.C.H. (Inspecciones/ día)		P.O.A.C.N.H. (Inspecciones/ día)		P.O.N.A.C.A. (Inspecciones/ día)		P.O.N.A.C.H. (Inspecciones/ día)		P.O.V.C.H. (Inspecciones/ día)		P.O.V.C.N.H. (Inspecciones/ día)		P.S.E.M.P. (Inspecciones/ día)	
	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta
1	0	14	0	24	0	17	0	17	0	15	0	23	0	11
2	14	28	24	48	20	39	17	33	15	29	23	45	11	21
3	28	42	48	72	39	58	33	49	29	43	45	67	21	32
4	42	55	72	97	58	77	49	65	43	58	67	90	32	42
5	55	69	97	124	77	96	65	81	58	72	90	114	42	53
6	69	83	124	159	96	117	81	98	72	86	114	143	53	63
7	83	97	159	207	117	142	98	116	86	101	143	182	63	73
8	97	111	207	259	142	172	116	137	101	116	182	231	73	84
9	111	127	259	306	172	209	137	162	116	133	231	277	84	94
10	127	144	306	348	209	248	162	193	133	151	277	319	94	105
11	144	163	348	388	248	284	193	227	151	170	319	358	105	116
12	163	185	388	426	284	318	227	261	170	192	358	394	116	127
13	185	208	426	464	318	350	261	292	192	215	394	430	127	139
14	208	232	464	500	350	380	292	321	215	238	430	465	139	151
15	232	256	500	537	380	410	321	349	238	261	465	499	151	164
16	256	278	537	más	410	439	349	376	261	283	499	533	164	177
17	278	300			439	468	376	402	283	304	533	más	177	191
18	300	322			468	496	402	427	304	325			191	205
19	322	343			496	524	427	452	325	346			205	220
20	343	363			524	más	452	477	346	366			220	234

Tabla B5 - 2: Tabla de Puertas para Instalaciones con un horario de funcionamiento de 16 horas. Fuente: Puertos del Estado.

1.1.1.1.3 NÚMERO DE PUERTAS PARA 16 HORAS DE SERVICIO

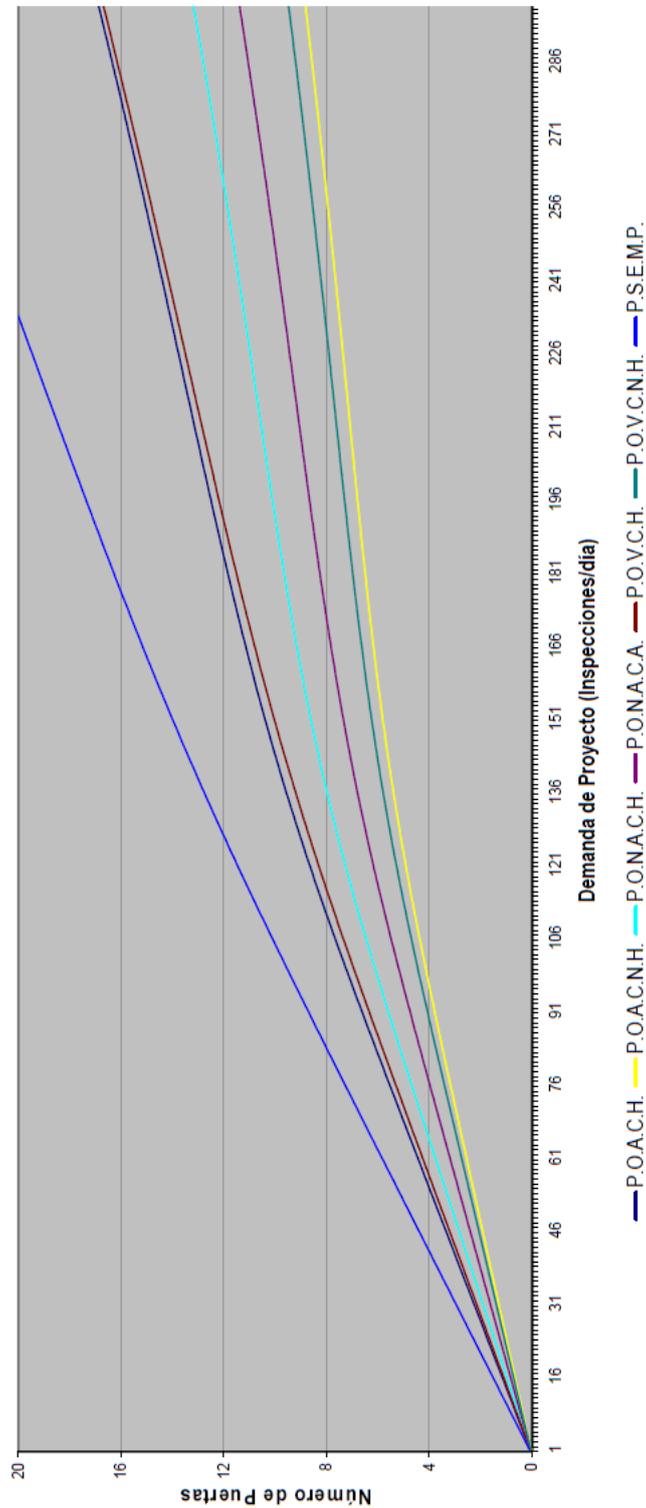


Figura B5 - 11: Ábaco de Puertas para Instalaciones con un horario de funcionamiento de 16 horas. Fuente: Puertos del Estado.



Obviamente se ha trabajado sin considerar inspecciones en locales privados o directamente en los muelles.

4.3. Elementos de cálculo

4.3.1. Cálculo de la demanda de proyecto

Al número de inspecciones previstas para cada día de servicio se le denomina *Demanda Diaria*.

Para calcular la *Demanda de Proyecto* será necesario conocer los valores de *Demanda Diaria* por lo menos durante un año.

La *Demanda Diaria* se determina a partir de las inspecciones requeridas en años anteriores. En este caso no existen históricos en este sentido, de modo que se opta por continuar tomando como referencia los datos del puerto de Barcelona.

Tras conocer los valores de *Demanda Diaria* para cada día de servicio se calcula, sobre ellos, la *Demanda de Proyecto*.

La *Demanda de Proyecto* se determinará a partir del porcentaje de días en los que se desea que la *Demanda Diaria* se vea satisfecha. Para ello ha de usarse la variable estadística denominada percentil, valor por debajo del cual se encuentra un porcentaje determinado de una serie de datos.

La *Demanda de Proyecto* se calculará según varios percentiles y se agrupará los resultados en una tabla, a partir de la cual se podrá escoger en valor de *Demanda de Proyecto* asociada al percentil requerido. Después se aplicará en las Tablas de Puertas para determinar el número de puertas de descarga necesario para satisfacer esa demanda.

Para afinar aún más el dimensionamiento, se realizará otra comprobación: la del número total de inspecciones que se podrían quedar sin ser atendidas al final del año y las que resultan atendidas con cierto retraso considerado no admisible de acuerdo al nivel de servicio que quiere dar el puerto.



Por lo tanto, se considerarán los días en que la Demanda Diaria supera a la Demanda de Proyecto escogida. En ese caso, las inspecciones que no puedan ser realizadas pasarían al día siguiente y, por tanto, se sumarían a las propias del día. Es posible entonces, que al final del año queden inspecciones sin atender. Esta situación se debe evitar, maximizando siempre la demanda atendida durante un año y minimizando el número de retrasos.

Para cada Demanda de Proyecto, habrá que calcular el porcentaje de la demanda no atendida al final del año, y la Demanda atendida sin retraso crítico, añadiendo estos datos a la tabla. El retraso crítico es el número de días de espera para inspecciones que se consideran inadmisibles por cada tipo de mercancía.

Cada Instalación de Inspección podrá establecer, para cada tipo de producto, el número de días de espera que constituyen un retraso crítico considerado no admisible por el nivel de servicio que quiere dar el puerto.

Por tanto, la tabla a crear a partir de la Demanda de Proyecto según el percentil, será:

- ✓ Columna 1: Percentil
- ✓ Columna 2: Demanda de Proyecto
- ✓ Columna 3: Demanda total anual
- ✓ Columna 4: Demanda diaria no atendida
- ✓ Columna 5: Demanda con retraso superior al retraso crítico
- ✓ Columna 6: % de Demanda atendida al año
- ✓ Columna 7: % de Demanda atendida sin retraso al año

Con el fin de establecer un nivel de servicio se presenta la siguiente tabla indicativa sobre los Niveles de Servicio:



TABLA DE NIVEL DE SERVICIO		
Nivel de servicio	% Demanda atendida antes del plazo máximo	% Demanda atendida al año
Excelente	Mas de 95	Mas de 80
Bueno	Entre 80 y 95	Entre 50 y 80
Regular	Entre 60 y 80	Entre 30 y 50
No Aceptable	< 60	< 30

Tabla B5 - 3: Niveles de Servicio en función de la Demanda Atendida.

Fuente: Puertos del Estado

A partir de estos datos se puede escoger el valor de Demanda de Proyecto que se utilizará para determinar el número de puertas de descarga

4.3.2. Cálculo del Total de Demanda No Atendida y Demanda con retraso

Para ello se deberían seguir seis pasos:

- Paso 1: Cálculo de la Demanda Residual. Es la Demanda No Atendida del día anterior.
- Paso 2: Calcular la Demanda Total = Demanda diaria + Demanda Residual.
- Paso 3: Calcular la Demanda No Atendida = Demanda Total – Demanda de Proyecto \geq 0.
- Paso 4: Calcular los días para atender la demanda residual = Valor entero superior de (Demanda Residual / Demanda de Proyecto).
- Paso 5: Calcular la Demanda con Retraso (se escogen X días).
 - Caso 1: Días para atender la demanda residual \geq X, entonces Demanda con Retraso = Demanda Diaria.
 - Caso 2: Días para atender la demanda residual $<$ X, entonces Demanda con Retraso = 0.

Repitiendo estos pasos para cada día de servicio se calcula:

- El total de demanda atendida con retraso al año como la suma de todos los valores de Demanda con Retraso.



- La demanda no atendida al final del año que será igual al valor de la Demanda No Atendida el último día del año.
- Paso 6: Calcular los Días Liberados. Será la suma de las veces que la Demanda No Atendida es igual a cero.

Estos cálculos se realizan para cada día de servicio. Con los resultados de esta simulación se calcula:

- El total de demanda atendida con retraso al año como la suma de todos los valores de Demanda con Retraso.
- El total de Días liberados que será igual a la suma de las veces que la Demanda No Atendida es igual a cero.

4.3.3. Cálculo de la Demanda diaria de inspecciones

Al no tener disponibles las series históricas relativas a inspecciones en años anteriores, la Demanda Diaria puede obtenerse a partir de las series históricas o las previsiones de:

- Partidas de mercancía descargadas o a descargar en el puerto considerado.
- Volumen de mercancía, en tonelada, descargado o a descargar en el puerto considerado.

4.3.3.1. Cálculo de demanda diaria mediante el número de partidas

Una partida es el conjunto de mercancía transportada con una única documentación. Generalmente se componen de contenedores. Los SIF deben revisar un número de contenedores que varía entre un mínimo de uno y un máximo del 50% del total de los que componen la partida.

El número de contenedores a revisar sobre el total, depende del tipo de producto y del cliente.

Se va a considerar una previsión de que el SIF correspondiente revisará en torno a un 40% de los contenedores de cada partida.



4.3.3.2. Cálculo de la demanda diaria mediante el volumen en toneladas de mercancía

Al no disponer de información de las partidas diarias, se calculará el número de inspecciones diarias a partir de los datos de toneladas totales descargadas en el puerto. Se ejecutará el cálculo en dos pasos:

1. Conversión de las toneladas anuales descargadas en inspecciones anuales.
2. Cálculo de las inspecciones diarias (Demanda Diaria) a partir de las anuales.

❖ Paso 1: Conversión de las toneladas anuales descargadas en inspecciones anuales.

En primera instancia se consideran las mercancías susceptibles de ser inspeccionada, que generalmente son las provenientes de países terceros a la Unión Europea, y se compila una tabla de toneladas descargadas por tipo de producto.

En la siguiente tabla se dan los porcentajes de toneladas que se inspeccionan, según el tipo de producto, calculados según la experiencia práctica de varios puertos españoles, de forma que se correspondan con una inspección del 40% del total.



Cálculo de la parte de toneladas que serán inspeccionadas	
Tipo de producto proveniente de países terceros	% del total
P.O.A.C.H.	80-35%
P.O.N.A.C.H.	80-35%
P.O.A.C.N.H.	50-30%
P.O.V.C.H.	70-45%
P.O.V.C.A.	60-45%
Todos los tipos de productos	75-60%

Tabla B5 - 4: : Porcentaje de toneladas a inspeccionar.

Fuente: Puertos del Estado.

Los rangos son lo suficientemente amplios para permitir considerar grupos de mercancías con número de unidades a inspeccionar muy variable. Se considera que la unidad de inspección es el mismo contenedor o pallet utilizado para transportar la mercancía.

La tabla es aplicable a las toneladas organizadas en unidades de transporte como contenedores y pallets. Por lo tanto, a partir de las toneladas por cada unidad de transporte se puede proceder a calcular el número de unidades a inspeccionar.

Si la unidad de inspección no está definida o no es conocida, se puede proceder a la conversión de las toneladas en inspecciones equivalentes dividiendo entre los valores que aparecen en la tabla B5-5, compilada según la experiencia práctica de varios puertos españoles.

Conversión de Toneladas a nº de Inspecciones	
Tipo de producto	Ton/Insp.
P.O.A.C.H.	12
P.O.N.A.C.H.	12
P.O.A.C.N.H.	8
P.O.V.C.H.	10
P.O.V.C.A.	10
Todos los tipos de productos	12

Tabla B5 - 5: Conversión de toneladas en unidades equivalentes de inspección.

Fuente: Puertos del Estado.

En este caso, recurriendo una vez más a los datos ofrecidos desde Puertos del Estado para el puerto de Barcelona, se tienen las cantidades en toneladas para cada tipo de producto que fue importado/exportado:

Mercancías	cabotaje			exterior		total cab+ext				
	carga	descarga	Total	carga	descarga	Total	carga	descarga	Total	
CARGA GENERAL										
19	MADERAS Y CORCHO	13.782	13.014	26.795	73.581	15.304	88.885	87.362	28.318	115.680
21	CEREALES Y SUS HARINAS	18.935	61	18.996	71.579	51.674	123.253	90.514	51.736	142.249
22	HABA DE SOJA	362	0	362	128	6.500	6.628	490	6.500	6.990
23	FRUTAS, HORTALIZAS, LEGUMBRES	61.056	70.857	131.913	87.946	134.734	222.680	149.002	205.592	354.594
24	VINOS, BEBIDAS, ALCOHOLES Y DERIVAD	323.407	14.928	338.335	254.430	66.543	320.972	577.836	81.471	659.307
25	SAL COMUN	4.544	167	4.711	9.802	2.193	11.995	14.346	2.360	16.706
26	PAPEL Y PASTA	46.924	40.047	86.972	1.121.510	281.069	1.402.580	1.168.435	321.117	1.489.551
27	CONSERVAS	8.217	433	8.651	92.798	102.555	195.353	101.015	102.989	204.004
28	TABACO, CAFÉ, CACAO Y ESPECIAS	10.254	909	11.163	92.850	345.726	438.576	103.104	346.636	449.739
29	ACEITES Y GRASAS	8.550	1.799	10.349	151.664	38.188	189.852	160.215	39.987	200.202
33	PESCA CONGELADA Y REFRIGERADA	13.906	804	14.710	20.785	58.959	79.743	34.690	59.763	94.454
37	PIENSO Y FORRAJES	70.292	751	71.043	884.402	37.670	922.073	954.695	38.421	993.116

Figura B5 - 12: Mercancías de carga general, embarcadas y desembarcadas en 2013 por el puerto de Barcelona.

Fuente: Puertos del Estado.

Clasificando las mercancías como ya ha sido visto (POACH, POACNH...), se aprecia en la siguiente tabla cómo quedan repartidas por toneladas al año:

SIF	Clase	Tn /año
PIF-FITO	POVCH	980.989
	POVCNH	1.491.465
RAH	PONACH	332.967
PIF	POACNH	922.073
	PONACA	
	AV	79.743
POACH		
PDI	ESPECIALES	

Tabla B5 - 6: Mercancías embarcadas y desembarcadas en 2013 por el puerto de Barcelona, por tipos.

Fuente propia

Como ya ha sido visto, los datos que nos ofrece Puertos del Estado, son para un total de 1.101 buques RORO atracados en el puerto de Barcelona en un año. Extrapolando a este caso, se considera que se dé una escala diaria en el Puerto de Cartagena para nuestro estudio. Así pues, se tiene:

SIF	Clase	Tn Barcelona /año	Tn Cartagena /año
PIF-FITO	POVCH	980.989	325.214
	POVCNH	1.491.465	494.446
RAH	PONACH	332.967	110.384
PIF	POACNH	922.073	305.683
	PONACA		
	AV	79.743	26.436
POACH			
PDI	ESPECIALES		

Tabla B5 - 7: Estimación de volumen de mercancías para el puerto de Cartagena, por tipos.

Fuente propia



❖ Paso 2: Cálculo de las inspecciones diarias (Demanda Diaria) a partir de las anuales.

Una vez estimados los volúmenes en toneladas a mover en nuestro caso, el número de inspecciones diarias o demanda diaria, se calculará considerando la estacionalidad y el patrón de llegadas de los barcos a lo largo de las semanas, y según el tipo de producto. Al no disponer de suficiente información para ello, se procede a calcular un promedio de inspecciones por día, considerando 244 días en un año para el funcionamiento de los servicios de inspección en frontera.

SIF	Clase	Tn Cartagena /año	INSP./año	Demanda Diaria
PIF-FITO	POVCH	325.214	32.521	133
	POVCNH	494.446	49.445	203
RAH	PONACH	110.384	9.199	38
PIF	POACNH			
	PONACA	305.683	30.568	125
	AV			
PDI	POACH	26.436	2.203	9
	ESPECIALES			

Tabla B5 - 8: Estimación de demanda diaria de volumen de mercancías a mover en Puerto de Cartagena.

Fuente propia

Con el objeto de dar el máximo nivel de servicio, se adoptan los valores de Demanda Diaria como Demanda de Proyecto (percentil 100), obteniendo:



SIF	Clase	Demanda de Proyecto
PIF-FITO	POVCH	133
	POVCNH	203
RAH	PONACH	38
PIF	POACNH	125
	PONACA	
	AV	
POACH	POACH	9
	ESPECIALES	

Tabla B5 - 9: Cálculo de la demanda de proyecto.

Fuente propia.

Entrando en las tablas de puertas, puede calcularse ya el número de ellas que deberán constituir el servicio de inspección.

- ✓ Para una instalación de 8 horas de funcionamiento:

Número de puertas ← ← Demanda de proyecto

Nº Puertas de descarga	Demanda de Proyecto (Inspecciones/día)													
	Origen Animal				Origen No Animal (no vegetal)				Origen No Animal (vegetal)				P.S.E.M.P.	
	Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano	
	P.O.A.C.H. (Inspecciones/ día)		P.O.A.C.N.H. (Inspecciones/ día)		P.O.N.A.C.A. (Inspecciones/ día)		P.O.N.A.C.H. (Inspecciones/ día)		P.O.V.C.H. (Inspecciones/ día)		P.O.V.C.N.H. (Inspecciones/ día)		P.S.E.M.P. (Inspecciones/ día)	
	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta
1	0	7	0	12	0	9	0	10	0	8	0	12	0	6
2	7	14	12	24	9	17	10	20	8	15	12	23	6	11
3	14	21	24	36	17	25	20	30	15	22	23	34	11	16
4	21	28	36	48	25	33	29	39	22	29	34	45	16	21
5	28	35	48	60	33	41	39	49	29	36	45	56	21	27
6	35	42	60	72	41	49	48	58	36	43	56	67	27	32
7	42	48	72	84	49	57	58	67	43	51	67	78	32	37
8	48	55	84	97	57	65	67	77	51	58	78	90	37	42
9	55	62	97	110	65	73	77	86	58	65	90	102	42	47
10	62	69	110	124	73	81	86	96	65	72	102	114	47	53
11	69	76	124	140	81	90	96	107	72	79	114	128	53	58
12	76	83	140	159	90	98	107	117	79	86	128	143	58	63
13	83	90	159	182	98	107	117	129	86	94	143	161	63	68
14	90	97	182	207	107	116	129	142	94	101	161	182	68	73
15	97	104	207	234	116	126	142	156	101	109	182	206	73	79
16	104	111	234	259	126	137	156	172	109	116	206	231	79	84
17	111	119	259	283	137	148	172	190	116	124	231	255	84	89
18	119	127	283	306	148	162	190	209	124	133	255	277	89	94
19	127	135	306	327	162	177	209	229	133	142	277	299	94	100
20	135	144	327	348	177	193	229	248	142	151	299	319	100	105

Tabla B5 - 10: Cálculo de nº de puertas para 8 horas de funcionamiento.

Fuente propia.



- ✓ Para una instalación de 16 horas de funcionamiento:

Horas total de servicio 16 horas Número de puertas ← Demanda de proyecto

Demanda de Proyecto (Inspecciones/día)

Nº Puertas de descarga	Origen Animal				Origen No Animal (no vegetal)				Origen No Animal (vegetal)				P.S.E.M.P.	
	Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano		Consumo No Humano		Consumo Humano	
	POACH (Inspecciones/ día)	POACNH (Inspecciones/ día)	PONACA (Inspecciones/ día)	PONACH (Inspecciones/ día)	POVCH (Inspecciones/ día)	POVCNH (Inspecciones/ día)	PSEMP (Inspecciones/ día)							
	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta
1	0	14	0	24	0	20	0	17	0	15	0	23	0	11
2	14	28	24	48	20	39	17	33	15	29	23	45	11	21
3	28	42	48	72	39	58	33	49	29	43	45	67	21	32
4	42	55	72	97	58	77	49	62	43	58	67	90	32	42
5	55	69	97	124	77	96	65	81	58	72	90	114	42	53
6	69	83	124	159	96	117	81	98	72	86	114	143	53	63
7	83	97	159	207	117	142	98	116	86	101	143	182	63	73
8	97	111	207	259	142	172	116	137	101	118	182	231	73	84
9	111	127	259	306	172	209	137	162	116	133	231	277	84	94
10	127	144	306	348	209	248	162	193	133	151	277	319	94	105
11	144	163	348	388	248	294	193	227	151	170	319	358	105	116
12	163	185	388	426	284	318	227	261	170	192	358	394	116	127
13	185	208	426	464	318	350	261	292	192	215	394	430	127	139
14	208	232	464	500	350	380	292	321	215	238	430	465	139	151
15	232	256	500	537	380	410	321	349	238	261	465	499	151	164
16	256	278	537	más	410	439	349	376	261	283	499	533	164	177
17	278	300			439	468	376	402	283	304	533	más	177	191
18	300	322			468	496	402	427	304	325			191	205
19	322	343			496	524	427	452	325	346			205	220
20	343	363			524	más	452	477	346	366			220	234

Tabla B5 - 11: Cálculo de nº de puertas para 16 horas de funcionamiento.
Fuente propia.

En el siguiente cuadro se resume la cantidad de puertas en ambos casos:

SIF	Nº puertas SIF	
	Funcionamiento 8h	Funcionamiento 16h
POVCH	18	9
POVCNH	16	8
PONACH	4	3
POACNH	1	1
PONACA	16	7
AV	1	1
POACH	2	1
ESPECIALES	1	1

Tabla B5 - 12: Comparativa nº puertas para funcionamiento de 8 o 16 horas.
Fuente propia.

Se propone la siguiente alternativa de funcionamiento con sus correspondientes puertas:

SIF	Funcionamiento	Nº puertas SIF
<i>POVCH</i>	16 horas	9
<i>POVCNH</i>	16 horas	8
<i>PONACH</i>	8 horas	4
<i>POACNH</i>	8 horas	1
<i>PONACA</i>	16 horas	7
<i>AV</i>	8 horas	1
<i>POACH</i>	8 horas	2
<i>ESPECIALES</i>	8 horas	1

Tabla B5 - 13: Propuesta de nº puertas para el SIF.
Fuente propia.

Por tanto, se obtiene un total de 33 puertas para los servicios de inspección. En previsión de futuras ampliaciones, se añaden dos puertas más para los servicios de inspección en frontera de este proyecto, **resultando un total de 35 puertas.**

Si se considera un área media de 40 m² para cada puerta, se obtiene un área resultante de:

$$\text{Área zona operaciones} = n^{\circ} \text{puertas} \times 40 = 35 \times 40 = 1.400 \text{ m}^2$$

El edificio debe ser ampliado para cubrir las necesidades de espacio de los “locales de servicios a las operaciones” y las “oficinas y locales administrativos”. Por experiencia, se puede reservar para estos espacios un total de metros cuadrados igual al resultante para la “zona de operaciones”.

Con todo esto, se prevé la reserva de 2.800 m² en total (zona operaciones + locales de servicios a las operaciones + oficinas y locales administrativos), para los Servicios de Inspección en Frontera.



CONCLUSIONES

1. LA LOGÍSTICA Y LOS RORO.

- *El puerto ha de ser considerado como un eslabón esencial de la cadena logística. Si finalidad no será exclusivamente el intercambio modal, sino que incluirá funciones de almacenamiento, distribución e información.*
- *La Terminal Portuaria, es el conjunto de instalaciones y servicios destinados a atender las necesidades de mercancías y buques dentro de la cadena logística de transporte. El primer requisito que ha de cumplir es tener suficiente volumen para el tráfico de mercancías al que se destine.*
- *En un Sistema Global, la Terminal Portuaria facilita el intercambio modal y se compone de los siguientes Subsistemas, que han de ser el foco de atención para realizar el dimensionamiento que proporcione la mayor eficiencia:*
 - *Subsistema de carga*
 - *Subsistema de traslación*
 - *Subsistema de almacenamiento*
 - *Subsistema de recepción/expedición*
- *Las Terminales Portuarias se deben analizar frente a tres niveles: nivel físico, nivel operativo y nivel organizativo. Puede decirse que, en cuanto al nivel físico, las Terminales RORO oscilan entre 14 y 18 metros de requerimiento de calado y entre 100 y 150 metros de anchura de explanada.*
- *Para la Gestión de Explotación, la Terminal Portuaria debe cumplir con una serie de necesidades como son el cierre perimetral, un amplio horario de trabajo, sistemas de organización adecuados, etc.*
- *Para la Planificación, en este caso se enfocará desde la perspectiva de una adaptación de otra instalación existente.*
- *La Capacidad de la Terminal es definida como el VOLUMEN de carga que la Terminal Portuaria es capaz de manipular en un año. Para su cálculo se debe tener en cuenta el número de atraques, el porcentaje de ocupación de los mismos, el tamaño y tipo de buques, las horas de trabajo y productividad, las horas perdidas, la distribución de la cantidad de carga y el equipo (o equipos) disponibles para la manipulación de la carga. Así pues, la capacidad se divide en:*
 - *Capacidad Óptima Anual*
 - *Capacidad de Almacenamiento*
 - *Capacidad de los Accesos Terrestres*
- *Para el caso concreto de este proyecto, las terminales RORO puede decirse que son dedicadas a la mercancía general. Debe prestarse en ellas especial atención al Área de Almacenamiento.*



2. EL TRÁFICO RORO EN ESPAÑA.

- *Cada vez es mayor el volumen de mercancías totales movidas en importación-exportación en España.*
- *A su vez y dentro de ese volumen, las mercancías transportadas en buques RORO son cada vez mayores.*
- *Existen algunos puertos en España que están captando gran cantidad de este tipo de buques, pudiendo correr el riesgo de llegar a un límite de colapso.*
- *Considerando la zona peninsular, los puertos de mayor captación de buques RORO se encuentran en la zona del Mar Mediterráneo.*
- *El porcentaje de transporte de mercancías a través de buques RORO está ligado al total y tiene una tendencia **creciente con respecto a éste en la actualidad.***

3. TIPO Y FUNCIONES DE LAS OBRAS DE ATRAQUE Y AMARRE.

- *La tipología estructural debe satisfacer los requerimientos y consideraciones de uso y explotación y medioambientales con las condiciones de seguridad exigidas, valorando su adaptabilidad a la posible evolución de los requerimientos de uso y explotación y a las posibilidades de ampliación de la instalación para hacer frente a la evolución de la demanda de tráfico durante la vida útil de la obra.*
- *Las consideraciones de uso y explotación van asociadas principalmente con el tipo de buque y de mercancía y con las necesidades de superficies y equipos de manipulación, así como con los niveles de operatividad exigidos dependientes fundamentalmente de su interacción con los agentes oceanometeorológicos.*
- *En referencia a la adaptabilidad a diferentes requerimientos de uso y explotación, las estructuras de gravedad presentan normalmente una mayor adaptabilidad a sobrecargas importantes.*
- *La obra seleccionada para este proyecto atiende a la denominación de MUELLE, estando totalmente conectada a tierra por medio de una explanada.*
- *Por su funcionalidad, puede decirse que su uso es COMERCIAL y dentro de este grupo, de MERCANCÍA GENERAL.*
- *Por otro lado, su tipología estructural es FIJA CERRADA y DE GRAVEDAD. Dentro de ésta, queda incluida dentro de las llamadas DE BLOQUES. Éstas presentan normalmente una mayor adaptabilidad a sobrecargas importantes.*
- *Atendiendo a los volúmenes y tipos de tráfico, así como a los requerimientos operativos que se esperan, se considera aceptable la configuración existente.*
- *Por todo ello se considera adecuada (en este sentido), la ubicación seleccionada para los atraques.*



4. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA Y ALZADO, BASES DE DISEÑO Y CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO.

- *El estudio para el dimensionamiento se ha realizado siguiendo la ROM 2.0-11 de Puertos del Estado, aplicando una metodología regresiva. Esto último se debe a que los muelles seleccionados para el proyecto, son existentes. El objeto ha sido valorar si el muelle seleccionado cumple con las exigencias para el establecimiento de un atraque RORO.*
- *Para el cálculo de la capacidad de la línea de atraque, han sido empleados los datos estadísticos sobre atraques en el puerto de Barcelona, que son publicados en la web de Puertos del Estado.*
- *La obra en este estudio consta de UN atraque que puede ocupar cuatro frentes contiguos.*
- *El máximo volumen anual de mercancías a manipular para la flota de buques esperable (capacidad de la línea de atraque) estimada, será de 46.465 camiones/año y 43.533 remolques/año.*

5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE INSPECCIÓN.

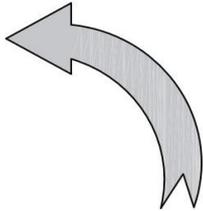
- *Si bien las Autoridades Portuarias (AAPP) son responsables de las infraestructuras e instalaciones cumplan los requisitos mínimos exigidos por la normativa vigente, se ha podido constatar que dichos requerimientos o no están claramente establecidos o su interpretación no es unívoca. Incluso se han planteado requerimientos incompatibles entre sí. La propia Unión Europea no ha dictado requerimientos completos que cubran las necesidades que plantean todo tipo de productos.*
- *Los Organismos de Inspección son básicamente cuatro, cada uno con sus propias competencias, e interviene, sobre determinadas categorías de productos. Estos servicios son Sanidad Exterior, Farmacia y Productos Sanitarios, Sanidad Animal y Sanidad Vegetal.*
- *La categorización principal de mercancías depende de su origen y destino posterior. Son distinguidas las siguientes: Productos de Origen Animal, Productos de Origen No Animal, Productos de Origen No Animal sometidos a normas fitosanitarias específicas (Origen Vegetal) y Productos sometidos a especiales medidas de protección. También*



- existen otras categorizaciones secundarias que limitan las inspecciones en instalaciones, por ejemplo, Según requisitos de temperatura o Animales vivos.*
- En función del tipo de producto que en ellas se inspecciona, existen cuatro tipos de homologaciones distintas para las IFCM: PIF – Puesto de Inspección Fronterizo, RAH – Recinto Aduanero Habilitado, PIF-fito – Puesto de Inspección Fronterizo Fitosanitario y PDI – Punto Designado de Importación. Cada uno debe cumplir con unos requisitos y someterse a un proyecto de homologación anterior a su construcción.*
 - El número de puertas de descarga para cada tipo de producto, viene determinado por el número y tipo de inspecciones diarias previstas y el nivel de servicio que se los quiera otorgar. Este número de puertas es el elemento clave en el dimensionamiento de las instalaciones de inspección.*
 - Para el cálculo del nº de puertas, se utilizan unas tablas que determinan el número de puertas de descarga en función de las inspecciones previstas al día, que están basadas en ejemplos prácticos a partir de estadísticas de algunos puertos españoles.*
 - Para utilizar dichas tablas, es necesario conocer el número de inspecciones previstas para cada día y para cada tipo de producto. Dicho número presenta cierta estacionalidad a lo largo del año y debe considerarse un valor promedio diario, que llamaremos Demanda de Proyecto. Tras calcular la Demanda de Proyecto, se escoge el tipo de producto y de consumo, y situándose en el rango de Demanda de Proyecto adecuado se encontrará el número de puertas.*
 - Utilizando los datos de volúmenes de mercancías movidos en el Puerto de Barcelona durante 2013 en atraques RORO, se han extrapolado los resultados para este caso particular. Con ello se ha calculado la Demanda de Proyecto, que después se ha utilizado para calcular el número de puertas tanto en funcionamiento de 8 horas como de 16 horas.*
 - Por último, se han comparado los resultados, escogiendo la opción más interesante en un equilibrio entre el tiempo de funcionamiento (8/16 hrs) y el número de puertas, para cada SIF.*
 - Como resultado, quedan reservados 2.800 m² para los servicios SIF.*

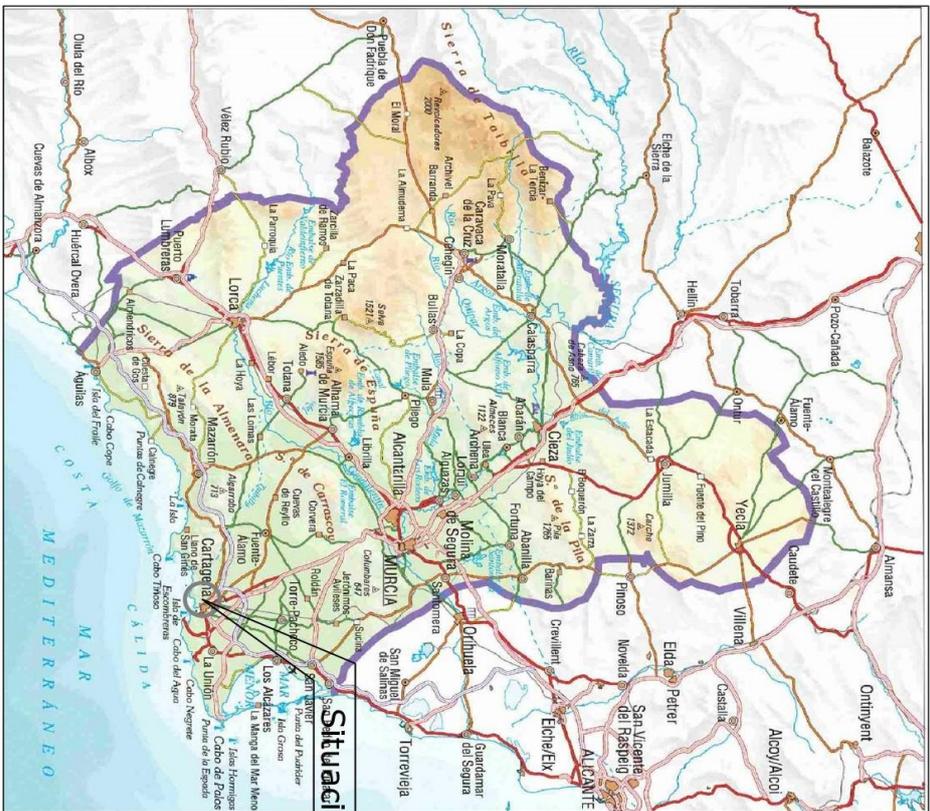
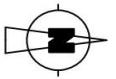
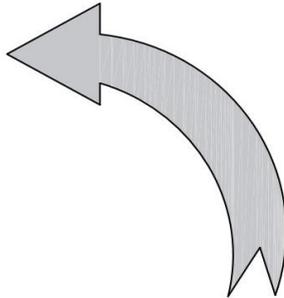


Intervención



Situación en Mundo de Cartagena

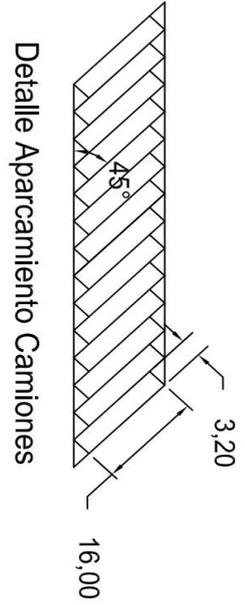
Situación



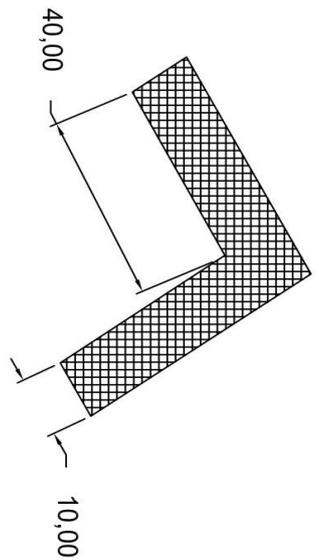
Situación

Situación en la Región de Murcia

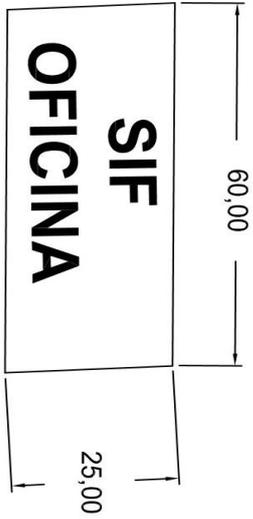
		PLANO:		NUMERO:	
Universidad Politécnica de Cartagena		Situación y Emplazamiento Ampliación Terminal Contenedores		1,1	
ALUMNO:		DEPARTAMENTO:		ESCALA:	
Inanol Díaz de Cejudo y Soledad		Organización Industrial		S/E	
CENTRO:		CICLO:		CURSO:	
Facultad de Ingenieros Industriales		UPCT		5º	
MODULO:		FECHA:			
Proyecto de Final de Carrera		20/08/2017			



Detalle Aparcamiento Camiones

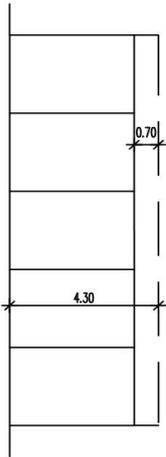
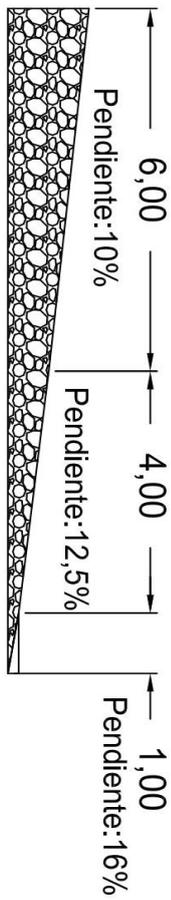


Detalle Rampa



*Son 2 Plantas de 1500m²

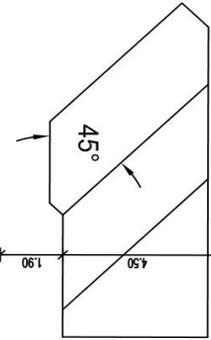
Detalle Perfil Rampa



Detalle Aparcamiento Personal SIF

* Todas las Unidades en Metros

Detalle Aparcamiento Visitantes



CENTRO:	Universidad Politécnica de Cartagena	Facultad de Ingenierías Industriales	
ALUMNO:	Imanol Diaz de Cerio y Soleda	DEPARTAMENTO:	Organización Industrial
FLANCO:	Plano De Detalles Ampliación de Terminal Contenedores	CICLO:	UPCT
NUMERO:	1,3	CURSO:	5º
ESCALA:	S/E	FECHA:	20/08/2017
MODULO:		Proyecto de Final de Carrera	



BIBLIOGRAFÍA

- *ROM 2.0-11 Recomendaciones, proyecto y ejecución de obras de atraque y amarre. Ed. Puertos del Estado.*
- *Recomendaciones para el diseño desarrollo y gestión de instalaciones de inspección en frontera en puertos españoles. Ed. Puertos del Estado.*
- *Pardo Rodríguez, A. (2.010). X Curso de transporte marítimo y gestión portuaria. UPCT.*
- *Pery Paredes, P. (2.003). Conceptos para la explotación y planificación de puertos. Ed. U.P.Madrid.*
- *Rodríguez Dapena, A. (2.002). Guía para el desarrollo de zonas de actividades logísticas portuarias. Ed. Puertos del Estado.*
- *Vasallo Magro, J.M. (2.013). Estrategia para la ubicación de una Zona de Actividades Logísticas en la Comarca del Campo de Cartagena.*
- *Steve Osborn. Best practice in RORO and RO PAX Terminals.*

Webs consultadas:

- <http://www.apc.es>
- <http://www.puertos.es>
- <http://www.fomento.gob.es>
- <http://www.amet.es>
- <http://www.google.es/maps/>
- <http://www.portstrategy.com>
- <https://sectormaritimo.es>