

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE INGENIERIA



CONSTRUCCIÓN NAVAL II (73.07)

TRABAJO PRÁCTICO Nº 3: GRÚAS – DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN

Profesor Titular:

Ing. Daniel A. Radosta

Jefe Trabajos Prácticos:

Ing. Mariano A. Lubín

Alumno:

Ignacio Bonetto Beytia

Padrón:

85553

Fecha explicación del Trabajo Práctico

17 / 06 / 2009

Fecha de Entrega

22 / 07 / 2009

Fecha de Devolución

..... / /

.....
Firma responsable
Corrección

.....
Firma responsable
Realización

Índice

1. Objetivos	1
2. Metodología	1
3. Datos Iniciales	2
4. Distribución de carga	3
5. Disposición y tipo de grúas a instalar	4
6. Capacidad de las grúas a instalar	5
6.1. Capacidad de la cuchara	5
6.2. Peso productos siderúrgicos más comunes	5
6.3. Margen	5
7. Características geométricas de las grúas a instalar	6
7.1 Alcance de las grúas	6
7.2. Altura de la columna	6
8. Posición de Estiba.....	7
9. Selección final	8
10. Tiempo de descarga elemental.....	9
10.1. Ciclo Operativo.....	9
10.2. Consideraciones	9
10.3. Esquemas ciclo operativo	11
10.4. Calculo de los tiempos.....	14
11. Tiempo de descarga total.....	16
11.1. Ciclo operativo.....	16
11.2. Consideraciones	16
11.3. Esquemas ciclo operativo	18
11.4. Cálculo de los tiempos.....	21
11.5. Tiempo de descarga Bodega 1	22
11.6. Régimen de descarga.....	24
12. Verificación estructural	25
12.1. Cálculo de la carga crítica.....	25
12.2. Conexiones al casco	26
12.3. Detalle estructural	26
Grúa – Detalle estructural Mamparo 01	27
Grúa – Detalle estructural Mamparo 02	28
Grúa – Detalle estructural Mamparo 03	29
Grúa – Detalle estructural Mamparo 04	30
Grúa – Detalle estructural Mamparo 05	31
13. Conclusión	32
Apéndice A	I
Apéndice B	III
Apéndice C	IV
Apéndice D.....	V
Catálogos	VI
LCS crane.....	VI-1
LC crane.....	VI-2
GL.....	VI-3
Bobinas, chapas gruesas y chapas de bobina de acero laminadas en caliente.....	VI-4
Sección 8-6 – Lifting Appliances – Bureau Veritas	VII

1. Objetivos

Determinar el sistema de manipulación de carga más apropiado para el tipo de buque en estudio y los productos que transporta.

2. Metodología

En función de las características geométricas y de la composición de pesos del buque, se determinará la cantidad de producto en bodegas.

Luego, se definirá el tipo de grúas y la disposición de las mismas a instalar. Dicha selección se deberá sustentar con información de buques existentes.

Una vez reconocido el tipo, será necesario definir las características generales de las grúas y sus partes. Es decir, capacidad de la cuchara, alcance del brazo, capacidad de carga, altura de la columna y posición de estiba.

Definidas las propiedades necesarias, y mediante investigación de la oferta del mercado, se realizará una matriz dónde se ponderarán distintas características particulares de los modelos y, según una valoración previa, se seleccionará la más adecuada.

Esto último permitirá definir el tiempo de maniobra y el total de descarga, calculándose luego, los tiempos para dos grúas trabajando en simultáneo.

Para la finalización del presente, se verificará la estructura del mamparo mediante un cálculo aproximado, confeccionando posteriormente la estructura resultante.

3. Datos Iniciales

Se definirán a continuación los parámetros principales del Universal Bulk Carrier sobre el cuál se realizará el trabajo:

- Características Geométricas

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Puntal	D	13,30	m
Calado	d	9,30	m
Boleo	b	300	mm
Manga	B	26,70	m
Altura doble fondo	h_{df}	1,40	m
Altura brazola	h_b	1,80	m
Clara de cuaderna	s	800	mm
Distancia entre mamparos	L_{mamp}	26400	mm
Longitud Boca escotilla	L_{be}	18400	mm
Ancho boca escotilla	B_{be}	12800	mm
N° paneles tapa de escotilla	N	4	-
Altura paneles	h_p	400	mm
Longitud de estiba	l_e	1280	mm
Altura estiba sobre brazola	h'	5980	mm
Altura estiba sobre cubierta	h_e	7780	mm

- Condición de Carga:

Se cumplen las siguientes relaciones: $\Delta = LSW + DWT$; $DWT = NWT + W_{cons}$

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Desplazamiento	Δ	33500	tn
Peso buque vacío	LSW	6500	tn
Porte Bruto	DWT	27000	tn
Consumibles	W_{cons}	2700	tn
Porte Neto	NWT	24300	tn

Donde los consumibles se componen de la siguiente manera:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Fuel Oil	W_{FO}	2100	tn
Diesel Oil	W_{DO}	350	tn
Lubrication Oil	W_{LO}	100	tn
Fresh Water	W_{FW}	140	tn
Miscelaneos	W_{mis}	10	tn
Consumibles	W_{cons}	2700	tn

- Características del Producto

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Producto	Pr	Bauxita	-
Factor de Estiba	$f_{e,max}$	0,7	m^3/tn
	$f_{e,min}$	1,1	m^3/tn
Régimen de descarga	Rd	2600	tn/hora

4. Distribución de Carga:

Continuando con las expresiones antes mencionadas, el Porte Neto del buque (NWT) se obtiene según la expresión:

$$NWT = n \cdot NWT_i$$

Donde:

n : Número de bodegas llenas, considerando la bodega N° 1 con la mitad de capacidad.

NWT_i : Carga neta en bodega (i). Con dicho valor calculo el volumen de la misma:

$$V_i = \frac{NWT_i}{f_{eg}}$$

Siendo f_{eg} el factor de estiba del grano. Se utiliza éste producto ya que es el único para el cual todas las bodegas se encuentran completamente llenas.

En la siguiente tabla figuran los valores de cálculo.

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Porte Neto	NWT	24300	tn
N° de bodegas llenas con grano	n_g	4,5	-
Factor de estiba grano	f_{eg}	1,60	m^3/tn
Porte Neto bodega i	NWT_i	5400	tn
Volumen bodega i	V_i	8640	m^3

Dado que para el producto seleccionado (Bauxita) las bodegas con carga serán la 1, 3 y 5, con el volumen hallado y el factor de estiba medio de la Bauxita, se calcula el porte neto del buque con dicha condición:

$$NWT_{final} = NWT_1 + NWT_3 + NWT_5 = \frac{V_1 + V_3 + V_5}{f_{eb}}$$

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Volumen Bodega 3 y 5	$V_{3,5}$	8640	m^3
Volumen Bodega 1	V_1	4320	m^3
Factor de estiba medio bauxita	f_{eb}	0,9	m^3/tn
Porte Neto bodega 3 y 5	$NWT_{3,5}$	9600	tn
Porte Neto Bodega 1	NWT_1	4800	tn
Porte Neto Final	NWT_{final}	24000	tn

5. Disposición y tipo de grúas a instalar

De acuerdo a la información conseguida¹ puede afirmarse que estos tipos de buques son, dentro de cierto margen, bastante estándar. Es decir poseen 5 bodegas, cuatro grúas (Deck Crane) una por mamparo, capacidades de izado similares, DWT del orden, entre otras cosas. Características que concuerdan con el hecho de ser un buque de moderada velocidad y capacidad.

Por tanto, el arreglo de grúas adoptado será el siguiente:

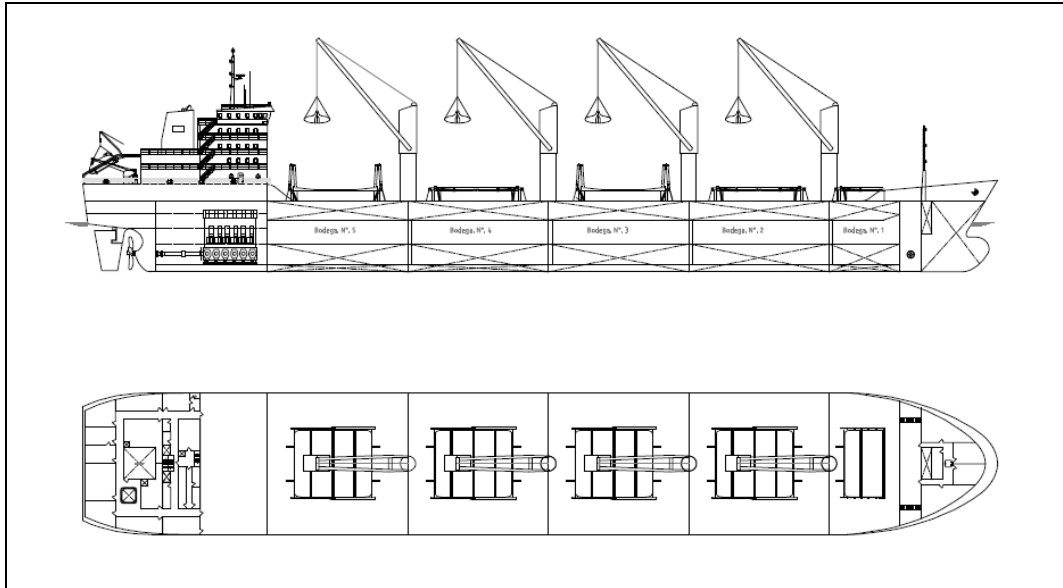


Figura 5.01 – Arreglo de grúas

¹ Ver Apéndice A

6. Capacidad de las grúas a instalar

Para dicho fin, se tomarán como parámetros los siguientes

- Capacidad de la cuchara;
- Peso de los productos siderúrgicos más comunes;
- Margen

6.1. Capacidad de la cuchara

Los datos de cálculo utilizados se basan en la información obtenida de la empresa Mack Manufacturing, Grapples and Buckets ². Optando por un modelo que guarde la mejor relación capacidad / peso cuchara, se determinaron los parámetros principales de definición de la misma. Luego, utilizándolos como datos, y mediante las siguientes expresiones, se llega al peso total (cuchara más carga).

$$C_{total} = P_c + C_c = P_c + \frac{V_c}{f_{eb}}$$

Los valores de cálculo y hallados son:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Factor de estiba medio bauxita	f_{eb}	0,9	m ³ /tn
Modelo Cuchara	CSWR	1000	-
Capacidad Cuchara	V_c	7,65	m ³
Peso de la Cuchara	P_c	7,14	tn
Peso carga en la cuchara	C_c	8,50	tn
Peso total	C_{total}	15,64	tn

6.2. Peso Productos Siderúrgicos más comunes

De acuerdo a la información encontrada ³ los productos siderúrgicos más pesadas, es decir las bobinas, oscilan entre las 10 y las 30 toneladas. Por tanto se definirá como SWL_i (Security Work Load Nominal) al valor más alto, con el fin de dar una mayor capacidad de maniobra al buque frente a los distintos productos que pudiera transportar.

6.3. Margen

Debido a que el aparejo de carga sufre, durante su vida útil, una disminución de la capacidad de carga, se le asignará un margen de seguridad que oscila entre 10 y 20% ⁴. Adoptando un 15%,

$$SWL = (1 + 0,15) \cdot SWL_i = f_{SWL} \cdot SWL_i$$

Por tanto:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Security Work Load Nominal	SWL_i	30	tn
Factor de seguridad sobre SWL	f_{SWL}	1,15	tn
Security Work Load	SWL	34,5	tn

² Ver Apéndice B

³ Ver Apéndice C, y en Catálogos: Bobinas, chapas gruesas y chapas de bobinas de acero laminadas en caliente. Información complementaria puede verse en la página

<http://www.networksteel.net/productos.html>.

⁴ Apunte del Ing. Daniel Radosta, Movimiento y Manipulación de las cargas, página 48.

7. Características geométricas de las grúas a instalar

Dentro de este ítem se define el alcance de las grúas y la altura de la columna.

7.1. Alcance de las Grúas

Se tomará como tal al mayor valor que resulte de los siguientes:

- Distancia al muelle (D)

Se estimará el valor según: $D = \frac{B}{2} + 4m$, donde los 4m contemplan la distancia del barco al muelle y a la posición de descarga, por tanto $D = 17m$.

- Punto más lejano de Trabajo (P_b)

Siendo el lugar más lejano de la bodega donde la grúa deberá llegar y contemplando el ángulo de inclinación del brazo, dicho valor se halla gráficamente y es aproximadamente $P_b = 23m$.

- Distancia entre Mamparos (L_{mamp})

Ésta distancia es tomada en cuenta ya que corresponde a la posición de estiba de las grúas seleccionadas, siendo $L_{mamp} = 26,4m$. Por ser el mayor valor de los tres casos citados, se toma como alcance de la grúa un valor de aproximadamente 26m.

7.2. Altura de la columna

Siendo las tapas de escotillas del tipo folding, se tomará en cuenta la altura de estiba de las mismas sobre cubierta como parámetro principal para determinar la altura de columna. A dicho valor se le adicionará un 15% por motivos de mejor visibilidad del gruero y para evitar que el brazo haga contacto con las mencionadas tapas.

$$h_c \geq (1 + 0,15).h_e = c_h . h_e$$

Los valores obtenidos en 7.1 y en 7.2 se detallan en la siguiente tabla:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Altura estiba sobre cubierta	h_e	7780	mm
Coficiente sobre altura estiba	c_h	1,15	mm
Altura columna grúa	h_c	9000	mm
Alcance del brazo de la grúa	L_a	26,4	m

8. Posición de estiba⁵

La posición de estiba es la ubicación que tendrá el brazo de la grúa cuando no se encuentre operando. Mayormente esto sucede en navegación, por lo que el mismo debe quedar trincado, evitando cualquier movimiento que pueda afectar a la propia grúa y a la seguridad de los tripulantes y la carga. A continuación se anexa un croquis con la posición de estiba adoptada para el buque en estudio.

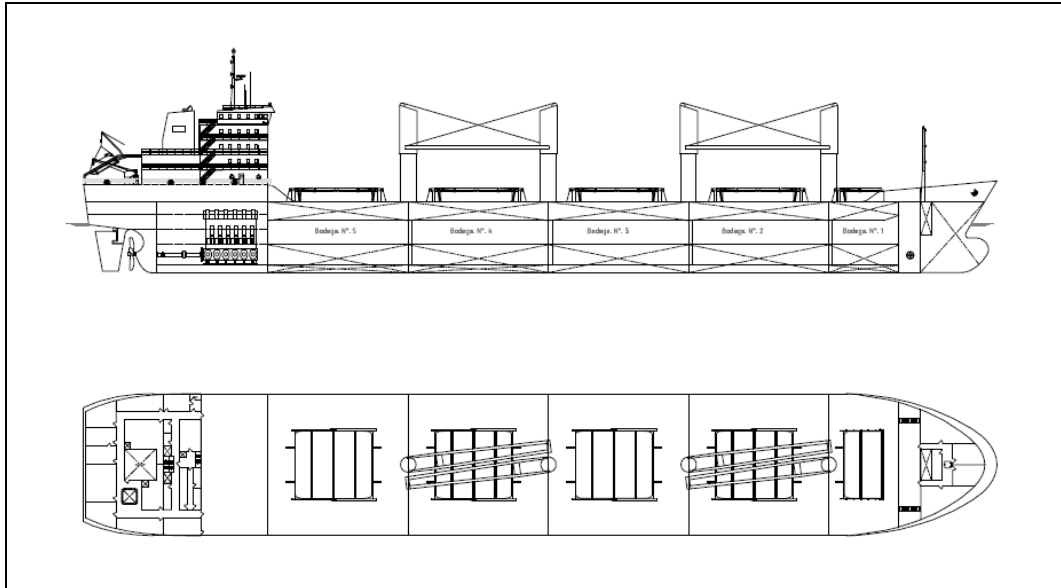


Figura 8.01 – Grúas Estibadas

⁵ Ver apéndice A.

9. Selección Final

Para definir la grúa a instalar, de la totalidad de modelos hallados se preseleccionarán sólo aquellos que posean capacidad de izado (SWL) mayor al calculado y un alcance que sea del orden del valor determinado anteriormente. Con ello, el listado de grúas posibles se reduce notablemente.

A partir de los modelos preseleccionados se confeccionará una matriz de ponderación, donde se reflejarán los aspectos más relevantes y la valoración que sobre ellos se realice.

Se detallarán, a continuación, los datos de sólo aquellas grúas que hayan sido preseleccionadas⁶, y luego de la dicha tabla, la matriz de ponderación.

<i>Modelo</i>	<i>Weight Hoisting (tn)</i>	<i>Weight Crane (tn)</i>	<i>Hoisting (m/min)</i>	<i>Slewing (rpm)</i>	<i>Luffing (seg)</i>	<i>Length Arm (m)</i>
GL3626	36	42	44	1,1	60	27,03
LCS3626	36	46	41	1,0	98	26,62
LC3626	36	43	41	1,1	98	26,59

Nota: los tres modelos de grúas son de la marca Mac Gregor. La velocidad de Hoisting empleada es la máxima, correspondiente a un 40% del SWL, es decir, aproximadamente el peso de la cuchara con carga.

Para la realización de la matriz de ponderación, se toma como 100% al mejor valor de cada ítem de los tres modelos en comparación.

Modelo de grúa		Mac Gregor GL3626		Mac Gregor LCS3626		Mac Gregor LC3626	
Propiedades	Valoración	%	Ponderación	%	Ponderación	%	Ponderación
Weight C.	4	100,0	40,0	90,5	36,2	97,6	39,0
Hoisting	6	88,0	52,8	82,0	49,2	82,0	49,2
Slewing	6	100,0	60,0	90,9	54,5	100,0	60,0
Luffing	8	100,0	80,0	36,7	29,3	36,7	29,3
Promedio ponderación		-	58,2	-	42,3	-	44,4

Las velocidades de los movimientos de las grúas poseen mayor importancia que el peso de las mismas, como así también, dentro de dichos movimientos, la velocidad de luffing resulta crítico en el tiempo total de descarga, situación que se verá en el próximo ítem.

Por lo tanto, la grúa seleccionada será la *Mac Gregor GL3626*.

⁶ En Catálogos puede hallarse más información de las grúas expuestas.

10. Tiempo de descarga elemental

Para el desarrollo del estudio del tiempo de descarga, se descomponen los movimientos que la grúa debe efectuar en un ciclo completo de descarga. Para ello deben tomarse en cuenta las velocidades propias de la grúa seleccionada y las distancias recorridas, ya sea por el brazo como por la cuchara.

A continuación se discretiza toda la maniobra de descarga de una bodega completa atendida por una sola grúa. En primer lugar se considera un solo ciclo de operación, esto quiere decir la maniobra básica de carga/descarga de una cuchara completa, para luego multiplicar por la totalidad de estas maniobras. El ciclo se repite hasta la descarga completa de la bodega. El tiempo total será la suma de los tiempos de cada ciclo, pudiendo obtenerse la cantidad de ciclos K .

10.1. Ciclo Operativo:

- 0-0' Tomar la carga con la cuchara;
- 0'-1' Izar la cuchara cargada;
- 1'-2' Girar el brazo hacia la banda;
- 2'-3' Bajar el brazo, es decir, disminuir la inclinación del mismo;
- 3'-4' Arriar la cuchara cargada;
- 4'-4' Abrir la cuchara y descargar;
- 4-3 Izar la cuchara vacía;
- 3-2 Subir el brazo, ergo, aumentar la inclinación del mismo;
- 2-1 Girar el brazo hacia crujía (bodega);
- 1-0 Arriar la cuchara vacía;
- 0-0' Cerrar la cuchara y reiniciar el ciclo

La prima (') representa que en la posición planteada la cuchara se encuentra cargada.

10.2. Consideraciones:

10.2.1. La altura de la carga de la bodega se supondrá a la mitad de la misma, sumando a ello una altura igual a la de la brazola, que representa la distancia a la que pasa la cuchara sobre la misma.

$$L_{0'-1'} = L_{1-0} = \frac{D - h_{db} + h_b}{2} + h_b$$

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Puntal	D	13300	mm
Altura doble fondo	hdf	1400	mm
Altura brazola	hb	1800	mm
Longitud 0'-1'	$L_{0'-1'}$	8650	mm

10.2.2. El giro del brazo desde la línea de crujía del buque hacia la banda (muelle), y viceversa, se considerará de 90°, es decir π radianes.

10.2.3. Los puntos de toma de la carga serán simplificados a 3, uno a $\frac{1}{4}$ de la longitud de la boca de escotilla L_{be} , otro a $\frac{1}{2}$ y otro a $\frac{3}{4}$, todos ellos en crujía. A su vez la distancia de descarga es aproximadamente la correspondiente al último caso citado ($\frac{3}{4} L_{be}$). Se adoptará por lo tanto dicho valor y un solo punto de descarga.

En la figura dada a continuación se grafican ambas situaciones:

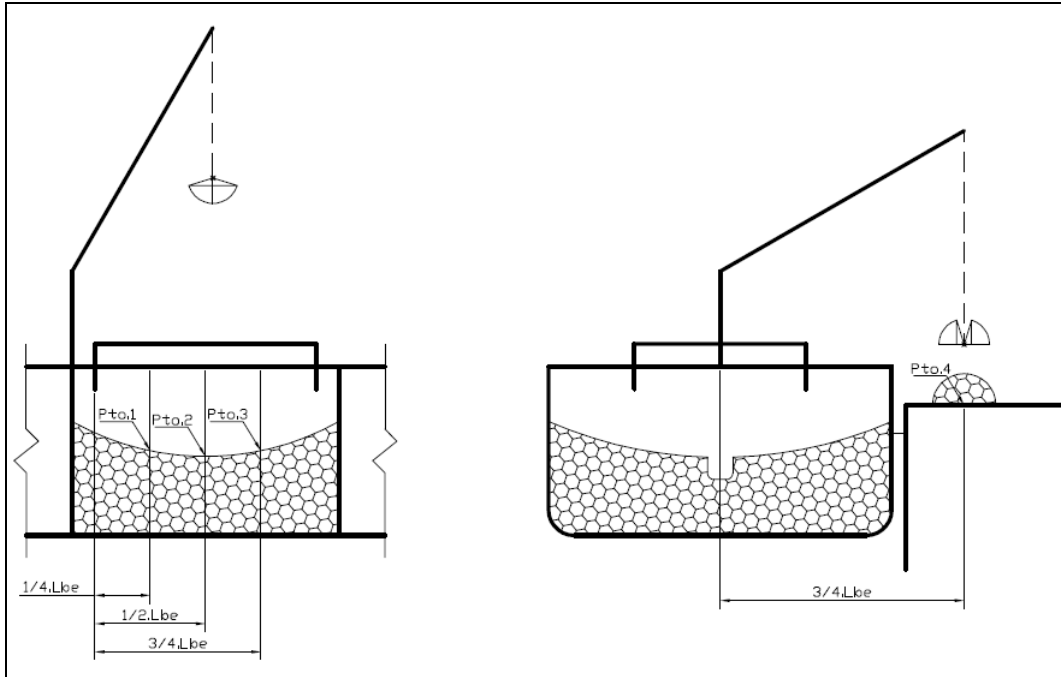


Figura 10.01 – Puntos de toma de carga y descarga.

10.2.4. Se considerará que de los tres puntos (1, 2 y 3) se toma igual cantidad de carga durante la maniobra de descarga de la bodega. Con ésta salvedad pueden analizarse los movimientos de Luffing:

- 1-4 El brazo debe recorrer horizontalmente una distancia equivalente a $\frac{1}{2}L_{be}$;
- 2-4 El brazo debe recorrer horizontalmente una distancia equivalente a $\frac{1}{4}L_{be}$;
- 3-4 El brazo no recorre ninguna distancia horizontalmente, es decir no se produce movimiento de Luffing.

Entonces puede decirse que en promedio el brazo deberá inclinarse para recorrer una distancia equivalente de $\frac{1}{4}L_{be}$ en todos los ciclos necesarios para la descarga. Es decir, como si todas las extracciones las realizara en el punto 1.

De éste último valor se obtendrá el ángulo de Luffing, ya sea en la primera parte del ciclo como en la segunda:

$$\theta_{2'-3'} = \theta_{3-2} = \arccos\left(\frac{1/2 \cdot L_{be} + l_{m-b}}{L_a}\right) - \arccos\left(\frac{3/4 \cdot L_{be} + l_{m-b}}{L_a}\right)$$

Los valores puestos en juego son:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Longitud Boca escotilla	L_{be}	18400	mm
Distancia mamparo boca escotilla	l_{m-b}	4000	mm
Longitud Brazo	L_a	27030	mm
Ángulo de luffing	$\theta_{2'-3'}$	11,96	°grados

10.2.5. La longitud de descarga recorrida verticalmente por la cuchara, se tomará aproximadamente igual a la distancia existente a cubierta, es decir 3000mm aproximadamente.

10.3. Esquemas del Ciclo Operativo:

Se grafican las posiciones representadas en la descripción del ciclo.

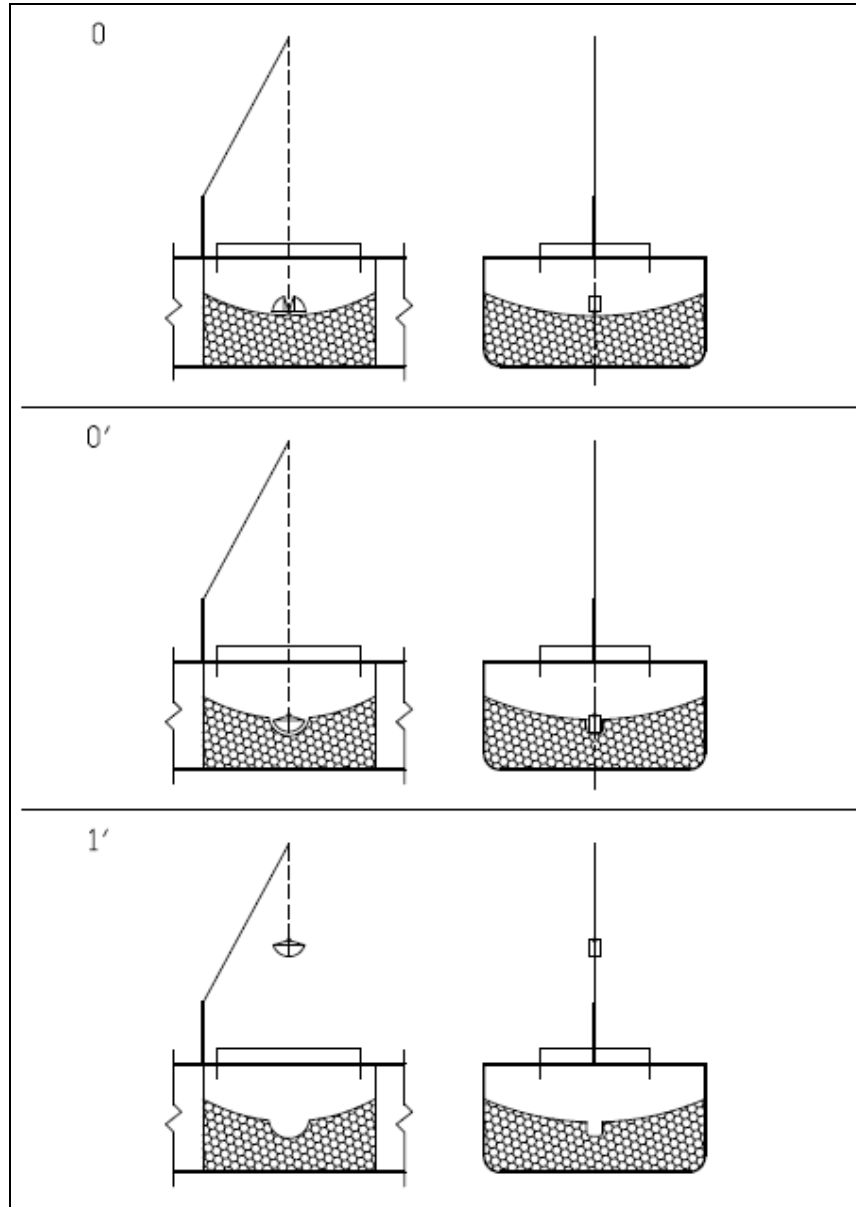


Figura 10.02 – Ciclo Operativo

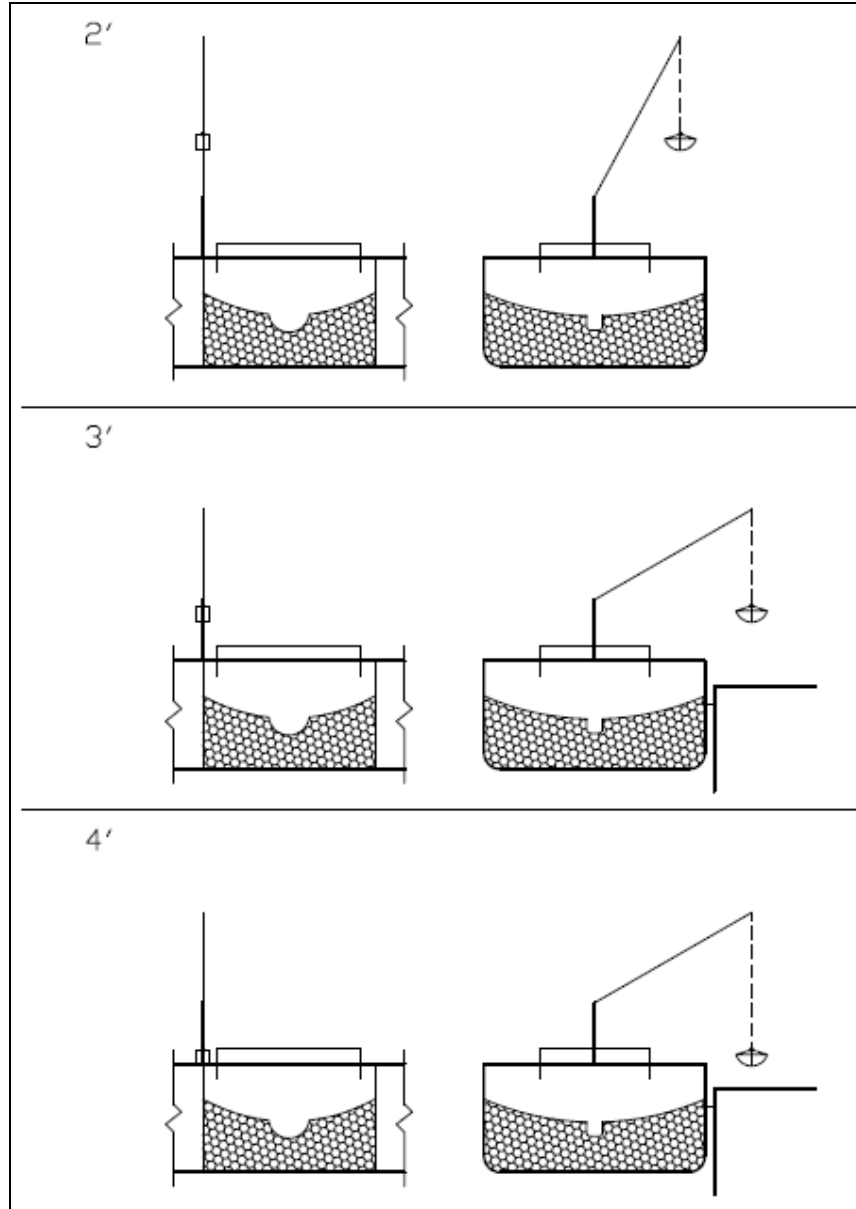


Figura 10.03 – Ciclo Operativo

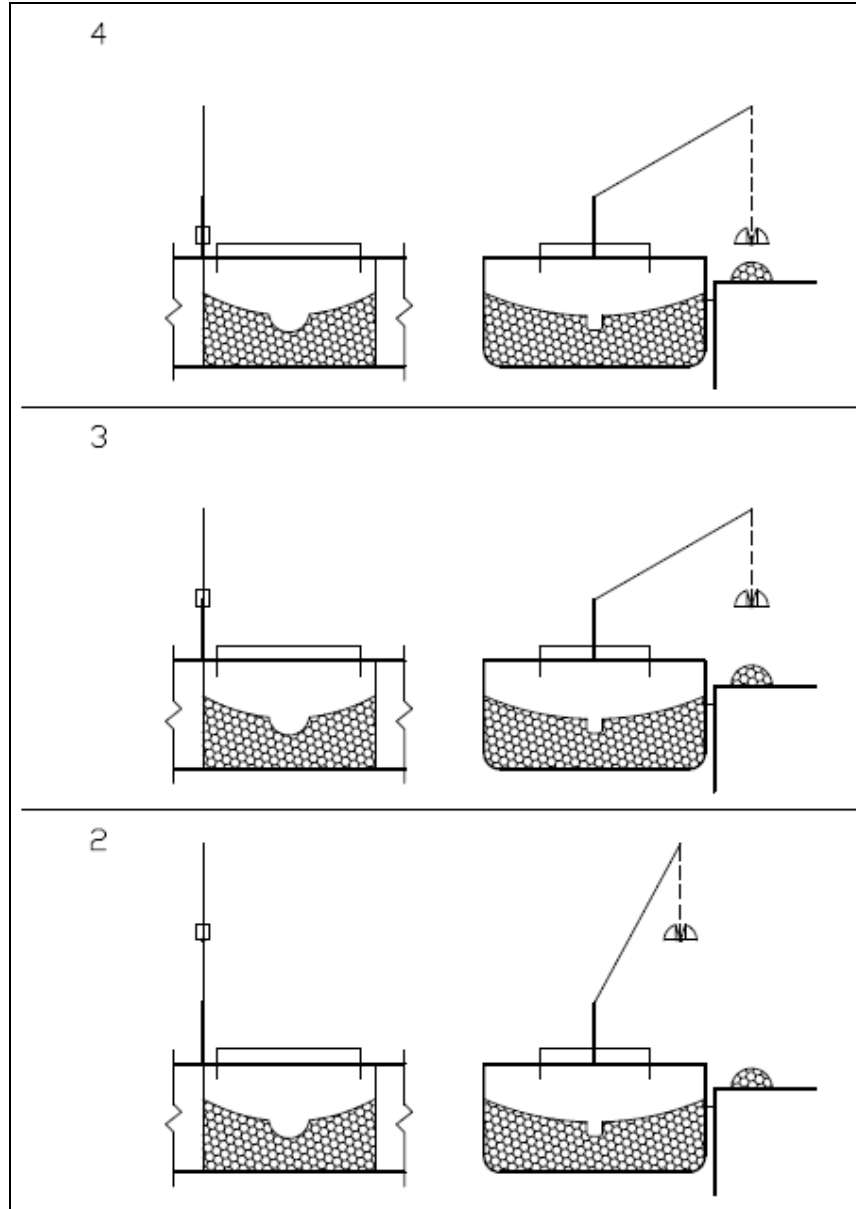


Figura 10.04 – Ciclo Operativo

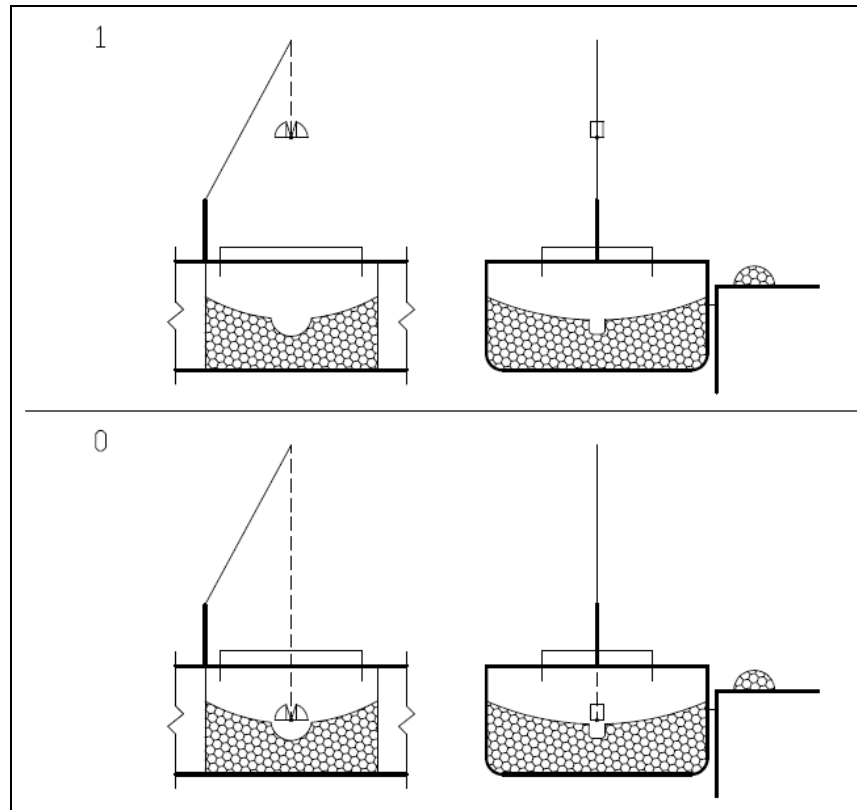


Figura 10.05 – Ciclo Operativo

10.4. Cálculo de los tiempos

A continuación se exponen los valores de las variables intervinientes en el cálculo de los tiempos. Una vez citados los mismos, el cálculo propiamente dicho es sencillo por lo cual no se detallarán las ecuaciones empleadas, sólo los resultados.

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Longitud en bodega	$L_{0-1'} = L_{1-0}$	8650	mm
Ángulo de Slewing	$\theta_{1'-2'} = \theta_{2-1}$	90	°grados
Ángulo de luffing	$\theta_{2'-3'} = \theta_{3-2}$	11,96	°grados
Longitud al muelle	$L_{3'-4'} = L_{4-3}$	3000	mm
Hoisting	H	44	m/min
Slewing	S	1,1	rpm
Luffing	L	60	seg

Tramo	Tiempo (seg)
0-0'	6 ⁷
0'-1'	12
1'-2'	14
2'-3'	10
3'-4'	4
4'-4	6
4-3	4
3-2	10
2-1	14
1-0	12
t_{ciclo}	90

⁷ La estimación del tiempo de cierre se realizó mediante videos halladas en Internet como <http://www.youtube.com/watch?v=FleefNOZ8xo>

Éste tiempo puede reducirse si se considera que el movimiento de Luffting y el de Slewing pueden realizarse simultáneamente, siendo los tramos 1'-2' y 2'-3' uno solo 1'-2'-3' de duración igual al mayor tiempo entre ambos movimientos por separados.

Así las cosas, el tiempo resultante de un ciclo completo es:

Tramo	Tiempo (seg)
0-0'	6
0'-1'	12
1'-2'-3'	14
3'-4'	4
4'-4	6
4-3	4
3-2-1	14
1-0	12
t_{ciclo}	71

El tiempo total de descarga será hallado según la siguiente expresión:

$$t_{total} = t_{ciclo} \cdot K$$

Donde:

$$K = \frac{NWT_i}{C_c}$$

Entonces:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Porte Neto bodega i	NWT_i	9600	tn
Peso carga en la cuchara	C_c	8,50	tn
Cantidad de Ciclos	K	1129	-
Tiempo de ciclo operativo	t_{ciclo}	71	seg
Tiempo total descarga	t_{total}	22,27	horas
Porte Neto Final	NWT_{final}	24000	tn
Régimen de descarga	Rd	1077	tn/hora

11. Tiempo de descarga Total

A fin de obtener el tiempo de descarga total se tomará en cuenta la simultaneidad de operaciones de las grúas, es decir la cantidad de bodegas que pueden ser atendidas por cada grúa. Esto depende obviamente del tipo de producto transportado y de la cantidad de bodegas llenas del buque. Para el caso en estudio, el arreglo quedará de la siguiente manera:

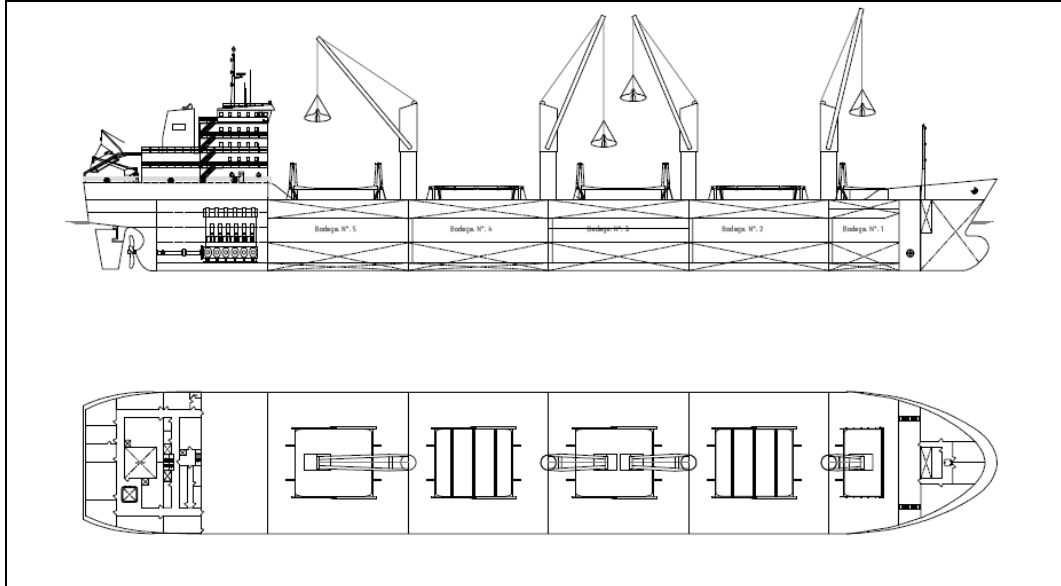


Figura 11.01 – Arreglo grúas, descarga de bauxita

A continuación se discretiza toda la maniobra de descarga de una bodega completa atendida por dos grúas simultáneamente.

La gran diferencia con el inciso anterior es que el ángulo del brazo respecto de la horizontal, es mucho más grande ya que las cucharas no pueden operar en el centro de la bodega. Con esto se impide el choque de las cucharas y que se entrecruce el cable.

Se considera que el ciclo efectuado por una grúa es opuesto e idéntico al de la otra, pudiendo asumir que están prácticamente en contra fase.

11.1. Ciclo Operativo:

- 0-0' Tomar la carga con la cuchara;
- 0'-1' Izar la cuchara cargada;
- 1'-2' Girar el brazo hacia la banda;
- 2'-3' Bajar el brazo, es decir, disminuir la inclinación del mismo;
- 3'-4' Arriar la cuchara cargada;
- 4'-4' Abrir la cuchara y descargar;
- 4-3 Izar la cuchara vacía;
- 3-2 Subir el brazo, ergo, aumentar la inclinación del mismo;
- 2-1 Girar el brazo hacia crujía (bodega);
- 1-0 Arriar la cuchara vacía;
- 0-0' Cerrar la cuchara y reiniciar el ciclo

La prima (') representa que en la posición planteada la cuchara se encuentra cargada.

11.2. Consideraciones:

11.2.1. La altura de la carga de la bodega se supondrá igual a la del caso anterior, es decir a la mitad de la misma, sumando a ello una altura igual a la de la brazola, que representa la distancia a la que pasa la cuchara sobre la misma.

$$L_{0'-1'} = L_{1-0} = \frac{D - h_{db} + h_b}{2} + h_b$$

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Puntal	D	13300	mm
Altura doble fondo	hdf	1400	mm
Altura brazola	hb	1800	mm
Longitud 0'-1'	L _{0'-1'}	8650	mm

11.2.2. El giro del brazo desde la línea de crujía del buque hacia la banda (muelle), y viceversa, se considerará de 90°, es decir π radianes.

11.2.3. El punto de extracción de carga se reduce a uno sólo, situado a 1/3 de la longitud de la boca de escotilla L_{be} , y en crujía. La distancia de descarga será la misma que se adopto en el inciso anterior.

11.2.4. De esto último, se obtendrá el ángulo de Luffing, ya sea en la primera parte del ciclo como en la segunda:

$$\theta_{2'-3'} = \theta_{3-2} = \arccos\left(\frac{1/3 \cdot L_{be} + l_{m-b}}{L_a}\right) - \arccos\left(\frac{3/4 \cdot L_{be} + l_{m-b}}{L_a}\right)$$

Los valores puestos en juego son:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Longitud Boca escotilla	L _{be}	18400	mm
Distancia mamparo boca escotilla	l _{m-b}	4000	mm
Length arm	L _a	27030	mm
Ángulo de luffing	$\theta_{2'-3'} = \theta_{3-2}$	19,17	°grados

11.2.5. La longitud de descarga recorrida verticalmente por la cuchara, se tomará aproximadamente igual a la distancia existente a cubierta, es decir 3000mm aproximadamente.

11.3. Esquemas del Ciclo Operativo:

Se grafican las posiciones representadas en la descripción del ciclo.

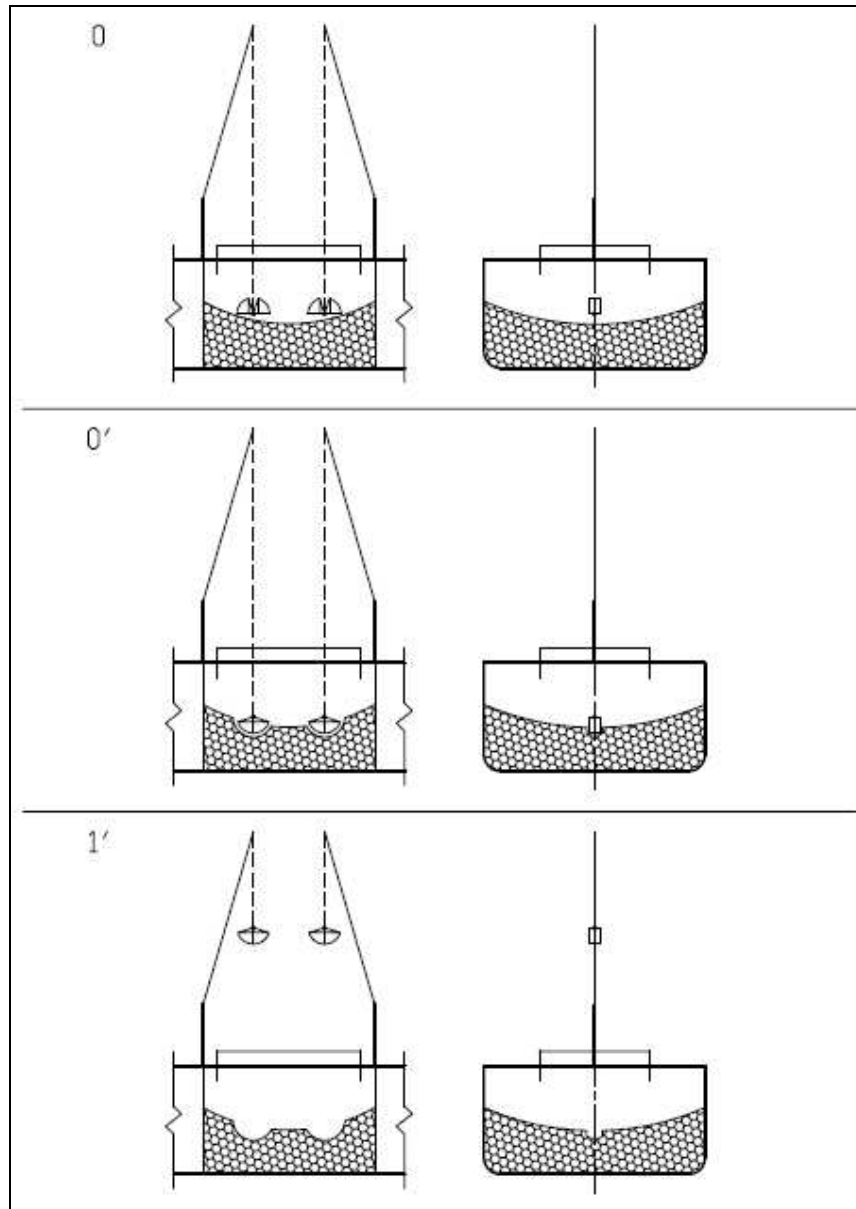


Figura 11.02 – Ciclo Operativo

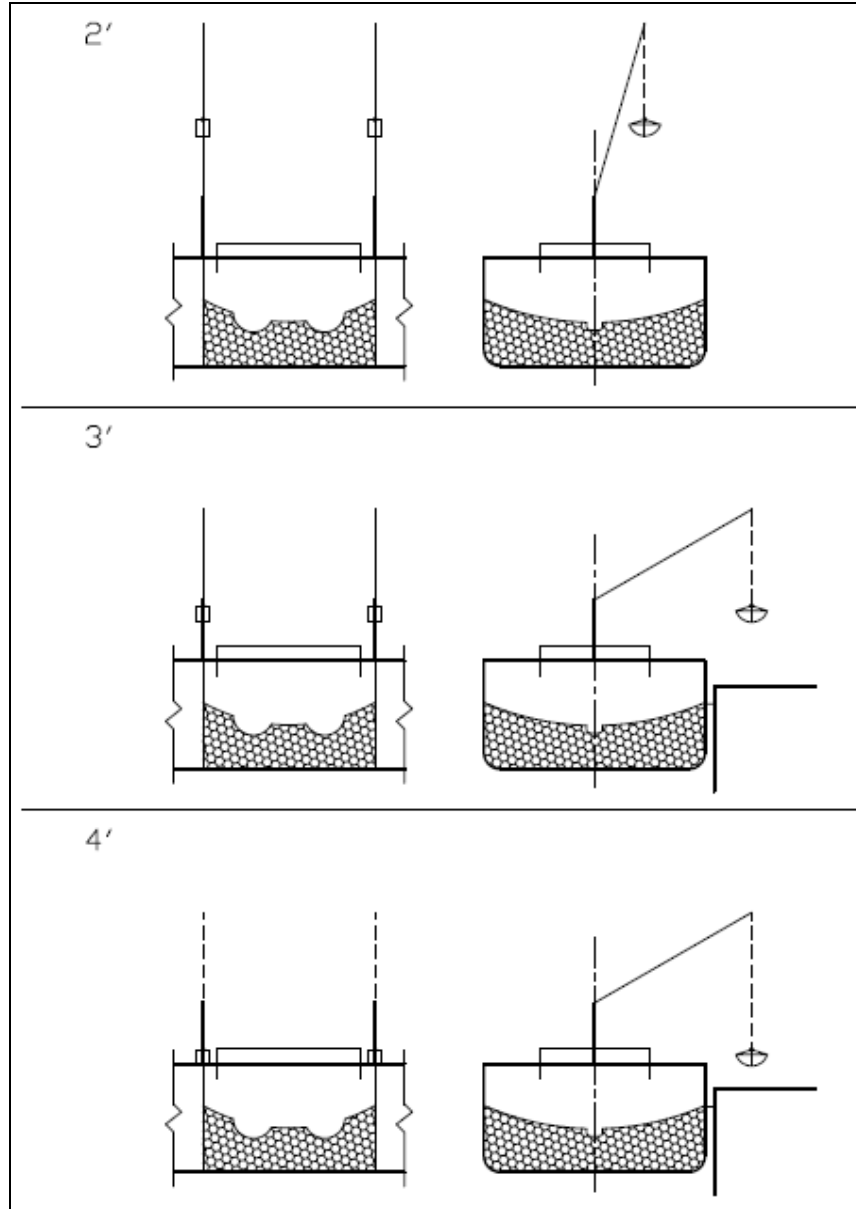


Figura 11.03 – Ciclo Operativo

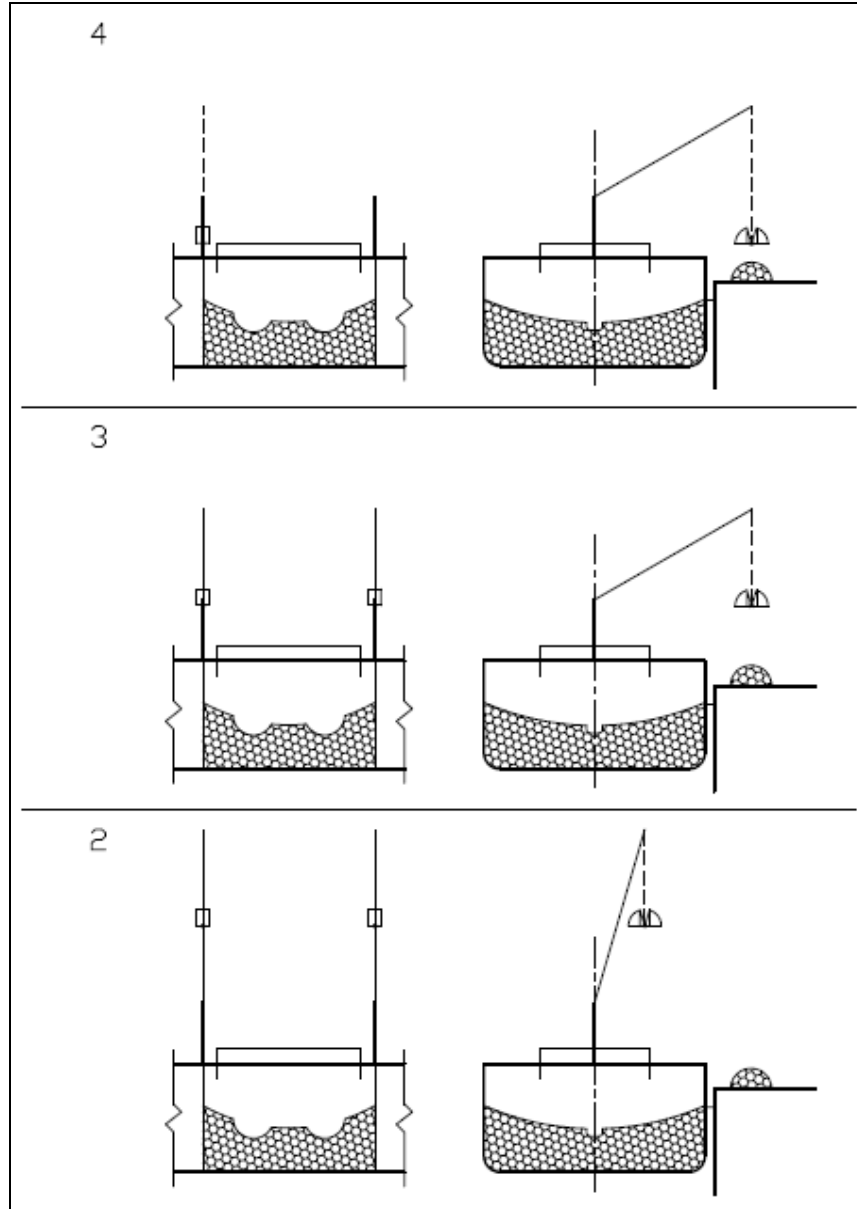


Figura 11.04 – Ciclo Operativo

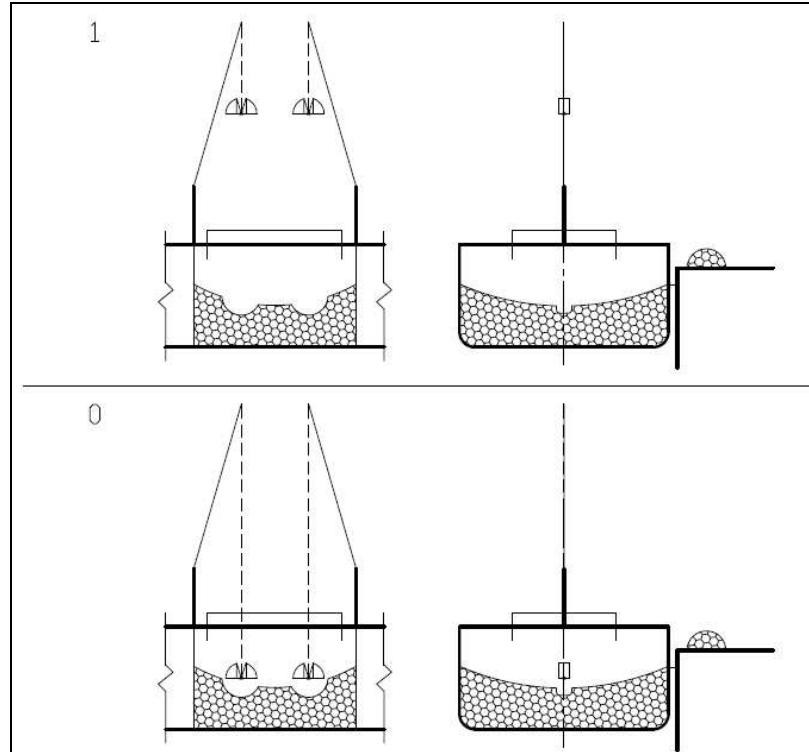


Figura 11.05 – Ciclo Operativo

11.4. Cálculo de los tiempos

A continuación se exponen los valores de las variables intervinientes en el cálculo de los tiempos. Una vez citados los mismos, el cálculo propiamente dicho es sencillo por lo cual no se detallarán las ecuaciones empleadas, sólo los resultados.

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Longitud en bodega	$L_{0-1'} = L_{1-0}$	8650	mm
Ángulo de Slewing	$\theta_{1'-2'} = \theta_{2-1}$	90	°grados
Ángulo de luffing	$\theta_{2'-3'} = \theta_{3-2}$	19,17	°grados
Longitud en muelle	$L_{3'-4'} = L_{4-3}$	3000	mm
Hoisting	H	44	m/min
Slewing	S	1,1	rpm
Luffing	L	60	seg

Tramo	Tiempo (seg)
0-0'	6
0'-1'	12
1'-2'	14
2'-3'	17
3'-4'	4
4'-4	6
4-3	4
3-2	17
2-1	14
1-0	12
t_{ciclo}	105

De forma análoga a lo desarrollado en el ítem anterior, éste tiempo puede reducirse si se considera que el movimiento de Luffing y el de Slewing pueden realizarse simultáneamente, siendo los tramos 1'-2' y 2'-3' uno solo 1'-2'-3' de duración igual al mayor tiempo entre ambos movimientos por separados. Así las cosas, el tiempo resultante de un ciclo completo es:

Tramo	Tiempo (seg)
0-0'	6
0'-1'	12
1'-2'-3'	17
3'-4'	4
4'-4	6
4-3	4
3-2-1	17
1-0	12
t_{ciclo}	78

El tiempo total de descarga será hallado según la siguiente expresión:

$$t_{total} = t_{ciclo} \cdot K$$

Donde:

$$K = \frac{NWT_i}{2 \cdot C_c}$$

Entonces:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Porte Neto bodega i	NWT_i	9600	tn
Peso carga en la cuchara	C_c	8,50	tn
Cantidad de Ciclos	K	565	-
Tiempo de ciclo operativo	t_{ciclo}	78	seg
Tiempo total descarga	t_{total}	12,24	horas

11.5. Tiempo Descarga Bodega N°1

El cálculo para ésta bodega será prácticamente igual al desarrollado en el tiempo de descarga elemental, con la salvedad que habrá un solo punto de extracción y que la capacidad de la bodega es aproximadamente la mitad.

A continuación se exponen sólo los parámetros principales de cálculo.

El ángulo de luffing será mayor, debido a que se deberá recorrer una distancia horizontal mayor;

$$\theta_{2'-3'} = \theta_{3-2} = \arccos\left(\frac{1/2 \cdot L_{be-1} + l_{m-b1}}{L_a}\right) - \arccos\left(\frac{3/4 \cdot L_{be} + l_{m-b}}{L_a}\right)$$

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Longitud Boca escotilla Bodega 1	L_{be-1}	7200	mm
Distancia entre mamparos Bodega 1	L_{mamp1}	13200	mm
Distancia mamparo boca escotilla	l_{m-b1}	3000	mm
Length arm	L_a	27030	mm
Ángulo de luffing	$\theta_{2'-3'} = \theta_{3-2}$	27,05	°grados

Entonces, los parámetros principales para el cálculo de tiempos quedan:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Longitud en bodega	$L_{0-1'} = L_{1-0}$	8650	mm
Ángulo de Slewing	$\theta_{1-2'} = \theta_{2-1}$	90	°grados
Ángulo de luffing	$\theta_{2-3'} = \theta_{3-2}$	27,05	°grados
Longitud en muelle	$L_{3-4'} = L_{4-3}$	3000	mm
Hoisting	H	44	m/min
Slewing	S	1,1	rpm
Luffing	L	60	seg

Con ello, los tiempos del ciclo, considerando movimiento simultáneo de Slewing y Luffing, quedan de la siguiente manera:

Tramo	Tiempo (seg)
0-0'	6
0'-1'	12
1'-2'-3'	24
3'-4'	4
4'-4	6
4-3	4
3-2-1	24
1-0	12
t_{ciclo}	92

Así las cosas, el tiempo total se obtiene según:

$$t_{total} = t_{ciclo} \cdot K_1$$

Donde:

$$K_1 = \frac{NWT_1}{C_c}$$

Entonces:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Porte Neto bodega 1	NWT_1	4800	tn
Peso carga en la cuchara	C_c	8,50	tn
Cantidad de Ciclos 1	K_1	565	-
Tiempo de ciclo operativo	t_{ciclo}	92	seg
Tiempo total descarga	t_{total}	14,43	horas

11.6. Régimen de descarga

Teniendo presente el arreglo presentado al principio del ítem en desarrollo, a continuación se detallan los tiempos de descarga de cada bodega. El tiempo total de descarga del buque, y por ende el régimen, estará supeditado al mayor tiempo que se suscite en cualquiera de los 3 casos.

<i>Detalle</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Porte Neto bodega 5	NWT_5	9600	tn
Cantidad de grúas operando	q_5	1	-
Tiempo total descarga Bodega 5	$t_{total-5}$	22,27	horas
Porte Neto bodega 3	NWT_3	9600	tn
Cantidad de grúas operando	q_3	2	-
Tiempo total descarga Bodega 3	$t_{total-3}$	12,24	horas
Porte Neto bodega 1	NWT_1	4800	tn
Cantidad de grúas operando	q_1	1	-
Tiempo total descarga Bodega 1	$t_{total-1}$	14,43	horas
Tiempo total descarga buque	t_{buque}	22,27	horas
Porte Neto Final	NWT_{final}	24000	tn
Régimen de descarga	Rd	1077	tn/hora

12. Verificación de la estructura del mamparo

El modelo de cálculo adoptado es el de una viga empotrada en el extremo inferior y simplemente apoyada en el extremo superior. La verificación consistirá en determinar la carga crítica para la cual la estructura se vuelve inestable (pandeo).

12.1. Cálculo de carga crítica

La pérdida de equilibrio de una barra de las características descriptas se produce para la carga crítica mínima cuya expresión se describe a continuación:

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(0,7 \cdot l)^2}$$

Donde:

E es el módulo de elasticidad del material.

I es el momento de inercia mínimo de la sección.

l es la longitud de la barra, se considerará equivalente a la dimensión del puntal menos la altura del doble fondo.

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Módulo de Young	E	2100000	kg/cm ²
Longitud equivalente barra	l	11,90	m

El cálculo del momento de inercia, para el área afectada, de un mamparo corrugado corresponde a la siguiente figura:

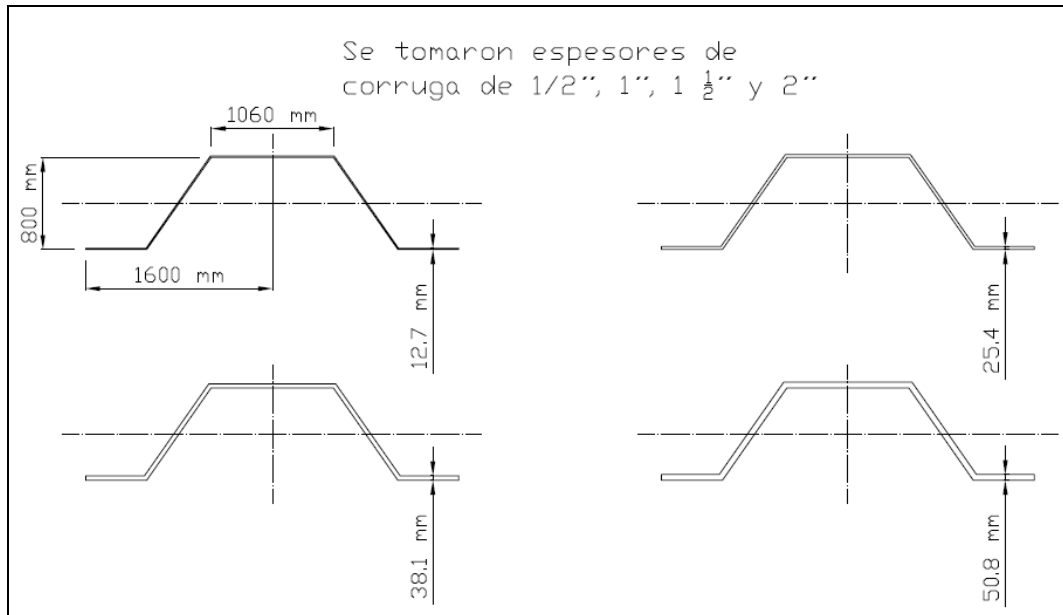


Figura 12.01 – Módulos (eje x horizontal, eje y vertical)

Los resultados de la carga crítica para dichos espesores se anexan a continuación:

t (mm)	t (pulg.)	I_x (m ⁴)	P_{xcri} (tn)
12,7	1/2	0,0056	16727
25,4	1	0,0113	33753
38,1	1 1/2	0,0169	50480
50,8	2	0,0226	67505

Nota: sólo se detalla el momento de inercia respecto al eje x, ya que es el menor de los dos y el que genera la menor carga crítica

Como puede observarse, las cargas críticas son mucho mayores al peso de la grúa, por lo cual no se presentarán inconvenientes por pandeo, y puede adoptarse por ende el menor espesor, es decir 1/2 pulg.

12.2 Conexiones al Casco

El registro utilizado como base para el cálculo del espesor de la chapa de cubierta, donde se encuentra conectada la base de la grúa, es el Bureau Veritas.

En la Sección 8-6, del apartado sobre Aparatos de Elevación (Lifting Appliances)⁸, se recomienda que la columna de la grúa esté en correspondencia con los mamparos, sean éstos transversales u horizontales.

En 8-621 se determina un espesor de cubierta que, como regla general, no debe ser menor a:

$$t(\text{mm}) = 1,2 \cdot E \sqrt{R_{e(d)}}$$

Así las cosas, el espesor obtenido será:

Detalle	Parámetro	Valor	Unidad
Espacio entre refuerzos	E	0,8	m
Límite elástico del acero	$R_{e(d)}$	690	N/mm ²
Espesor mínimo chapa cubierta	t	25	mm

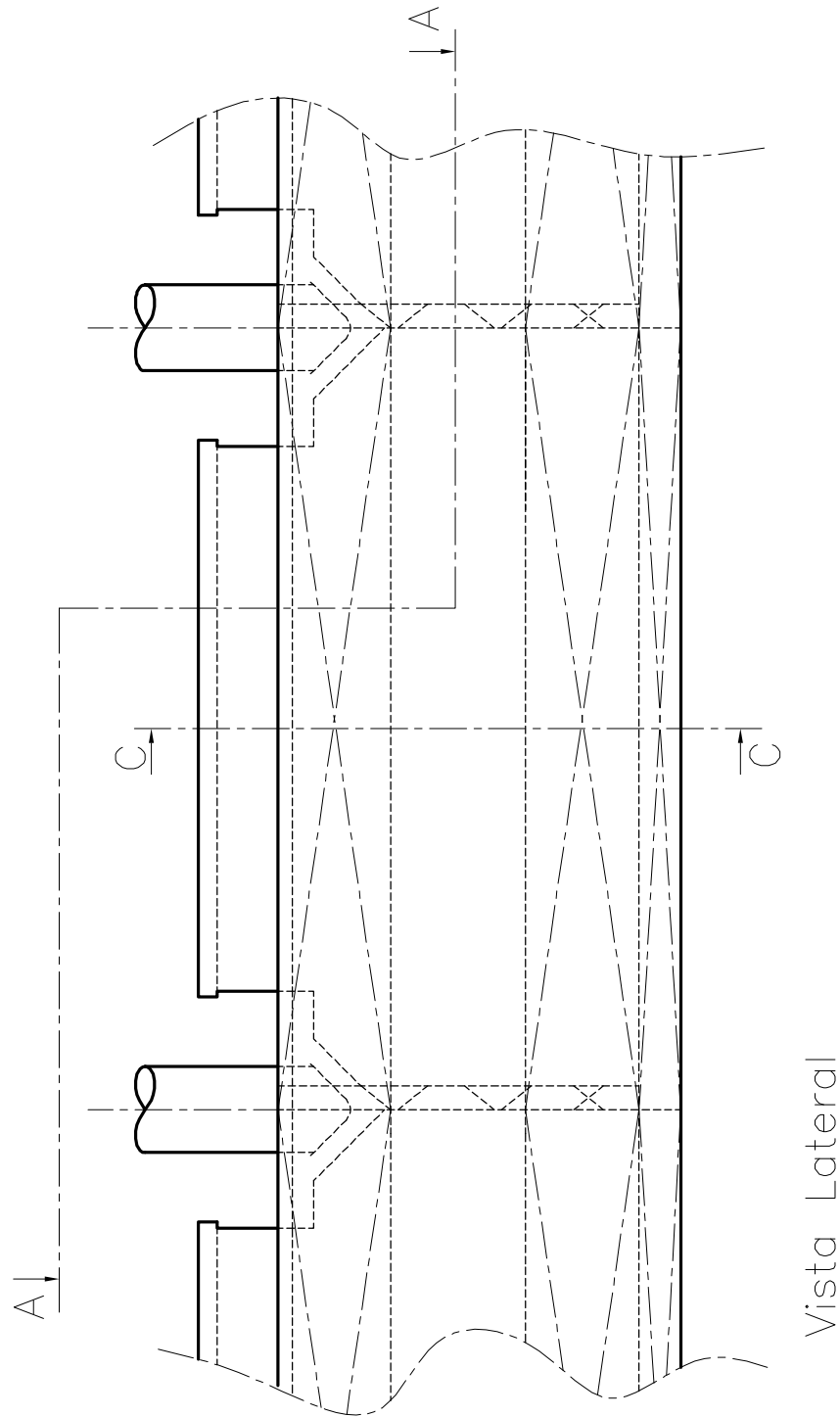
A su vez, de cumplirse con el espesor mínimo hallado no será necesario considerar una chapa doblez, según especifica en 8-624. Respecto a dicho tema, y dentro del mismo párrafo, se añade que como regla general no está permitido el uso del elemento nombrado.

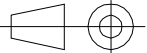
12.3. Detalle Estructural

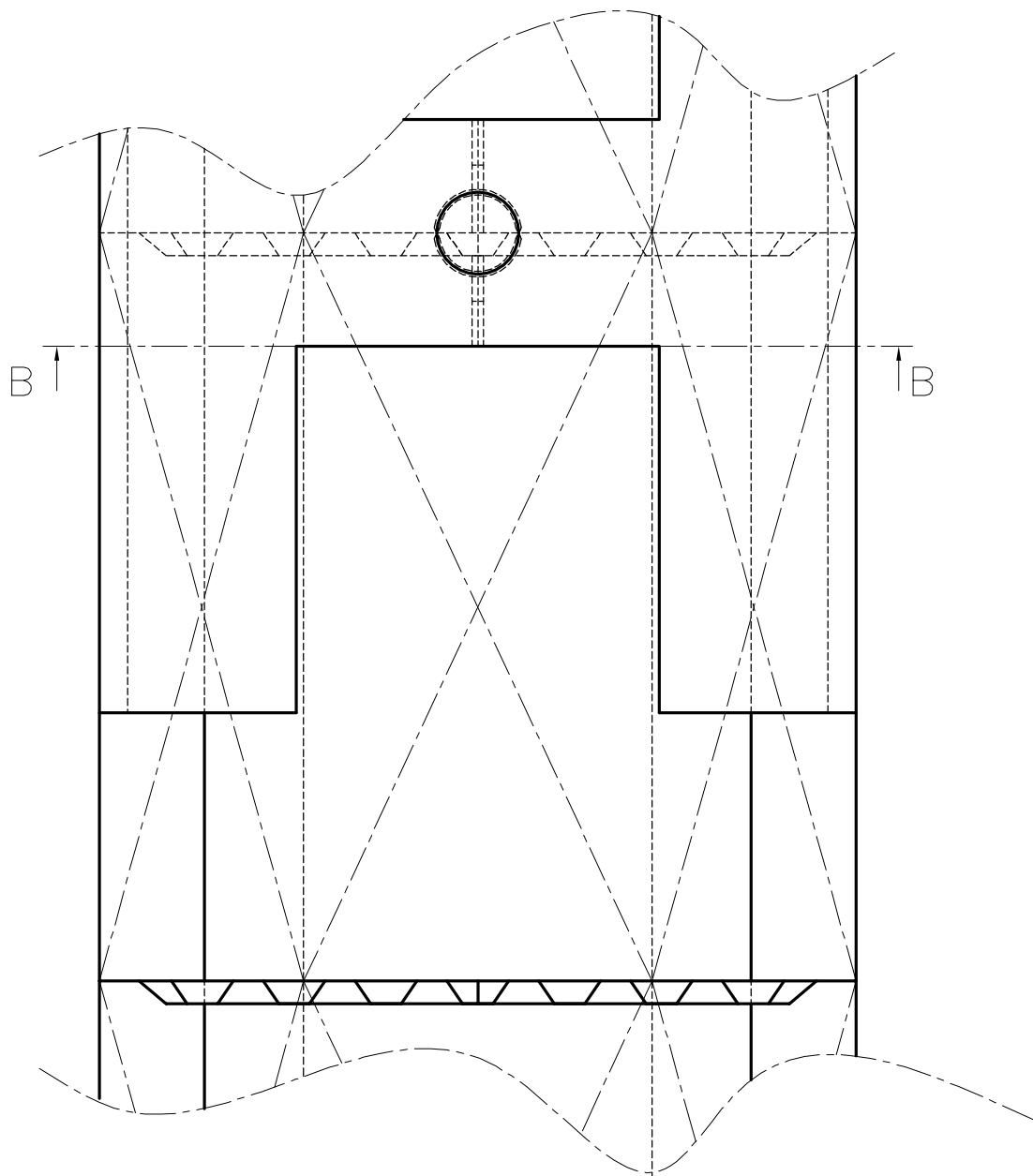
Se anexan esquemas con los detalles estructurales de la bodega y el mamparo con los respectivos refuerzos locales⁹.

⁸ Al final del presente informe se anexa la Sección 8-6 empleada.

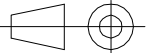
⁹ Ver Apéndice D.

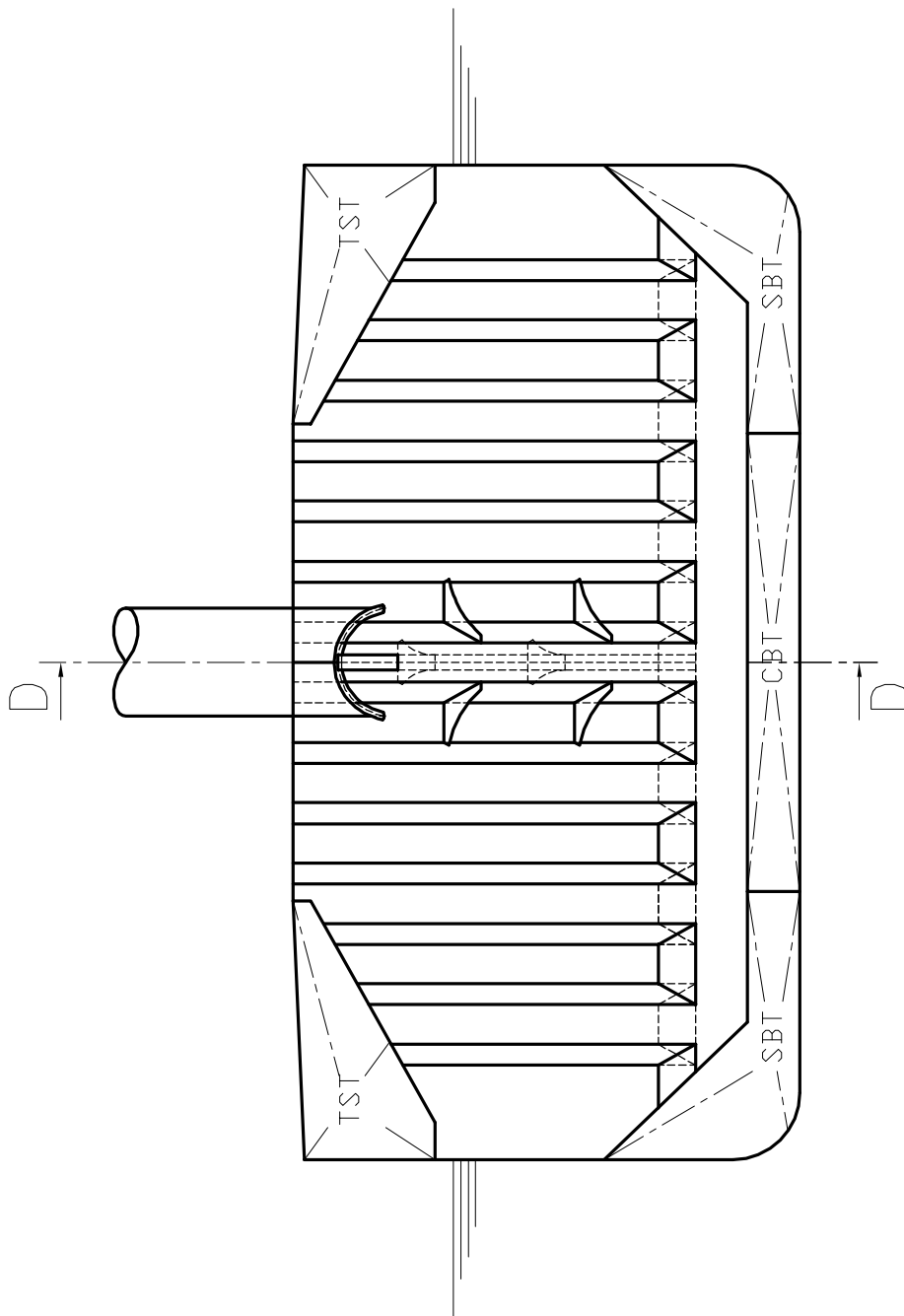


F.I.U.B.A.	CONSTRUCCIÓN NAVAL II (73.07)	
	Grúas - Detalle Estructural Mamparo	2009 2° CUAT.
	IGNACIO BONETTO BEYTIA	V.B.
ESCALA: 1:250	PADRÓN: 85553	T.P. N°3 - 01



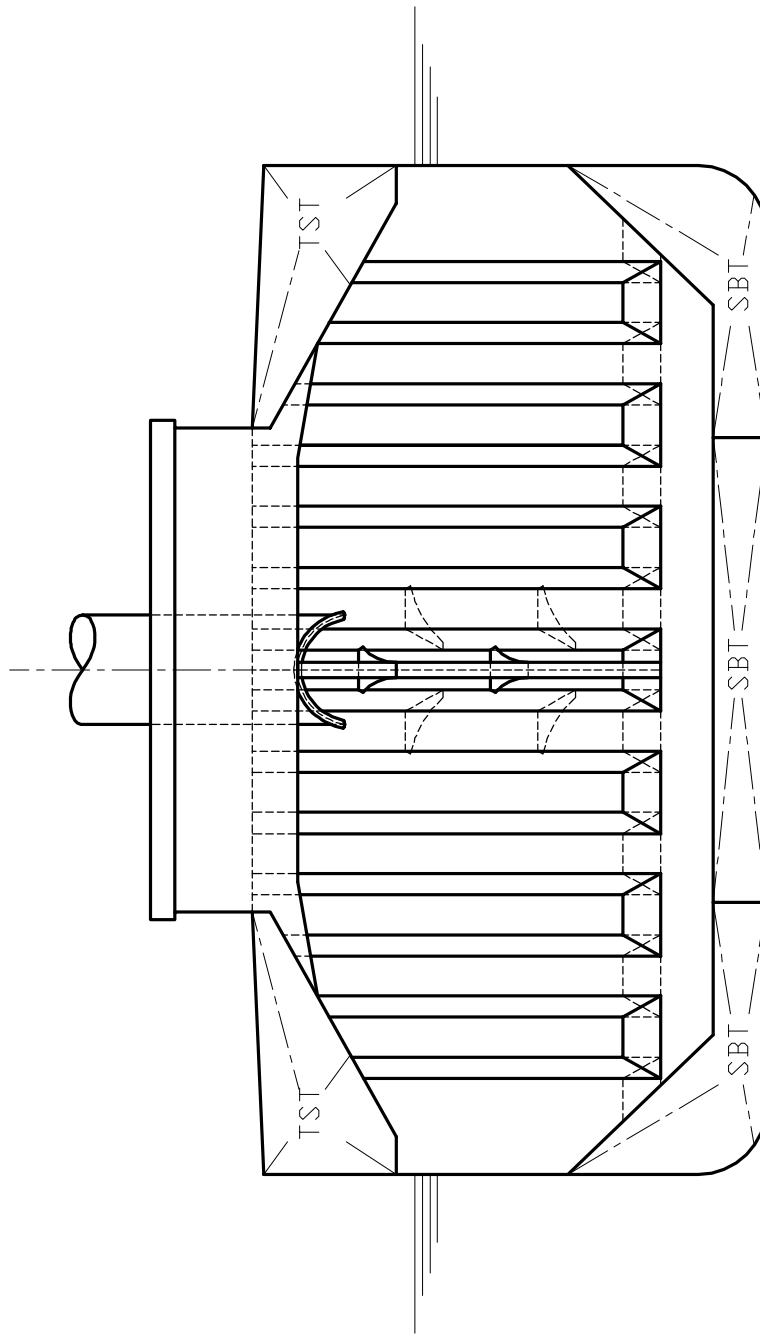
Corte AA

F.I.U.B.A.	CONSTRUCCIÓN NAVAL II (73.07)	
	Grúas - Detalle Estructural Mamparo	2009 2° CUAT.
	IGNACIO BONETTO BEYTIA	V.B.
ESCALA: 1:250	PADRÓN: 85553	T.P. N°3 - 02



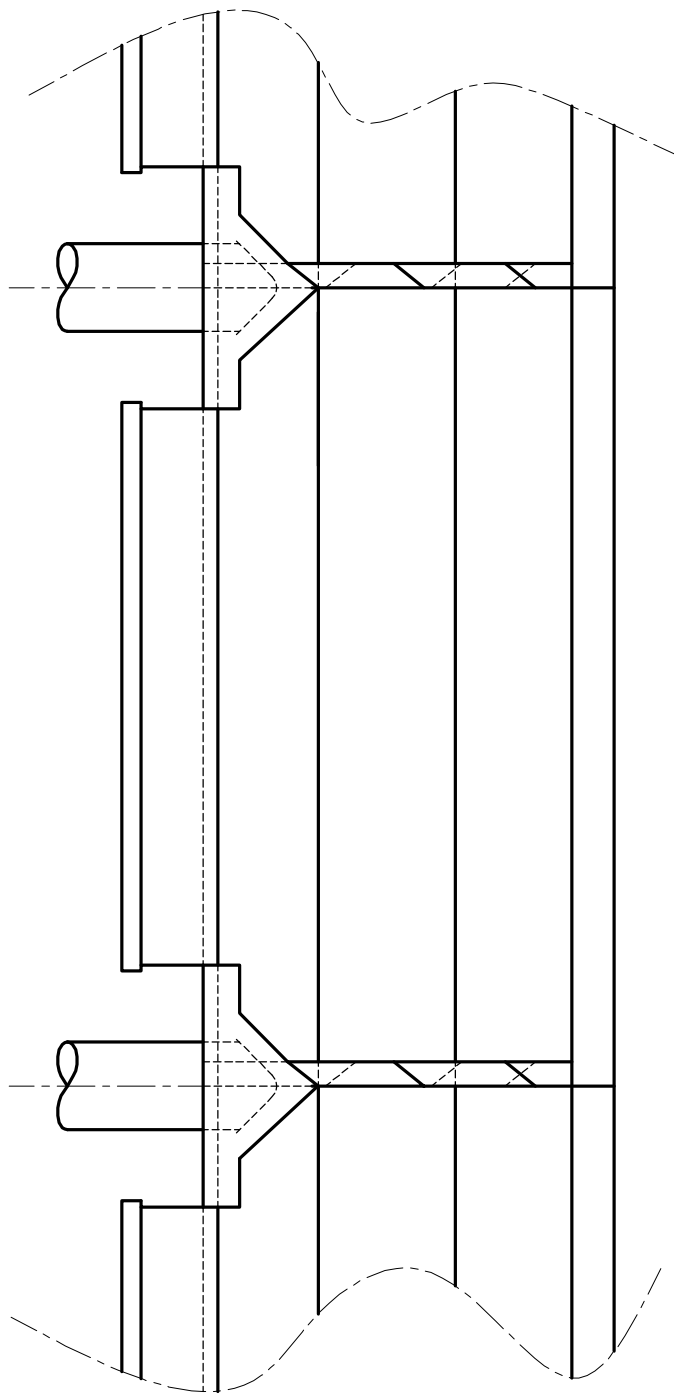
Corte BB

F.I.U.B.A.	CONSTRUCCIÓN NAVAL II (73.07)	
	Grúas - Detalle Estructural Mamparo	2009 2° CUAT.
	IGNACIO BONETTO BEYTIA	V.B.
ESCALA: 1:200	PADRÓN: 85553	T.P. N°3 - 03



Corte CC

F.I.U.B.A.	CONSTRUCCIÓN NAVAL II (73.07)	
	Grúas - Detalle Estructural Mamparo	2009 2° CUAT.
	IGNACIO BONETTO BEYTIA	V.B.
ESCALA: 1:200	PADRÓN: 85553	T.P. N°3 - 04



Corte DD

F.I.U.B.A.	CONSTRUCCIÓN NAVAL II (73.07)	
	Grúas - Detalle Estructural Mamparo	2009 2° CUAT.
	IGNACIO BONETTO BEYTIA	V.B.
ESCALA: 1:250	PADRÓN: 85553	T.P. N°3 - 05

13. Conclusión

El desarrollo del presente trabajo práctico posibilitó, el reconocimiento y el alcance de las variables puestas en juego al momento de definir el sistema de movimiento y manipulación de carga más apropiado, para el buque en estudio y las distintas posibilidades de cargamento.

Permitiendo, a su vez, ampliar el concepto de “más apropiado” ejecutando una serie de requisitos que llegan a ser excluyentemente necesarios o auxiliares, según sea el caso, dentro del proceso lógico de dimensionamiento y selección del sistema en cuestión.

Apéndice A

Se presentan en primer lugar, una planilla con datos de distintos buques de Carga General o Bulk Carrier, exponiendo las características principales de los mismos.

Luego, y a título ilustrativo, imágenes del tipo de buque mencionado, donde se complementa la información de las tablas y se puede observar, además, la posición de estiba de las grúas de los mismos.

Nombre	L (m)	B (m)	D (m)	T (m)	DWT (T)	N° B	CG	CE	RG
<i>Southern Spirit</i>	162	27,4	14	9,95	29482	5	4	30	24
<i>Atlantic Laurel</i>	162	27	13,8	9,6	27500	5	4	30	26
<i>Sendai Bulker</i>	164,9	27	13,6	9,5	28100	5	4	30	26
<i>Top pioneer</i>	162	27	14	9,99	29952	5	4	30	24
<i>Ocean castle</i>	177	23,5	14	9,8	27780	5	3	30	22

Donde:

N° B: número de bodegas;

CG: cantidad de grúas;

CE: capacidad de izado;

RG: radio de giro de las grúas.

A continuación, las imágenes halladas:



Figura A.01 – Estiba de grúas



Figura A.02 – Estiba de grúas



Figura A.03 – Estiba de grúas



Figura A.04 – Estiba de grúas

Apéndice B

Los datos sobre las cucharas de las grúas fueron hallados en la página <http://www.mackmfg.com>. A continuación se anexan los datos del modelo seleccionado.

- Standard / Heavy Weight Wide Rehandling Buckets



Figura B.01 - Cuchara

Model Number	Plate Line Capacity		Maximum Height		Width		Length (Open)		Weight	
	yd	m ³	ft	m	ft	m	ft	m	lb	kg
CSWR-100	1	.76	8'10"	2.692	4' 1"	1.244	78"	2.336	3,4	1,541
CSWR-125	1.25	.96	9' 7"	2.921	4' 6"	1.371	78"	2.336	3,8	1,723
CSWR-150	1.50	1.15	10' 4"	3.149	4' 9"	1.447	79"	2.387	4,3	1,95
CSWR-175	1.75	1.34	10' 7"	3.225	5' 6"	1.676	88"	2.641	4,8	2,176
CSWR-200	2.00	1.53	11' 0"	3.352	6' 0"	1.828	90"	2.743	5,5	2,494
CSWR-250	2.50	1.91	11' 8"	3.556	6' 2"	1.879	93"	2.819	6,5	2,947
CSWR-300	3.00	2.29	12' 0"	3.733	6' 8"	2.032	93"	2.819	7	3,174
CSWR-350	3.50	2.68	12' 6"	3.810	6' 9"	2.057	96"	2.895	7,6	3,446
CSWR-400	4.00	3.06	12' 9"	3.835	7' 5"	2.260	97"	2.921	8,3	3,764
CSWR-450	4.50	3.44	13' 2"	4.013	7' 6"	2.286	11'0"	3.352	8,9	4,036
CSWR-500	5.00	3.82	13' 3"	4.038	7' 7"	2.311	11'7"	3.530	9,5	4,308
CSWR-550	5.50	4.22	14' 1"	4.292	7'10"	2.387	11'8"	3.556	10,15	4,603
CSWR-600	6.00	4.59	14' 3"	4.343	7'11"	2.413	12'1"	3.683	10,75	4,875
CSWR-650	6.50	4.97	14' 5"	4.394	8' 0"	2.438	12'5"	3.784	11,45	5,192
CSWR-700	7.00	5.35	14' 7"	4.445	8' 1"	2.463	12'8"	3.860	12	5,442
CSWR-800	8.00	6.12	14'10"	4.724	8' 3"	2.514	13'2"	4.114	13,25	6,009
CSWR-900	9.00	6.88	15' 1"	4.800	8' 5"	2.540	13'8"	4.216	14,5	6,575
CSWR-1000	10.0	7.65	16' 2"	4.927	8' 6"	2.590	14'4"	4.368	15,75	7,142

Apéndice C

Imágenes de estiba y maniobra de bobinas.



Figura C.01 – Estiba de bobinas en bodega



Figura C.02 – Maniobra de descarga

Apéndice D

Para el desarrollo de la estructura del mamparo se utilizaron, como soporte, las siguientes figuras.

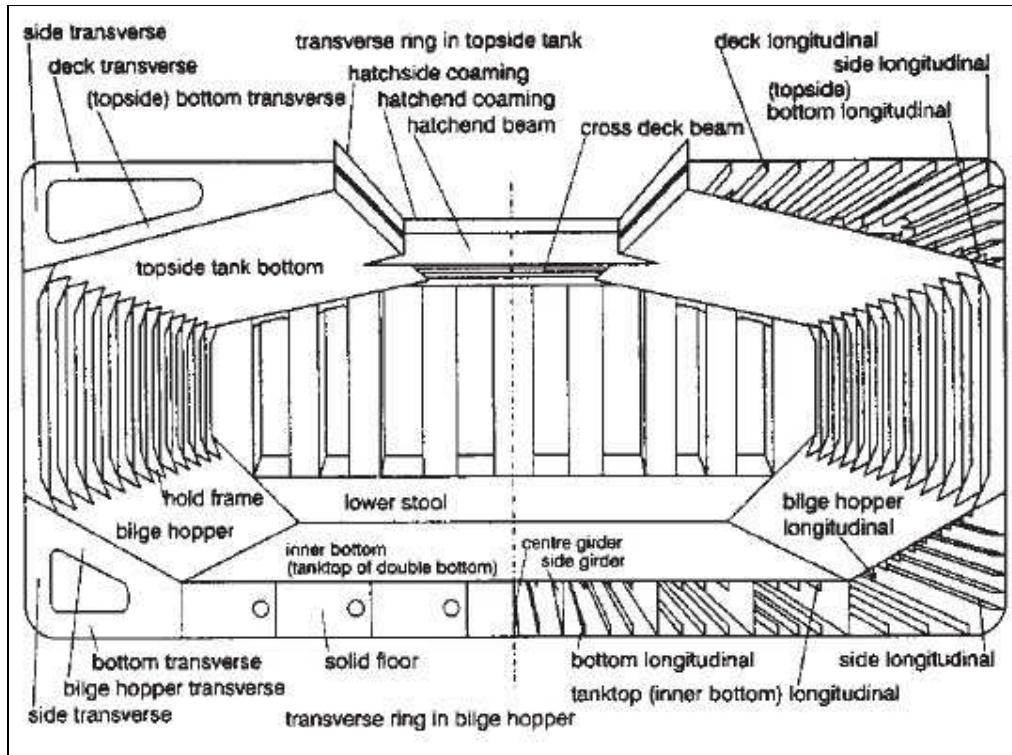


Figura D.01 – Estructura Bulk Carrier



Figura D.01 – Estructura Bulk Carrier

Catálogos

Se anexan catálogos utilizados para el desarrollo del presente informe.

LCS crane

Where dimensions must be compact
and air-draft is limited

Crane type

LCS electro-hydraulic cranes are slim and low, and intended for various duties. A standardised modular design has generated an optimised cargo handling crane with simplified maintenance through its lifetime.

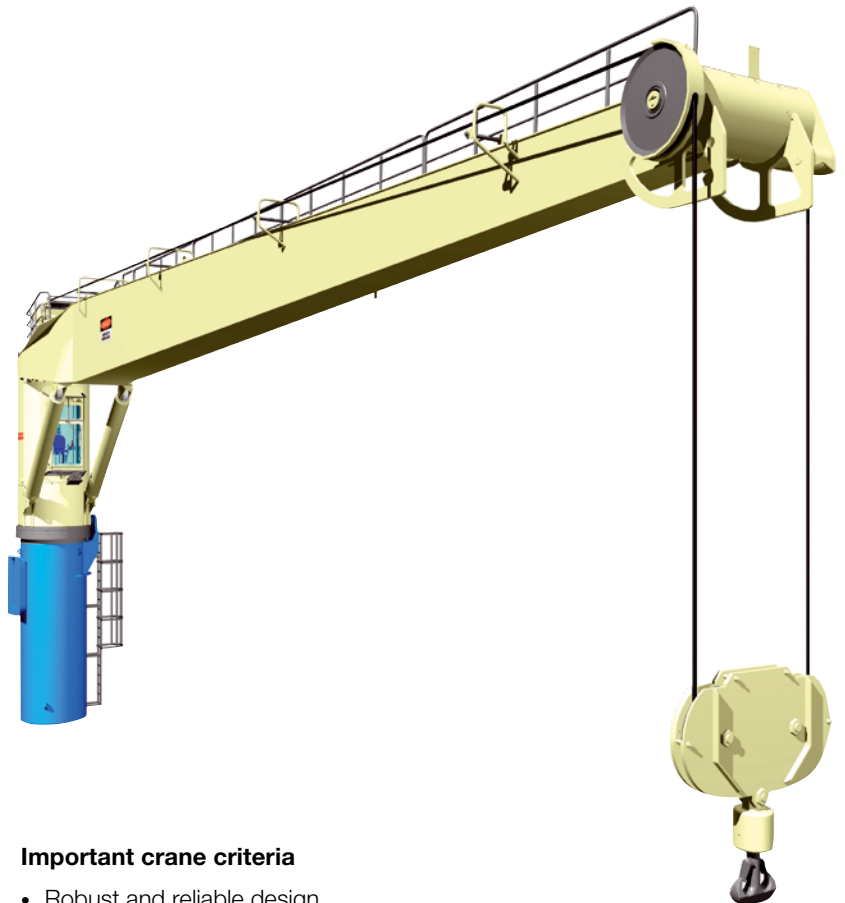
These cranes can be equipped with the tools needed for handling various cargoes, such as containers or bulk materials. The standard range covers lifting capacities from 36 to 45 tonnes.

Outreaches are between 20-34 m. Each crane is tested electrically, hydraulically and mechanically before delivery.

General design

LCS cranes are designed to meet the rules of all recognised classification societies and regulatory bodies. This slim type is designed to occupy minimum space, and an LCS crane is only 2.4 m wide.

MacGREGOR's CC2000 system ensures smooth, fast and stepless crane control. This means that, at given capacities, the cranes can operate at full speed and load using all hoisting, luffing and slewing movements at the same time.



Important crane criteria

- Robust and reliable design
- High cargo handling productivity
- Good positioning performance
- Prepared for cargo tools
- Low height
- Slim design

Hydraulics

- Closed hydraulic system; all motions at the same time with full speed and load
- Low power consumption
- Planetary gears and hydraulic motors with fail safe brakes

Control system – CC2000

- Excellent and optimised control
- Individual adjustments possible
- Enhanced monitoring capabilities
- Integrated diagnostic functions
- Optional features available

HOISTING CAPACITY:

36-45 t

JIB RADIUS:

20-34 m

HOISTING SPEED:

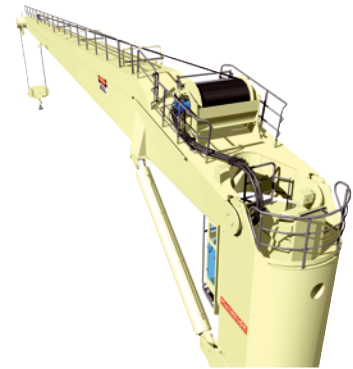
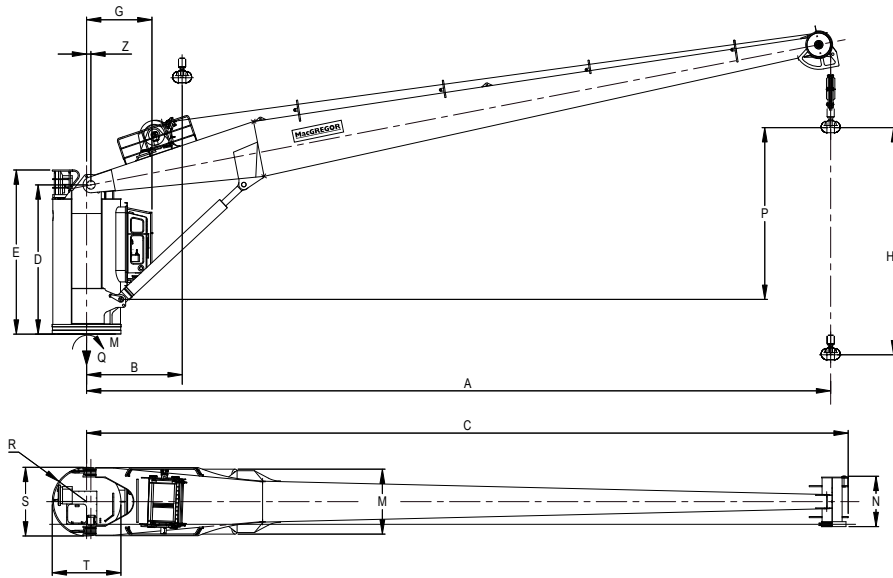
21-41 m/min

Crane type LCS-2	Hoisting capacity SWL ton	Jib radius		Lifting height HT m	Hoisting speed		Luffing time sec	Slewing speed rpm	Electric motor cont. kW	Starting current A	Crane power ²⁾ kW	Moment and force at the slewing ring		Weight total ton	C mm	D mm	E mm	G mm	M mm	N mm	P mm	R mm	S mm	T mm	Z mm
		Max A m	Min B m		low m/min	high ¹⁾ m/						Mmax ³⁾ kNm	Qmax ⁴⁾ kN												
LCS3620-2	36	20	2,4	65	25	41	86	1,4	184	710	220	8800	750	40	20770	5150	5700	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS3622-2	36	22	2,4	65	25	41	86	1,4	184	710	220	9900	780	43	22720	5150	5700	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS3624-2	36	24	2,4	65	25	41	98	1,0	184	710	220	11000	820	47	24670	5170	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS3626-2	36	26	2,4	65	25	41	98	1,0	184	710	240	11800	810	46	26620	5170	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS3628-2	36	28	2,4	65	25	41	115	1,0	184	710	240	12900	850	50	28620	5210	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS3630-2	36	30	2,4	65	25	41	145	0,9	184	710	240	13900	880	53	30570	5210	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS3632-2	36	32	2,4	65	25	41	145	0,7	184	710	260	15300	930	58	32520	5250	5900	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS3634-2	36	34	2,4	65	25	41	145	0,7	184	710	260	16500	960	61	34520	5280	5900	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4020-2	40	20	2,4	65	22	35	86	1,4	184	710	230	9700	800	41	20770	5150	5700	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4022-2	40	22	2,4	65	22	35	98	1,0	184	710	230	10800	850	46	22720	5170	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4024-2	40	24	2,4	65	22	35	98	1,0	184	710	230	12000	870	48	24670	5170	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4026-2	40	26	2,4	65	22	35	115	1,0	184	710	250	12900	880	49	26620	5210	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4028-2	40	28	2,4	65	22	35	145	0,9	184	710	250	14000	910	52	28620	5210	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4030-2	40	30	2,4	65	22	35	145	0,7	184	710	260	15400	960	57	30570	5250	5900	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4032-2	40	32	2,4	65	22	35	145	0,7	184	710	260	16800	1000	61	32520	5280	5900	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4520-2	45	20	2,4	65	21	33	98	1,0	184	710	240	10700	890	45	20770	5170	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4522-2	45	22	2,4	65	21	33	98	1,0	184	710	240	12000	910	47	22720	5170	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4524-2	45	24	2,4	65	21	33	115	1,0	184	710	240	13300	960	52	24670	5210	5800	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4526-2	45	26	2,4	65	21	33	145	0,7	184	710	260	14200	970	53	26620	5250	5900	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150
LCS4528-2	45	28	2,4	65	21	33	145	0,7	184	710	260	15700	1000	56	28620	5250	5900	2290	2400	1760	6000	1200	2400	2400	150

- 1) High speed at max 40% of rated single hoisting capacity
- 2) Crane power 40% duty cycle (intermittent)

- 3) Mmax = bending moment on top of the foundation, at 0° list, max jib radius, max load; static conditions
- 4) Qmax = total force of the crane housing, the jib and max load on top of the foundation; static conditions

Data based upon 440V, 60Hz A.C. and max 5° list. Data given valid for standard cranes, other data upon request. MacGREGOR Cranes reserve the right to change specifications without special notice.



Lloyd's Register Quality Assurance certifies that MacGREGOR's Quality Management System is ISO 9001 compliant. Certificate No: SW970212

MacGREGOR is part of Cargotec Corporation

MacGREGOR Group AB
P.O. Box 4114, SE-400 40 Gothenburg, SWEDEN
Tel: +46-31-85 09 00, Fax: +46-31-85 09 01
Visit us at: www.macgregor-group.com

Public information: This document is a technical drawing of a crane. It is not a contract. The information is provided for informational purposes only. The information is not to be used for any other purpose. The information is not to be used for any other purpose. The information is not to be used for any other purpose.

LC crane

Where dimensions must be compact and air-draft is limited

Crane type

LC electro-hydraulic cranes are slim and low, and intended for various duties. A standardised modular design has generated an optimised cargo handling crane with simplified maintenance through its lifetime.

These cranes can be equipped with the tools needed for handling various cargoes, such as containers or bulk materials. The standard range covers lifting capacities from 36 to 45 tonnes.

Outreaches are between 20-34 m. Each crane is tested electrically, hydraulically and mechanically before delivery.

General design

LC cranes are designed to meet the rules of all recognised classification societies and regulatory bodies.

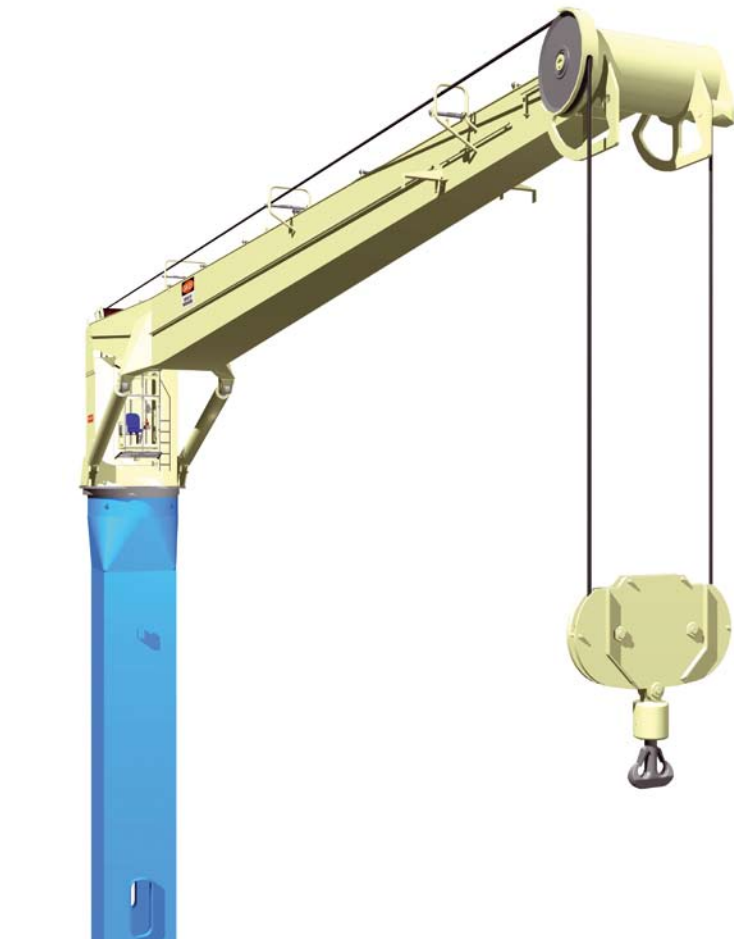
MacGREGOR's CC2000 system ensures smooth, fast and stepless crane control. This means that, at given capacities, the cranes can operate at full speed and load using all hoisting, luffing and slewing movements at the same time.

Important crane criteria

- Excellent positioning performance
- Long outreach to an optimum of weight and cost
- Robust design
- All machinery weather protected inside crane house
- Level-luffing

Hydraulics

- Closed hydraulic system, all motions at the same time with full speed and load
- Low power consumption
- Planetary gears and hydraulic motors with fail safe brakes



HOISTING CAPACITY:

36-45 t

JIB RADIUS:

20-34 m

HOISTING SPEED:

21-41 m/min

Control system – CC2000

- Excellent and optimised control
- Individual adjustment possibilities
- Enhanced monitoring capabilities
- Integrated diagnostic functions
- Optional features available

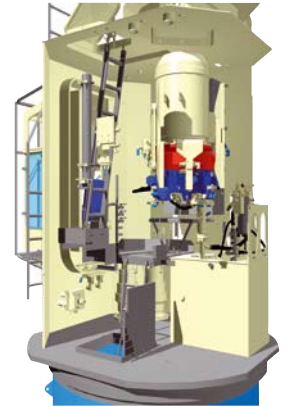
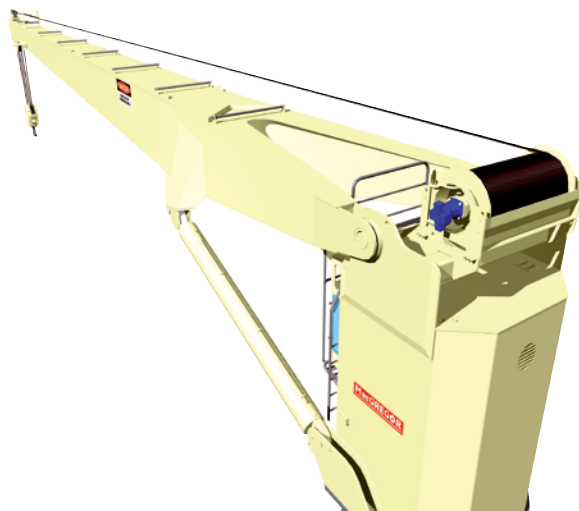
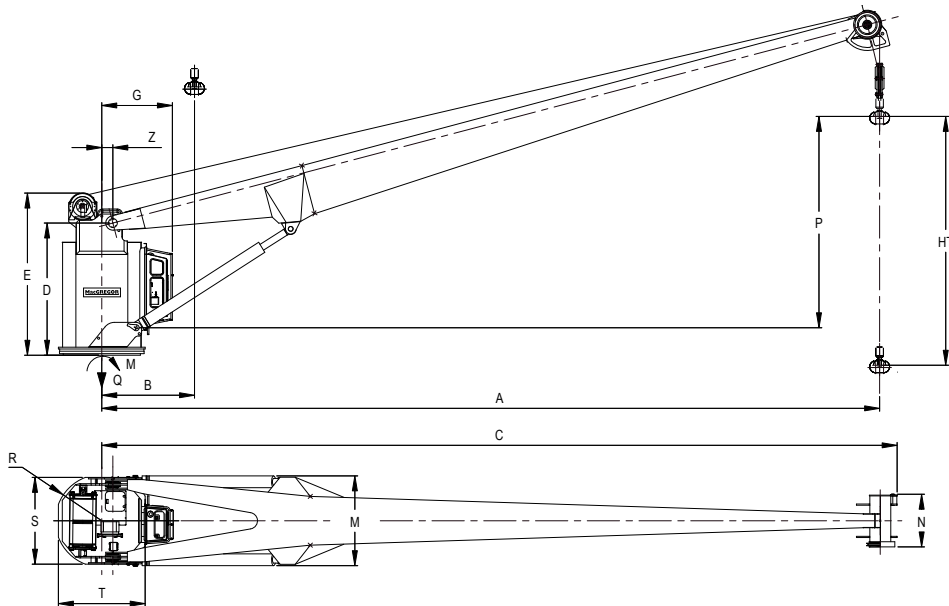


Crane type LC-2	Hoisting capacity SWL ton	Jib radius		Lifting height HT m	Hoisting speed		Luffing time sec	Slewing speed rpm	Electric motor cont. kW	Starting current A	Crane power ²⁾ kW	Moment and force at the slewing ring		Weight total ton	C mm	D mm	E mm	G mm	M mm	N mm	P mm	R mm	S mm	T mm	Z mm
		Max A m	Min B m		low m/min	high ¹⁾ m/min						Mmax ³⁾ kNm	Qmax ⁴⁾ kN												
LC3620-2	36	20	2,7	65	25	41	85	1,1	184		220	8700	730	38	20690	4380	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC3622-2	36	22	2,7	65	25	41	85	1,1	184	710	220	9800	760	41	22640	4380	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC3624-2	36	24	3,0	65	25	41	85	1,1	184	710	220	10900	780	43	24590	4390	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC3626-2	36	26	3,2	65	25	41	98	1,1	184	710	240	11700	780	43	26590	4390	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC3628-2	36	28	3,4	65	25	41	98	1,1	184	710	240	12700	800	45	28540	4420	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC3630-2	36	30	3,7	65	25	41	118	1,1	184	710	240	13900	830	48	30540	4420	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC3632-2	36	32	4,1	65	25	41	148	0,7	184	710	260	15300	890	54	32490	4430	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC3634-2	36	34	4,3	65	25	41	148	0,7	184	710	260	16600	920	57	34490	4430	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4020-2	40	20	2,7	65	22	35	85	1,1	184	710	230	9600	780	39	20690	4380	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4022-2	40	22	2,7	65	22	35	85	1,1	184	710	230	10700	800	41	22640	4390	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4024-2	40	24	3,0	65	22	35	98	1,1	184	710	230	11900	830	44	24590	4390	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4026-2	40	26	3,2	65	22	35	98	1,1	184	710	250	12800	830	44	26590	4420	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4028-2	40	28	3,4	65	22	35	118	0,7	184	710	250	14000	870	48	28540	4430	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4030-2	40	30	3,7	65	22	35	148	0,7	184	710	260	15500	920	53	30540	4430	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4032-2	40	32	4,1	65	22	35	148	0,7	184	710	260	16700	950	56	32490	4430	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4520-2	45	20	2,7	65	21	33	85	1,1	184	710	240	10700	840	40	20690	4380	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4522-2	45	22	2,7	65	21	33	98	1,1	184	710	240	11900	870	43	22640	4390	5500	2320	3000	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4524-2	45	24	3,0	65	21	33	118	1,1	184	710	240	13200	910	47	24590	4420	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4526-2	45	26	3,2	65	21	33	118	0,7	184	710	260	14200	920	48	26590	4430	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370
LC4528-2	45	28	3,4	65	21	33	148	0,7	184	710	260	15600	960	52	28540	4430	5500	2320	3100	1760	5000	1550	2900	2900	370

- High speed at max 40% of rated single hoisting capacity
- Crane power 40% duty cycle (intermittent)

- Mmax = bending moment on top of the foundation, at 0° list, max jib radius, max load; static conditions
- Qmax = total force of the crane housing, the jib and max load on top of the foundation; static conditions

Data based upon 440V, 60Hz A.C. and max 5° list. Data given valid for standard cranes, other data upon request. MacGREGOR Cranes reserve the right to change specifications without special notice.



Lloyd's Register Quality Assurance certifies that MacGREGOR's Quality Management System is ISO 9001 compliant. Certificate No: SW970212

MacGREGOR is part of Cargotec Corporation

MacGREGOR Group AB
P.O. Box 4114, SE-400 40 Gothenburg, SWEDEN
Tel: +46-31-85 09 00, Fax: +46-31-85 09 01
Visit us at: www.macgregor-group.com

Published by the MacGREGOR Group, Group Communications, June 2007, Copyright © MacGREGOR Group 2007. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced; stored in a retrieval system; photocopied; recorded or transmitted in any form, or by any means electronically, mechanically, or otherwise without the prior written permission of the copyright owner.

MacGREGOR

GL crane

Designed for handling containers and multipurpose cargoes

Crane type

GL electro-hydraulic cranes are self-contained units with all machinery enclosed in the crane house. This protects it from the weather, corrosion and damage. The standard GL range covers lifting capacities from 25 to 90 tonnes, with outreaches up to 32 m.

Each crane is tested electrically, hydraulically and mechanically before delivery.

General design

GL cranes are designed to meet the rules of all recognised classification societies and regulatory bodies. MacGREGOR's CC2000 system ensures smooth, fast and stepless crane control. Hoisting, luffing and slewing motions are independent of each other.

This means that at their maximum capacity GL cranes can operate at full speed using all three movements at the same time. These cranes can be supplied with the tools needed for handling particular cargoes.

Important crane criteria

- Excellent positioning performance
- Long outreach to an optimum of weight and cost
- Robust design
- All machinery weather protected inside crane house
- Level-luffing

Hydraulics

- Closed hydraulic system, all motions at the same time with full speed and load
- Low power consumption
- Planetary gears and hydraulic motors with fail safe brakes



Control system – CC2000

- Excellent and optimised control
- Individual adjustment possibilities
- Enhanced monitoring capabilities
- Integrated diagnostic functions
- Optional features available

HOISTING CAPACITY:

25-90 t

JIB RADIUS:

20-32 m

HOISTING SPEED:

19-50 m/min



Bobinas, chapas gruesas y chapas de bobina de acero laminadas en caliente

Productos de bobina
Rangos dimensionales

Ruukki es un experto en acero en el que puede confiar plenamente, tanto si necesita materia prima, componentes, sistemas o soluciones totales. Desarrollamos constantemente nuestra variedad de productos y modelos de funcionamiento para ajustarnos a sus necesidades.

Los productos de bobina resultantes de la laminación en caliente incluyen bobinas, chapas de bobina y flejes, que también se entregan decapados. El rango de peso de las bobinas oscila entre 10 y 30 toneladas.

Las chapas de bobina se fabrican cortando la bobina en la dirección transversal de la banda. La anchura máxima de las bobinas y de las chapas es de 1860 mm. Los flejes se fabrican cortando la bobina en su dirección longitudinal. La variedad de anchura de los flejes oscila entre 75 y 915 mm. Las bobinas y las chapas de bobina se entregan normalmente con bordes de laminación. Sólo se realizan entregas con bordes cizallados bajo acuerdo. Los flejes siempre se entregan con bordes cizallados.

- **Bobinas con bordes de laminación y bobinas con bordes cizallados**

Peso específico (ratio peso/anchura)

- El ratio de peso específico recomendado es de 16 – 18 kg/mm. Los productos con un peso específico menor sólo se fabricarán bajo acuerdo.

Diámetro interior de la bobina

- con los bordes de laminación: 760 mm.
- con los bordes cizallados: 610 mm.

Variación permisible en el peso

- $\pm 10\%$, sin embargo, son necesarias al menos -2 o +3 toneladas, comparado con el peso indicado en el pedido.

- **Chapas de bobina con bordes de laminación, bordes cizallados sólo bajo acuerdo**

Peso específico (ratio peso/anchura)

- El ratio de peso específico recomendado es de 16 – 18 kg/mm. Los productos con un peso específico menor sólo se fabricarán bajo acuerdo.

Rango de longitud

- La longitud puede escogerse entre 2000 y 12000 mm.

Variación permisible en el peso

- $\pm 10\%$, sin embargo, son necesarias al menos -2 o +3 toneladas, comparado con el peso indicado en el pedido.

Dimensiones especiales

- Además de las chapas de bobina, en el rango de espesor de 2 a 12 mm, también puede proporcionarse corte de precisión de las chapas con la longitud y anchura máximas de 3000 mm y de 1800 mm respectivamente.

El valor de longitud y anchura mínimo es de 21 x el espesor de la chapa, o 75 mm.

- **Bobinas y chapas de bobina decapadas con bordes de laminación, bordes cizallados sólo bajo acuerdo**

Peso específico (ratio peso/anchura)

- Bobinas y chapas de bobina, anchura ≤ 1250 mm.
El ratio de peso específico recomendado es de 16 – 18 kg/mm. Los productos con un peso específico menor sólo se fabricarán bajo acuerdo.
- Bobinas y chapas de bobina, anchura ≥ 1250 mm.
El ratio de peso específico recomendado es de 13 – 16 kg/mm. Los productos con un peso específico menor sólo se fabricarán bajo acuerdo.

Rango de longitud para chapas de bobina

- La longitud puede escogerse entre 2000 y 12000 mm.

Diámetro interior de la bobina

- Con bordes de laminación 610 mm, o, bajo acuerdo, 760 mm.

Variación permisible en el peso

- $\pm 10\%$, sin embargo, son necesarias al menos -2 o +3 toneladas, comparado con el peso indicado en el pedido.

Las tablas 1 y 3 muestran los rangos de dimensión para bobinas, chapas de bobina y flejes para 4 tipos generales de resistencia. Se necesita un acuerdo por separado para productos cuyos rangos de dimensión varíen de los de las tablas.

- **Chapas con relieve (chapas de bobina y bobinas)**

Los rangos de dimensión se presentan en la Hoja de Datos chapas con relieve.

- **Bobinas y chapas de bobina, tipo de resistencia R_{eH} 235 – 250 N/mm²**

Bobinas y chapas de bobina con bordes cizallados, bajo acuerdo

- Los límites de anchura son por lo general de 30 a 40 mm más reducidos que los valores de la tabla.
- El espesor máximo de las bobinas es de 13 mm.

Bobinas y chapas de bobina decapadas

- El espesor máximo es de 12 mm.
- Con un espesor de 4,75 a 12 mm, las anchuras máximas son más reducidas que los valores de la tabla.

- **Bobinas y chapas de bobina, tipo de resistencia R_{eH} 355 N/mm²**

Bobinas y chapas de bobina con bordes cizallados, bajo acuerdo

- Los límites de anchura son por lo general de 30 a 40 mm más reducidos que los valores de la tabla.
- El espesor máximo de las bobinas es de 13 mm.

Bobinas y chapas de bobina decapadas

- El espesor máximo es de 10 mm.
- Para espesores de 5 a 10 mm, las anchuras máximas son más reducidas que los valores de la tabla.

● **Bobinas y chapas de bobina, tipo de resistencia**

$R_{p0,2}$ 500 N/mm²

Bobinas y chapas de bobina con bordes cizallados, bajo acuerdo

- Los límites de ancho son por lo general de 30 a 40 mm más reducidos que los valores de la tabla.
- El espesor máximo de las bobinas es de 13.

Bobinas y chapas de bobina decapadas

- El espesor máximo es de 8 mm.
- Para espesores de 7 – 8 mm, las anchuras máximas son más reducidas que los valores de la tabla.

● **Bobinas y chapas de bobina, tipo de resistencia**

$R_{p0,2}$ 650 N/mm²

Bobinas y chapas de bobina con bordes cizallados, bajo acuerdo

- Los límites de ancho son por lo general de 30 a 40 mm más reducidos que los valores de la tabla.
- El espesor máximo de las bobinas es de 10 mm.

Bobinas y chapas de bobina decapadas

- El espesor máximo es de 8 mm.
- Para espesores de 5 a 8 mm, las anchuras máximas son más reducidas que los valores de la tabla.

● **Medidas máximas de paquetes de chapas de bobina y chapas con relieve**

El pedido mínimo es de una bobina o una bobina de chapa cortada de la misma anchura. La cantidad recomendada es el peso máximo de un paquete de chapa y sus múltiplos, véase tabla 2. Las chapas de bobina de cada paquete son del mismo espesor, anchura y longitud.

● **Rangos de dimensión de flejes y flejes decapados**

Los flejes, es decir, bobinas de flejes se entregan siempre con bordes cizallados y decapados si así se solicita. La cantidad mínima a pedir es de una bobina laminada en caliente cortada en flejes.

Peso específico (ratio peso/ancho)

El ratio de peso específico recomendado es de 13 – 16 kg/mm. Los productos con un peso específico menor sólo se fabricarán bajo acuerdo.

Diámetro interior de la bobina

- 610 mm.

Número de flejes / bobina

- Tipos de resistencia elástica $R_{eH} \leq 590$ N/mm² – ≤ 16 flejes.
- Tipos de resistencia elástica $R_{eH} > 590$ N/mm² – ≤ 12 flejes.

Variación permisible en el peso

- $\pm 10\%$, sin embargo, son necesarias al menos -2 o + 3 toneladas, comparado con el peso indicado en el pedido.

• Rangos de dimensión

Tabla 1

Bobinas y chapas de bobina

Tipo de resistencia $R_{eH} = 235 - 250 \text{ N/mm}^2$

Espesor mm	Rangos de anchura mm				
	1000 – 1224	1225 – 1325	1326 – 1474	1475 – 1600	1601 – 1860
2,00 – 2,19		Máximo 1310	–	–	–
2,20 – 2,49			Máximo 1410	–	–
2,50 – 2,99				Máximo 1535	–
3,00 – 3,49					Máximo 1660
3,50 – 3,99					Máximo 1735
4,00 – 4,74					Máximo 1810
4,75 – 20,00					Máximo 1860

Rangos de anchura recomendados; entregas rápidas y flexibles.

Otros rangos dimensionales: tamaño del lote pedido y tiempo de entrega sujetos a acuerdo.

El espesor máximo para chapas de bobina con bordes de laminación y bordes cizallados es de 15 mm.

La longitud se puede escoger entre 2000 y 12000 mm. Los valores indicados son válidos para bobinas con bordes de laminación.

Tipo de resistencia $R_{eH} = 355 \text{ N/mm}^2$

Espesor mm	Rangos de anchura mm				
	1000 – 1224	1225 – 1325	1326 – 1474	1475 – 1600	1601 – 1860
2,00 – 2,19	Máximo 1210	–	–	–	–
2,20 – 2,49		Máximo 1310	–	–	–
2,50 – 2,99			Máximo 1410	–	–
3,00 – 3,49				Máximo 1560	–
3,50 – 3,99					Máximo 1635
4,00 – 4,49					Máximo 1685
4,50 – 4,74					Máximo 1710
4,75 – 4,99					Máximo 1810
5,00 – 16,00					Máximo 1860

Rangos de anchura recomendados; entregas rápidas y flexibles.

Otros rangos dimensionales: tamaño del lote pedido y tiempo de entrega sujetos a acuerdo.

El espesor máximo para chapas de bobina con bordes de laminación es de 15 mm y con bordes cizallados es de 13 mm.

La longitud se puede escoger entre 2000 y 12000 mm. Los valores indicados son válidos para bobinas con bordes de laminación.

Tipo de resistencia $R_{p0,2} = 500 \text{ N/mm}^2$

Espesor mm	Rangos de anchura mm				
	1000 – 1224	1225 – 1325	1326 – 1474	1475 – 1600	1601 – 1860
2,00 – 2,19	Máximo 1035	–	–	–	–
2,20 – 2,49	Máximo 1110	–	–	–	–
2,50 – 2,99		Máximo 1285	–	–	–
3,00 – 3,49		Máximo 1285	–	–	–
3,50 – 3,99		Máximo 1300		–	–
4,00 – 6,99				Máximo 1550	–
7,00 – 13,00					Máximo 1800 ¹⁾

Rangos de anchura recomendados; entregas rápidas y flexibles.

¹⁾ La anchura máxima para chapas de bobina con bordes de laminación es de 1550 mm en el rango de espesor de 11,01 – 12,00.

Otros rangos dimensionales: tamaño del lote pedido y tiempo de entrega sujetos a acuerdo.

El espesor máximo para chapas de bobina con bordes de laminación y bordes cizallados es de 12 mm.

La longitud se puede escoger entre 2000 y 12000 mm.

Los valores indicados son válidos para bobinas con bordes de laminación.

Tipo de resistencia $R_{p0,2} = 650 \text{ N/mm}^2$

Espesor mm	Rangos de anchura mm				
	1000 – 1224	1225 – 1325	1326 – 1474	1475 – 1600	1601 – 1640
2,50 – 2,99	Máximo 1050	–	–	–	–
3,00 – 3,49		Máximo 1285	–	–	–
3,50 – 3,99		Máximo 1300	–	–	–
4,00 – 4,99				Máximo 1540	–
5,00 – 7,49				Máximo 1550	–
7,50 – 8,49					Máximo 1640
8,50 – 10,0				Máximo 1550	

Rangos de anchura recomendados; entregas rápidas y flexibles.

Otros rangos dimensionales: tamaño del lote pedido y tiempo de entrega sujetos a acuerdo.

El espesor máximo para chapas de bobina con bordes de laminación y bordes cizallados es de 10 mm.

La longitud se puede escoger entre 2000 y 12000 mm. Los valores indicados son válidos para bobinas con bordes de laminación.