



*GRÚA TORRE DESMONTABLE CON BRAZO HORIZONTAL
GIRATORIO*

1. ÍNDICE GENERAL

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE: ASIER

APELLIDOS: CORTADI MORO

FDO.:

FECHA: 27/03/2016

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE: ITZIAR

APELLIDOS: MARTIJA LÓPEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

ÍNDICE DOCUMENTO 2. MEMORIA

2.1. OBJETIVO	6
2.2. ALCANCE	7
2.3. ANTECEDENTES	8
2.3.1. Introducción a los transportes en ingeniería	8
2.3.2. Historia y evolución de la grúa-torre	8
2.4. NORMAS Y REFERENCIAS	12
2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	12
2.4.2. Bibliografía	13
2.4.3. Softwares utilizados	14
2.5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	14
2.5.1. Definiciones	14
2.5.2. Abreviaturas	15
2.5.3. Simbología	16
2.6. REQUISITOS DE DISEÑO	19
2.6.1. Descripción de los componentes de la grúa torre	19
2.6.2. Características y dimensiones de la grúa	25
2.6.3. Zona de funcionamiento	26
2.6.4. Funcionamiento con viento	26
2.6.5. Materiales estructurales	26
2.6.5. Prestaciones de la grúa	27
2.6.5.1. Vida útil de la grúa	27
2.6.5.2. Capacidad de carga	27
2.6.5.3. Movimientos de la grúa	28
2.7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES	29
2.7.1. Introducción a las grúas	29
2.7.2. Tipos de grúas y sus aplicaciones	30
2.8. RESULTADOS FINALES	35

2.8.1. Descripción de la estructura de la grúa	35
2.8.1.1. Brazo	35
2.8.1.2. Mástil.....	36
2.8.1.3. Contrapeso	36
2.8.1.4. Cimentación	36
2.8.2. Descripción de los elementos de la grúa.....	37
2.8.2.1. Mecanismo de giro	37
2.8.2.2. Motores	38
2.8.2.3. Acoplamiento	38
2.8.2.4. Mecanismo de traslación y elevación	38
2.8.2.5. Accesorios	39
2.8.3. Montaje	39
2.8.3.1. Base	41
2.8.3.2. Torre.....	41
2.8.3.3. Plataforma de giro	42
2.8.3.4. Contrapluma	42
2.8.3.5. Pluma + torreta.....	42
2.8.3.6. Enganchar el contrapeso	42
2.8.3.7. Instalación resto de elementos	43
2.8.4. Mando eléctrico	43
2.8.4.1. Inversión del sentido de giro.....	44
2.8.5. Sistemas de seguridad.....	47
2.8.5.1. Topes	47
2.8.5.2. Frenado por inyección de corriente continua.....	47
2.8.5.3. Freno de fricción mecánico	49
2.8.6. Mantenimiento de la grúa	50
2.8.6.1. Corona de giro	50

2.8.6.2. Alimentación eléctrica	50
2.8.6.3. Mantenimiento de los motorreductores	51
2.8.6.4. Mantenimiento de los cables	52
2.8.6.5. Otras operaciones de engrase	52
2.8.7. Consideraciones medioambientales	52
2.8.7.1. Normativa aplicable	52
2.8.7.2. Recursos e infraestructuras	53
2.8.7.3. Contaminación del aire y del agua	53
2.8.7.4. Aspectos sociales	53
2.8.7.5. Fase de desmantelamiento	53
2.9. CONCLUSIONES	54

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Shadoof.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2. Componentes grúa torre.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3. Lastre.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4. Modulo de celosía.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 5. Soporte giratorio</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6. Corona de giro</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7. Contrapluma.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 8. Contrapesos de hormigón de la contrapluma</i>	<i>22</i>
<i>Figura 9. Pluma.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 10. Carro de la pluma</i>	<i>23</i>
<i>Figura 11. Gancho</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12. Tirantes de la contrapluma</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13. Cables de acero.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 14. Movimientos de la grúa torre.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 15. Grúa Telescópica</i>	<i>30</i>
<i>Figura 16. Grúa Pluma.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 17. Grúa torre desplazable en servicio</i>	<i>32</i>
<i>Figura 18. Grúa-Torre fija.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 19. Grúa-Torre Trepadora.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 20. Grúa torre autodespegable</i>	<i>34</i>
<i>Figura 21. Reacciones en la base.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 22. Eslingas</i>	<i>39</i>
<i>Figura 23. Colocación de los tramos de mástil con grúa telescópica</i>	<i>41</i>
<i>Figura 24. Conexiones de motor trifásico.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 25. Motor con sentido de giro directo.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 26. Conexiones de las placas de bornes y sentidos de rotación obtenidos.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 27. Conmutador.....</i>	<i>46</i>

<i>Figura 28. Conexiones del conmutador</i>	<i>46</i>
<i>Figura 29. Circuito de mando</i>	<i>48</i>
<i>Figura 30. Circuito de fuerza.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 31. Freno de disco</i>	<i>49</i>
<i>Figura 32. Toma de tierra de la grúa torre.....</i>	<i>51</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Símbolos y denominaciones</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2. Características y dimensiones principales de la grúa</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 3. Materiales empleados</i>	<i>27</i>

ÍNDICE DOCUMENTO 3. ANEXOS

3.1. ELEMENTO DE SUSPENSIÓN	11
3.1.1. Tipos de Ganchos.....	11
3.1.2. Dimensiones del gancho según normativa.....	11
3.2. CABLES	13
3.2.1. Estructura transversal de los cables	14
3.2.2. Sistemas de trenzado.....	14
3.2.3. Notación de las estructuras	15
3.2.4. Aceros empleados en la fabricación de los cables	16
3.2.5. Elección de la estructura del cable.....	16
3.2.6. Tendencia al giro	16
3.2.7. Cálculos	16
3.2.7.1. <i>Calculo del cable de elevación.....</i>	<i>17</i>
3.2.7.2. <i>Calculo del cable de traslación.....</i>	<i>18</i>
3.2.8. Recorrido cables	21
3.3. POLEAS	22
3.1. Tamaño global de las poleas	23
3.2. Cálculo de la polea de elevación.....	23
3.3. Cálculo de la polea de traslación.	24
3.4. TAMBOR DE ELEVACIÓN	25
3.4.1. Características generales de los tambores.....	25
3.4.2. Cálculos	25
3.4.3. Distancia entre tambor y poleas	27
3.4.4. Sentido de arrollamiento del cable.....	28
3.4.5. Determinación de espesores de pared.....	29
3.5. EQUIPO ELÉCTRICO	30
3.5.1. Generalidades.....	30
3.5.4. Freno de fricción mecánico.....	40

3.5.5. Sustentación de los motores.....	41
3.6. RUEDAS Y CARRIL DE RODADURA	44
3.6.1. Ruedas.....	44
3.6.2. Carril de rodadura	46
3.7. CALCULO DEL CONTRAPESO	47
3.7.1. Dimensionamiento	49
3.8. ESTRUCTURA DE LA GRÚA.....	50
3.8.1. Determinación de solicitaciones	50
3.8.1.1. Clasificación de los aparatos de elevación en función del servicio	50
3.8.3. Tipo de solicitaciones	52
3.8.3.1. Solicitaciones principales	52
3.8.3.2. Solicitaciones debidas a movimientos verticales.....	52
3.8.3.3. Solicitaciones debidas a movimientos horizontales.....	53
3.8.3.4. Solicitaciones debidas a efectos climáticos.....	53
3.8.4. Determinación de combinaciones de solicitaciones	57
3.9. CALCULO DE LAS CARGAS DE VIENTO.....	59
3.9.1. Coeficientes por efecto pantalla.....	60
3.9.1.1. Pluma	61
3.9.1.2. Mástil.....	64
3.9.2. Cargas de viento en SAP 2000	66
3.9.2.1. Cargas de viento sobre el brazo.....	66
3.9.2.2. Cargas de viento sobre el mástil.....	66
3.10. ANALISIS DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE SAP 2000 V16.	67
3.10.1. Procedimiento de resolución en SAP 2000 V16.....	67
3.10.1.1. Selección de las unidades de trabajo	67
3.10.1.2. Crear la geometría del modelo	68
3.10.1.3. Definir el material.....	70
3.10.1.4. Definir y asignar las secciones a los elementos del modelo.....	71

3.10.1.5. Asignar las condiciones de contorno	75
3.10.1.6. Asignar las cargas.....	76
3.10.1.7. Introducir combinaciones de solicitaciones.....	78
3.10.1.8. Definir el tipo de análisis y correr el programa.	78
3.10.1.9. Análisis de los resultados.....	80
3.10.2. Caso más crítico.....	83
3.10.3. Mástil	87
3.10.3.1. CASO I (Mástil).....	87
3.10.3.1. CASO III: viento perpendicular (Mástil)	89
3.11. SISTEMA DE GIRO	93
3.11.1. Diseño constructivo del rodamiento	94
3.11.2. Cargas sobre el rodamiento.....	95
3.11.2.1. Factores de carga para a selección del rodamiento.....	96
3.11.3. Selección del rodamiento	98
3.11.4. Cálculo de la vida útil del rodamiento	101
3.11.5. Tornillos de fijación.....	101
3.11.6. Piezas unidas al rodamiento.....	104
3.12. DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA PIEZA DE UNIÓN BRAZO-MÁSTIL	105
3.12.1. Simulation Mechanical	105
3.12.2. Procedimiento de resolución en SIMULATION MECHANICAL	106
3.12.2.1. Definir el tipo de análisis	106
3.12.2.2. Importar la geometría de AUTOCAD y definir las unidades de trabajo	107
3.12.2.3. Determinar las condiciones de mallado y generarlo	109
3.12.2.4. Seleccionar el material	111
3.12.2.5. Definir las condiciones de contorno	111
3.12.2.6. Asignar las cargas de trabajo	113
3.12.2.7. Correr el programa y analizar los resultados	115
3.12.3. Conclusiones	117

3.13. CARRO DE TRASLACIÓN	118
3.14. CALCULO DEL ENGRANAJE (PIÑÓN)	125
3.14.1. Datos de partida	125
3.14.2. Comprobación del módulo.....	126
3.14.3. Formula de Lewis	126
3.14.4. Ecuación de Hertz.....	129
3.14.5. Corrección de la rueda	132
3.14.6. Medidas del engranaje definitivo.....	132
3.15. ACOPLAMIENTO DE EJES	134
3.15.1. Acoplamiento 1 (eje del motor de elevación).....	135
3.15.1.1. Seleccionar el tipo de configuración.....	135
3.15.1.2. Seleccionar el factor de servicio de la maquina conducida SF_A	135
3.15.1.3. Seleccionar el factor de servicio de la maquina conductora SF_A	136
3.15.1.4. Calcular el par	136
3.15.1.5. Elegir el modelo	137
3.15.1.6. Verificar que el acoplamiento cumple con las condiciones de diseño...	137
3.15.2. Acoplamiento 2 (eje del motor de traslación).....	138
3.16. CHAVETAS	140
3.16.1. Calculo de la chaveta	140

ÍNDICE FIGURAS

<i>Figura 1. Dimensiones del gancho.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2. Componentes del cable.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3. Sistemas de trenzado</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4. Sección del cable</i>	<i>15</i>
<i>Figura 5. Cables antigiratorios (INDELI).....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6. cables galvanizados (INDELI).....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 7. Polea de radios.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8. Dimensiones principales de la polea.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 9. Dimensiones tambor de elevación.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 10. Situación de las poleas y tambores</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11. Arrollamiento del cable en el tambor.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 12. Variador de frecuencia.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 13. Esquema variador de frecuencia.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14. Coeficiente de rozamiento</i>	<i>35</i>
<i>Figura 15. Diseño constructivo de los motores Cotransa.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 16. Pastilla de freno</i>	<i>40</i>
<i>Figura 17. Características rejillas RELESA.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 18. Medidas a y b de la rejilla.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 19. Medidas h y e de la rejilla.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 20. Ficha técnica rueda de traslación.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 21. Sección Rueda-carril.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 22. ΣM en el eje del mástil</i>	<i>47</i>
<i>Figura 23. Bloque de hormigón</i>	<i>49</i>
<i>Figura 24. Grafica del coeficiente dinámico, φ</i>	<i>52</i>
<i>Figura 25. Coeficiente de superficie neta</i>	<i>53</i>

<i>Figura 26. Coeficiente de separación</i>	<i>55</i>
<i>Figura 27. Coeficiente de separación según zonas.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 28. Coeficiente de separación zona verde.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 29. Coeficiente de separación zona roja.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 30. Coeficiente de separación zona azul.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 31. Coeficiente de separación (mástil).....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 32. Cargas de viento sobre el brazo (SAP 2000)</i>	<i>66</i>
<i>Figura 33. Cargas de viento sobre el mástil (SAP).....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 34. Asignar unidades.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 35. Brazo en Autocad</i>	<i>69</i>
<i>Figura 36. Brazo en Sap 2000.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 37. Definir material.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 38. Importar perfil.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 39. Biblioteca de perfiles de ala ancha (EUROCODIGO)</i>	<i>72</i>
<i>Figura 40. Definir Perfil</i>	<i>73</i>
<i>Figura 41. Tipos de perfiles en el brazo.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 42. Asignación de los perfiles en SAP 2000</i>	<i>74</i>
<i>Figura 43. Restricciones de gdl.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 44. Visualización de apoyos en SAP 2000</i>	<i>76</i>
<i>Figura 45. Define Loads.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 46. Introducir combinaciones.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 47. Analysis options.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 48. Correr analisis</i>	<i>79</i>
<i>Figura 49. Verificación de los elementos que fallan (1).....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 50. Verificación de los elementos que fallan (2).....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 51. Reacciones en los apoyos en SAP 2000</i>	<i>83</i>

<i>Figura 52. Verificación de los elementos que fallan (3)</i>	84
<i>Figura 53. Verificación de los elementos que fallan (4)</i>	85
<i>Figura 54. Reacciones en los apoyos (2)</i>	86
<i>Figura 55. Cargas sobre el mástil</i>	87
<i>Figura 56. Tipos de perfiles en el mástil</i>	88
<i>Figura 57. Verificación de los elementos que fallan. Mástil</i>	88
<i>Figura 58. Verificación de los elementos que fallan (2). Mástil</i>	89
<i>Figura 59. Verificación de los elementos que fallan (3). Mástil</i>	90
<i>Figura 60. Verificación de los elementos que fallan (4). Mástil</i>	91
<i>Figura 61. Verificación de los elementos que fallan. Mástil</i>	92
<i>Figura 62. Corona de giro</i>	93
<i>Figura 63. Rodamiento de giro</i>	93
<i>Figura 64. Rodamiento serie KD 320</i>	94
<i>Figura 65. Cargas sobre rodamiento</i>	96
<i>Figura 66. Sección característica de la serie KD 320</i>	99
<i>Figura 67. Curva de carga limite estática</i>	99
<i>Figura 68. Curva de vida útil</i>	100
<i>Figura 69. Curva de carga limite estática 2</i>	102
<i>Figura 70. Carga axial "asentada"</i>	103
<i>Figura 71. carga axial "suspendida"</i>	103
<i>Figura 72. Fuerzas de tensado y momentos de apriete para tornillos con rosca normal métrica DIN 13, para $\mu_G = \mu_K = 0,14$.</i>	104
<i>Figura 73. Viga circular</i>	104
<i>Figura 74. Definir el tipo de análisis en SIMULATION MECHANICAL</i>	106
<i>Figura 75. Importación de la pieza</i>	107
<i>Figura 76. Unidades de trabajo en S.M.</i>	108

<i>Figura 77. Visualización de la pieza en S.M.</i>	108
<i>Figura 78. Model Mesh Settings</i>	109
<i>Figura 79. Pieza mallada</i>	110
<i>Figura 80. Meshing results</i>	110
<i>Figura 81. Selección del material</i>	111
<i>Figura 82. Condiciones de contorno</i>	112
<i>Figura 83. Asignar cargas</i>	113
<i>Figura 84. Fuerzas puntuales en S.M</i>	114
<i>Figura 85. Asignar momentos</i>	114
<i>Figura 86. Momentos en S.M</i>	115
<i>Figura 87. Deformada de la pieza</i>	116
<i>Figura 88. Valores de desplazamiento</i>	116
<i>Figura 89. Tensión equivalente de V.M.</i>	117
<i>Figura 90. Croquis del carro de traslación</i>	118
<i>Figura 91. forma de la pieza en U.</i>	119
<i>Figura 92. Reacciones en las piezas</i>	120
<i>Figura 93. Pieza U definitiva en S.M</i>	121
<i>Figura 94. longitud del eje (no apoyado)</i>	122
<i>Figura 95. Dimensiones del eje</i>	122
<i>Figura 96. Diagrama de momentos</i>	123
<i>Figura 97. Grafica Concentración de tensiones</i>	123
<i>Figura 98. Medidas del engranaje</i>	132
<i>Figura 99. Acoplamiento CC-E</i>	135
<i>Figura 100. Desalineación</i>	137
<i>Figura 101. Dimensiones de la chaveta y chavetero en función del Øeje</i>	141
<i>Figura 102. Chaveta y chavetero (eje del motor de rotación)</i>	142

<i>Figura 103. Chaveta y chavetero (eje del motor de elevación)</i>	<i>142</i>
<i>Figura 104. Chaveta y chavetero (eje del motor de traslación)</i>	<i>143</i>
<i>Figura 105. Propiedades mecánicas acero C45K</i>	<i>143</i>
<i>Figura 106. Fallo de la chaveta</i>	<i>144</i>

ÍNDICE TABLAS

<i>Tabla 1. Dimensiones del gancho</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2. Coeficientes de seguridad del cable.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3. Características del cable de elevación.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 4. Características del cable de traslación.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 5. Dimensiones polea de elevación</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 6. Dimensiones polea de traslación</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 7. Dimensiones tambor de elevación</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 8. Espesor de pared de tambor</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 9. Características motor de elevación</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 10. Dimensiones motor de elevación</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 11. Características motor de traslación.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 12. Dimensiones motor de traslación.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 13. Características motor de rotación</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 14. Dimensiones motor de rotación</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 15. Dimensiones y Pesos del carril tipo Llantón.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 16. Definición de la vida del mecanismo</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 17. Estado de carga.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 18. Vida del mecanismo</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 19. Aceleración en función de la velocidad</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 20. Valores de presión del viento.....</i>	<i>54</i>

<i>Tabla 21. Coeficiente por efecto pantalla.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 22. Fuerza del viento en función del tipo de grúa.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 23. Tipo de grúa</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 24. Coeficientes de seguridad M</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 25. Coeficiente por efecto pantalla</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 26. Cargas sobre la pluma</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 27. Reacciones en los apoyos. CASO I</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 28. Reacciones en los apoyos. CASO III: viento perpendicular a la pluma.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 29. Factores de carga para la selección del rodamiento.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 30. Dimensiones y características principales del rodamiento</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 31. Datos del engranaje</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 32. Factor de Lewis.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 33. Valores de la tensión adm ($m > 4$ mm).....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 34. Presión admisible de rodadura para 5000 horas de servicio.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 35. Valores orientativos de la duración requerida en horas</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 36. Valores para modificar la presión admisible.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 37. Factor SFA.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 38. Factor SF_D.....</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 39. Elección del modelo</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 40. Factor SFA (2)</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 41. Elección del modelo (2)</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 42. Dimensiones de la chaveta y chavetero en función del Øeje</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 43. Chavetas normalizadas de la empresa OPAC.</i>	<i>146</i>

ÍNDICE DOCUMENTO 4. PLANOS

Plano Nº	Título	Formato
GT-0	Grúa Torre 3D	A4
GT-1	Mástil	A3
GT-1.1	Tramo T1 (Mástil)	A4
GT-1.2	Tramo T2 (Mástil)	A4
GT-1.3	Tramo T3 (Mástil)	A4
GT-2	Pluma	A2
GT-2.1	Elementos montados sobre la pluma	A2
GT-2.2	Tirante	A4
GT-3	Torrete	A4
GT-4	Contrapluma	A3
GT-5	Contrapeso	A4
GT-6	Carrito de traslación	A3
GT-6.1	Carrito de traslación (2)	A3
GT-7	Polea guía	A4
GT-7.1	Sustento polea guía	A4
GT-8	Sistema de giro	A2
GT-8.1	Pieza de unión brazo-mástil	A4
GT-8.2	Viga circular	A3
GT-8.3	Pasador roscado	A4
GT-9	Engranaje	A4
GT-10	Eje de elevación	A3
GT-11	Eje de traslación	A4

ÍNDICE DOCUMENTO 5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. OBJETO DEL PLIEGO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	3
5.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LA NORMA	3
5.2.1. Compatibilidad y relación entre los documentos.....	4
5.3. DELIMITACIÓN DE LAS FUNCIONES TÉCNICAS	4
5.3.1. Ingenieros técnicos	4
5.3.2. Promotor	5
5.3.3. Contratista.....	6
5.4. CONDICIONES GENERALES DEL PROYECTO Y SU EJECUCIÓN	7
5.5. ESPECIFICACIÓN DE ELEMENTOS Y MATERIALES.....	8
5.5.1. Elementos fabricados.....	8
5.5.2. Componentes adquiridos mediante compra.....	9
5.6. TRANSPORTE.....	9
5.7. PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO	9
5.7.1. Aspectos de seguridad	9
5.7.2. Mantenimiento	10
5.8. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS	11
5.8.1. Fianzas y seguros	11
5.8.2. Plazo de ejecución y sanción por retraso	11
5.8.3. Precios contradictorios.....	12
5.8.4. Mediciones y valoraciones.....	12
5.8.5. Unidades por administración	13
5.8.6. Abono de ensayos y pruebas.....	13
5.8.7. Certificación y abono.....	14
5.9. PLIEGO DE CONDICIONES LEGALES	15
5.9.1. Medidas de seguridad	16
5.9.2. Permisos y licencias.....	16
5.9.3. Daños a terceros.....	16

5.9.4. Seguro de la obra	17
5.10. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	18
5.10.1. Materiales.....	18
5.10.2. Manipulación y almacenamiento.	18
5.10.3. Protección contra la corrosión	19
5.10.4. Uniones mecánicas	19
5.10.5. Control de calidad.....	19
5.10.6. Control de calidad de la fabricación	21
5.10.7. Control de calidad del montaje	21
5.10.8. Control de calidad de la documentación del montaje	21
5.10.9. Obligaciones por parte de la empresa	22
5.10.10. Obligaciones por parte del propietario.....	23
5.10.11. Personal encargado del manejo.....	24

ÍNDICE DOCUMENTO 6. PRESUPUESTO

CUADROS DE PRECIOS	2
CAPÍTULO 1: COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA GRÚA.....	2
CAPÍTULO 2: CONSTRUCCIÓN DE LA GRÚA	3
CAPÍTULO 3: COMPONENTES COMERCIALES	3
CAPITULO 4: INSTALACIÓN Y MONTAJE DE GRÚA Y ELEMENTOS.....	5
CAPÍTULO 5: MEDIOS AUXILIARES	5
<i>Total medios auxiliares</i>	<i>5</i>
<i>Subcapítulo 5.1: transporte.....</i>	<i>5</i>
<i>Subcapítulo 5.2: grúa autodesplegable.....</i>	<i>5</i>
CAPÍTULO 6: PIEZAS FABRICADAS.....	6
<i>Total piezas fabricadas</i>	<i>6</i>
<i>Subcapítulo 6.1: Coste material piezas.....</i>	<i>6</i>
<i>Subcapítulo 6.2: Coste operaciones mecanizado.....</i>	<i>7</i>
CAPÍTULO 7: DISEÑO DEL PROYECTO	8
PRESUPUESTO	8
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M)	8
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M)	9

ÍNDICE DOCUMENTO 7. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

8.1. INTRODUCCIÓN	2
8.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	5
8.3.1. Medios y maquinaria.....	6
8.3.2. Trabajos previos al montaje	6
8.3.3. Cimentación	7
8.3.4. Estructura	8
8.3.5. Trabajos que implican riesgos especiales	8
8.3.6. Medidas de prevención y protección	9
8.3.7. Medidas de prevención colectiva.....	9
8.3.8. Medidas de prevención individual	10
8.3.9. Medidas de prevención a terceros.....	11
8.4. PRIMEROS AUXILIOS	11
8.5. MANIPULACIÓN DE LA GRÚA	12
8.5.1. Introducción	12
8.5.2. Elementos de seguridad en el uso	13
8.5.3. Elementos de seguridad presentes	14
8.5.3.1. <i>Consideraciones generales</i>	14
8.5.3.2. <i>Requerimientos del operador de grúa</i>	16
8.5.3.3. <i>Reglas de seguridad del operador de grúa</i>	17
8.5.3.4. <i>Equipos de Protección Individual (EPIs)</i>	21
8.6. REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD Y SALUD	22