Introducción

En el número 37 de PORTUS empezamos a tratar el tema de las terminales portuarias, como uno de los casos más representativos de las infraestructuras e instalaciones terrestres portuarias, todo ello dentro del Capítulo 2 ¿Cómo es el Puerto? No obstante, la terminal portuaria, como ya ha sido dicho anteriormente, comparte elementos de infraestructura marítima (la infraestructura de atraque) y elementos de infraestructura e instalaciones terrestres.

Aquel número lo dedicamos a las terminales de contenedores. En el presente, hablaremos de las terminales de carga seca a granel o terminales de graneles sólidos.

En el desarrollo del mismo y antes de entrar propiamente a tratar de la terminal de graneles sólidos, lo haremos, a modo de introducción, de una serie de aspectos generales sobre los graneles sólidos y sus tráficos.

Consideraciones generales sobre el tráfico de graneles sólidos

En primer lugar, es preciso aclarar que en el presente artículo utilizaremos el concepto “a granel”, en un sentido tradicional, que es el que considera el transporte y la manipulación de un producto, por ejemplo, cereales o petróleo, en forma suelta o en forma líquida. Se trata de productos que son transportados en forma homogénea y que pueden ser manipulados en una manera más o menos continua. En el primer caso, hablaremos de graneles sólidos y en el segundo de graneles líquidos.

La condición de la manipulación en forma suelta de una carga seca, es decir, de un granel sólido, determina de forma muy relevante la tecnología de transporte y el sistema de almacenamiento empleados en la terminal. Ello hace que las terminales de graneles sólidos, sean totalmente diferentes de otros tipos de terminales portuarias de mercancías: contenedores, carga general convencional, granel

líquido, ...



La Terminal de Euroports Ibérica TPS de carbón y coque de petróleo. Muelle Catalunya, puerto de Tarragona. (Fuente: Taim Weser).

Por otra parte, es preciso diferenciar entre las terminales *import* (descarga), de las terminales *export* (carga), lo que no sucede en otro tipo de terminales. Así, las terminales de graneles sólidos están diseñadas (salvo excepciones) para un único sentido del tráfico, de forma que las terminales de carga o descarga tiene un carácter totalmente diferente.

Otro aspecto relevante es el que tiene que ver con la ubicación. Así, para una terminal de carga (*export*), su mejor ubicación no es necesariamente cerca de un gran área comercial o industrial, sino más bien próxima al origen del producto, por ejemplo, de una mina, con la que suele tener una conexión de transporte dedicada.

Por su parte, las terminales *import* (descarga), son mucho más variadas, tanto en cuanto a su ubicación, como a su tamaño y sistema de manipulación de la carga. Su ubicación viene especialmente influenciada por la situación del destino del producto y los costes de transporte, entre otros aspectos.

Las mercancías a granel son usualmente mercancías básicas o intermedias que requieren procesos adicionales después del transporte para ser utilizadas. El transporte de graneles está fuertemente integrado en los procesos industriales. Así, con frecuencia, el flujo del granel suele estar muy ligado a la ubicación de los centros de generación de energía o de fabricación industrial (centrales térmicas, acerías, plantas de aluminio, etc). La proximidad de un puerto es un factor decisivo de localización de la actividad. En consecuencia, es frecuente que este tráfico acabe convirtiéndose en “cautivo” del puerto.

A diferencia de la mercancía general, cuyo transporte marítimo suele hacerse en régimen de línea regular, el transporte marítimo de los graneles sólidos se lleva a cabo en régimen de navegación libre o “*tramp* “, siendo que el peso del flete suele ser elevado en relación con el valor de la mercancía, a lo que contribuye de forma significativa el hecho de que este valor unitario suela ser también más reducido que el de la mercancía general.

Tipos de cargas a granel

Los graneles sólidos se suelen clasificar con diferentes criterios, pero es habitual hacerlo desde el punto de vista del volumen movido a nivel internacional, distinguiéndose así entre dos grandes grupos de cargas secas a granel:

- Cargas a granel principales o graneles mayores: mineral de hierro, carbón y cereales.



Apilado de carbón mediante apiladora (stacker) en la terminal de Euroports Ibérica TPS. Muelle Cataluña, puerto de Tarragona. (Fuente: Taim Weser).

- Cargas a granel secundarias o graneles menores: fosfato, bauxita/alúmina, azúcar, arroz, bentonita, yeso, sal, cemento, arena y piedra machacada, concentrado de cobre y zinc, astillas de madera, biomasa, chatarra, etc.



Apilado de concentrado de cobre en almacén cubierto en Impala Terminal. Puerto de Huelva. (Fuente: Autoridad Portuaria de Huelva).

Las clasificaciones anteriores no son totalmente homogéneas, así entre los cereales cabe distinguir entre los alimenticios destinados al consumo humano, como el trigo y el maíz y los destinados a la alimentación del ganado. En el grupo de los carbones, hay que distinguir entre los carbones de coque y hulla energética. El mineral de hierro tiene muchas variantes: limonita, siderita, magnetita, caserita. Para la producción de aluminio hace falta bauxita o alúmina; esta última es un producto refinado de la bauxita.



Apilado de potasa en almacén cubierto en la Terminal ICL Iberia. Puerto de Barcelona. (Fuente: ICL Iberia).

Los gráneles mayores representaron en 2018, según el Review of Maritime Transport 2019 de UNCTAD, un volumen total de 3.210 millones de toneladas cargadas a nivel mundial, lo que significó un 29% del total de los 11.005 millones de toneladas de comercio marítimo, cargadas aquel año.

En cuanto a las cargas a granel secundarias, alcanzaron aproximadamente unos 2.015 millones de toneladas, es decir un 18% del total y un 25,8 % de la mercancía seca cargada (véase también Imagen 01 del capítulo anterior, dedicado a las

terminales de contenedores).

Como tendencia más relevante a futuro, cabe citar la ya iniciada reducción de los tráficos de carbón, como consecuencia de su impacto medioambiental como fuente de energía, y el énfasis por la diversificación a favor de las energías renovables, en los países importadores y, en particular, en la Unión Europea.

Los buques graneleros

A diferencia de los buques tanque, para el transporte de gráneles líquidos, los buques graneleros se caracterizan por tener escotillas para cerrar las bodegas, donde se trasporta el granel. Las escotillas suelen ser muy anchas para permitir el acceso del equipo de manipulación en cualquier lugar de la bodega.



Buque granelero Ore Tianjin, 399.213 TPM. (Fuente: SailorDiary).

Los buques graneleros tienen tamaños que varían desde las pequeñas barcazas de menos de 1.000 TPM [1], hasta los grandes graneleros de hasta 405.000 TPM. Los principales tipos de buques en operación son:

- Barcos graneleros (multipropósito) (*bulkcarriers).* Se trata de buques con grandes bodegas para cualquier producto a granel. Están diseñados para que la carga/descarga sea realizada por equipos de tierra.

- Cargueros de mineral o mineraleros (*ore carriers*). Son buques graneleros especializados con bodegas más pequeñas, adecuadas para minerales de alta densidad.

- Barcos con equipos de manipulación de carga incorporado *(geared).* Se trata de barcos que disponen de sus propias grúas en cubierta para la carga y descarga de la mercancía. Suelen ser barcos relativamente pequeños de tamaño (normalmente en el rango Handysize o Handymax), utilizados para volúmenes reducidos y/o para el servicio a puertos que no disponen de equipos en tierra.

- Barcos autodescargantes. Son barcos que disponen a bordo de un equipo para la manipulación de los materiales, lo que hace posible la autodescarga.

- Barcos especializados. Para el transporte de determinados productos: astillas de madera, cemento, azúcar, etc.

- Barcazas y buques para el transbordo (*barges* and *transhipers*). Se trata de barcos pequeños utilizados en tráficos de cabotaje costero y para el transbordo carga o descarga en el mar.



Buque CSL Elbe autodescargante. (Fuente: Marinetraffic).

Según su capacidad, los buques graneleros se suelen clasificar tal como se expresa en la Tabla siguiente.

Buque	TPM	Eslora (m)	Manga (m)	Calado (m)	Obersvaciones
Handysize	15.000-35.000	169,0	25,0	9,9	
Handymax	35.000-60.000	192,0	32,0	11,7	
Supramax	50.000-60.000	192,0	32,0	11,7	Subconjunto de los Handymax
Panamax	65.000-85.000	289,6	32,2	12,0	Las dimensiones indicadas son las máximas de un buque que puede transitar por el viejo Canal de Panamá
Post-Panamax	85.000-125.000	340,0	43,0	14,5	Cuando son mayores de 100.000 TPM se les suele denominar Mini Cape
New Panamax	60.000-200.000	366,0	49,0	15,2	Las dimensiones indicadas son las máximas de un buque que puede transitar por las nuevas exclusas del Canal de Panamá
Capesize	125.000-220.000	286,0	45,0	17,6	
Very Large Ore Carrier (VLOC)	220.000-400.000	340,0	60,0	21,0	
Chinamax	405.000	362	65	23	Corresponden al límite de los puertos chinos. Suelen transportar mineral de hierro desde Brasil hasta China

Clasificación de los buques graneleros según su capacidad. (Fuente: JL. Estrada a partir de varios).

Por encima de los VLOC de 350.000 TPM [1], están los ULOC (Ultra Large Ore Carrier), cuyos representantes mayores son los Chinamax, también denominados Valemax, (de la compañía minera brasileña Vale S.A.). Estos buques suelen transportar mineral de hierro desde Brasil hasta China.

Según IHS Markit, la flota mundial de graneleros a 1º de enero de 2020 ascendía a 12,2 miles de buques, con 473,8 millones de GT, que representaban el 35,8 % de la flota mercante mundial en GT.

La terminal de graneles solidos

Lo mismo que para el caso de las terminales de contenedores, nos centraremos aquí en los aspectos de la planta de la terminal, su funcionamiento y en el comportamiento de los equipos e instalaciones principales.

La terminal de graneles sólidos responde básicamente a la estructura estándar de una terminal portuaria con sus tres zonas diferenciadas: zona de maniobra, zona de tránsito y zona posterior, según fueron definidas en el capítulo 1, si bien con particularidades, ya que, básicamente las zonas tránsito y posterior, suelen constituir una única, con sus funciones más o menos mezcladas o integradas, dentro de una enorme casuística de situaciones, que dependen sobre todo del tipo de producto que se manipula y, en todo caso, por la condición de tratarse de terminales de carga (export) o de descarga (import), como ya ha sido indicado.

Por otra parte, en los casos en que el atraque está constituido por un pantalán, la zona de maniobra quedaría restringida al mismo, siendo que el equipo de carga/descarga suele apoyarse en ella.

Son aspectos importantes a considerar, además de la ubicación en relación con las cadenas logísticas y/o instalaciones industriales a las que sirve: las condiciones naturales, las comunicaciones terrestres, la disponibilidad de aguas profundas, ya que los grandes buques graneleros suelen tener mucho calado. Asimismo, dado que se suelen mover volúmenes considerables de producto, se requieren grandes superficies terrestres o explanadas, que a veces son incrementadas para el desarrollo de funciones de valor añadido en la propia terminal, como se indica luego.

Las conexiones con el hinterland pueden constituir un factor de gran relevancia, particularmente en los casos de terminales *export* que mueven grandes volúmenes de producto, pudiendo existir unas instalaciones y transporte ferroviarios, perfectamente integrados con la producción en la mina, la terminal portuaria y el transporte marítimo. Ello obliga a un diseño específico de la terminal ferroviaria y a su integración en la terminaly portuaria. Es el caso del puerto de Newcastle en Australia, el mayor puerto exportador de carbón del mundo (165 millones de toneladas en 2019), con dos terminales de carbón, que se conectan ferroviariamente con varias minas en el Hunter Valley, en New South Wales.



Terminal de ICL Iberia para carga de potasa. Puerto de Barcelona. (Fuente: ICL Iberia).

Otro ejemplo es la terminal *export* de ICL Iberia en el puerto de Barcelona, con una capacidad anual máxima de cuatro millones de toneladas, directamente conectada por ferrocarril y camión, con las minas de potasa, en Suria y Cardona a unos 86 km del puerto.

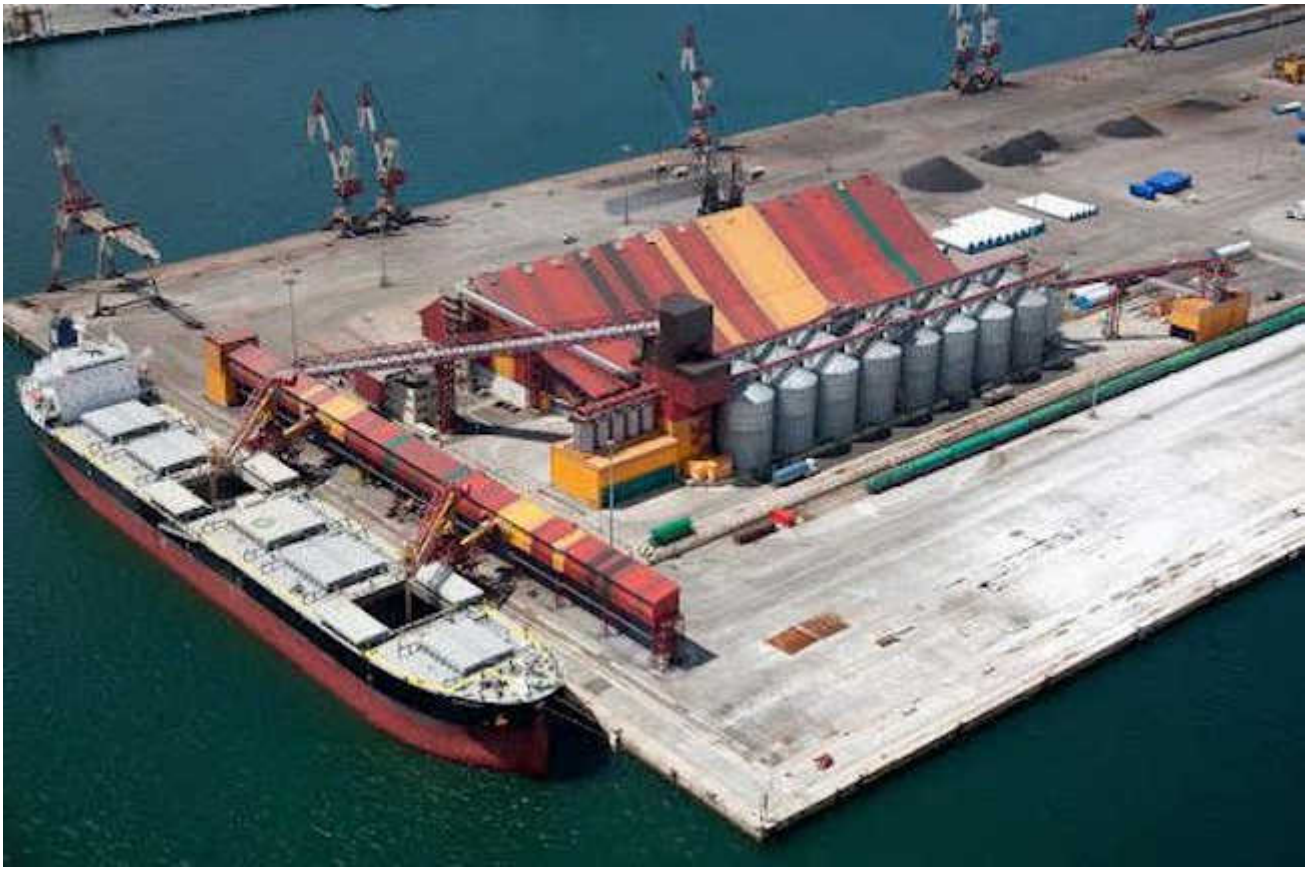


Instalación para la descarga de vagones de potasa en la Terminal ICL Iberia. Puerto de Barcelona. (Fuente: ICL Iberia).

Así, no existe una configuración tipo para una terminal de graneles sólidos, ya que son muchas las variables a tener en cuenta, que van a condicionar esta configuración y entre ellas:

- La condición de tratarse de una terminal de carga o de descarga.
- Tipo de producto a manipular.
- Tamaño del buque.
- Rendimiento.
- Localización, condiciones y posibles restricciones del emplazamiento.
- Instalaciones y medios de transporte interior.
- Aspectos económicos.
- Otros.

Terminal de TASA Santander de descarga de graneles agroalimentarios. Puerto de Santander. (Fuente: Spanish Ports).



Terminales de exportación – carga de buque

Una constante de las terminales de exportación es que la carga del buque se realiza con equipos terrestres.

La carga del buque suele ser mayoritariamente un proceso prácticamente continuo, en el que uno o más cargadores de barco móviles, alimentados por un sistema de cintas transportadoras desde las pilas, vierten el producto en las diferentes bodegas del barco.

El sistema más común de cargador, es con una grúa o más, que se desplazan a lo largo del muelle (zona de maniobra), o de un pantalán, en el que el buque está atracado. En el caso de que la estructura de atraque sea un pantalán, el diseño del

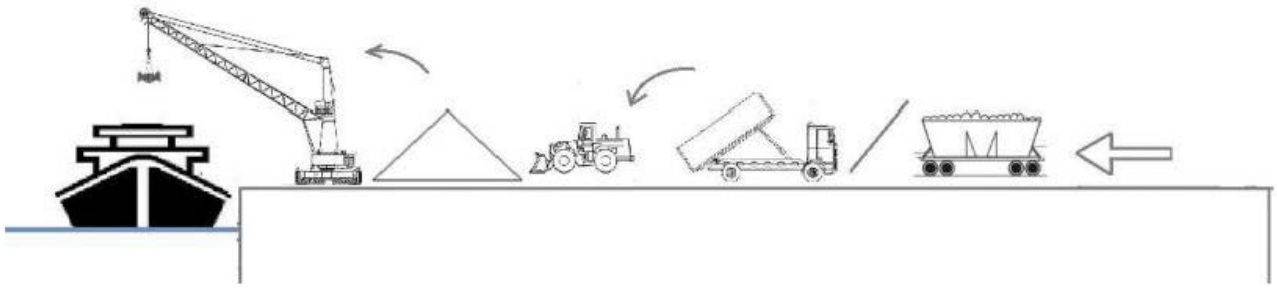
atraque puede ser para atracar por un solo lado o, en otras ocasiones, por los dos.

Sin embargo, para los buques grandes, que pueden necesitar más de 300m de longitud de muelle, la solución se hace muy cara. Consecuentemente, han sido desarrollados los denominados cargadores lineales o radiales, con diferentes tipologías, que son menos costosos de estructura.



Cargador de buque continuo en la terminal ICL Iberia. Puerto de Barcelona. (Fuente: ICL Iberia).

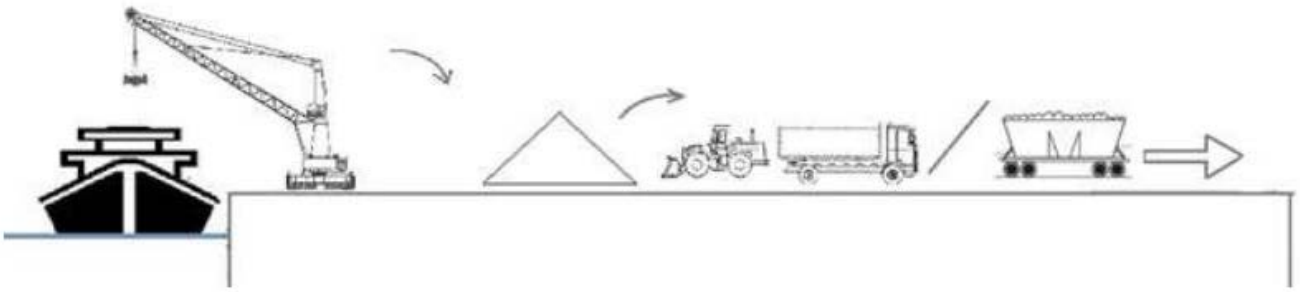
A veces, en instalaciones sencillas, en muelles convencionales, la alimentación de las grúas se hace directamente, ubicando las pilas de caga al alcance de grúa (Véase siguiente imagen).



Esquema de terminal de exportación, sin instalación especial en un muelle convencional. Carga mediante grúa automóvil desde parque de graneles de primera línea, al alcance de la grúa. (Fuente: J.L. Estrada).

Terminales de importación – descarga de buque

Ya ha sido dicho como, las terminales *import* son mucho más variadas que las terminales *export*. La mayoría consisten en un muelle que es operado por un solo lado, que soporta la maquinaria de descarga y que se completa con el sistema de manipulación de la mercancía en la explanada. Habitualmente, el producto es entregado en una pila, pero puede ser directamente cargado en camiones y trenes, normalmente a través de tolvas.



Esquema de terminal de importación, sin instalación especial en un muelle

convencional. Descarga mediante grúa automóvil y acopio en parque de graneles de primera línea, al alcance de la grúa. (Fuente: J.L. Estrada).

Los atraques suelen estar trasdosados por un terraplén que da lugar a la explanada o bien están constituidos por estructuras tipo pantalán, ya sean paralelos o perpendiculares a la parte terrestre de la terminal.

Para rendimientos bajos en muelles convencionales, suelen utilizarse grúas de muelle o grúas móviles, que descargan directamente al muelle o a camiones o trenes, por medio de tolvas (Véase imagen anterior).

Cabe distinguir tres tipologías principales de descargadores de barcos, que dependen, sobre todo, de las exigencias de los diferentes tipos de materiales a manipular:

- Cucharas, para cualquier material grueso.
- Descargadores mecánicos continuos, para altos volúmenes de materiales gruesos. Entre ellos cabe citar: tornillos verticales, elevadores de cangilones, ruedas de cangilones, y cinturón sándwich.
- Descargadores neumáticos, para materiales de polvo fino y baja densidad (grano, cemento).



Descarga de carbón en la terminal de Noatum. Descarga con grúa móvil y cuchara sobre tolva ecológica a parque de cintas cerrado. Puerto de Santander. (Fuente: J.L. Estrada).



Descarga de carbón en la terminal de Noatum. Operación de descarga de carbón mediante cuchara sobre tolva ecológica. Puerto de Santander. (Fuente: J.L. Estrada).

Cuando se utilizan barcos con grúas incorporadas *(geared*), dotadas con cucharas, el producto se descarga sobre tolvas móviles sobre el muelle, las cuales pueden alimentar directamente camiones o cargar cintas en el muelle para transportar el material hasta las pilas, tinglados o silos.

Terminales de transbordo flotantes

Las operaciones de transbordo consisten en trasladar mercancía de un barco a otro. Puede hacerse a través de un muelle y se denomina tránsito marítimo, o directanmente de barco a barco. A veces se realiza en alta mar por medio de un barco o estación de transferencia, dando lugar a una terminal flotante de

transbordo.

Este tipo de solución suele adoptarse para cargar/descargar grandes barcos, cuando el muelle/terminal en tierra no dispone de suficiente profundidad, normalmente a causa de una excesiva distancia a las aguas profundas. Ello implica la carga/descarga de los buques “deep sea”, en alta mar, utilizando barcos de transbordo dedicados. Estos pueden ser gabarras sin motor o autopropulsadas o barcos autodescargantes. Existen muchas variantes y casuística.

Sistemas de manipulación y almacenaje en la terminal

Los productos descargados o cargados son objeto de manipulación en la terminal y, en su caso, de almacenaje ya sea al aire libre en explanada o cubiertos en instalaciones especiales: almacenes, silos, etc.

El almacenaje en instalaciones especiales viene condicionado sobre todo por las exigencias del producto, particularmente frente a la climatología. En la actualidad se tiende a sustituir los clásicos silos por almacenes horizontales, que deben estar adecuadamente diseñados estructuralmente para resistir el empuje del granel.



Almacén de graneles agroalimentarios con paredes reforzadas. Puerto de Tarragona. (Fuente: Autoridad Portuaria de Tarragona).

En cuanto a la manipulación, existen diferentes métodos y sistemas a utilizar que dependen de diferentes variables: tipo de producto y sus características y riesgos de manipulación, rendimiento de la terminal, superficie disponible, limitaciones medioambientales, solución para el almacenaje o depósito, medio de transporte hasta y desde la terminal y, finalmente, la proximidad o lejanía de la terminal de un área urbana.

Para el transporte del material en la terminal y fuera de la misma, hasta algunos kilómetros de distancia, suelen utilizarse habitualmente cintas transportadoras. Para mayores distancias son más competitivos el camión y el ferrocarril. Las cintas suelen estar cubiertas en toda su longitud, para evitar derrames y polvo.



Terminal EMO de carga y descarga de graneles sólidos. Puerto de Rotterdam. (Fuente: Dry Cargo International).

Las terminales de graneles sólidos requieren de espacio para depósito a modo de reserva (*buffer*) de los materiales que resultan del desequilibrio entre los flujos de carga/descarga del barco y los de recepción /entrega en la terminal, desde los medios de transporte terrestre. Normalmente, el ritmo de operación asociada al barco (carga/descarga) es mucho más rápido que el ritmo de entrega /recepción de la mercancía.



Carga a camión en almacén cubierto mediante pala cargadora. Puerto de A Coruña. (Fuente: Autoridad Portuaria de A Coruña).

La pila de material garantiza que existe suficiente producto disponible para cargar rápidamente un barco o bien permite su descarga también rápida, acopiando el producto en la terminal, hasta que es retirado. Ello permite maximizar la capacidad

del atraque y que ésta no esté condicionada por los ritmos de los medios del transporte terrestre.



Operaciones de carga, descarga y depósito a cielo abierto al alcance de grúa y almacenes en segunda línea. Puerto Exterior de A Coruña. (Fuente: El Mercantil).

El almacenaje puede ser abierto, parcialmente cerrado o totalmente cerrado. El abierto en explanada es el más barato, siempre que sea posible, pues existen diferentes tipos de riesgos: posible degradación del producto al aire libre, influencia del clima (lluvia, viento, ...), generación de polvo y otros riesgos (materias peligrosas, posibles infecciones de animales o presencia de insectos, ...). En estos casos será necesario el almacenaje cerrado en almacenes o silos.

La ubicación de los almacenes, cualquiera que sea su condición y tipología, suele/debe estar más o menos cerca del muelle, en la propia terminal o en sus inmediaciones, con el fin de reducir los costes de acarreo, que pesan mucho para

esta tipología de productos, de reducido valor unitario.

Las pilas de almacenaje deben ser planificadas de forma que se pueda acopiar el máximo de material en el mínimo espacio. Los productos deben ser segregados de acuerdo con sus propiedades.

El equipo utilizado para desplazar el material en la zona de almacenaje son los llamados apiladores (*stackers*), mientras que para recoger o recuperar el material desde la pila se utilizan recogedores (*reclaimers*). A veces, las funciones se concentran en un mismo tipo de máquina apiladora –recogedora (*stacker/reclaimer*).

Actividades de valor añadido: mezclado, procesado, pesado

En determinadas situaciones, para ciertos materiales, particularmente el mineral de hierro y el carbón, se suelen hacer mezclas de diferentes grados, antes de su entrega a una central o industria del acero, con estrictos requerimientos de homogeneidad de la mezcla.

Es asimismo frecuente, la realización de envasado y ensacado de grano, azúcar, cemento y productos similares, en las terminales portuarias.

El pesado de los materiales se suele realizar también a veces en las terminales, ya sea antes de la carga en el barco o bien después de la descarga, por razones de control, pago, etc. También es frecuente realizar tomas de muestras.

Las actividades anteriores son demandadoras, con frecuencia, de espacios adicionales en la propia terminal.

Consideraciones climáticas, medioambientales y sobre la seguridad

_

Ya hemos citado antes la posible sensibilidad/incidencia de determinados productos a las diferentes acciones de la climatología, que pueden obligar a un determinado tipo de medidas en la manipulación o de almacenaje, en su caso.

Las consideraciones medioambientales juegan un papel fundamental en la actualidad, en el caso de las terminales de graneles sólidos.

La manipulación y el almacenamiento de graneles sólidos, así como las tareas de mantenimiento de la maquinaria empleada, conlleva la generación de acciones sobre el medioambiente, como pueden ser la emisión de partículas o la generación de residuos, que a su vez pueden dar lugar a impactos negativos sobre el entorno natural, social y económico.



Pantallas para reducir la emisión de partículas pulverulentas en el puerto de Alicante. (Fuente: Autoridad Portuaria de Alicante).

Entre los principales impactos ambientales que pueden generarse en la operativa portuaria con graneles sólidos, cabe citar:

Impactos de calidad ambiental

- la calidad del aire, consecuencia de la presencia de partículas del tipo PM10.
- la calidad del agua, por la caída y vertido de productos en las dársenas.
- eutrofización de las aguas, por el derrame de productos en el agua, que pueden actuar como nutrientes, como es el caso de fertilizantes, que puede generar procesos de eutrofización de las aguas.





Parque de graneles cubierto de la "Medusa" en el Puerto de A Coruña. (Fuente: La Opinión de Galicia).

Impactos en el entorno social

- olores, por la fermentación de productos agroalimentarios o por el mal estado de las aguas, fruto de un exceso de materia orgánica.

- contaminación acústica, por el funcionamiento de los sistemas de manipulación y transporte en la terminal.

- salud, por la posible emanación de partículas alergénicas procedentes de determinados productos agroalimentarios, o niveles elevados de polvo y partículas, que pueden afectar a las personas.

- seguridad de instalaciones, por la emisión de partículas que puede generar problemas de reducción de visibilidad, etc.

Impacto económico

- contaminación cruzada, ya que existen mercancías, como los agroalimentarios y ciertos minerales, cuyas propiedades pueden verse alteradas, por la presencia de trazas de otras mercancías.

- interferencia con otras actividades; las emisiones de polvo pueden afectar a otras actividades y tráficos portuarios: vehículos estacionados en las explanadas, el amarre de embarcaciones deportivas o el tráfico de cruceros.

- deterioro de maquinaria e infraestructuras: reducciones de profundidad del muelle, atascos en sistemas de drenaje, etc.

- desarrollo de plagas, etc.

La evitación y, en su caso, eliminación de estos problemas y riesgos, pasa por la adopción de buenas prácticas en la planificación, coordinación y gestión de la actividad, en el movimiento y almacenamiento de la mercancía, en el transporte terrestre y en el mantenimiento de equipos e instalaciones y con la adopción de

medidas adecuadas para el control de las emisiones. La posible presencia de este tipo de impactos, puede ser decisivo a la hora de decidir el emplazamiento de las terminales, en la proximidad o en su relación con núcleos urbanos vecinos.

Algunas medidas tradicionales pasan por la utilización de cucharas y tolvas ecológicas, así como cintas transportadoras totalmente cubiertas, pantallas y barreras cortavientos, cañones nebulizadores y difusores de agua, que posteriormente es recuperada en el sistema de drenaje, para la humidificación de los acopios y / o creación de una atmósfera húmeda de apoyo a las pantallas, instalaciones lava-ruedas para los camiones, almacenes cerrados especialmente diseñados, etc.De algunas de estas medidas se han expuesto ejemplos y fotografías en los párrafos anteriores.

Finalmente, es preciso considerar los riesgos asociados con la seguridad, en particular el riesgo de explosiones de polvo. Existen bastantes casos en la historia de explosiones con importantes pérdidas económicas y, en ocasiones, también de vidas humanas. Probablemente los más susceptibles son el polvo de carbón y de grano, pero también tiene cierto riesgo el polvo de cemento y de bauxita. Una explosión de polvo se asemeja a las explosiones de gas, pero suele ser mucho más fuerte. El tipo de medidas a adoptar para la reducción del riesgo dependen sobre todo del producto manipulado.

Notas

[1] TPM, es el acrónimo de Toneladas de Peso Muerto (DWT, por sus siglas en inglés). Representa el peso que el buque puede transportar, incluyendo todos los pertrechos (combustibles, agua, víveres, repuestos) y la tripulación incluso efectos, cuando está cargado hasta la línea de flotación de verano.

Head image: La Terminal EBHISA de descarga de graneles sólidos en el puerto de Gijón. (Fuente: EBHISA).