



**ANEXO 9**

**CÁLCULOS**



## ÍNDICE

### CÁLCULOS

1. CÁLCULOS DE MOMENTOS Y GESTIÓN .....	3
2. CÁLCULOS DE LA ESTABILIDAD DE LA TORRE GRÚA. ....	8
3. ACCIÓN DEL VIENTO. ....	9
4. CÁLCULO DE LA SUPERFICIE EXPUESTA AL VIENTO. ....	10
5. CÁLCULO DE LA ZAPATA DE HORMIGÓN. ....	10
6. CÁLCULO DE LA GRÚA MODELO J5010 DE LA CASA JASO CON LASTRE. ....	11
6.1.- Descripción técnica de la grúa:.....	15
6.2 Cálculo del cable eléctrico. ....	19
6.3 Caídas de tensión. ....	20
6.4 Protección a sobrecargas y cortocircuitos .....	22



CÁLCULOS

1. CÁLCULOS DE MOMENTOS Y GESTIÓN

Para que una torre grúa esté en equilibrio debe cumplirse que los momentos estables sean mayores que los momentos de vuelco. El **momento de un par de fuerzas,  $M$** , es una magnitud vectorial que se calcula mediante el producto de cualquiera de las fuerzas por la distancia (perpendicular) entre ellas ( $d$ ).

En la siguiente figura se muestran las fuerzas que intervienen sobre una grúa torre en servicio y sus distancias correspondientes.

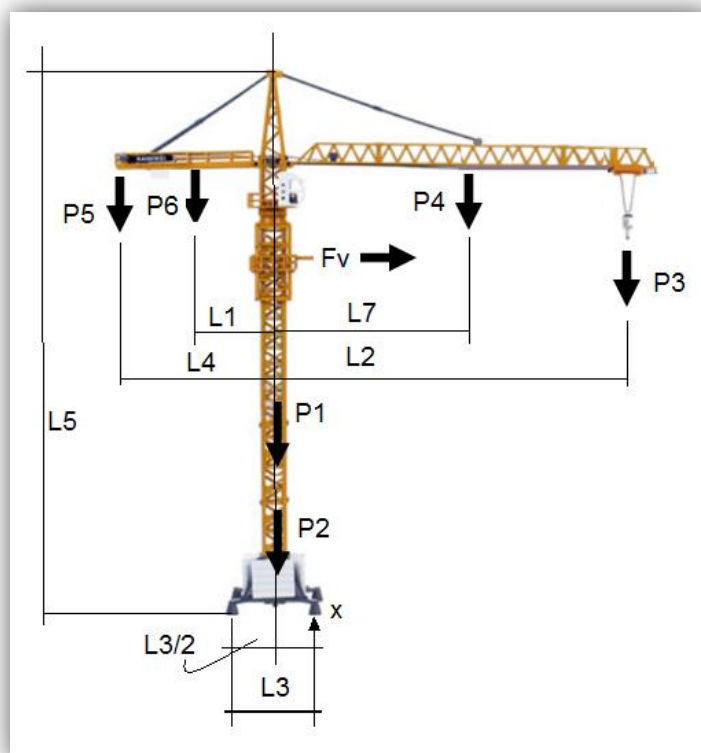


Fig. 1. Fuerzas y distancias de una torre grúa.

- P1 Fuerza producida por el peso de la torre grúa
- P2 Fuerza producida del lastre de base
- P3 Fuerza producida por el peso de la carga en punta
- P4 Fuerza producida por el peso de la pluma
- P5 Fuerza producida por el peso de los contrapesos de contrapluma.
- P6 Fuerza producida por el peso de la contrapluma.
- Fv Fuerza producido por la fuerza del viento.

- L1 = Distancia de contrapluma.
- L2 = Distancia de pluma hasta gancho.
- L3 = Distancia lateral base.



L4 = Distancia c.d.g. de los contrapesos de la contrapluma.

L5 = Altura de la torre.

L6= Ancho de un tramo de la torre.

L7= Longitud total de la pluma.

La suma de todos los momentos estables, es utilizada por el fabricante para diseñar la grúa torre.

Los momentos de vuelco vienen dados exclusivamente por la fuerza del viento siempre que no funcionen los motores y no haya elevación de las cargas.

Se considera que el momento de vuelco producido por un viento de 130 km/h a ras de superficie o de 150 km/h a partir de una altura de 20 m, tiene su punto de aplicación a 2/3 de la altura total. Obteniendo la siguiente expresión:

$$Mv = Fv \cdot d. \quad (\text{Ecuación 1}).$$

**Mv** momento del viento

**Fv** fuerza del viento.

**d** altura total de la torre grúa.

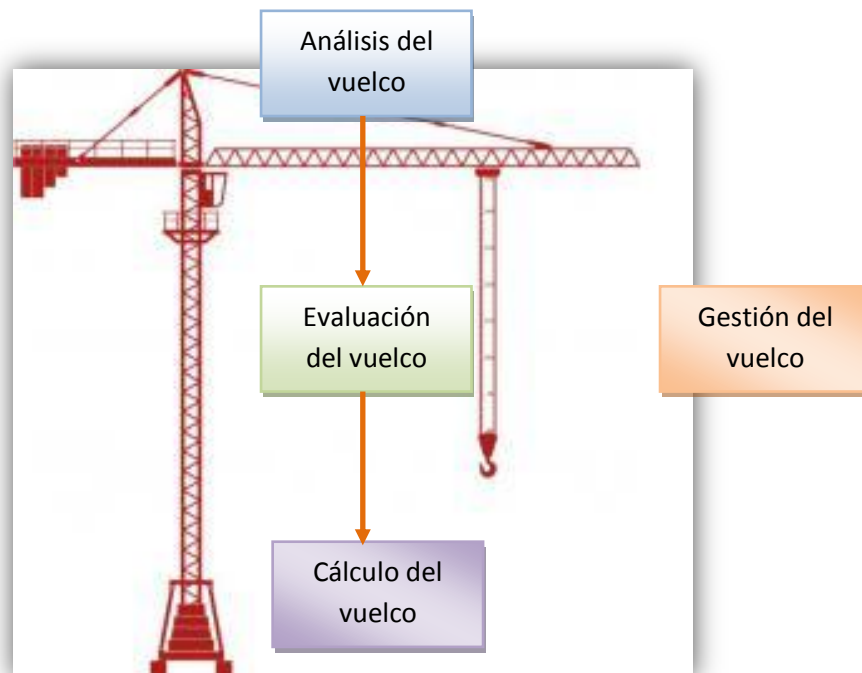
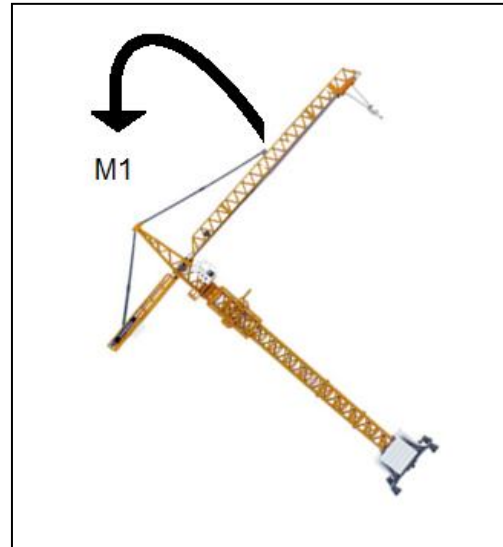
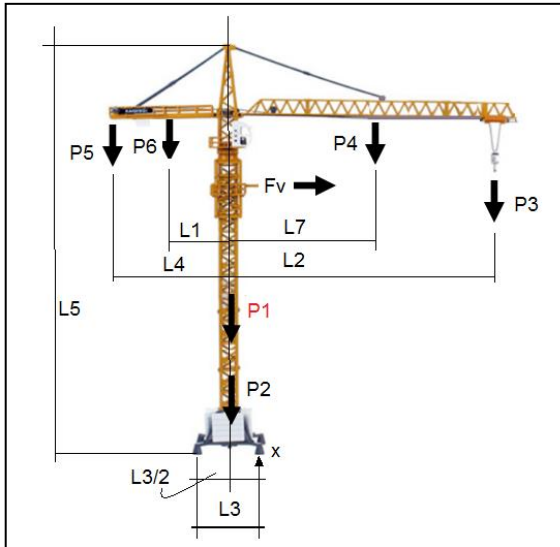


Fig. 2. Gestión del vuelco.

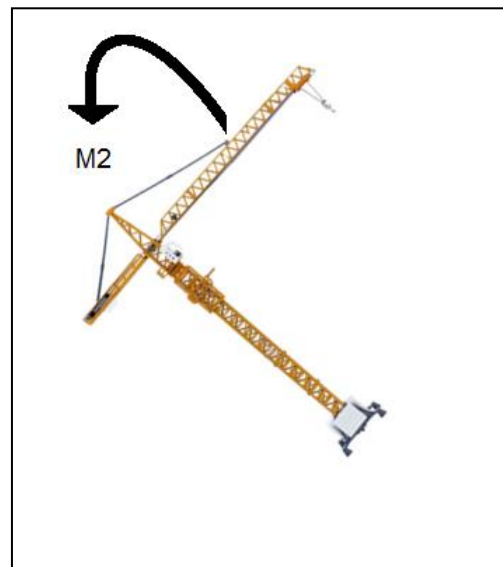
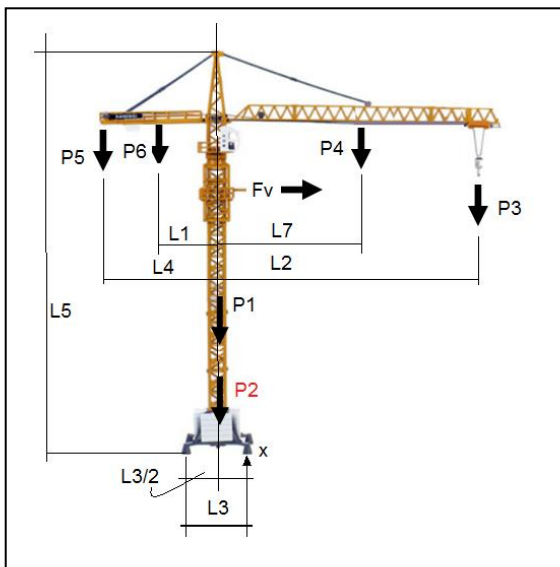


1.1 Momentos que actúan en una torre grúa.

$M1 = P1(\frac{L3}{2})$  Momento producido por el peso de la torre grúa. (Ecuación 2).

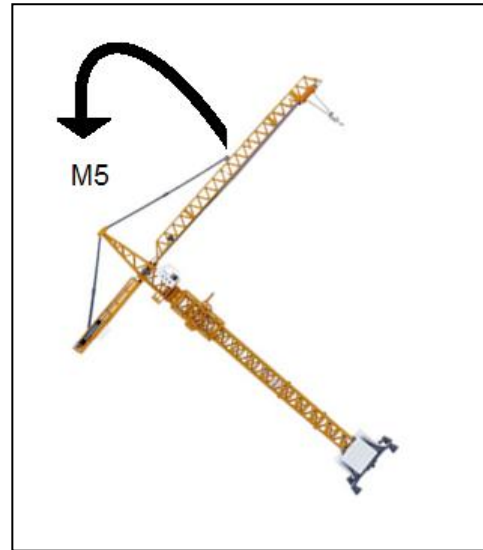
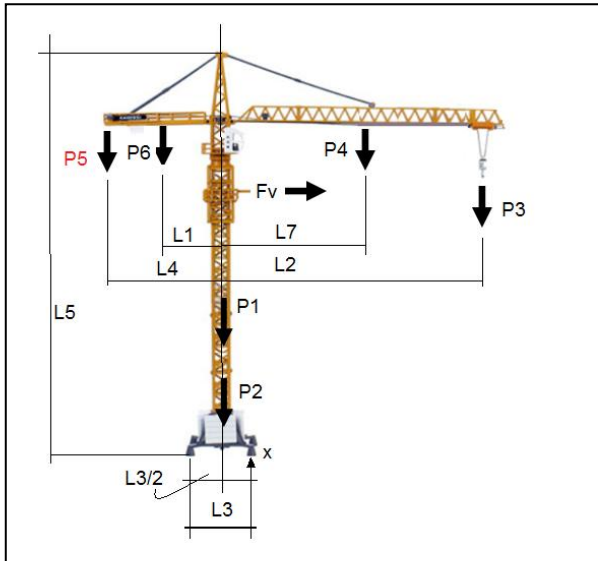


$M2 = P2(\frac{L3}{2})$  Momento producido del lastre de base. (Ecuación 3).

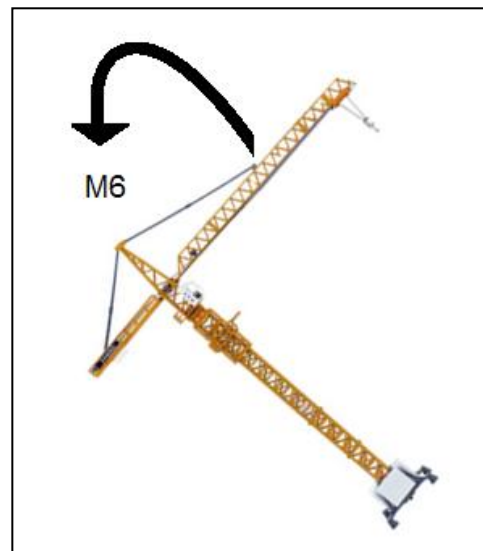
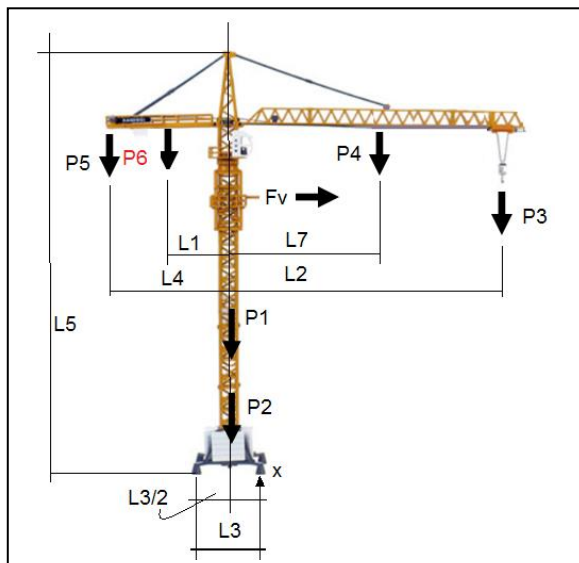




$M5 = P5(L4 + \frac{L3}{2})$  Momento producido por el peso de los contrapesos de contrapluma. (Ecuación 4).

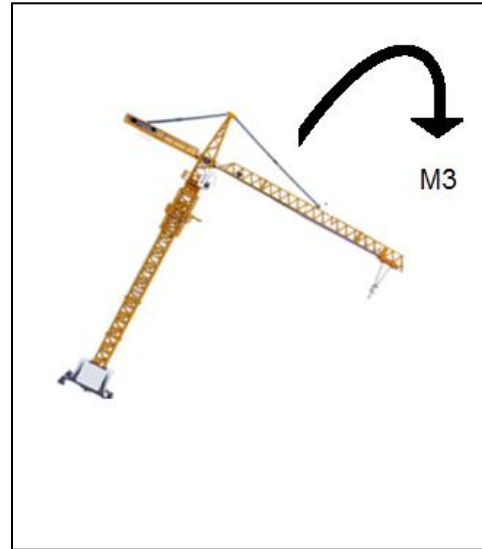
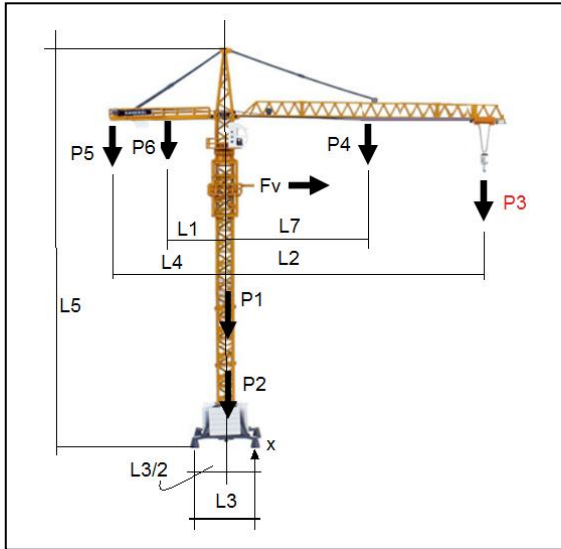


$M6 = P6(\frac{L1}{2}) + (\frac{L3}{2})$  Momento producido por el peso de la contrapluma. (Ecuación 5).

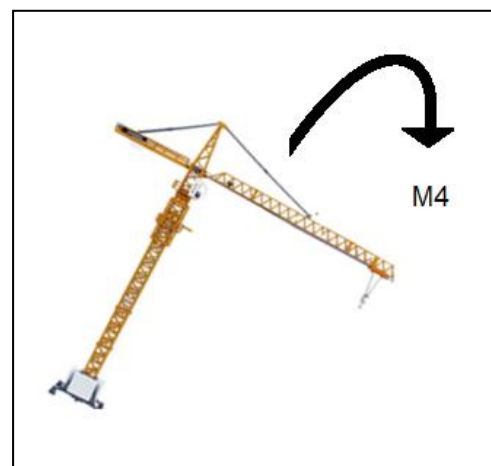
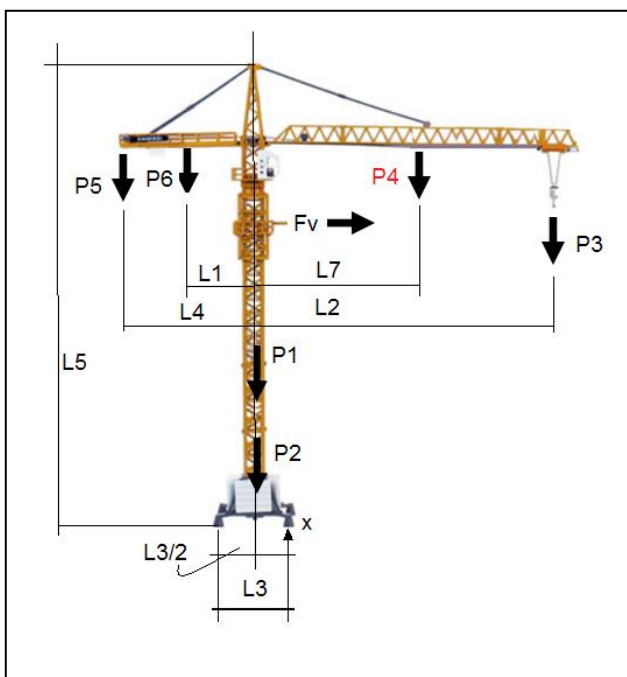




$M3 = P3(L2 - (\frac{L3}{2}))$  Momento producido por el peso de la carga en punta.  
(Ecuación 6).

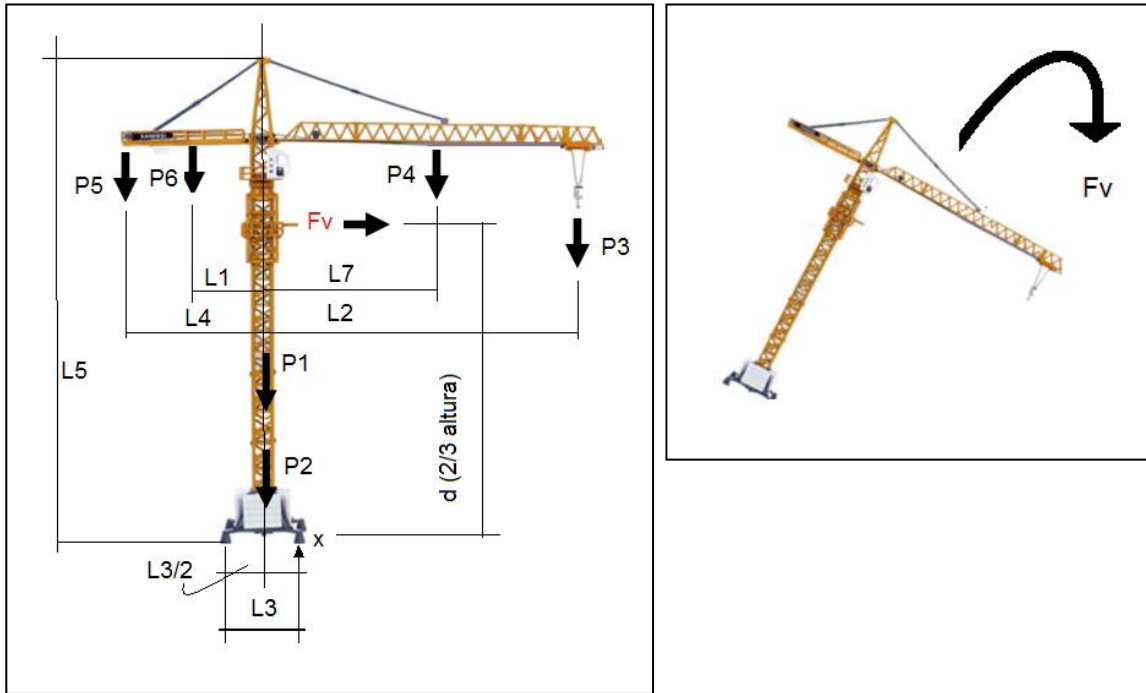


$M4 = P4((\frac{L7}{2}) - (\frac{L3}{2}))$  Momento producido por el peso de la pluma. (Ecuación 7).





$R_{fvx} = (L5 \cdot L6) \cdot (L5) \cdot (\frac{2}{3})$ ) Momento producido por la fuerza del viento (Ecuación 8).



**2. CÁLCULOS DE LA ESTABILIDAD DE LA TORRE GRÚA.**

Según la Norma UNE 58.121/86, una grúa se considera estable cuando la suma algebraica de los momentos de vuelco no es superior a la suma algebraica de los momentos estabilizadores o antivuelco.

Según la norma mencionada anteriormente este cálculo está afectada por un coeficiente de seguridad (CS) que se refleja en la tabla 1 de dicha norma y que debe ser superior al valor de 1'5 considerando el punto de apoyo extremo de la zapata o base (x en las Figuras).

$$CS = \frac{\Sigma \text{Momento estabilizado}}{\Sigma \text{Momento de vuelco}} > 1,5 \quad (\text{Ecuación 9}).$$

$$CS = \frac{(P1+P2) \times L3/2 + P5 \times (L4 + (L3/2)) + P6 \times ((L1/2) + L3/2)}{P3 \times (L2 - (L3/2)) + P4 \times ((L7/2) - L3/2) + R_{fvx} \times (L5 \times L6 \times ((L5) \times 2/3))}$$

Siendo:





$$M1 = P1\left(\frac{L3}{2}\right)$$

$$M2 = P2\left(\frac{L3}{2}\right)$$

$$M5 = P5\left(L4 + \left(\frac{L3}{2}\right)\right)$$

$$M6 = P6\left(\left(\frac{L1}{2}\right) + \left(\frac{L3}{2}\right)\right)$$

$$M3 = P3\left(L2 - \left(\frac{L3}{2}\right)\right)$$

$$M4 = P4\left(\left(\frac{L7}{2}\right) - \left(\frac{L3}{2}\right)\right)$$

$$Rfvx = (L5 \cdot L6) \cdot (L5) \cdot \left(\frac{2}{3}\right)$$

P1 = Peso de la torre de la grúa ( sin lastre de base).

P2 = Peso lastre de base.

P3 = Peso carga en punta.

P4 = Peso pluma.

P5 = Peso contrapesos de contrapluma.

P6 = Peso contrapluma.

L1 = Distancia de contrapluma.

L2 = Distancia de pluma hasta gancho.

L3 = Distancia lateral base.

L4 = Distancia c.d.g. de los contrapesos de la contrapluma.

L5 = Altura de la torre.

L6= Ancho de un tramo de la torre.

L7= Longitud total de la pluma.

Rfv= 0,025T/m2 (presión del viento a 72km/h).

### 3. ACCIÓN DEL VIENTO.

El viento realiza un fuerza a la torre grúa que se traslada a un momento de inercia en dicha grúa equivalente al producto de "fuerza multiplicado por la distancia".

Cuanto más fuerza tenga el viento y más superficie tenga para hacer fuerza mayo efecto hace sobre la grúa por eso se denomina "presión aerodinámica del viento". Dicha presión varia con la velocidad de viento en su cuadrado, es decir si la velocidad de viento es 6 la presión es 36, si es 2 la presión será 2. Su forma matemática es:

$$Q = \text{presión aerodinámica del viento en } \text{kg/m}^2 = (\text{velocidad en km/h} / 14.4)^2$$

Con lo cual, si la velocidad del viento es de 72 km/h se obtiene que:

$$Q = (72 / 14.4)^2 = 25 \text{ kg/m}^2$$

Aquí observamos que cada  $m^2$  se ejerce 25 kg de fuerza. El valor de 72 km/h es escogido por el fabricante para parar la grúa en caso de que se superen los 72 km/h de viento.



#### 4. CÁLCULO DE LA SUPERFICIE EXPUESTA AL VIENTO.

De forma sencilla vamos a decir que la superficie en metros es la altura por el ancho:

$$S = L \times I \quad (\text{Ecuación 10}).$$

Siendo:

L = altura

I = anchura

#### 5. CÁLCULO DE LA ZAPATA DE HORMIGÓN.

El cálculo de zapata sería de la siguiente forma:

Se calcula el peso de la losa de hormigón de la siguiente forma:

$$Q = L1 \times L2 \times h \times r \quad (\text{KN}) \quad (\text{Ecuación 11}).$$

L1 = Lado menor de la zapata rectangular (m)

L2 = Lado mayor de la zapata de hormigón (m)

h = Altura de la zapata cuadrada (m)

r = Peso específico del hormigón (tomamos  $r = 24 \text{ kN/m}^3$  como valor aproximado)



Fig. 3. Ejemplo de una zapata de una torre grúa.

Nota importante: la cimentación y la realización de la zapata es responsabilidad única de la contrata que lo realiza no del montador de la grúa.



6. CÁLCULO DE LA GRÚA MODELO J5010 DE LA CASA JASO CON LASTRE.

Como ejemplo se realizará el cálculo en una grúa J5010 (marca JASO).

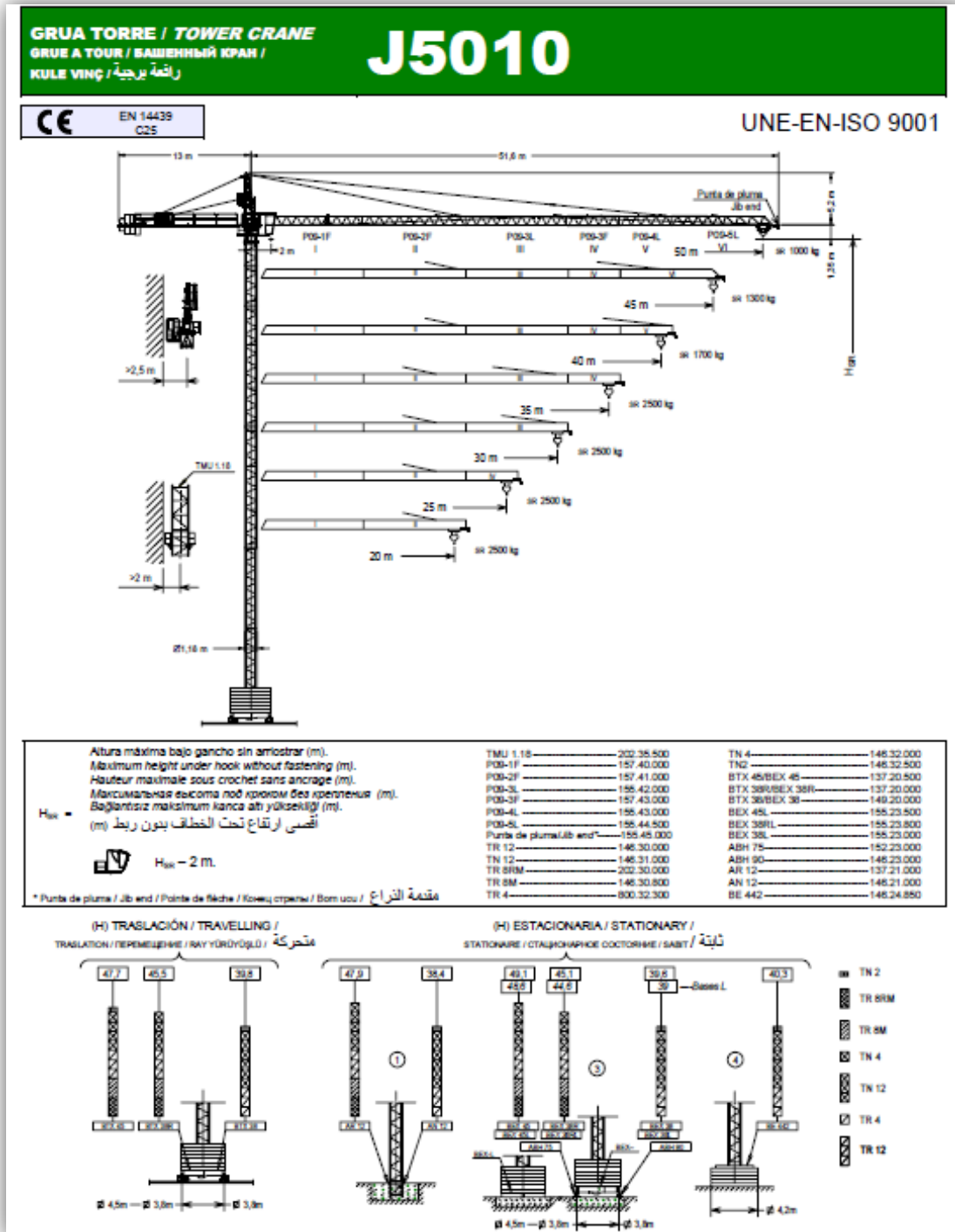


Fig. 4. Características técnicas de la grúa J-5010 de la casa JASO.



LISTA DE EMBARQUE / PACKING LIST / LISTE DE COLISAGE / СПИСОК ПОСТАВКИ / ÇEKİŞ LİSTESİ / قائمة التوصيل / J5010					
DENOMINACIÓN / DENOMINATION / DÉSIGNATION / НАЗВАНИЕ / AÇIKLAMA / اسم		L [m]	A [m]	H [m]	P / W [kg]
Torre Tower Tour Башня Kule برج	TR 8RM – TR 8M TR 12 – TN 12 TR 4 TN 4 TN 2		8,07 12,01 3,96 4,00 2,29	1,19 1,19 1,18 1,19 1,19	1,19 2840-2780 1070 1055 785
Conjunto asiento pista, punta de torre, orientación y elevación Slewing table assembly, tower head, slewing and holding mechanism Groupe pivot + porte-fleche + mecanisme d'orientation + de levage Сиденье площадки + вертел секция башни + поворотный механизм + подъемный механизм Göbek + kulenin kafa bölümü + mekanizma + vinç kulesi مجموعة وحدة التوازن + رأس البرج + آلية الدوران + آلية الرفع			6,97	1,65	2,42 4090
Tramo de pluma Jib section Tronçon de fleche Секция стрелы om bölümü أجزاء التراس	P09 1F (I) P09 2F (II) P09 3L (III) P09 3F (IV) P09 4L (V) P09 5L (VI)		10,15 10,15 10,15 5,26 5,26 10,12	1 0,66 0,66 0,66 0,66 0,66	1,10 1,09 1,09 1,03 1,09 1,09
Polipasto / Hook assembly / Palan / Полиспасат / Kanca takımı / بكرة	BR		0,76	0,16	0,96 135
Carril / Trolley / Chariot / Грузовая тележка / Şarjor / عربة	BR		1	1,33	0,73 110
Contrapluma con plataformas / Counterjib with platforms Contre-fleche avec plateformes / Противовесная консоль с платформами / Platformu kuyruk / التراس المتقابل مع المنصة			11,95	1,25	0,4 942
Plataforma y cabina / Platform and cabin / Plateforme et cabine Платформа и кабина / Platform ve kabin / منصة وكابينة			3,69	1,63	2,25 820
Contrapeso / Counterweight / Contrepoids / Grande / Big / Grand / Большой / Büyük / كبير / Противовес / Denge ağırlığı / موازنة معاكسة / Pequeño / Small / Petit / Manşıl / Küçük / صغير			1,08 1,08	0,50 0,50	2,02 1,30 2380 1520
Base grúa Testero largo Crane base Long cartage Base de la grue Palonnier long Основание крана. Длинная передняя часть Vinç tabanı. Uzun vinç arabası قاعدة الرافعة بمقدمة طويلة (للكابينة)	BTX 38 BTX 38R BTX 45		6,11 6,11 7,01	0,64 0,64 0,64	1,53 1,57 1,57 1576 1792 2065
	BTX 38L BTX 38RL BTX 45L		5,48 5,48 4,01	0,55 0,55 0,55	0,97 0,88 0,88 1160 850 680
	BEX 38 BEX 38R BEX 45		5,58 5,58 6,55	0,3 0,3 0,3	1,27 1,40 1,41 1390 1590 1863
Mecanismo traslación grúa / Crane travelling mechanism Mecanisme de translation de la grue / Механизм перемещения крана / آلية رفع الرافعة / mekanizmalı vinç			0,96	0,56	0,66 293
Lastre / Ballast / Lest / Балласт / Ait ağırlık taşları / ثقل	☑ 2,8m ☑ 3,8m - ☑ 4,5m BE 442 BE 434		3,00 4,00 2,00 3,40	0,44 0,34 0,34 0,34	1,30 1,30 2,10 1,69 3700 4100 3450 4300
Torre de montaje / Jacking cage / Tour de montage / Монтажная башня / Kaldırma kafesi / برج التركيب			7,14	1,76	1,71 3200
Torre de montaje sin puerta, carril, plataforma carril y viga de apoyo Jacking cage without door, trolley, trolley platform and beam assembly Tour de montage sans porte, chariot, plateforme de chariot et poutre de soutien Монтажная башня без двери, грузовая тележка, платформы грузовой тележки и опорной балки Kaldırma kafesi, vinç köprüsü arabası, vinç köprüsü arabası platformu ve kiriş takımı برج التركيب بدون بوابة ، وعربة ومنصة متحركة وعارضة تدعيم			7,14	1,76	1,71 2450

Fig. 5. Características técnicas de la grúa J-5010 de la casa JASO.



CARGAS / LOADS / CHARGES / НАГРУЗКИ / YÜKLER (الأحمال) <span style="float: right;">J5010</span>									
SR1 (kg)		Cargas máximas / Maximum loads / Charges maximales / Максимальные нагрузки / Maksimum yük / أقصى حمولة SR1-2000 kg						2000 kg	
Alcance del gancho (m) / Hook reach (m) / Portée du crochet (m) / Радиус действия крюка (m) / Kancanın yüksekliği (m) / مدى الخطاف		SR1-2000 kg						@...[m]	
[m]	50	45	40	35	30	25	20		
50 m	1000	1135	1300	1515	1800	2000	2000	27,27	
45 m	—	1300	1490	1730	2000	2000	2000	30,68	
40 m	—	—	1700	1970	2000	2000	2000	34,54	
35 m	—	—	—	2000	2000	2000	2000	35	
30 m	—	—	—	—	2000	2000	2000	30	
25 m	—	—	—	—	—	2000	2000	25	
20 m	—	—	—	—	—	—	2000	20	
SR2 (kg)		Cargas máximas / Maximum loads / Charges maximales / Максимальные нагрузки / Maksimum yük / أقصى حمولة SR2-2500 kg						2500 kg	
Alcance del gancho (m) / Hook reach (m) / Portée du crochet (m) / Радиус действия крюка (m) / Kancanın yüksekliği (m) / مدى الخطاف		SR2-2500 kg						@...[m]	
[m]	50	45	40	35	30	25	20		
50 m	1000	1135	1300	1515	1800	2200	2500	22,22	
45 m	—	1300	1490	1730	2050	2500	2500	25	
40 m	—	—	1700	1970	2335	2500	2500	28,14	
35 m	—	—	—	2500	2500	2500	2500	35	
30 m	—	—	—	—	2500	2500	2500	30	
25 m	—	—	—	—	—	2500	2500	25	
20 m	—	—	—	—	—	—	2500	20	
CARACTERISTICAS DE MECANISMOS / MECHANISMS FEATURES / CARACTÉRISTIQUES DES MÉCANISMES / ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗМОВ / MEKANİZMALARIN ÖZELLİKLERİ / الخصائص الآلية <span style="float: right;">J5010</span>									
Optional / optional / اختياري	EC1848 SR2 18,2 kW		EC1856 SR1 18,2 kW		*EC2588VF SR2 18,4 kW		*EC2588VF SR1 18,4 kW		
Optional / optional / اختياري	OG708VF 6,6 kW		TC360 / *TC360VF 1,9 / *1,8 kW		TH1010 8,2 kW				
h c t	1,3	2,5	2,5	1,1	2	2	1,3	2,5	
m/min	46	23	5	56	28	6	0.64	0.32	
							0.82	0.41	
H	H ≤ SR 193 m		SR 189 m		⚡ TOTAL(ES)2588VF + OG708VF + TC360 = 20,6 kW TOTAL(ES)2588VF(ES)2588VF + OG708VF + *TC360VF = *25,7 kW 400V 50Hz				
	⚡ EC1848 EC1856 TC360 TH1010		kW +20%		m/min +20%				
480V 50Hz									
LASTRES INFERIORES / LOWER BALLASTS / LESTS INFÉRIEURS / НИЖНИЙ БАЛЛАСТ / ALT AĞIRLIK TAŞLARI (تال) <span style="float: right;">J5010</span>									
		H (m)		18	22	30	40	47,7	49,1
BEX 45 / BTX 45				6	8	10	12	14	16
BEK45L				6	8	10	12	14	16
BEX 38R / BTX 38R				6	8	10	12	16	—
BEX 38 / BTX 38				6	8	10	12	—	—
BEX 38RL				8	10	12	16	—	—
BEX 38L				8	10	12	—	—	—
		H (m)		31,9			40,3		
BE 442				16			20		
H: Altura bajo gancho / Height under hook / Hauteur maximale sous crochet / Высота под крюком / Kanca alt yüksekliği / الارتفاع أسفل الخطاف / ارتفاع الآلة Para alturas intermedias tomar el lastre correspondiente a la altura superior / For intermediate heights take the ballast corresponding to the higher height / Pour les hauteurs intermédiaires, opter pour le lastre correspondant à la hauteur immédiatement supérieure / Для промежуточных высот использовать балласт, соответствующий большей высоте / Orta yükseklikler için daha üst bir yükseklğe taşıyıcı gelene eğilgi alınır. / للارتفاعات البينية يرجى استخدام التل العائد للارتفاع الأعلى / للارتفاعات البينية يرجى استخدام التل العائد للارتفاع الأعلى									

Fig. 6. Características técnicas de la grúa J-5010 de la casa JASO.

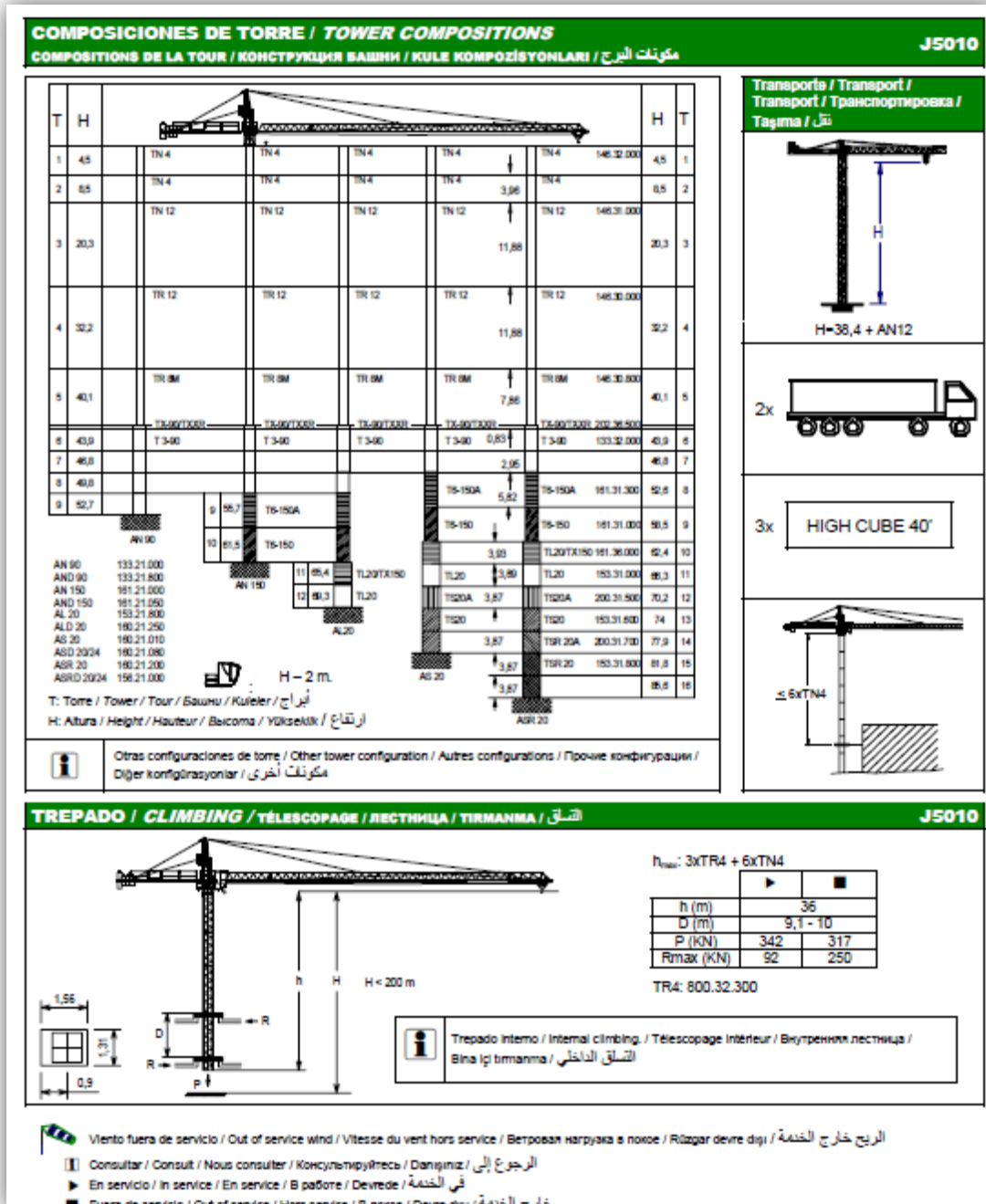


Fig. 7. Características técnicas de la grúa J-5010 de la casa JASO.





✓ **6.1.- Descripción técnica de la grúa:**

<b>Marca</b>	<b>JASO</b>
Modelo	J-5010
Contrapluma	13 m
Longitud de pluma	51.6 m
Alcance útil mínimo	2 m
Alcance útil máximo	50 m
Altura autoestable	38.4 m
Altura bajo gancho montaje (referenciado al plano de apoyo o anclaje)	24.4 m
Carga máxima en punta	1.000 kg
Carga máxima a <b>22.2</b> m de la torre	2.500 kg
Contrapeso contrapluma tipo	Bloques hormigón
Contrapeso	8.850 kg
Lastre tipo	Empotrada en dado hormigón



Ahora reflejaremos en la grúa las unidades que marca el manual de instrucciones del fabricante

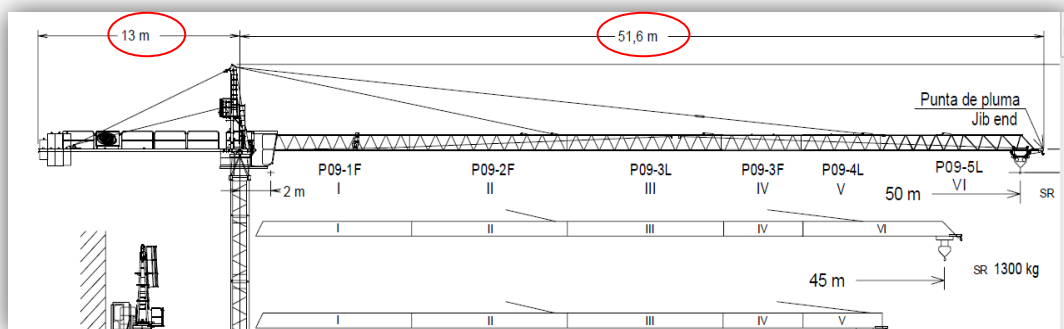
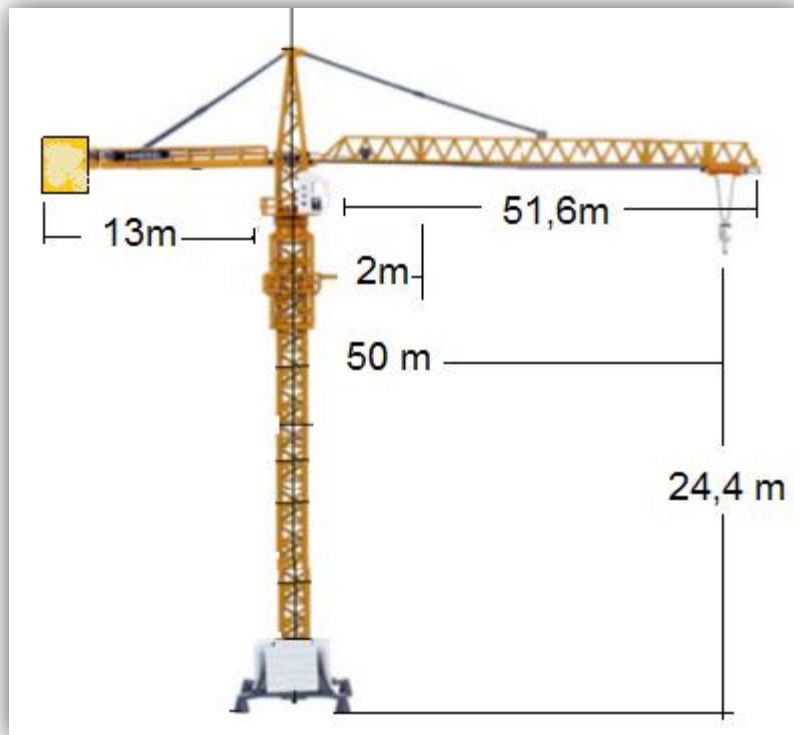


Fig. 8. Distancias de la pluma y contrapluma. Manual de la grúa J-5010 de la casa JASO.



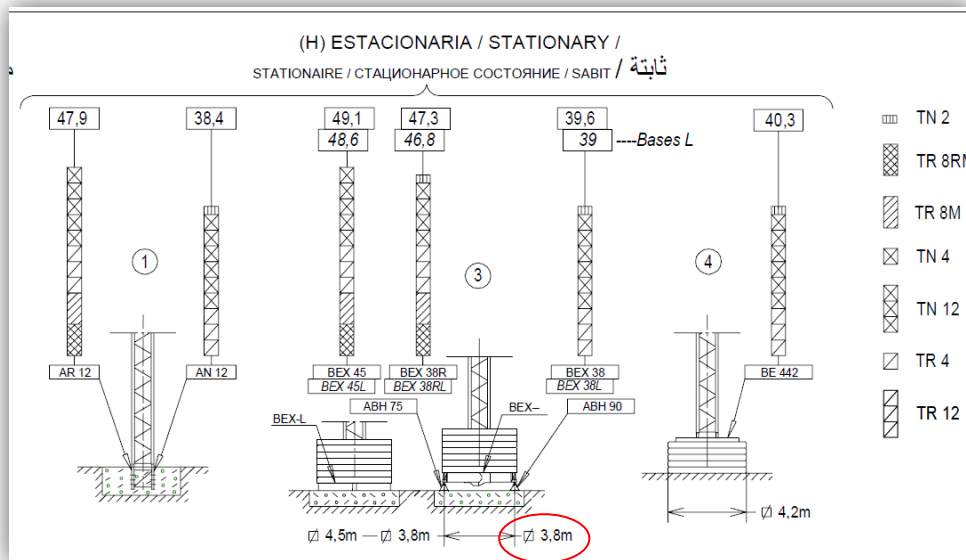
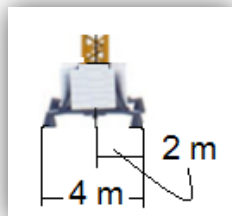


Fig. 9. Distancias de la base. Manual de la grúa J-5010 de la casa JASO.

SR2 (kg)		Cargas máximas / Maximum loads / Charges maximales / Максимальные нагрузки / Maksimum yük / أقصى حمولة / SR2-2500 kg							2500 kg
[m]		Alcance del gancho [m] / Hook reach [m] / Portée du crochet (m) / Радиус действия крюка (m) / Kancanın yüksekliği (m) / مدى الخطاف							@...[m]
[m]	50	45	40	35	30	25	20		
50 m	1000	1135	1300	1515	1800	2200	2500	22,22	
45 m	—	1300	1490	1730	2050	2500	2500	25	
40 m	—	—	1700	1970	2335	2500	2500	28,14	
35 m	—	—	—	2500	2500	2500	2500	35	
30 m	—	—	—	—	2500	2500	2500	30	
25 m	—	—	—	—	—	2500	2500	25	
20 m	—	—	—	—	—	—	2500	20	

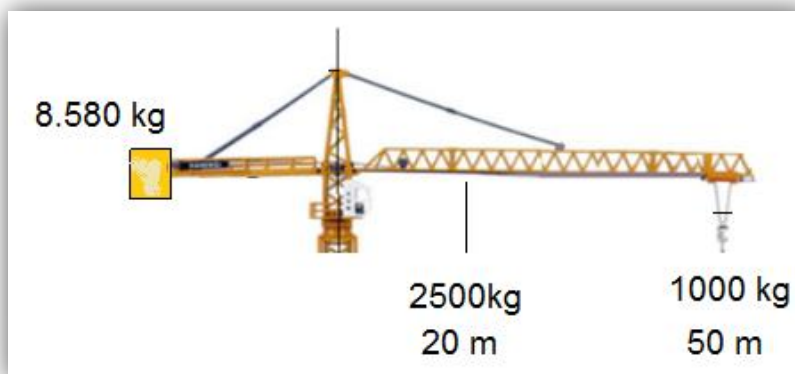


Fig. 10. Distancias de la pluma y pesos. Manual de la grúa J-5010 de la casa JASO.



DENOMINACIÓN / DENOMINATION / DÉSIGNATION / НАЗВАНИЕ / AÇIKLAMA / اسم		L [m]	A [m]	H [m]	P / W [kg]
Torre	TR 8RM – TR 8M	8,07	1,19	1,19	2575-2515
Tower	TR 12 – TN 12	12,01	1,18	1,19	2840-2780
Tour	TR 4	3,96	1,18	1,18	1070
Башня	TN 4	4,09	1,19	1,19	1055
Kule	TN 2	2,29	1,19	1,19	785

Fig. 11. Distancias del ancho del mástil. Manual de la grúa J-5010 de la casa JASO.

CONTRAPESOS / COUNTERWEIGHTS		2360 kg	1500 kg	Piedras para montaje Counterweight blocs for assembly			
PLUMA / Jib	50	45	40	35	30	25	20
SR							
Total (kg)	8580	7720	7720	6860	6220	4500	3000

Figura 12. Peso de la contrapluma. Manual de la grúa J-5010 de la casa JASO.

LASTRES INFERIORES / LOWER BALLASTS		Para alturas intermedias tomar el lastre correspondiente a la altura superior For intermediate heights take the ballast corresponding to the higher height						
Altura bajo gancho (m) / Height under hook (m)		49	46	40	30	22	18	
Número de piedras a colocar Number of ballast blocks to put	Piedras de 4100 kg Blocks of 4100 kg	BEX 45 / BTX 45	14	12	10	8	6	
		BEX 45L	14	12	10	8	6	
		BEX 38R / BTX 38R BEX 38 / BTX 38	-	14	12	10	8	6
		BEX 38RL / BEX 38L	-	14	12	10	8	6

Figura 13. Lastre. Manual de la grúa J-5010 de la casa JASO.

Con los datos obtenemos:

$$CS = \frac{(P1+P2) \times L3/2 + P5 \times (L4 + (L3/2)) + P6 \times ((L1/2) + L3/2) + P3 \times (L2 - (L3/2)) + P4 \times ((L7/2) - L3/2) + Rfv \times (L5 \times L6 \times ((L5) \times 2/3))}{1000 \times (50 - (2)) + 2780 \times ((51,6/2) - 2) + 25 \times (24,4 \times 1,19 \times ((24,4) \times 2/3))} = \frac{242927}{125971.97}$$

Resultado CS= 1.92

$$CS = 1.92 > 1.5$$

Para que haya estabilidad el coeficiente de seguridad que dicta la norma UNE 58.121/96 debe ser superior a 1,5 que en este caso lo es, con lo cual podemos decir que la torre estaría en estado de estabilidad de trabajo.



✓ 6.2 Cálculo del cable eléctrico.

Según la red eléctrica, se calcula la intensidad máxima admisible para un cable tetrapolar instalado al aire, con una temperatura de 40°C, formado por conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado:

- ✚ Longitud del cable en metros (m) **50**
- ✚ Potencia eléctrica contratada en kW **20**
- ✚ Sistema eléctrico **Trifásico**
- ✚ Tensión nominal Voltios (V) **380**
- ✚ Factor de potencia (Cos φ) **0,85**

La intensidad admisible será:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = 35,74 \text{ A. (Ecuación 12).}$$

Con esta intensidad obtendremos, según la Tabla 12 de la ITC BT 07, la sección mínima del cable de alimentación.

Tabla 12. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de cobre en instalación al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40°C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38	44	43	36
10	64	62	53	61	60	50
16	86	83	71	82	80	65
25	120	115	96	110	105	87
35	145	140	115	135	130	105
50	180	175	145	165	160	130
70	230	225	185	210	220	165
95	285	280	235	260	250	205
120	335	325	275	300	290	240
150	385	375	315	350	335	275
185	450	449	365	400	385	315
240	535	515	435	475	460	370
300	615	595	500	545	520	425
400	720	700	585	645	610	495
500	825	800	665	-	-	-
630	950	915	765	-	-	-

- Temperatura del aire 40°C.
- Un cable trifásico al aire o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo.
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

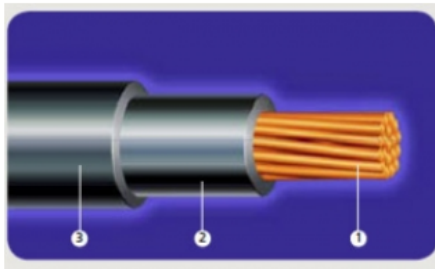
(1) Incluye el conductor neutro, si existiese.

Tabla 1. Tabla de intensidad máxima y secciones.

En este caso será de **S = 6 mm<sup>2</sup>** por fase (3x6 mm<sup>2</sup> + Toma Tierra), y utilizaremos un cable tetrapolar INPAVINIL XLPE



**CABLES INPAVINIL XLPE**



**DESCRIPCIÓN:**

Tensión de Servicio: 0,6/1,0 kV

1. Conductor formado por hilos de cobre electrolítico blando, encordonamiento clase 2.
2. Aislación de XLPE (Polietileno reticulado).
3. Vaina de PVC / ST2 (Policloruro de vinilo, 90°C), en color negro.

**APLICACIONES:**

Son utilizados en circuitos alimentadores y de distribución de energía eléctrica en sub-estaciones y en instalaciones comerciales e industriales, pudiendo ser instalados al aire libre, en bandejas, electroductos, canaletas o directamente enterrados.

**ESPECIFICACIONES APLICABLES:**

- NBR 7287
- IRAM 2178
- IRAM 2307 - Parte I

**TEMPERATURA MAXIMAS EN EL CONDUCTOR:**

- En régimen Permanente: 90°C
- Sobrecarga: 130°C (100 hs. por año y un total de 500 hs. durante la vida útil del cable).
- Cortocircuito: 250°C (durac. máx. 5 seg.)

**IDENTIFICACIÓN:**

- 1 conductor: negro
- 2 conductores: negro/celeste
- 3 conductores: negro/celeste/blanco
- 4 conductores: blanco/rojo/celeste/negro

**PRESENTACIÓN:**

En bobinas de acuerdo a las necesidades del cliente.  
Otras secciones y formaciones distinta a la presentada pueden ser fabricados bajo previa consulta a nuestro personal técnico.

Fig. 14. Características técnicas del cable INPAVINIL XLPE

✓ **6.3 Caídas de tensión.**

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot \left( \frac{L \cdot \cos\varphi}{k \cdot S \cdot n} + \left( X\mu \cdot L \cdot \frac{\text{sen}\varphi}{1000} \cdot n \right) \right) \text{ (Ecuación 13).}$$

Pc = Potencia de cálculo (en vatios)

L = Longitud de cálculo (en metros)

e = Caída de tensión (en voltios)

K = Conductividad (del cobre 56 m/Ωmm<sup>2</sup>)

I = Intensidad (en amperios)

U = Tensión de servicio, trifásica o monofásica (en voltios)



S = Sección del conductor (en mm<sup>2</sup>)

Cos j = Coseno de fi. Factor de potencia.

n = Número de conductores por fase.

Xm = Reactancia, depende del material y de la sección (en mΩ/m)

De forma simplificada, ya que la reactancia va a ser despreciable, quedaría:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{K \cdot S \cdot n}$$

(Ecuación 14)

e, caída de tensión (voltios, V)

L, longitud del cable (metro, m)

I, intensidad de corriente (amperios, A)

cos φ, el factor de potencia

K, conductividad del cable (56 Cu ; 35 Al)

S, sección del cable (mm<sup>2</sup>).

$$e = \sqrt{3} \cdot 35,75 \cdot \left( \frac{50 \cdot 0,85}{56 \cdot 6,1} \right) = 7,83V < 19V = 5\% \text{ de Tensión Nominal}$$

Podemos observar que la caída de tensión es menor al 5% de la tensión nominal, y por tanto se cumplen los requisitos exigidos por la ITC BT 32 y 19, por lo que consideramos correcta la sección de **S = 6 mm<sup>2</sup>**.



✓ 6.4 Protección a sobrecargas y cortocircuitos

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

EN SERVICIO PERMANENTE

(UNE 20460-5-523)

CABLES TENSIÓN NOMINAL: 0.6/1 kV

TABLA 7


INSTALACIÓN ENTERRADA (Temperatura del terreno: 25° C) Resistividad térmica del terreno: 2,5 K-m/W TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR: 90° C CABLES AISLADOS CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE)				
SECCIÓN mm <sup>2</sup>	Nº CONDUCTORES DE COBRE		Nº CONDUCTORES DE ALUMINIO	
	DOS	TRES	DOS	TRES
1,5	24,5	21	-	-
2,5	32,5	27,5	24,5	21
4	42	35	32,5	27,5
6	53	44	40	34
10	70	58	53	45
16	91	75	70	58
25	116	96	89	74
35	140	117	107	90
50	166	138	126	107
70	204	170	156	132
95	241	202	185	157
120	275	230	211	178
150	311	260	239	201
185	348	291	267	226
240	402	336	309	261
300	455	380	349	295
400	-	-	-	-
500	-	-	-	-
630	-	-	-	-

Si existen condiciones especiales en la instalación, en la elección de la sección deben aplicarse factores de corrección. Circuitos con cables unipolares según UNE-20460-5-523 se puede tomar los valores de las columnas "DOS" o "TRES" en función del número de cables unipolares cargados del circuito en cuestión.

Tabla 2. Tabla de la norma UNE 20460-5-523

Según la tabla y con una sección de **6 mm<sup>2</sup>** escogeremos un *interruptor automático tripolar* de **40 A** con una curva de disparo **tipo D** para la protección de motores con un poder de corte de **30 kA**





### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS TRIPOLARES

World Super  
**WS**  
Series

Tipo caja moldeada, compactos, livianos, aptos para uso general en tableros y otras aplicaciones. Pueden incorporar accesorios adicionales tales como relés SHT para desconexión a distancia, relés UVT (bobina de tensión mínima), contactos auxiliares, etc. Todos incluyen botón de trip (disparo) para probar manualmente la desconexión.

Código Rhona	Código Fabricante	Capacidad	Ruptura IEC 947-2 380VCA (kA)	Aislación VCA	Sistema de Disparo	Conexión	Ancho, Largo, Alto (mm).
21 01 53	NF63-HW	10A	10	690	Hidromagnético	Perno	75x130x68
21 01 54		16A					
21 01 55		20A					
21 01 56		25A					
21 01 57		32A					
21 01 58		40A					

Fig. 15. Ejemplo de interruptor automático tripolar de la casa Mitsubishi Electric.

Protección diferencial o de corte por intensidad de defecto: Se utilizará un interruptor automático diferencial **tetrapolar** con una intensidad admisible de **40 A** y con una corriente de sensibilidad de **300 mA**.



Fig. 16. Ejemplo de Interruptor diferencial CHINT 2P 40A 300mA

Interruptor diferencial CHINT, referencia: NL1-2-40-300AC. Polos: 2 Ancho: 2 modulos Intensidad: 40A Sensibilidad: 300mA Poder de corte: 6KA Tipo: AC Grado de proteccion: IP20 Certificado: AENOR,SEMKO,KEMA,SGS-FI,ESC,UDE,RCC-SABS, SIP.PCT,CCC,UKRTEST