

POLITEXT

Ricardo González Blanco

# Manual de estiba para mercancías sólidas

EDICIONS UPC

# **Manual de estiba para mercancías sólidas**

POLITEXT

Ricardo González Blanco

# Manual de estiba para mercancías sólidas

EDICIONS UPC

Primera edición: noviembre de 2006

Diseño de la cubierta: Manuel Andreu

© Ricardo González Blanco, 2006

© Edicions UPC, 2006  
Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL  
Jordi Girona Salgado 31, 08034 Barcelona  
Tel.: 934 016 883 Fax: 934 015 885  
Edicions Virtuals: [www.edicionsupc.es](http://www.edicionsupc.es)  
E-mail: [edicions-upc@upc.edu](mailto:edicions-upc@upc.edu)

Producción: Cargraphics  
Pedrosa B 29-31, 08908 L'Hospitalet de Llobregat

Depósito legal: B-52420-2006  
ISBN: 978-84-8301-894-1

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

*“Dedicado a mi esposa Raquel y a mis hijos Raquel, Maria del Mar y Ricardo por haber entendido el porqué de las horas que les robé con éste libro”.*

“La mar es tu mejor amiga, pero cuando se enfada estas obligado a tomar decisiones en fracciones de segundo y para ello debes estar siempre preparado”.

Creo que es el pensamiento que todo marino debe tener siempre presente.

R.G.B.

## Presentación

La evolución del transporte marítimo obliga a introducir constantes cambios para adaptarse a todas las circunstancias que lo rodean y las necesidades de los clientes. Nuevas herramientas son desarrolladas y puestas a disposición de las navieras para que asuman las peticiones del fletador en cuanto a seguridad y rapidez en el desplazamiento de las mercancías. La competencia hace que esta evolución sea progresiva y las empresas se vean obligadas a adaptarse a las nuevas tecnologías<sup>1</sup>.

Este “Manual de estiba para mercancías sólidas” está pensado y concebido para dar respuesta a los actuales planes de estudio de las Facultades de Náutica<sup>2</sup>, pero también va dirigido a todas las personas que tienen relación con el transporte marítimo y necesitan conocer los métodos y procedimientos que integran el arte de la estiba. Los profesionales del sector marítimo tienen en el manual un texto donde podrán consultar los nuevos métodos de estiba y además refrescar los tradicionales.

El estudio y desarrollo de los conceptos relacionados con la estiba implica un conocimiento previo de materias que es aconsejable repasar para el buen entendimiento de los temas que se analizan en este manual. Por ejemplo, es necesario conocer los conceptos generales relativos a la estabilidad, construcción naval, sistemas de servicios, instalaciones y seguridad del buque. Todos los temas enumerados están íntimamente ligados a la estiba, considerándose su conocimiento una premisa imprescindible que es necesario conocer y de la cual se parte.

Los capítulos serán desarrollados de acuerdo a las características de las mercancías manipuladas, ya que el objetivo principal de la estiba es conocer los procedimientos y particularidades de las acciones realizadas en las operaciones de carga y descarga, pero al mismo tiempo se irán estudiando y analizando los efectos que sobre las mercancías produce el transporte por mar. El planteamiento que se realizará sobre los objetivos que pretende conseguir este manual obliga a realizar algunas puntualizaciones, para una buena comprensión de los mismos, que serán aplicadas a todo el texto, siendo tenidas en cuenta durante el desarrollo de los capítulos.

La primera aclaración es que todas las operaciones y particularidades estudiadas referentes a la estiba de mercancías transportadas por mar se pueden dividir en dos partes. La primera parte se refiere al estudio de la estiba de mercancías sólidas, bien sean a granel o unitizadas (por ejemplo: cereales, minerales, contenedores, cargas rodadas o cargamentos de madera), y la segunda parte analiza los problemas de la estiba referidos a mercancías peligrosas líquidas, sólidas y gases licuados, envasadas o a granel (por ejemplo: explosivos, gases licuados o líquidos a granel y envasados). En ambos apartados se tendrá en cuenta que las mercancías podrán ser transportadas mediante la utilización de buques especialmente contruidos para cada carga y derrota o buques acondicionados para una determinada carga, pero que pueden transportar otras en diferentes rutas.

La segunda aclaración es poner de manifiesto que, en ocasiones, para comentar algunos procedimientos de estiba será necesario generalizar, ante la imposibilidad de realizar un tratamiento particular para cada mercancía, ya que esto implicaría una extensión desmesurada de los temas,

cuestión negativa desde el punto de vista de la concepción de este “Manual de estiba para mercancías sólidas”, que pretende ser lo más conciso y concreto posible.

Por último es obligado puntualizar que la situación del estado actual de las operaciones de estiba indica que la mayoría de los procedimientos van encaminados a optimizar la forma de manipular la mercancía teniendo en cuenta dos cuestiones: primero la forma en que se ha diseñado y construido el buque, y en segundo lugar suponer que los buques están preparados con el equipamiento exigido para las rutas que cubrirán.

## Índice

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Estiba de mercancías</b> .....   | <b>9</b>  |
| 1.1      | Introducción.....   | 9         |
| 1.2      | Importancia de la estiba.....   | 9         |
| 1.3      | Definiciones.....   | 10        |
| 1.4      | Objetivos de la estiba.....   | 11        |
| 1.5      | Unidades y medidas.....   | 15        |
| 1.5.1    | Generalidades.....  | 15        |
| 1.5.2    | Francobordo.....  | 16        |
| 1.5.3    | Factor de estiba.....   | 17        |
| 1.6      | Legislación.....  | 18        |
| 1.6.1    | Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar..... | 18        |
| 1.6.2    | Otros códigos.....  | 19        |
| 1.6.3    | Reglamentos de estiba y desestiba.....                                    | 22        |
| 1.6.4    | Documentos de embarque.....   | 23        |
| 1.6.5    | Manuales de carga.....  | 24        |
| 1.7      | Clasificación de las mercancías.....                                      | 24        |
| 1.7.1    | Mercancías sólidas.....   | 24        |
| 1.7.2    | Mercancías líquidas.....  | 25        |
| 1.7.3    | Otras clasificaciones.....  | 26        |
| 1.8      | Manipulación de las mercancías.....                                       | 27        |
| 1.8.1    | Integridad de la carga.....   | 28        |
| 1.8.2    | Riesgos y averías.....  | 28        |
| 1.8.3    | Estiba y desestiba.....   | 34        |
| 1.9      | Tipos de buques.....  | 34        |
| 1.10     | Espacios de carga.....  | 34        |
| 1.10.1   | Bodegas.....  | 37        |
| 1.10.2   | Tanques.....  | 38        |
| 1.10.3   | Cubierta y garaje.....  | 39        |
| 1.11     | Puertos.....  | 39        |
| 1.12     | Logística.....  | 41        |
| 1.13     | Comunicaciones.....   | 42        |
| <b>2</b> | <b>Elementos y medios para estibar</b> .....                              | <b>45</b> |
| 2.1      | Introducción.....   | 45        |
| 2.2      | Elementos para trincar.....   | 45        |
| 2.2.1    | Cabos.....  | 46        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 2.2.2    | Cables .....   | 47         |
| 2.2.3    | Cadenas.....   | 50         |
| 2.2.4    | Utillaje .....   | 50         |
| 2.3      | Elementos para manipulación .....                      | 52         |
| 2.4      | Elementos para proteger.....                           | 54         |
| 2.4.1    | Envase, embalaje y envoltura .....                     | 54         |
| 2.4.2    | Paletas.....   | 55         |
| 2.4.3    | Contenedores .....                                     | 58         |
| 2.4.4    | Materiales y marcas .....                              | 59         |
| 2.5      | Medios utilizados a bordo .....                        | 61         |
| 2.5.1    | Aparejo .....  | 62         |
| 2.5.2    | Cabria.....  | 65         |
| 2.5.3    | Generalidades sobre puntales.....                      | 66         |
| 2.5.4    | Puntal convencional.....                               | 68         |
| 2.5.5    | Puntal Velle .....                                     | 77         |
| 2.5.6    | Puntal Stüelcken .....                                 | 78         |
| 2.5.7    | Grúas.....   | 82         |
| <b>3</b> | <b>Estiba de carga general .....</b>                   | <b>83</b>  |
| 3.1      | Introducción .....                                     | 83         |
| 3.2      | Legislación.....                                       | 83         |
| 3.3      | Carga general .....                                    | 84         |
| 3.4      | Protección de la mercancía.....                        | 86         |
| 3.5      | Tipos de buques .....                                  | 87         |
| 3.6      | Acondicionamiento de bodegas .....                     | 89         |
| 3.7      | Meteorología de las bodegas.....                       | 91         |
| 3.7.1    | Problemas de condensación y absorción de humedad ..... | 92         |
| 3.7.2    | Ventilación de los espacios de carga.....              | 92         |
| 3.7.3    | Ejemplo teórico de ventilación .....                   | 95         |
| 3.8      | Planificación de operaciones.....                      | 97         |
| 3.8.1    | Cálculos .....   | 98         |
| 3.8.2    | Procedimientos .....                                   | 98         |
| 3.8.3    | Plano de estiba .....                                  | 99         |
| 3.9      | Particularidades de la estiba.....                     | 101        |
| 3.10     | Problemas del transporte.....                          | 104        |
| <b>4</b> | <b>Estiba de carga rodada .....</b>                    | <b>107</b> |
| 4.1      | Introducción .....                                     | 107        |
| 4.2      | Carga rodada .....                                     | 108        |
| 4.3      | Legislación.....                                       | 110        |
| 4.3.1    | Manual de carga.....                                   | 110        |
| 4.3.2    | Certificados.....                                      | 112        |
| 4.4      | Tipos de buques .....                                  | 113        |
| 4.4.1    | Transbordadores.....                                   | 114        |
| 4.4.2    | Car-Carrier.....                                       | 115        |
| 4.4.3    | Ro-Ro.....   | 116        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 4.4.4    | Buques de alta velocidad .....                                 | 118        |
| 4.5      | Equipos utilizados en la manipulación de la carga rodada ..... | 118        |
| 4.5.1    | Vehículos para desplazar cargas .....                          | 119        |
| 4.5.2    | Dispositivos para el trincaje.....                             | 119        |
| 4.5.3    | Instalaciones para el acceso de cargas .....                   | 124        |
| 4.6      | Acondicionamiento de los espacios de carga .....               | 126        |
| 4.7      | Ventilación de los espacios de carga.....                      | 126        |
| 4.8      | Planificación de operaciones.....                              | 128        |
| 4.8.1    | Cálculos .....   | 129        |
| 4.8.2    | Procedimientos .....   | 138        |
| 4.8.3    | Planos de estiba.....  | 141        |
| 4.9      | Particularidades de la estiba .....                            | 142        |
| 4.10     | Problemas durante el transporte .....                          | 145        |
| 4.11     | Descarga de vehículos.....                                     | 147        |
| <b>5</b> | <b>Estiba de productos forestales y derivados .....</b>        | <b>151</b> |
| 5.1      | Introducción .....   | 151        |
| 5.2      | Normas legislativas .....                                      | 151        |
| 5.3      | Características de la carga.....                               | 152        |
| 5.4      | Características del buque.....                                 | 154        |
| 5.5      | Dispositivos de estiba y sujeción .....                        | 156        |
| 5.6      | Acondicionamiento de los espacios de carga .....               | 158        |
| 5.7      | Planificación de las operaciones .....                         | 159        |
| 5.7.1    | Cálculos .....   | 159        |
| 5.7.2    | Procedimientos .....   | 162        |
| 5.7.3    | Planos de estiba.....  | 164        |
| 5.8      | Particularidades de algunas operaciones de estiba .....        | 165        |
| 5.8.1    | Operaciones con bobinas .....                                  | 167        |
| 5.8.2    | Operaciones con pulpa.....                                     | 167        |
| 5.8.3    | Operaciones con madera empaquetada .....                       | 168        |
| 5.8.4    | Operaciones con troncos.....                                   | 171        |
| 5.9      | Problemas durante el transporte .....                          | 174        |
| 5.10     | Acciones antes de salir de puerto .....                        | 176        |
| <b>6</b> | <b>Estiba de Cereales .....</b>                                | <b>179</b> |
| 6.1      | Introducción .....   | 179        |
| 6.2      | Legislación.....   | 179        |
| 6.2.1    | Código internacional para el transporte de grano .....         | 180        |
| 6.2.2    | Documentos de autorización.....                                | 180        |
| 6.3      | Características de la carga.....                               | 181        |
| 6.4      | Descripción de buques .....                                    | 182        |
| 6.5      | Dispositivos inmovilizadores del grano .....                   | 184        |
| 6.5.1    | Elementos utilizados .....                                     | 184        |
| 6.5.2    | Sistemas inmovilizadores.....                                  | 186        |
| 6.6      | Preparación de los espacios de carga .....                     | 192        |
| 6.7      | Planificación de las operaciones .....                         | 194        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 6.7.1    | Cálculos .....   | 195        |
| 6.7.2    | Procedimientos .....   | 200        |
| 6.7.3    | Planos de estiba.....  | 203        |
| 6.8      | Operación de deslastre .....   | 206        |
| 6.9      | Particularidades de la estiba .....  | 207        |
| <b>7</b> | <b>Estiba de contenedores.....</b>   | <b>211</b> |
| 7.1      | Introducción .....   | 211        |
| 7.2      | Legislación.....   | 212        |
| 7.2.1    | Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores .....                | 212        |
| 7.2.2    | Documentos en la terminal .....  | 214        |
| 7.2.3    | Documento para reflejar averías .....  | 215        |
| 7.3      | Contenedores.....  | 216        |
| 7.3.1    | Definición y características.....  | 216        |
| 7.3.2    | Tipos de contenedores .....  | 218        |
| 7.3.3    | Particularidades del contenedor como unidad de carga .....                         | 219        |
| 7.3.4    | Estiba de mercancías en el contenedor .....  | 223        |
| 7.4      | Tipos de buques .....  | 225        |
| 7.4.1    | Diseños convencionales.....  | 227        |
| 7.4.2    | Buques combinados .....  | 232        |
| 7.5      | Equipos de manipulación .....  | 232        |
| 7.5.1    | Equipos utilizados en tierra para estibar contenedores .....                       | 233        |
| 7.5.2    | Dispositivos para la estiba a bordo .....  | 236        |
| 7.6      | Planificación de las operaciones .....   | 238        |
| 7.6.1    | Cálculos .....   | 239        |
| 7.6.2    | Procedimientos .....   | 239        |
| 7.6.3    | Planos de estiba.....  | 240        |
| 7.7      | Particularidades de la estiba .....  | 242        |
| 7.7.1    | Estiba en buques que no son portacontenedores .....                                | 243        |
| 7.7.2    | Estiba en buques portacontenedores .....   | 244        |
| 7.8      | Operaciones en la terminal.....  | 245        |
| 7.9      | Problemas durante el transporte .....  | 249        |
| <b>8</b> | <b>Estiba de mercancías sólidas a granel.....</b>                                  | <b>253</b> |
| 8.1      | Introducción .....   | 253        |
| 8.2      | Legislación.....   | 253        |
| 8.2.1    | Código de prácticas de seguridad relativas a las cargas sólidas a granel .....     | 255        |
| 8.2.2    | Código de prácticas para la seguridad de las operaciones de carga y descarga ..... | 256        |
| 8.3      | Riesgos en la manipulación de graneles sólidos.....                                | 259        |
| 8.3.1    | Respecto a la carga .....  | 259        |
| 8.3.2    | Respecto al buque .....  | 261        |
| 8.3.3    | Respecto a la tripulación.....   | 262        |
| 8.3.4    | Respecto al entorno.....   | 262        |
| 8.4      | Tipos de buques .....  | 263        |
| 8.4.1    | Buques graneleros.....   | 263        |
| 8.4.2    | Buques autodescargantes .....  | 264        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 8.4.3    | Buques de carga general .....                                      | 266        |
| 8.4.4    | Medios de carga/descarga .....                                     | 267        |
| 8.5      | Preparación de los espacios de carga .....                         | 268        |
| 8.6      | Planificación de operaciones .....                                 | 270        |
| 8.6.1    | Cálculos .....   | 270        |
| 8.6.2    | Procedimientos .....   | 271        |
| 8.6.3    | Particularidades de la estiba .....                                | 272        |
| 8.6.4    | Planos de estiba .....   | 274        |
| 8.7      | Problemas durante el transporte .....                              | 276        |
| 8.8      | Particularidades de algunas cargas .....                           | 277        |
| 8.8.1    | Carbón .....   | 277        |
| 8.8.2    | Cemento .....  | 281        |
| 8.8.3    | Chatarra de metal a granel .....                                   | 285        |
| 8.8.4    | Partículas de hierro o acero .....                                 | 287        |
| 8.8.5    | Productos metálicos .....  | 287        |
| 8.8.6    | Concentrados de minerales .....                                    | 289        |
| <b>9</b> | <b>Estiba de mercancías sólidas a temperatura controlada .....</b> | <b>293</b> |
| 9.1      | Introducción .....   | 293        |
| 9.2      | Tipos de productos .....   | 294        |
| 9.3      | Medios y modos de transporte .....                                 | 295        |
| 9.3.1    | Cajas y bultos .....   | 296        |
| 9.3.2    | Paletas .....  | 297        |
| 9.3.3    | Contenedores y vehículos .....                                     | 297        |
| 9.3.4    | Buques frigoríficos .....  | 298        |
| 9.4      | Acondicionamiento de espacios de carga .....                       | 299        |
| 9.4.1    | Operaciones generales de limpieza .....                            | 300        |
| 9.4.2    | Operaciones de acondicionamiento térmico .....                     | 300        |
| 9.4.3    | Inspección de bodegas .....  | 302        |
| 9.4.4    | Mantenimiento durante el transporte .....                          | 303        |
| 9.5      | Planificación de las operaciones .....                             | 303        |
| 9.5.1    | Cálculos .....   | 304        |
| 9.5.2    | Procedimientos .....   | 305        |
| 9.5.3    | Planos de estiba .....   | 306        |
| 9.6      | Manipulación de frutas .....                                       | 306        |
| 9.6.1    | Transporte en buques .....   | 307        |
| 9.6.2    | Transporte en contenedores .....                                   | 308        |
| 9.6.3    | Problemas durante el transporte .....                              | 308        |
| 9.7      | Particularidades de algunas frutas .....                           | 309        |
| 9.8      | Manipulación de hortalizas y legumbre .....                        | 316        |
| 9.9      | Manipulación de carnes .....                                       | 318        |
| 9.9.1    | Preparación de los espacios de carga .....                         | 318        |
| 9.9.2    | Refrigeración .....  | 319        |
| 9.9.3    | Congelación .....  | 320        |
| 9.9.4    | Planos de estiba .....   | 322        |
| 9.10     | Manipulación de pescados y mariscos .....                          | 322        |
| 9.10.1   | Estiba y transporte .....  | 323        |
| 9.10.2   | Planos de estiba .....   | 324        |

## Índice de tablas

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Calados correspondientes a las líneas de máxima carga.....     | 17  |
| Tabla 2. Factores de estiba de algunos productos.....                   | 18  |
| Tabla 3. Carga de rotura de cables flexibles de acero.....              | 50  |
| Tabla 4. Características de contenedores.....                           | 59  |
| Tabla 5. Marcas de protección.....                                      | 61  |
| Tabla 6. Tipos de vehículos con características.....                    | 110 |
| Tabla 7. Número de puntos de sujeción en vehículos.....                 | 123 |
| Tabla 8. Cálculo de la CMS a partir de la resistencia de rotura.....    | 131 |
| Tabla 9. Valores de las aceleraciones. (T.I).....                       | 134 |
| Tabla 10. Coeficientes de corrección por velocidad y eslora (T.II)..... | 135 |
| Tabla 11. Coeficientes de corrección para M/GM <13 (T.III).....         | 135 |
| Tabla 12. Factor de estiba de algunos granos.....                       | 181 |
| Tabla 13. Dimensiones de puntales de madera.....                        | 185 |
| Tabla 14. Separación de arcadas según el espesor.....                   | 187 |
| Tabla 15. Relación entre longitud y altura de la arcada.....            | 187 |
| Tabla 16. Cálculo de f en función de B/h.....                           | 188 |
| Tabla 17. Relación entre longitud y altura de la arcada.....            | 188 |
| Tabla 18. Cálculo de f en función de L/h.....                           | 189 |
| Tabla 19. Relación entre la distancia y la profundidad.....             | 195 |
| Tabla 20. Aberturas de paso en los baos.....                            | 196 |
| Tabla 21. Parámetros de carnes refrigeradas.....                        | 320 |
| Tabla 22. Parámetros de carnes congeladas.....                          | 321 |

## Índice de figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Opciones de carga en bodega .....   | 13  |
| Figura 2. Plano de estiba en superficie y en corte transversal .....                    | 14  |
| Figura 3. Quebranto. Arrufo .....   | 14  |
| Figura 4. Marca de francobordo y líneas de carga.....                                   | 16  |
| Figura 5. Bobinas. Pila de carbón. Sacos de cereales .....                              | 25  |
| Figura 6. Cilindros para gases. Contenedor con cajas estibadas en el interior .....     | 26  |
| Figura 7. Diferentes bodegas .....  | 37  |
| Figura 8. Tapa de la escotilla.....   | 38  |
| Figura 9. Grilletes.....  | 51  |
| Figura 10. Combinación de ganchos y tensores.....                                       | 51  |
| Figura 11. Tipos de ganchos.....  | 52  |
| Figura 12. Uso de la eslinga .....  | 53  |
| Figura 13. Eslingas de cinta textil.....  | 53  |
| Figura 14. Tipos de eslingas para diferentes usos.....                                  | 54  |
| Figura 15. Mercancía envasada .....   | 55  |
| Figura 16. Distribución de carga en un contenedor .....                                 | 57  |
| Figura 17. Tipos de paletas.....  | 58  |
| Figura 18. a) Calzo y cuña. b) Serretas y madera de estiba.....                         | 60  |
| Figura 19. Motón y sus partes.....  | 62  |
| Figura 20. 1er. caso de utilización de la cabria.....                                   | 65  |
| Figura 21. 2º caso de utilización de la cabria.....                                     | 66  |
| Figura 22. Elementos del puntal.....  | 67  |
| Figura 23. Indicaciones con la mano al operador de grúa o maquinilla.....               | 70  |
| Figura 24. Plancha para unir amantes y gancho de carga .....                            | 73  |
| Figura 25. Ángulos del puntal .....   | 74  |
| Figura 26. Puntales trabajando a la americana.....                                      | 75  |
| Figura 27. Maniobra de amante de penol doblada.....                                     | 76  |
| Figura 28. Doblar maniobra.....   | 77  |
| Figura 29. Puntal Stüelcken estibado.....   | 80  |
| Figura 30. Guarnimiento para levantar pesos de 25 Tm.....                               | 81  |
| Figura 31. Buque de cabotaje .....  | 88  |
| Figura 32. Buque preparado para cargas múltiples.....                                   | 88  |
| Figura 33. a) Falta de estanqueidad. b) Falta de soleras. c) Falta de aislamiento ..... | 90  |
| Figura 34. Ventilación forzada de bodegas.....  | 94  |
| Figura 35. Períodos de ventilación .....  | 96  |
| Figura 36. Furgón de 20,5 toneladas.....  | 108 |
| Figura 37. Semirremolque con unidad de tracción.....                                    | 109 |
| Figura 38. Tren carretero de 45 toneladas .....   | 109 |
| Figura 39. Plataforma con carga.....  | 109 |
| Figura 40. Buque Ro-Ro.....   | 117 |
| Figura 41. Cadena de trincaje con tensor de palanca .....                               | 121 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 42. Valores que determinan la estabilidad.....                                      | 132 |
| Figura 43. Trincaje de unidades con altura.....  | 144 |
| Figura 44. Trincaje sólidos.....   | 144 |
| Figura 45. Medidas para vehículos de 3 a 4 toneladas.....                                  | 145 |
| Figura 46. Líneas de máxima carga. Transporte de madera en cubierta.....                   | 154 |
| Figura 47. Características del tensor.....   | 157 |
| Figura 48. Trincas intermedias.....  | 163 |
| Figura 49. Tesado de la trinca en zig zag.....   | 164 |
| Figura 50. Paquete de madera preparada.....  | 169 |
| Figura 51. Estiba de paquetes de tablonos.....   | 169 |
| Figura 52. Estiba sobre escotilla.....   | 171 |
| Figura 53. Interior de una bodega.....   | 183 |
| Figura 54. Enrasado del grano.....   | 196 |
| Figura 55. Disposición final a proa y popa del espacio.....                                | 198 |
| Figura 56. Parámetros sobre la estabilidad del grano.....                                  | 202 |
| Figura 57. Fuerzas que actúan sobre las esquineras del contenedor.....                     | 220 |
| Figura 58. Límites de carga en una esquinera del contenedor.....                           | 221 |
| Figura 59. Oscilación de los contenedores.....   | 221 |
| Figura 60. Sección media.....  | 227 |
| Figura 61. Portacontenedor abierto.....  | 230 |
| Figura 62. Spreader con detalle de fijación.....   | 233 |
| Figura 63. Alcance y elevación de una grúa pórtico Post-Panamax.....                       | 234 |
| Figura 64. Contenedor con eslingas.....  | 235 |
| Figura 65. Twistlock manual: cierre izquierda y derecha.....                               | 236 |
| Figura 66. Twistlock semiautomático.....   | 236 |
| Figura 67. Barras con diferentes enganches.....  | 237 |
| Figura 68. Diversos componentes para trincaje.....   | 237 |
| Figura 69. Indicaciones de bahías y alturas.....   | 241 |
| Figura 70. Esquema de dos grúas pórtico trabajando sobre el buque y un RTG por bloque..... | 247 |
| Figura 71. Esquema de vehículos SC trabajando <i>pull-in pull-out</i> .....                | 248 |
| Figura 72. Esquema de vehículos SC trabajando en circulación.....                          | 248 |
| Figura 73. Buque equipado con grúas.....   | 264 |
| Figura 74. Esquemas de un buque mineralero con sistema autodescargante.....                | 265 |
| Figura 75. Cono de la carga.....   | 274 |
| Figura 76. Formato OMI: plan carga/descarga.....   | 275 |
| Figura 77. Manipulación de carbón mediante cintas y tubos.....                             | 279 |
| Figura 78. Segregación en bodegas.....   | 279 |
| Figura 79. Caja agujereada para fruta.....   | 296 |

<sup>1</sup> Es justo realizar esta afirmación para eliminar aquellas antiguas formas de pensar de los responsables de navieras y armadores que concebían un buque como un modo de transporte cuya duración era eterna y en el cual cuantos menos cambios se introducían mejor. Como anécdota se puede recordar la problemática causada con la introducción del radar, que fue rechazado incluso por los propios marinos.

<sup>2</sup> Los cambios que se están introduciendo en los planes de estudio debidos a los acuerdos de Bolonia, han sido tenidos en cuenta y se han modificado ciertas partes del Manual para que tuvieran cabida.