

TAREA 7. DISEÑO DE TAMBOR

Celda I6: la manga es la anchura del barco. En este ejercicio se usa para aproximar el recorrido del spreader sobre la pluma y obtener la longitud de cable.

Celda I7: la contrapluma se mide, en este ejercicio, desde el bulón de pluma. Algunos autores se refieren a la contrapluma a partir de las patas traseras.

Celda H17: el recorrido de la elevación incluye la altura que se eleva el spreader desde el suelo del muelle, más la profundidad que baja en la bodega del barco.

Celda H19: la carga total incluye el contenedor, el spreader y otros elementos accesorios que deba izar el mecanismo de elevación en su funcionamiento. Si se desea un cálculo fino, debe incluir el peso de los cables suspendidos del carro.

Celda H20: resistencia admisible del acero con el que se ha fabricado el tambor. Implica un coeficiente de seguridad de 2,2 respecto a la resistencia a la rotura del material.

Celda H22: ecuación para determinar el diámetro mínimo que deben tener poleas y tambores. [2] Ec. B3.9. Procede de DIN 15020 (no vigente).

Celda F23: valores para entrar en la tabla B3.8 [2] y obtener el coeficiente h_1 . En nuestro caso, según el enunciado, estamos hablando del tambor de un cable antigiratorio para mecanismo categoría M8.

Tabla B 3.8. Valores del coeficiente h_1

GRUPO		CABLE NORMAL			CABLE ANTIGIRATORIO		
FEM	DIN	POLEA DE CABLE	POLEA COMPENSADORA	TAMBOR	POLEA DE CABLE	POLEA COMPENSADORA	TAMBOR
M3	1 Bm	16	12,5	16	18	14	16
M4	1 Am	18	14	16	20	16	18
M5	2m	20	14	18	22,4	16	20
M6	3m	22,4	16	20	25	18	22,4
M7	4m	25	16	22,4	28	18	25
M8	5m	28	18	25	31,5	20	28

Celda H24: valor del coeficiente h_2 . Para un tambor, según B3.1.5.1 [2], $h_2 = 1$

Celda D25: Resultado de la ecuación B3.9 para el diámetro mínimo. No está normalizado.

Celda G27: Valor normalizado inmediatamente superior al obtenido en D25.

Celda E30: Diámetro seleccionado para el tambor. En principio, se elige el mismo de la celda G27. Es potestad del solucionista elegir un diámetro normalizado superior, especialmente si la longitud del tambor resulta excesiva.

Fila 35: estimación de la longitud total del cable. Los tambores se encuentran en la sala de máquinas, entre patas de la grúa. Hacia el lado tierra hay ocho ramales, hacia el lado mar sólo cuatro. La longitud del recorrido al extremo de la pluma es aproximadamente igual a la manga del barco. Las espiras muertas y cocas de cable en los puntos muertos se ven más que compensados al considerar el tambor sobre el bulón de pluma.

Celda G40: longitud de cable a enrollar. Se corresponde con el número de ramales que llegan al spreader, multiplicado por el recorrido de elevación de la carga.

Fila 43: geometría de la canaladura. Se obtiene de la tabla B5.2 [2]. Tiene especial importancia la celda F45, que da el paso de hélice y hará falta para calcular la longitud del tambor.

Radio de garganta r_1 dif. adm.	p	h 1) min	r_2 2) min	Diámetro nominal del cable d_1
1,6	4	1,2	0,5	3
2,2	5	1,5	0,5	4
2,7	6	1,9	0,5	5
3,2	7	2,3	0,5	6
3,7	8	2,7	0,5	7
4,2	9,5	3,0	0,5	8
4,8	10,5	3,5	0,5	9
5,3	11,5	4	0,8	10
6	13	4,5	0,8	11
6,5	14	4,5	0,8	12
7	15	5	0,8	13
7,5	16	5,5	0,8	14
8	17	6	0,8	15
8,5	18	6	0,8	16
9	19	6,5	0,8	17
9,5	20	7	0,8	18
10	21	7,5	0,8	19
10,5	22	7,5	0,8	20
11	24	8	0,8	21
12	25	8,5	0,8	22
12,5	26	9	0,8	23
13	27	9	0,8	24
13,5	28	9,5	0,8	25
14	29	10	0,8	26
15	30	10,5	0,8	27
16	31	10,5	0,8	28
17	33	11	1,3	29
18	34	11,5	1,3	30
19	35	12	1,3	31
20	36	12	1,3	32
21	37	12,5	1,3	33
22	38	13	1,3	34
23	39	13,5	1,3	35
24	40	13,5	1,3	36
25	41	14	1,3	37
26	42	14,5	1,6	38
27	44	15	1,6	39
28	44	15	1,6	40
29	45	15,5	1,6	41
30	47	16	1,6	42
31	48	16,5	1,6	43
32	49	16,5	1,6	44
33	50	17	2	45
34	52	17,5	2	46
35	53	18	2	47
36	54	18	2	48
37	55	18,5	2	49
38	56	19	2	50
39	58	19,5	2	52
40	60	21	2	54
41	63	21	2,5	56
42	65	22	2,5	58
43	67	22,5	3	60

1) $h \geq 0,375 \cdot d_1$ con motivo de la elasticidad del cable.
2) r_2 sirve hasta $h \leq 0,4 \cdot d_1$

Celda H54: número de espiras activas. Es la longitud del cable que se enrolla entre la longitud de cable en cada espira. Hay que dividirlo entre el número de ramales y redondear al entero superior (celda I55).

Celda G56: espiras muertas en cada punta de cable (espiras de amarre). Se ha usado una espira muerta según el enunciado. Es frecuente utilizar dos e incluso más.

Celda G57: para cada punta del cable hay que sumar las espiras muertas y las activas. Además, en este caso a cada tambor llegan dos puntas.

Celda G59: longitud mínima del tambor para enrollar el cable. Es el número de espiras totales de cada tambor multiplicado por el paso (distancia entre espiras).

Celda I54: rendimiento del aparejo (excluido tambor). El enunciado fija el valor de 0,95.

Filas 64 y 65: sollicitación del cable, es decir, el tiro que hace del tambor. Sólo se ha tenido en cuenta la carga estática, aunque parece más razonable incluir el efecto dinámico, presente en cada ciclo de elevación.

Fila 69: espesor del tambor recomendado según tabla B5.7 [2]

Tabla B 5.7. Espesores de pared para $\sigma = 240$ MPa.

S (daN)	DIAMETROS (mm)							
	250	300	400	500	600	700	800	1000
500	3	3						
1000	4	4						
1500		4	4					
2000		5	5					
2500			6	6				
3000			6	6				
4000				7				
5000				8	8			
6000					9	8		
7000					9	9		
8000						10		
9000							11	10
10000							11	11

En nuestro caso, con un tiro de 10 t (última fila de la tabla), se recomienda un tambor de diámetro 800 mm con espesor de 11 mm. En nuestro criterio, este espesor es un valor muy bajo que provoca valores de tensión inadmisibles según las ecuaciones de tensiones dadas en la misma referencia [2].

El resto de la bibliografía utilizada evita calcular los espesores de los tambores, limitando los problemas de diseño al cálculo de la longitud necesaria para el enrollado.

Celda H75: tensión por compresión, en el extremo del arrollamiento, según Ec. B5.10 [2]

$$\sigma_{ca} = 0,5 S / h p \text{ (S en N)}$$

Es la tensión dominante. Se recomienda que no exceda de 50 MPa para acero S355.

Celda H79: tensión de flexión en el extremo del arrollamiento, según Ec. B5.11 [2] (S en kg o daN). Recomendación similar a la anterior.

Celda H83: tensión de Von Mises, para un tambor simplemente apoyado con dos ramales convergentes. La situación crítica se da para ambos ramales totalmente enrollados, tirando casi desde el centro del tambor. Esta ecuación incluye los esfuerzos de torsión del cable y la flexión provocada por las reacciones en los apoyos. Elaboración propia. Se observa que da valores menores que las tensiones por compresión, salvo que el tambor sea muy alargado.