

TRABAJO FIN DE GRADO

Curso 2015-2016

Grúas
Portacontenedores

Tutor: Juan Antonio Rojas Manrique

Alumno: Carlos Javier Gómez Lemus

Grado: Náutica y Transporte Marítimo

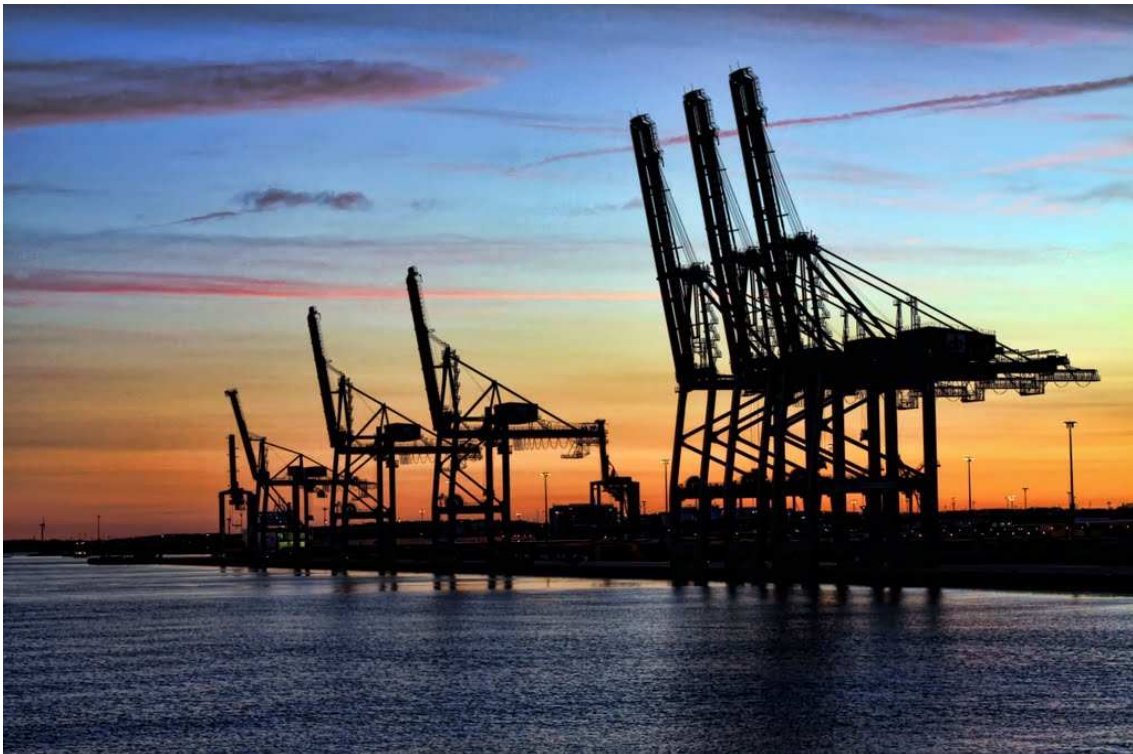
ÍNDICE

1. Introducción.....	pág5
2. Cuerpo del trabajo.....	pág 8
2.1 Historia del contenedor.....	pág 9
2.2 Tipos de contenedores.....	pág 13
2.3 Grúas Portacontenedores.....	pág 16
2.4 Buques Portacontenedores.....	pág 31
2.5 Terminales de contenedores.....	pág 35
2.6 Aplicaciones en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife.....	pág39
3. Conclusiones.....	pág 44
4. Bibliografía.....	pág 47
5. Anexos.....	pág 50
5.1 Legislación vigente.....	pág 51
5.2 Avances y actualidad.....	pág 55

1. Introducción

Sin la utilización de maquinaria de elevación y transporte hoy en día, sería inconcebible trabajar a los altísimos volúmenes necesarios actualmente para satisfacer la demanda del mercado, estos trabajos a mano serían en definitiva, imposibles de realizar.

Dichas operaciones de carga y descarga en talleres, almacenes y puestos de transbordo se encuentran hoy en día estrechamente vinculados a distintos tipos de máquinas de elevación y transporte, conocidos comúnmente como grúas que permiten ejecutar los procesos de elaboración y determinar el rendimiento de fabricación e, incluso, de la empresa en su totalidad.



Fuente:staticpanoramio.com

Las máquinas actuales que trabajan a un ritmo frenético a altísimas velocidades y con cargas muy elevadas son el resultado de cientos de años de evolución y como en casi todos los campos relacionados con la mar se ha aprendido de forma empírica a base de accidentes y catástrofes, a perfeccionar los métodos.

Partiendo de las primeras máquinas elementales tales como los rodillos, palancas y planos inclinados, la historia nos muestra por ejemplo lo trascendente que fueron estas técnicas para el transporte de grandes cargas en la construcción de las pirámides de Egipto.

Las primeras grúas surgieron a partir de la contribución a perfeccionar las máquinas de elevación y ampliar su espectro de aplicación. En 1860 se diseñó la primera grúa impulsada por una máquina de vapor y tan solo 20 años después comenzaron a comercializarse las primeras grúas eléctricas, atribuyéndose gran parte del mérito los mecánicos Rusos ya que fueron los pioneros en este campo.

Adentrando nos en el tema que nos concierne en esta síntesis, comenzaremos por aclarar que en sus inicios, el movimiento de contenedores en puertos se realizaba de manera convencional, con grúas equipadas con aparejos específicos para el anclaje de los mismos al gancho de la grúa. Gradualmente han ido surgiendo diseños específicos de grúas para la manipulación de contenedores tierra-barco.

Tema en el que nos centraremos en este proyecto, tratando las diferentes partes que integran este sistema por separado y analizando su rendimiento en conjunto.

Con la redacción de este proyecto se pretende analizar detenidamente y otorgar al lector unos conocimientos básicos en el funcionamiento de este conjunto y una formación elemental de cada uno de los factores que lo integran.

2. Cuerpo del trabajo

2.1 Historia del contenedor

Los orígenes de los contenedores marítimos se remontan a la época de la Segunda Guerra Mundial. Un transportista de Estados Unidos, Malcom McLean, cansado de realizar trayectos excesivos confeccionó un invento revolucionario. Es el padre de la unidad que a día de hoy conocemos como contenedor.



Fuente: google

La esencia de la idea de Malcom McLean se centra en una caja metálica para transportar mercancías, un invento que modificó la historia del tráfico marítimo internacional y, por tanto, la del comercio.

El primer contenedor contaba con 35 pies de longitud, 8 de alto y 8 de largo. La organización ISO (International Organization for Standardization) será posteriormente la encargada de la normalización de los equipos y los contenedores, estableciendo requisitos como su identificación y regulación o adaptación a las dimensiones y forma establecidas.

El éxito que obtuvo el proyecto de Malcom McLean fue abismal y aún perdura. A partir de entonces, McLean crea la naviera *Sea Land*, que trasladó, por primera vez en la historia, casi 60 contenedores desde el puerto Newark hasta Houston, en el año 1965.

El triunfo de la iniciativa fue de tal envergadura que, en ese mismo año, se empieza a generalizar el empleo de los contenedores, a nivel internacional, para el transporte marítimo. La vida de los contenedores marítimos oscila entre los 6 y 15 años (contando con la continua reutilización de los mismos).



Fuente sea-landcompany

A día de hoy, todos los contenedores que emplean el tráfico marítimo deben tener en cuenta las normativas que establece la ISO. Las reglas fundamentales que se deben tener en consideración son: disponer de la identificación y regulación de los contenedores y ajustarse a las características estipuladas en cuanto a tamaño y forma.

Los contenedores marítimos, según la normativa ISO, se definen como instrumentos que facilitan el transporte de mercancías, sin la rotura de la carga; son resistentes; disponen de mecanismo que permiten su manipulación y el volumen interior mínimo debe ser de un metro cúbico.

La invención de los contenedores marítimos supuso una gran revolución en el Siglo XIX. Durante los siglos siguientes se fueron mejorando los mecanismos. Desde sus inicios ofreció la expansión de la comercialización y traslado de mercaderías por todo el planeta

El Contenedor Marítimo en tres décadas:

1939-1945 Segunda Guerra Mundial	1956 MalcomMcLean	1963 Sealand
El concepto de contenedor se creó a final de la II Guerra Mundial, para el transporte seguro de material bélico.	En 1956 Malcolm Mclean establece el servicio de transporte contenerizado e inicia el transporte multimodal mundial.	La primera línea contenerizada es Sealand, inicia con buques de uso múltiple y con capacidad para menos de 100 cnts.

2.2 Tipos de contenedores

Llamamos contenedor a un recipiente de carga para el transporte marítimo o fluvial, transporte terrestre y transporte multimodal. Hablamos de unidades estancas que protegen las mercancías de fenómenos climatológicos y que están fabricadas en función de la normativa ISO (*International Organization for Standardization*)

Los contenedores pueden utilizarse para transportar objetos voluminosos o pesados: motores, barcos de recreo, maquinaria, vehículos de reducidas dimensiones, o mercancía pale tizada. Menos frecuentes son los que transportan carga a granel. Las dimensiones del contenedor se encuentran normalizadas para facilitar su manipulación. Normalmente miden entre 20 y 40 pies.

Los contenedores se fabrican principalmente de acero corten, pero también los hay de aluminio y algunos otros de madera contrachapada reforzados con fibra de vidrio. En casi todos los casos, el suelo es de madera. Interiormente llevan un recubrimiento especial anti-humedad. Otra característica de los contenedores es la presencia, en cada una de sus esquinas, de alojamientos para los *twist-locks*, que les permiten ser enganchados por grúas especiales, así como su trincaje tanto en buques como en camiones. El primer transporte de mercancías con contenedores fue el 26 de abril de 1956. Corrió a cargo de Malcolm MacLean que hizo el trayecto desde Nueva York a Houston.

- *Dry Van*: son los contenedores de tipo estándar. hermeticos y sin refrigeración o ventilación.
- *Metálicos*: igual que los anteriores pero sin cerrar herméticamente y sin refrigeración. Empleados comúnmente para el transporte de residuos y basuras por carretera.
- *High Cube*: contenedores estándar de 40 pies su característica principal es su altura (9,6 pies).
- *Reefer*: Contenedores refrigerados, ya sea de 40 o 20 pies, pero que cuentan con un sistema de conservación de frío o calor y termostato. Deben ir conectados en el buque y en la terminal, incluso en el camión si fuese posible o en un generador externo, funcionan bajo corriente trifásica. Algunas de las marcas que se dedican a fabricarlos: Carrier, Mitsubishi, Thermo King, Daikin.
- *Open Top*: de las mismas dimensiones que los anteriores, pero abiertos por la parte de arriba. Puede sobresalir la mercancía pero, en ese caso, se pagan

suplementos en función de cuánta carga haya dejado de cargarse por este exceso.

- *Flat Rack*: carecen también de paredes laterales e incluso, según casos, de paredes delanteras y posteriores. Se emplean para cargas atípicas y pagan suplementos de la misma manera que los open top.
- *Open Side*: su mayor característica es que es abierto en uno de sus lados, sus medidas son de 20 o 40 pies. Se utiliza para cargas de mayores dimensiones en longitud que no se pueden cargar por la puerta del contenedor.
- *Tank* o Contenedor cisterna: para transportes de líquidos a granel. Se trata de una cisterna contenida dentro de una serie de vigas de acero que delimitan un paralelepípedo cuyas dimensiones son iguales a las de un *dry van*. De esta forma, la cisterna disfruta de las ventajas inherentes a un contenedor: pueden apilarse y viajar en cualquiera de los medios de transporte típicos del transporte intermodal. En algunas fotos de este artículo pueden distinguirse contenedores cisterna.
- *Flexi-Tank*: para transportes de líquidos a granel. Suponen una alternativa al contenedor cisterna. Un *flexi-tank* consiste en un contenedor estándar (*dry van*), normalmente de 20 pies, en cuyo interior se fija un depósito flexible de polietileno de un solo uso denominado flexibag.



contenedor tipo refer

fuelle: yurepa.wikispaces.com

2.3 Grúas Porta- contenedores

➤ GRÚAS PARA LA ELEVACIÓN DE CONTENEDORES

- **Containerquadrane:** la cual está únicamente destinada a la carga y descarga de contenedores en el muelle de un puerto, para trasladarlos de tierra a la embarcación y viceversa, mas adelante continuaremos estudiando este tipo de grúas mas detenidamente.



fuelle: bingimages.

Al tratarse de la grúa de mayor relevancia ya que es la que trata directamente con el buque y donde mayor rendimiento buscamos, haremos una breve descripción de sus partes mas importantes asi como sus características de funcionamiento

LA PLUMA



Imagen 19. Fuente konecranes.com

Debido al altísimo coste de las grúas y al incesante crecimiento del tamaño de los buques, se tiende a diseñar las nuevas para que manipulen una fila mas de contenedores de las que tenga el mayor buque esperado, incluso si dicha capacidad no se necesitase, esta previsión permitiría una mejora de la producción porque asíel “trolleí” no trabajaría en deceleración en la zona del final de la pluma y contaría con mas margen de movimiento.

DIMENSIONES DE LAS GRUAS

Las primeras grúas para contenedores estaban fuera de clasificación, eran capaces de operar con buques de hasta 10 filas de contenedores en cubierta . La primera PACECO se diseño para cargas de hasta 22,7 toneladas elevables hasta una altura de 15,6 metros y un alcance de 23,8 metros.

Actualmente las grúas conocidas como PANAMAX son aquellas capaces de atender a buques que puedan navegar por el canal de Panamá, con el incremento del tamaño de los buques surgieron las “POST PANAMAX” y “SUPER POST PANAMAX”, a las que se les atribuyen estos nombres en función del tamaño de los buques que pueden atender.

Dichas grúas deben estar provistas del tamaño, resistencia y robustez necesarias para dar un correcto servicio a los buques, provistas de la última tecnología tanto mecánica y electrónica que permitan mayor rendimiento y precisión en el trabajo.

Actualmente el tamaño de las grúas para contenedores dobla sin problemas a sus antecesores de finales de los 50, en la tabla a continuación se reflejan las medidas de las grúas mas comunes “post panamax”.

Magnitudes	Post panamax 16 de ancho	Post panamax 18 de ancho	Post panamax 20 de ancho
Distancia entre railes (m)	30,5	30,5	30,5
Espacio entre patas (m)	18,3	18,3	18,3
Elevación sobre los railes en (m)	34	34	36
Capacidad de elevación en (Tm)	50	52	54
Altura del pórtico (m)	12	12-15	15
Separación de topes (m)	27	24-27	24-27
Alcance desde la línea del agua	45-47	50-52	56

Fuente: terminales marítimas de contenedores, el desarrollo de la automatización

El tamaño de las grúas dependerá siempre de su carga debida al viento, la longitud de la pluma, el tipo de “trolley”, su estructura, el diseño para la automatización y la carga de las ruedas.

TIPOS DE DISPOSICION ESTRUCTURAL

Los trolley o carros, pueden ser de dos tipos diferentes, “machineryontrolley” o “ropetowedtrolley” dependiendo de si la maquinaria está situada en el mismo carro o en una caseta independiente. Para el diseño de la estructura, el peso es la principal diferencia entre los dos tipos de “trolley”, el segundo caso es una tercera parte que en el primero. Este tema es de gran relevancia ya que tenemos que tener en cuenta que la fatiga de los materiales en un machineryontrolley se incrementa en un 65%, lo que equivale a pasar de un coeficiente de seguridad 3 a 5.

A continuación representamos en una tabla donde daremos un ejemplo del efecto del “trolley” sobre la estructura.

	“ropetowedtrolley”	“machineryontrolley”
Peso del trolley (con dispositivo electrónico anti balanceo)	20,4 Tm	63,5 Tm
Carga en movimiento (“trolley”, “spreader” elevador de la pluma, 50tm del contenedor mas impacto)	104 Tm	152 Tm
Carga en movimiento para el calculo de fatiga	68 Tm	114 Tm
Daño por fatiga de los materiales	1.0	4,63
Peso total de la grúa post-panamax con 30,5 m de separación entre los railes)	1050 Tm	1200 Tm

Carga en los trenes de ruedas	49 Tm/m	57 Tm/m
-------------------------------	---------	---------

Fuente: CRANES: Design and maintenance

➤ VELOCIDAD DE LAS GRUAS

Como hemos comentado anteriormente las dimensiones de los barcos porta contenedores esta aumentando, y por tanto también aumenta el tamaño de las grúas que los atienden. Para que este incremento en las distancias que debe recorrer el contenedor en las operaciones de carga y descarga no suponga una pérdida de rendimiento, tiene aumentar la velocidad de los movimientos de la grúa y de los diferentes elementos que la componen. En la tabla a continuación se muestran las velocidades convencionales de los tipos de grúas “post panamax” y “súper post panamax” con “trolley” simple

	“Post panamax”	“Super post panamax”
Elevación con spreader cargado(m/min)	70	80
Elevación con spreadervacio(m/min)	170	180
Velocidad del trolley(m/min)	220	220
Descenso con spreader cargado(m/min)	70	80
Descenso con spreadervacio (m/min)	170	180
Velocidad de desplazamiento de grúa(m/min)	45	46
Tiempo de izado de pluma hasta su posición de descanso(min)	3	3

Fuente:terminales marítimas de contenedores, el desarrollo de la automatización

En relación con la velocidad, cabe destacar que:

- La máxima velocidad de elevación con spreader cargado y vacío lo ostentan las dos grúas que el grupo ELECTRUCK fabrico para P&O en el año 2000 llegando a alcanzar una velocidad de 210(m/min).
- Las dos grúas con mayor velocidad del trolley (240m/min) las fabrico IMPSA para el puerto de manzanillo (México) y entraron en servicio en abril de 1999.

SUMINISTRO ELECTRICO

El suministro de corriente a las grúas suele hacerse en alta o media tensión pese a que muchas de ellas poseen su propio generador diesel montado sobre la misma grúa, lo que las hace totalmente autosuficientes. Los generadores diesel no constituyen ningún problema por si mismos, pero de todas maneras hay que asegurarse muy bien de que generador debe instalarse según se requiera.



fuelle:blog.montec.es

Cuando se procede al suministro de energía desde una red exterior pública o privada, los canales de alojamiento de los conductores constituyen la forma de toma de corriente ideal para grúas y pórticos en puertos astilleros e instalaciones de carga y descarga. Con tapas de acero que se cierran y se abren automáticamente al paso de la grúa, se consigue proteger los conductores de fuerza, tanto del tráfico de personas como de tráfico rodado.

Las tomas de corriente están formadas por perfiles de aluminio o fibra de vidrio con cabeza de cobre, o bien carriles de cobre macizo, que son indicados para ambientes húmedos y grandes intensidades. La electricidad llega a la grúa a través de colectores de grafito(escobillas) que se deslizan sobre las cabezas de cobre electrificadas a medida que aquella se va desplazando.

Hay otra tendencia, en la que los canales no albergan conductores desnudos para captar la corriente, sino que su función es la de proteger al cable de la grúa a medida que el carrete lo suelta. La tapa se abre y se cierra automáticamente al paso de la grúa y de esta forma, los cables conductores de energía eléctrica quedan protegidos. En el caso de que las tapas de los canales sean de neopreno, se consigue también proteger los cables contra los derrames líquidos de distinta naturaleza que podrían deteriorarlos.

SISTEMA ANTI-BALANCEO

Las grúas “post-pánamax” y “super post panamax”, de mayor dimensión y con plumas mas largas que las pánamax producen mayores movimientos pendulares en el “spreader” generando arcos muy amplios, en ocasiones para algunos operadores de terminal se hace necesario utilizar un método para controlar este balanceo. Estos sistemas anti-balanceo están en continua evolución y vienen desarrollando equipos o sistemas capaces de controlar los movimientos pendulares de la carga que cuelga de los cables de la grúa, movimientos que dificultan su manejo y producen una disminución notable en el rendimiento de los operadores.

Los sistemas anti balanceo automáticos pueden incrementar significativamente su productividad si el operador no tiene mucha pericia, es muy conveniente usarlos en aquellas terminales en las que se cambia frecuente mente de operador pues, lo normal, es que no todos tengan la misma destreza. No obstante muchos operadores de grúa experimentados son capaces de controlar y compensar el balanceo manualmente, por lo que prefieren no utilizar los sistemas automáticos.

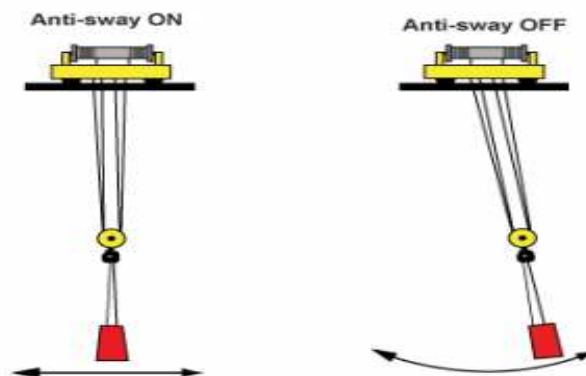


imagen 21.fuente:rmhoist.com

Contrastando los comentarios de ciertos operadores de terminales europeos opuestos al uso de estos sistemas, caemos en la cuenta de que los operadores asiáticos están en mayor disposición de utilizarlos. PORT SINGAPORE AUTHORITY eligió en 1999 de entre varias opciones el sistema propuesto por la firma sueca ABB, mientras que en las mismas fechas HONG KONG INTERNATIONAL TERMINALS se estaba decidiendo entre un sistema de tipo óptico y uno laser.

El sistema de ABB de control electrónico de la carga forma parte de un sistema modular denominado ADVANT CRANE CONTROL SYSTEM que se puede adaptar a las grúas en su totalidad o en diferentes escalones según las necesidades que se presenten. Además del control electrónico de la carga, los restantes módulos que se pueden acoplar son los siguientes:

- sistema de control automático de la grúa
- control remoto
- sistema de gestión de la información.
- control de producción y control de mantenimiento.

Y entre todos forman parte de un paquete básico de manejo y control.

NUEVOS SISTEMAS PARA ELEVAR RENDIMIENTO

EL SISTEMA “DOUBLE TROLLEY”

Con el fin de incrementar la productividad de las grúas, los fabricantes han desarrollado diversos sistemas, dos de ellos, cuya implantación es una realidad a día de hoy, son los sistemas “doblé trolley” y “twinlift”.

1. Las grúas provistas del sistema “doblé trolley” o “carro doble”, disponen de una plataforma a modo de andamio con espacio para dos contenedores que permite que un movimiento completo desde el barco al muelle sea efectuado en dos fases.

La primera entre el punto de enganche en el barco y la plataforma y la segunda entre la plataforma y el muelle. Esta es un punto de almacenamiento y enganche intermedio y su

importancia radica en que el movimiento entre ella y el muelle puede ser automatizado fácilmente, los esfuerzos para automatizar los movimientos entre el punto de enganche en el barco y la plataforma, han tenido siempre mayor dificultad, debido a los movimientos ya mencionado de la grúa y el buque, tales como enganches que requieren manipulación o ajustes muy variantes para crear un patrón. Por esto, las grúas de doble carro, pretenden automatizar solo, aquellas maniobras que den resultados prácticos.

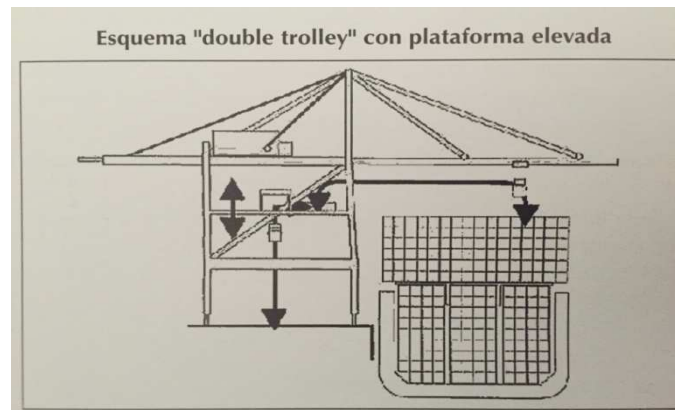


Imagen 21.fuente: terminales marítimas de contenedores, el desarrollo de la automatización

Este tipo de grúas es capaz de incrementar su productividad hasta en un 50%, pero tienen una gran desventaja y es que su precio es entre un 30% y un 50% superior al de las grúas convencionales y además pueden requerir otro operador en el caso de que el movimiento de la plataforma al muelle no este automatizado, aumentando de esta manera el coste de manipulación.

EL SISTEMA TWIN-LIFT

Este sistema consiste en la elevación de dos contenedores al mismo tiempo mediante el acoplamiento al cabezal de la grúa de un “spreader” especial con 8 “twist locks”.

Existen varios fabricantes homologados internacionalmente, pero se usa como empresa referente la industria sueca BROMMA.

Quizás las consideraciones mas relevantes a tener en cuenta en referencia a las operaciones “twin-lift” como un sistema permanente, son las capacidades máximas de elevación de las grúas y las velocidades comparativas de elevación y desplazamiento

horizontal, entre el sistema simple y el “twin”. Se debe tener en cuenta, con respecto a la capacidad de elevación, que solo el cabezal tiene un peso de 2,5 Tm al que debemos añadir el peso de 12,5 Tm del “spreader” y el peso de dos contenedores llenos, que en su conjunto podrían superar fácilmente las 60 Tm. Como consecuencia, la potencia de elevación requerida será en ocasiones superior a 500kw.

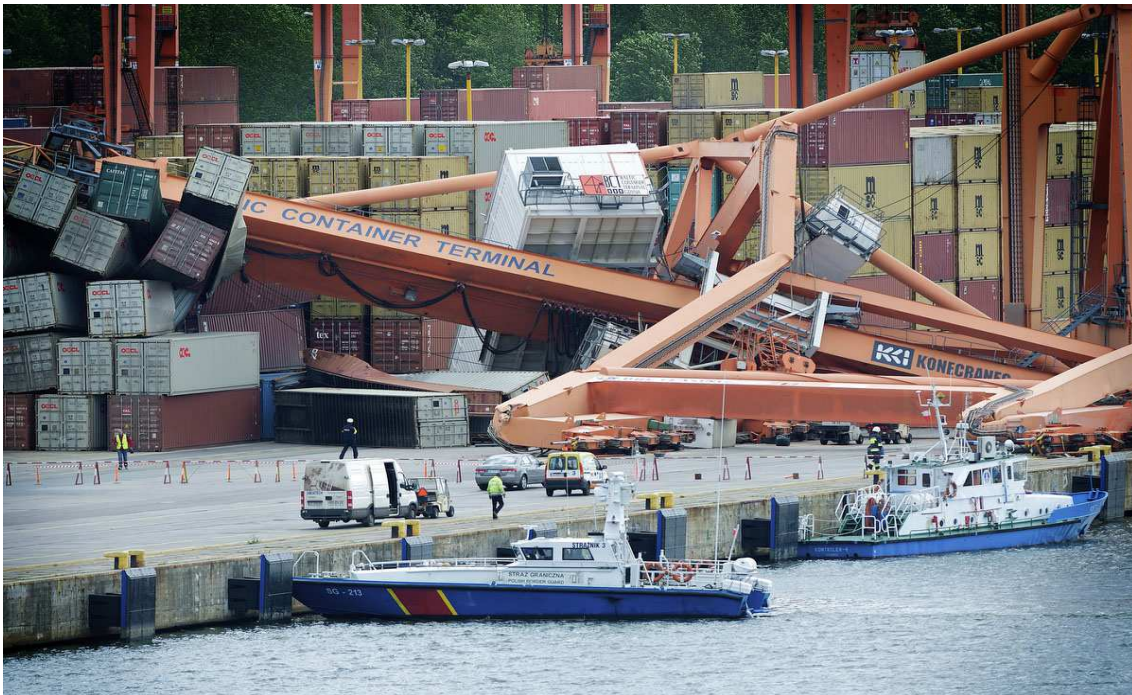
Con el fin de calcular la capacidad de los buques para realizar operaciones “twin-lift” se ha realizado en Hesseantie un estudio de 720 Buques porta contenedores de capacidades que oscilan entre 500 y 4300 TEU. La mayoría de los buques para contenedores solo ofrecen la posibilidad de cargar mediante “twinlift” bajo cubierta, pero en muchas ocasiones esto depende en gran medida de las rutas que vaya a realizar el buque.



sistema twinlift de dos contenedores

fuelle: nauticexpo.es

EL VIENTO



fuelle: google (hastalosjuegos.es)

En las muchas ocasiones las grúas no se construyen atendiendo a las condiciones operativas, sino a la fuerza del viento en la zona geográfica en cuestión. Para minimizar posibles errores de cálculo que pueden traer consecuencias de gran magnitud, se hacen pruebas a escala con túneles de viento en donde podremos estudiar la aerodinámica de las mismas.

Los fuertes vientos y las tormentas influyen mucho en la operativa de las grúas, y pueden incluso llegar a ocasionar grandes daños.

Es necesario calcular con mucha precisión las velocidades del viento con las que se pueden encontrar las mismas, tanto en condiciones operativas como en reposo.

En ocasiones el viento puede ser débil, fuerte, tormentoso, he incluso de tifón, pero la grua deberá ser capaz de moverse contra la fuerza de este, a esto se le conoce como operaciones al límite. Dicha operación suele ser especificada por la compañía que pide una oferta.

En muchas partes del mundo se toma como $v=20\text{m/s}$ como velocidad de referencia del viento (fuerza 8 en la escala beaufort) la cual corresponde a una presión dinámica del

viento de $q = 250 \text{ n/m}^2$, durante una tormenta se pueden llegar a alcanzar hasta $q = 400 \text{ n/m}^2$, o velocidades del viento de $25,3 \text{ m/s}$.

Hay que tener en cuenta que estas dos magnitudes aumentan acorde a la altura que nos encontremos sobre el nivel del muelle, en la siguiente tabla observaremos dichas variaciones.

VELOCIDADES DEL VIENTO Y PRESIONES AERODINAMICAS A DIFERENTES ALTURAS

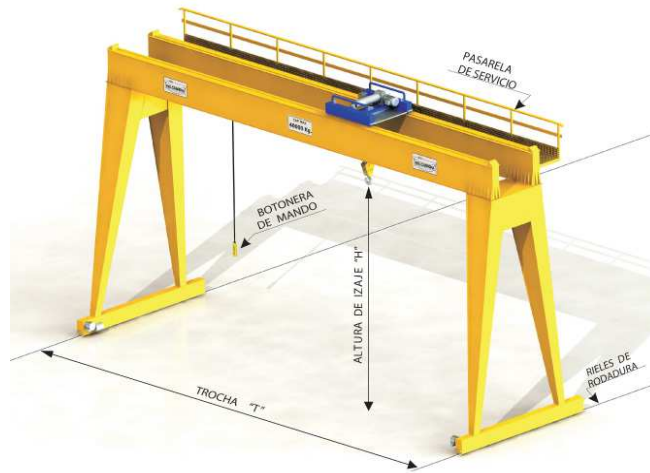
Altura sobre el muelle (m)	Viento tormentoso(m/s)	Presión aerodinámica $q(\text{N/M}^2)$
0-20	36	800
20-100	42	1100
>100	46	1300

Fuente: CRANES: Design and maintenance

Los generadores o motores de los que están provistas las grúas deberán ser capaces de proporcionar siempre el impulso requerido, incluso a bajas velocidades, durante el tiempo que el operador dirige la grúa hacia el punto de anclaje.

Son innumerables las grúas que han resultado destruidas como resultado de tormentas, pero en ocasiones se ha debido más en problemas en las riostras o anclajes que a una fuerza excesiva del mismo. Los diseñadores e ingenieros deben prestar la atención necesaria a estos detalles ya que en un momento determinado pueden ser cruciales en la vida de las máquinas.

- **Grúa Pórtico:** también llamada *trastainer*, están compuestas por un puente elevado o pórtico soportado por dos patas a modo de un arco angulado, posee capacidad para mover contenedores en tres ejes, vertical, horizontal y lateralmente y se caracteriza por maniobrar sobre railes o neumáticos de gran tamaño.



fuelle: ingenieriacabrera.com.ar

➤ EQUIPOS DE TRANSPORTE DE CONTENEDORES

- **Grúa apiladora (reachstackers):** conocidas comúnmente como riky, su ventaja radica básicamente en su manejo y flexibilidad a la hora de apilar contenedores que frente a su competidor más cercano conocido como "toro" al cual deja en clara desventaja debido a su mayor alcance. Es capaz de transportar rápidamente un contenedor en cortas distancias y apilarlo entre cinco y seis alturas.



Fuelle: konecranes.com

- **Straddlercarrier:** no se trata de un vehículo que se desplace sobre carriles para su uso en puerto, sino que es para uso exclusivo de apilamiento de containers estándar ISO. Esta grúa es capaz de apilar hasta cuatro alturas de contenedores y desplazarse a una velocidad de hasta 30 km/h, cargada con un container.



fuelle: previewcf.turbosquid.com

La estructura está provista de un tren de conducción con ocho ruedas, gracias al cual puede desplazarse por la terminal de contenedores o la terminal de carga. Las carretillas pórtico no circulan por carretera.

La cabina del conductor está situada en la parte superior de la estructura de forma que la visibilidad hacia delante y hacia atrás sea máxima.

- **Emptyhandlers:** es una máquina utilizada para la manipulación de contenedores vacíos, puede cargar hasta 2 contenedores de una vez y apilar hasta 9 contenedores. Su funcionamiento se basa en unos railes elevables movidos por correas y brazos hidráulicos, debido a su gran envergadura y las dimensiones de su estructura no es capaz de elevar pesos mayores que el de los contenedores vacíos.



imagen13.fuente: hyster.com

- **Grúa Maffi:** se trata de una cabeza tractora para la estiba y desestiba de plataformas de remolques en los ferrys capacitados. Es una máquina de gran maniobrabilidad y potencia. El operario de la grúa maffi debe conocer bien la conducción de esta maquinaria para poder estibar la carga en posiciones del barco que en ocasiones requieren de gran precisión.



fuente: mafi.eu

2.4 Buques Portacontenedores

Hoy en día nos encontramos con diferentes tipos de grúas con formas y funciones muy diversas, pero en su totalidad si lo miramos desde un punto de vista muy simple, su función es básicamente elevar una carga, y transportarla hasta el lugar deseado.

La localización de las mismas se puede dividir en dos grandes grupos, las grúas de puerto, y las que se emplazan a bordo de los buques.

La ventaja de un buque auto-estibable en este campo es notable ya que le permite abarcar la totalidad de puertos que requiera ya que es autosuficiente, pero actualmente nos percatamos también de dos grandes desventajas, la primera es que el espacio que ocupa la maquinaria en cubierta es espacio no aprovechable para el transporte de la mercancía con las consecuencias económicas que esto conlleva junto a su elevado peso que debemos transportar si o si como parte de nuestra embarcación. Y en segundo lugar si nos fijamos en la ubicación en los puertos de esta clase de buques nos percatamos de una clara desventaja frente a los buques sin sus propias grúas y es que estos últimos siempre tendrán prioridad para situarse mas próximos a los almacenes, y el resto será situado en atraques mas lejanos viéndose en la obligación de contratar servicios de transporte de mercancía adicionales.



Imagen 8. Fuente: farm6.staticflickr.com

En el muelle la disposición de las grúas se distribuye en función del tipo de mercancía al que estén destinadas las fases de la terminal y de los años que tenga la misma.

A continuación hablaremos de los buques de mayor renombre en este campo, los buques porta contenedores puros, es decir sin grúas propias, destinando su totalidad, a transportar contenedores de cualquier tipo.

Los primeros portacontenedores fueron construidos transformando petroleros, que a su vez surgieron de la transformación de los llamados “buques clase liberty” de la segunda guerra mundial. Hoy en día estos buques tienen una clase propia y forman parte junto con los superpetroleros de los buques mas grandes del mundo.

A continuación recopilamos en una tabla un pequeño resumen de la evolución de los tamaños y las capacidades que estos buques han adquirido con el paso de los años.

AÑO	NOMBRE	ESLORA	MANGA	CAP TEU	COMPAÑIA
2014	Csclglobe	399,7m	58,6	19000	China shipingcontainersl ines
2013	Maersk mc-kinney	400m	59	18270	Maersk line
2006	Eleonora maersk	397m	56	11000	Maersksealand
2006	Estellemaersk	397m	56	11000	Maersksealand
2006	Emma maersk	397m	56	11000	Maersksealand
2005	Colombo express	335m	43	8750	Hapag-lloyd
2004	CSCL Europe	334m	43	8498	China shipingcontainer slines

Fuente: elaboración propia



Como podemos apreciar nos encontramos ante el que es actualmente el buque mas grande del mundo, no obstante es conocido que la empresa maersk no tardara en superar este record ya que el avance de la tecnología, la resistencia de los nuevos materiales y demás, no nos permite establecer un limite certero de las dimensiones que podrían llegar a alcanzarse en el futuro

2.5 Terminales de contenedores

En el mundo marítimo a los contenedores se les hace referencia como TEUs (Twenty-foot Equivalent Unit). Son las dimensiones que se ha establecido como base, tomando como unidad la capacidad de un contenedor de 20 pies.

En los procesos de estiba y desestiba de contenedores siempre se habla sobre un número de ciclos o movimientos previstos por hora. De esta forma es como teóricamente puede calcularse el tiempo de trabajo que llevará descargar o cargar un buque, hallando de esta manera el rendimiento máximo al que debemos trabajar para cumplir con los plazos pero existen factores que afectaran a la eficiencia de las operaciones y que también se deberán tener en cuenta. A muchos estibadores les gustaría calcular usando una capacidad de 100-120 contenedores por hora y por barco, con un máximo de tres o cuatro grúas, trabajando juntas en la carga y descarga de un buque.



Fuente: 3.bp.blogspot.com

Pero hay que valorar que las condiciones de trabajo afectarán al resultado final, por lo que se consideran diferentes demoras que afectarán a la hora de calcular correctamente el rendimiento operativo de las grúas.

Tiempo operativo teórico (100%), demoras por causas diversas:

- ✓ Avería de la grúa
- ✓ Falta de contenedor a la hora de cargar

- ✓ Contenedor con bragas
- ✓ Cambio de instrucciones
- ✓ Puntales el buque
- ✓ Pluma de la grúa
- ✓ Tiempo de trinca y destrinca
- ✓ Falta de personal (descansos, cambios de turno...)
- ✓ Condiciones climatológicas (lluvia o viento)
- ✓ Fallos eléctricos
- ✓ Retraso del buque

En ocasiones, el número total de demoras puede ser del orden del 30-40% del tiempo operativo. A menudo se supone que la capacidad incrementa cuando los movimientos son automatizados o semi-automatizados, pero el nivel de mejora en la capacidad varía según el tipo de puerto y también será diferente en cada jornada de trabajo. Por supuesto, también se mejorará si la grúa es manejada por un operador habilidoso y con experiencia. Sin embargo, las personas se cansan, a diferencia de los automatismos, y es por lo tanto en este punto donde se encuentra una gran ventaja.

Tiempo en el puerto = tiempo de acceso al puerto + tiempo de preparación de la terminal + tiempo de operación de la terminal

Tiempo de operación de la terminal = movimiento de los contenedores / productividad neta de atraque

Productividad neta de atraque = productividad neta del personal * media del número de grúas

- Tiempo en el puerto: es el tiempo total en el que el barco está en puerto, es decir, es el tiempo desde que entra pasando por la boya hasta que sale dejando atrás la misma boya, incluyendo la espera para el atraque, documentos, práctico, remolcador, demoras debidas al mal tiempo, etc.
- Tiempo bruto de atraque: es el tiempo total en que un barco está atracado en el

muelle, incluyendo las preparaciones necesarias que se deban llevar a cabo, las esperas para la documentación, la falta de personal o cambios de turno, disponibilidad de la carga y las principales demoras durante la operación debidas a averías de los equipamientos, mal tiempo, etc.

- Tiempo neto de atraque: es el tiempo de trabajo en que un buque está atracado o dicho de otra forma, el tiempo desde el primer destrincado hasta el último trincado, durante el cual los grupos de personal cargan y descargan los contenedores y realizan las actividades de trincado/destrincado, apertura y cerrado de tapas, etc. El tiempo neto de atraque incluye demoras secundarias durante las operaciones debidas a indisponibilidad de la carga, averías, etc.
- La grúa portac contenedores, también llama STS (Shipto shore), portainer o grúa puente, es un aparato de elevadas dimensiones, situado en zonas portuarias y cuyas misiones principales son cargar y descargar containers de los buques, está montada sobre carriles, accionada por lo general eléctricamente mediante una toma de corriente exterior, y dotada de un carro móvil capaz de manejar contenedores, para servicio de puerto entre muelle y barco. Estudiaremos este tema en profundidad a continuación.

El movimiento incesante de mercancías que se produce del buque hacia el patio de la terminal y viceversa debe realizarse de una forma muy fluida, evitando que se originen cuellos de botella.

El papel de las grúas de muelle, en el incesante objetivo de mejorar el rendimiento en el proceso de carga y descarga del buque es determinante, y a medida que aumenta con el tiempo el tamaño de los buques, estas deben ser capaces de elevar los contenedores a mayor altura y transportarlos a una distancia mas lejana del centro de gravedad de la misma con el aumento de contrapeso que conlleva y la necesidad de contar con materiales mas resistentes a medida que esto ocurra, y todo esto con una precisión milimétrica.

2.6 Aplicaciones en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife

El Puerto de Santa Cruz de Tenerife es un puerto comercial, de pasajeros, pesquero, y deportivo de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife, capital de la isla de Tenerife, (Canarias, España), situado en el Océano Atlántico.

16°14'W 28°29'N

Es gestionado por la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. Constituye el principal puerto de la isla, seguido por el Puerto de Los Cristianos (en el sur). Es el segundo puerto de Canarias con mayor número de pasajeros, tras el mencionado Puerto de Los Cristianos.

Tiene un régimen de vientos reinantes del noreste (alisios) y predominantes del suroeste y una diferencia de cota entre mareas de 2,70 metros.



Fuente:diariodeavisos.com

Se encuentra dividido en cuatro dársenas aparte del muelle de la Hondura. Estas son la dársena de Los Llanos, dársena de Anaga, dársena pesquera y dársena del Este.

La Dársena del Este la forman el dique del Este, el Muelle de Contenedores y el Muelle de Bufadero. Así pues, el Muelle de Contenedores tiene una explanada, con capacidad para unos 5000 TEUS. La empresa especializada en la carga, descarga y trasbordo de contenedores tiene su terminal en este muelle.

TERMINALES DE CONTENEDORES DEL PUERTO:

<p>1) Terminal de Contenedores de Canarias</p> 	<p>2) Compañía Auxiliar del Puerto S.A.</p> 
---	---

1) TERMINAL DE CONTENEDORES DE TENERIFE:

La privilegiada ubicación, del puerto de Tenerife ha permitido a la experimentada empresa TCT estar siempre relacionado con el comercio marítimo, especialmente como punto de encuentro entre Europa, América y África, y, no menos importante, como base de aprovisionamiento en el Océano Atlántico.

La terminal consiste en 1 muelle de una extensión cercana a los 700 metros, y una superficie superior a los 150.000 metros cuadrados, línea de atraque y superficie suficiente para desarrollar el tráfico no sólo de importación / exportación de mercancías, sino el de trasbordo de contenedores. TCT cuenta con el siguiente equipamiento:

- 6 grúas super post-panamax de 65 toneladas de capacidad, alcance de pluma de 61 metros en la primera fase
- 3 ReachStackers en la primera fase
- 12 plataformas
- 8 cabezas tractoras 2x4
- 4 cabezas tractoras 4x4

- 1 forklift 3,5 toneladas
- 1 forklift 5,5 toneladas
- Capacidad conexión 350 reefers en la primera fase
- 1 rampa Ro-Ro, para operaciones de carga rodada



imagen 6. Fuente: images.eldiario.es

2) COMPAÑÍA AUXILIAR DEL PUERTO S.A.:

CAPSA es un grupo empresarial que atesora más de cuatro décadas de experiencia en la gestión de terminales portuarias. Está integrado por las compañías CAPSA y TIDYAL (Tinerfeña de Distribución y Almacenaje, S.A.).

La empresa, asienta su labor sobre un área total de 300.000 metros cuadrados y, además, se dota con el siguiente equipamiento:

- 16 metros de calado en el dique del este,
- cuatro grúas tipo PANAMAX y
- una POSTPANAMAX,
- 5 REACH STACKER,
- conexiones frigoríficas para hasta 400 enchufes,
- 4.000 metros cuadrados de depósito de mercancías y
- un software propio de gestión que garantiza al cliente el mayor control posible sobre sus contenedores.



Imagen 7. Fuente Salvador Aznar.

3. Conclusiones

En el presente proyecto se ha realizado un estudio sobre el contenedor, los diferentes tipos de grúas que existen actualmente y especialmente en las grúas tipo “containerquadcrane”, estudiadas un poco más en profundidad.

Ha quedado reflejado en el trabajo que éste tipo de grúas son de vital importancia hoy en día ya que hay que tener en cuenta que casi la totalidad de mercancías que se mueven es en containersin contar con cargas a granel, y de ahí la importancia en que se genere el máximo movimiento de barcos en el puerto y así se genera riqueza en él, consiguiéndose básicamente gracias a una buena operativa que garantice un alto rendimiento de las grúas.

Su importancia para el desarrollo del puerto consiste en varios aspectos; principalmente su tamaño, que dicta el tamaño máximo de buques porta-contenedores que pueden atracar en el puerto y también su productividad, es decir, la cantidad de contenedores que manipulan en una hora, que determina el tiempo de carga o descarga de un buque; puesto que a las navieras les interesa tener el barco en el puerto el mínimo tiempo posible, éstas no dudan en poner rumbo al puerto con mayor capacidad de carga y descarga dentro de su zona de interés.

El mantenimiento de una grúa porta-contenedores es de gran importancia para su funcionamiento, ya que un fallo afectará al rendimiento operativo de la misma, causando demoras en la carga y descarga del buque y desconformidades en las navieras, siendo por ello de extrema importancia adecuarse a las instrucciones de intervención y aplicar rigurosamente los procedimientos y técnicas establecidas en el mantenimiento de grúas.

Estas revisiones deben ser efectuadas por operadores especializados que debido a su conocimiento y experiencia en elevación están familiarizados suficientemente con los reglamentos correspondientes de forma que les permitan detectar las desviaciones sobre las condiciones normales de funcionamiento.

El mal funcionamiento de algunos componentes no causaría simplemente una avería sino que podría causar un accidente, ya que una carga mal enganchada podría dar lugar a la caída del contenedor y poner en peligro la vida de un trabajador. En consecuencia,

los componentes que comprometan la seguridad de los trabajadores deberán ser rigurosamente inspeccionados.

.

4. Bibliografía

- (1) *Ministerio de obras publicas, transporte y medio ambiente. Instituto de estudios del transporte y comunicaciones.*
- (2) *Organización marítima internacional. Código de practicas de seguridad para la estiba.*
- (3) *MariSagarra, R. Rodrigo de Larrucea, J. El transporte de contenedores, Terminales, operatividad y acústica. Barcelona Edicions UPC,2003.*
- (4) *Arturo MonfortMulinas, José Aguilar Herrando, Ramón Gómez Ferrer Boldova Emilio Arnau Vinaixa, Julio Martínez Alarcón, Noemí MonterdeHiguero, Pablo Palomo Torralva; Terminales Marítimas De Contenedores: el desarrollo de la automatización.*
- (5) <http://herdkp.com.pe/ads/Ezines/contenedores.htm>
- (6) *Safetransport of containersby sea: guidelinesonbestpractice. International chamber of shipping; WorldShippingcouncil 2002.*
- (7) *Palacio López, Transporte Marítimo de Contenedores: organización y gestión.*
- (8) <http://www.tctenerife.es>
- (9) *Zuidwijk, Antonio J. Contenedores, buques y puertos. Partes de un sistema de transporte. Buenos Aires, 2001.*
- (10) <http://www.pacceco.es/>. Enero 2016.
- (11) <http://www.turbosquid.com/3d-models/3d-model-port-container-crane-industrial/689347>. Enero 2016.
- (12) [http://consultationconnection.org/oti/Construction/Sample%20PowerPoint%20P resentations/Gruas.ppt#326,40,GRÚAS](http://consultationconnection.org/oti/Construction/Sample%20PowerPoint%20P%20resentations/Gruas.ppt#326,40,GRÚAS). Noviembre 2008. □
- (13) <http://www.cranemgt.com/PT09.035.pdf>. Noviembre 2008. □
- (14) <http://www.gruposaludgtz.org/proyecto/mspas-gtz/Downloads/Manual-de-Mantenimiento-Preventivo-Planificado.pdf>. Noviembre 2008. □
- (15) <http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo/mantenimiento-predictivo.shtml#METODOL>. Noviembre 2008. □
- (16) <http://www.scribd.com/doc/2448049/Manualdemotoreselectricos>. Noviembre 08. □
- (17) http://www.bricopage.com/como_se_hace/automovil/frenos.htm. Noviembre 08.

- (18) <http://www.hayesdiscbrake.com/pdf/45-14550DSpanishForWeb>. Enero 2016²
- (19) <http://www.portvision.eu/BrowseKb.aspx?groups=22>. Enero 2016. ²
- (20) <http://www.canonistas.com/foros/urbana-rural-y-arquitectura/78544-grua-portainer-13-fotos-unidas.html>. Enero 2016.
- (21) <http://www.deerparkeng.com.au/cranes.htm>. Enero 2016.
- (22) http://www.konecranes.com/attachments/brochures/sts_low.pdf. Diciembre 2016. ²
- (23) <http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020817>. Diciembre 2016. ²
- (24) <https://es.wikipedia.org/wiki/Contenedor>.

5. ANEXOS

5.1 Legislación vigente

V. BASE LEGAL

Ley General de Aduanas, Decreto Legislativo N° 809 del 19.04.96 y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo NO 121-96-EF del 24.12.96. Tabla de Sanciones aplicables a las infracciones previstas en la Ley General de Aduanas, Decreto Supremo N° 122-98-EF de 24.12.96.

Reglamento de Contenedores, Decreto Supremo N° 09-95-EF del 06.01.95.

Ley de los Delitos Aduaneros y su Reglamento, aprobados por Ley N° 26461 de 08.06.95 y Decreto Supremo N° 121-95-EF de 15.08.95. Código Tributario, aprobado por Decreto Legislativo N° 816 del 21.04.96.

Ley Orgánica y Estatuto de la Superintendencia Nacional de Aduanas - ADUANAS, aprobados por Decreto Ley N° 26020 de 28.12.92 y Resolución de Superintendencia N° 0021 del 10.04.97, modificada con Resolución de Superintendencia N° 01591 de 20.06.97. Ley de Simplificación Administrativa y su Reglamento, aprobados por Ley 25035 de 11.06.89 y Decreto Supremo NI 070-89-PCM de 02.09.89, sus normas modificatorias, complementarias y conexas.

Ley de Normas Generales de Procedimientos Administrativos, cuyo Texto Unico Ordenado ha sido aprobado por Decreto Supremo N° 002-94-JUS de 31.01.94.

VI. NORMAS GENERALES

1 . Se entiende por "contenedor" al elemento de equipo de transporte en forma de cajón, cisterna, tanque movable u otro elemento análogo; aquellos con control de refrigeración o con atmósfera controlada que permita el transporte de ciertas mercancías que requieran de dichos sistemas, incluidos los furgones con ruedas y contenedores con chasis incorporado, especialmente diseñados y contruidos para contener mercancías y ser transportados indistintamente en una nave y/o vehículo adecuado para el transporte puerta a puerta.

2. La denominación "contenedor" no comprende a los embalajes y envases normales ni a los vehículos de transporte, con excepción de los señalados en el párrafo precedente.

3. La presentación de la relación de contenedores a la que se refiere el Art.8 de su Reglamento, Decreto Supremo N° 09-95-EF, se realizará mediante transmisión electrónica de los datos del Manifiesto de Carga en los casos de Aduanas Marítimas y presentación del Manifiesto de Carga para las Aduanas Aéreas y Terrestre. Para el cumplimiento de lo señalado en el numeral VII A. 2, del procedimiento INTA-PG.12, aprobado por R.I.N N° 002105, no será necesaria la presentación de una relación adicional de contenedores a la presentación del Manifiesto de Carga.

4. El ingreso temporal de contenedores se otorgará en forma automática por un plazo improrrogable de 12 meses contados a partir del día siguiente del término de la descarga del vehículo transportador, previo cumplimiento de lo señalado en el numeral anterior.

5. Los contenedores que porten mercancías en situación de abandono legal serán devueltos a sus operadores inmediatamente después de vaciado el mismo. El vaciado no excederá del plazo de cinco (05) días después de que el depositario ponga a disposición de ADUANAS la mercancía caída en abandono, sin sanción alguna para el operador. Igual plazo se considerará en los casos de mercancías en situación de comiso.

6. Los operadores podrán transferir la responsabilidad de la regularización de los contenedores ingresados por ellos a otros operadores, siempre y cuando presenten a la Aduana una comunicación mediante la cual se efectúa dicha cesión de responsabilidad, suscrita por ambas empresas. El plazo de permanencia del contenedor permanece inalterable.

7. El control físico del ingreso y salida de contenedores lo realiza el Oficial de Aduanas a la presentación del Manifiesto de Carga correspondiente.

8. En el transporte de contenedores por vía terrestre que se efectúe en zonas fronterizas, los transportistas nacionales y extranjeros deberán registrarse y designar su representante legal ante la Intendencia de Aduana respectiva, la que asignará el código que corresponda, con excepción de los transportistas que realizan esta actividad al amparo de Convenios Internacionales, los que se sujetarán por lo establecido en ellos.

1. Los transportistas o sus representantes, transmitirán por vía electrónica con anterioridad a la llegada de la nave, los datos del Manifiesto de Carga, los que incluyen los contenedores que ingresarán al país. La Aduana operativa, a través del SIGAD, recibe y procesa la información, generando un mensaje de respuesta.

2. La información remitida a la que se refiere el numeral anterior podrá ser rectificada dentro de los plazos que se determinan, en el Reglamento de la Ley General de Aduanas para la rectificación del Manifiesto de Carga.

3. En el caso de contenedores usados por conveniencia de la nave (manipulación de carga suelta u otros) la transmisión electrónica debe consignar lo siguiente:
Segmento TSR C233, 7273 del mensaje IFTMCS/EDIFACT el valor " 3 Contenedor consolidado y desconsolidado por cuenta y riesgo del transportista,
Para el ingreso de contenedores vacíos, se indicará el número de Conocimiento de Embarque asignado por el propio operador.

4. La transmisión para el reingreso de contenedores nacionales o nacionalizados, se realizará adicionando al número del contenedor el prefijo " -N " para su identificación, siempre y cuando su retorno se efectúe dentro del plazo de 12 meses contados a partir del término del embarque. De exceder dicho plazo, se considerará como contenedor extranjero,

5.2 Nuevas aplicaciones

Actualmente, hay muchas empresas que se dedican a la comercialización de contenedores marítimos, tanto para el transporte de mercaderías como sistema de almacenamiento. El transporte de mercaderías es uno de los comercios más rentables de estos años. Los contenedores han adaptado nuevas utilidades como: almacén, frigoríficos o viviendas modulares. En esencia, son perímetros impermeables, herméticos y de gran resistencia que han extendido su uso convencional. En su época contribuyeron a la extensión de la industria del comercio. Malcom McLean ideó y confeccionó uno de los componentes más importantes de los últimos siglos, un elemento que sigue funcionando e innovándose con el paso de los años.

Los contenedores marítimos son aprovechados también después de su vida útil para otras muchas cosas, desde casas y hospitales portátiles en caso de emergencias hasta arquitectura moderna como edificios, centros comerciales o discotecas. En definitiva, sigue ampliando su utilidad con los años.



fuelle: tinyhouseblog.com



fuelle: tinyhouseblog.com